

기수련과 인식틀 그리고 현대물리
- 빛은 입자인가, 파동인가

1. 왜 인식틀(프레임)이 중요한가?

- 우리는 세계를 있는 그대로 인식하는 것이 아니라 자신이 세계를 바라보는 방식에 따라 취사선택한다.
- 대표적인 것이 개념을 통한 취사선택
- 개념보다 더 근원적이며 개념이 근거하고 있는 것이 인식틀이다.
- '진정성'이라는 용어의 한계 : 아무리 진정성을 갖고 선의로 보거나 사심이 나 선입견 없이 세계를 본다고 하더라도 어디까지나 모든 세계와 사물 현상을 인식하는 가장 근원적인 틀 안에서 세계를 해석한다.
- 육안으로 보는 가시세계에 작용하는 인식틀은 3차원의 공간관과 1차원의 시간관이란 프레임 속에서 해석된 것이다.

- 절대공간과 절대시간 속에서 모든 물리현상이 일어난다고 보는 고전물리학의 물리법칙과 상응하는 인식틀이 작용
- 이러한 인식틀 안에서는 모든 것이 입자 중심으로 보인다.
- 육안으로 보이는 모든 사물현상을 실체로 자아동일성의 존재론으로 본다는 것을 의미
- 언어로 표현되는 일체의 개념도 여기에 속하며 서구 근대성의 특징인 개념과 이성도 입자 중심의 사고
- 주체와 대상은 엄밀히 구분되며 모든 존재가 공간, 시간, 인과에 지배되며 동시장은 인정되지 않는다.
- 엄밀하게 말해서 이런 인식틀 안에서 수련, 공감, 관용 등은 불가능하다.
- 평등, 박애, 사랑 등의 관념은 수사에 불과

2. 인식들의 혁명

- 아인슈타인의 상대성 이론은 절대공간과 절대시간은 없으며 시공간이 상대적으로 존재하는 것으로 확인
- 아인슈타인은 공간을 장(field)으로 이해한다.
"사물이 이동하는 뉴턴의 '공간'은 중력을 갖고 있는 '중력장'과 똑같은 것"
- 현대물리학은 우주를 11차원으로 해석
- 미시세계에서는 아원자입자의 비국소성이 확인. 아원자입자가 국소적으로 존재하는 것이 아니라는 것은 온 우주가 한 몸처럼 연결되어 있다는 것
- 가시세계도 결국은 미시세계로 이뤄져 있고 이 세계에 적용되는 고전물리학의 물리법칙이 여전히 유효한 것은 실상이기 때문이 아니라 미시세계에 비해 워낙 물리량이 크기 때문에 고전물리학의 물리법칙을 적용해도 차이가 별로 없기 때문이다. (추)

- 미시세계와 현상에 적용되는 물리법칙을 아직도 완벽하게 우리는 규명하고 있지는 못하지만, 가시세계의 인식들로서는 이들 세계를 제대로 이해할 수 없다는 것은 분명

- 입자로 바라보는 인식들과 장으로 바라보는 세계인식은 엄청난 차이를 갖는다.

- 장은 드러난 사물현상 뿐만 아니라 배후에 은적되어 있는 맥락과 분위기, 조짐을 포함해서 모든 것을 아우르는 무대이자 한 마당이다.

- 수련에 있어서도 입자적인 인식들에 갇힌 사람은 아무리 기감각과 기를 운용하는 능력이 출중하더라도 그런 현상이 신비주의로 해석되어서 자신만의 특별한 능력으로 인식될 수 있다.

- 하지만 장의 관점에서 기수련과 기 운용은 우주의 자연스러운 본질에 더 다가간 것일 뿐이다.

- “기도는 내가 신에게 말을 거는 것이지만, 조현병은 신이 내게 말을 건다고 착각하는 것이다.”

1. 양자역학을 이해한 사람은 왜 아무도 없다고 했는가?

“양자역학을 이해한 사람은 아무도 없다고 자신있게 얘기할 수 있다.”

- 리처드 파인만

1. 그렇다면 왜 양자역학을 이해할 수 없는가?

- 고전물리학의 완성(19세기말)

뉴턴 물체의 운동 방정식.

$$F=ma$$

$$F=GMm/r^2$$

* 이 두 개의 식으로 물체의 운동을 다 이해할 수 있다.

미분형(점형)	적분형
$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$	$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \rho dV$
$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$	$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$
$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$	$\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$
$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$	$\oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} + \frac{\partial}{\partial t} \int \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$

- 맥스웰의 전기와 자기

네 개의 방정식만 쓰면 전기와 자기를 다 이해할 수 있다.

1. 전기와 자기는 동떨어진 현상이 아니라 전자기 현상이라는 하나의 현상의 두 가지 측면이다.
2. 전자기 파동이라는 해석 및 이론의 기본
3. 맥스웰은 수학적 모델을 세우고 이론적인 모델로부터 전자기파의 존재를 예견. 물론 그 뒤에 Hertz에 의해 실험적으로 전자기파가 입증
4. 이때 빛의 전자기파설도 함께 제기하게 되면서 결국, 전기학과 광학이 통합이 된다.
5. 실제 응용에서는 전자기학의 많은 문제들이 각각 다른 경계조건 하에서 맥스웰 방정식을 푸는 것에 지나지 않는다.

- 결정론적 사고의 완성 : 19세기 말의 물리학자들은 이미 세상을 모두 이해했다고 생각할 정도.

- 그리고 세상을 이해했다는 것은 세상을 설명할 수 있다는 것을 의미한다.

- 그럼 무엇을 설명할 수 있는가? 이것은 뉴튼이 어떤 질문에 대답을 했는가를 살펴볼 필요가 있다.

질문> 사과는 왜 땅에 떨어질까? 대답> 지구가 당기니까

질문> 그럼 왜 사과는 땅속으로 꺼지지 않을까? , 지구가 당기면 지구 중심으로 꺼져야 하는데 왜 땅속으로 꺼지지 않는가?, 땅이 받히고 있는데 그 받히고 있는 힘은 무엇인가?

대답> 거기 원자가 있을 것이고 내 신발에 원자가 있을 것이고... 땅에 있는 원자와 돌 사이에 그 둘을 둘러싸고 있는 전자가 서로 밀어내는 힘을 가지고 있기 때문

- 뉴튼의 중력과 전자기력을 가지고 이러한 현상 모두를 설명할 수 있다.

- 이번에는 소리에 대해 생각해 보자 ; 소리는 어떻게 될까? 소리와 소리가 부딪히면? ; 소리 또한 파동이기 때문에 부딪히지 않고 서로 통과한다.

- 카페에서 친구와 잡담을 할 때 생각해 보면 내 소리와 옆 자리의 소리가 서로 부딪히는데 충돌하지 않고 않고 통과해 버린다.

- 여기서 입자와 파동의 특징을 생각해 볼 수 있다.

당구공 vs 물결

당구공(입자)는 부딪히면 튕겨 나가지만
물결(파동)은 투과한다.

- 즉, 입자는 충돌하지만 파동은 중첩의 성질을 갖는다.



2. 빛은 입자일까? 파동일까?

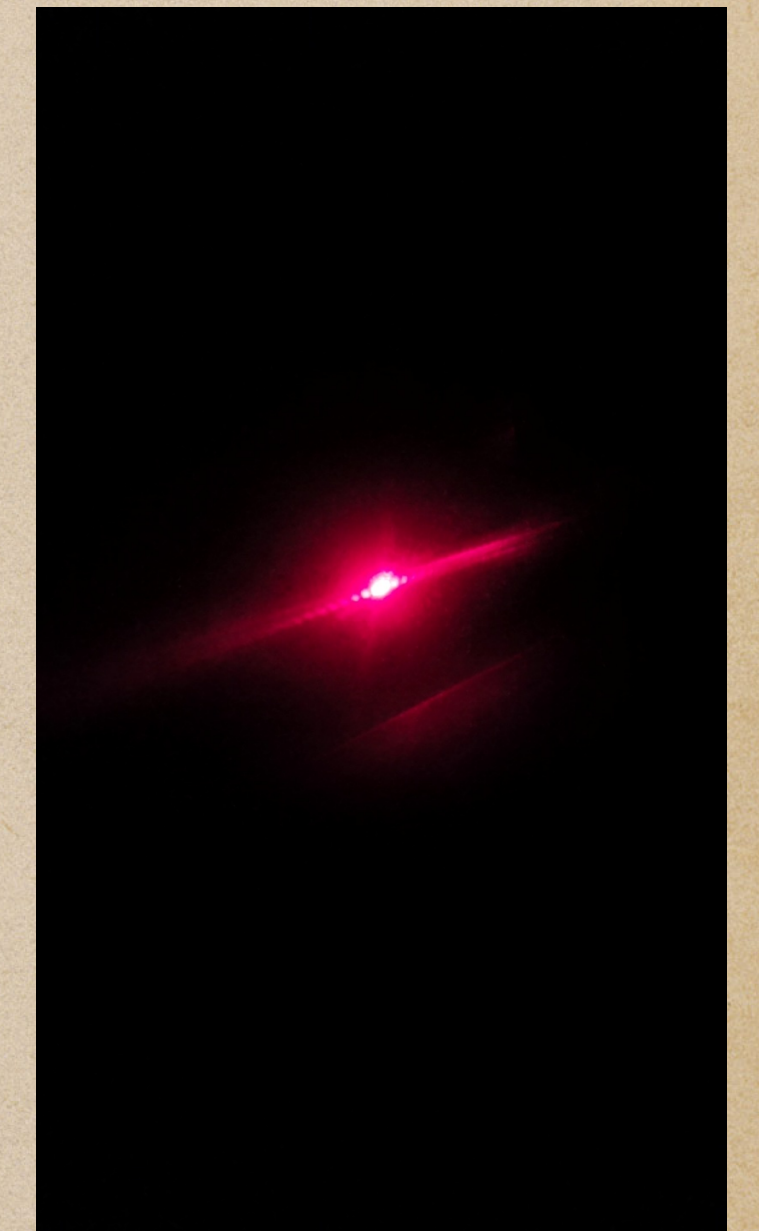
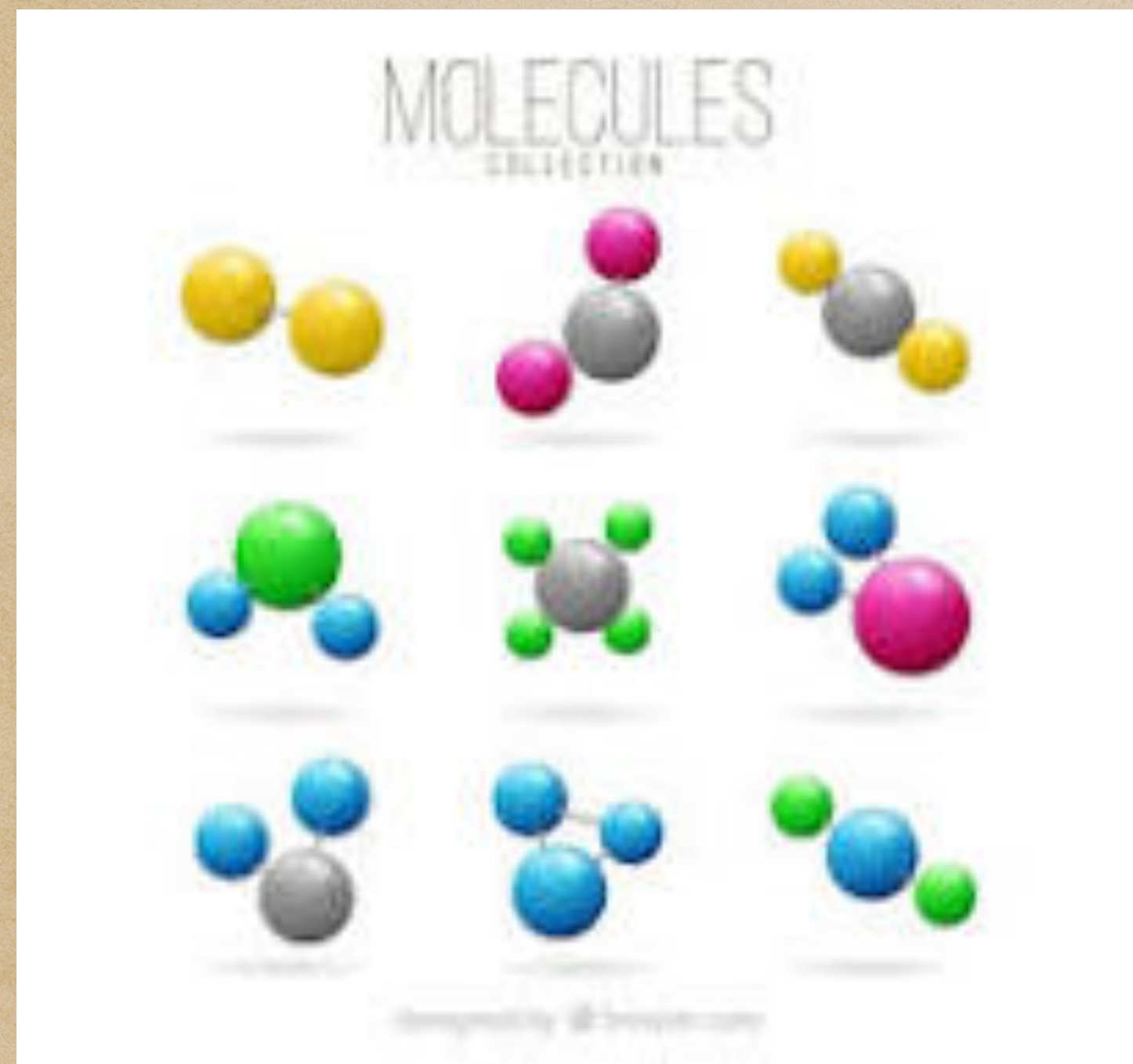
- 빛이 파동이라면 통과하고 입자라면 튕겨나갈 것

- 맥스웰 전자기학의 결론 :
‘빛은 파동이다.’

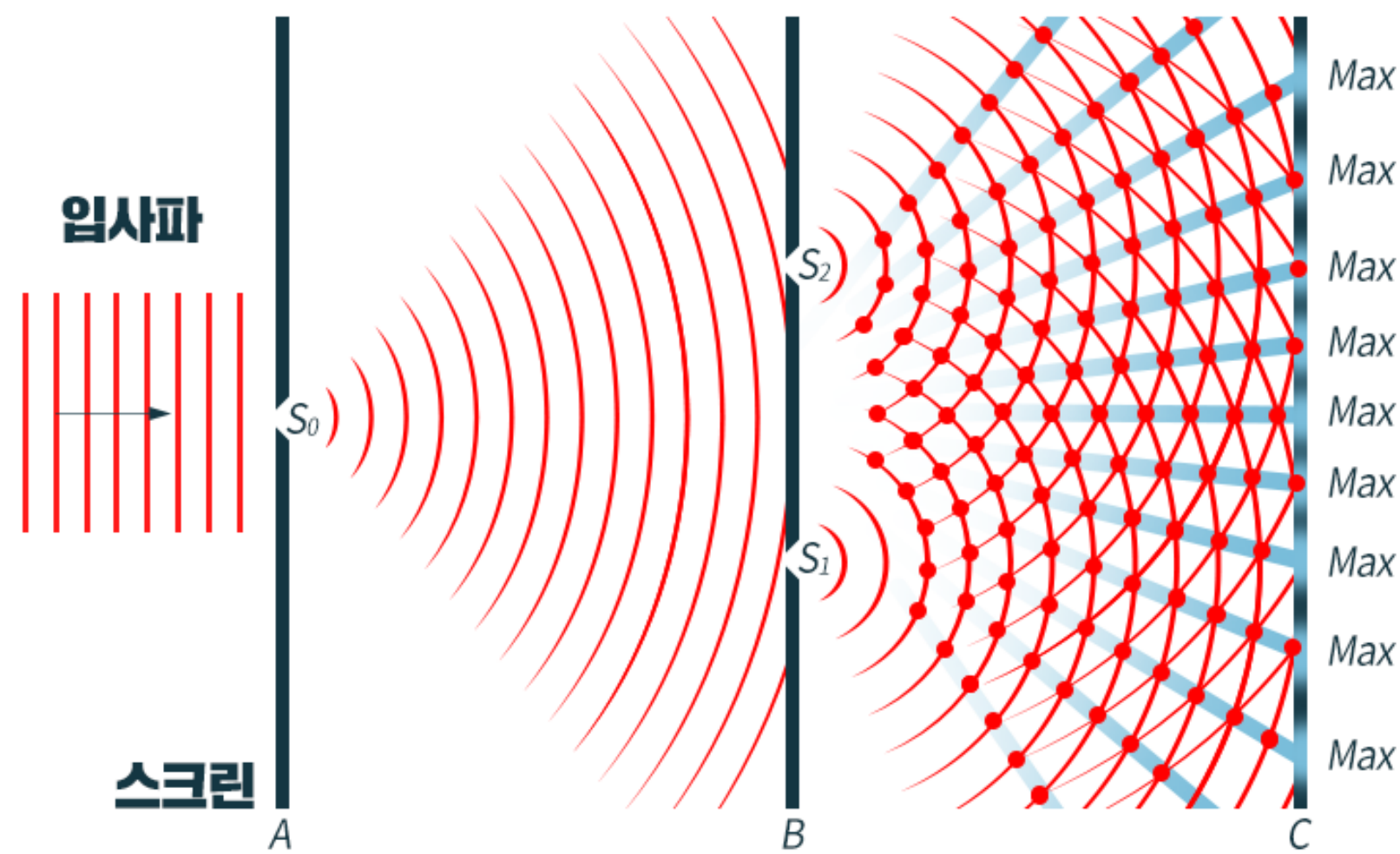
- 빛이 파동이라면?

빛이 파동이라는 증거 ;

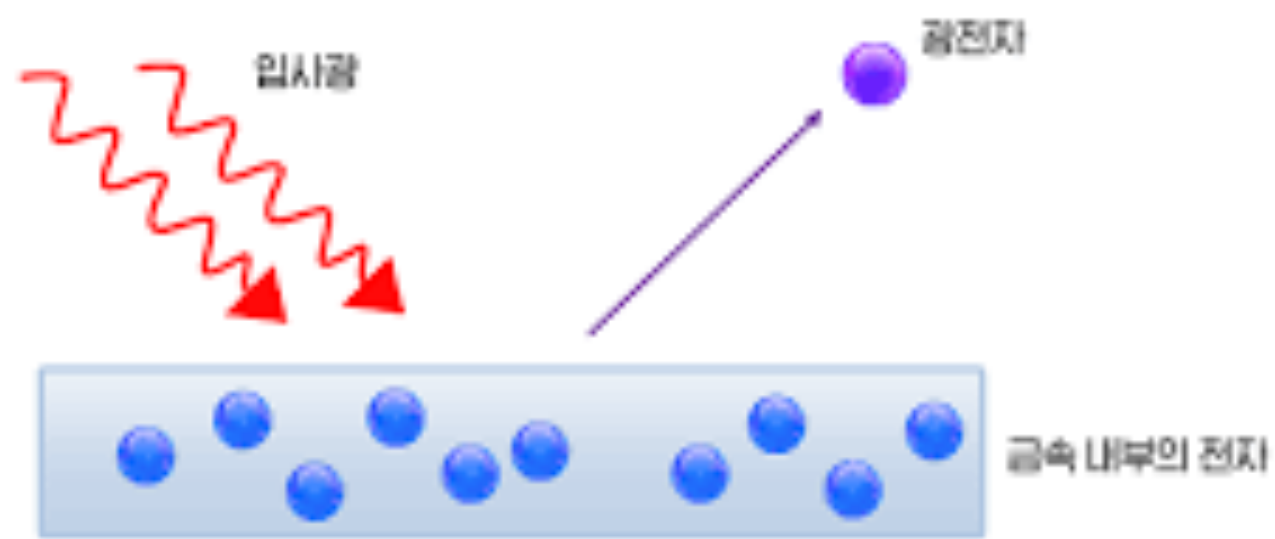
간섭현상 레이저 포인트를 머리카락 처럼 가는 구멍을 통과시켰을 때



- 빛의 간섭효과 : 빛이 알갱이가 아니라 물결처럼 작동한다는 것
- 밤 하늘의 별들을 보면 저 별들이 수억수천년의 거리를 여행하면서 사라지지 않고 나에게 온다?
- 또 불을 끄면 왜 어두워질까?
- 저 별빛은 그 먼거리를 통과해서 나에게 왔는데 방안에서 끈 불은 어디로 갔을까?
- 사실 빛은 흡수가 되기 때문에 없어진다. 빛의 속도가 너무 빠르기 때문에 흡수되는 속도도 빠르다.
- 사실 모든 물질은 빛을 흡수하지만 흡수만 하는 것이 아니라 반응도 한다. 그 반응하는 것을 광전효과라고 한다.



빛이 물질처럼 운동할 것



빛의 흡수와 반응 (광전효과)

- 광전효과처럼 빛이 이렇게 들어오면 흡수되는 과정에서 때리면서 반응한다. 충돌하면 그만큼 전자가 튀어나온다. 빛이 원자에 흡수되면서 원자 주변의 전자가 튕겨 나오는 현상 (ex) 태양광 발전

- 여기서 빛이 만일 파동이라고 가정하면 고주파시 튀어나오는 전자와 저주파에서 튀어나오는 전자의 속도에 차이가 있을 것이라는 가정할 수 있지만 실제 빛의 진폭 차이와 상관없이 튀어나오는 전자의 속도엔 차이가 없다.

- 실험결과로 파동의 특성이 나오지 않음(튀어나오는 전자량의 차이는 있지만 속도는 동일)

- 이번에는 빛의 색을 바꿔가면서 금속판에 때려본다. => 빛의 색에 따라 튕겨 나오는 전자의 량에 영향을 준다. 붉은빛을 때렸더니 전자가 안 나오고 초록빛을 때렸더니 튀어나 오기 시작하는데 파란빛을 때렸더니 엄청 많이 튀어나온다. => 앞의 실험과 같이 빛에서 파동의 특성이 나오지 않는다. 증폭이 크면 에너지가 커져야 하는데 나오는 속도에는 영향을 주지 않는다.

- 광전효과를 통해 아인슈타인은 파동인줄 알았던 빛도 입자라는 사실을 실험 1921년 노벨 물리학상을 받는다. 맥스웰의 전자기학에서도 빛은 파동이었으며 영의 실험에서도 빛은 파동이라고 했는데 아인슈타인의 광전효과는 빛이 파동이 아니라 입자라는 것을 증명

- 이 실험은 프랑스 물리학자 드브로이에게 새로운 상상력을 제공한다. 즉, 빛이 파동이 아니라 입자라면 기존에 원자 주변을 돌고 있는 전자도 파동이 아닐까? ; 드브로이 물질 파실험 1929년 노벨 물리학상을 받는다. 빛의 본질에 대한 오랜 논쟁은 드브로이에 와서 획기적인 사고실험으로 발전하고 양자역학은 일대 혁명을 맞이한다. 즉, 파동이라고 생각했던 빛이 입자라면 입자라고 생각했던 전자가 파동일 수도 있지 않은가!



- 드브로이의 물질파의 존재를 실험적으로 증명하고 1년 뒤 톰슨은 x선과 동일한 파장을 지닌 전자에 의한 두가지 회절의 모양이 거의 일치한다는 실험을 통해 다시 한번 전자의 물질파 특성을 증명하게 된다.

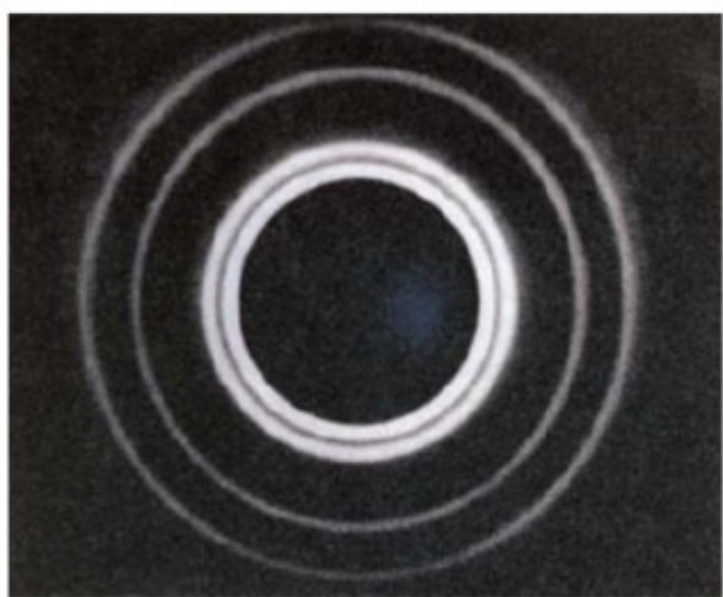
- 양자역학의 핵심

- “모든 물질은 입자인 동시에 파동이다.”

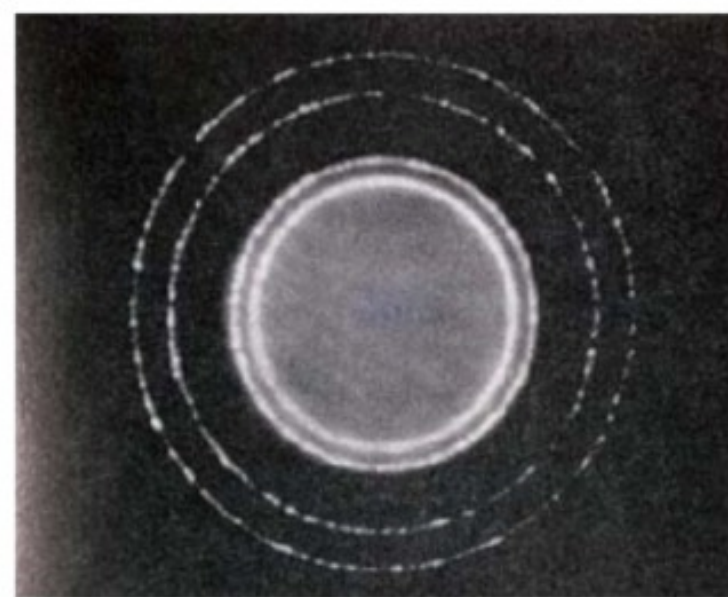
- 이것을 이해하면 양자역학의 절반은 이해한 것이다.

- 우리가 보는 모든 것을 입자로 인식하는 것이 상식

- 과학적 성과의 핵심은 우리의 상식을 배반하기 때문에 양자역학을 이해한 사람이 거의 없다는 것이다.



전자선

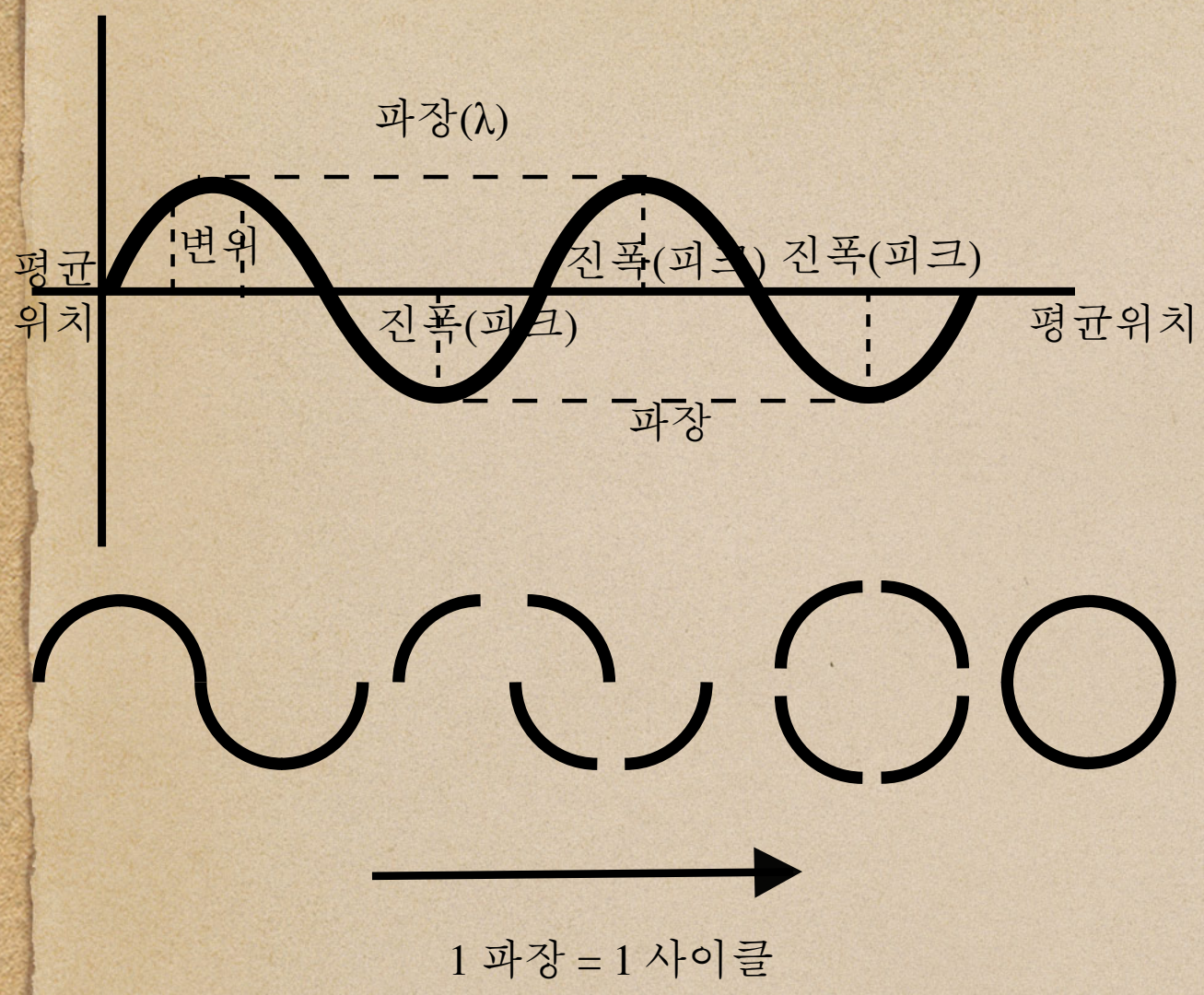


X선

- 부딪히면 찌그러지는 자동차 범퍼도 파동이다?
- 저는 입자인 동시에 파동인 것을 본 적이 없습니다. 그게 사실이라면, 차가 부딪혀도 찌그러지지 않고 통과해야 되는 것 아닌가?
- 차도 파동이고 내 몸도 파동이면 그냥 투과해야 되는 것 아닌가?
- 이런 의문에서 고전물리와 양자역학의 경계가 생긴다.

2. 고전역학과 양자의 경계

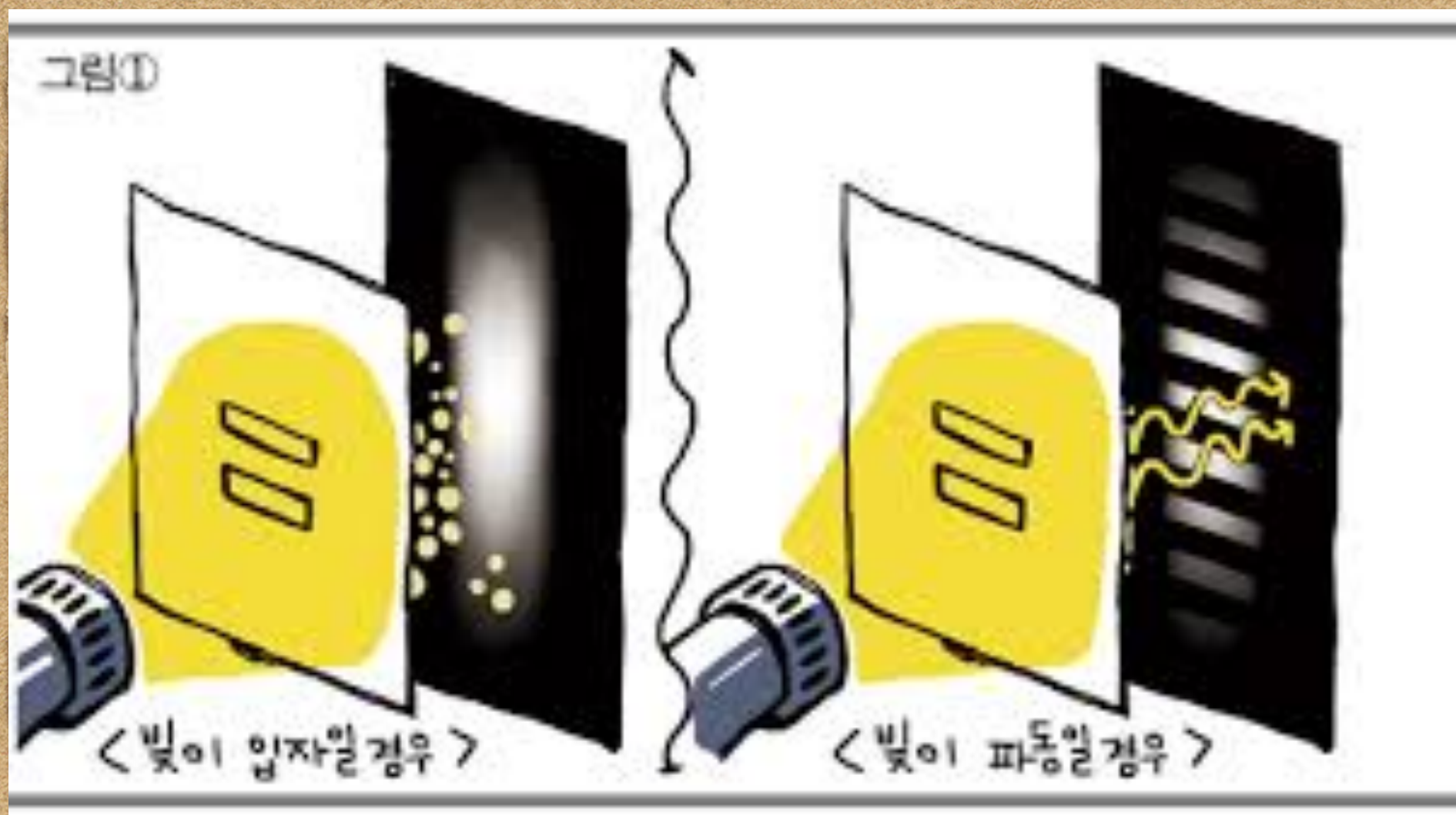
- 어디서부터가 양자역학의 세계인가?
- 거시세계와 미시세계
- 로켓 > 야구공 > 모래알 (고전역학) > 원자(양자역학)
- 양자역학 세계의 경계는 정확히 어디인가? 대략 원자 정도까지 가면 양자역학으로 계산이 가능한 것 같은데



- 파장 = 플랑크상수(h)/(질량m*속도v) $r = h/mv$
- 양자역학적 현상을 보려면 입자의 크기보다 파장이 더 커져야 한다.
- 플랑크상수 값이 10의 -34제곱 ! 너무 작다
- 내 몸은 파동이지만 파장이 너무 작아서 보이지 않는 것
- 파장을 키우려면 분모의 크기를 줄여야 한다. (질량*속도)를 줄인다.
- 가량 산소같은 경우 3.1곱하기 10의 -26승
- 산소 원자가 파동처럼 보이려면 물체의 크기보다 파장이 길어야 한다.
- 파장을 구하는 식 : 플랑크상수 즉, 문자는 고정되어 있으므로 분모를 줄여야 한다.
- 질량을 줄이거나 속도를 낮추는 방법(속도를 낮추려면 온도를 낮추면 된다. 구글의 양자 컴퓨터를 초저온으로 가동하는 이유)
- 보즈-아인슈타인 응축(<https://www.youtube.com/watch?v=shdLjIkRaS8>)
- 파동들이 합쳐진 상태에서 양자역학적 상태를 볼 수 있다.

3. 양자역학의 핵심

- 이 세상은 파동이다.
- 그 파동을 보려면 어떻게 하는가? 크기를 줄이거나 속도를 줄여야 한다.
- 속도를 줄이는 방법은 온도를 낮추는 것이다.
- 내몸을 이루는 원자들이 파동이라면 그 원자들을 모으면 왜 원자(입자)가 될까? ; 원자들은 파동이 맞지만 그것들이 파동이라면 결이 맞아야 하는데 내 몸을 이루는 파동끼리 결이 맞지 않아서 입자처럼 드러난 것
 - 결이 맞으면 슈레딩거의 고양이처럼 커도 양자역학적 현상을 볼 수가 있다.
 - 이렇게 결을 맞추는 것이 우리 주변에 볼 수 있는 레이저포인트 같은 것이 있고 최근에 이슈가 되었던 초전도체는 정확하게 결을 맞춤으로써 양자역학적 현상을 보인다.



- 초전도체는 물체의 질량이 큰데도 양자역학적인 현상이 일어난다. 초전도체 안의 전자들의 결이 완벽히 맞기 때문에 양자역학적 현상을 드러낸다.
- 여기서 전자의 결이 맞다는 의미는 원자의 파동들이 모두 똑같은 파동의 모양을 한 상태를 갖는 것이다. 결이 다른 파동들이 합쳐지면 서로 파동이 상쇄되며 파동이 사라지기 때문에 입자로 드러난다.
- 왜 결이 안 맞는 현상이 나타나는가? 우주의 태초는 모든 현상이 결이 맞아 있었지만 결이 어긋나는 여러 경우가 발생하여 어긋나 버림. 완벽한 진공을 이룬다면 어긋난 결이 맞춰질 것이다.
- 영화 '아바타'에 나오는 양자역학적인 물체 - 언옵테늄처럼 결이 완벽하게 맞아있는 물체를 찾으면 양자역학적 현상을 볼 수 있다.
- 양자역학을 이해하고 사용하는 시대는 인류 문명의 새로운 국면이 열릴 것이다.