

PHILOSOPHY  
OF SCIENCE

SCIENCE

과학 vs 과학철학

과학자

과학철학자

2/20 이강영 경상대 물리교육과 교수

홍성욱 서울대 생명과학부 교수

3/06 김상욱 부산대 물리교육과 교수

이종원 서울시립대 철학과 교수

3/20 김범준 성균관대 물리학과 교수

이상욱 한양대 철학과 교수

4/03 송기원 연세대 생화학과 교수

장대익 서울대 자유전공학부 교수

잠시 후,

<카오스 토론회 : 과학은 논쟁이다 과학vs과학철학> 이 시작  
됩니다.

'과학은 논쟁이다'는 1, 2라운드로 나뉘어 있으며

쉬는 시간은 없습니다.

자리 이동을 삼가주시기 바랍니다.

핸드폰은 진동으로 해주시거나 꺼주시기를 부탁드립니다.

고맙습니다.

Q1.

양자이론, 과학과 철학 어디에 더 쓸모 있을까?

Q2.

양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가  
혹은 양자이론은 완벽한가?

## 사회자 이명현



천문학자, 별을 사랑하는 과학 작가.

네덜란드 흐로닝언 대학교 천문학과에서 박사 학위를 받았다. '2009 세계 천문의 해' 한국 조직 위원회 문화 분과 위원장으로 활동했고 한국형 외계 지적 생명체 탐색(SETI KOREA) 프로젝트를 맡아서 진행했다. 현재 과학 저술가로 활동 중이다. [빅 히스토리 1:세상은 어떻게 시작되었을까]와 [이명현의 별 헤는 밤], [과학하고 앉아 있네 2: 이명현의 외계인과 UFO] 등을 저술했다.

## 토론자 이 중 원



現 서울시립대 철학과 교수

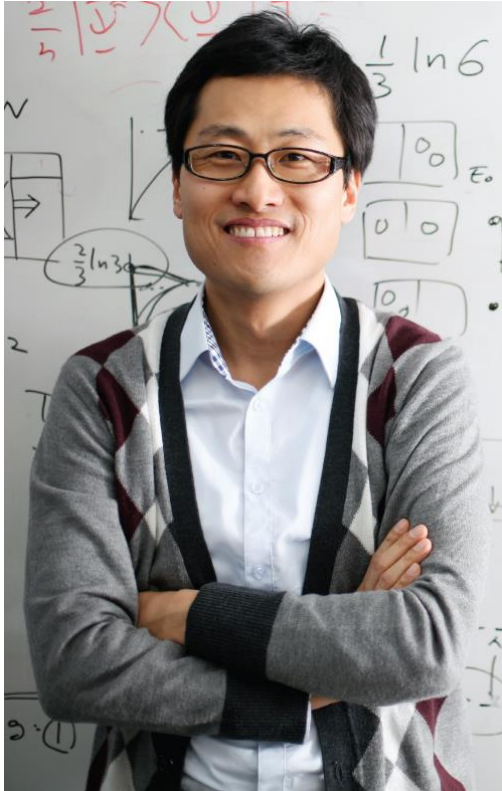
서울대학교 물리학과에서 학사 및 석사 학위를 취득하고 동대학원 과학사 및 과학철학 협동과정에서 과학철학으로 이학박사 학위를 받았다. 현재 서울시립대학교 철학과 교수로 재직 중이며, 서울시립대학교에서 인문대학 학장 및 교육대학원장, 그리고 교육인증원장을 역임하였고, 한국과학철학회 회장을 역임하였다.

주로 과학철학과 기술철학을 강의하고 있으며, 주요 관심 분야는 현대 물리학인 양자이론과 상대성 이론의 철학, 기술의 철학, 현대 첨단기술의 윤리적·법적·사회적 쟁점 관련 문제들이다.

저서로 『필로테크놀로지를 말한다』(2008), 『욕망하는 테크놀로지』(2009), 『양자, 정보, 생명』(2016) 등의 공저가 있다.



## 토론자 김 상 욱

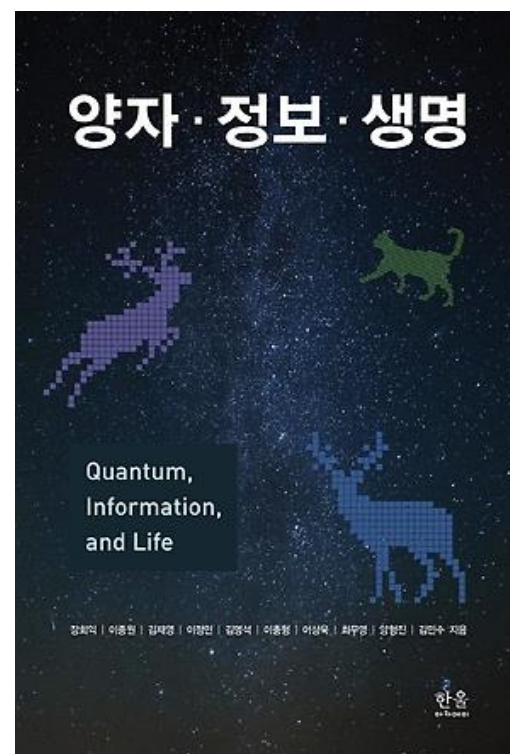


現 부산대 물리교육과 교수

고등학생 때 양자물리학자가 되기로 마음먹은 후, 카이스트 물리학과에서 학사, 석사, 박사 학위를 받았다.

동아일보에 [김상욱 교수의 과학에세이], 경향신문에 [21세기 고전], 스킵틱에 [이상한 양자세계의 물리학자]를 연재하며, 저서로는 [김상욱의 과학공부], [영화는 좋은데 과학은 싫다고?], [과학수다 1, 2](공저), [과학하고 앉아있네 3, 4](공저) 등이 있다.

다른 사람들과 앎을 공유하는 것을 행복하게 생각한다.



## 사전 설문

양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가  
혹은 양자이론은 완벽한가?



# 사전 설문조사 결과보기

(사전에 문자로 보낸 설문조사 결과)

# [결과 화면] 3/4(토) 13시 기준(61명)

응답 61개

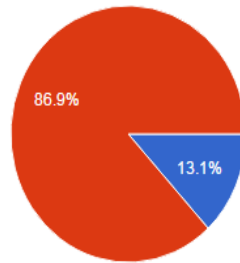


요약 개별 보기

응답받기

1. 양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가 혹은 양자이론은 완벽한가?

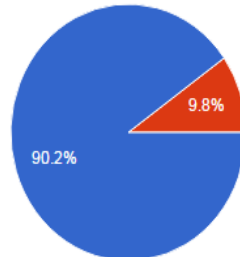
(응답 61개)



- 양자이론은 세계를 완벽하게 기술한다. 혹은 양자이론은 완벽하다.(김상욱 교수 의견)
- 아니다. 양자이론은 세계를 완벽하게 기술하지 못한다. 양자이론은 완벽하지 않다.(이중원 교수 의견)

2. 열린 자세로 토론에 임해주시기를 부탁드립니다. 토론결과에 따라 당신의 생각이 변경될 가능성이 있습니까?

(응답 61개)



- 변경될 가능성이 있다
- 변경될 가능성이 전혀 없다

# 1 라운드

양자이론,  
과학과 철학 어디에 더 쓸모 있을까?



# 주장 Vs. 주장

양자이론,

과학과 철학 어디에 더 쓸모 있을까?



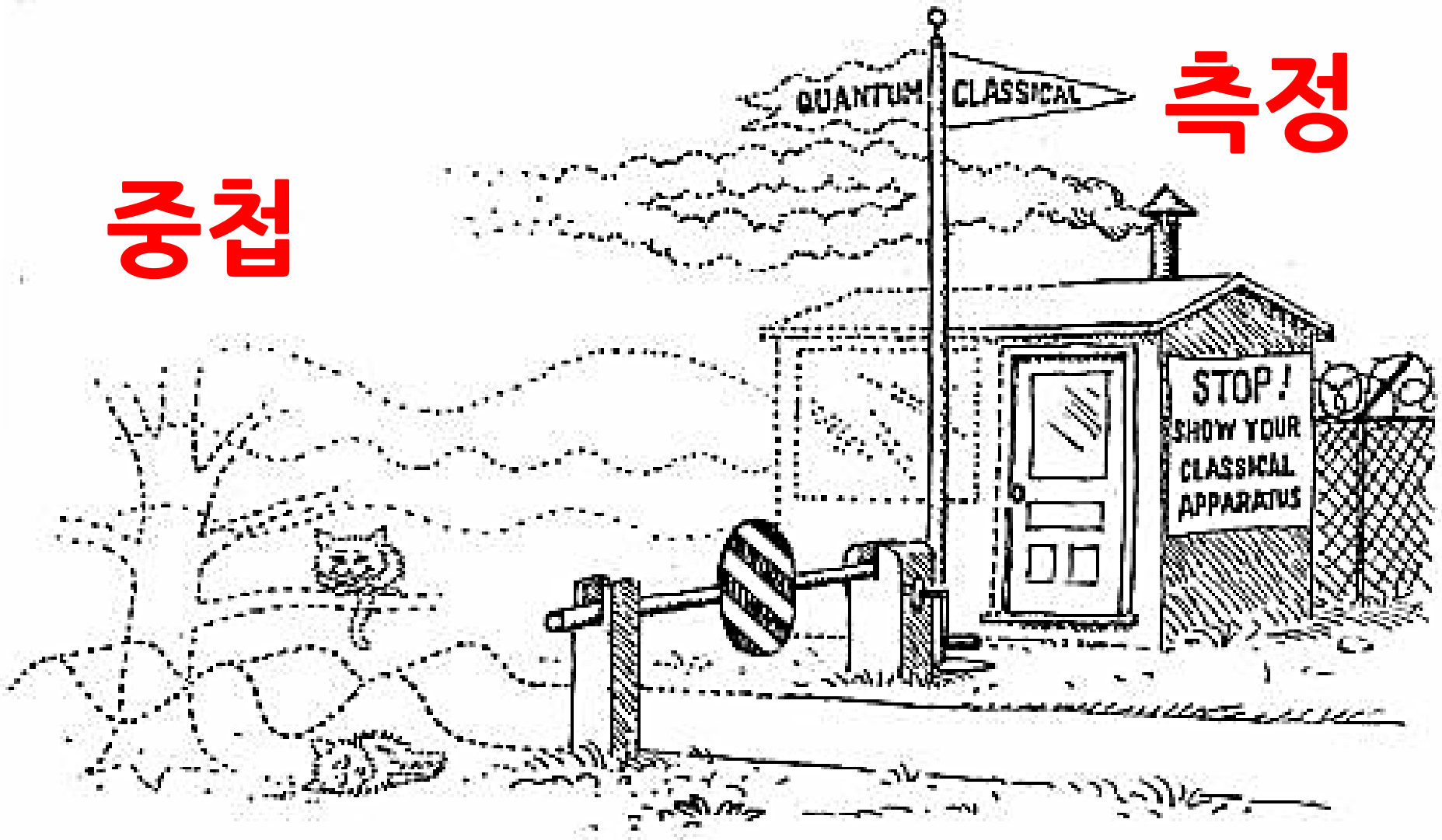
주장 1 : 김상욱

양자이론, 과학과 철학 어디에 더 쓸모 있을까?

양자역학의 핵심 쟁점

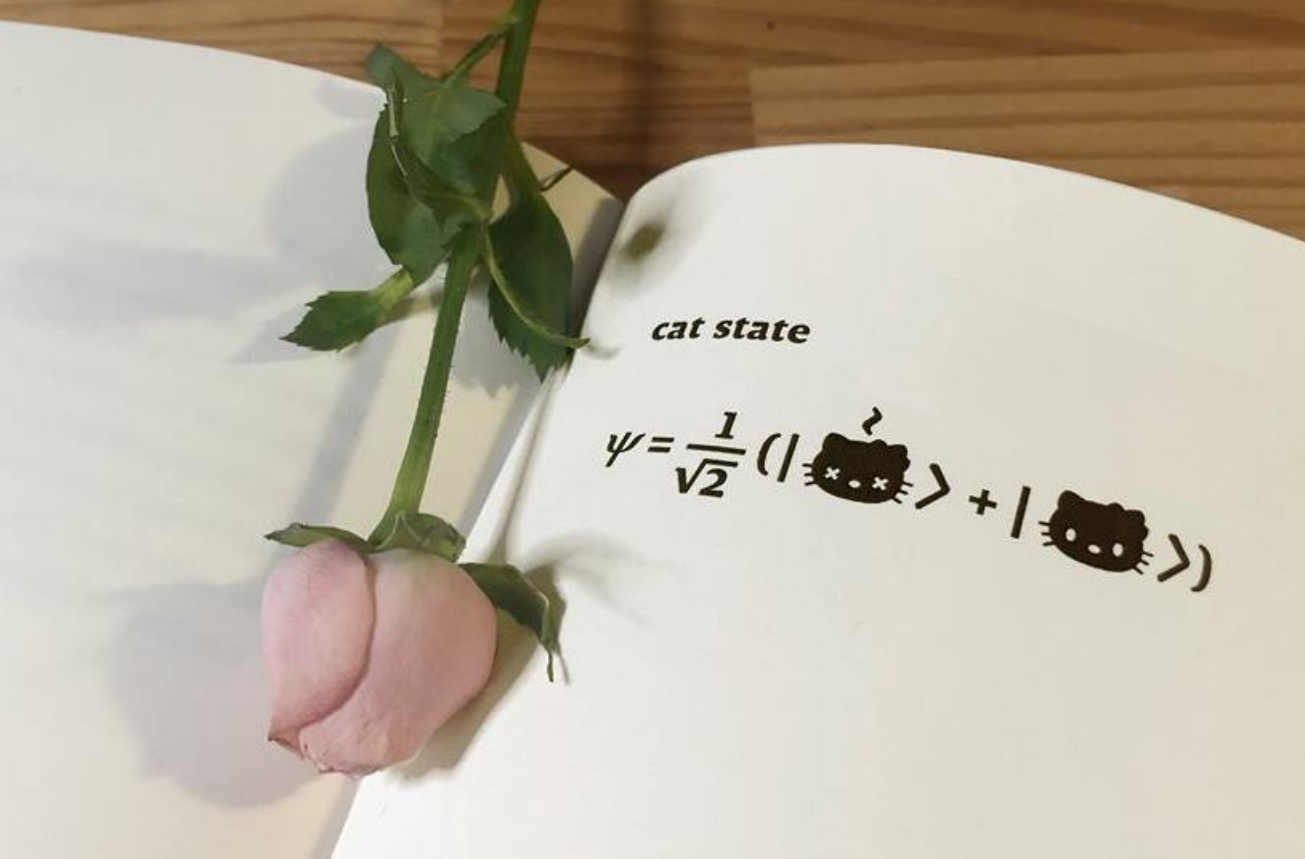
중첩

측정



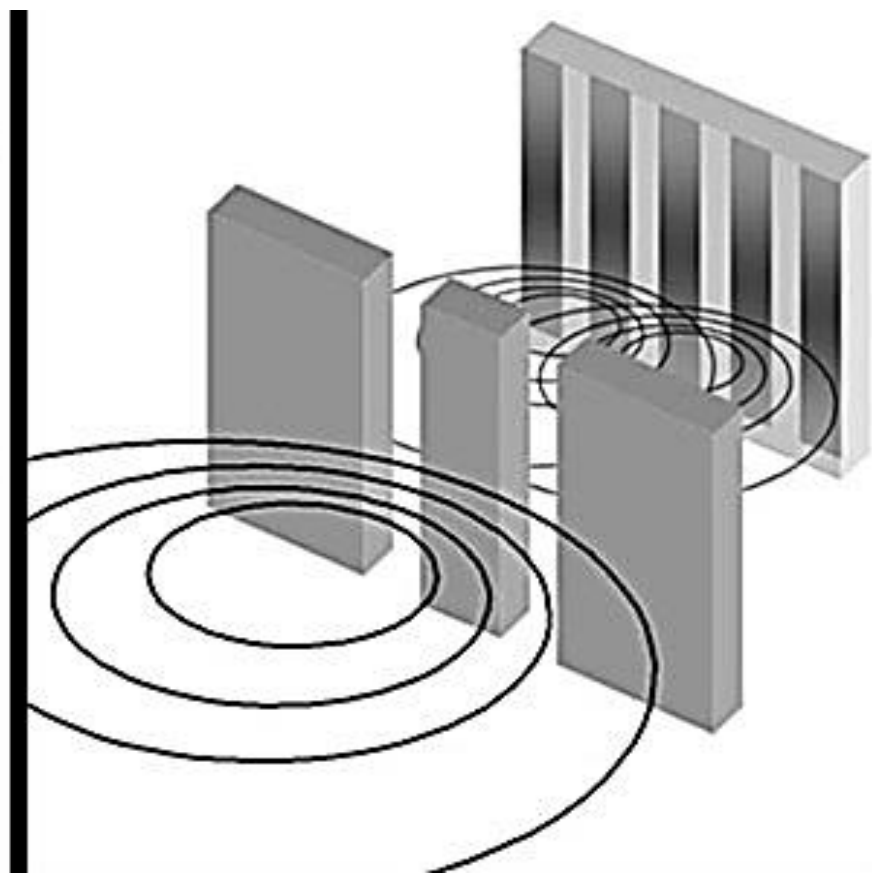
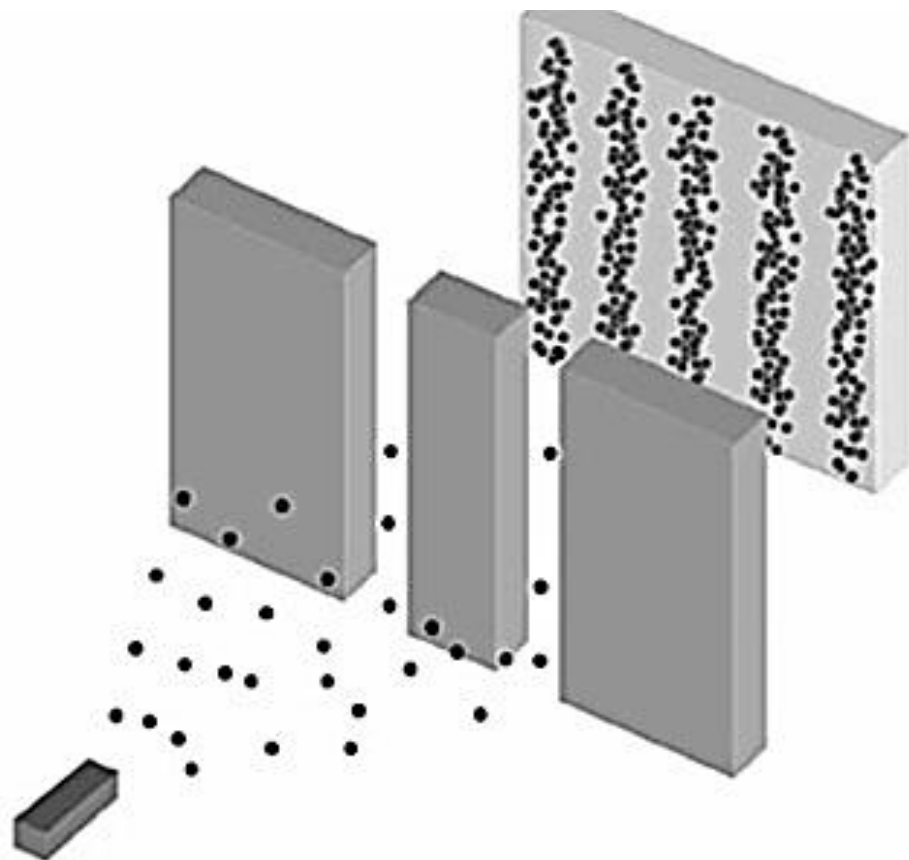
Delineating the border between the quantum realm ruled by the Schrödinger equation and the classical realm ruled by Newton's laws is one of the unresolved problems of physics. Figure 1

Zurek, *Physics Today* (1991)

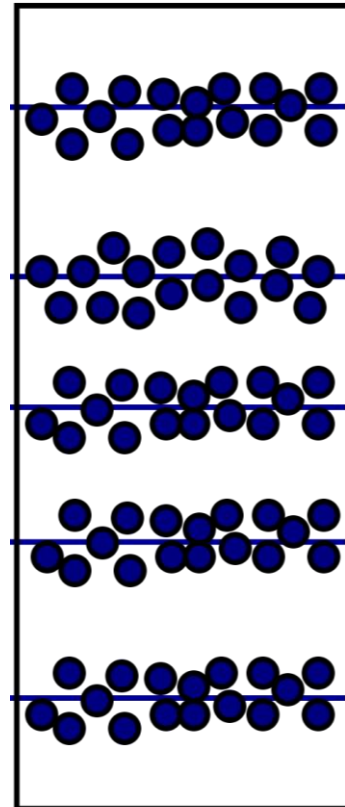
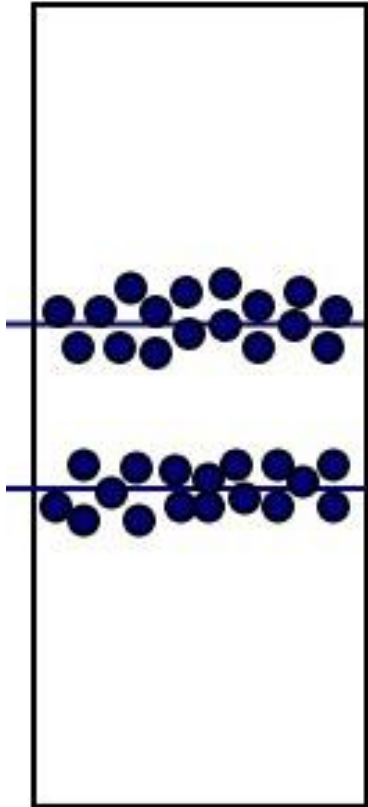


**중첩**

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{2}} (| \text{탄핵} \rangle + | \text{기각} \rangle)$$







**측정**

주장 2 이종원

# 철학에서 양자이론의 의미

# \* 과학이론이란

- 세계에 대한 서술 : 경험적 서술과 이론적 서술
  - 경험적 서술 : 경험 현상 자체에 대한 서술(일상적 개념들과 인식 장치들)
  - 이론적 서술
    - 경험 현상 이면에 존재하는 세계에 대한 서술
    - 경험 현상이 왜 일어났는지, 어떻게 일어났는지 해명
    - 세련되고 복잡한 개념들과 인식 장치들
- 과학이론의 두 유형
  - Why-question?
    - 자연 현상의 원인 규명(참·거짓 중요) (예) 뉴턴의 만유인력 법칙
  - How-question?
    - 현상(운동)의 진행 과정(절차) 규명(현상설명력 중요) (예) 뉴턴 운동법칙
- 동역학이론 : 고전역학이론, 양자이론 등
  - 세계에 관한 이론적 주장 + 세계에 대한 인식 과정
  - **세계를 이해하는 세련된 인식의 창이자 통로**

## \* 동역학 이론의 구조

- 동역학 이론의 기본 정보유형 : “무엇이 어떠하다.” 여기서 “무엇”은 어떤 특성을 지닌 대상 지칭, “어떠하다”는 대상의 물리적 상태 의미
- 동역학 이론의 요소들

### [대상의 물리적 특성]

- ‘동역학적 특성함수’에 의해 수학적으로 표현 (예) 사과 자체

### [관측 가능한 물리량]

- 현상과 관련된 관측 가능한 물리량( ‘관측 가능량’) (예) 낙하거리, 낙하속도

### [대상의 가능한 상태들]

- ‘관측 가능량’에 대응하는 가능한 상태들 (예) (높이, 속도, 시각)

### [시간에 따른 상태들의 변화]

- 운동법칙 혹은 운동방정식을 따름 (예) 자유낙하의 법칙

### [상태에 대한 해석규칙]

- (수학적) 상태개념에 경험적· 물리적 의미 부여



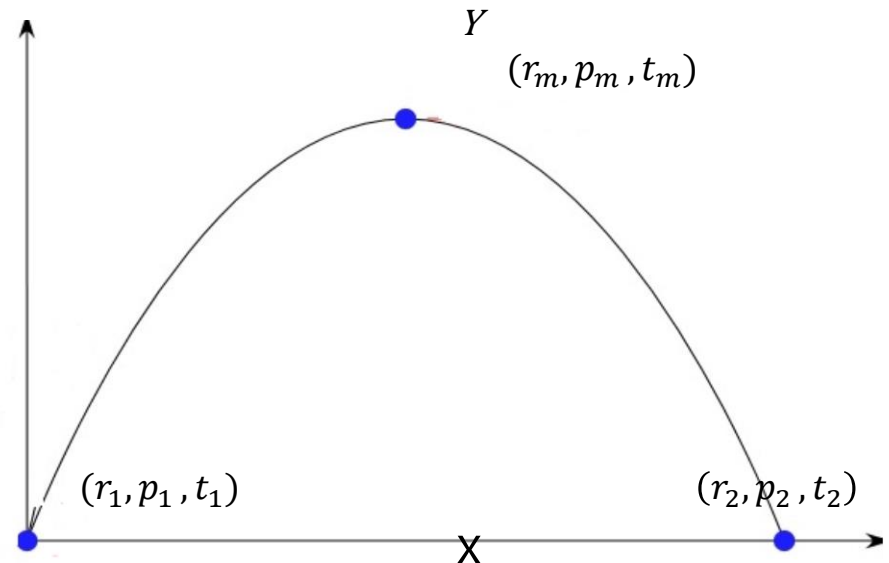
# \* 고전역학 대 양자역학 : 이론구조

이론요소 \ 동역학이론	고전역학	양자역학
대상의 물리적 특성 규정 (H : 해밀토니안)	$H = \frac{p^2}{2m} + V(r)$	$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(r)$
관측 가능한 물리량 설정 (O : 관측가능량)	수학적 변수 $r, p(= mv)$	수학적 연산자 $p(= \frac{\hbar}{i} \nabla = \frac{\hbar}{i} \partial/\partial t), A(= S$ or E)
대상의 가능한 상태 설정	$(r, p, t)$ or $(r(t), p(t))$ 연속	$\Psi(x,t)$ or $\Psi(p,t)$ (가령 $A\phi_i = a_i\phi_i$ 이면, $\psi = \sum_1^n c_i\phi_i$ , 불연속)
상태의 변화	뉴턴의 운동방정식 $F = ma = m \frac{d^2r}{dt^2} (= \frac{dp}{dt})$	슈뢰딩거 운동방정식 $\frac{i\partial\psi}{\partial t} = (-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(x))\psi$
상태에 대한 해석규칙	일대일 대응 규칙 $(r, p, t)$ : 대상이 시각 t에 운동량 p로 r에 위치해 있음 의미	보른의 해석규칙 대상이 상태 $\psi = \sum c_i\phi_i$ 에 있을 때, 관측 가능량 A를 측정한 결과값이 $a_i$ 일 확률이 $ c_i ^2$ 임 의미

## \* 고전역학의 사례

: 이대호가 타석에서 홈런을 쳤을 때, 공의 운동궤적

- 야구공에 대해 관측한 물리량, 운동량과 위치 :  $r, p(=mv)$
- 시각  $t$ 에서의 야구공의 물리적 상태 :  $(r, p, t)$
- 뉴턴 운동법칙에 따라 야구공의 물리적 상태는 시간에 따라 연속적으로 변화  
 $(r_1, p_1, t_1) \rightarrow (r_m, p_m, t_m) \rightarrow (r_2, p_2, t_2)$
- 해석규칙에 따라 최종적인 물리적 상태인  $(r_2, p_2, t_2)$ 에 대해 물리적인 의미를 부여 :  
시각  $t_2$ 에 야구공은 운동량  $p_2$ 를 지니고 홈런 위치인  $r_2$ 에 떨어짐



## \* 하이젠베르크의 불확정성 원리

- $\Delta x \Delta p \geq \hbar$  ( $[P_x, X] = \hbar/i$ )
- 대상 입자의 위치(x)와 운동량(p) 값을 동시에 정확하게 정할 수 없음

## \* 양자역학에서 대상의 물리적 상태에 대한 표현

- 불확정성 원리로 인해 대상 입자의 위치와 운동량 값을 동시에 정확히 알 수 없으므로 물리적 상태를  $(x, p, t)$ 로 표현할 수 없음
- 대신 추상적인 파동함수인  $\Psi(x,t)$  혹은  $\Psi(p,t)$ 로 표현
- 추상적인 양자역학적 상태에 경험적 의미를 부여하는 해석규칙 필요  
(cf)  $\Psi(x,t)$  혹은  $\Psi(p,t)$ 는 대상과 관련 미래에 발생 가능한 현상(사건)에 대한 확률적 정보 제공

# \* 양자역학의 사례

: 지킬박사를 본 후 얼마 지나지 않아, 하이드를 만난 경우

- 대상에 대해 관측한 물리량은 얼굴모습 : Face
- 관측가능한 물리량인 Face에 대응하는 가능한 물리적 상태  
:  $\psi_1 = | \text{지킬} \rangle, \psi_2 = | \text{하이드} \rangle$
- 슈뢰딩거 운동방정식에 따라 대상의 물리적 상태는 다음과 같이 변화  
: 시각 ( $t_1$ )에서  $\psi_1 = | \text{지킬} \rangle \longrightarrow \psi = 1/\sqrt{2} | \text{지킬} \rangle + 1/\sqrt{2} | \text{하이드} \rangle$  (관측직전)
- 보른의 해석규칙에 따라 물리적 상태  $\psi$ 에 대해 물리적 의미를 부여  
: 시각 ( $t_2$ )에서 대상은 지킬박사로 존재할 확률  $1/2$ , 하이드로 존재할 확률  $1/2$ 임을 말해 줄 뿐임
- 시각 ( $t_2$ )에서 실제로 관측하면  $\psi_2 = | \text{하이드} \rangle$ 가 됨



시각 ( $t_1$ )  
 $\psi_1 = | \text{지킬} \rangle$

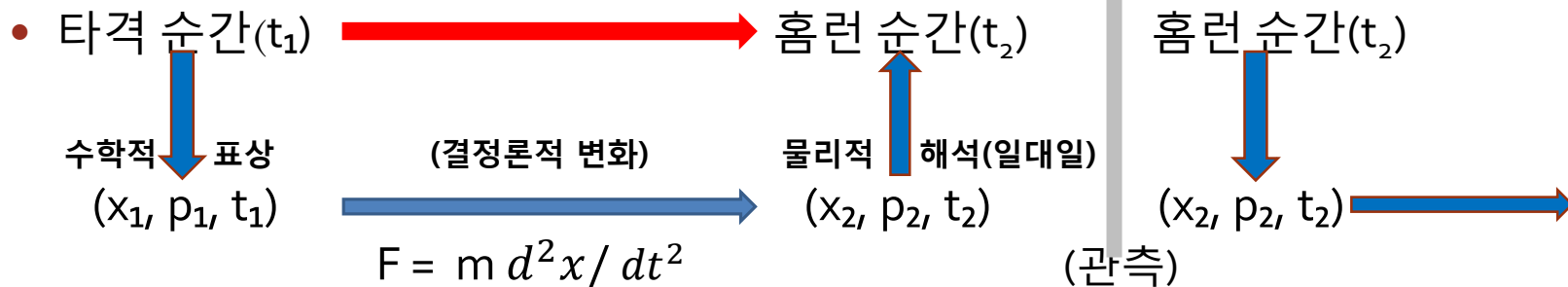


(측정직전) 시각 ( $t_2$ ) (측정직후)  
 $\psi = 1/\sqrt{2} | \text{지킬} \rangle + 1/\sqrt{2} | \text{하이드} \rangle$       $\psi_2 = | \text{하이드} \rangle$

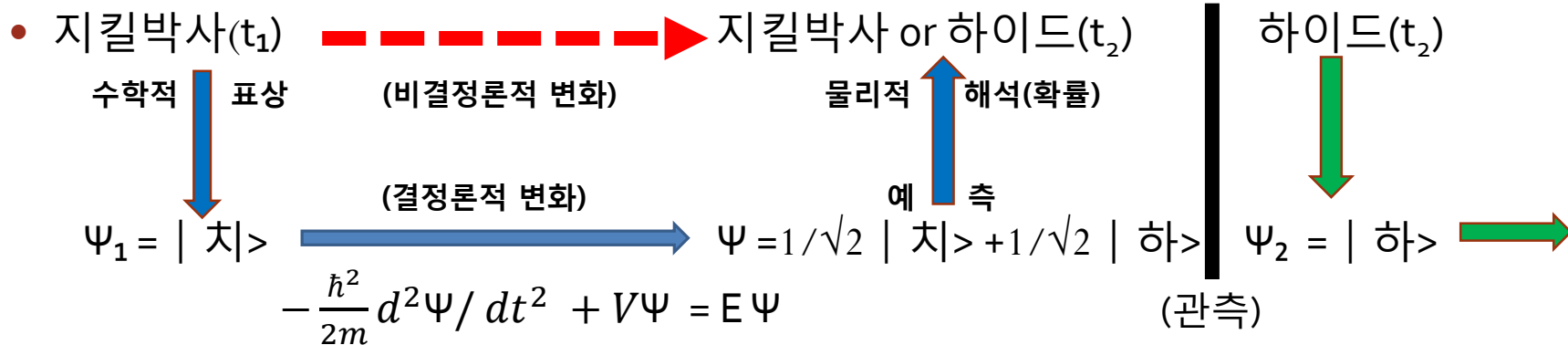


# \* 고전역학 대 양자역학 : 상태 표상 및 변화

## [고전역학적 상태 및 변화]

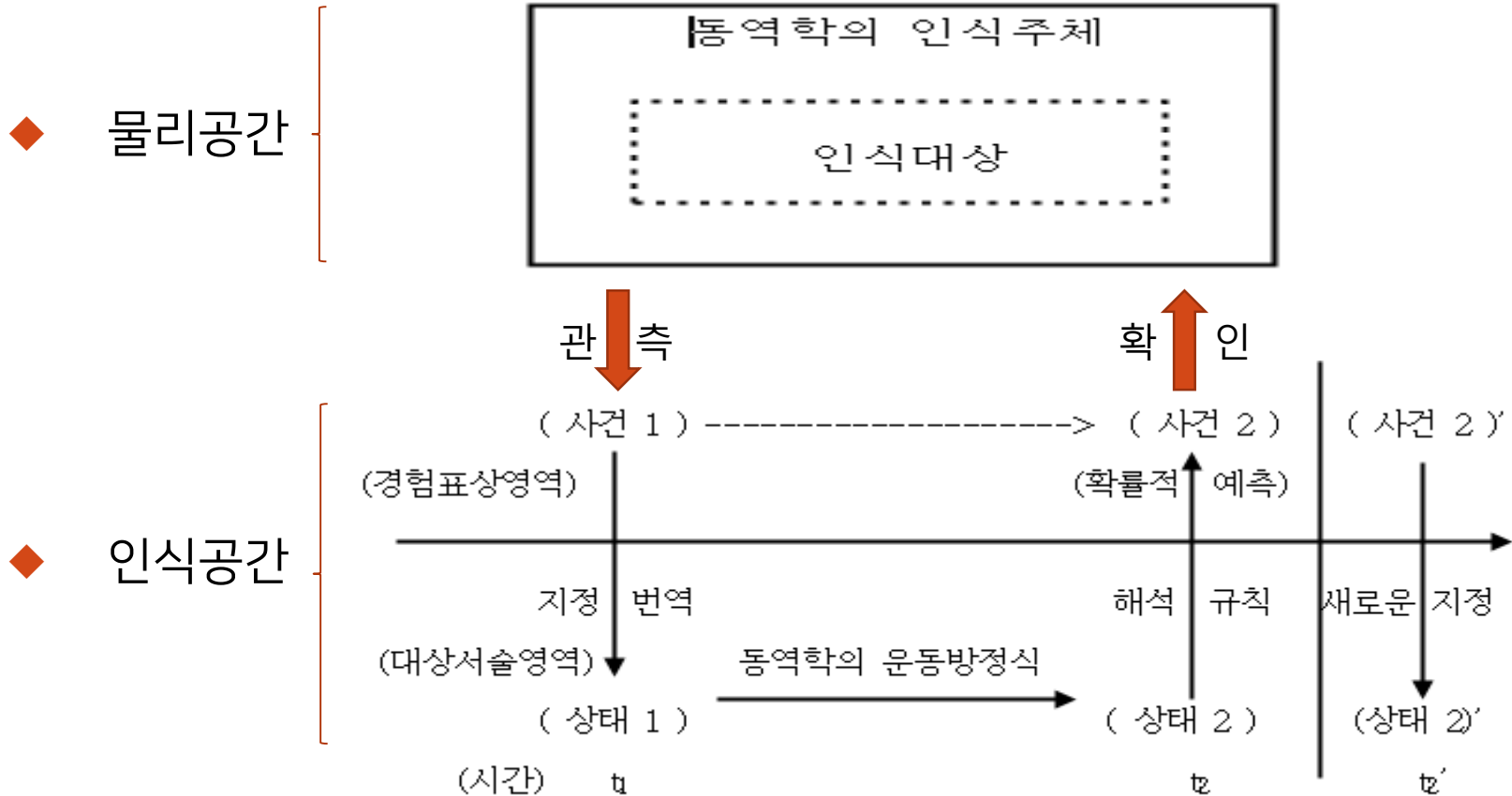


## [양자역학적 상태 및 변화]



- 만약 시각  $t_2$  에서 실제로 관측을 했더니 하이드였다면,  $\Psi_2 = | \text{하} \rangle$  가 되어 측정을 전후로 상태변화의 불연속성이 발생(파속붕괴)

# \* 동역학의 인식구조

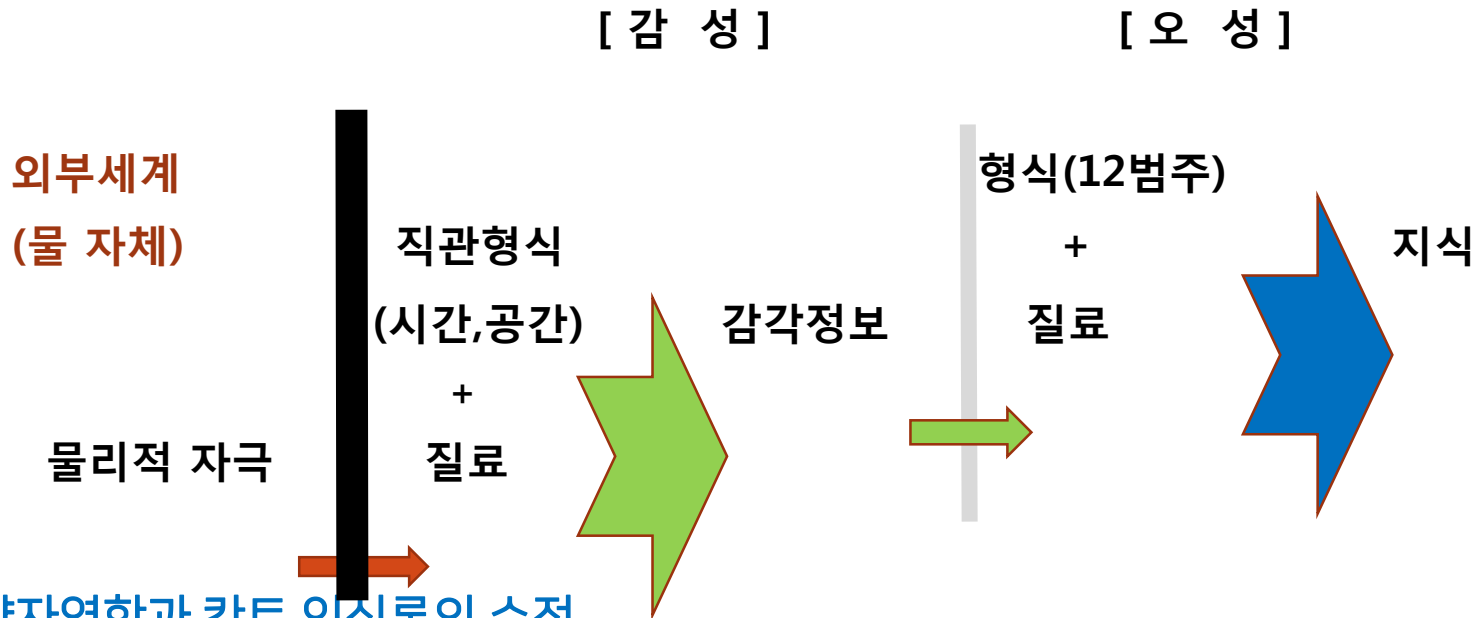


## \* 고전역학과 양자역학

- 고전역학 : (사건서술) ← 일대일 대응 (단순) → (상태서술)
- 양자역학 : (사건서술) ← 일반적 대응 (복잡) → (상태서술)
- 양자역학이 고전역학에 비해 자연에 대한 인식과 관련 훨씬 일반적인 인식구조를 지님

## \* 철학사적 의의

- ◆ 고전역학과 칸트 인식론



- ◆ 양자역학과 칸트 인식론의 수정

: 감성영역과 오성영역 간의 보다 복잡한 대응관계 반영 필요

# 토론과 반박

양자이론,

과학과 철학 어디에 더 쓸모 있을까?

과학은 논쟁이다 : 과학 vs 과학철학

# 현장질문



# 현장질문

## 2라운드

양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가  
혹은 양자이론은 완벽한가?

# [결과 화면] 3/4(토) 13시 기준(61명)

응답 61개



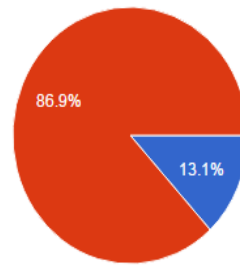
요약

개별 보기

응답받기

1. 양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가 혹은 양자이론은 완벽한가?

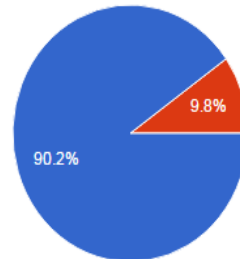
(응답 61개)



- 양자이론은 세계를 완벽하게 기술한다. 혹은 양자이론은 완벽하다.(김상욱 교수 의견)
- 아니다, 양자이론은 세계를 완벽하게 기술하지 못한다. 양자이론은 완벽하지 않다.(이중원 교수 의견)

2. 열린 자세로 토론에 임해주시기를 부탁드립니다. 토론결과에 따라 당신의 생각이 변경될 가능성이 있습니까?

(응답 61개)



- 변경될 가능성이 있다
- 변경될 가능성이 전혀 없다



# 주장 Vs. 주장

양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가  
혹은 양자이론은 완벽한가?

## 주장 1 이종원

양자역학은 세계를 완벽하게  
기술하지 못한다.



- 리처드 파인만(R. Feynman)

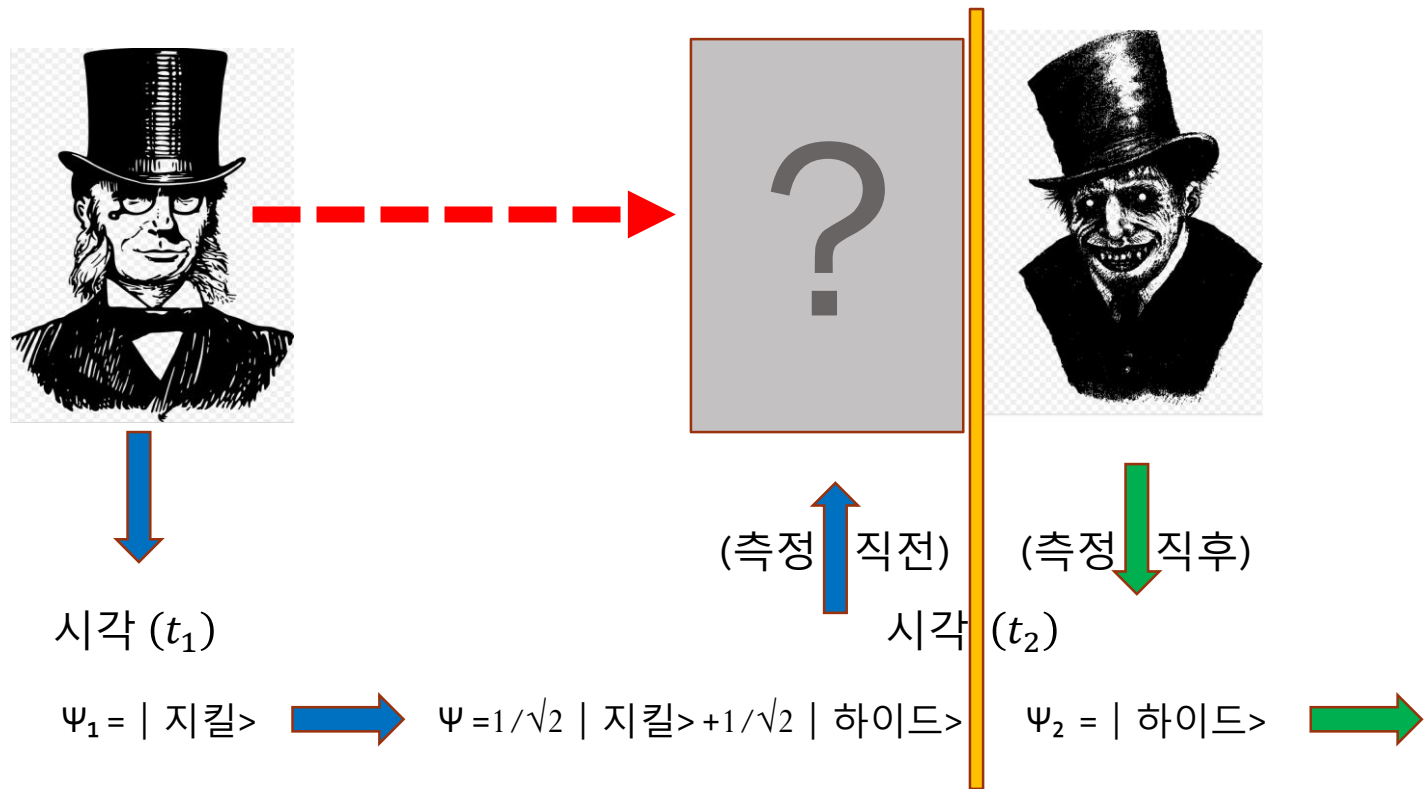
“나는 양자역학을 이해하는 사람은 아무도 없다고 말해도 좋으리라 생각한다”

- 머레이 겔만(M. Gell-Mann)

“양자역학은 우리 가운데 누구도 제대로 이해하지 못하지만 우리가 사용할 줄은 아는 무척 신비스럽고 당혹스러운 학문이다”

# \* 양자이론은 실재를 완벽하게 기술하는가?

◆ 지킬박사를 본 후, 하이드를 다시 만난 경우



◆ 상태  $\Psi( = 1/\sqrt{2} | \text{지킬} \rangle + 1/\sqrt{2} | \text{하이드} \rangle )$ 는 어떤 물리적 실재를 기술하는가?

## \* EPR 논변

- A.Einstein, B.Podolsky, N.Rosen(1935) "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?"(물리적 실재에 대한 양자역학적 서술은 완전할 수 있는가?)
- 아인슈타인 "신은 주사위 놀이를 하지 않는다."

## \* 논변의 전제들

- (C) (완전성 기준) 어떤 물리이론이 완전하다면, 그 이론은 물리적 실재의 각 요소에 대응하는 부분을 가져야 한다.
- (R) (실재성 기준) 어떤 물리 계를 어떤 방식으로든 교란시키지 않고 그 계에 속하는 어떤 물리량의 값을 확정적으로(1의 확률로) 예측할 수 있다면, 이 물리량에 대응하는 물리적 실재의 한 요소가 존재한다.
- (L) (국소성 가정) 한 물리 계에서의 측정, 멀리 떨어져 있어 이 계와 더 이상 상호작용이 없는 다른 물리 계에서의 실제적인 변화에 어떠한 영향도 가할 수 없다. (아인슈타인의 상대론적 인과율)

## \* Bohr(코펜하겐 해석)의 반론

### ◆ 실재성 기준 비판

- 실제로 측정장치를 고려하지 않고 물리량의 값을 예측
- 실제적인 실험장치들은 비교환 물리량들의 경우 배타적이어서, 이들에 대한 동시 측정 자체가 불가

### ◆ 물리량의 실재성에 대한 이해

- 측정과 무관하게 대상이 고유하게 지닌 물리적 성질 아님
- 물리량은 측정을 위한 실험조건과의 연관하에서만 의미 있게 정의가능

### ◆ 양자이론에 대한 이해

- 양자이론은 측정과 무관하게 객관적 실재를 그려내는 이론 아님
- 현재의 경험 현상으로부터 미래에 어떤 현상이 발생할 것인가를 확률적으로 예측하는 이론

## \* 동역학의 인식구조 관점

- ◆ 동역학의 인식구조는 동역학 이론을 통해 자연을 인식하는데 고찰되어야 할 인식론적 요소들과 그에 바탕 한 정보의 흐름 과정을 밝혀준다. 이는 사실상 고전역학에서 잘 드러나지 않다가 양자역학에 와서 명확하게 드러남
- ◆ 양자역학을 통해 외부세계를 이해하려면 인식주체의 존재가 불가피하며, 측정 장치는 대상인 물질세계에 대한 감지 기구로서 인식주체의 일부다. 측정장치를 물리적 영역과 인지적 영역의 중층 구조물로 파악
- ◆ 측정은 인식 대상으로부터 인식주체으로 정보가 전달되는 정보전달 과정으로, 물리적 사건임과 동시에 하나의 인식적 사건 이다. 그 본질은 (동질적인 것들 사이의)물질적 상호작용이 아닌 (이질적인 것들 사이의) 정보적 교촉작용에 있다. 정보 전달과정 이 실제로 물리적인 상호작용만으로 충분하게 설명되지 않는다.
- ◆ 인간의 언어로 외부세계를 있는 그대로 완벽하게 기술할 수 있다는 주장은 소박한 실재론의 관점으로, 인간이 외부세계를 완전히 알 수 있다는 신적 관점에서 있음. (cf) 칸트의 인간중심적 실재론



## \* 실재성 문제

- 아래의 인식적 조건 하에서 실재성 주장 가능

(가) 문제의 대상은 어떤 (경험적) 정보를 산출할 수 있는 능력을 지닌다.(대상의 경험적 정보 산출능력)

(나) 대상의 항상성(또는 동일성)이 확인 가능하다. 즉 동일한 조건에서 이루어지는 대상에 대한 측정은 언제나 동일한 정보를 산출해야 한다.

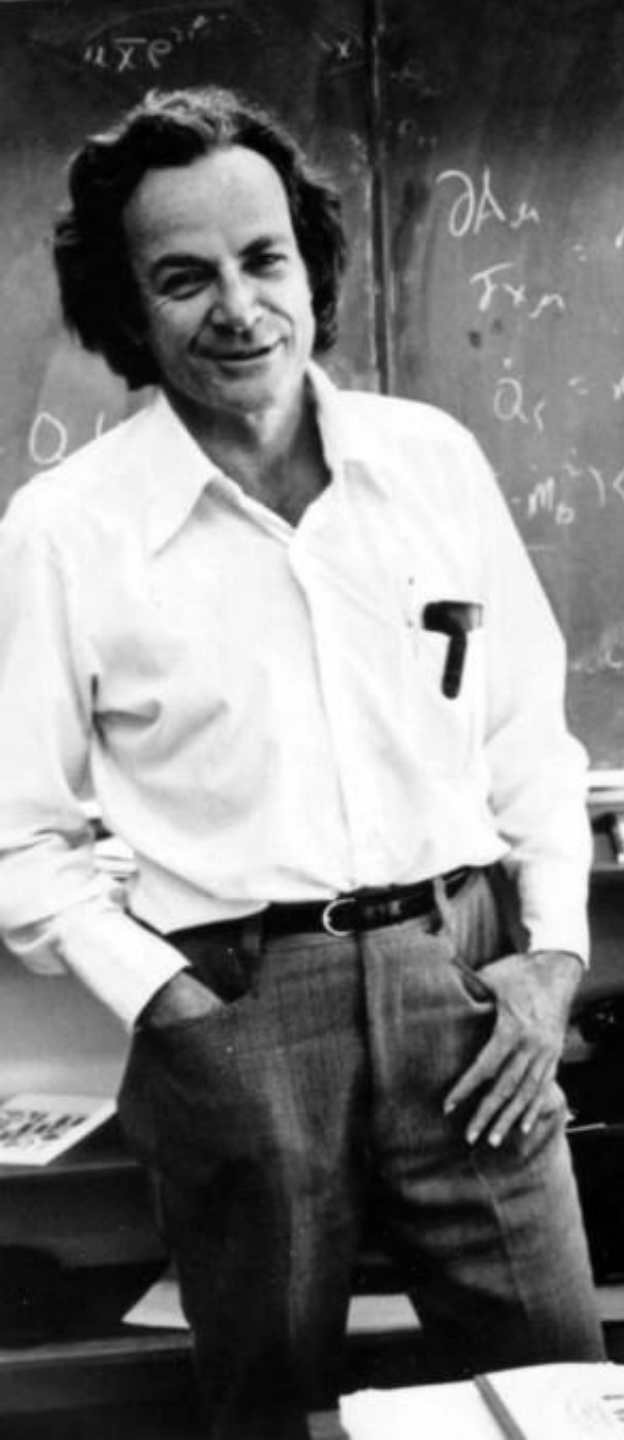
(다) 어떤 다른 존재자에 영향을 받지 않는 독립성을 지닌다. 다시 말해 한 대상에 대한 인지행위(가령 측정행위)가 다른 대상의 상태에 어떤 변화를 주어서는 안 된다.

(라) 시간의 변화에도 그 정체성이 유지될 수 있는 시간적 존속성을 지닌다.

- 측정과 같은 인식적 절차 없이 실재성 주장이 어렵다는 점에서, 즉 인식적 절차를 통해 실재성을 주장한다는 면에서, 인지적 구성주의 관점의 실재론

## 주장 2 김상욱

양자역학은 세계를 완벽하게 기술하는가?  
물론 아니다!



1. 물리학은 유클리드 기하학이 아니다.
2. 물리법칙은 **근사적**으로만 맞다. (철학적으로는 완전히 틀린 거라 할 수 있다)
3. 그럼에도 그 법칙은 유효하다.

물리학은 모든 것을 정확하게 알려주는 것은 아닐지라도 일정 영역 안에서 확률적으로 예측 가능하다.



Article [Talk](#)

[Read](#)

[Edit](#)

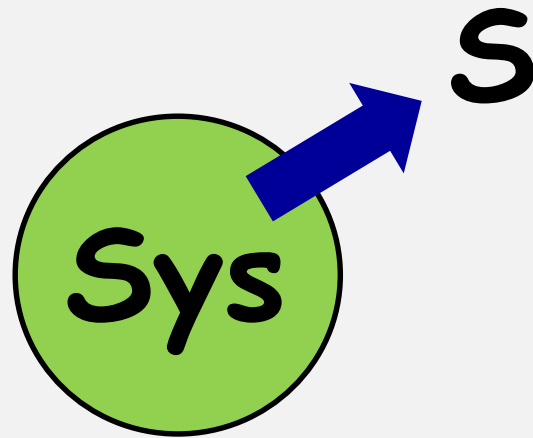
[View history](#)

# Interpretations of quantum mechanics

From Wikipedia, the free encyclopedia

Interpretation	Author(s)	Deterministic?	Wavefunction real?	Unique history?	Hidden variables?	Collapsing wavefunctions?	Observer role?	Local?	Counterfactual definiteness?
Ensemble interpretation	Max Born, 1926	Agnostic	No	Yes	Agnostic	No	None	No	No
Copenhagen interpretation	Niels Bohr, Werner Heisenberg, 1927	No	No <sup>1</sup>	Yes	No	Yes <sup>2</sup>	Causal	No	No
de Broglie–Bohm theory	Louis de Broglie, 1927, David Bohm, 1952	Yes	Yes <sup>3</sup>	Yes <sup>4</sup>	Yes	No	None	No	Yes
von Neumann interpretation	von Neumann, 1932, Wheeler, Wigner	No	Yes	Yes	No	Yes	Causal	No	No
Quantum logic	Garrett Birkhoff, 1936	Agnostic	Agnostic	Yes <sup>5</sup>	No	No	Interpretational <sup>6</sup>	Agnostic	No
Many-worlds interpretation	Hugh Everett, 1957	Yes	Yes	No	No	No	None	Yes	No
Popper's interpretation <sup>[42]</sup>	Karl Popper, 1957 <sup>[43]</sup>	No	Yes	Yes	Yes	No	None	Yes	Yes <sup>13</sup>
Stochastic interpretation	Edward Nelson, 1966	No	No	Yes	No	No	None	No	No
Many-minds interpretation	H. Dieter Zeh, 1970	Yes	Yes	No	No	No	Interpretational <sup>7</sup>	Yes	No
Consistent histories	Robert B. Griffiths, 1984	Agnostic <sup>8</sup>	Agnostic <sup>8</sup>	No	No	No	Interpretational <sup>6</sup>	Yes	No
Objective collapse theories	Ghirardi–Rimini–Weber, 1986, Penrose interpretation, 1989	No	Yes	Yes	No	Yes	None	No	No
Transactional interpretation	John G. Cramer, 1986	No	Yes	Yes	No	Yes <sup>9</sup>	None	No	Yes <sup>14</sup>
Relational interpretation	Carlo Rovelli, 1994	No	No	Agnostic <sup>10</sup>	No	Yes <sup>11</sup>	Intrinsic <sup>12</sup>	Yes	No
Elementary Cycles	Donatello Dolce, 2009	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No <sup>15</sup>	Yes

# DECHERENCE



Env

Universe



## ARTICLE

Received 17 Jan 2011 | Accepted 30 Jun 2011 | Published 2 Aug 2011

DOI: [10.1038/ncomms1416](https://doi.org/10.1038/ncomms1416)

# No extension of quantum theory can have improved predictive power

Roger Colbeck<sup>1</sup> & Renato Renner<sup>2</sup>

According to quantum theory, measurements generate random outcomes, in stark contrast with classical mechanics. This raises the question of whether there could exist an extension of the theory that removes this indeterminism, as suspected by Einstein, Podolsky and Rosen. Although this has been shown to be impossible, existing results do not imply that the current theory is maximally informative. Here we ask the more general question of whether any improved predictions can be achieved by any extension of quantum theory. Under the assumption that measurements can be chosen freely, we answer this question in the negative: no extension of quantum theory can give more information about the outcomes of future measurements than quantum theory itself. Our result has significance for the foundations of quantum mechanics, as well as applications to tasks that exploit the inherent randomness in quantum theory, such as quantum cryptography.

# 토론과 반박

양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가  
혹은 양자이론은 완벽한가?

과학은 논쟁이다 : 과학 vs 과학철학

# 현장질문



당신의 생각은 바뀌었나요?

- 거수해봅시다

# [결과 화면] 3/4(토) 13시 기준(61명)

응답 61개

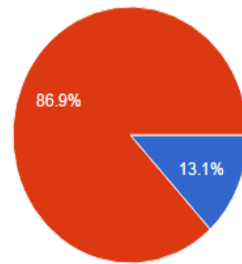


요약 개별 보기

응답받기

1. 양자이론은 세계를 완벽하게 기술하는가 혹은 양자이론은 완벽한가?

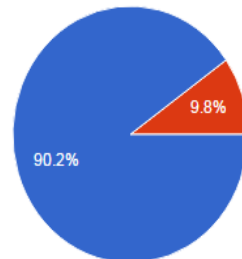
(응답 61개)



- 양자이론은 세계를 완벽하게 기술한다. 혹은 양자이론은 완벽하다.(김상욱 교수 의견)
- 아니다. 양자이론은 세계를 완벽하게 기술하지 못한다. 양자이론은 완벽하지 않다.(이중원 교수 의견)

2. 열린 자세로 토론에 임해주시기를 부탁드립니다. 토론결과에 따라 당신의 생각이 변경될 가능성이 있습니까?

(응답 61개)



- 변경될 가능성이 있다
- 변경될 가능성이 전혀 없다

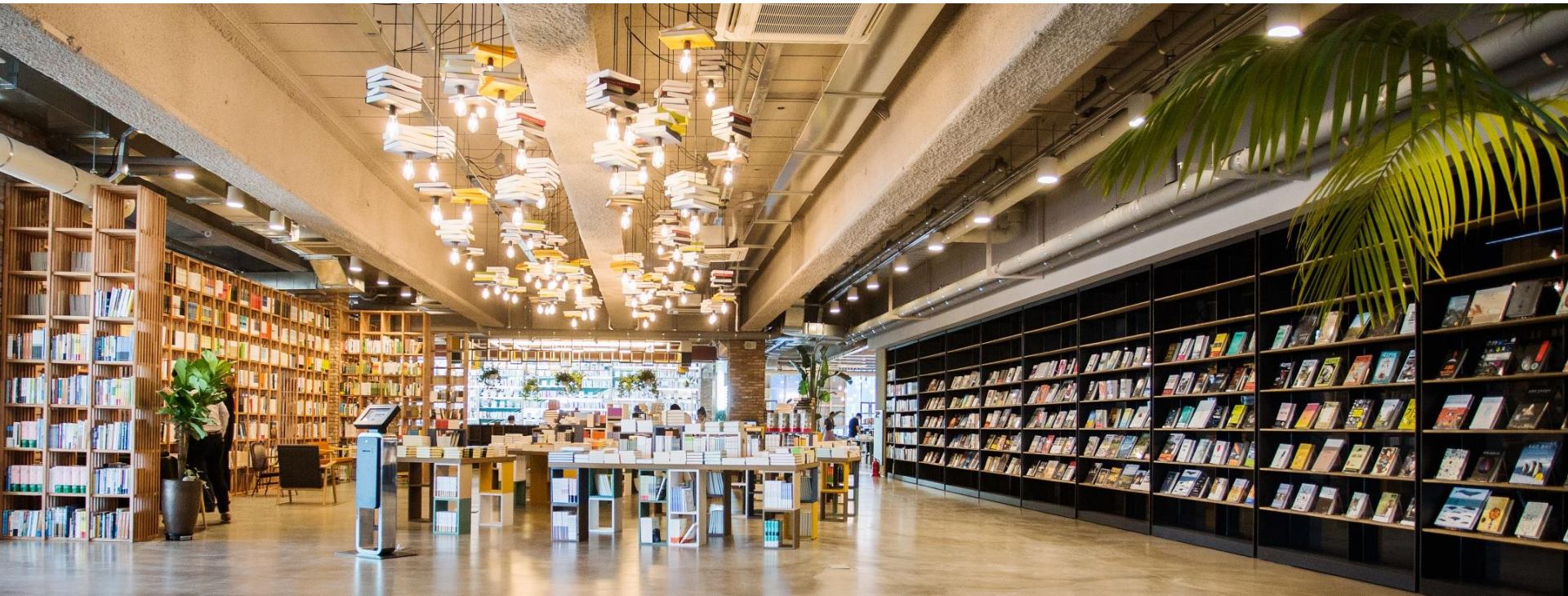
## 3/20 토론회 사전 설문

물리학이 사회현상을 설명하는데

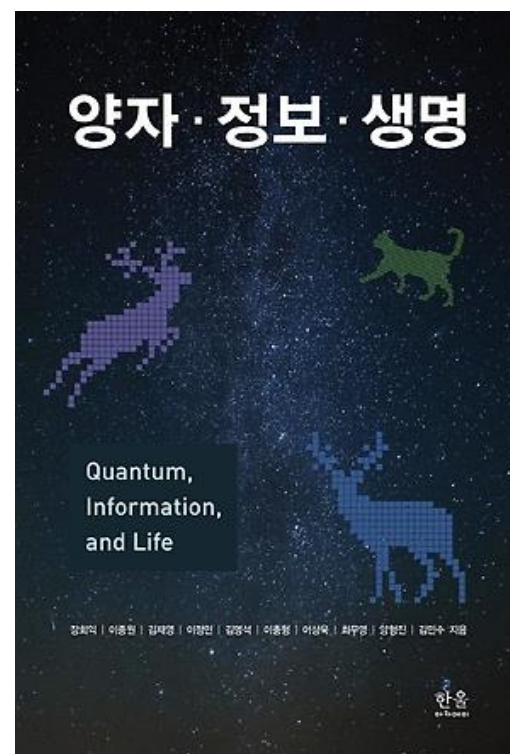
도움을 줄 수 있을까?

김범준 교수 Vs. 이상욱 교수





종료 후 토론회 참석자들의 사인회가 있습니다



2017 '질문과 토론의 과학'

