

토머스 쿤의 과학철학

전통적인 과학관

- 과학은 누적적이다. 과학자들은 앞선 성취들을 기초로 하여 그 위에 지식들을 쌓아 나가며, 과학의 진보란 세계에 관한 우리들의 지식이 안정되게 증가하는 것을 말한다.
- 환원주의와 통일 과학의 이념. 선행 이론에서 후속 이론으로의 환원(진보)/ 생물학-화학-물리학으로의 환원(통일).
- 발견의 맥락과 정당화의 맥락 간의 구분. 관찰과 실험은 이론 중립적이며 확증이나 반증의 논리는 가치 독립적이다.
- 과학 이론과 다른 종류의 믿음 체계들 간에는 분명하게 그을 수 있는 구획이 존재한다.
- 과학 용어들은 확고하게 고정된 엄밀한 의미들을 가지고 있다.

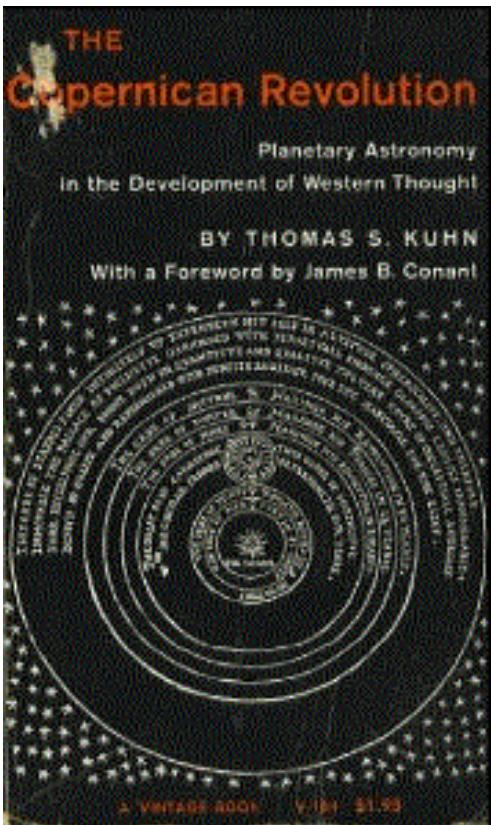
토머스 쿤 (1922-1996)

- 포퍼와 더불어 20세기의 가장 영향력 있는 과학철학자이자 과학사학자.
- 미국 출생. 하버드 대학에서 물리학 학사/석사/박사(1949).
- 박사학위 후 하버드 주니어 펠로우로서 3년 간의 자유기간을 가지며 과학사에 관심. 하버드에서 1948년에서 1956년까지 과학사 강의.
- 버클리-프린스턴-MIT 재직.
- 주저: 『코페르니쿠스 혁명(The Copernican Revolution)』(1957), 『과학 혁명의 구조(The Structure of Scientific Revolutions)』(1962) 등.



Thomas Samuel Kuhn (1922-1996)

『코페르니쿠스 혁명』(1957)



- 쿤에 따르면 코페르니쿠스는 아리스토텔레스-프톨레마이오스의 우주론적 전통의 직접적인 계승자였으며 지구의 위치를 제외하고는 현대 천문학보다 그 전통에 더 가까웠음.
- 정확성이나 일관성은 프톨레마이오스 체계가 더 높은 점수.
- 코페르니쿠스 체계가 받아들여진 것은 신플라톤주의의 영향으로 더 단순한 이론을 더 좋은 이론으로 평가하는 미적 가치 때문.
- 쿤은 코페르니쿠스가 행성 운동의 문제를 실제로 해결하지 못했다고 결론지음.

Cover of the first edition(1957)

아리스토텔레스 경험

- “어느 날 나는 아리스토텔레스의 『물리학』 책을 펼쳐 놓고 네 가지 색깔 연필을 손에 준 채 책상에 앉아 있었다. 고개를 들고 내 방 창문 너머로 멍하니 시선을 돌려 보았다. 지금도 그 모습이 그대로 기억난다. 바로 그때 내 머릿속에 있던 지식의 파편들이 새로운 방식으로 제 자리를 찾아가기 시작했다. 입이 딱 벌어지며 아리스토텔레스가 진정 뛰어난 물리학자라는 생각이 들었다. 그는 전혀 기대치 못했던 방식으로 뛰어난 물리학자였던 것이다.”

관찰의 이론적재성(theory-ladenness)

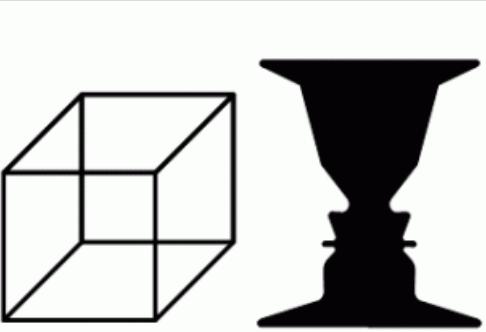
- 20세기 중반 형태주의 심리학 (Gestalt Psychology)의 영향.
- 과학철학자 핸슨(N.R. Hanson)의 『과학적 발견의 패턴(Patterns of Discovery)』(1958).
- 관찰의 객관성과 중립성에 대한 의심. 감각이 지각하는 것은 “이론적 틀(thematic framework)” 즉 선입견을 통해 한 번 여과되어 우리에게 이해된다.



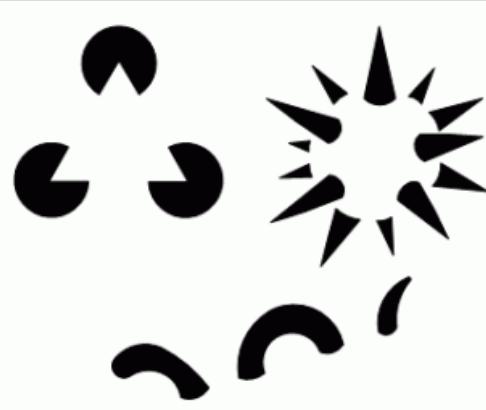
Norwood Russell Hanson(1924-1967)



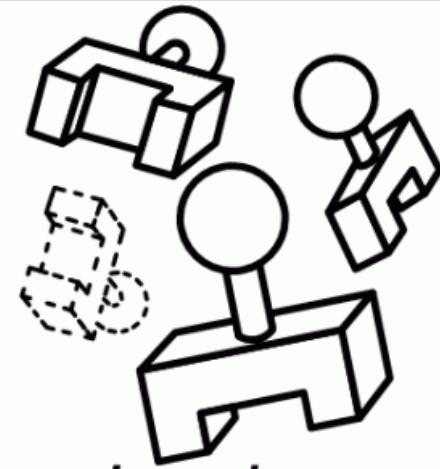
Emergence



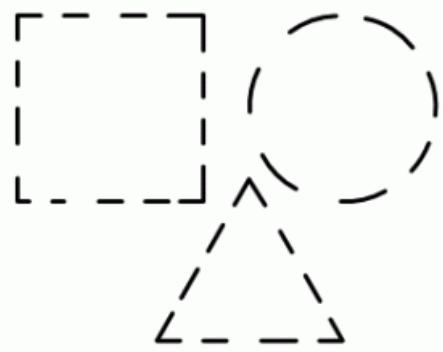
Multistability
Figure/Background selection



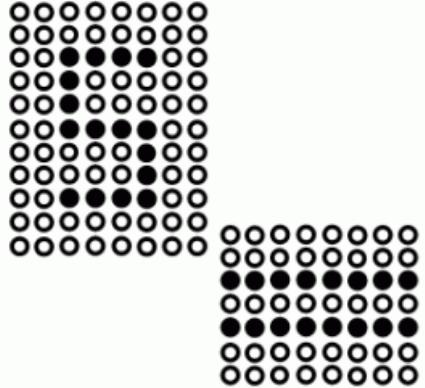
Reification
Illusory contours



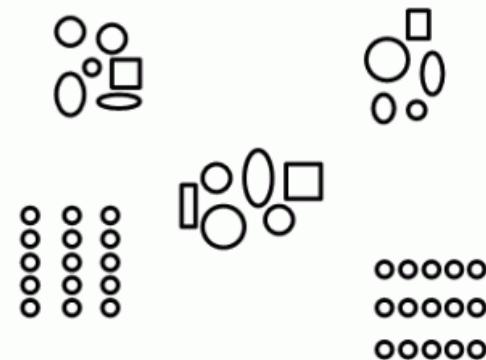
Invariance



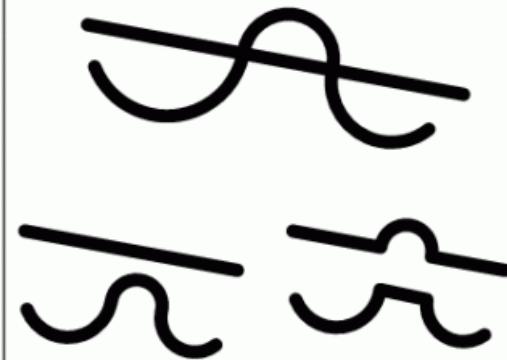
Closure



Similarity



Proximity



We see this...but not this
Continuity

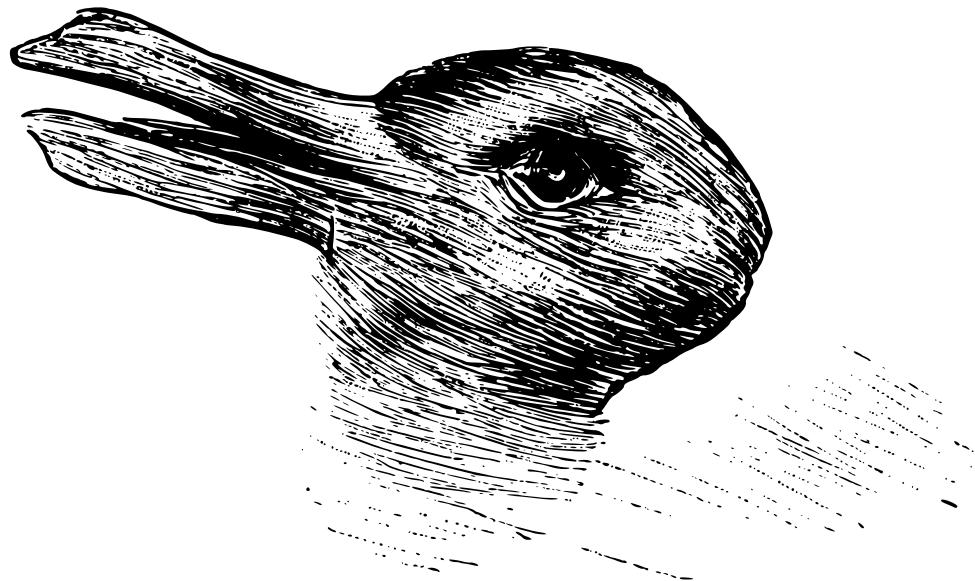
Gestalt laws

티코 브라헤와 케플러의 가상 대화



- 브라헤: “태양이 떠오르고 있군.”
- 케플러: “지구가 회전하고 있는 것이죠.”
- 관찰 언어와 이론 언어는 깊이 뒤섞여 있음.

Welche Thiere gleichen ein-
ander am meisten?



Kaninchen und Ente.

"Kaninchen und Ente" ("Rabbit and Duck")
from the 23 October 1892 issue of Fliegende Blätter



Hill (1915). The classic My Wife and My
Mother-in-Law ambiguous figure

관찰의 이론적재성의 의미와 영향

- 관찰의 이론적재성: 관찰자가 보고하는 내용은 그가 어떤 이론을 받아들이고 있는가에 따라 결정됨.
- 과학적 관찰이라는 것도 이미 어떤 과학관을 습득한 상태에서 그 이론의 틀에 맞추어 현상을 보는 것이므로 이론에 오염되지 않은 중립적 관찰이란 있을 수 없다.
- 경쟁하는 이론들을 평가하는 중립적인 도구가 사라짐.
- 과학의 객관성과 합리성에 타격.
- 쿤의 『과학 혁명의 구조』에 문제의식 제공.

『과학 혁명의 구조』(1962)

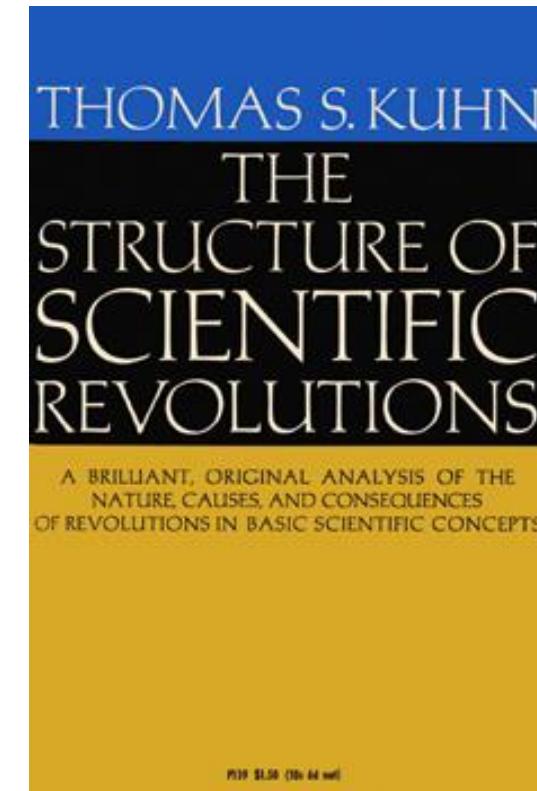
- 1962년 초판이 「국제통일과학백과」 중 한 권으로 출간.
- 1965년 과학철학 국제 콜로키움(International Colloquium in the Philosophy of Science) 개최. Kuhn과 Popper의 관점을 비교하고 대조함으로써 Kuhn의 접근 방식의 중요성을 조명. 『비판과 지식의 성장(Criticism and the Growth of Knowledge)』(1970)으로 출간.
- 과학은 패러다임에 기반을 둔 활동. “패러다임”이란?
- Postscript-1969(『과학 혁명의 구조』 제2판)에서 해명.

"Logic of Discovery or Psychology of Research?" By T. S. Kuhn(1965)

- "My object in these pages is to juxtapose the view of scientific development outlined in my book, *The Structure of Scientific Revolutions*, with the better known views of our chairman, Sir Karl Popper. Ordinarily I should decline such an undertaking, for I am not so sanguine as Sir Karl about the utility of confrontations. Besides, I have admired his work for too long to turn critic easily at this date. Nevertheless, I am persuaded that for this occasion the attempt must be made. Even before my book was published two and a half years ago, I had begun to discover special and often puzzling characteristics of the relation between my views and his. That relation and the divergent reactions I have encountered to it suggest that a disciplined comparison of the two may produce peculiar enlightenment. Let me say why I think this could occur..."

패러다임(paradigm)

- 원래 “패러다임”은 언어학에서 사용되던 전문 학술 용어. 인칭, 수, 시제에 따른 어형 변화의 본보기가 되는 사례를 의미.
- 쿤에 따르면 과학은 패러다임 단위로 수행되고 평가되는 지적인 활동.
- 패러다임은 통상적인 과학 활동의 기반이 된다.



Cover of the first edition(1962)

넓은 의미의 패러다임

- 전문분야 매트릭스(disciplinary matrix): 과학 공동체가 공유하는 이론적 신념, 가치, 기술 등을 망라한 총체적 집합. 각 학문의 기반을 제공하는 암묵적 합의의 틀.
- 기호적 일반화(symbolic generalization)/ 모형(model)/ 가치(value)/ 범례(exemplar)로 구성. 이 중 범례는 좁은 의미의 패러다임.

기호적 일반화

- 특정 과학자 집단이 의문의 여지없이 받아들이는 보편 명제의 형태를 지니는 표현들. 이론이나 법칙.

Ex) $F=ma$

$$E=mc^2$$

작용-반작용 법칙("모든 작용력에 대하여, 크기가 같고 방향이 반대인 반작용력이 존재한다.")

- 특정한 기호적 일반화를 공유하는 과학자들은 같은 패러다임을 가지고 있다고 할 수 있다.

모형

- 세계를 어떻게 볼 것인가에 관한 가정.
- 존재론적 모형: 세상이 어떻게 이루어져 있는가에 관한 가장 기본적인 가정들.

Ex) 세계는 마치 당구공 같은 입자들이 서로 충돌하고 운동량을 서로 교환하는 방식으로 작동한다.(데카르트의 모형)/ 접촉하지 않은 물체들 사이에서도 힘이 작용한다.(뉴턴의 모형)

- 발견법적 모형: 존재론적 모형보다 좁은 분야의 과제를 풀기 위한 가정들.

Ex) 여러 가지 원자 모형/ 전류를 물처럼 흐르는 유체로 보는 모형

가치

- 정확성: 이론으로부터의 예측치와 실제 실험으로 얻은 값이 가까울 수록 더 좋은 이론이라고 평가.
 - 일관성: 이론 내적 일관성 및 주변 이론들과의 일관성.
 - 넓은 적용 범위: 더 넓은 범위까지 적용될수록 좋은 이론이라는 기준.
 - 단순성: 복잡한 현상들을 하나로 묶어 줌으로써 세계를 더 단순하게 이해할 수 있게 하는 이론일수록 더 좋은 이론이라는 기준.
 - 다산성: 새로운 현상 예측, 기존 현상들 간의 새로운 관계를 드러내는 것 등 생산적인 결과를 많이 낼수록 좋은 이론이라는 기준.
- ☞ 과학은 전형적으로 이런 가치들을 추구하는 활동.

가치들의 충돌?

- 정확성 vs. 단순성

☞ 하나의 패러다임에 속하는 과학자들은 어떤 가치가 더 중요한지에 대해 대체로 합의하고 있다. 패러다임마다 공유되는 가치들의 서열이 있다.

☞ 패러다임끼리 충돌하는 상황에서 과학자들은 가치의 항목 자체는 공유하고 있지만 그 가치들을 어떻게 적용할지에 대해서는 다른 생각을 갖게 되며, 이런 가치 적용의 차이가 패러다임 전이를 일으키는 중요한 요인이 된다.

범례(좁은 의미의 패러다임)

- “모범적인 사례”를 의미. 성공적인 논문들에서 제시된 인상적인 문제 풀이의 예. 과학의 특정 분야를 배우는 사람이라면 누구나 거쳐 간다고 생각되는 문제와 그에 대한 표준 풀이.

Ex) 뉴턴의 만유인력의 법칙을 자유낙하 물체의 운동에 적용한 사례.

- 과학자들은 전형적인 문제들에 대한 전형적인 해결 방법에 해당하는 실험이나 문제 풀이를 반복하며 전문 분야에 익숙해지게 된다.

- 실제 과학 활동에서는 어떠한 이론이나 법칙을 완전히 이해하기 전에 범례들을 먼저 접하게 되며, 그 범례들에 익숙해지는 과정을 통해 이론이나 법칙이 이해됨.

Cf) 동물원에 간 아이의 예.

- “범례를 통해 과학자들은 세계의 유사성 관계를 터득한다.”
- 범례를 학습하는 과정은 서로 다른 현상이 어떻게 동일한 원리의 지배를 받는가를 습득하는 과정.
- 범례는 한 분야의 교과서나 논문들에 실림으로써 후배 과학자들에게 전형적인 문제들은 물론 해결 방식까지 물려주는 역할을 함.

- 한 공동체의 과학자들은 같은 범례들을 공유하게 되며, 공유하는 범례가 달라지면 다른 공동체로 볼 수 있게 된다. 서로 다른 범례들을 공유하는 두 과학 공동체는 서로 다른 패러다임(좁은 의미)에 기반하여 과학 활동을 하고 있는 것.

Ex) 뉴턴 역학에서 질량은 물체의 운동 속도와 무관한 반면 상대성 이론에서 질량은 운동 속도에 상대적인 값.

- 과학도들은 대개 이 범례의 수를 늘리는 일에 평생을 종사하게 되며, 과학은 널려 있는 문제들을 자신들의 범례로 만드는 과정을 통해 성숙해 감.

퍼즐 풀이와 정상 과학

- 패러다임 안에서의 과학 활동은 “퍼즐 풀이”.
- 퍼즐에는 해답이 존재하고, 그 해답을 얻는 과정에서 거쳐야 할 단계(방법)들을 규정하는 규칙이 있음.
- 퍼즐이 잘 풀리지 않는 경우 그 것은 퍼즐 자체의 문제가 아니라 퍼즐 푸는 사람의 능력 때문.



- 과학자들은 그 시대의 모형과 가치들을 수용하며 해당 과학자 사회 안에서 통용되던 기호적 일반화 방법을 이용하여 선배들로부터 물려받은 범례들을 통해 자기 분야에 익숙해지면서 또 다른 범례들을 만드는 일을 반복하는 것.

☞ 정상 과학(normal science)

- 정상 과학 기간 동안 이루어지는 과학 활동은 패러다임이 옳음을 적극적으로 입증하거나 틀렸음을 반증하기 위한 것이 아님. 그저 그 패러다임으로 세상을 보았을 때 생기는 구체적인 문제들을 해결하기 위한 것.

...전반적으로 과학 활동은 유용하다고 판정되는 일이 잦으며, 새로운 영역을 개척하고 질서를 표출하며, 오랫동안 받아들여진 믿음을 시험하게 된다. 그럼에도 불구하고, 정규 연구 문제에 종사하는 개인으로서는 이들 유형의 활동은 하나도 하고 있지 않다. 일단 과학에 몸담게 되면 과학자의 동인은 상당히 다른 양상을 띤다. 그 다음 그에게 도전하는 것은, 그가 만일 충분히 재능이 있다면 이전에 아무도 풀지 못했거나 제대로 잘 풀지 못했던 퍼즐들을 푸는 데 성공할 것이라는 확신이다. 가장 위대한 과학적 정신의 대가들은 대개 이런 종류의 미결된 퍼즐들에 전문가로서 헌신해 왔다. 거의 모든 경우에서 세분화된 어느 특수 분야 간에 그 밖의 다른 할 일은 아무것도 없는데, 이는 정통의 숙련된 연구자에게는 그것을 상당히 매혹적인 것으로 보이게 만드는 하나의 사실이다...

...만일 퍼즐로서 분류되는 것이라면, 하나의 문제는 그 해답이 있다는 것 이상의 특성을 지녀야 한다. 거기에는 또한 인정받을 수 있는 해답의 본질과 그것들이 얻어지게 되는 단계를 모두 한정짓는 규칙도 존재해야 한다. 이를테면 조각그림 맞추기를 완성하는 것은 단순히 '하나의 그림을 만드는' 일이 아니다. ... 해답을 구하려면 모든 조각을 다 써서 맞춰야 하고, 그림 없는 쪽은 바닥으로 면해야 하며, 그리고 모두 꼭 맞게 끼워 맞추어서 빈 구멍이 하나도 없어야 한다. 이런 것들은 조각그림 맞추기의 풀이를 다스리는 규칙들에 포함된다...

...용납될 만한 풀이들은 이론적인 문제들에 이와 비슷한 종류의 제한 조건으로 매이게 된다. 18세기를 통틀어, 운동과 중력에 관한 뉴턴의 법칙들로부터 달의 관측된 운동을 유도해내려 했던 과학자들은 실패를 거듭하고 있었다. 그 결과 학자들의 일부는 역제곱 법칙 대신에 가까운 거리에서는 그 법칙으로부터 벗어났던 다른 법칙의 대치를 제안하고 있었다. 하지만 그렇게 한다는 것은 패러다임을 바꾸고, 새로운 퍼즐을 정의하고, 옛 퍼즐을 풀지 않아야 함을 의미한다. 마침내 과학자들은 기존 규칙을 그대로 고수하다가 1750년 그들 중의 하나가 그것들이 성공적으로 적용될 수 있는 방법을 발견하게 되었다...

-토머스 S. 쿤, 『과학 혁명의 구조』 중.

과학과 사이비 과학

- 쿤에 따르면 사이비 과학은 정상 과학의 특징인 패러다임과 퍼즐 풀기 활동이 결여되어 있기 때문에 과학이 아니다.
- 과학과 사이비 과학을 가를 수 있는 구획 기준은 정상 과학이 있느냐 없느냐의 차이.
- “점성술, 마르크스주의, 정신분석학 등이 과학이 아닌 이유는 그 것에 퍼즐이라 불릴 만한 것이 없기 때문이다. 포퍼가 제시한 과학, 사이비 과학 구분의 외연과 일치할지는 모르나 그 이유는 서로 다르다. 과학의 표지는 시험이 아니다.” (쿤, 「발견의 논리냐 연구의 심리학이냐?」 중.)

전통적 방법론과의 차이

- 전통적 방법론자들에게 잘 풀리지 않는 문제에 직면한다는 것은 이론을 수정하거나 반증해야 할 필요가 생겼다는 것을 의미. 이론은 시험의 대상.
- 끈에게 잘 풀리지 않는 문제는 이론을 의심하게 하기보다는 과학자 개인의 능력 부족을 의심하게 함. 이론은 쉽사리 수정되거나 반증되지 않음. 이론은 본질적으로 시험의 대상이 아님. 도그마.
- 정상 과학의 시기에는 이론에 대한 비판적인 논의가 활발하게 이루어지기 어려움. 기존 이론의 세부 과제들을 성취해 나감으로써 이론의 적용 범위를 넓히고 해결 능력을 높임으로써 과학이 진보해 나감.