



기하광학 이론과 실용, 과학철학적 분석

「과학과 철학」과 「기하광학 자연인턴십」 강의페어링

물리학과 이현승 201221297 이진희교수님 지도

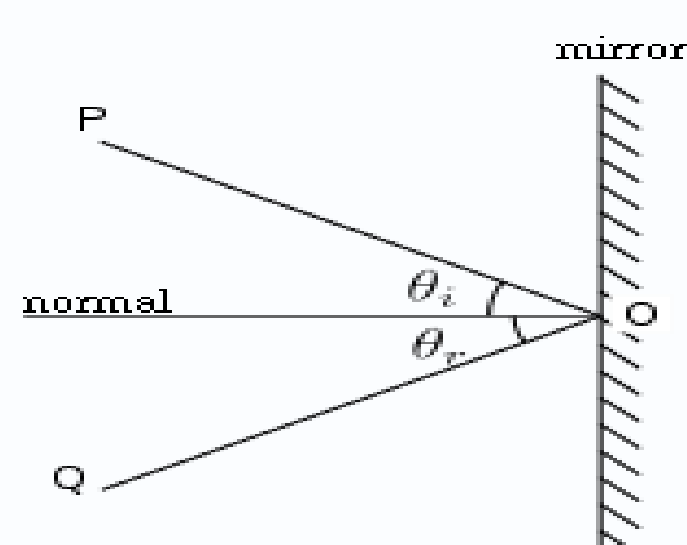
목적

‘빛이 무엇인가?’ 관한 연구는 오랜 인류의 과제이자 중요한 탐구 주제였다. 메소포타미아, 이집트 문명부터 ‘광학’의 큰 틀 아래 기하광학이 발달하기 시작했으며 현대에 이르러서는 양자광학까지 현대까지도 활발하게 연구되는 학문으로 물리학에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 이러한 기하광학은 단지 연구하는 학문만이 아닌 광 설계 및 광학장치, 안경공학과 같이 다양한 실용적인 부분에서 응용되고 있다. 그렇다면 철학적 분석을 통해 기하광학이 갖는 특성은 무엇이며, 이때 나타나는 기하광학의 이론 부분과 실용부분의 분석결과를 나누어 비교해보고 그로부터 나오는 문제점은 무엇인지 살펴보도록 한다.

기하광학 이론

- 빛의 직진
- 빛의 반사

$$\theta_i = \theta_r$$

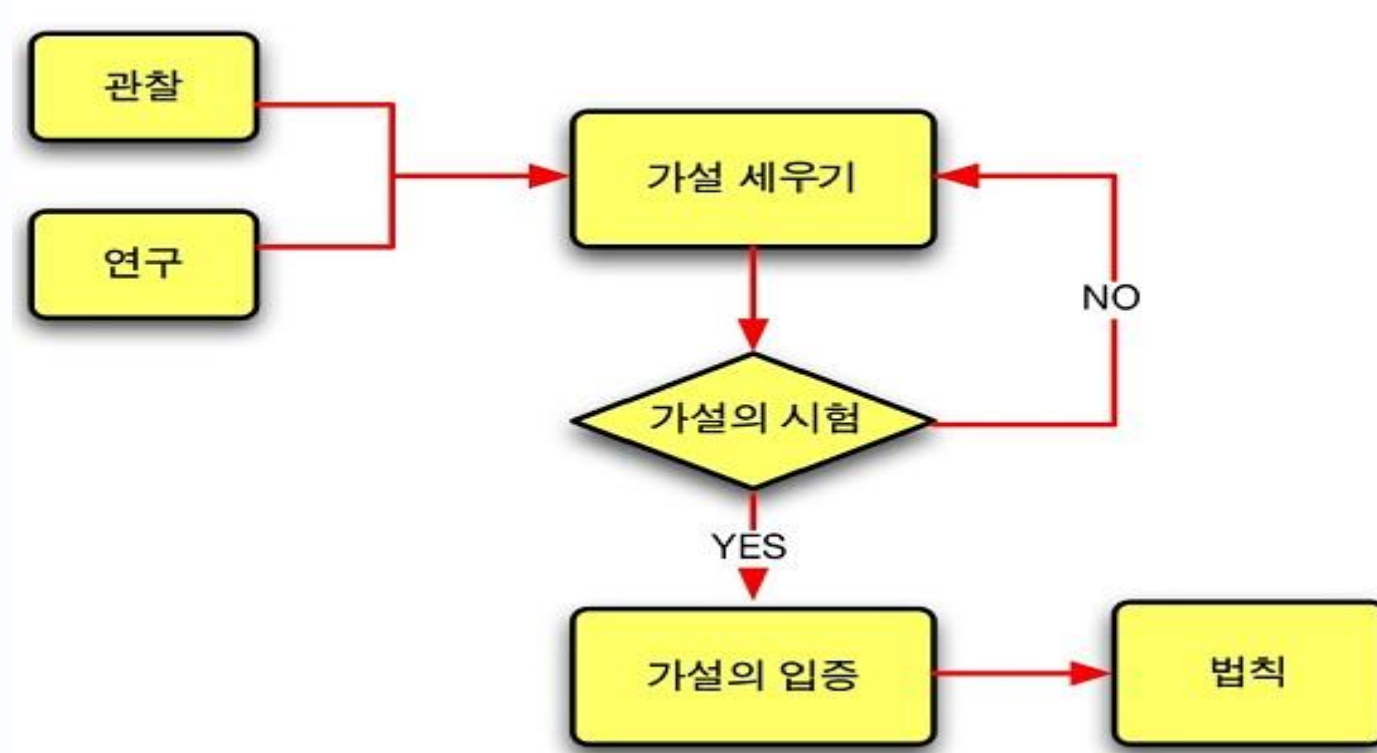


- Snell & Descartes' Law

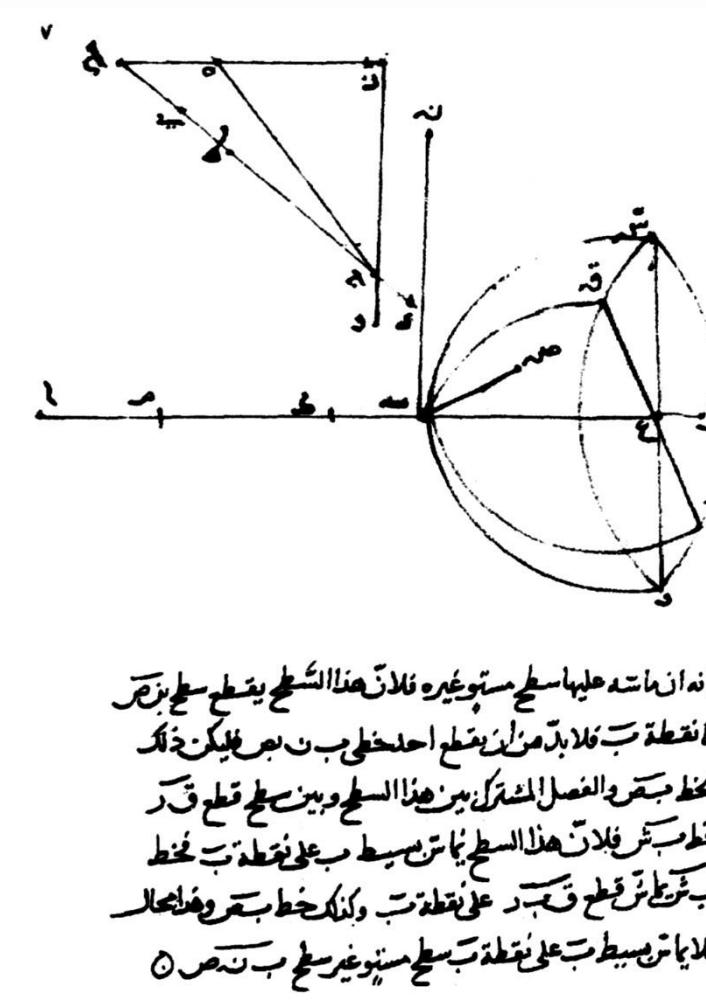
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

합리적 과학 설명 방식

- 가설 연역모형



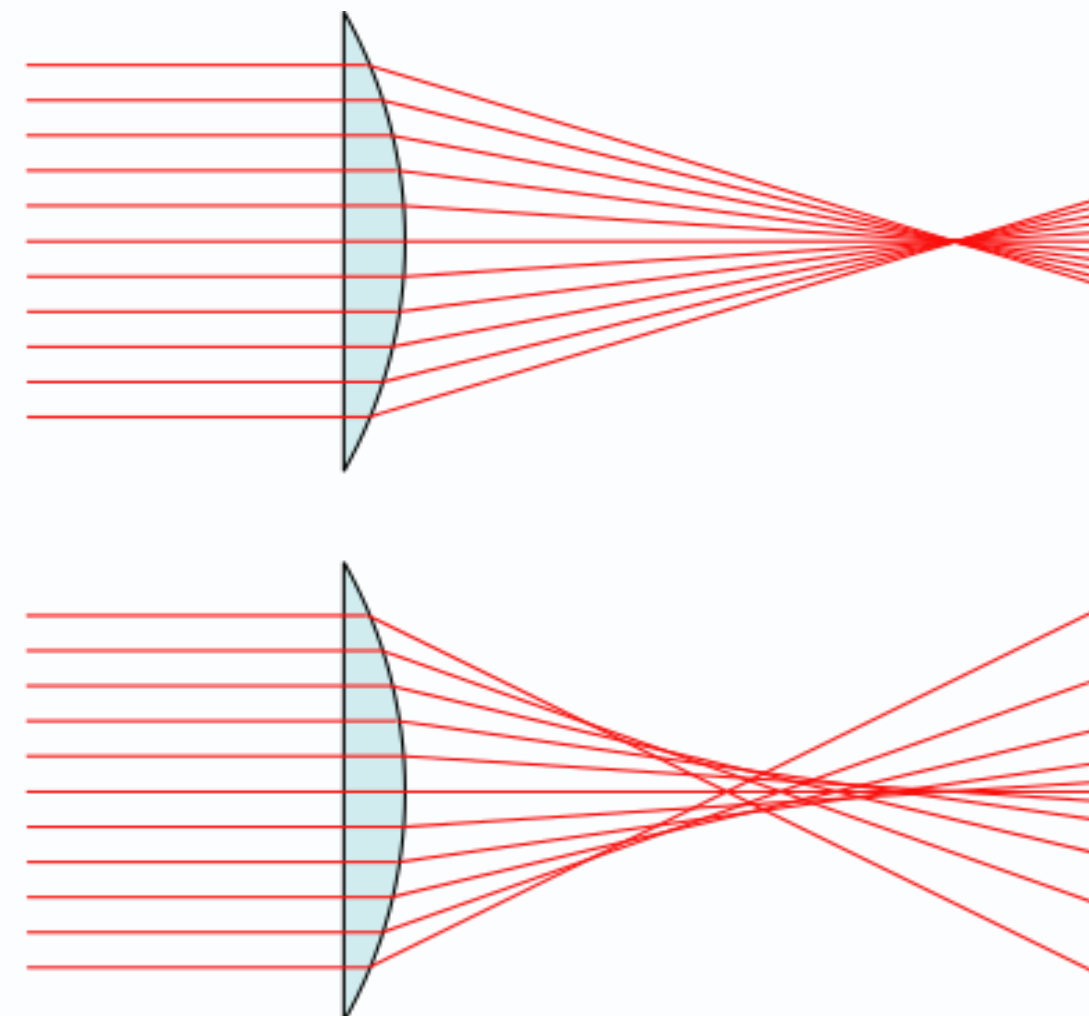
기하광학 이론 분석



유클리드는 빛의 직진성을 가정, 빛을 기하로 표현하면서 빛의 직진성을 간접적으로 정당화한다. (귀납주의-가설 연역) 빛의 반사와 snell & Descartes' law는 이슬람 과학자인 Ibn sahl에 의하여 중세에 기하학적으로 정리되었고 정량적으로 운동 기술하자는 르네상스 시대의 패러다임의 변화에 의하여 snell과 Descartes에 의하여 수식으로 정리되었다.

실용 기하광학

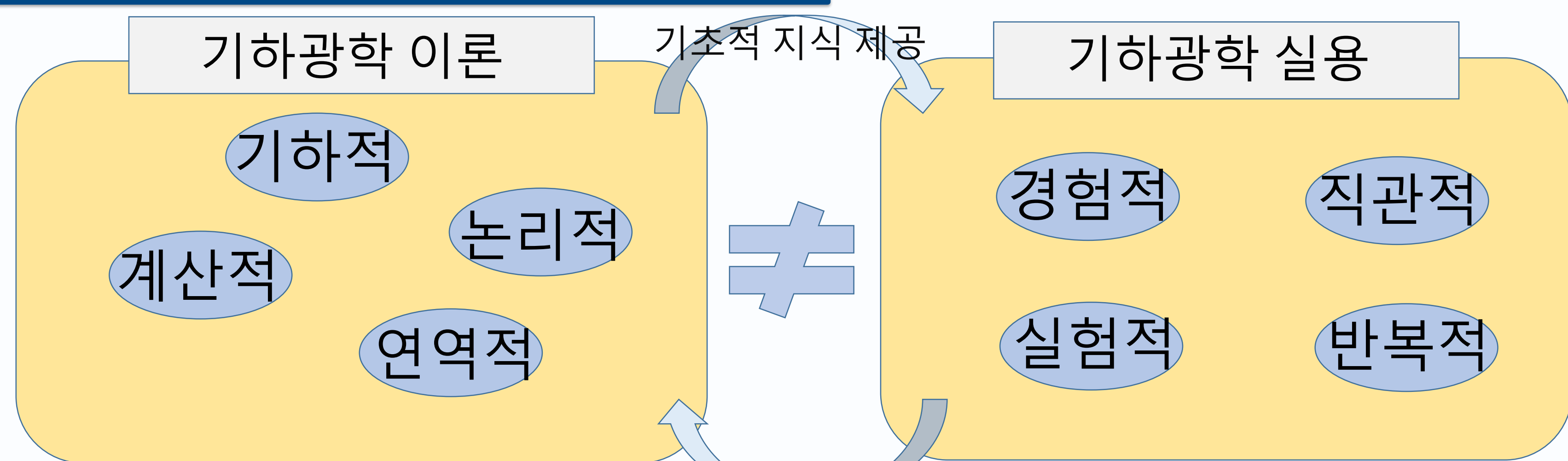
기하광학 이론을 가지고 렌즈를 제작할 때, 수차와 같은 문제점이 생긴다. 수차는 빛이 렌즈를 통과할 때, 빛의 경로에 차이가 생겨 나타나는 왜곡 현상이다. 렌즈공학자들은 이러한 수차 문제를 해결하기 위해 근대 이전에는 기하학적인 방법과 수식으로 접근하였다. 이 시도는 어느정도 수차를 줄일 수 있었지만 여전히 문제점들이 남아 성공적이지는 못했다. 그래서 공학자들은 실험과 경험에 의존해 렌즈를 제작하였다. 현대에 이르러서는 컴퓨터의 발달로 수차에 관한 정확한 계산과 공식은 구할 수 있지만 여전히 렌즈제작 과정에 있어서는 경험에 의존하고 있다.



실용 기하광학 분석

광 설계 과정은 오류수정의 연속이다. 얼마나 정확하고 빠르게 하는 것은 공학자의 숙련도에 달려있다. 물론 공학자의 광학지식도 상당히 필요하지만 결국 직관적인 경험과 상당한 시간을 투자해 오류를 수정하는 것이 좋은 광학기구를 만드는 방법이다. 즉 실용 기하광학은 정밀한 이론과 계산에 의존하여 만들어 지는 것이 아닌 나타나는 문제점을 끊임없이 해결해가는 경험과 직관에 의존하고 있다.

기하광학 이론과 실용 비교



변칙, 예외 사례와 같은 문제점 해결 요구

받아들여지고 있는 합리적 과학 설명방식으로는 이론과 실용의 관계 설명이 불가

문제점

1. 기하광학 이론과 실용 기하광학 간의 괴리

엄격한 증명과 연역추론 과정을 거쳐 나온 이론과 사실상 변칙과 예외를 인정하고 경험과 직관을 필요로 하는 실용 사이의 비합리적 관계를 형성하고 있다.

2. 실용 기하광학은 철학적 의미로 '과학'으로 볼 수 있는가.

실무 기하광학은 그 특성상 어느 과학철학 이론으로 설명이 불가능하다. 다만 분명한 것은 과학으로 인정되고 있다.

결론

기하광학의 선구자들은 빛의 경로를 직접 추적하여 기하적으로 나타내어 그 특성을 연구하였고 연역추론과 엄격한 증명과정은 기하광학 이론의 정당성을 부여하고 있다. 하지만 현실에 적용되었을 때 나타나는 수차와 같은 문제점들은 연역추론과 증명체계를 포기하고 계속되는 수정을 통한 경험과 직관에 해결책을 두었다. 이론, 실용 모두를 포함한 기하광학은 사실상 많은 전문가들이 기하광학이 분명한 과학이라고 여겨지므로 두 가지의 문제점은 과학철학 이론의 틀에서 분석하는 것이 그다지 적절하지 않다는 것을 연역적으로 보여주고 있다. 이러한 문제점을 해결하는 방법은 여러가지가 될 수 있을 것이다. 새로운 포괄적인 과학철학 이론을 수용하는 방법도 있고 환원의 문제로 관점을 바꾸어 생각해 볼 수도 있다. 다만 중요한 것은 이론이든 실용이든 현실을 잘 설명할 수 있으면 그것이 과학이 추구하는 가장 큰 가치 중 하나이므로 의심의 여지없이 두 기하광학 모두 과학으로 받아들인다는 것이다. 결론적으로 기하광학은 분명한 과학이며, 과학철학 이론을 다시 검토해 볼 필요가 있다는 것을 보여주고 있다.

참고자료

<Optics> fourth edition, Eugene Hecht, p.1~2, p.149~151, p.253~254

<철학의 주요문제에 대한 논쟁>, Nigel Warburton, p.233~234