

2012 학년도 1학기 수업계획서

1. 일반사항

교과목명	기초물리 Ⅲ	과목번호	B0014	강의시간	03(월23 화5)
개설학과	공과대(공통)	학점/시수	3/3	강의실	03(공802)

4. 수업목표 및 교과목 개요

수업목표	기초물리 Ⅲ의 연속 과정으로서, 학생들은 기하 및 파동 광학, 현대 물리학을 학습한다. 이론 강의와 함께 종합 실험을 수행하여 기초 원리를 명확하게 이해하고 정확하게 데이터를 획득하는 방법을 공부하는데 중점을 둔다. 또한 학생들은 첨단 광학 장치를 사용하는 다수의 기술을 획득한다.
교과목개요	빛의 성질, 빛의 직진 전파, 반사, 굴절, 전반사, 분산, 회절, 간섭, 직접 실험, 데이터 분석 능력을 배양한다.

5. 성적평가방법

출석	중간고사	기말고사	과제물	수시평가
20	30	30	10	10

6. 주별계획 및 실험·실습계획

주별	강의내용 및 방법	활용기자재	과제물	비고
1	교과목 소개와 광학의 역사	빔프로젝터		면담
2	빛의 직진성	빔프로젝터	제1장 연습문제	면담
3	반사의 법칙	빔프로젝터		
4	빛의 굴절	빔프로젝터		
5	평면에서 상형성	빔프로젝터	제2장 연습문제	
6	빛의 가역성, 편광	빔프로젝터		
7	중간고사			
8	전반사	빔프로젝터	제3장 연습문제	면담
9	분산 및 겹보기 높이	빔프로젝터		
10	공액방정식	빔프로젝터		
11	렌즈의 공식 및 렌즈 제작자의 공식	빔프로젝터	제4장 연습문제	
12	빛과 색	빔프로젝터		
13	회절	빔프로젝터		
14	간섭	빔프로젝터	제5장 연습문제	면담
15	기말고사			면담

# 물리 광학

by 김일곤, 이성수, 장기완

1. 빛의 성질과 전파
2. 파동의 수학적 표현
3. 전자기 이론과 빛
4. 빛의 전파
5. 기하광학 1
6. 기하광학 2
7. 광학 기기
8. 편광
9. 간섭
10. 다중반사에 의한 간섭
11. 회절
12. 고체광학
13. 결정광학
14. 빛의 측정

# 01. 빛의 성질과 전파

1.1 빛의 성질

1.2 빛의 전파

1.3 빛의 속력



광학

에너지의 한 형태인 빛의 특성은 물론  
빛과 물질과의 상호 작용을 연구하는 학문

**기하광학** : 빛의 직진성을 이용

**파동광학** : 빛의 파동성에 근거

**양자광학**

⇒ 자기광학 : 물질이 아주 강한 자기장의 영향을 받고 있는 경우에  
그 물질을 매질로하여 연구하는 학문

⇒ 전기광학 : 물질이 전기장의 영향을 훨씬 많이 받는 경우에  
그 물질과 빛의 상호작용에 관한 현상을 규명하는 분야

# 1.1 빛의 성질

## 빛

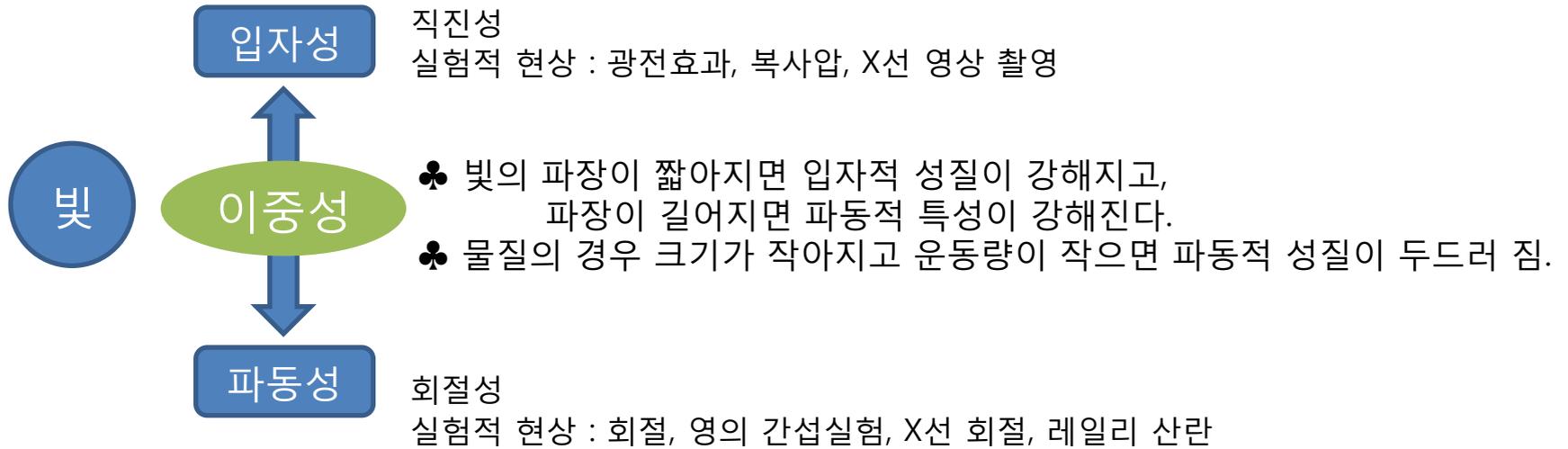
### 입자모형

- 뉴턴 : 균질한 매질에서 직선상의 경로를 따라 진행하는 직진성에 기초. 빛은 작은 입자의 형태로 전파.
- 19세기 초까지는 대부분의 과학자들이 빛이란 광원으로부터 튀어 나오는 입자의 흐름.
- 금속표면에 빛을 쬐이면 전자가 튀어나오는 현상(광전효과)

### 파동모형

- 1678년 호이겐스 : 빛의 파동모형으로 반사법칙과 굴절법칙을 설명.
- 1801년 토마스 영 : 파동성에 대한 최초의 명확하고도 신빙성 있는 실험 결과를 보여 줌.  
빛이 **간섭효과**를 나타냄 → 입자모형으로 설명 불가능
- 19세기 이후 추가적인 발견이 있고서야 빛의 파동모형이 통상적으로 받아들여짐.
- 1865년 맥스웰 : 빛은 주파수가 높은 전자기파의 한 형태(수학적으로 예견)
- 1887년 헤르츠 : 맥스웰의 이론을 실험적으로 확인.

# 1.1 빛의 성질



**기하광학**

- 기하광학의 기본은 빛이 직선을 따라 진행된다는 **빛의 직진성**에 있으며,
- 빛의 파장이 광 경로에 비해 무한히 짧다는 가정 아래서 빛은 직선을 따라 전파된다고 가정
- 빛의 직진성, 반사와 굴절, 분산 등은 모두 입자의 속성으로서 이를 다루는 광학이 기하광학이다.

광학에서 빛의 경로는 두 경우를 생각할 필요가 있다.

- 물리적 경로(physical path:  $l$ ) : 두 지점 사이의 실제 거리
- 광 경로(optical path:  $L$ ) : 물리적 경로에 빛이 진행하는 매질의 굴절률( $n$ )을 곱한 것  $L = nl$

**파동광학**

- 간섭 및 회절과 같은 기하광학의 범위를 벗어나는 광학적 현상을 기술하는 분야
- **파동 방정식**을 만족하는 스칼라 파동함수를 사용하여 빛을 기술
- 빛의 간섭과 회절을 비롯하여 빛의 전자기적 특성인 편광현상 또는 복굴절 현상을 설명할 수 있다.

**양자광학** 빛의 파장 영역에서 물질과 복사(복사 에너지의 양자화인 광자)와의 상호작용을 연구하는 분야  
대표적인 응용분야는 양자 계산(computing)

## 1.2 빛의 전파

진공 중에서의 맥스웰 방정식

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad \text{관측 점이 있는 영역에 임의의 알짜 전하가 존재하지 않음.}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{H} = 0 \quad \text{자석의 N극과 S극이 서로 분리될 수 없음을 의미.}$$

진공에서의 유전률

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

진공에서의 자화률

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

# 1.2 빛의 전파

## 파동방정식

등방성 매질에서의 탄성파, 전자기파의 진동상태와 속도를 나타냄.

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = -\mu_0 \vec{\nabla} \times \left( \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \right)$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{1}{\sqrt{(4\pi \times 10^{-7}) \times (8.854 \times 10^{-12})}}$$

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} (\vec{\nabla} \times \vec{H})$$

$$\approx 3.00 \times 10^8 \text{ [m/s]} \quad \text{빛의 진공에서의 속도}$$

(벡터 항등식  $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$  사용)

$$\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) - \nabla^2 \vec{E} = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \left( \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

$$\nabla^2 \vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \rightarrow \nabla^2 \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0 \quad \nabla^2 \vec{H} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = 0$$

$$\nabla^2(\ ) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2(\ )}{\partial t^2} = 0 \quad \text{파동방정식}$$

# 1.3 빛의 속력

매질에서의 전기장에 대한 전파속력(u)

$$u = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} \quad \begin{array}{l} \text{유전상수 } K = \epsilon / \epsilon_0 \\ \text{투과상수 } K_m = \mu / \mu_0 \end{array}$$

$$u = \frac{1}{\sqrt{K_m \mu_0 K \epsilon_0}} = \frac{c}{\sqrt{K_m K}}$$

굴절률(n) : 진공 중에서의 광속과 매질에서의 광속의 비

$$n = \frac{c}{u} = \sqrt{K_m K}$$

대부분의 투명한 광학적 매질은 비자성  $\Rightarrow K_m \cong 1$

$$n = \frac{c}{u} = \sqrt{K}$$

굴절률은 실제로 전자기파의 파장에 따라 변하는데 이러한 현상을 **분산(dispersion)**이라 한다.

백색광이 유리로 만든 프리즘에 의해 색깔 별로 분리  
태양빛이 대기 중에 있는 물 분자들에 의해 무지개로 보이는  
것은 굴절률이 파장에 따라 변하는 분산에 의해 일어나는 현상

표 1.1 굴절률과 유전상수 제공근의 비교 ( $\lambda=589.29$  nm에서 측정된 값이다.)

0°C, 1 기압의 기체		
물질	굴절률	$\sqrt{K}$
공기	1.000293	1.000294
CO <sub>2</sub>	1.00045	1.00049
헬륨	1.000036	1.000034
수소	1.000132	1.000131
20°C의 액체		
벤젠	1.501	1.51
물	1.333	8.96
에틸알코올	1.361	5.08
이황화탄소	1.628	5.04
실온에 있는 고체		
폴리스티렌	1.59	1.60
다이아몬드	2.419	4.06
용융 석영(Fused silica)	1.458	1.94
소금	1.50	1.94