



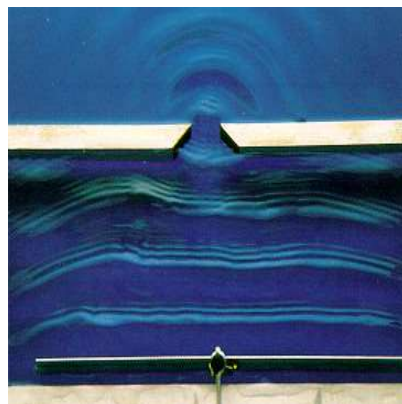
# Physics Laboratory

*Last modified : 2015-08-31*

## 단 학기 실험 8. 빛이 있는 곳에 - 빛의 전달 특성 -

### 실험 목적

빛은 전자기파의 일종이다. 이는 [막스웰](#)의 전자기 이론에서 예측되었고, [헤르츠](#)에 의한 전자기파 발생 실험을 통해서 입증되었다. 따라서 일반 전자기파의 범주에서 빛도 시간에 따라 전기마당(또는 자기마당)이 진동하는 모양이 공간상으로 전파해 나가는 파동이다. 그러나 빛(전자파)은 좀 특이한 파동으로 다른 파동과는 달리 매질을 꼭 필요로 하지는 않는다. 즉, 물질이 없는 자유 공간을 통해서도 전파된다. 태양 빛이 우리에게 도달하는 것이 좋은 예이다.



- E. Hecht 의 일반물리학 책에서

지구상의 생명 활동에 필수적인 태양에너지는 전자기파의 형태로 전달된다. 사진은 X-선 영역의 짧은 파장에서 관찰한 태양의 모양이다. 이로부터 태양의 전자기파는 가시광선이나 적외선, 자외선뿐만 아니라 X-선 영역에까지 걸쳐 있음을 알 수 있다. 최근에는 탐사 위성을 사용한 자외선 사진 조사로부터 태양의 활동이 매우 불규칙하고 활발한 것을 알게 되었다. 인간에게는 생명의 근원만큼이나 태양도 신비로운 존재임에 틀림없다.

빛은 매질을 통해서도 전달된다. 그러나 서로 다른 매질과 매질 사이의 경계 면에서는 빛의 진행 방향이 바뀌는데 이를 우리는 빛의 반사와 굴절 현상이라고 부른다. 빛의 반사와 굴절에서는 스넬(Snell)의 법칙이라고 부르는 반사 법칙과 굴절 법칙을 적용할 수 있는데 이는 또, 빛이 어느 두 지점 사이를 진행하는데 최단시간에 진행하는 특성[주 : 페르마(Fermat)의 원리라고 부른다.]으로도 설명된다. 또, 전자기파는 횡파이다. 즉, 전기마당의 떠는 방향이 파의 진행 방향과 수직이다. 이 전기마당의 떠는 방향을 빛의 편광(방향)이라고 부른다. 이 실험에서는 빛의 반사, 굴절, 편광에 대해서 실험한다. 또, 특별히 광통신, 레이저 등에서 응용도가 높은 전반사 현상과 브루스터(Brewster)의 각에 대해서도 실험한다.

장애물의 크기가 파장과 엇비슷하게 줄어들면서 반사와 굴절이 일어나는 대신 에돌이(회절)라는 파동 특유의 현상이 일어난다. 또, 여러 장애물에서 에돌이 된 파동이 서로 만나게 되면 간섭이 일어난다. 간섭하는 파동의 세기는 중첩되는 파동의 경로 차와 파장의 비가 결정해 주기 때문에 간섭 광의 세기가 최대가 되는 위치는 빛의 파장에 따라 달라진다. 즉, 파장별로 빛을 분리해 낼 수가 있다. 이 간섭 광의 특성을 적극적으로 활용한 것이 에돌이 발(diffraction grating)로 에돌이 발이란 유리판이나 반사 막에 같은 간격으로 미세한 금을 많이 그어 놓거나, 유리판 위에 일정한 간격으로 빛을 차단하는 좁은 폭의 반사 막을 여럿 입힌 것이다. 이를 사용하여 복합 광으로부터 단색 광을 골라내거나 빛의 파장을 알아내는데 사용한다.



컴팩트디스크(CD)의 간섭 현상 - Halliday & Resnick 의 일반물리학 책에서

우리 주변에서 가장 손쉽게 구할(?) 수 있는 예돌이 발이 CD 일 것이다. 오디오용 CD 의 경우 나선형 트랙에 파인 우물 형태로 기록되는데 트랙과 트랙 사이의 간격은  $1.6\ \mu\text{m}$ , 개개의 우물은  $0.2\ \mu\text{m}$  폭과 깊이를 갖는다. 따라서 CD 는 슬릿 사이의 간격이  $1.6\ \mu\text{m}$  인 예돌이 발이라고 할 수 있다. 햇빛, 형광등, 전등 및 레이저 빛에 쏘여 보고 각도에 따른 색깔의 변화를 관찰해 보라. 이로부터 무엇을 알 수 있는가?

## 실험 개요

- 전자기파의 발생 방법과 원리, 진행 과정과 전달 속력을 조사하여 살펴본다.
- 레이저 지시기를 직선 빛 샘으로 사용하여 반사와 굴절 및 편광 특성을 실험한다.
  - 어떻게 실험을 하면 되겠는가?
  - 무엇을 측정할 것인가?
- 예돌이 발의 구조, 종류, 기능 등을 공부한다.
  - 예돌이 발의 구조에서 가장 중요한 부분은 어떤 것인가?
  - 예돌이 발의 구조와 특성 사이의 관계를 알아본다.
- 예돌이 발을 통한 빛의 간섭 현상을 실험한다.
  - 레이저 지시기의 빛을 써서 예돌이 발을 통한 빛의 진행 특성을 알아본다.
  - 예돌이 각으로부터 환산한 예돌이 발의 창 간격이 주어진 간격과 일치하는가?
  - 주어진 예돌이 발의 간격을 사용하여 레이저 빛의 파장을 계산한다.

이외에도 레이저의 종류와 각각의 발광 구조, 빛 감지기로 사용하는 광 다이오드의 구조와 특성, 그리고 변환된 미약한 전기적인 신호를 키우는 직류 증폭기에 대해서 알아둔다.

## 실험 방법

실험실에는 이 실험을 위해서 다음과 같은 장치가 준비되어 있다. (괄호 안은 준비된 개수)

- 레이저 빔샘 (지시기) (1)
- 빛 검출기와 직류 증폭기 (1)
- 편광 판 (1)
- 투명 아크릴 막대 (1)
- 반원형 플라스틱 용기 (1)
- 극좌표 그래프용지 (약간)
- 각도기 (1)
- 에돌이 발 600 선/mm (1)
- 보안경 (1)
- 휴지 (각자 준비)
- 컴팩트디스크(CD) (가능한 경우, 개인이 준비)

이외에도 더 필요한 것이 있으면 담당 조교나 실험 준비실(19동 114호)로 문의하거나 각자가 미리 준비하도록 한다. 또, 미리 [레이저 빔샘](#)과 [빛 검출기](#)에 대해서 알아둔다.

권장할 만한 표준적인 실험 방법은 다음과 같다.

1) 빛을 투과하는 성질이 다른 매질 사이의 경계 면에서 반사하는 빛의 특성을 조사한다.



[\[동영상\]](#)

- ① 레이저 빔샘의 빛을 아크릴 막대에 입사각  $\theta_i$ 로 쏘인다. [주 : 이 실험은 2)번의 반원형 플라스틱 용기에 물을 넣고 평면에서의 반사를 측정하여도 좋다.]
- ② 아크릴 막대의 표면에서 반사되는 빛의 반사각  $\theta_r$ 를 측정한다. [주의 : 레이저 빛을 직접 들여다보지 않도록 주의하고, 특히 빛살을 관찰할 때는 보안경을 쓰도록 한다.]
- ③ 이 측정을 5개 이상의 다른 입사각  $\theta_i$ 에 대해 반복한다.
- ④ 반사각과 입사각 사이의 관계를 그래프로부터 구한다.

## 2) 빛을 투과하는 성질이 다른 매질 사이의 경계 면을 통해 굴절하는 빛의 특성을 조사한다.

다.  [\[동영상\]](#)

- ① 반원형 플라스틱 용기에 물을 부어 극좌표 그래프용지의 중앙에 놓는다.
- ② 레이저 빔의 빛을 플라스틱 용기의 평면 중심에 입사각  $\theta_i$ 로 쏘인다.
- ③ 플라스틱 용기 내 물에 의해 굴절된 빛의 굴절각  $\theta_r$ 을 측정한다. [주의 : 레이저 빛을 직접 들여다보지 않도록 주의하고, 특히 빛살을 관찰할 때는 보안경을 쓰도록 한다.]
- ④ 이 측정을 5개 이상의 다른 입사각  $\theta_i$ 에 대해 반복한다.
- ⑤ 굴절각과 입사각 사이의 관계를 그래프로부터 구한다.
- ⑥ 물의 굴절을  $n_{H_2O}$ 을 구한다.
- ⑦ 플라스틱 용기의 벽이 이 측정에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 논의한다.

## 3) 빛의 전반사 현상을 관찰한다. [\[동영상\]](#)

- ① 반원형 플라스틱 용기에 물을 부어 극좌표 그래프용지의 중앙에 놓는다.
- ② 레이저 빔의 빛을 플라스틱 용기의 굽어진 면을 통하여 평면의 중심에 입사각  $\theta_i$ 로 쏘인다.
- ③ 평면에서 굴절되는 빛의 굴절각  $\theta_r$ 을 측정한다. [주의 : 레이저 빛을 직접 들여다보지 않도록 주의하고, 특히 빛살을 관찰할 때는 보안경을 쓰도록 한다.]
- ④ 이 측정을 다른 입사각  $\theta_i$ 에 대해 반복하여  $\theta_r = 90^\circ$ 가 되는 입사각  $\theta_c$ 를 구한다.
- ⑤ 2)에서 구한 물의 굴절률을 써서 이론 식(3)으로 계산한 값과 비교한다.

## 4) 레이저 빔(지시기)으로부터 발생한 빛의 편광과 편광 판을 통한 편광된 빛의 투과 특성을 조사한다. [\[동영상\]](#)

- ① 레이저 빔(지시기)으로부터의 빛을 편광 판을 통과시킨 뒤 빛 검출기에 쏘여 검출한다. [주의 : 레이저 빛을 직접 들여다보지 않도록 주의하고, 특히 빛살을

관찰할 때는 보안경을 쓰도록 한다.]

- ② 편광 판을 돌려 가면서 10 가지 이상의 각도에서 투과된 빛의 세기를 측정한다.
- ③ 측정 결과를 그래프로 그려서 식(4)에서의 편광 각 의존성과 비교하고, 빛샘의 편광 상태를 찾아낸다.

#### 5) 브루스터의 각과 브루스터의 각으로 반사되는 빛의 편광을 조사한다. [\[동영상\]](#)

- ① 반원형 플라스틱 용기에 물을 부어 극좌표 그래프용지의 중앙에 놓는다.
- ② 레이저 빛샘의 빛을 플라스틱 용기의 평면을 통하여 평면의 중심으로 입사각  $\theta_i$  로 쏘인다. 이때 4)번 실험에서 구한 빛샘의 편광 방향을 이용하여 입사하는 빛의 편광 방향이 입사 면에 평행하도록 빛샘을 돌린다.
- ③ 평면에서 반사되는 빛의 반사각  $\theta_r$ 과 굴절되는 빛의 굴절각  $\theta_r$ 을 측정한다. [주의 : 레이저 빛을 직접 들여다보지 않도록 주의하고, 특히 빛살을 관찰할 때는 보안경을 쓰도록 한다.]
- ④ 이 측정을 다른 입사각  $\theta_i$ 에 대해 반복하여 반사되는 빛의 세기가 0 이 되는 입사각  $\theta_B$ 을 구한다.
- ⑤ 2)에서 구한 물의 굴절률과 이론 식(6)을 써서 계산한 값과 비교한다.

[ 주의 : 실험이 끝나면 빛 검출기의 전원 스위치를 끄는 것을 잊지 말 것.]

#### 6) 레이저 지시기를 이용하여 600 선/mm 의 에돌이 발을 통과한 한색 빛의 간섭 현상을 관측한다. [\[동영상\]](#)

- ① 차수  $n = 1$  의 최대 세기가 일어나는 위치  $\theta_1$  을 구하고 이론식 (7)과 레이저 빛의 파장  $\lambda = 6700 \text{ \AA}$  를 써서 에돌이 발의 창 간격  $d$  를 구한다. [주의 : 레이저 빛을 직접 쳐다보면 눈이 상하게 될 염려가 크므로 절대로 직접 들여다보지 않도록 한다. 또, 잘못해서 남의 눈에 쏘이지 않도록 주의한다. 여기서는 종이에 비치는 빛으로 관측하고, 종이로부터 반사된 레이저 빛도 세기가 강하므로 잘못해서 눈에 들어오거나, 광점을 오래 들여다보지 않도록 주의한다. 관측자는 보안경을 쓰도록 한다.] 구한 값이 실제 선 간격과 비슷한가 확인하고 차이가 나면 그 이유를 찾아 보라.

② 이번에는 ① 의  $\theta_1$ 과 주어진 에돌이 발의 창 간격  $d = (1/600) \text{ mm}$  를 써서 사용한 레이저 빛샘의 파장  $\lambda$  를 구한다.

③ 나머지 에돌이 발을 통과한 한색 빛의 간섭 현상을 살펴보고 에돌이 발의 창 간격을 거꾸로 구해 본다.

이외에도 시간이 허락하면 준비한 콤팩트디스크에 쏘인 레이저 빛의 간섭 현상을 조사한다. 이때도 관측자는 보안경을 쓰도록 한다. 기울인 자의 눈금이 만드는 에돌이 발의 선 간격을 추산하고 관측한 간섭 무늬와 부합되는지 살피고, 콤팩트디스크의 평균 홈집 간격을 추산해 보라. 이것이 오디오 CD 플레이어나 컴퓨터 CD ROM 에서 문제를 일으키는 않겠는가?

실험 노트의 작성은 다음과 같은 방법으로 하는 것이 좋다.

(빛의 반사 특성 조사)

입사각  $\theta_i$  ( $^\circ$ )      반사각  $\theta_r$  ( $^\circ$ )

-----

-----

$\langle \theta_r / \theta_i \rangle_{AV} =$        $\pm$

-----

(빛의 굴절 특성 조사)

입사각  $\theta_i$  ( $^\circ$ )      굴절각  $\theta_r$  ( $^\circ$ )       $\sin \theta_i / \sin \theta_r$

-----

---

굴절률  $n_{H_2O} =$              $\pm$

---

(빛의 전반사 특성 조사)

임계각  $\theta_c =$              $^{\circ} \pm$              $^{\circ}$

---

(빛샘의 편광 특성 조사)

편광 판의 각  $\theta (^{\circ})$             빛 검출기의 전압  $V$  (mV)

---

---



(브루스터의 각 조사)

브루스터각  $\theta_B = \quad^\circ \pm \quad^\circ$   
-----

(반도체 레이저 빛을 이용한 에돌이 발의 간섭 측정)

에돌이 발의 창 간격 :  $d = 1/600 \text{ mm}$   
-----

레이저 빛의 파장 :  $\lambda = 6600 \text{ \AA} \sim 6800 \text{ \AA}$  [주]  
-----

[주: [반도체 레이저](#)의 파장은 재료와 작동 상태에 따라 다소 달라질 수 있다.]

에돌이 각  $\theta_1 = \quad^\circ \pm \quad^\circ$   
-----

에돌이 발의 창 간격 :  $d = \quad \text{mm}$   
-----

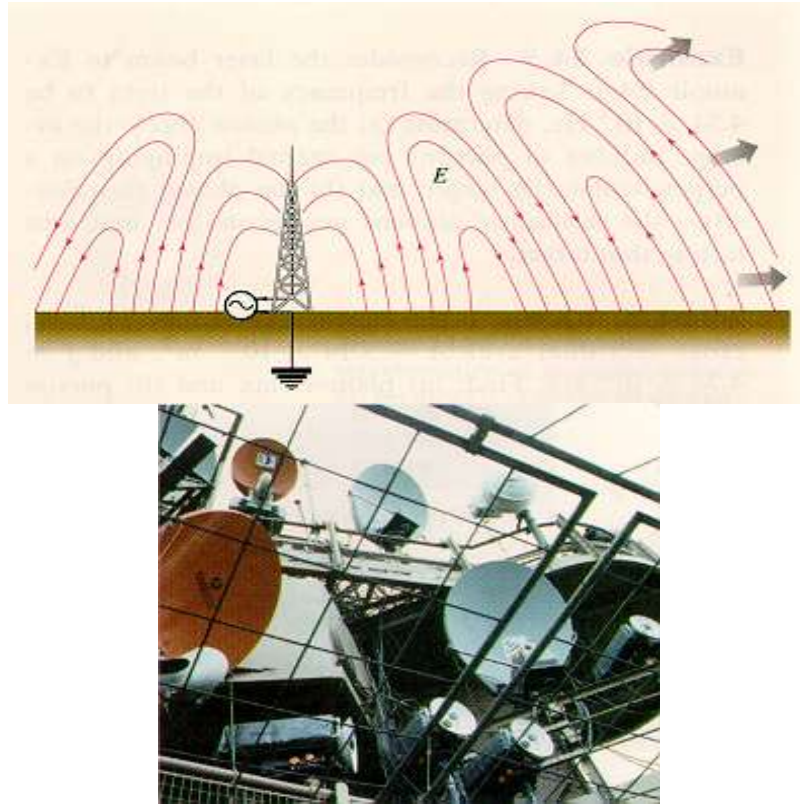
레이저 빛의 파장 :  $\lambda = \quad \text{\AA}$   
-----

## 배경 이론

전자기파를 발생시키는 방법으로는 일반적으로

- ① 안테나에 교류 전류를 흘리는 방법
- ② 전하를 띤 입자를 가속(또는 감속)시키는 방법
- ③ 원자나 분자를 들뜨게 하여 에너지 준위 사이에 전이를 일으키는 방법

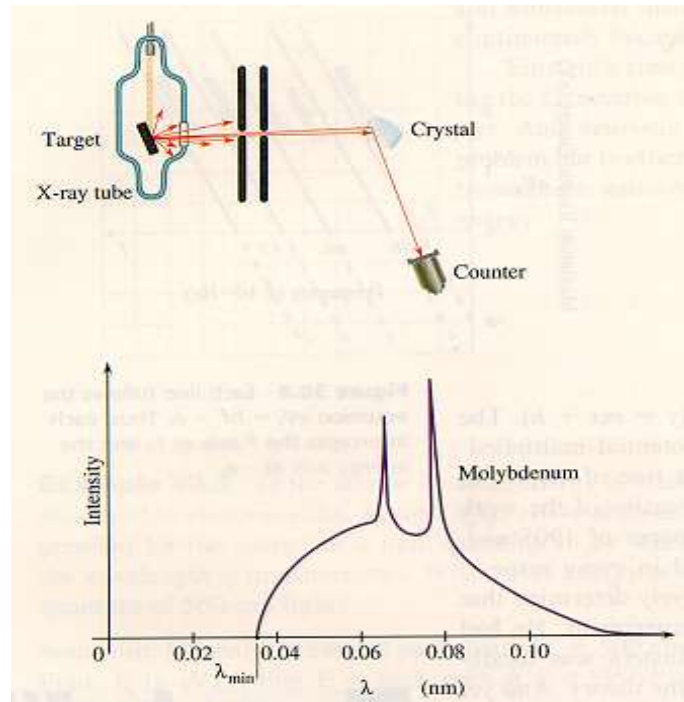
이 쓰이고 있다. 교류 전류를 흘리는 방법은 주로 라디오나 텔레비전, 마이크로웨이브 등 가시광선에 비해 파장이 긴 전자기파를 발생시킬 때 주로 사용된다.



- E. Hecht 의 일반물리학 책에서

왼쪽 그림의 FM 라디오 방송국의 안테나나 오른쪽 사진의 마이크로웨이브용 접시형 안테나에서는 교류 전류를 흘려 해당하는 전자기파를 발생시키는 방법을 사용하고 있다. 이들 안테나에서 방출된 전자기파는 안테나의 모양에 의해서 결정되는 방향으로 편광된다.

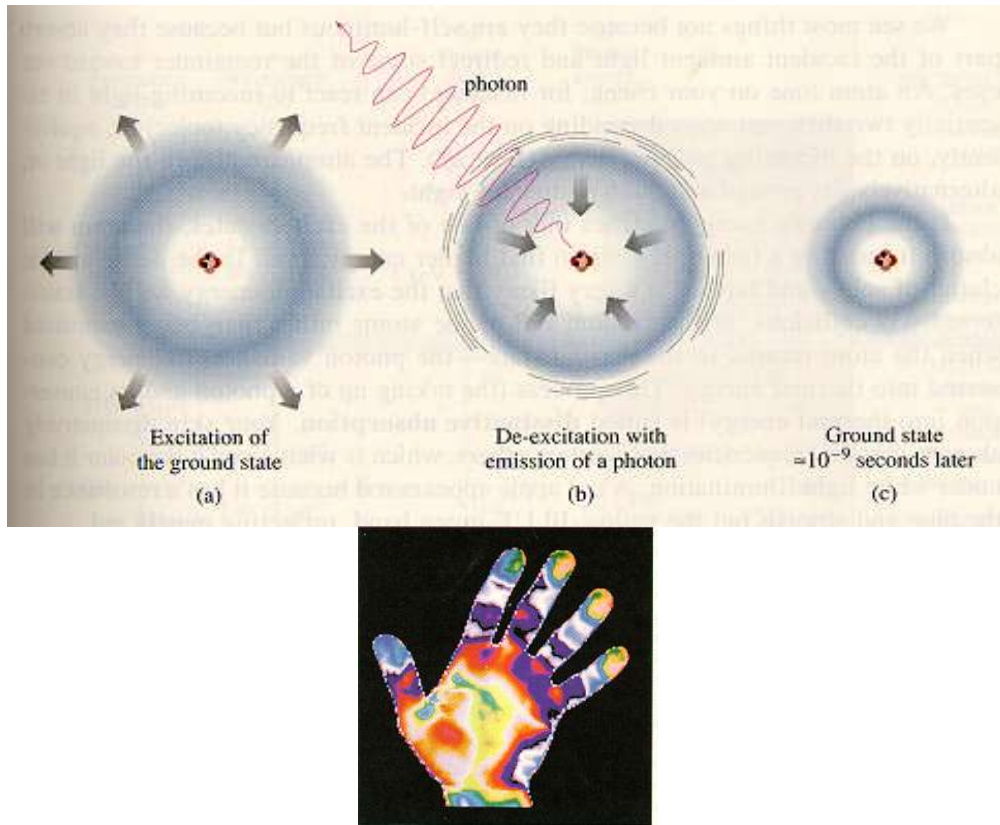
전자와 같이 전하를 띤 입자를 원운동 시키거나, 대상 물체에 충돌시켜 갑자기 정지시킬 때 X-선과 같은 짧은 파장의 전자기파를 방출한다. 이 현상을 적극적으로 이용한 것이 방사광 가속기이며 아주 센 X-선 영역의 한색 전자기파를 얻는데 이용된다. 텔레비전의 브라운관이나 컴퓨터 모니터 등에 사용되는 음극선관에서는 전자 다발을 가속시켜 형광 물질이 칠해진 스크린에 충돌시킴으로 빛을 발하게 하는데 이때 갑자기 감속되는 전자들이 내는 X-선 영역의 전자기파가 발생한다. 대부분은 스크린의 물질 내에서 흡수되지만 상당한 양의 전자기파가 방출될 수도 있으므로 가급적 텔레비전(브라운관)이나 컴퓨터 모니터(CRT)의 근접 사용은 피하는 것이 좋다. 병원에서 진단용으로 사용하는 X-선 장치는 이 효과를 활용한 것이다.



- E. Hecht 의 일반물리학 책에서

X-선 관에서는 가속시킨 전자를 타겟이라고 불리는 물체에 부딪쳐서 이때 발생하는 전자기파를 이용한다. 이때 발생하는 전자기파의 스펙트럼은 완전한 연속 스펙트럼과 날카로운 선스펙트럼들로 구성된다. 선스펙트럼은 타겟 구성 원자의 들뜸에 의한 것이고 완전한 스펙트럼은 감속되는 전자에서 직접 방출되는 것이다.

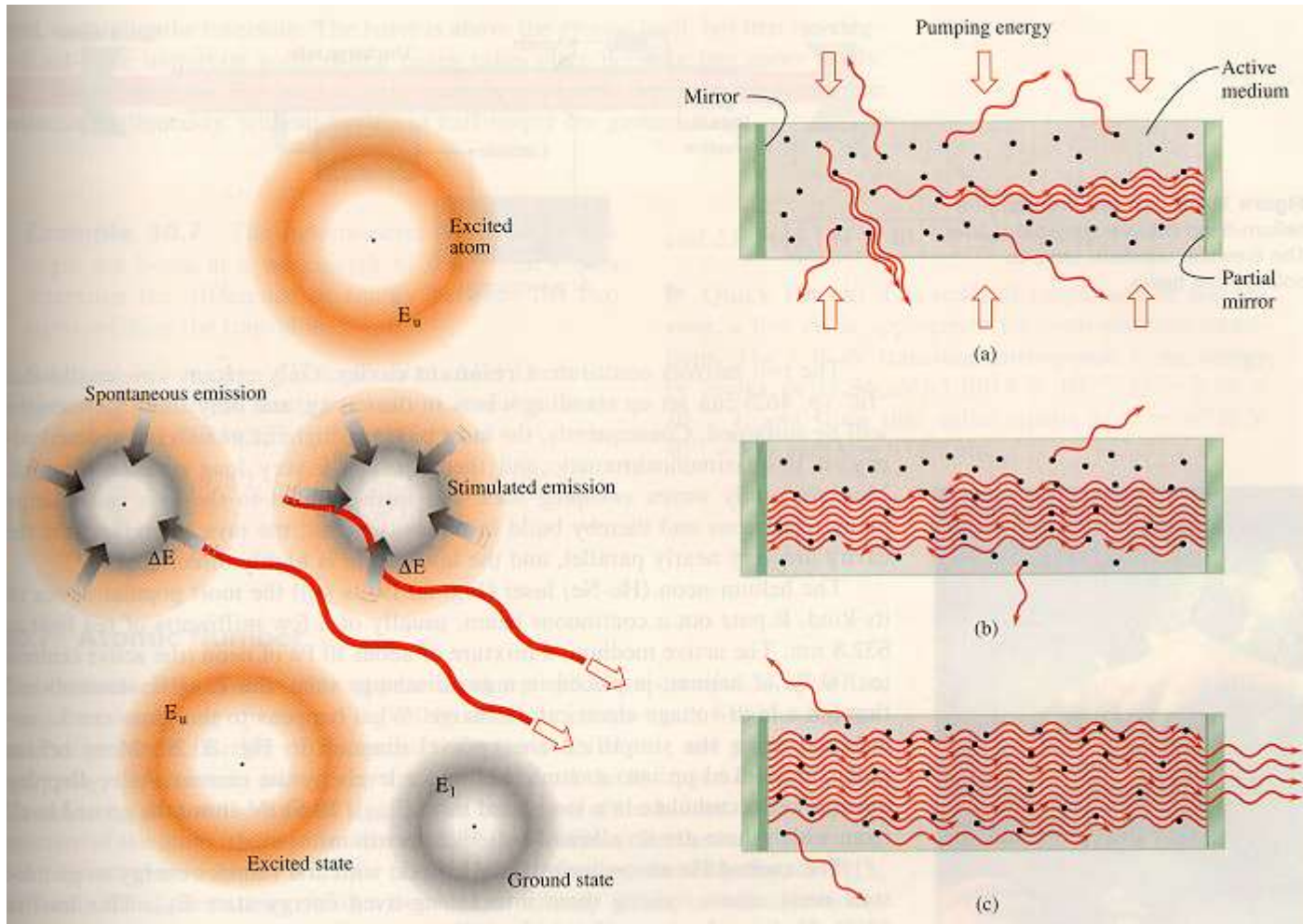
가시광선의 빛은 흔히 원자들의 들뜬 상태를 이용하여 발생시킨다. 먼저 역학적인 방법(충돌)이나 전기적인 방법(방전), 빛 등으로 원자에 에너지를 가하여 들뜬 상태로 만든다. 들뜬 상태의 원자는 곧 자신의 바닥 상태(최소의 에너지 상태)로 돌아가는데 이때 들뜬 상태 에너지와 바닥 상태 에너지의 차이에 해당하는 에너지를 빛으로 방출한다.



- E. Hecht 의 일반물리학 책에서

왼편의 그림은 원자로부터의 빛 발생을 보여주는 그림으로 (a) 빛을 흡수하거나 역학적인 방법(충돌에 의한 운동에너지의 전달)으로 들뜬 원자는 (b) 에너지 차이에 해당하는 빛을 방출하므로 (c) 다시 바닥 상태로 돌아간다. 이런 방법으로 모든 물체는 전자기파를 방출(또는 흡수)한다. 오른쪽의 손에 대한 적외선 사진은 체온의 물체도 눈에 보이지는 않지만 긴 파장의 빛(적외선)을 방출하는 것을 잘 나타내 준다. 적외선을 이용하면 밤에도 사람의 움직임 등을 쉽게 감지할 수 있다.

원자의 들뜸에 의해서 방출되는 빛은 빛샘이 태양이나 전구의 필라멘트와 같이 많은 수의 원자로 이루어져 있는 경우 여러 가지의 색이 섞여 있고 또, 서로 결맞지 못하다. 여기서 결맞지 못하다는 말은 방출되는 빛알갱이들이 서로 관계되어 있지 않다는 뜻이다. 한편 레이저는 원자의 들뜸을 이용한 빛샘이기는 하지만 유도 방출이라는 방법으로 단색의 결맞는 빛을 집속시켜서 평면파의 형태로 내보내기 때문에 실험실에서뿐만 아니라 의료용이나, 산업용, 심지어는 레이저 지시기, 레이저프린터, Fax, CD 등 일반 용도에도 응용되고 있다.



- E. Hecht 의 일반물리학 책에서

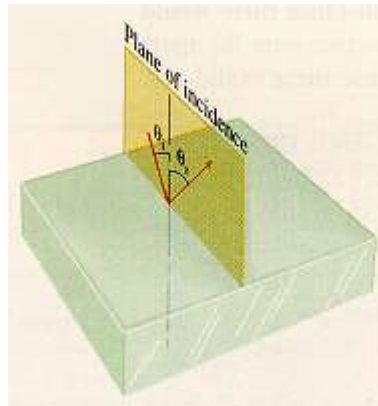
왼편의 그림은 들뜬 원자의 자발 방출에 의한 빛이 다른 들뜬 원자의 빛 방출을 유도하는 유도 방출 현상을 나타내며 유도 방출된 빛은 자발 방출된 빛과 같은 떨기 수일 뿐만 아니라 같은 위상을 갖는다. 즉, 결맞는 빛이다. 레이저에서는 (a) 들뜬 원자가 먼저 빛을 자발 방출하고 이 빛이 다른 원자들을 유도 방출시키며, (b) 이 빛이 두 거울 사이를 여러 차례 왕복하면서 점점 발생한 빛의 세기가 증가되어, (c) 그중 일부를 바깥으로 내보낸다. 이 빛이 레이저 빛이다.

진공 중에서 빛의 속력은 광속  $c$  ( $\approx 3 \times 10^8$  m/s)로 자연적으로 정해진 상수이다. 물질 내에서는 빛의 속력이 느려지는데 광속  $c$ 와 물질 내에서의 속력  $v$ 의 비를 그 물질의 굴절률이라고 부른다. 빛이 진행하다가 굴절률이 다른 물질을 만나면 경계 면에서 반사와 굴절 현상이 일어난다. 이 각각은 반사 법칙과 굴절 법칙, 또는 스넬의 법칙이라고 불리는 규칙성을 보인다.

#### ➤ 반사 법칙



- 1) 입사하는 빛과 반사되는 빛은 같은 평면(입사면)상에 있다.
- 2) 입사각과 반사각은 항상 같다.



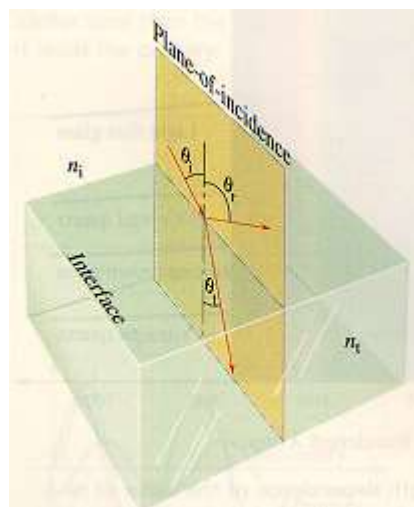
– E. Hecht 의 일반물리학 책에서

#### ➤ 굴절 법칙

- 1) 입사하는 빛과 굴절되는 빛은 같은 평면(입사면)상에 있다.
- 2) 입사각  $\theta_i$ 와 굴절각  $\theta_r$  사이에는 항상 다음의 관계가 성립한다.

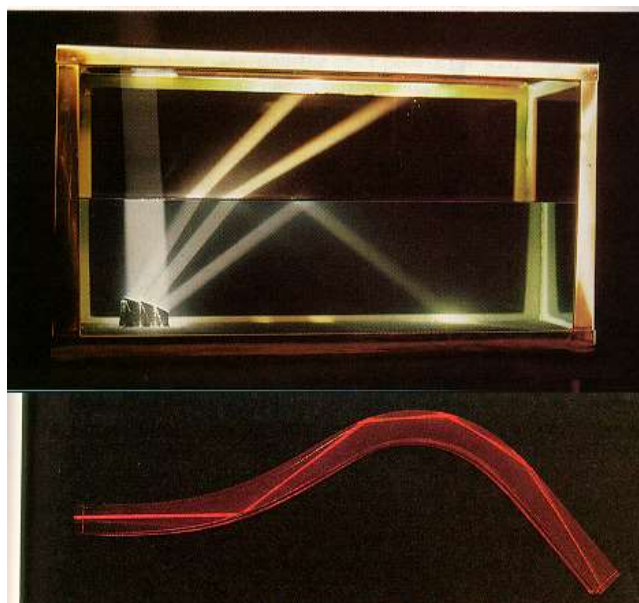
$$\text{상대 굴절률 } n_{12} = n_2/n_1 = \sin \theta_i / \sin \theta_r \quad (1)$$

여기서  $n_{12}$ 는 빛이 매질 1로부터 매질 2로 입사할 때의 상대 굴절률로서 두 매질에서의 빛의 속력의 비로 정의된다.



– E. Hecht 의 일반물리학 책에서

한편, 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 빛이 진행할 때 입사각이 커지면 더 이상 빛이 투과하지 못하고 경계 면에서 모두 반사되는 임계(입사)각이 존재한다. 이를 전반사 현상이라고 부르며, 현대 고속 정보 통신의 총아인 광섬유에서는 이 현상을 적극적으로 활용하여 빛이 섬유의 표면을 투과하여 손실이 일어나는 것을 방지한다.



- F. J. Keller 등의 일반물리학 책에서

전반사의 임계각  $\theta_c$ 는 굴절각이  $90^\circ$ 일 때의 입사각이므로

$$\sin 90^\circ / \sin \theta_c = n \quad (2)$$

으로 부터

$$\theta_c = \sin^{-1}(1/n) \quad (3)$$

이다.

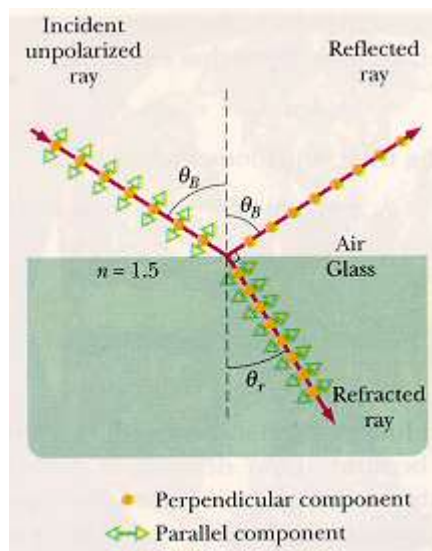
여느 파동과 마찬가지로 빛의 경우에도 시간에 따라 떠는 물리량이 있는데 전기마당과 자기마당이 바로 그것이다. 빛과 같은 전자기파에서는 전기마당의 세기가 자기마당에 비해 매우 클 뿐만 아니라 맥스웰의 방정식으로 전기마당과 자기마당이 연관되어 있으므로, 전기마당의 떠는 방향을 편광이라고 부른다. 일반적으로 빛샘이 방출하는 빛은 어느 특

정한 방향으로 편광이 되어 있을 수도 있고 또, 그렇지 않을 수도 있다. 먼저의 경우를 편광이 된 빛, 나중의 경우를 편광이 되지 않은 빛이라고 부른다. 편광이 된 빛 중에도 편광 방향이 일정한가, 아니면 회전하는가에 따라서 선편광과 원편광으로 구분한다. 선편광과 원편광된 빛이 섞이면 타원편광이라고 부른다.

빛을 통과시키는 물질 중에는 물질을 이루고 있는 분자 등의 전기적 이방성으로 인하여 어느 특정한 방향으로 편광이 된 빛만을 잘 통과시키고 그 특정 방향에 수직한 방향으로 편광이 된 빛은 차단시키는 물질이 있는데 편광 판은 이러한 특성을 활용한다. 편광이 되지 않은 빛을 편광 판으로 통과시키면 모든 방향의 편광 성분 중에서 편광 판의 방향으로 편광이 된 성분만이 통과되어 나온다. 또, 세기가  $I_0$ 인 선편광이 된 빛을 편광 방향과 각도  $\theta$ 로 기울어진 편광 판으로 통과시키면 통과된 빛의 세기는

$$I_{\theta} = I_0 \cos^2 \theta \quad (4)$$

로 줄어드는데 이는 편광 판을 통과하는 빛의 전기마당 크기가  $\cos \theta$ 로 줄어들고, 빛의 세기는 전기마당의 크기의 제곱에 비례하기 때문이다. He-Ne 기체 레이저 등에서 빛을 선편광시키는 방법으로 빛을 브루스터의 각으로 입사시킬 때 입사면에 수직인 편광 성분만 반사되는 현상을 이용한다.



– Halliday & Resnick 의 일반물리학 책에서

이러한 현상은 반사된 빛과 굴절되는 빛이  $90^\circ$ 의 각도를 이룰 때 일어나며, 반사각을  $\theta_r$ , 굴절각  $\theta_r'$ , 매질의 굴절률  $n$ , 공기(또는 진공)중에서 빛이 입사하는 경우를 가정하면 브루스터 각  $\theta_B$ 는



$$\theta_B = \theta_r \quad (5a)$$

$$\theta_r + \theta_{r'} = 90^\circ \quad (5b)$$

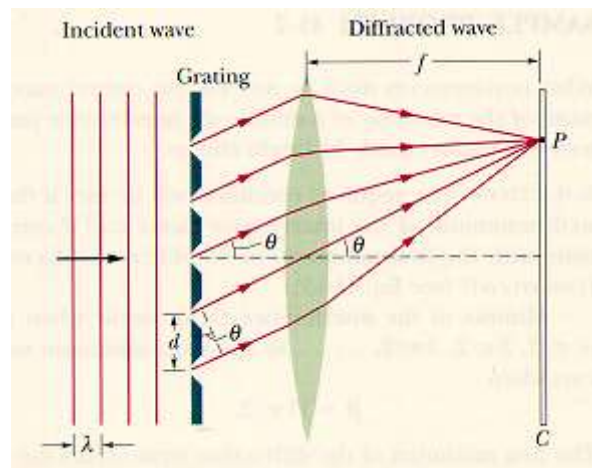
$$\sin \theta_B / \sin \theta_{r'} = n \quad (5c)$$

이므로

$$\theta_B = \tan^{-1} n \quad (6)$$

이다.

에돌이 받은 그림과 같이 일정한 간격  $d$  로 열려 있는 작은 크기(빛의 파장 정도의 크기여서 에돌이를 일으키는)의 창들로 생각할 수 있다. 인접한 창을 통한 두 빛살이 스크린의 한 점  $P$  에서 만날 때, 두 빛이 간섭하여 최대 세기가 되는 경우는 두 빛살의 경로차가 파장의 정수 배가 될 때이다.



즉, 최대 세기가 되기 위한 조건은

$$d \sin \theta_n = n \lambda \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (7)$$

이다. 따라서 최대가 일어나는 곳은 빛의 파장이 길수록 바깥쪽(즉, 큰  $\theta_n$  값)에서 생기며, 또 여러 가지의 파장 성분이 섞여 있는 백색 광을 통과시키면 파장에 따른 색깔 스펙트럼이 나타난다. 파장이 길지 않은 빛의 경우에는 높은 차수( $n > 1$ )의 최대 세기인 곳도 생겨난다.

## 참고사항

- [레이저 빔샘과 빛 검출기](#)
- [측정 데이터 처리 방법](#)
- [그래프에 의한 분석 방법](#)
- [크리스찬 호이겐스 - 흔들리 시계를 발명한 파동학의 선구자](#)
- [토마스 영 - 빛\(파동\)의 간섭](#)
- [닐스 보어 - 선스펙트럼을 설명한 원자모형의 영웅](#)