

# 실험 결과 보고서

## 4-1 빛의 반사 및 굴절 법칙

학과 정보통신공학 학년 1 학번 122018566 이름 강다영 실험조 C  
 제출일 20.11.19 담당교수 강영현 담당조교 박영희

### 1. 측정치 및 계산

#### 1) 반사

횟수	입사각( $\theta$ )	반사각( $\theta'$ )	$\theta - \theta'$
1	$15^\circ$	$14^\circ$	$1^\circ$
2	$30^\circ$	$30^\circ$	$0^\circ$
3	$45^\circ$	$45^\circ$	$0^\circ$
4	$60^\circ$	$59.5^\circ$	$0.5^\circ$
5	$75^\circ$	$75^\circ$	$0^\circ$

#### 2) 굴절

횟수	입사각( $\theta$ )	굴절각( $\theta''$ )	$n = \frac{\sin \theta}{\sin \theta''}$
1	$15^\circ$	$10^\circ$	1.4905
2	$30^\circ$	$20^\circ$	1.4619
3	$45^\circ$	$28^\circ$	1.5062
4	$60^\circ$	$35.5^\circ$	1.4913
5	$75^\circ$	$41^\circ$	1.4723
		평균	1.4844

### 3) 입계각

횟수	입계각 $\theta_c$ (측정값)
1	44
2	44.5
3	44
4	44
5	44
평균	44.1
계산에 의한 입계각	$\theta_c = \sin^{-1} \frac{1}{n} = 42.3512$

## 2. 결과 및 논의

이번 실험에서는 레이저와 프리즘을 이용하여 빛의 반사와 굴절을 확인했다.

'1) 반사'에서는 실험결과 입사각과 반사각이 일치하거나 거의 비슷한 것으로 보아 반사의 법칙을 만족하는 것을 알 수 있다.  
'2) 굴절'에서는 실험결과 입사각보다 굴절각이 더 작은 것을 알 수 있다. 이것은 공의 굴절률이 프리즘의 굴절률보다 작아 굴절률이 작은 쪽에서 큰 쪽으로 굴절이 되기 때문이다.  $n = \frac{\sin \theta}{\sin \theta'}$  식은 스넬의 법칙  $\frac{\sin \theta}{\sin \theta'} = \frac{n_2}{n_1}$ 에서  $n_1$ 이 공기 중이므로  $n_2 = \frac{\sin \theta}{\sin \theta'}$ 가 되는 것이다. 각 경우에서  $n$ 이 비슷한 값을 가지고 있지만 모두 일치하지는 않는다.

이는 레이저 두께로 인해 정확한 각도를 측정하는 것이 어려운 것을 원인으로 볼 수 있다.

'3) 입계각'에서는 실험결과, 모든 횟수에서 입계각이 동일하거나 비슷한 값을 가지고 있다. 계산에 의한 입계각  $\theta_c$ 와 실험에 의한 입계각의 평균 사이에는 어느 정도 차이가 존재하는데 이는 위에서 언급한 레이저 두께로 인해  $\theta$ 를 정확히 측정하지 못하여  $n$ 이 달라져  $n$ 을 통해 계산되는  $\theta_c$ 도 달라진 것이다. 반대로  $\sin \theta_c = \frac{1}{n}$ 이라는 것을 통해  $\sin(44.1)$ 을 구하면 0.6959가 나오며 역수로 바꾸면  $n$ 이 1.4370이 나오게 된다.

이 값도 2)에서 구한  $n$ 의 값인 1.4844와 거의 비슷한 것을 알 수 있다.

## 3. 질 문

(1) 파장이 다른 레이저를 사용할 경우 반사각과 굴절각 중 달라지는 것은 어느 것인가? 그 이유를 설명하라.

파장이 다른 레이저를 사용할 경우 반사각은 동일하고, 굴절각만 달라진다. 굴절은 매질에 따라서 파동의 진행 속도가 달라져서 발생한다.  $v = \frac{c}{n}$  식에 의해 파동의 속력  $v$ 는 파장과 진동수에 비례한다. 따라서 레이저의 파장이 변화하면 파동의 속력이 변해 굴절되는 정도 달라지게 되는 것이다. 반면 반사각은 한 매질에서 반사되어 같은 매질로 이동하는 것이므로 파장과 관계없이 일정하다.

(2) 전반사가 응용되는 예를 설명하라.

전반사가 응용되는 가장 대표적인 예로는 광섬유가 있다. 광섬유는 매우 가늘고 얇은 빛을 쏘면 내부에서 전반사가 일어나 거의 손실없이 다른 쪽으로 이동하게 된다. 이러한 광섬유는 의학 기술에도 이용하는데 두꺼비 피부의 광섬유 무늬를 보며, 한쪽에는 빛을 위암으로 보내고 다른 한 무늬는 반사된 빛을 다시 밖으로 보내어 위암을 검사한다.

# 실험 결과 보고서

## 4-2 광섬유를 이용한 빛의 속력 측정

학과 정보통신공학과 학년 1 학번 1201856 이름 강다영 실험조 C  
 제출일 20.11.19 담당교수 김영현 담당조교 박상혁

### 1. 측정치 및 계산

광원의 파장 = 0.83 ( $\mu\text{m}$ )

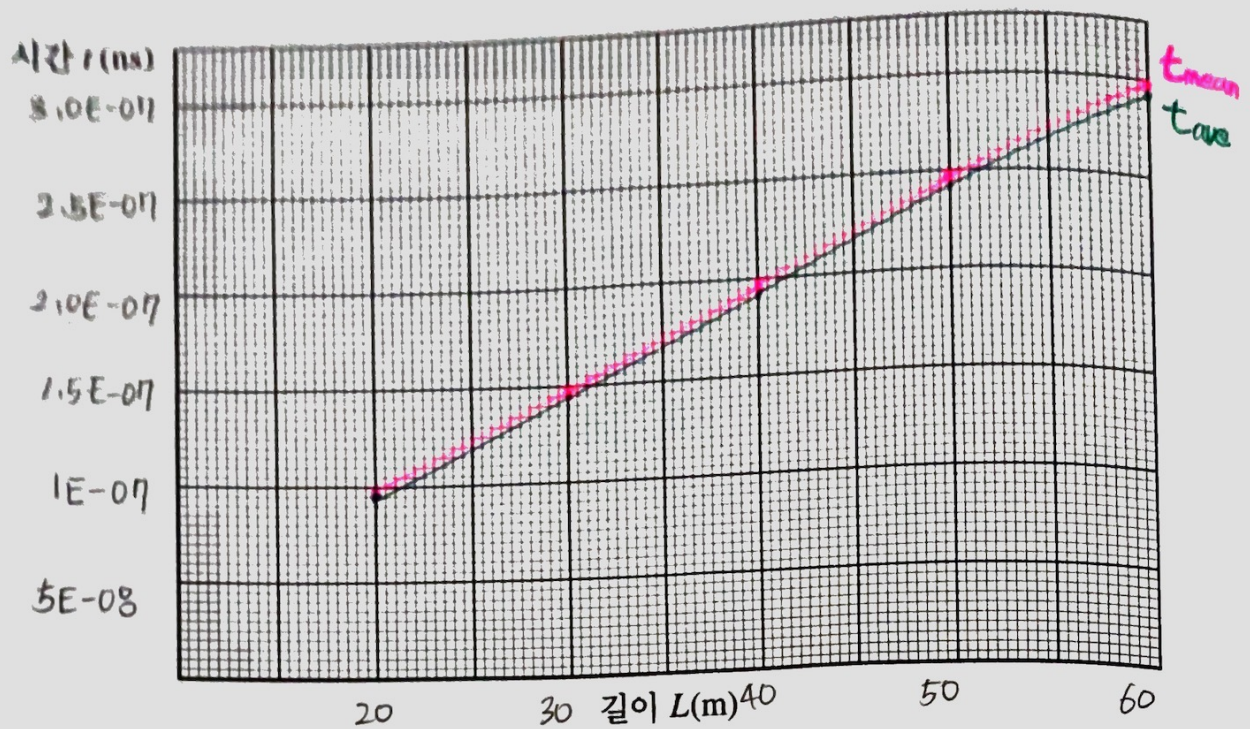
코어 굴절률  $n_{\text{core}} = \underline{\hspace{1cm}} 1.460$

클래드 굴절률  $n_{\text{clad}} = \underline{\hspace{1cm}} 1.4525$

광섬유 길이 L (m)	빛의 진행 시간( s )				광섬유내 빛 속도(m/s)		
	$t_{\text{max}} = n_{\text{core}} \cdot L/c$	$t_{\text{min}} = n_{\text{clad}} \cdot L/c$	평균 $t_{\text{ave}}$	측정시간 $t_{\text{meas}}$	$L/t_{\text{ave}}$	$L/t_{\text{meas}}$	차이
20	$97.3 \times 10^{-9}$	$97.03 \times 10^{-9}$	$97.1 \times 10^{-9}$	$98 \times 10^{-9}$	$2.06 \times 10^8$	$2.04 \times 10^8$	$1.927 \times 10^6$
30	$146 \times 10^{-9}$	$145.2 \times 10^{-9}$	$145.6 \times 10^{-9}$	$148 \times 10^{-9}$	$2.06 \times 10^8$	$2.03 \times 10^8$	$3.306 \times 10^6$
40	$194.7 \times 10^{-9}$	$193.7 \times 10^{-9}$	$194.2 \times 10^{-9}$	$198 \times 10^{-9}$	$2.06 \times 10^8$	$2.02 \times 10^8$	$3.988 \times 10^6$
50	$243.3 \times 10^{-9}$	$242.1 \times 10^{-9}$	$242.7 \times 10^{-9}$	$246 \times 10^{-9}$	$2.06 \times 10^8$	$2.03 \times 10^8$	$2.757 \times 10^6$
60	$292 \times 10^{-9}$	$290.5 \times 10^{-9}$	$291.2 \times 10^{-9}$	$298 \times 10^{-9}$	$2.06 \times 10^8$	$2.01 \times 10^8$	$4.666 \times 10^6$
평균					$2.06 \times 10^8$	$2.027 \times 10^8$	$3.329 \times 10^6$

\* 진공에서의 빛 속력  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$





※ 광섬유 길이에 따른 빛 통과 시간의 측정값과 계산값을 실선과 점선으로 같이 그려 보고, 각 그래프의 기울기의 역수로 부터 광섬유 내에서의 빛 속력과 굴절률을 구해 보시오. ( $t = L/v$ ,  $n = c/v$ )

## 2. 결과 및 논의

이번 실험에서는 광섬유에서 빛이 진행하는 시간을 측정하여 광섬유에서의 빛의 속도를 구했다.  
 $t_{mean}$  값을 실험에서 구할 때는 짧은 광섬유를 연결했을 때의 포스트스코프에 보이는 함수의 파고 위치와 20-60m의 광섬유를 이용했을 때 떨어지는 함수의 파고 위치의 차이를 이용하여 측정했다.  
 광섬유의 길이가 20에서 60m까지 늘어날수록  $t_{mean}$ 이 크게 측정하는데 이는 광섬유가 길어질수록 줄어드는 빛의 파장이 생기기 때문이다. 또  $c = \frac{L}{t_{mean}}$  라는 것을 통해  $c$ 는 일정하므로 광섬유의 길이가 길어지면  $t_{mean}$ 도 길어지게 되는 것이다. 광섬유의 길이가 10배가 되면  $t_{mean}$ ,  $t_{ave}$  값들도 10배가 된다.  $L=20m$ 일 때의  $t_{mean}$ 이  $9.8 \times 10^{-9}s$ ,  $L=40m$ 일 때의  $t_{mean}$ 이  $1.96 \times 10^{-8}s$  라는 것을 통해  $L=20m$ 에서  $L=40m$ 에서의 2배 차이가 된다는 것을 알 수 있다. 또한 위의 그래프에서도 선형적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 측정값과 빛의 속력은  $2.027 \times 10^8$ ,  $2.06 \times 10^8$ 이 나왔는데 기존 광속인  $3.0 \times 10^8$ 보다 작은 이유는 실험이 진공상태가 아닌 공기 중에서 진행되어서라고 볼 수 있다.

### 3. 질 문

(1) 빛의 속력을 측정하는 방법에는 어떤 것들이 있는가?

현재에 이르기까지 많은 과학자들이 빛의 속력을 측정하기 위해 다양한 방법을 이용해왔다. 예를 들면 목성과 지구 사이의 통신비크를 이용하여 측정하는 파조의 방법이 있다. 또 빛을 렌즈나 반투명경, 또 다른 쪽으로 거울을 반사시키면 빛이 돌아게 되고 간섭계를 통해 빛의 속도를 측정가능하다.

(2) 물속에서의 빛의 속력  $v$ 는 얼마인가? 진공에서의

물( $20^{\circ}\text{C}$ )의 굴절률은 1.33이다. 굴절률  $n = \frac{c}{v}$ .  $c$ 은 빛의 속도,  $v$ 는 물에서의 빛의 속도라고 하면

물에서의 빛의 속도  $v = \frac{c}{n}$ 가 된다.  $n=1.33$ 이고  $c$ 는  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 라 하면  $v = \frac{3 \times 10^8}{1.33} = 2.2556 \times 10^8 \text{ m/s}$ 가 된다. 따라서 물속에서의 빛의 속력  $v$ 는  $2.2556 \times 10^8 \text{ m/s}$ 이다.