

길이 및 곡률반경 측정

1. 실험 목적

- (1) 물체를 측정하는 방법을 익힌다.
- (2) 유효숫자 및 오차와 표준편차의 개념을 이해한다. ([오차에 대해 알려면 클릭!](#))
- (3) 버니어 캘리퍼스, 마이크로미터, 구면계 등 기본적인 측정 장치의 원리를 이해한다.

2. 실험 장치 및 사용방법 (해당기기를 클릭하면 그에 대한 설명이 링크되어 있습니다.)

(1) 실험 장치

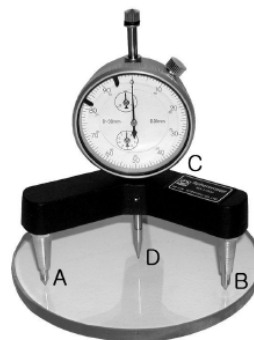
- (a) [마이크로미터\(Micrometer\)](#)



- (b) [버니어캘리퍼스\(Vernier Calliper\)](#)



- (c) [구면계\(spherometer\)](#)



(2) 측정 시료

측정시료들



직육면체



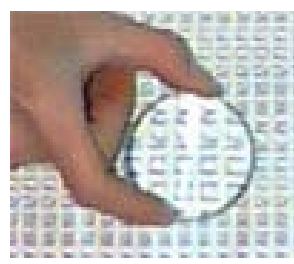
원형 탐



동근막대



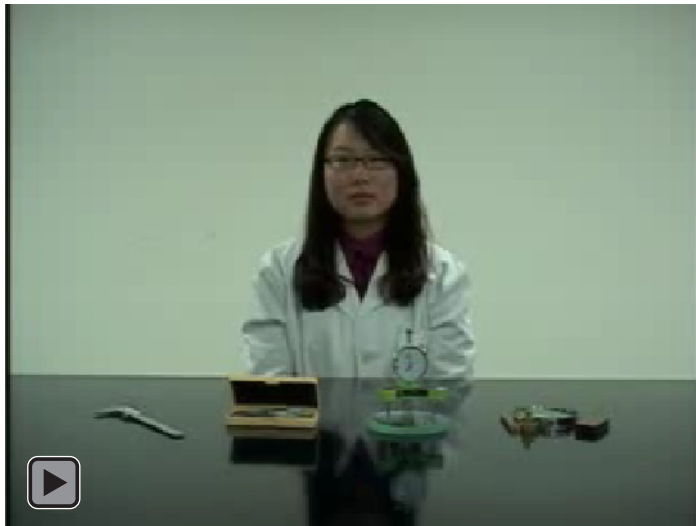
사각막대



볼록렌즈

3. 실험절차

◆ 설명 동영상 : (동영상이 재생되지 않으면 [여기를 클릭하세요.](#))



(1) 버니어 캘리퍼스

- 버니어 캘리퍼스의 영점을 확인한 후, 주어진 원통의 내경, 외경, 깊이와 높이를 차례로 10회씩 측정하여 그들의 평균과 표준오차를 구한다.
- 측정이 끝나면 반드시 고정 나사를 죄어 부척을 고정시킨다.

(2) 마이크로미터

- 잠금쇠를 푼 다음 그림 5의 A와 C사이에 아무 것도 끼우지 않고 E를 가만히 돌린다. A와 C가 서로 접하면 E가 헛돈다. 이때의 B와 D로 영점을 정한다.
- 주어진 철사의 직경과 커버 글라스의 두께를 차례로 10회씩 측정한 후 영점값을 이용하여 보정한 후 평균과 표준오차를 구한다.
- 측정이 끝나면 잠금쇠를 잠근다.

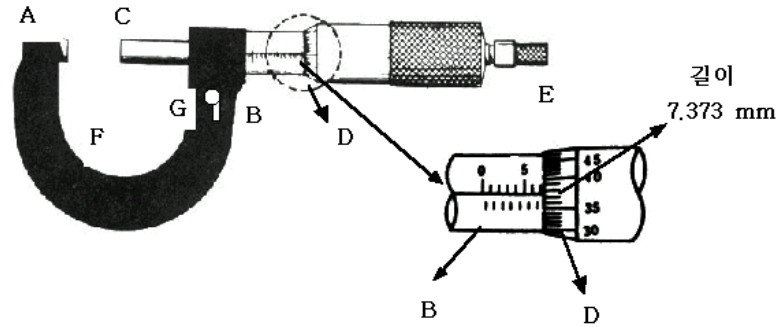


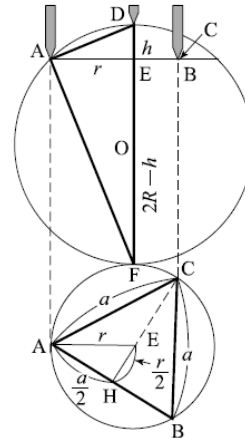
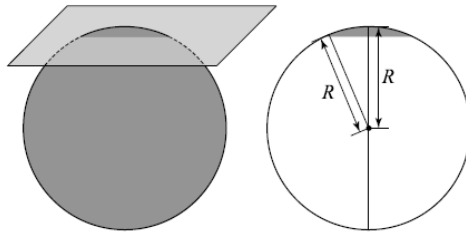
그림 5.

(3) 구면계

- 구면계를 평면 유리판 위에 놓고 영점 조정을 한다(다이얼게이지의 총 유동폭은 30mm이다. 즉 평면에 놓았을 때 다이얼 게이지 눈금은 15.0mm를 가리키게 된다. 회전 눈금판을 회전시켜 눈금판의 0점이 큰 바늘 끝을 가리키도록 한다.) 영점을 맞출 수 없는 경우 현재 눈금을 읽어 기준값(h_1)으로 사용한다.
- 볼록렌즈 위에 구면계를 조심스럽게 올려놓고 높이 h_2 를 1/100mm 단위까지 읽는다. (여기서 측정한 값에서 앞 과정의 영점의 눈금값(h_1)을 빼면 높이 h 를 얻을 수 있다. 볼록렌즈는 양의 값을, 오목렌즈는 음의 값을 가지게 된다.)
- 다시 평면유리판 위에 놓고 영점 조절을 하고 앞의 (a) ~ (b)의 과정을 10회 반복하여 평균값 $\bar{h}$ 를 구한다.
- 구면계를 평평한 백지 위에 놓고 가볍게 눌러 $\triangle ABC$ 의 각 정점에서 자국을 낸다. 이 점을 꼭지점으로 하는 정삼각형의 한 변의 길이 a 를 버니어 캘리퍼스로 측정한다. 5회 측정하여 평균값 $\bar{a}$ 를 구한다.
- 구면경의 곡률반경 R 은 앞에서 구한 h 와 a 로부터 다음 식으로 구할 수 있다(구면계 설명 참고). 곡률반경 R 과 표준오차 ΔR 을 구한다.

$$R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2}$$





[그림 7] 평면 볼록렌즈의 구조 [그림 8] 구면계의 원리

● 실험 예



캘리퍼스로 내경 측정



캘리퍼스로 두께 측정



마이크로미터로 두께 측정

※유의할 점

1. 모든 측정 계기에는 영(0)점이 있기 마련이다. 측정하기 전에 영점을 맞추지 않으면 측정값이 무의미해진다.

따라서 각 측정 장치로 측정하기 전에 **매번 영점 조정**을 해 주어야 한다. 만약 영점 조정을 할 수 없는 경우에는 영점의 값을 측정치에서 빼주어야 한다.

(예: 캘리퍼스가 이를 완전히 다물었을 때 0.05mm를 가리키고 측정값이 100mm가 되었다면 실제 측정값은 99.5mm이다.)

2. 보고서를 작성할 때는 측정회수, 평균값, 표준오차 등이 모두 나타나도록 해야 한다

3. 마이크로미터로 측정할 때 매번 힘을 가하는 힘이 달라지면 정확한 측정을 할 수 없다. **측정면이 물체에 닿을 때는 작은 나사를 돌려서** 닿도록 해야 한다.

학과/분반	/ 반		실험일시		
실험조			이름		

4. 측정 결과

(1) 버니어 캘리퍼스 (단위: mm)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균 값	표준 오차
직육면체	길이												
	너비												
	높이												
원기둥	지름												
	길이												
사각기둥	밑변 1												
	밑변 2												
	길이												
원뿔	외경 (대)												
	외경 (중)												
	외경 (소)												
	내경												
	깊이												
	높이 (1)												
	높이 (2)												
	높이 (3)												

(2) 마이크로미터 (단위: mm)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균값	표준오차
직육면체	높이												
동근막대	지름												
사각막대	밀변 1												
	밀변 2												
원형 탐	외경												
	높이												
종이	두께												

(3) 구면계 (구면계의 세 발을 A, B, C라고 하면)(단위: mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균치	표준오차
0점의 위치(h_1)												
높이 (h_2)												
실제높이 (h_2-h_1)												
AB 거리												
BC 거리												
CA 거리												
거리의 평균(a)												
곡률반경 [mm]												

5. 고찰할 것

(1) 버니어 캘리퍼스와 마이크로미터의 측정 분해능(resolution)은 어느 것이 얼마나 좋은지 생각하고, 어느 것이 정밀한 측정에 어울리는지 생각해보라.

(2) 측정의 정밀도(precision)는 측정치의 오차 정도를 가리키는 것으로 관측의 균질성을 나타내며, 관측된 값의 편차가 적을수록 정밀하다. 정밀도에 정확도(accuracy)는 포함되지 않으며, 일반적으로 표준편차나 상대 표준편차로 나타낸다. 정확도는 측정하거나 계산된 양이 실제값과 얼마나 가까운지를 나타내는 기준이며, 관측의 정교성이나 균질성과는 무관하다. 정밀하지만 정확하지 않은 경우와 정확하지만 정밀하지 않은 경우의 예를 생각해보라.

(3) 단순한 장치로 정밀한 측정을 하기 위해서는 어떻게 해야 하는가 ?