

일반물리실험 보고서

대학	실험실:
학부(과)	실험조: 조
담당교수:	실험자:
담당조교:	학 번:
실험일자: 년 월 일	공동실험자:

측정과 오차

1. 목적

측정을 통해서 오차와 편차의 차이를 이해하고 표준편차, 표준오차, 확률오차를 구해 봄으로써 불확도(Uncertainty)에 의한 실험값의 정확한 표현 방법을 배운다.

2. 실험 기구 및 재료

쇠자, Scale Stopper, 버니어캘리퍼스, 마이크로미터, 알루미늄 직육면체, 룡 너트, 철사, 구리선

3. 이론

기구나 장치를 이용하여 시간, 길이, 질량, 온도 등과 같은 물리량을 수치화 하는 일련의 활동을 측정이라고 한다. 측정에 있어서 100% 정확한 측정은 존재하지 않으므로 물리량 측정에서는 **측정한 양의 크기와 어느 정도의 정확성**을 가지는 지를 알아야 하고 표시해야 하므로 **오차와 편차**에 대한 차이점을 이해해야 한다.

측정된 물리량의 수치적 정확도는 **오차**로 표현하지만 일반적인 실험이나 측정에서는 참값을 알 수 없는 경우가 대부분이므로 **편차**로 표현한다. 측정값을 x_i , 참값을 t , 최확값을 p 라고 하면 **오차**(e_i)와 **편차**(ρ_i)는 다음과 같이 구분해서 표현할 수 있다.

○ 오차: $e_i = x_i - t$

○ 편차: $\rho_i = x_i - p$

오차와 편차를 계산하기 위해서는 먼저 참값과 최확값을 알아야 하는데 대부분의 경우 참값을 알 수 없으며 협약에 의해서 정해진 물리상수를 협정참값으로 하여 오차를 계산하고 그 외의 참값이 존재하지 않는 경우 최확값을 사용하여 편차를 계산한다.

일반적으로 실험에서는 측정값들의 평균값 \bar{x} 를 최확값 p 으로 해서 각각의 측정값 들의 편차를 구하고 이들 편차로부터 우리가 구하려는 측정 참값 t 가 어느 정도의 정밀성을 가지는 지를 나타내는 표준편차(σ), 표준오차(σ_m), 확률오차(ϵ_m)와 같은 불확도(Uncertainty) Δx 를 계산한다. 그리고 그 식들은 다음과 같다.

○ 표준편차(평균자승오차): $\left[s = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}} \text{ (모집단)} \right], \left[\sigma = \sqrt{\frac{\sum \rho_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \text{ (표본)} \right]$

○ 표준오차(평균의 표준편차): $\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum \rho_i^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

○ 확률오차: $\epsilon_m = 0.6745 \sigma_m$ (평균값)

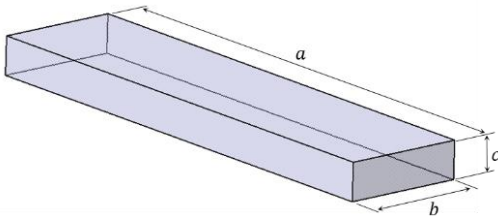
여기서 확률오차의 0.6745 는 **측정 참값 t 가 $\bar{x} - \Delta x < t < \bar{x} + \Delta x$ 범위에 존재할 확률이 50%**가 되게 하는 값이며 확률에서 신뢰계수라 하고 표준정규분포표로부터 계산되어진다. 신뢰도가 90%, 95%, 99%일 때 각각의 신뢰계수는 1.6449, 1.9600, 2.5757 이다.

본실험에서는 이들 불확도 중에서 확률오차(ϵ_m)를 사용하여 **측정 참값 t** 을 표현하며 다음과 같다.

$$t = \bar{x} \pm \Delta x = \bar{x} \pm \epsilon_m$$

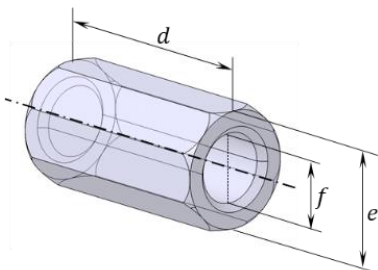
4. 측정값

4.1. 자에 의한 물체의 길이 측정



횟수	측정값 x_i (m)		
	a	b	c
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

4.2. 버니어캘리퍼스에 의한 물체의 길이 측정



횟수	측정값 x_i (m)		
	d	e	f
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

4.3. 마이크로미터에 의한 철사, 구리선의 지름 측정

횟수	측정값 $x_i(m)$	
	철사	구리
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

5. 계산

5.1. 자에 의한 물체의 길이 측정

측정 위치		$a(m)$		$b(m)$		$c(m)$	
합계 ($\sum x_i$)							
평균 (\bar{x})							
편차	횟수	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
합계							
표준편차 (σ)							
표준오차 (σ_m)							
확률오차 (ϵ_m)							

5.2. 버니어캘리퍼스에 의한 물체의 길이 측정

측정 위치		$d(m)$		$e(m)$		$f(m)$	
합계 ($\sum x_i$)							
평균 (\bar{x})							
편차	횟수	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
합계							
표준편차 (σ)							
표준오차 (σ_m)							
확률오차 (ϵ_m)							

5.3. 마이크로미터에 의한 금속선들의 지름 측정

종류		금속선1 (m)		금속선2 (m)	
합계 ($\sum x_i$)					
평균 (\bar{x})					
편차	횟수	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
합계					
표준편차 (σ)					
표준오차 (σ_m)					
확률오차 (ϵ_m)					

6. 실험 결과

측정 기구	측정 항목	측정 결과 (m)	
자	직육면체	a	\pm
		b	\pm
		c	\pm
버니어캘리퍼스	롱 너트	d	\pm
		e	\pm
		f	\pm
마이크로미터	금속선1	\emptyset	\pm
	금속선2	\emptyset	\pm

7. 토의 및 검토

- 1) 측정된 값들과 측정기구의 해상도를 가지고 정확도와 정밀도를 논해 본다.
- 2) 구해진 불확도로 결과값들의 자릿수를 어떻게 결정했는지를 설명해 본다.

8. 결론