

일반물리실험 보고서

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

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, 롱 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: $\epsilon = 0.6745 \sigma$ (단일 측정값), $\epsilon_m = 0.6745 \sigma_m$ (평균값)

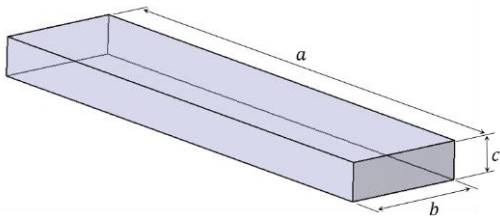
여기서 확률오차의 0.6745 는 측정 참값 t 가 $\bar{x} - \Delta x < t < \bar{x} + \Delta x$ 범위에 존재할 확률이 50%가 되게 하는 값이며 확률에서 신뢰도라 하고 표준정규분포표로부터 계산되어진다. 신뢰도가 90%, 95%, 99%일 때 각각 1.6449, 1.9600, 2.5757 이다.

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

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

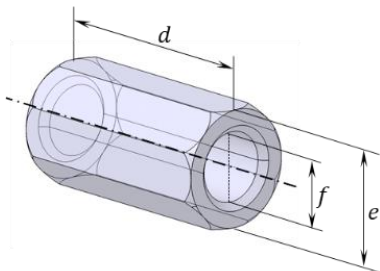
4. 측정값

4.1. 자에 의한 물체의 길이 측정



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

4.2. 버니어캘리퍼스에 의한 물체의 길이 측정



| 회수 | 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 철사, 구리선의 지름 측정

| 종류 | | 철사(m) | | 구리선 (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 | 철사1 | \emptyset | \pm |
| | 철사2 | \emptyset | \pm |

7. 토의 및 검토

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

8. 결론