제19회 이베로아메리카 물리 올림피아드
아순시온 – 파라과이
2014. 9. 30.
실험 시험

금속의 영률을 실험으로 측정하기

길이 L_0인 막대에 힘 F가 작용하면 ΔL만큼 변형된다. 그림 1을 보아라.
변형률 ϵ는 원래 단위 길이당 길이 변화로 정의한다. $\left(\epsilon = \dfrac{\Delta L}{L_0}\right)$. 막대의 단위 단면적당 힘 $\sigma = \frac{F}{A}$ 을 *응력*이라고 한다. 탄성체의 작은 변형에서는 다음이 성립한다:

$$\sigma = Y\epsilon.$$

상수 Y는 막대 재료의 탄성 계수인 *영률*이다.

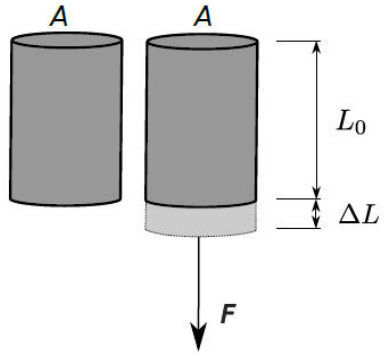


그림 1: 길이 L_0, 단면적 A인 선에 힘 F를 가하면 ΔL만큼 늘어난다.

이 실험은 가로 방향 힘으로 휘어진 막대를 이용하여 영률을 구한다. 한 점이 고정된 막대에 질량 m을 매달면 그림 2처럼 기하학적 형태에 따라 휜다. 단면이 균일하고 질량을 무시할 수 있는 막대의 휨은 다음과 같다:

$$y = \frac{mg}{2YI_a}\left(Ld^2 - \frac{d^3}{3}\right), \tag{1}$$

여기서 L은 막대 길이, d는 고정점과 하중 사이 거리이며, I_a는 다음과 같이 계산하는 *단면 2차 모멘트*이다:

$$I_a = \frac{ba^3}{12}, \tag{2}$$

여기서 a는 막대의 두께, b는 폭이다.

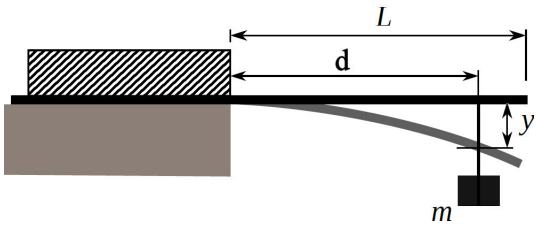


그림 2: 하중에 의해 휘어진 막대.

제공되는 실험 기구:

- 길이 약 1 m인 막대.
- 줄자.
- 클램프 두 개.
- 나무판 두 개.
- 정확도 0,01g인 전자저울로 측정하여 표시한 추 세트.
- 버니어 캘리퍼스.
- 모눈종이.
- 실.
- 접착테이프.

고려 사항 및 문항:

1. a, b, d, L의 값과 각 측정 기구를 명시하여라. 막대 질량의 영향을 줄이기 위해 L을 0,60 m 이하로 하는 것이 좋다. (2.0점)
2. 매단 질량 m에 따른 막대의 가로 휨 y를 측정하여 표로 제시하여라. (5.0점)
3. 위 표의 값을 그래프로 나타내어라. (2.0점)
4. 재료의 영률을 구하여라. (6.0점)
5. Y의 불확도를 추정하고 근거를 제시하여라. (5.0점)

결과는 SI 단위로 나타내어라. $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$로 두어라.