

운동량과 역학적에너지 보존

1. 목적

운동하는 두 물체가 충돌 전후로 전체 선운동량이 보존됨을 확인하고, 역학적에너지 보존이 충돌 전후로 보존되는 조건을 확인한다.

2. 이론

(자세한 이론 설명은 실험 교재(일반물리학 실험)를 참조)

일차원 운동을 하는 두 물체가 충돌하는 경우 외력이 작용하지 않는 한 전체 운동량은 충돌 전후로 보존된다.

$$p_i = m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_{1f} + m_2v_{2f} = p_f$$

여기서 첨자 1과 2는 다른 물체임을 의미하고, i 와 f 는 충돌 전과 후 상태를 나타낸다. 이 원리를 운동량 보존이라 하고 충돌에 관한 운동학을 설명할 때 아주 유용하다.

3. 실험장치 및 기구

- (1) 에어트랙(air track), 압축공기 공급장치(air supply)
- (2) 포토게이트 타이머(photogate timer), 포토게이트(photogate)
- (3) 글라이더(glider) 2개, 플래그(flag) 2개, 범퍼(bumper with holder) 2개
- (4) 미터자, 받침목, 수평자

4. 실험방법

실험준비

- (1) 충돌 실험에 앞서 수평자를 이용하여 에어트랙의 수평을 정밀하게 맞춘다.
- (2) 에어트랙 위에 적당한 간격으로 두 포토게이트를 설치한다.
- (3) 플래그의 길이 L 을 측정하여 기록하고, 각 글라이더에 플래그와 범퍼를 장착한다. 범퍼는 글라이더를 탄성충돌을 시키는 역할을 한다.
- (4) 두 글라이더의 질량 m_1 과 m_2 를 측정하고, 에어트랙의 양쪽 편에 올려놓는다.
- (5) 두 포토게이트 타이머를 gate 모드로 놓는다. 여기서 포토게이트 타이머의 read기능을 사용하는 경우, read를 누르게 되면 플래그가 통과하는데 걸린 시간(t_1+t_2)이 누적되어 나오므로 유의하여 실험을 진행한다.
- (6) 이 실험에서 글라이더 2는 초기에 멈춰있고, 글라이더 1이 미끌어져와서 충돌한다.

A. 탄성충돌: $m_1 = m_2$ 인 경우

- (1) 두 글라이더의 질량이 같도록 아무런 추를 글라이더에 올려놓지 않는다.
- (2) 글라이더 2를 두 포토게이트의 중간에 놓고 글라이더 1을 왼쪽 포토게이트 1의 왼편에서부터 글라이더 2쪽으로 민다.
- (3) 글라이더 1의 플래그가 포토게이트 1을 지나는데 걸리는 시간 t_{1i} 와 충돌 후 글라

이더 2가 포토게이트 2를 지나는데 걸리는 시간 t_{2f} 를 측정하여 이로부터 글라이더들의 충돌 전후 속도를 구한다: $v_{1i} = L/t_{1i}$, $v_{1f} = L/t_{1f}$...

(4) 과정 (2)~(3)을 5회 반복하고, 충돌 전후의 운동량과 운동에너지가 보존되는지 알아 본다.

B. 탄성충돌: $m_1 > m_2$ 인 경우

- (1) 글라이더 1 위에 추를 올려놓아 글라이더 2에 비해 무겁게 한다.
- (2) 실험 A의 (2)와 동일하게 글라이더들을 놓고 충돌시킨다.
- (3) 실험 A의 (3)과 동일하게 수행하는데, 충돌 후 글라이더 1이 포토게이트 2를 지나는데 걸리는 시간 t_{1f} 도 측정하여, 글라이더들의 충돌 전후 속도를 구한다.
- (4) 실험 A의 (4)와 동일하게 수행한다.

C. 탄성충돌: $m_1 < m_2$ 인 경우

- (1) 글라이더 2 위에 추를 올려놓아 글라이더 1에 비해 무겁게 한다.
- (2) 실험 A의 (2)와 동일하게 글라이더들을 놓고 충돌시킨다.
- (3) 실험 A의 (3)과 동일하게 수행하는데, 충돌 후 글라이더 1이 포토게이트 1을 지나는데 걸리는 시간 t_{1f} 도 측정하여, 글라이더들의 충돌 전후 속도를 구한다.
- (4) 실험 A의 (4)와 동일하게 수행한다.

D. 비탄성충돌: $m_1 = m_2$ 인 경우

- (1) 두 글라이더의 범퍼를 비탄성충돌용으로 교체한다.
- (2) 실험 A의 실험과정 (1)~(4)를 수행한다.

E. 비탄성충돌: $m_1 > m_2$ 인 경우

- (1) 실험 D와 마찬가지로 범퍼를 비탄성충돌용으로 사용한다.
- (2) 실험 B의 실험과정 (1)~(4)를 수행한다.