

실험 4-1 폭발에서 운동량 보존

1. 목적

서로 밀어내는 두 글라이더의 운동량 보존에 대해 알아본다.

2. 이론

두 글라이더가 서로 밀어내고 알짜 힘이 존재하지 않는다면, 두 글라이더의 전체 운동량은 보존된다. 이 계는 처음에 정지된 상태에 있으므로, 두 글라이더의 나중 운동량은 크기는 같고 방향은 반대가 된다. 따라서 이 계의 총 운동량은 0 이 된다.

$$p = m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0 \quad (1)$$

따라서, 글라이더의 나중 속력 비는 수레의 질량비의 역수와 같다.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (2)$$

이 실험을 간단히 하기 위해서, 정지 상태에 있는 글라이더의 출발점은 글라이더가 동시에 트랙의 끝에 도달하도록 정한다. 거리를 시간으로 나눈 값, 즉 속력은 글라이더가 움직인 시간이 같으므로 움직인 거리를 측정함으로써 다음과 같이 알아낼 수 있다.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{\Delta x_1}{\Delta t}}{\frac{\Delta x_2}{\Delta t}} = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} \quad (3)$$

결국 거리의 비는 질량비의 역수와 같다.

$$\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (4)$$

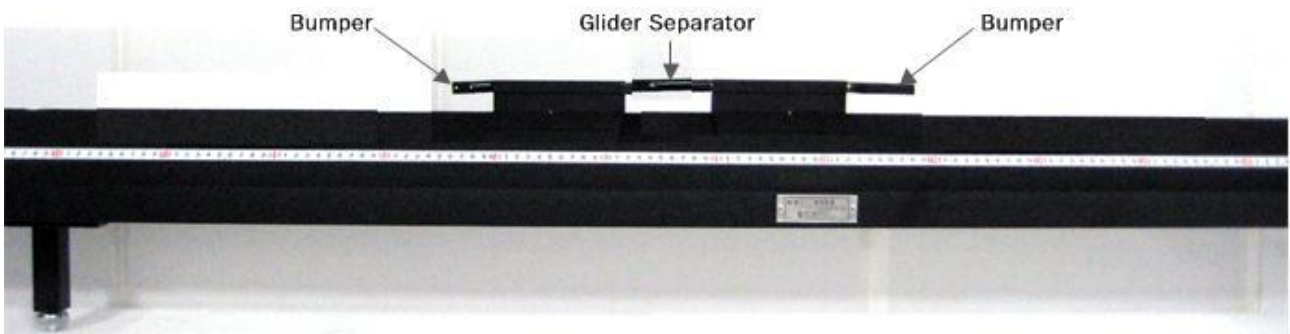
3. 기구와 장치

기구와 장치	Equipment	수량	비고
2m 트랙	2m Air Track	1	
수평계	Level	1	공용
에어블로어	Air Blower	1	
글라이더	Glider	2	
충돌용범퍼	Bumper	2	
추	Mass Set	several	
글라이더분리기	Glider Separator	1	
전자 저울	Balance	1	공용

4. 실험방법

주 의 사 항

- 글라이더가 트랙에 직접 부딪치지 않도록 충돌면에 항상 범퍼를 장착한다.
- 글라이더에 추를 엮을 때는 좌우 대칭이 되도록 양쪽에 같은 질량을 놓는다.
- 글라이더가 트랙을 이탈해서 떨어지지 않도록 조심해서 실험한다.



[그림 1]

- (1) 그림과 같이 에어트랙에 글라이더를 올려놓고, 글라이더가 가속되지 않도록 에어트랙의 수평을 조절한다. 수평은 두 글라이더를 에어트랙에 올려 놓고 글라이더가 마찰없이 움직이는 상황(마찰음이 없는 상황)에서 두 글라이더가 어느 한쪽으로 쏠리지 않도록 조정한다.
- (2) 다음의 각 경우에 대하여 글라이더 분리기가 두 글라이더를 밀어 낼 수 있도록 장치한다. 분리기 반대쪽 글라이더에는 범퍼를 장착한다.
- (3) 분리기의 핀을 제거하여 두 글라이더의 움직임을 트랙의 끝까지 관찰한다. 두 글라이더가 같은 시간에 트랙의 끝에 도달할 때까지 초기 위치를 바꾸며 실험한다. 그리고 나서 두 글라이더의 질량과 초기 위치를 기록한다.

경우 1 : 같은 질량의 글라이더

(글라이더에 추가 무게추 없이 사용)

경우 2 : 다른 질량의 글라이더

(한 글라이더에는 두 개의 50g 무게추, 다른 글라이더에는 추가 무게추 없이)

경우 3 : 다른 질량의 글라이더

(한 글라이더에는 두 개의 100g 무게추, 다른 글라이더에는 추가 무게추 없이)

경우 4 : 다른 질량의 글라이더

(한 글라이더에는 두 개의 100g 무게추, 다른 글라이더에는 50g 두 개의 무게추)

5. 실험결과

질량 1	질량 2	위치	X1	X2	X1/X2	m2/m1

- (1) 각 경우에 대하여 출발점으로부터 끝점까지 이동한 거리를 계산하여라.
- (2) 이동한 거리의 비를 계산하여라.
- (3) 질량 비를 계산하여라.

6. 질문

- (1) 각 경우에 대하여 거리 비와 질량비가 같은가? 즉, 운동량이 보존되는가?
- (2) 서로 다른 질량을 가진 글라이더가 서로 밀쳐낼 때, 어느 글라이더가 더 큰 운동량을 갖는가?
- (3) 서로 다른 질량을 가진 글라이더가 서로 밀쳐낼 때, 어느 글라이더가 더 큰 운동에너지를 갖는가?

7. 일반물리학 관련 교과

- (1) 9 장 입자 계

실험 4-2 충돌에서의 운동량 보존(뉴턴의 제 3 법칙)

1. 목적

탄성 충돌과 비탄성 충돌일 때의 운동량 보존에 대해 정성적으로 알아본다.

2. 이론

두 글라이더가 서로 충돌할 때, 두 글라이더의 총 운동량 $\vec{p} = m\vec{v}$ 은 항상 보존된다.

탄성 충돌이란 두 글라이더가 운동에너지의 손실 없이 튕겨져 나가는 것이다. 이 실험에서는 충돌 시에 마찰에 의한 에너지 손실을 최소화하기 위하여 고무줄 범퍼를 사용하였다. 사실상 이 ‘탄성’충돌은 약간 비탄성이다. 완전 비탄성 충돌은 두 글라이더가 서로 부딪혀서 서로 달라붙는 것을 말하며, 이 실험에서는 두 글라이더에 바늘과 고무찰흙을 사용하여 이루어진다.

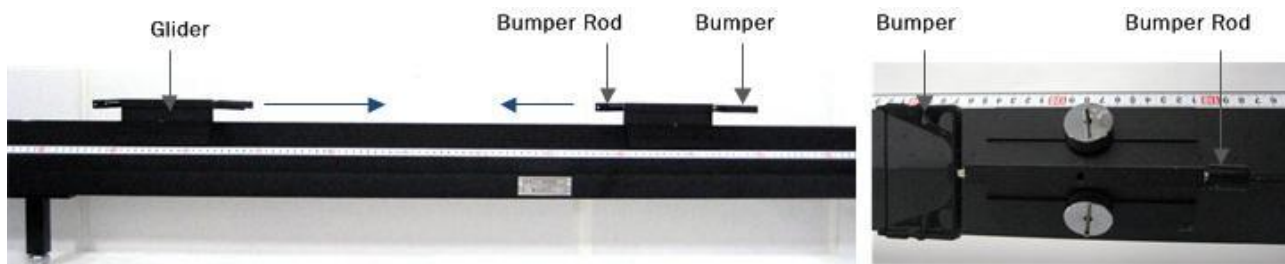
3. 기구와 장치

기구와 장치	Equipment	수량	비고
2m 트랙	2m Air Track	1	
수평계	Level	1	공용
에어블로어	Air Blower	1	
글라이더	Glider	2	
블레이드	Glider Blades	2	
충돌용범퍼	Bumper	2	
범퍼막대	Bumper Rod	2	
완전비탄성키트	Inelastic Collision Kit	1	
추	Mass Set	several	
전자 저울	Balance	1	공용
포토게이트	Photo-Gate Timer	2	

4. 실험방법

주 의 사 항

- 글라이더가 트랙에 직접 부딪치지 않도록 충돌면에 항상 범퍼를 장착한다.
- 글라이더에 추를 엮을 때는 좌우 대칭이 되도록 양쪽에 같은 질량을 놓는다.
- 글라이더가 트랙을 이탈해서 떨어지지 않도록 조심해서 실험한다.



[그림 2]

- (1) 그림과 같이 에어트랙에 범퍼, 범퍼 막대, 블레이드를 장착하고, 글라이더가 가속되지 않도록 에어트랙의 수평을 조절한다. 수평은 두 글라이더를 에어트랙에 올려 놓고 글라이더가 마찰없이 움직이는 상황(마찰음이 없는 상황)에서 두 글라이더가 어느 한쪽으로 쏠리지 않도록 조정한다.
- (2) 에어블로어를 작동하고 글라이더의 마찰이 없는 상태에서 다음의 각 경우에 대하여 두 개의 다이어그램(충돌전과 충돌 후)을 그린다.
각 다이어그램에서는 근사적으로 글라이더의 상대적인 속도만큼 길이로 각 글라이더의 속도벡터를 표시한다.

i) 탄성충돌

(A) 질량이 같은 수레

- 두 글라이더의 범퍼와 범퍼 막대가 서로 향하도록 놓는다. 글라이더의 균형을 위해서 반대쪽에는 거꾸로 범퍼 막대와 범퍼를 꼽아 둔다. 근사적으로 범퍼와 범퍼 막대의 질량은 같다.
- 경우 1: 트랙의 가운데에 글라이더 하나를 위치한다. 다른 글라이더에 손으로 밀어서 초기 속도를 주어 정지해있는 글라이더와 부딪히게 한다.
- 경우 2: 두 글라이더를 트랙의 양끝에 각각 놓고 시작한다. 각 글라이더를 거의 같은 속도로 밀어 주어 서로 부딪히게 한다.
- 경우 3: 두 글라이더를 트랙의 한쪽 끝에 놓고 시작한다. 첫 글라이더에 낮은 속도를 주고 두 번째 글라이더에 좀더 빠른 속도를 주어 두 번째 글라이더가 첫 번째 글라이더를 따라잡을 수 있게 한다.

(B) 질량이 다른 수레

- 50g 무게추 두 개를 한 글라이드 양쪽에 올려놓아 그 글라이더의 질량($M+100g$)이 다른 글라이더의 질량(M)과 다르게 한다.
- 경우 1: 트랙의 가운데에 질량 $M+100g$ 인 글라이더가 정지상태에 있게 한다. 다른 글라이더에 초기 속도를 주어 정지해 있는 글라이더와 부딪히게 한다.
- 경우 2: 트랙의 가운데에 질량 M 인 글라이더가 정지상태에 있게 한다. 질량 $M+100g$ 인 글라이더에

초기속도를 주어 정지해 있는 글라이더와 부딪히게 한다.

경우 3: 두 글라이더를 트랙의 양끝에 각각 놓고 시작한다. 각 글라이더를 거의 같은 속도로 밀어 주어 서로 부딪히게 한다.

경우 4: 두 글라이더를 트랙의 한쪽 끝에 놓고 시작한다. 첫 글라이더에 느린 속도를 주고 두 번째 글라이더에 좀 더 빠른 속도를 주어 두 번째 글라이더가 첫 번째 글라이더를 따라 잡을 수 있게 한다. 이 경우는 다음 두 방법에 대해 행한다. : 첫 글라이더 질량이 M 일 때 와 $M+100g$ 일 때.

ii) 완전 비탄성 충돌



[그림 3]

- (1) 두 글라이더의 끝이 바늘과 찰흙면으로 서로 향하도록 하고, 반대편에는 범퍼를 장착한다.
- (2) 탄성충돌에서 한 것과 같은 과정을 글라이더의 질량이 같은 경우와 다른 경우에 대하여 이행하여 본다.

4. 질문

- (1) 같은 질량과 같은 속력을 갖는 두 수레가 서로 충돌한 후 달라붙어서 멈추었다면 각 수레의 운동량은 어떻게 되었겠는가? 운동량은 보존되었는가?
- (2) 같은 질량과 같은 속력을 갖는 두 수레가 서로 충돌한 후 탄성적으로 튕겨져 나갔다면 수레의 나중 총 운동량은 얼마인가?

5. 일반물리학 관련 교과

- (1) 9 장 입자 계
- (2) 10 장 충격과 선운동량