

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

3. 충돌의 해석(2차원 충돌)



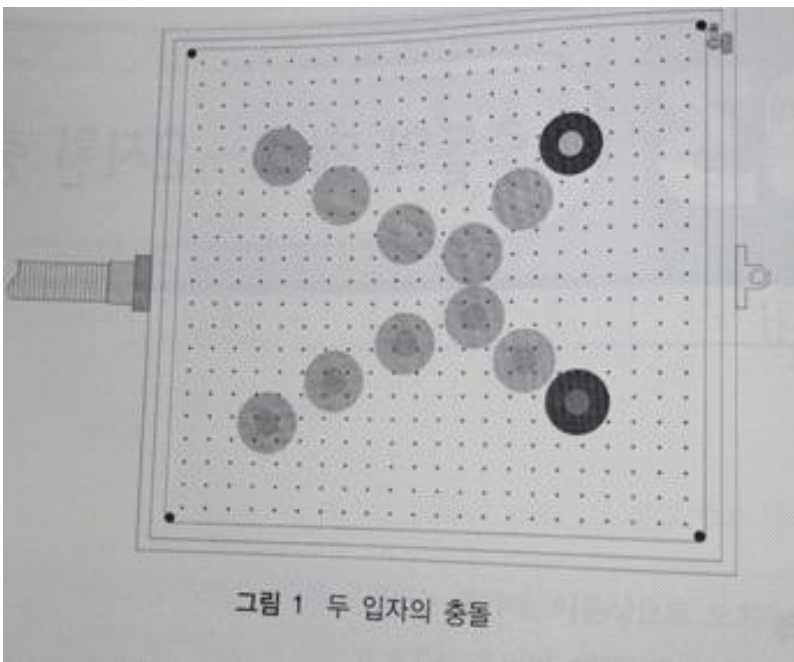
일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

실험 목표

에어테이블을 이용하여 두 개의 물체를 충돌시켜 충돌 전 후의 선운동량을 비교하여 선운동량 보존 법칙을 이해한다. 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

기본 이론

1) 탄성충돌



무단 전재 및 재배포 금지

질량 m_2 에 속도 v_2 인 물체2가 질량 m_1 , 속도 v_1 인 물체1과 충돌하면 이 입자는 충돌 후 그림 1과 같이 운동한다. 이 충돌에서 외력은 0이므로 선운동량은 보존된다. 즉,

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \quad (1)$$

이다.

식 (1)의 입사 방향을 x축, 이와 직각방향을 y축으로 하는 좌표계에서 성분으로 표시하면

$$x\text{성분} : m_1 v_1 \cos\theta_1 + m_2 v_2 \cos\theta_2 = m_1 v'_1 \cos\theta_3 + m_2 v'_2 \cos\theta_4 \quad (2)$$

$$y\text{성분} : m_1 v_1 \sin\theta_1 + m_2 v_2 \sin\theta_2 = m_1 v'_1 \sin\theta_3 + m_2 v'_2 \sin\theta_4 \quad (3)$$

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

이다.

여기서 v_1 은 물체1의 충돌 후 속도, v_2 은 물체2의 충돌 후 속도이다. 또 이 충돌이 탄성충돌이라면 충돌 전 후의 계의 운동량이 보존되므로

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \quad (4)$$

이다. **일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지**

만약, 입사물체 m_1 과 표적물체 m_2 의 질량이 같다면 x 성분과 y 성분은 이 되어 충돌 후 두 입자의 진행 방향은 직각을 이루게 된다.



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

2) 비탄성 충돌

두 물체가 충돌 후 서로 붙잡는다면 이를 완전 비탄성 충돌로 간주할 수 있다. 그림 1에서와 같이 충돌이 일어나는 점을 원점으로 정하였다.

충돌 전 질량 m_1 인 물체가 v_1 의 속도로 x축으로 운동하고 있고 질량 m_2 인 물체가 v_2 의 속도로 y축으로 운동하고 있다면 충돌하는 동안 선운동량이 보존되기 때문에 선운동량의 x성분과 y성분은 다음과 같다.

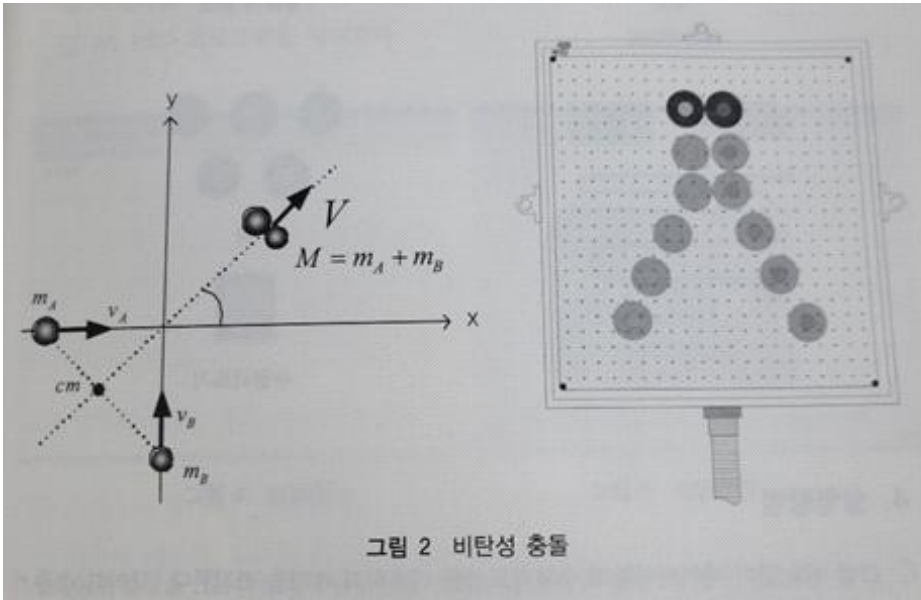


그림 2 비탄성 충돌

$$m_1 v_1 = M V \cos \theta \quad (1)$$

$$m_2 v_2 = M V \sin \theta \quad (2)$$

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지
 이며, $M = m_1 + m_2$ 이다. 식 (2)를 식 (1)로 나누면 $\tan \theta = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1}$ 이다. 그러므로

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} \right) \quad (3)$$

이 된다. 따라서 충돌 후의 속도 V 를 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$V = \frac{m_2 v_2}{M \sin \theta} \quad (4)$$

또한 비탄성 충돌의 경우 충돌 전후의 에너지는 같지 않고 충돌 후 에너지가 충돌 전 에너지보다 작게 된다.

처음 운동에너지는 $K_i = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ 이고, 나중 운동에너지는 $K_f = \frac{1}{2} M V^2$ 이기 때문에 그 변화는

$$\text{부분율} = \frac{|K_f - K_i|}{K_i} \quad (5)$$

로 에너지 감소율을 알 수 있다.

실험 방법

- 1) 카메라를 에어테이블이 잘 보이도록 설치한다.
일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지
- 2) 컴퓨터의 카메라 앱을 통해 실험영상을 촬영한다.
- 3) 저장된 실험 영상을 Any Video Converter로 .avi확장자로 바꿔준다.
- 4) SG PRO프로그램을 실행시켜서 분석 탭으로 들어간 후 영상을 업로드 한다.
- 5) 업로드 한 실험영상의 영상 길이를 조정한 후 충돌전 시작 부분의 절반 지점에 원점 설정을 하고 소형자를 이용해 스케일 설정을 50mm에 맞춘다.
- 6) 화면 좌측의 색 탭을 더블 클릭하여 각 픽의 색에 맞게 조절한다.
-영상이 어두워서 주위의 사물과 구분되게 인식이 안된다면 색의 RGB 값을 밝은 색으로 조정한다.
- 7) 분석 시작 후 결과 탭에 들어가서 충돌 전 후의 위치를 파악한 후 기록한다.
-평균속도의 경우엔 좌측 표의 일정 부분을 드래그 한 후 마우스 우클릭을 하게 되면 바로 구할 수 있는 창이 뜬다.
- 8) 각각 탄성충돌과 비탄성충돌에 대해 상기의 실험방법을 반복한다.

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지