

# 제목 : Projectile motion

## ▶ 실험 목적

- 두 개의 포토게이트를 사용하여 공의 속도를 측정한다.
- 포물선 운동에서 공의 낙하위치를 측정하기 위해서 2차원 운동학 측면에서 생각해본다.

## ▶ 실험 이론

- (YOUNG) Chapter 3.3 참고
- (Giancoil) Chapter 3.5 ~ 3.7 참고

**포물체 운동** : 공기 저항이 없는 포물체 운동의 경우,  $a_x = 0$ 이고  $a_y = -g$ 이다. 좌표와 속도 성분은 단순한 시간의 함수이며, 경로의 모양은 항상 포물선(parabola)이다. 일반적으로 원점은 최초 운동 위치로 잡는다.

$$x = (v_0 \cos \alpha_0)t \quad y = (v_0 \sin \alpha_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad v_x = v_0 \cos \alpha_0 \quad v_y = v_0 \sin \alpha_0 - gt$$

## ▶ 실험 도구

노트북 ( or 데스크탑, 인터페이스, 인터페이스 연결 케이블 )

센서 연결 케이블 2개

포토게이트 2개

구형 추

트랙

자

종이

테이프

## ▶ 실험 방법

1. 노트북 뒷면의 [CHA] 포트에 센서 연결 케이블의 한쪽 끝을 연결하고, 다른 한쪽 끝을 하나의 포토게이트의 [PORT B]에 연결한다. (데스크탑을 사용할 경우 본체의 USB 포트에 인터페이스 연결 케이블의 한쪽 끝을 연결하고, 다른 한쪽 끝을 인터페이스에 연결한다. 인터페이스의 [CHA] 포트에 센서 연결 케이블의 한쪽 끝을 연결하고, 다른 한쪽 끝을 하나의

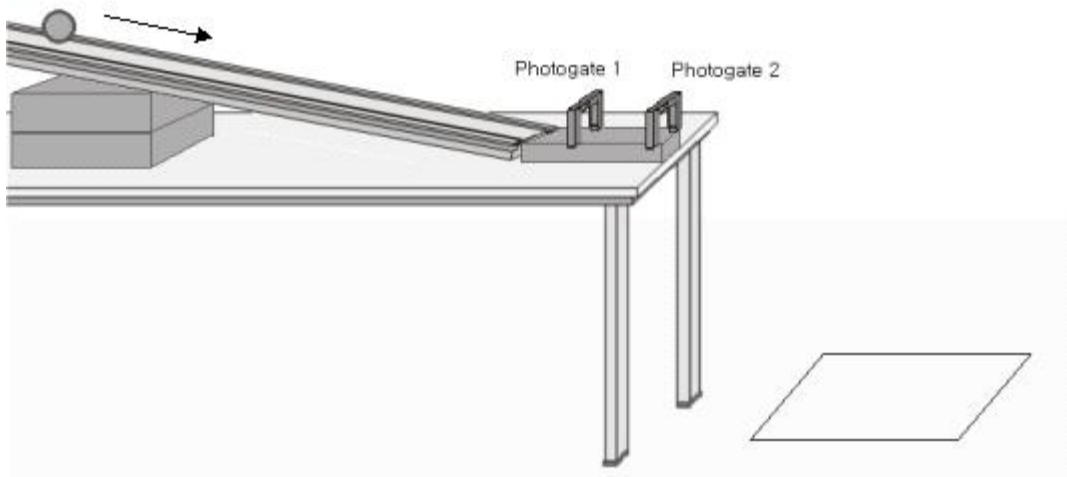
포토게이트의 [PORT B]에 연결한다.)

2. 이 포토게이트의 [PORT A]에 센서 연결 케이블의 한쪽 끝을 연결하고, 다른 한쪽 끝을 또 다른 포토게이트의 [PORT B]에 연결한다.

3. Excel 프로그램을 실행한다.

4. 메뉴의 추가기능 탭에서 [실험설정]을 클릭한 후 [채널설정]에 있는 “Excel 2007 전용 프로그램으로 실험하기”를 해제하고 [적용] 버튼을 누른다. [센서설정]에 들어가 [CHA]에 [포토게이트]가 제대로 설정이 되어있는지 확인하고 [적용] 버튼을 누르고 [확인] 버튼을 누른다.

5. 아래의 그림과 같이 실험 장치를 설치하는데 구슬이 경사로를 통해서 굴러 떨어지게 하기 위해서 탁자위에 트랙을 이용해  $10^\circ$ 의 경사로를 만든다. 트랙과 테이블이 만나는 부분에 트랙 높이만큼의 책을 쌓아두어 구슬이 트랙과 충돌하여 튕기는 현상을 방지한다. 포토게이트와 포토게이트 사이의 간격은 10cm로 맞춰두고 움직이지 않게 테이프 등으로 잘 고정시킨다. (두 번째 포토게이트는 실험테이블의 끝부분과 일치하게 설치한다.)



6. [실험시작]을 실행하고 트랙의 한 지점에 추를 내려놓고 추가 낙하하는 모습을 관찰한다. 그러면 Excel에 두 개의 포토게이트 사이를 지나가는 사이의 시간이 표시된다. [실험종지] 버튼을 누르고, 데이터를 기록해둔다.

7. 낙하 예상지점에 종이를 올려놓고 낙하된 추가 종이에 닿았을 때의 지점을 표시한다.

8. 동일한 위치에서 위의 과정을 10번 반복하여 추의 낙하 거리를 측정하고, 추가 두 포토게이트 사이를 지나간 시간을 이용하여 초기속도  $v_0$ 를 구한다.

9. 추를 트랙에 내려놓는 지점(테이블에서 추까지의 높이)을 변경시킨 후 위의 과정을 2번 더 반복한다.

## ▶ 주의사항

- 포토게이트의 전원이 제대로 들어와 있는지 확인한다. (포토게이트 안쪽에 물체를 지나가게 했을 때 램프에 불이 깜빡이면 전원이 On이 된 것이고, 램프에 불이 항상 켜있는 상태라면 전원이 Off가 된 것이다. 포토게이트 윗면의 단추를 이용해 On, Off를 조절할 수 있다.)
- 추를 트랙에 내려놓아 굴릴 때 힘을 주어 굴리지 않고 자연스럽게 손을 놓으면서 실험한다.
- 바닥에 깔아놓은 종이가 밀리지 않도록 주의한다.
- 낙하지점까지의 수직거리를 정확히 측정한다.

## ▶ 결과 분석

1. 아래의 표를 채운다.

테이블의 높이	m
트랙의 경사	°

1차 시도	
테이블에서 추까지의 높이	m
초기속도 $v_0$ 의 최대값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 최소값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 평균값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 평균값을 이용한 예상 낙하지점	m
실제 낙하지점 중 최대값	m
실제 낙하지점 중 최소값	m
실제 낙하지점 중 평균값	m
예상 낙하지점과 실제 낙하지점 사이의 오차	%

2차 시도	
테이블에서 추까지의 높이	m
초기속도 $v_0$ 의 최대값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 최소값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 평균값	m/s

초기속도 $v_0$ 의 평균값을 이용한 예상 낙하지점	m
실제 낙하지점 중 최대값	m
실제 낙하지점 중 최소값	m
실제 낙하지점 중 평균값	m
예상 낙하지점과 실제 낙하지점 사이의 오차	%

3차 시도	
테이블에서 추까지의 높이	m
초기속도 $v_0$ 의 최대값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 최소값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 평균값	m/s
초기속도 $v_0$ 의 평균값을 이용한 예상 낙하지점	m
실제 낙하지점 중 최대값	m
실제 낙하지점 중 최소값	m
실제 낙하지점 중 평균값	m
예상 낙하지점과 실제 낙하지점 사이의 오차	%

- 추의 낙하모습을 2차원 운동학 측면으로 설명하라.
- 초기속도  $v_0$ 의 평균값을 이용한 예상 낙하지점과 실제 낙하지점 중 평균값을 비교하여 오차의 정도를 확인하고 이유를 설명하라.