

# 실험 8. 회전운동

## 실험 목표

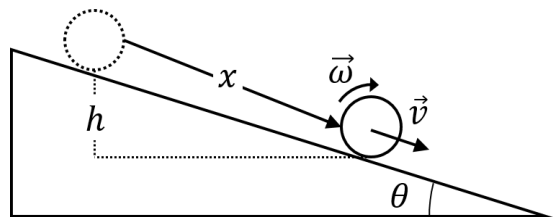
- ✓ 에너지 보존을 이용하여 관성 모멘트를 측정한다.
- ✓ 다양한 물체의 관성 모멘트를 측정하여 이론값과 비교한다.

## 배경이론

- ✓ (Young) Chapter 9.4, 10.3 참고
- ✓ (Giancoil) Chapter 8.5, 8.7 참고

### 회전운동을 포함한 역학적 에너지의 보존

회전축이 움직이는 물체는 회전 운동과 병진 운동이 결합한 운동을 하게 된다. 회전 운동에너지는 각속도  $\omega$ 와 물체의 관성 모멘트  $I$ 에 의해 결정된다. 이때, 에너지 보존 법칙에 따라 다음 식이 성립한다.



$$K_{\text{운동}} + K_{\text{회전}} = U_{\text{위치}}$$

이 식을 풀어서 쓰면 다음과 같다.

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = mgh$$

위의 식을 이용하여 관성 모멘트를

$$I = \frac{2mgh}{v^2}r^2 - mr^2, h = x\sin\theta \quad (m = \text{물체의 질량}, r = \text{물체의 반지름})$$

으로 구할 수 있다.

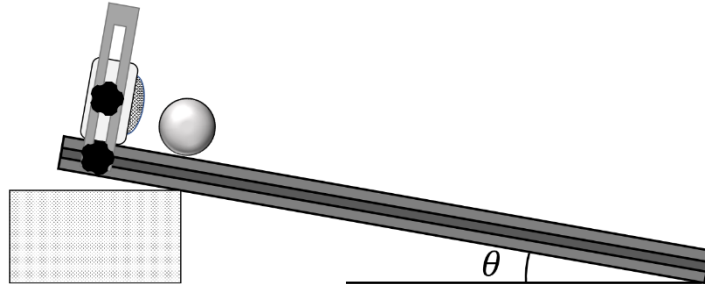
## 실험도구

컴퓨터, 인터페이스, 인터페이스 연결케이블, 센서 연결케이블,

모션 디텍터, 쇠구슬, 플라스틱 파이프, 쇠막대, 각도기, 버니어캘리퍼, 트랙.

## 실험과정

1. 인터페이스를 연결한 후 Excel 프로그램을 실행한다.
2. 모션 디텍터가 잘 작동하는지 확인한 후에 클램프를 트랙에 부착한다.



3. 위의 그림과 같이 트랙을 약간 기울이고, 각도기를 이용하여 트랙이 기울어진 각도를 측정한다. 부착한 클램프와 모션 디텍터 바닥쪽의 구멍을 연결한다.

※ 트랙은  $10^\circ$  이하로 기울인다. 각도를 매우 정밀하게 측정 해야하므로 스마트폰의 각도 측정 앱을 사용하는 것을 추천한다.

4. [실험설정] → [입력설정]에서 [측정간격]을 0.05초로 바꾼다.
5. 쇠구슬을 모션 디텍터와 15 cm 이상 떨어진 곳에서 손으로 잡고 있다. [실험시작]을 누른 뒤에 쇠구슬을 손에서 놓는다.
6. 쇠구슬이 바닥에 닿은 후에 [실험중지]를 누른다. 쇠구슬이 트랙을 이탈한 경우 다시 실험한다.
7. [분석도구]의 [미분]을 수행한다. ([기준 데이터]는 ‘시간’, [분석할 데이터]는 ‘거리’)

**질문! 실험 데이터 중 어느 부분을 사용할 것인가?(Hint. 처음 속도 = 0)**

8. 나중 속도 값을 선택한다. 처음 위치는 처음 속도일 때의 이동거리를 선택하고, 나중 위치는 나중 속도일 때의 이동거리를 선택한다.
9. 위에서 측정한 각도와 이동거리를 이용하여 높이차를 구한다.
10. 과정 5-10 을 1 번 더 반복한다.
11. 플라스틱 파이프와 쇠막대를 사용하여 과정 5-10 을 반복한다.
12. 버니어캘리퍼를 이용하여 필요한 길이를 측정한다.

## 실험 결과

트랙 경사 [°]		중력가속도 [m/s <sup>2</sup> ]	9.79901
-----------	--	---------------------------	---------

물체	쇠구슬	플라스틱 파이프	쇠막대
질량 [kg]			
반지름 [m]			

※ 파이프는 내경과 외경 모두 측정한다.

반복 횟수	물체	나중 속도 [m/s]	처음 위치 [m]	나중 위치 [m]	높이 $h$ [m]	관성 모멘트 $I$ [kg·m <sup>2</sup> ]
1	쇠구슬					
2						
1	파이프					
2						
1	쇠막대					
2						

## 결과 분석

- ✓ 이론적인 관성 모멘트를 계산하는 식을 제시하고, 그 이유를 대라. 그리고 각 물체의 관성 모멘트를 구하라.
- ✓ 관성 모멘트의 이론값과 실험값을 비교할 수 있는 표를 그리고, 오차율을 구하라.

## 결론

- ✓ 에너지가 보존될 때, 배경이론의 관성 모멘트 구하는 식을 유도한다.
- ✓ 관성 모멘트의 이론값과 실험값을 비교하고 오차의 경향을 살핀다.
- ✓ 이 운동에서 에너지 손실이 일어났는가? 손실 된 에너지의 원인과 그 값을 추정한다.

## 고찰

## 참고