

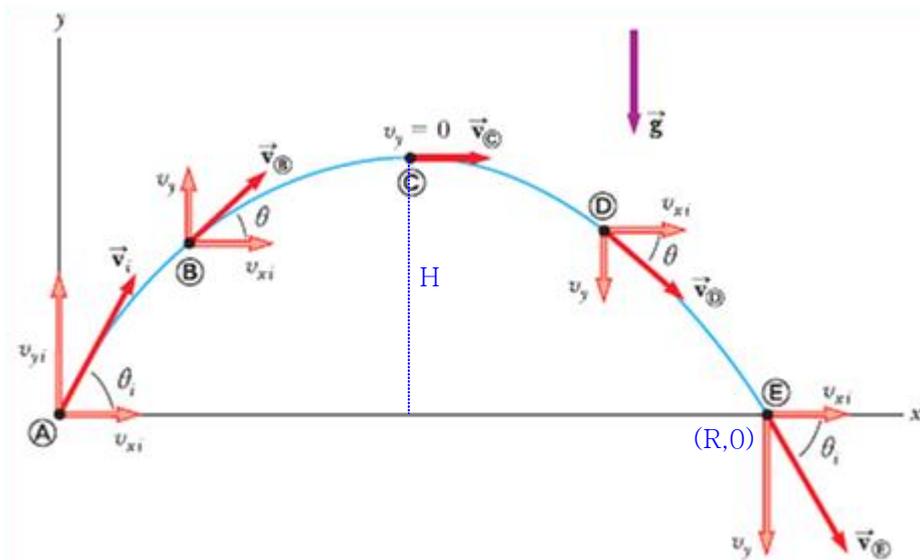
포물선 운동

1. 실험 목적

속도와 각도를 변화시키면서 발사한 물체의 포물선 운동을 관찰하고, 2차원 등가속도 운동을 이해한다.

2. 이론

공기 저항이 없는 경우에 지상에서 공중으로 쏘아올린 물체는 지구의 중력만이 작용하므로 수직 방향으로는 등가속도 운동을 하고 수평 방향으로는 등속 운동을 하게 되어 포물선 형태의 궤도를 따라 움직이다가 땅에 떨어지게 된다. 이때 물체의 포물선 궤도는 아래 그림과 같이 표현할 수 있다.



[그림 1] 포사체의 포물선 궤도

물체가 갖는 가속도, 속도 및 위치를 성분별로 표현하면 아래와 같다.

$$a_x = 0 \quad a_y = -g \quad \text{①}$$

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta \quad \text{②}$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t = v_0 \sin \theta - gt \quad \text{③}$$

$$x = v_0 \cos \theta t \quad \text{④}$$

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{⑤}$$

[그림 1]에서 보는 것처럼, 가장 높은 위치에서는 속도의 y 성분이 0이 되므로 ③식을 0으

로 놓고 풀면 가장 높은 점에 도달하기까지의 시간(t_H)을 구할 수 있으며, 이 시간을 ⑤식에 대입하면 최고 높이 H가

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \quad \text{⑥}$$

임을 알 수 있다. 또한 포사체가 다시 땅에 떨어지는 순간에 포사체의 y좌표는 0이 되므로 ⑤식에서 땅에 떨어질 때까지의 시간(t_R)을 알 수 있으며, 이 시간이 최고 높이에 도달하는 시간의 2배에 해당함을 알 수 있다. 또한 이 시간을 ④식에 대입하면 수평도달거리 R은

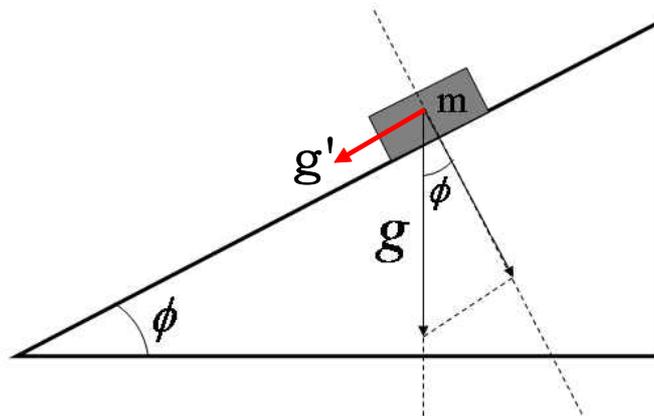
$$R = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \quad \text{⑦}$$

임을 알 수 있다.

실제 실험에서는 Air Table 위에서 발생하는 포물선 운동을 측정한다. Air Table을 경사각 ϕ 로 기울이면 [그림 2]와 같이 Air Table 상에서 움직이는 물체가 아래 방향으로 받는 알짜 중력가속도는

$$g' = g \sin \phi \quad \text{⑧}$$

가 된다. 위의 ① - ⑦식에서 중력가속도 g 대신 $g' = g \sin \phi$ 를 사용하면 Air Table 위에서 움직이는 물체의 포물선 운동을 해석할 수 있다.



[그림 2] 에어 테이블에서의 알짜 가속도

주의사항 : 이번 실험은 컴퓨터 내 SG PRO 프로그램을 사용하여 사용자가 분석하는 작업을 하게 됩니다. 이때 사용되는 SG PRO 프로그램은 윈도우상의 동영상을 보는 프로그램들과 충돌하여 프로그램이 제대로 작동되지 않습니다. **그러므로 SG PRO 프로그램을 사용할 때는 다른 동영상 재생프로그램을 구동시키지 말아야 합니다.** 현재 보시는 화면에서도 동영상을 재생하는 프로그램을 실행하기 때문에 현재 보는 화면을 띄운 상태에서 SG PRO 프로그램을 실행시키면 실험을 진행할 수 없음을 유의하시기 바랍니다.

3. 실험장치

	
<p>Air Table</p>	<p>카메라(life cam)</p>
	
<p>퓍</p>	<p>PC</p>

4. 실험절차

- (1) Air Table을 적당한 각도로 기울여서 설치하고 카메라를 설치한다.
- (2) **아래 동영상 설명을 참조**하여 시스템의 초기 설정을 진행한다.
- (3) 퓍을 운동시킨 후 SG PRO 프로그램을 이용하여 시간에 따른 퓍의 위치를 결정하고, 이로부터 퓍의 속도와 가속도를 측정 및 분석한다.
- (4) 위의 식 ⑥ - ⑧을 이용하여 실제로 얻은 실험값을 이론값과 비교함으로써 포물선 운동을 이해하고 오차에 대해 논의한다.

◆ 설명 동영상 : (동영상을 클릭하세요. 동영상이 재생되지 않으면 [여기](#)를 클릭하세요.)



※유의 사항

1. SG PRO 프로그램을 이용한 분석 방법을 충분히 숙지하십시오.
2. 실험이 종료된 후에는 화면을 캡처한 **파일들을** 갈무리한 후 **컴퓨터에서 모두 삭제**하십시오.

5. 측정 결과

학과/분반		실험 일시	
실험 조		작성자	

※ 포사체의 운동 과정에 대해 캡처된 화면 중 대표적인 사례를 뒤에 첨부하십시오.

		회	1	2	3	4	5
		측정값	v_0				
θ							
t_H							
H							
t_R							
R							
이론값 ¹⁾	t_H						
	H						
	t_R						
	R						
H에 대한 오차율(%)							
R에 대한 오차율(%)							

[주 1] 이론값을 계산할 때 초기 속력과 방향은 측정값의 데이터를 대입한다.

[참고] H 및 R에 대한 오차율 : $\%오차 = \frac{\text{이론값} - \text{측정값}}{\text{이론값}} \times 100$

6. 결과 분석 및 오차 논의

7. 고찰 사항

※ 고찰 사항의 질문에 답하는 것이 보고서의 전부가 아닙니다. 여기에 있는 질문은 단지 보고서를 작성할 때 도움을 주기 위한 것입니다.

- (1) 오차를 유발할 수 있는 요인들은 무엇입니까?
- (2) 위에서 식별된 오차의 원인을 제거하거나 줄이기 위해 어떤 노력이나 방법이 필요하다고 생각합니까?

8. 결론