

실험 3 : 구심력 측정

1. 목적

다양한 질량과 회전운동에 변화를 통하여 구심력을 측정하고 이해한다.

2. 이론

어떠한 질량 m 이 반경 r 로 평행하게 회전할 때 구심력은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2$$

여기서 v 는 접선의 속도이고 ω 는 각속도 이다($v = r\omega$). 접선 속도는 주기 T 에 대해 다음과 같이 주어진다.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

따라서 구심력 F 는

$$F = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

3. 실험기구

회전스탠드

중앙 표시 기둥

측면 추걸이 기둥

3 중 고리 달린 추(1EA), 50g 추(2EA)

클램프 달린 도르래 (1EA)

추와 추걸이 세트

클립, 실

버니어 캘리퍼스

저울, 포토게이트

4. 실험 방법

1) 회전반경이 달라질 때 (구심력 일정, 삼중고리 추의 질량일정)

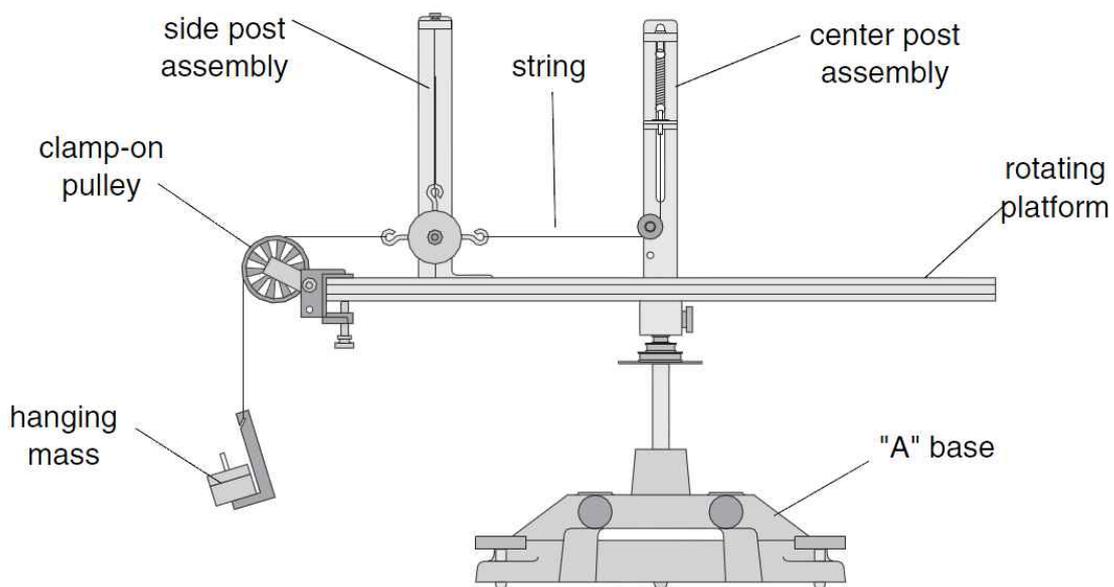
① 장치의 수평을 맞춘다.



② Photogate 를 설치한다.

③ 삼중고리 추의 질량을 재어 표에 기록한다.

④ 아래 그림과 같이 삼중고리 추를 세로기둥에 매달고 , 한쪽 고리는 중심기둥의 용수철, 반대쪽 고리는 회전대의 끝에 있는 도르래를 통해 추걸이를 매단다.



⑤ 세로기둥의 위치를 고정시키고, 물체를 매단 실이 세로기둥에 그어진 수직선과 일치하도록 중심기둥의 용수철 조절나사를 조정한다.

- ⑥ 중심기둥의 지지자의 위치를 조정하여 수평표시와 일치시킨다.
- ⑦ 추와 추걸이 도르래를 제거한다.
- ⑧ 트랙의 회전을 서서히 증가 시켜 중앙 표시기둥의 표시지침이 기준점에 도달하게 한다.
- ⑨ 이때 photogate 를 작도시켜 회전 주기를 측정한다.
- ⑩ 세로기둥의 위치를 조정하여, 회전 반경 r에 변화를 주어 위 과정을 반복한다.
- ⑪ $r = \left(\frac{F}{4\pi^2 m}\right) T^2$ 관계식과 측정된 r, 주기(T)를 이용하여 그래프를 그리고 기울기를 구하여 구심력을 구한다.
- ⑫ 추를 이용한 구심력과 위 ⑪ 에서 구한 구심력을 비교하여라.

2) 구심력이 변할 때 (회전반경 일정, 삼중고리 추 질량 일정)

- ① 실험 1)의 ②~⑨ 과정을 반복한다.
- ② 물체의 위치가 추를 걸었을 때와 같으므로 추의 무게가 구심력과 같다. 추의 질량에 중력 가속도를 곱하여 구심력을 계산한다.
- ③ 구심력을 변화시키기 위해서 세로기둥의 위치는 바꾸지 않은 채(회전반경 일정) 회전대에 도르래를 다시 붙이고 추의 질량을 바꾸어 단 다음, 위 과정을 되풀이해 그때의 주기와 구심력을 기록한다.
- ④ 추의 질량을 5 회 이상 바꾸면서 실험을 되풀이 한다.
- ⑤ 측정한 주기와 구심력을 이용해 아래 식으로 그래프를 그리고 기울기로부터 삼중고리 추의 질량을 계산한다.

$$F = \frac{4\pi^2 r}{T^2} m_t$$

- ⑥ 실제질량을 측량하여 오차율을 기록한다.

3) 삼중고리 추의 질량이 변하는 경우 (회전반경 일정, 구심력 일정)

- ① 실험 1)의 ②~⑨ 과정을 반복한다.
- ② 물체의 위치가 추를 걸었을 때와 같으므로 추의 무게가 구심력과 같다. 추의 질량에 중력 가속도를 곱하여 구심력을 계산한다.
- ③ 삼중고리 추의 질량에 변화를 주어 위 과정을 되풀이 하여 구심력을 구하고, 추의 질량에 의한 구심력과 비교 하여라.

4. 결과

1) 회전반경이 달라질 때 (구심력 일정, 삼중고리 추의 질량일정)

삼중고리 추의 질량(m_t) =

도르래에 걸린 추의 질량(m) =

횟수	회전반경(r)	주기(T)	T^2	기울기(a)
1				
2				
3				
4				
5				

$$r = \left(\frac{F_t}{4\pi^2 m_t} \right) T^2 = a T^2$$

구심력(F)= mg					
기울기를 이용한 구심력(F_t)					
오차율(%)					

$$a = \frac{F_t}{4\pi^2 m_t}$$

2) 구심력이 변할 때 (회전반경 일정, 삼중고리 추 질량 일정)

회전반경(r) =

횟수	추의 질량(m)	구심력(F)= mg	주기(T)	$\frac{1}{T^2}$	기울기
1					
2					
3					
4					
5					

삼중고리 추의 질량 (저울)					
삼중고리 추의 질량 (기울기)					
오차율(%)					

3)삼중고리 추의 질량이 변하는 경우 (회전반경 일정, 구심력 일정)

도르래에 걸린 추의 질량(m) =

구심력($F=mg$) =

회전반경(r) =

삼중고리 추의 질량(m_t)	주기(T)	구심력(F_t) 계산값	구심력(F)	오차율(%)