각 운동량 보존

1. 목 적

원 운동하는 질량의 반지름을 변화시키고, 각 운동량 보존법칙을 사용해서 변화 후의 각속도를 예측해 본다.

2 원 리

돌림힘이 없다면, 원 운동하는 질량의 회전 반지름이 바뀌어도 각 운동량은 보존된다.

$$L = I_i\omega_i = I_f\omega_f \quad (I_i: \text{처음 회전관성 모멘트} \quad \omega_i: \text{처음 각속도})$$

따라서 나중 각속도는 다음과 같이 주어진다.

$$\omega_f = \frac{I_i}{I_f}\omega_i$$

실험적으로 회전 관성 모멘트를 알아내기 위해서 물체에 작용한 돌림힘과, 각 가속도 측정을 한다. τ =Iα 이므로,

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

α 는 각 가속도이며 a/r 과 같다. 그리고 τ 는 장치의 받침 주위를 감고 있는 실에 매달린 무게에 의해 생긴 돌림힘이며,

$$\tau = rT$$

r은 실이 묶인 점에 대한 원기둥의 반지름이다. 그리고 T는 장치가 돌고 있을 때 실에 작용하는 장력이다.

매달린 질량에 대해 뉴턴 제2법칙을 적용한 식은 다음과 같다.

$$\Sigma F = mg - T = ma$$

위 식을 실에 작용하는 장력에 대해 풀이한 식은 다음과 같다.

$$T = m(g - a)$$

일단 질량의 선형 가속도가 정해지면, 회전 관성의 계산을 위한 돌림힘과 각가속도를 얻을 수 있다.

그림 1

3. 기구 및 장치

실험도구(Equipment Required)

1)포토 게이트
2)회전관성부품
3)회전막대
4)스마트 도르래
5)수평계

4. 실험방법

1) 각 운동량의 보존(Conservation of Angular Momentum)

장치의 설치

① 사각 질량체를 트랙에 올려놓을 장치의 수평을 맞춘다.
② 트랙의 윗면에 파여 있는 T자형 홈통으로 둥근 나사와 사각 너트를 밀어 넣고 약 5cm 표시되는 지점에서 단단히 고정하여라. 이것은 사각 질량체의 미끄러짐을 멈추게 하는 작용을 할 것이다.
③ 사각 질량체의 구멍이 중심기둥을 향하게 하고, 사각 너트를 T 자형 홈으로 넣어 트랙 위에서 사각 질량체가 미끄러지게 하라. 그러나 둥근 나사못을 단단하게 고정시키지 마라. 사각 질량체는 T자형 홈에서 자유롭게 미끄러져야한다.
④ 두 번째 둥근 나사와 사각 너트를 T자형 홈에 밀어 놓고 약 20cm 표시 지점에서 단단히 고정시켜라, 이제 사각 질량체는 두 제한 지점 사이에서 자유롭게 미끄러진다.
⑤ 중심기둥에 있는 도르래를 그것의 보다 낮은 위치로 이동시켜라. 중심기둥으로부터 스프링 선반을 제거하고 그것을 옆에 놓아두어라.

⑥ 사각 질량체에 있는 구멍에 끈을 붙이고 중심기둥에 있는 도르래 주위에 그 끈을 걸쳐라. 그리고 지침 선반을 통과해 그 끈을 지나가게 하라.
⑦ 받침대에 있는 검은 막대 위에 도르래 포토게이트를 장치하고, 중앙 회전 손잡이 위에 있는 도르래의 구멍에 끼우기 위해 그것을 적당한 위치에 두어라.

실험 순서

① 그림 1과 같이 일정 질량의 추를 회전막대 중심에 연결하여 낙하시킬 때, 회전막대가 추의 낙하에 따라 회전할 수 있도록 충분히 감아 준다.
② 사각 질량을 20㎝ 위치에 고정시키고 추가 낙하하는 거리와 시간을 측정한다.
동시에 회전체 중심의 살이 있는 원판에 포토 게이트를 설치하여 추가 바닥에 떨어진 이후의 주기를 구한다.(초기 회전관성 모멘트 및 각속도 구하기)
③ 사각 질량을 5㎝ 위치에 고정시키고 2번 실험을 반복한다.
(나중 회전관성 모멘트 및 각속도 구하기)
④ 위 실험을 3~5회 반복한다.

5. 실험결과
<각 운동량 보존>

* Photo Gate로 측정된 시간 t ($\frac{1}{10}$주기)
* 각속도 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10t}$
* 관성모멘트 I
* 각운동량 $L = I\omega$
* 회전운동에너지 $K = \frac{1}{2} I\omega^2$
* K_f이론값 $K_{fth} = \frac{1}{2} I_i\omega_i^2 \times \frac{I_i}{I_f}$

$I_i =$
$I_f =$

횟수	t_i	t_f	ω_i	ω_f	L_i	L_f	오차(%)	K_i	K_f	K_{fth}	오차(%)
1											
2											
3											