

Centripetal Force Apparatus

구심력 실험장치

Order Code CFA

구심력 실험장치는 원운동하는 물체의 움직임을 측정할 수 있습니다. 학생들은 쉽게 구심력과 각속도, 반지름, 추의 무게의 관계에 대해서 학습할 수 있습니다. 예를 들면 회전 반지름이 변할 때 힘에 어떻게 달라지는지에 대해서 실험할 수 있습니다.

구심력 실험장치는 다음과 같은 실험에 사용할 수 있습니다.

- 가속하는 물체의 질량과 구심력과의 관계
- 가속하는 물체의 반지름과 구심력과의 관계
- 가속하는 물체의 접선에서의 속도와 구심력과의 관계
- 가속하는 물체의 각속도와 구심력과의 관계
- 가속하는 물체의 각 가속도, 토크, 관성 모멘트

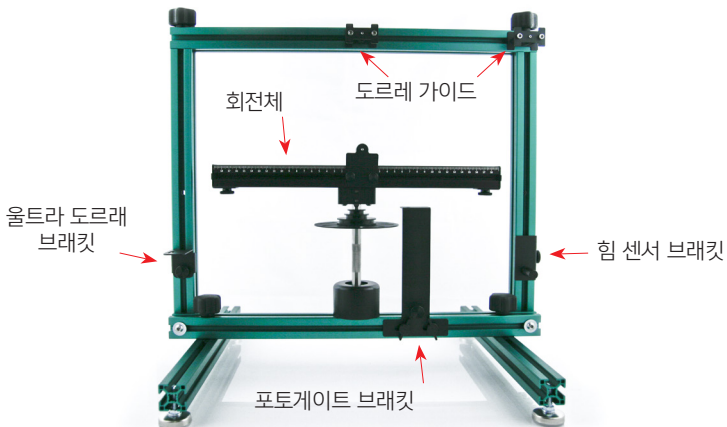


* 구성품

사각 플랫폼, 지지다리(2), 회전체(샤프트, 휠, 도르레, 회전막대, 베어링 하우징)
슬라이딩 카트, 도르레, 도르레 브라켓, 포토게이트 브라켓, 힘 센서 브라켓
100g 추(6), 고리, 무선역학 센서 연결용 나사, 너트

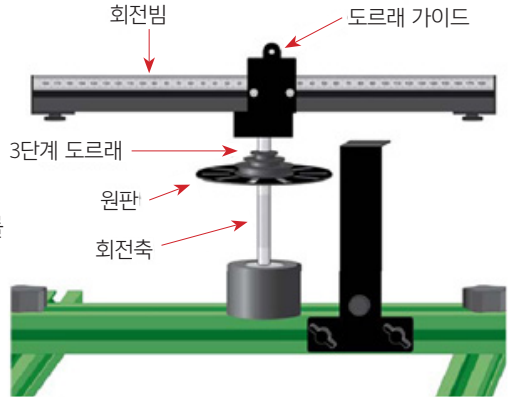
* 구성품에 대한 설명

- 사각 플랫폼 : 회전체를 지탱시켜주며 다양한 센서를 연결시킬 수 있습니다. 두 개의 도르레 가이드를 이용해 회전축을 따라 이동하는 캐리지에 힘 센서를 연결할 수 있습니다.



- 회전체

회전축, 원판, 3단계 도르래, 회전막대, 베어링집으로 구성되어 있습니다. 캐리지는 회전막대 위에 놓입니다. 3단계 도르래에 줄을 달아 토크를 회전축에 연결할 수 있습니다. 회전빔 중간에 도르래 가이드가 있습니다. 힘 센서에 연결된 줄은 이 도르래에 걸쳐 힘 센서를 슬라이딩 캐리지에 연결하는데 사용됩니다.



- 캐리지

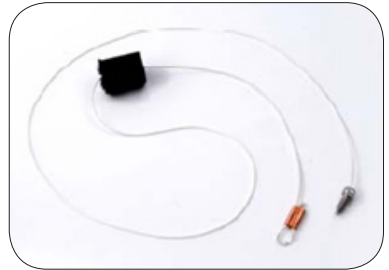
두 개의 캐리지는 데이터가 수집되는 동안 회전빔 위에 놓이게 됩니다. 슬라이딩 캐리지는 저마찰 베어링이 있어 실험 기간 동안 빔을 따라 이동할 수 있습니다. 슬라이딩 캐리지는 힘 센서 또는 무선역학시스템 등 힘 관련 센서에 연결됩니다. 오른쪽에 보이는 균형 캐리지는 나사와 T자형 너트를 이용해 빔의 반대편에 부착합니다.

빔이 회전하면서 힘 센서는 슬라이딩 캐리지 상의 구심력을 측정합니다. 이와는 별도로 포토게이트나 회전운동 센서 등을 사용해 각위치(angular position) 및 각속도(angular velocity)를 측정합니다.



- 회전고리본체

두 가닥의 줄과 한 개의 회전고리로 이루어져 있습니다. 회전고리본체는 슬라이딩 캐리지를 힘 센서에 연결하는데 사용됩니다. 본체 끝에 있는 작은 나사를 힘 센서 끝에 연결합니다. 회전고리본체의 다른 끝에는 슬라이딩 캐리지 고리(hook)에 연결될 수 있게 고리가 있습니다.



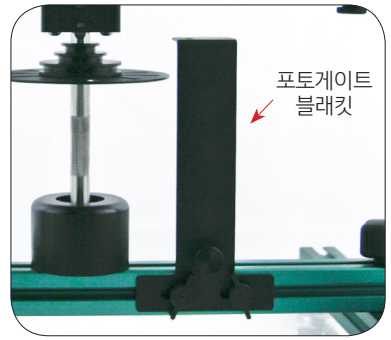
- 힘 센서 브래킷

힘 센서 브래킷은 옆의 그림과 같이 프레임 오른쪽에 설치합니다. 힘 센서를 기동에 부착하고 힘 센서에 들어있는 플라스틱 나사를 이용해 힘 센서를 브래킷에 고정시킵니다. 브래킷 오른쪽에 있는 나사를 이용해 브래킷 자체를 위 아래로 조절함으로써 슬라이딩 캐리지를 회전고리본체에 연결했을 때 슬라이딩 캐리지의 반지름(반경)을 달리하여 실험할 수 있습니다.



- 포토게이트 브래킷

프레임의 하단에 부착된 포토게이트 브래킷을 사용해 버니어 포토게이트를 프레임에 연결할 수 있습니다. 이 때 브래킷 바닥에 있는 나사를 이용합니다.



- 회전운동 센서 브래킷 및 벨트

이 브래킷을 이용해 회전운동 센서를 프레임 왼쪽에 연결할 수 있습니다. 이 때 브래킷 상단에 있는 두 개의 나사와 상단의 수평 프레임을 제거한 후 회전운동 센서 브래킷을 프레임에 끼워 제자리에 고정시킵니다. 상단 프레임을 다시 연결합니다.

벨트는 회전운동 센서를 회전축 상의 3단 도르래에 연결하는데 사용합니다.



- 도르래 및 도르래 브래킷

도르래 및 도르래 브래킷을 이용해 토크를 회전축에 연결할 수 있습니다. 나사를 이용해 도르래를 브래킷에 연결합니다. 회전축에 달리 3단계 도르래에 줄을 연결합니다. 줄의 반대쪽에 작은 추를 하나 매달입니다. 줄을 도르래에 걸고 떨어뜨려 회전축에 토크를 적용합니다.



- WDSS 나사 및 클립

WDSS 나사를 이용해 WDSS를 회전빔에 연결합니다. 클립은 WDSS를 슬라이딩 캐리지 고리에 거는데 사용합니다.



- 추

이 실험 장비 세트에는 100g 짜리 추가 6개 포함되어 있습니다. 이 추를 캐리지 안에 넣어 캐리지의 질량을 바꿀 수 있습니다.



* 직사각형 프레임과 지지대 조립 및 보관

이 실험장비는 오른쪽 그림처럼 납작하게 고정되어 배송되며, 보관할 때도 납작하게 만들어 보관할 수 있습니다. 회전체와 직사각형 프레임은 조립된 상태로 배송됩니다. 힘 센서, 포토 게이트, 도르래 브래킷 또한 프레임에 연결되어 배송됩니다. (회전운동 센서 프레임은 별도로 연결해야 합니다.) 지지대는 프레임 측면에 연결되어 있습니다. 지지대를 고정시키고 있는 나사를 풀어 지지대를 분리한 후 지지대를 프레임 하단에 각각 고정시킵니다. 장비를 보관할 때는 이 과정을 역순으로 실시합니다.



<직사각형 프레임과 지지대 조립>

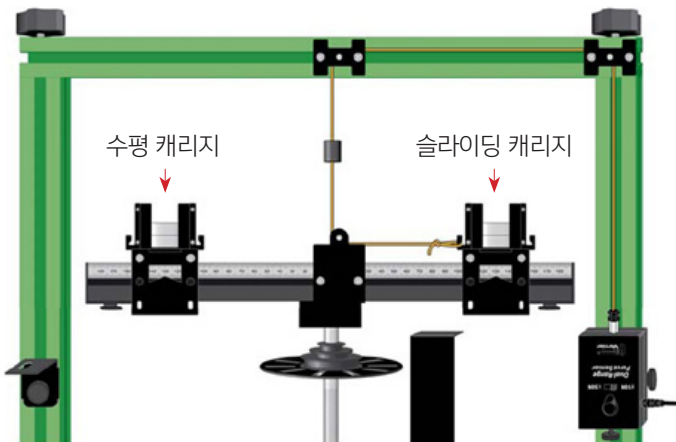
- 수평 맞추기

다음과 같이 실험 장비의 수평을 맞춥니다.

1. 슬라이딩 캐리지에서 추를 떼어냅니다.
2. 수평 캐리지를 회전빔의 바깥쪽 끝에 고정시킵니다.
3. 캐리지에 3개의 추를 겁니다.
4. 일자 드라이버를 이용해 장비 바닥의 다리를 최대한 낮춥니다.
5. 회전빔을 살짝 돌려 움직임을 관찰합니다. 빔은 위치가 낮은 쪽에서 멈추게 될 것입니다. 회전빔을 두 세 번 더 돌려 낮은 지점을 확인합니다.
6. 다리의 높이를 조절해 장비의 낮은 부분을 높입니다.
7. 회전빔이 특정 지점에서 멈추지 않을 때까지 5, 6번의 내용을 반복합니다.

- 회전빔에 캐리지 연결하기

캐리지를 회전빔에 연결할 때 캐리지의 방향에 주의해야 합니다. 빔의 거의 중간에 연결된 도르래 가이드를 기준으로 빔은 대칭을 이루고 있지 않습니다. 회전빔에서 눈금이 표시된 부분이 앞 또는 정면을 바라보게 하고 수평 캐리지는 왼쪽, 슬라이딩 캐리지는 오른쪽에 위치해야 합니다.



캐리지를 연결하는 방법은 다음과 같습니다. 회전빔 양쪽에 있는 덮개를 제거합니다(그림 2 참조). 정면에서 볼 때 눈금이 표시된 부분이 보이면 슬라이딩 캐리지를 다음과 같이 회전빔의 오른쪽에 연결합니다. 캐리지 상단에 두 세트의 베어링이 있으며, 하단에는 한 세트의 베어링이 있습니다. 슬라이딩 캐리지를 빔에 밀어 넣을 때 하단에 베어링 한 세트가 있는 부분이 먼저 들어가게 합니다. (그림 2 참조) 캐리지를 거꾸로 연결하면 캐리지는 최대 반경 허용치인 16cm까지 이동할 수 없습니다. 수평 캐리지를 빔의 반대 쪽에 연결합니다.



[그림 1]



[그림 2]

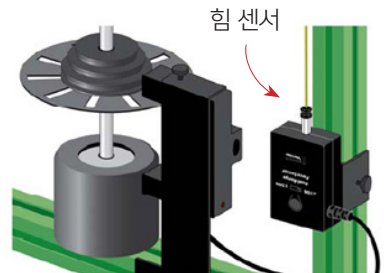
* 장비와 함께 센서 사용하기

구심력 관련 실험과 함께 다른 센서를 연결해 사용할 수 있습니다. 힘 측정에는 버니어 힘 센서를 사용하고 각속도 측정에는 버니어 포토게이트를 사용할 것을 권합니다. 힘 측정에 버니어 무선역학시스템, 각속도 측정에 회전운동 센서의 사용도 가능합니다. 장비에 센서를 연결하는 방법은 다음의 내용을 참조합니다.

- 프레임에 힘 센서 연결하기

힘 센서는 장비의 오른쪽 지지대에 다음과 같이 연결합니다.

1. 일반적으로 힘 센서에는 고리나 범퍼가 연결되어 있습니다. 연결된 고리 또는 범퍼를 떼어냅니다.
2. 프레임 상단에는 도르래 2개가 연결됩니다. 도르래가 자신을 바라보게 하고 힘 센서를 힘 센서 브래킷 오른쪽에 연결합니다.
3. 회전고리본체 끝에 달린 나사를 프레임 상단에 있는 중간 도르래에 끼우고 다시 프레임 오른쪽에 있는 도르래에 끼웁니다.
4. 오른쪽 그림처럼 회전고리본체의 나사를 힘 센서에 끼웁니다.
5. 회전빔 중간에 있는 도르래 가이드 아래에 회전고리본체의 고리를 끼우고 고리 끝을 슬라이딩 캐리지에 연결합니다.[그림 2 참조] 슬라이딩 캐리지는 눈금이 표시된 부분이 앞을 보게 하고 회전빔의 오른쪽에 있어야 합니다.



- 프레임에 포토게이트 연결하기

포토게이트는 포토게이트 브래킷에 연결할 수 있습니다. 포토게이트 브래킷은 회전축에 달린 엔코더 옆에 위치하고 있습니다.

1. 아래 수평 프레임에 달린 포토게이트 브래킷을 찾습니다.
2. 나사를 이용해 포토게이트를 스탠드에 고정시킵니다. 이 위치에서 포토게이트의 빔은 엔코더 바퀴에 의해 간섭을 받습니다.



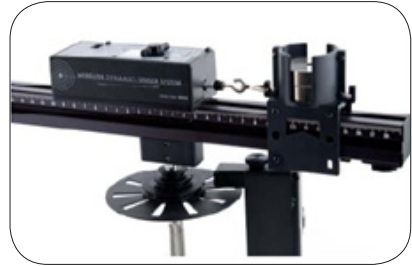
- WDSS 연결하기

힘 센서를 대신해 WDSS를 사용할 수 있습니다. WDSS는 다음과 같이 수평 회전빔에 연결됩니다.

1. 회전고리본체가 힘 센서에 연결되면 회전빔 중간에서 도르래 가이드를 찾을 수 있습니다. 도르래에 달린 링 너트를 풉니다.
2. 슬라이딩 캐리지를 회전빔에 연결합니다.
3. 수평 캐리지를 회전빔에서 떼어냅니다.
4. WDSS 마운팅 나사와 T 너트를 WDSS에 답니다. WDSS를 회전빔에 끼워 넣어 고리가 슬라이딩 캐리지와 가깝게 만듭니다.
5. WDSS 클립 끝을 WDSS 고리에 답니다.
6. WDSS 클립 반대편을 슬라이딩 캐리지에 답니다.
7. 슬라이딩 캐리지를 반경을 고려하여 원하는 곳에 위치시킵니다. WDSS를 잡아당겨 마운팅 나사를 이용해 회전빔에 고정시킵니다.



[탈부착이 가능한 도르래 가이드]



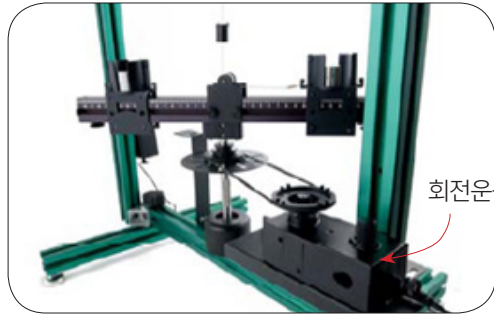
[회전빔에 연결된 WDSS 및 슬라이딩 캐리지]

WDSS를 사용하면 슬라이딩 캐리지 반대편에 수평 캐리지를 직접 달 수 없기 때문에 회전빔은 완벽하게 수평을 이루지 못합니다. 그러나 회전축과 베어링이 견고하기 때문에 그런 작은 불균형은 실험결과에 영향을 미치지 않습니다.

- 회전운동 센서 연결하기

버니어 포토게이트 대신에 회전운동 센서를 사용할 수 있으며 다음과 같이 장비에 연결합니다.

1. 회전운동 센서에는 3단계 도르래가 들어있습니다. 그 도르래를 센서에 연결합니다.
2. 상단 수평 프레임을 고정시키는 나사를 풀어 프레임 왼쪽에 회전운동 센서 브래킷에 연결합니다. 브래킷을 끼워 아래로 내립니다.
3. 브래킷을 제자리에 고정시킵니다.
4. 상단 수평 프레임을 다시 붙입니다.
5. 회전운동 센서를 브래킷에 연결합니다.
6. 도르래 벨트를 회전빔에 끼우고 벨트를 반대 회전빔에 닿도록 잡아당깁니다.
7. 벨트를 회전축에 연결된 3단계 도르래에 끼웁니다.
8. 벨트 반대쪽을 회전운동 센서에 연결된 도르래에 끼웁니다.



* 데이터 수집 인터페이스 및 소프트웨어

이 장비는 버니어 인터페이스(랩퀘스트, 랩프로, 고링크 등)에 연결해 데이터를 수집할 수 있습니다.

* 데이터 수집 개요

버니어 구심력 실험 세트와 함께 사용하는 센서를 통해 슬라이딩 캐리지가 계속해서 포지션에 있도록 하는데 필요한 힘(구심력)과 회전빔의 각속도를 측정할 수 있습니다. 두 개의 센서로부터 동시에 데이터를 수집할 수 있습니다. 그러나 실험 목표 등에 따라서 데이터 수집 모드를 달리할 수 있습니다.

주의

이 제품을 포함한 버니어의 모든 제품은 교육용으로 제작되었습니다. 따라서 산업, 의료 또는 연구용으로 사용하기에는 부적합할 수 있습니다.



- ☎ 02-929-1110 📠 FAX, 02-929-0966 ✉ info@koreasci.com
- 🛒 www.koreasci.com (한국과학 공식 카페 : cafe.naver.com/mbclub)
- 🏠 서울 강서구 양천로 400-12 더리브골드타워 1110호