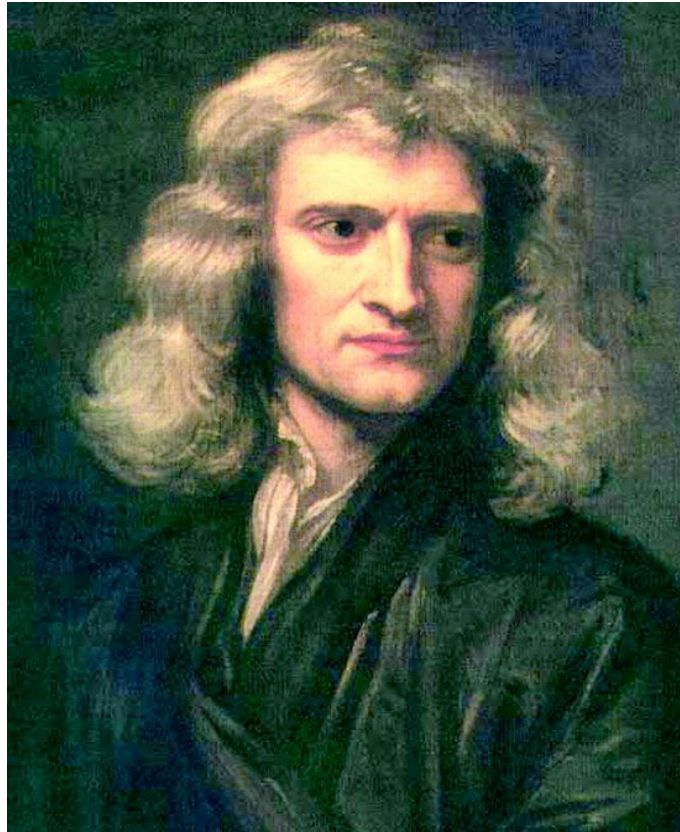


뉴턴의 법칙



장비

수 량	이 름	비 고
1	파스카 동역학 시스템	
1	운동 센서	
1	호버 펍	
3	마찰 상자	
1	물리학 줄	
1	컴퓨터 인터페이스	
1	데이터 스튜디오 소프트웨어	
2	힘 센서	
1	클램프 달린 스마트 도르래	
1	질량과 질량추결이 세트	
2	높이 조절 가능한 발	

뉴턴 제 1법칙

서론

이 실험의 목적은 외부의 힘이 물체의 운동에 어떠한 영향을 미치는지 알아내는 것이다. 다음의 물체들을 간단히 밀어보자: 호버팩, 카트, 마찰상자.

속도는 운동 센서로 측정되어지는데 이 운동의 분석이 뉴턴 제 1법칙이다.

이론

학생들은 관성의 의미에 익숙할 것이고, 뉴턴 제 1법칙 또한 알 것이다:

“가만히 있는 물체는 계속 가만히 있으려고 하고, 움직이는 물체는 계속 움직이려고 한다.”

하지만, 과학자는 어떻게 이러한 운동을 수량화하여 진술할까? 특히, 물체의 속도와 방향에 영향을 미치는 것은 무엇일까?

Science Workshop 센서를 위한 준비



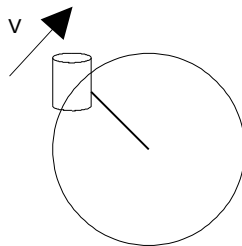
1. 운동센서를 Science Workshop 인터페이스에 연결한다. 노란색 플러그를 디지털 채널#1에 연결하고 검정색 플러그를 디지털 채널#2에 연결한 뒤 인터페이스를 컴퓨터에 연결한다.
2. 운동센서 위의 스위치가 "자동차 그림"으로 맞추어져 있는지 확인한다.
3. 운동센서의 옆에 있는 지지 바를 약간 아래로 맞추어라.
4. "1stLaw.ds" 파일을 열어라.

실험과정

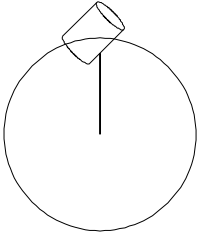
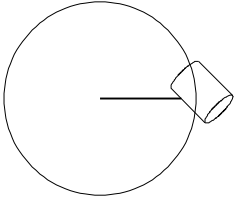
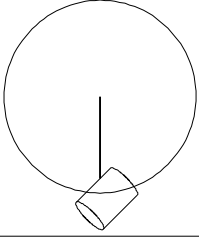
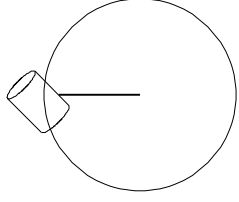
1. 마찰상자를 운동센서로부터 1m 떨어진곳에 위치시켜라.
2. DataStudio의 Start 버튼을 눌러라.
3. 마찰상자를 운동센서 방향으로 밀어라.
★ 주의 : 운동 센서가 물체와 충돌하지 않도록 주의한다.
4. 데이터 수집이 몇 초 후에 멈출 것이다.
5. 데이터를 지우기 위해서 메뉴바의 "Experiment"를 선택한 뒤에 "Delete last data run"을 선택해라.
6. 만약 필요하다면, 한 가지 대표 데이터를 구할 때 까지 위의 단계를 반복한다.
7. 다른종류의 마찰상자와 호버팩, 카트를 반복해서 해 보아라.

질문

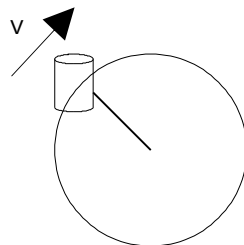
1. 마찰상자, 호버팩, 카트를 통한 속도 시간 그래프를 그려보자. 각각의 그래프에서 밀기 전의 구간을 "A", 미는 동안의 구간을 "B", 밀려진 뒤의 구간을 "C"로 적어라. 각각의 표시된 지역의 힘 도표를 그려라.
A. 각각의 표시된 구간에서 힘이 어떻게 물체의 속도에 영향을 미치는지 토의해 보자.
B. 각각의 표시된 구간에서 힘이 어떻게 물체의 방향에 영향을 미치는지 토의해 보자.
2. 위의 "이론" 부분에서 관성의 정의를 다시 확인한 후에 물체의 속도, 방향, 힘의 위치와 연관지어 관성의 진술을 다시 써 보자.
3. 만약 표면 아래의 마찰력이 제거되어지면 움직이지 않는 물체가 움직이지 않는 상태로 계속 남아 있을까? 설명해 보아라.
4. 아래의 그림은 같은 속도로 원을 그리면서 질량 M 인 물체를 돌리는 것을 위에서 본 것이다. 물체는 반지름 r 인 원을 속도 v 로 돌고 있다.



A. 위치에 따른 물체의 힘과 가속도에 관한 표를 만들어보자.

위치	힘의 방향	힘의 세기	가속도의 방향	가속도의 세기
				
				
				
				

B. 아래와 같은 상황에서 줄을 자르게 되었을 때 물체의 경로를 그려보자. 그러한 경로를 그리게 되는 이유에 대해서 설명해 보자.



뉴턴 제 2법칙

서론

이 실험의 목적은 뉴턴의 제2법칙을 확인하는 것이다. 테이블 끝의 도르래 위에 걸려 있는 줄의 한 끝에 질량을 연결한다. 줄의 다른 쪽 끝은 카트에 설치한 힘 센서에 연결한 후 운동 센서가 카트의 속도를 기록하게 된다.

이론

다음등식은 뉴턴의 제2법칙이다 : $\Sigma F = ma$

F는 질량 m에 작용하는 힘을 나타내며, a는 그에 따라 발생하는 가속도를 나타낸다.

물체가 2개의 동일한 힘에 의해 서로 반대 방향으로 당겨지고 있다고 가정 하자. 이때 2개의 힘이 동일하지 않다면, 물체는 알짜 힘과 동일한 방향으로 가속할 것이다.

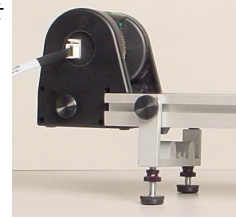
이 실험에서, 가속도는 속도-시간 관계로 측정되어진다. 가속도가 단위 시간 당 속도 변화로 정의되므로, 속도-시간 그래프의 기울기가 가속도에 해당된다.

Science Workshop 센서를 위한 준비



1. 운동센서를 Science Workshop 인터페이스에 연결한다. 노란색 플러그를 디지털 채널 #1에 연결하고 검정색 플러그를 디지털 채널 #2에 연결한다. 운동센서 위의 스위치가 "카트 그림"으로 맞추어져 있는지 확인한다.
2. 힘 센서를 아날로그 채널 #A에 연결한다. 인터페이스를 컴퓨터에 연결한다.
3. 길이가 긴 나사를 사용해서 힘 센서를 카트에 붙여라.

4. 위의 사진에서와 같이 운동 센서를 트랙의 한쪽 끝에 배치한다. 운동 센서의 한쪽 면에 있는 정렬 손잡이를 조정하여 운동 센서가 트랙과 평행을 이루도록 한다.
5. 트랙을 평평하게 한다. (우측 그림과 같이 평평한 트랙의 양 끝에 있는 조절 가능한 발들을 사용하면 쉽게 트랙을 평평하게 조절할 수 있다)
6. 우측 그림과 같이 운동센서를 트랙의 끝에 고정시킨다.
7. 트랙의 다른 끝(테이블의 끝)에 도르래 클램프를 연결한다.
8. 줄을 1미터 길이로 질량 추걸이에 감아준다.
9. 조립한 카트와 힘 센서를 트랙 위에 위치시켜라. 줄의 다른 끝을 힘 센서의 고리에 매달고 질량 추걸이를 도르래 위로 걸어라.
★ 주의 : 추걸이가 바닥에 닿지 않도록 조절하도록 한다.
10. 줄을 도르래와 조절하여 평평하게 해라.
11. "2nd Law.ds." 파일을 열어라



실험과정

1. 줄에 장력을 부여하지 않은 상태에서 힘 센서의 TARE/ZERO 버튼을 누른다.
2. 질량추걸이가 도르래에 닿지 않도록 하면서 카트를 뒤로 가능한 멀리 잡아당긴다.
3. DataStudio 상단에 있는 START 버튼을 누르면서 동시에 카트를 잡은 손을 놓는다.
★ 주의 : 카트가 도르래와 충돌하지 않도록 주의한다.
4. 힘 센서의 케이블이 카트의 운동을 방해하지 않도록 주의한다.
5. 시간이 지나면 데이터 기록이 자동으로 중지된다.
6. 마우스로 드래그 하여 속도 그래프에서 의도한 운동에 해당되는 부분만 선택해 강조표시한다. Fit 버튼을 누르고 "Linear Fit"을 선택한다. 가속도 값을 데이터 표에 입력한다.
7. 마우스를 드래그 하여 힘 그래프에서 가속화된 운동에 해당되는 부분만 선택해 강조표시한다. 범례에는 강조표시된 부분에 대한 평균 힘이 표시된다. 평균 힘의 값을 데이터 표

에 입력한다.

8. EXPERIMENT 메뉴로 이동하여 "Delete all Data Runs"를 선택한다.
9. 총 4회에 걸쳐 데이터가 수집될 때까지, 이전의 단계를 반복한다. 매번 질량을 5그램 단위로 증가시킨다.
10. 힘-가속도 그래프를 관찰한다. Fit 버튼을 누르고 "Linear Fit"을 선택한다. 기울기 및 수직 절편의 값을 기록한다.
11. 카트와 힘 센서의 질량을 킬로그램 단위로 확인한다.

질문

1. 힘-가속도 그래프의 기울기는 어떠한 물리적 특성을 나타내는가? 간략하게 설명하시오.
2. 수직 절편은 어떠한 물리적 특성을 나타내는가?
3. 힘-가속도 그래프에 대한 선형방정식을 구하시오.
4. 선형방정식에서, 수직 절편이 0이 될 것으로 예상되는가? 간략하게 설명하시오.
5. 카트가 트랙을 이동함에 따라 가해지는 힘을 그림으로 그려보시오. 카트에 가해진 힘의 합에 대해 어떻게 설명할 수 있는가? 카트의 운동에 대해 어떻게 설명할 수 있는가?

뉴턴 제 3법칙

서론

이 실험의 목적은 힘의 상호작용 관계를 알아내는 것이다. 고무줄의 양쪽을 두 힘센서를 이용하여 당겨보고, 힘센서를 장착한 각각의 카트를 충돌해 보면 힘의 상호작용 관계를 확인할 수 있다.

이론

학생들은 아래의 뉴턴 제 3법칙의 정의가 익숙할 것이다:

“모든 작용은 동일하고 반대의 방향으로 반작용이 있다.”

하지만, 물리적인 상호작용에서 그것이 나타난다고 진술할 수 있을까? 특별히 힘의 크기와 방향은 무엇으로 결정하는가?

Part 1. 양손에 작용하는 힘 측정



Science Workshop 센서를 위한 준비

1. 힘 센서를 Science Workshop 인터페이스의 아날로그 채널 A에 연결한다. 다른 힘 센서를 아날로그 채널 B에 연결한다. 인터페이스를 컴퓨터에 연결한다.
2. 힘 센서에 아무것도 연결되어 있지 않을 때, ZERO/TARE 버튼을 누른다.

3. 위의 그림과 같이 긴 고무줄의 끝을 힘 센서의 고리에 연결한다.

4. "3rd Law Tug-O-War.ds" 파일을 연다.

방법

1. 데이터 스튜디오의 Start 버튼을 누른다.

2. 고무줄을 연결한 두 힘센서를 이용하여 A와 B가 무승부가 되게 작은 규모의 줄다리기 게임을 한다.

3. 몇 초가 지나면 데이터 수집이 종료될 것이다.

4. 원하지 않는 데이터의 삭제가 필요하다면, "Experiment" 버튼을 누르고 "Delete all data runs"를 눌러라.

5. 방향과 크기의 기록은 :

A. A가 B에 준 힘(F_{AB})

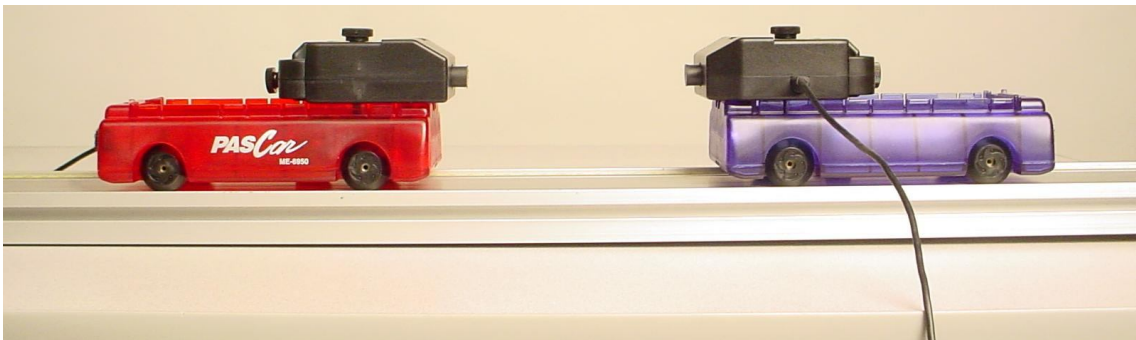
B. B가 A에 준 힘(F_{BA})

6. 위의 1-5의 과정을 A가 이기도록 하면서 반복해 보아라.

7. 위의 1-5의 과정을 B가 이기도록 하면서 반복해 보아라.

Part 2. 카트에 작용하는 힘 측정

Science Workshop 센서를 위한 준비



1. 힘 센서의 고리를 제거하고, 고무 범퍼로 교체한다.

2. 길이가 긴 나사를 사용하여, 힘 센서를 카트에 부착한 후 카트를 트랙에 올린다.

3. 힘 센서에 아무것도 연결되어 있지 않을 때, ZERO/TARE 버튼을 누른다.

4. "3Rd Law Collision.ds" 파일을 연다.

방법

1. 한 카트에 다른 카트보다 두 배에 해당하는 만큼의 질량 올린다.

2. 데이터 스튜디오의 Start 버튼을 누른다.

3. 양쪽에 위치한 각각의 카트를 중앙으로 부드럽게 민다.

4. 몇 초 후면 데이터 수집이 끝날 것이다.

5. 원하지 않는 데이터의 삭제가 필요하다면, "Experiment" 버튼을 누르고 "Delete all data runs"를 눌러라.

6. 힘의 방향과 크기를 기록한다.

8. 추가된 질량을 제거하고 위의 과정을 반복한다.

질문

1. Part 1의 힘-시간 그래프를 다시 보고 각각의 센서의 힘 도표를 그려라. 센서 "A"의 힘으로부터 "B"센서에 이르기까지를 " F_{AB} " 라고 한다. 센서 "B"의 힘으로부터 "A"센서에 이르기까지를 " F_{BA} "라고 한다.

2. Part 1에서 두 힘의 관련성을 서술해보아라. 힘의 방향성을 서술에 포함시켜라.

3. Part 2의 힘-시간 그래프를 보고 각각의 센서의 힘 도표를 그려라. 센서 "A"의 힘으로부터 "B"센서에 이르기까지를 " F_{AB} " 라고 한다. 센서 "B"의 힘으로부터 "A"센서에 이르기까지를 " F_{BA} "라고 한다.

4. Part 2에서 두 힘의 관련성을 서술해보아라. 힘의 방향성을 서술에 포함시켜라.

5. 이 실험에서 관찰되어지는 관계는 각각 다른 접촉에서의 힘을 포함한다. 2, 4 질문에 대한 서술들은 서로 접촉하지 않은 한 쌍의 힘에서도 적용하는가? 설명해 보아라.

힌트 : 사과가 지구로 떨어진다고 생각해 보아라.