

가속 운동 실험

(주)한국과학

(2020)

실험 목적

- Vernier Video Analysis를 사용하여 속도가 빨라지는 카트의 위치, 속도 및 시간 데이터를 측정할 수 있다.
- 운동 그래프를 보고 카트의 움직임을 수학적으로 설명할 수 있다.
- [확장] 다른 물체의 가속도를 설명하기 위해 추가 비디오를 분석할 수 있다.

실험 도입





물체가 속도를 낼 때 수학을 사용하여 물체의 움직임을 표현할 수 있을까? (속도가 일정한 물체보다 끊임없이 속도가 변하는 물체의 경우)

이 실험에서는 팬 카트의 위치 vs 시간, 속도 vs 시간 그래프에 곡선 추세선을 적용한다. 그리고 곡선 추세선을 사용하여 운동의 매개 변수를 알 수 있다.




실험 준비물

- Vernier Video Analysis


실험 방법

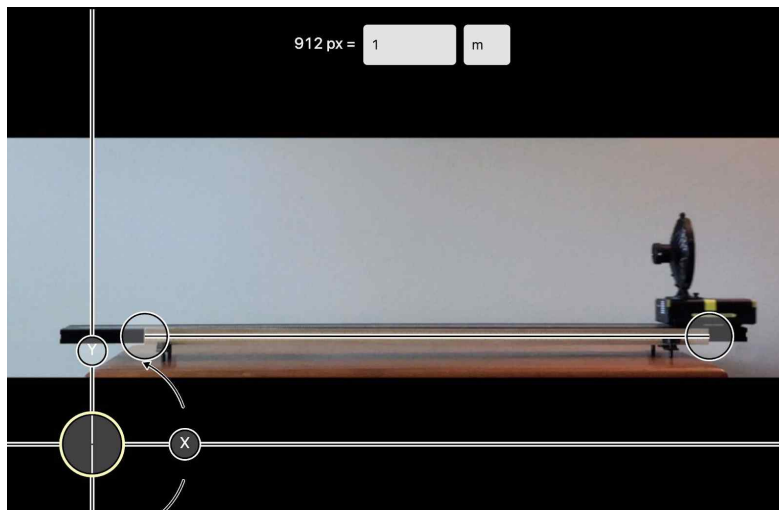
1. 팬 카트의 움직임을 쉽게 볼 수 있도록 비디오 창을 크게 만든다. 이 방법에는 두 가지가 있다.
 - ① 비디오와 화면의 그래프, 데이터 테이블 사이의 구분선을 오른쪽으로 끈다.
 - ② 화면에서 그래프 및 데이터 테이블을 제거하려면 보기()를 사용하여 설정할 수 있다.
2. 앞으로 가기() 및 뒤로 가기()를 사용하여 팬 카트가 제자리에 고정되어 있지 않은 프레임으로 동영상을 이동한다.
3. 팬 카트의 위치를 포인트로 표시한다. 기본적으로 카트의 위치를 표시할 때마다 비디오는 한 프레임씩 진전한다. 팬 카트의 경우 움직임이 매우 느리게 시작하므로 비디오가 한 번에 한 프레임 이상의 가속 모션을 하도록 설정하면 분석이 더 빨리 진행된다.
 - 프레임 설정을 변경하려면 고급 비디오 옵션()을 클릭하고 고급 프레임(Advance Frame)을 2, 5 또는 10 프레임으로 변경한다.

4. 비디오 도중 팬 카트가 움직일 때 팬 카트의 위치를 표시한다.


- ① 추가()를 클릭한다.
- ② 팬 카트의 위치를 표시할 곳을 결정한다. (예: 노란색 점)
(**중요: 위치를 일관되게 표시해야 하므로 십자형 포인터를 항상 팬 카트의 동일한 위치에 둔다)
- ③ 팬 카트의 선택한 위치에 십자형 포인터를 배치한 다음 클릭하여 첫 번째 점을 추가한다.
(*참고: 휴대폰, 태블릿을 사용하는 경우 먼저 십자형 포인터를 배치하고 비디오 프레임의 아무 곳이나 클릭하여 표시할 수 있다.)
- ④ 팬 카트가 트랙의 끝에 도달할 때까지 이 과정을 반복한다. 점을 편집하려면 편집()을 클릭한다. 편집을 사용하면 일치하지 않는 점을 수정하거나 삭제할 수 있다.
(*참고: 정확한 점을 표시하기 위해 트레이일() 설정을 해제하여 현재 프레임의 점을 제외한 모든 점을 숨길 수 있다.)

5. 비디오에서 크기를 설정한다.

- ① 크기()를 클릭하면 스케일 바와 축이 나타난다.
- ② 비디오의 자(1m)의 끝과 끝이 일치하도록 스케일 바를 드래그한다.
- ③ 길이의 단위가 올바르게 설정되어 있는지 확인한다. (1m)



6. 비디오 위에 표시된 첫 번째 점(카트의 처음 위치)으로 축을 이동하여 원점을 조정한다.
이렇게 하면 출발 위치가 0이 된다.

7. 보기()를 사용하여 두 개의 그래프를 표시하고 비디오와 데이터 테이블을 숨긴다.

Vernier Video Analysis는 기본적으로 시간의 함수로 물체의 x , y 위치를 표시한다. 팬 카트처럼 수평으로 움직이는 물체의 경우 x 성분의 그래프만 분석한다. 그래프에 표시되는 데이터를 변경하려면 수직 축 레이블을 클릭한 후 설정을 변경한다. 이 같은 방법으로 두 개의 그래프를 설정한다.

- ① x 위치 vs 시간 그래프
- ② x 속도 vs 시간 그래프

실험 결과

1. x위치 vs 시간 그래프를 분석해보자.

- ① 그래프의 점들은 어떤 모양의 그래프를 만드는지 생각해보자.
- ② 그래프 도구(ㄷ)를 사용하여 그래프에 적합한 곡선 추세선을 추가해보자.
- ③ 적합한 곡선 추세선 방정식을 기록해보자.

2. x속도 vs 시간 그래프를 분석해보자.

- ① 그래프의 점들은 어떤 모양의 그래프를 만드는지 생각해보자.
- ② 그래프 도구(ㄷ)를 사용하여 그래프에 적합한 곡선 추세선을 추가해보자.
- ③ 적합한 곡선 추세선 방정식을 기록해보자.

3. 등가속도운동 방정식은 다음과 같이 배웠을 것이다.

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \quad \text{and} \quad v = at + v_0$$

이 두 방정식은 모두 가속도에 대한 변수 가속도(a)를 포함하고 있다. 두 개의 곡선 추세선 방정식을 이러한 방정식과 비교하여 각 경우의 가속도(a) 값을 알아보자.

4. 실험을 통해 얻은 방정식은 팬 카트의 v_0 (초기 속도)를 어떻게 나타내는지 알아보고 이것이 실험과 일치하는지 생각해보자.

5. 실험을 통해 얻은 방정식은 팬 카트의 x_0 (초기 위치)를 어떻게 나타내는지 알아보고 이것이 실험과 일치하는지 생각해보자.

실험 확장

1. 영상의 축의 원점을 첫 번째 점(카트의 처음 위치)이 아닌 다른 위치로 이동시킨 후 다음 사항에 대해 생각해본다.

- ① 방정식은 어떻게 변하는지 생각해보자.
- ② 방정식의 어떤 정보가 바뀌지 않았는지 생각해보자.

2. 등가속도운동을 하는 물체의 비디오를 찾거나 만든다. x, y축에 대한 가속도(a), 초기 속도(v_0) 및 시간, 위치를 결정한다.