

관성의 법칙 (351S)

학생용 실험보고서

무거운 차량은 가벼운 차량에 비해서 차량을 정지시키거나 사고를 피하고자 방향을 바꾸는데 더 많은 힘과 더 많은 시간, 그리고 더 긴 거리가 요구된다. 무거운 차량은 가벼운 차량보다 더 많은 관성을 가진다. 관성은 물체의 운동 변화에 필요한 저항이다. 다시 말해 초당 29m를 직선으로 운행하는 열차처럼 같은 속도와 같은 방향으로 지속적인 운동을 하는 물체의 특성이다. 같은 속도를 유지한다면 전혀 움직임이 없을 수도 있다. 주차된 차는 초당 0m의 속도로 움직임이 유지 된다. 더 무거운 물체는 더 많은 관성을 가지며 움직임을 변화시키기 위해 더 큰 힘이 필요하다. 관성을 이해하면 차량에 힘이 적용되거나 차량에서 힘이 제거될 때 어떤 현상이 일어날지 이해하고 예상하는데 도움이 된다.

탐구

관성은 어떻게 사물의 이동에 영향을 주는가?

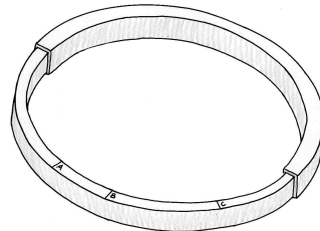
실험준비물

각 조는 다음과 같이 실험준비물을 준비한다.

- 램페이지 원형 트랙 1개
- 유리구슬 1개
- 쇠구슬 1개
- 도로 원뿔(콘) 1개
- 자 1개

실험과정

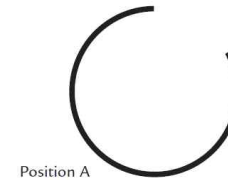
1. 우측 그림과 같이 원형트랙을 학생들 모두가 쉽게 볼 수 있도록 놓아둔다.
2. 원형트랙 안쪽에서 쇠구슬을 반시계방향으로 2~3번 돌리는 연습을 한다. 이때 트랙은 움직이지 않아야 한다.
3. 트랙에 표시된 A까지 열어 둔다.
4. 구슬을 굴리면 원형트랙을 돌고 빈틈에서 어떻게 움직일지 예상하고 토론한다.
5. 소형 도로 원뿔(콘)을 탁자 위에 올려놓고 4번의 과정에서 예상한 위치를 표시한다.
6. 아래의 관성 관찰 도표 위에 A 지점부터 시작하여 약 1cm 단위로 예상하는 구슬의 이동 경로를 "x"를 그려 표시한다. 'x'를 "무거운 구슬"로 표기한다.
7. 2번에서 연습했던 같은 속도로 쇠구슬을 원형 트랙 안에 굴리고 트랙을 빠져나올 때 이동하는 방향을 관찰한다.
8. 7번 과정을 충분히 여러 번 반복해 모두가 동의할 수 있는 평균적인 이동방향을 확인한다.
9. 아래 첫 번째 원(Position A)에 두꺼운 선으로 구슬의 경로를 그린다.
10. 왜 그런 경로로 구슬이 이동했는지 토론한다. 두 번째 원에 예상 경로를 그린다.
11. 두 번째(Position B), 세 번째(Position C) 그림에 대해 위의 4~10번 과정을 반복한다.



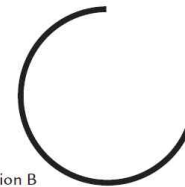
12. 1~11번 과정을 쇠구슬 대신 유리구슬을 가지고 반복하고 다른 색 펜으로 예상경로를 표시한다.

도표

관찰내용



Position A



Position B



Position C

학교 _____ 학년 _____ 반 _____ 이름 _____ 날짜 _____

분석

1. 구슬이 이동할 때의 구슬의 방향과 속도의 변화에 대해 설명하라.

a. 원형 트랙 내부

b. 원형 트랙 외부

2. 구슬의 운동에는 어떤 변화가 발생했으며, 그 변화와 관련 있는 힘은 무엇인가? 다음 표를 완성하라.

운동의 변화에 관여하는 힘의 종류	
운동의 변화	관련 힘(force)
정지 상태에서 가속화된 구슬	
원형운동을 하는 구슬	
구슬의 속도 저하	

3. 다음 사항에 변화를 주었을 때의 구슬의 경로에 발생하는 변화를 설명하라.

a. 원형 트랙에서의 구슬이 빠져나오는 출구의 위치 변화

b. 구슬의 무게

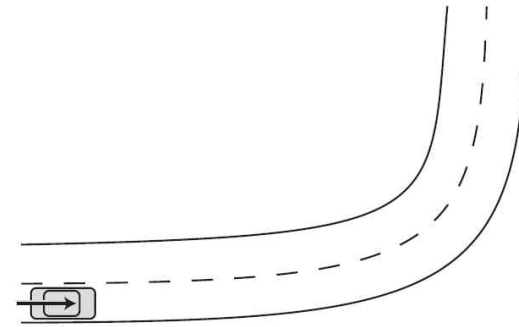
4. 갑자기 조종핸들과 브레이크가 없어 도로에서 차량이 길가에 접근하고 있다고 가정해보자. 지역은 평평하며 가드레일은 없다.

a. 도표의 오른쪽을 보고 차량이 조종핸들과 브레이크가 없을 때의 예상 이동 경로를 표시하라.

b. 왜 그렇게 움직일 것으로 예상하는지 설명하라.

c. 차가 더 무겁다면 위 질문에 대한 답변은 어떻게 달라지는지 설명하라.

학교 _____ 학년 _____ 반 _____ 이름 _____ 날짜 _____



[Part 2]

뉴턴의 제1법칙

아이작 뉴턴은 영국의 과학자로 빛, 운동, 중력에 관한 중요한 발견을 한 과학자이다. 그가 사과나무아래에서 떨어지는 사과나무를 보고 중력을 발견했다는 이야기는 유명하다. 사실 그때 당시 중력을 발견한 것은 아니었다. 지구의 중심 쪽으로 물체를 지속적으로 당기는 중력과 같은 힘이 존재할 것이라고 깨달은 것이다. 그 물체를 잡고 있는 어떤 힘도 없을 때 중력은 물체를 지구 쪽으로 떨어지게 한다.

질문

뉴턴이 발견한 것은 힘과 움직임의 어떤 관계인가?

힘과 운동

우리 주변에서 물체가 운동을 하는 것을 쉽게 볼 수 있다. 수세기동안 과학자들은 물체의 운동에 대해 모든 것을 안다고 생각했다. 그러나 이탈리아 과학자 갈릴레오 갈릴레이(1564~1642)는 운동을 새로운 방식으로 받아들였다. 갈릴레오가 죽은 해에 태어난 뉴턴은 그의 발견을 완성하고 세 가지 법칙을 만들었다. 뉴턴의 법칙은 일상적인 실험과 관찰의 내용과 상반되는 것처럼 보였기에 혁명적인 것이었다. 오늘날 뉴턴의 세 가지 법칙은 운동을 이해하는 기초가 된다. 이 실험을 통해 뉴턴의 제 1법칙인 관성의 법칙을 배우게 될 것이다.

관성의 법칙

뉴턴의 제 1 법칙인 관성의 법칙을 모두 이해하는 것은 쉽지 않다. 관성의 법칙은 물체의 운동에 대해 저항과 어떤 운동이든 그 운동을 계속하려는 경향을 나타낸 것이다. 운동의 변화란 물체의 속도나 방향의 변화 또는 둘 모두의 변화를 의미한다. 예를 들어 다른 자동차를 추월하기 위해 속도를 높이는 차나 코너를 도는 차는 운동에 변화가 생긴 것이다. 뉴턴의 제 1법칙은 물체에 작용하는 힘이 없으면 물체의 운동에는

학교 _____ 학년 _____ 반 _____ 이름 _____ 날짜 _____

변함이 없다는 것이 요지이다. 다시 말해 물체가 더 빠르게 혹은 더 느리게 이동하거나 방향을 바꾸려면 물체의 관성을 이기는 힘이 필요하다는 뜻이다.

물체의 운동을 변화시키기 위해서는 힘이 필요하다는 것을 이미 안다면 뉴턴의 제 1법칙이 뭐 그리 어려운 것이냐고 반문할 것이다. 이 법칙이 어려운 것은 어떤 물체가 계속 이동하는데 어떤 힘도 필요하지 않다는 것이다. 뉴턴의 제 1법칙에 따르면 일정한 속도로 움직이는 어떤 물체는 그 속도로 영원히 움직인다. 이 물체를 당기거나 밀지 않는 한 느려지거나 정지하지 않는다. 이런 개념을 움직이지 않는 물체에도 적용할 수 있다. 힘이 작용하기 전까지는 움직임이 없는 상태가 유지된다.

뉴턴의 제 1법칙은 일상생활에서 보는 것들과 모순되어 보인다. 공을 차고 던지고 방망이로 쳐내면 결국엔 스스로 멈추게 된다. 언덕에서 미끄러지더라도 영원히 미끄러지지 않으며 속도가 느려지면서 결국 서게 된다. 어떻게 뉴턴의 제 1법칙이 옳다고 할 수 있을까?

마찰력

뉴턴의 제 1법칙에는 언급되어 있지 않으나 운동에서 중요한 역할을 하는 것은 마찰력이다. 마찰력은 서로 접촉하고 있는 두 물체 간에 존재하는 힘이다. 마찰은 물체의 운동에 반대되는 힘이다. 예를 들어 구르는 공과 바닥 사이에 마찰력은 공을 느려지게 하고 공을 멈추게 한다. 미끄러지는 썰매와 눈 사이의 마찰력 또한 썰매를 느려지게 하고 멈추게 한다. 지구 어디에도 마찰력은 존재하기 때문에 물체가 운동을 계속하기 위해서는 어떤 힘이 물체에 작용해야 한다.

마찰력이 없다면 움직이는 물체는 어떤 힘이 운동에 변화를 주기 전까지 같은 방향으로 영원히 움직일 것이다. 땅이나, 물, 공기 등 마찰을 만드는 요소가 없는 우주 또는 진공 상태에서 물체는 일정한 속도로 같은 방향으로 영원히 움직이게 될 것이다. 이것이 달이나 행성들, 그리고 다른 우주의 물체들이 수십 억 년 동안 움직이고 있으며 앞으로 수십 억 년을 더 움직일 것이라고 예측할 수 있는 이유이다.

차가 계속해서 움직이려면 차의 엔진을 계속 가동하여 도로와 타이어, 앞 유리창과 공기 사이에 발생하는 마찰을 극복해야 한다. 차량 설계에서 가장 중요한 요소 중 하나는 최대한 마찰을 줄이는 것이다. 차량의 형태는 공기저항을 최대한 줄이고 오일과 윤활유는 각 연결 부위의 마찰을 최대한 줄이기 위한 것이다. 마찰을 많이 줄이면 엔진은 상대적으로 많은 힘을 공급할 필요가 없어진다. 차량의 다른 부분들은 반대로 마찰을 증가시키기 위해 설계된다. 타이어는 접지력을 향상시키기 위해 마찰력이 필요하며 브레이크는 회전하는 바퀴를 정지시키기 위해 많은 마찰력을 필요로 한다.

힘의 평형

마찰력이 존재하는 상태에서 물체를 일정한 속도로 이동시키기 위해서는 마찰력의 반대방향으로 같은 크기의 힘이 공급되어야 한다. 이렇게 작용하는 힘은 물체에 작용하는 마찰력과 균형을 이루어 물체에 작용하는 합력이 0이 된다. 일정한 속도와 방향으로 움직이는 차량은 이 차량에 작용하는 마찰력의 크기와 동일하거나 비슷한 힘을 엔진으로부터 공급받는다. 합력이 0이면 힘이 균형을 이루며 운동에는 변함이 없다. 이것이 뉴턴의 제 1법칙이다.

분석을 위한 질문

학교 _____ 학년 _____ 반 _____ 이름 _____ 날짜 _____

1. 가벼운 구슬과 무거운 구슬 중 어느 것이 더 큰 관성을 가지고 있을까? 어느 것이 운동의 변화에 더 큰 저항을 가지고 있을까?
2. 우주에서 야구공을 던지면 어떻게 될까? 관성과 마찰의 측면에서 설명하라.
3. 차 한 대가 고속도로에서 시속 70km로 달리고 있다. 이 차에 영향을 미치는 힘은 균형이 이루어진 것인가? 아니면 불균형인 것인가?
4. 우주를 여행하는 우주선은 연료를 거의 사용하지 않는다. 어떻게 연료를 거의 사용하지 않고 그렇게 멀리 날아갈 수 있을까?
5. 왜 트랙에 짐을 가득 실었을 때 보다 아무 것도 싣지 않을 때 방향을 바꾸기 쉬운지 뉴턴의 제1법칙을 이용해 설명하라.

이 실험서는 (주)한국과학에 의해 작성되었으며 저작권법에 의해 보호를 받습니다.
무단복제를 금하며, 무단 복제 및 배포 시 저작권법에 의해 처벌 받을 수 있습니다.