III

힘과 운동

1. 여러 가지 힘
2. 힘의 합력과 평형
3. 여러 가지 운동
4. 힘과 물체의 운동

농구공을 던져 골인시키려면 적당한 각도로 힘을 조절하여 던져야 한다. 큰 힘을 주어 던지면 공이 골대를 넘어가고, 약한 힘을 주어 던지면 골대에 다다르지 못한다. 이처럼 힘의 크기와 방향에 따라 힘의 효과가 달라진다.

우리 주변에는 어떤 힘들이 있을까? 또 이 힘들이 작용할 때와 작용하지 않을 때 물체의 운동은 어떻게 달라지는지 알아보자.

힘과 운동의 조화

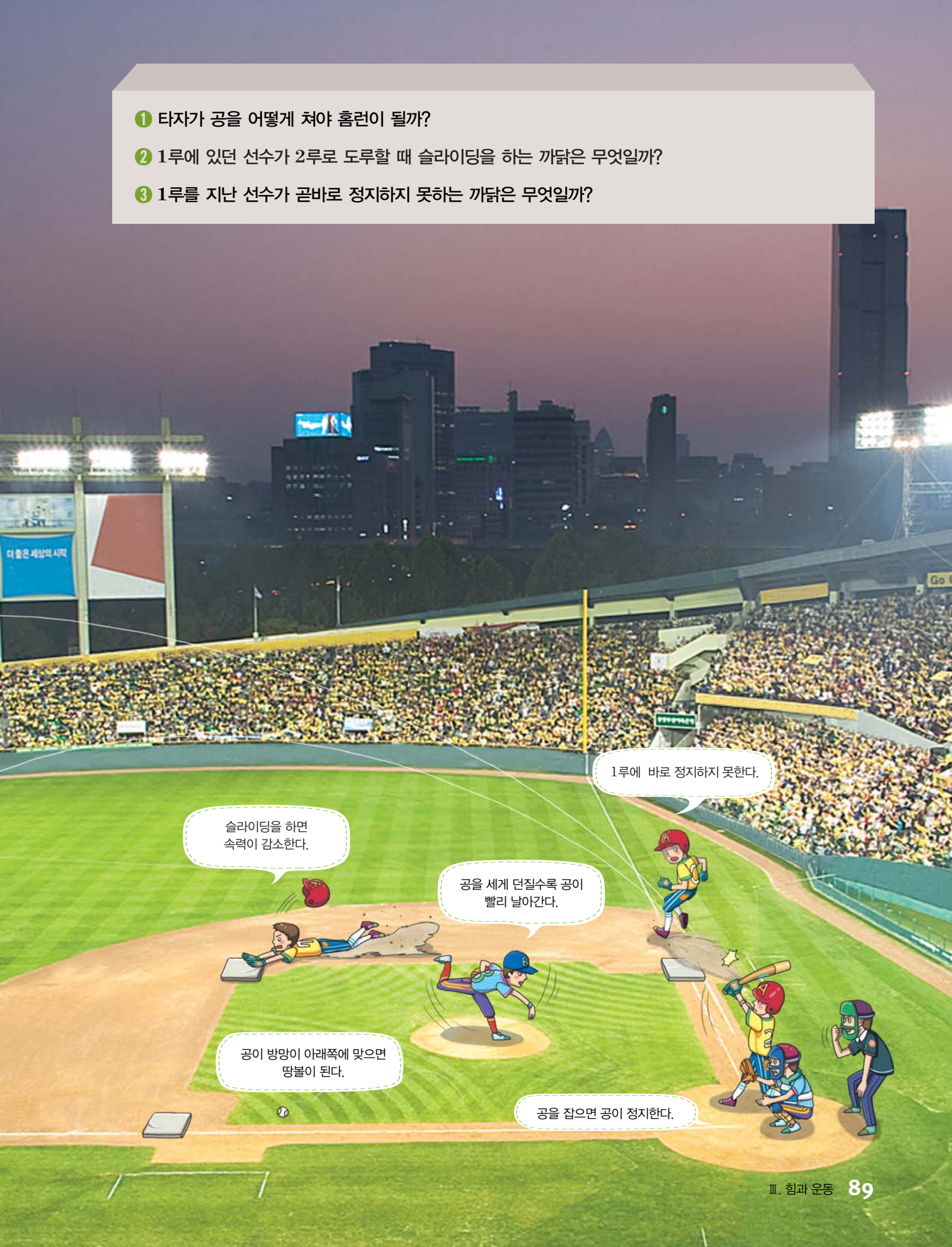
야구 경기

야구 경기에서 타자는 공을 쳐서 상대 수비수가 받지 못하는 곳으로 날려 보내기도 하고 수비수가 잡은 공보다 먼저 베이스에 도달하려고 힘껏 달리기도 한다. 투수는 공을 빠르게 던지거나 날아가는 공의 방향을 변하게 하여 타자가 제대로 치지 못하도록 한다. 야구 경기에서 이기기 위해 선수들은 힘과 운동을 어떻게 조화시켜야 할까?

❶ 타자가 공을 어떻게 쳐야 홈런이 될까?

❷ 1루에 있던 선수가 2루로 도루할 때 슬라이딩을 하는 까닭은 무엇일까?

❸ 1루를 지난 선수가 곧바로 정지하지 못하는 까닭은 무엇일까?

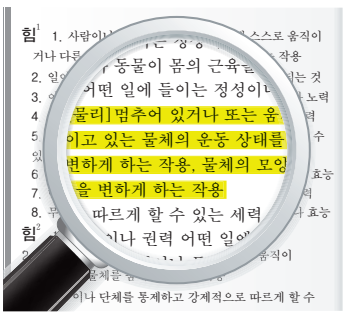


1 힘

이 단원을 **배우면**
- 힘이 두 물체 사이의 상호 작용임을 설명할 수 있다.
- 힘의 크기와 방향을 화살표로 나타낼 수 있다.

생선을 이동시키려면 어떻게 해야 할까?

사전에서 힘의 여러 가지 뜻



힘

우리는 일상생활에서 '코끼리는 힘이 매우 세다.', '선생님의 말씀이 내게 힘이 되었다.', '생각하는 힘을 키우자.', '이 자동차 엔진은 힘이 좋다.' 처럼 힘이라는 말을 여러 가지 의미로 사용한다. 과학에서는 물체를 밀거나 당길 때 힘을 작용한다고 한다. 즉, 힘은 밀거나 끌어당기는 물체 사이의 상호 작용이다.

이러한 힘은 물체끼리 접촉하여 작용하는 경우도 있고 접촉하지 않고 작용하는 경우도 있다.

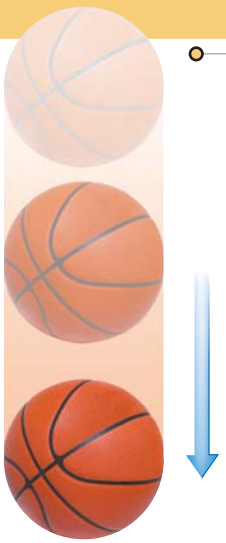
미니 탐구 관찰 힘의 작용

다음은 과학에서의 힘이 작용하는 여러 가지 경우를 나타낸 것이다.

수레를 미는 힘

머리카락을 끌어당기는 힘

운동 기구를 늘이는 힘



떨어지는 공에 작용하는 힘

▶ 물체가 접촉하여 상호 작용이 일어나는 경우를 찾아보자.

▶ 물체가 접촉하지 않고 상호 작용이 일어나는 경우를 찾아보자.

힘의 효과

눈에 보이지 않는 힘이 작용한다는 것을 어떻게 알 수 있을까? 용수철을 잡아당기면 늘어나고 찰흙을 누르면 움푹 들어간다. 또 정지한 공을 발로 차면 날아가고 날아오는 공을 손으로 잡으면 정지한다. 이와 같이 물체에 힘을 작용하면 물체의 모양이 변하거나 운동 상태가 변한다.

한편, 야구를 할 때 방망이를 세게 휘둘러 공을 치면 공에 큰 힘이 작용하여 빠르게 날아가지만 번트를 하면 작은 힘이 작용하여 천천히 날아간다. 똑같이 번트를 하더라도 공이 방망이에 맞는 위치에 따라 위로 뜨기도 하고 아래로 굴러가기도 한다.

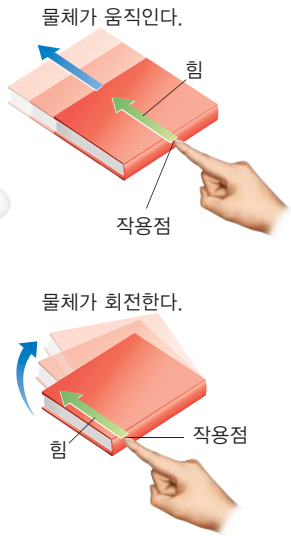
방망이를 세게 휘두를 때

번트할 때

그림 1 힘의 크기에 따른 효과

작용점에 따른 힘의 효과

책 가운데를 밀면 똑바로 움직이지만, 가장자리를 밀면 회전한다.



이와 같이 힘의 효과는 물체에 작용하는 힘의 크기, 방향, 힘이 작용하는 지점에 따라 달라진다. 따라서 힘을 표시할 때에는 힘의 크기, 방향, 힘이 작용한 지점(작용점)을 모두 나타내야 하며, 그림 2와 같이 화살표를 이용하여 나타내면 편리하다.

화살표는 힘이 작용한 지점에서 시작하여 힘이 작용한 방향으로 그리고, 화살표의 길이는 힘의 크기에 비례하도록 한다. 힘의 크기를 나타내는 단위로는 N(뉴턴)을 사용한다.

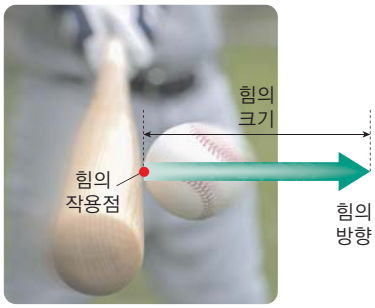
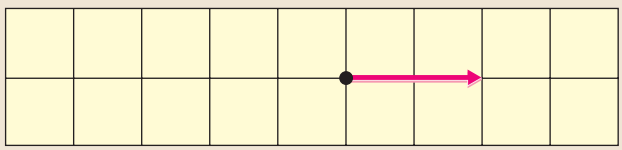


그림 2 힘의 표시

스스로 확인하기

❶ 두 물체 사이의 상호 작용으로 물체의 모양이나 운동 상태를 변화시키는 것을 _____(이)라고 한다.

❷ 오른쪽으로 작용하는 2 N의 힘을 그림과 같이 화살표로 나타냈다. 같은 지점에서 왼쪽으로 작용하는 3 N의 힘을 화살표로 나타내 보자.



2 중력

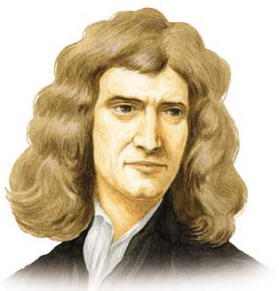
이 단원을 **배우면**
- 중력에 의해 나타나는 현상을 설명할 수 있다.
- 무게와 질량의 차이를 설명할 수 있다.

"감나무 밑에 누워서 홍시 떨어지기를 기다린다."는 속담이 있다. 감을 떨어지게 한 힘은 무엇일까?

중력

빗방울은 아래로 떨어지고 스카이다이버도 아래로 떨어진다. 야구 선수가 친 공은 높이 올라갔다가 아래로 떨어지고 불꽃놀이의 불꽃도 아래로 떨어진다. 이러한 현상은 지구와 물체 사이의 상호 작용에 의해 나타나는데, 이때 지구가 물체를 끌어당기는 힘을 **중력**이라고 한다. 중력은 지구와 물체가 떨어져 있어도 작용한다.

중력의 방향은 지구 중심을 향하는데 이 방향은 수평면과 직각을 이룬다. 따라서 지구 어디에서 물체를 놓아도 물체는 지구 중심을 향해 떨어진다.



뉴턴(Newton, I., 1642~1727)
영국의 물리학자로 운동 법칙과 만유인력 법칙을 완성하여 근대 물리학을 탄생시켰다.

그림 3 중력의 방향 지구 상의 어느 곳에서나 지구 중심을 향한다.

우주를 떠돌던 암석 덩어리가 지구에 접근하면 지구 중력에 의해 떨어지면서 유성이 되기도 하고, 하늘에서 떨어진 비는 중력에 의해 낮은 곳으로 흐르면서 지상의 식물들에게 물을 공급하여 식물이 자랄 수 있게 해 준다.

무거운 짐을 들고 갈 때나 계단을 오를 때는 중력 때문에 힘이 들기도 하지만 중력을 생활에 이용하는 경우도 많다.

식물 줄기는 중력 반대 방향으로 자라고, 뿌리는 중력 방향으로 자란다.

롤스크린의 막대 롤스크린이 똑바로 매달려 있도록 한다.

제기차기 제기를 발로 차올리면 중력에 의해 다시 떨어진다.

문진 붓글씨를 쓸 때 종이가 움직이지 않도록 한다.

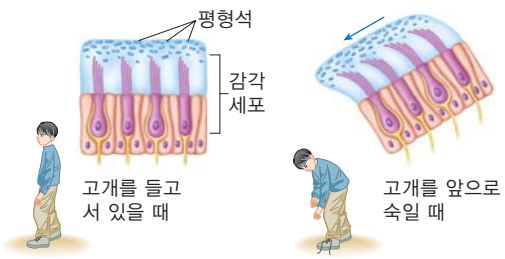
그림 4 **중력에 의한 현상과 이용**

생활에서 만나는 과학

과학 + 공학

"중력을 이용하는 똑똑한 기계"

사람이나 동물의 귀에는 평형 감각을 담당하는 전정 기관이 있는데, 그 속에는 탄산 칼슘 성분의 작은 돌(평형석)이 들어 있다. 몸이 기울어지면 평형석이 중력을 받아 한쪽으로 쏠리면서 감각세포를 자극하여 뇌가 기울어짐을 느끼게 된다.



창의적 사고

중력의 영향 때문에 나타나는 다른 동물의 습성을 찾아보자.

스마트폰과 같은 각종 전자 기기에도 중력을 감지하는 중력 센서가 들어 있다. 스마트폰이 기울어지면 그 안의 중력 센서가 이를 감지하여 화면을 옆으로 회전시키거나 프로그램을 작동시키기도 한다. 중력 센서는 스마트폰뿐만 아니라 디지털 카메라, 전자 오락기, 내비게이션, 자동차 블랙박스 등 그 쓰임이 계속 확대되고 있다.

무게와 질량

킬로그램원기

질량의 표준이 되는 물체로서 이 원기의 질량을 1 kg으로 정하였다. 국제 도량형국에서 킬로그램 원기를 제작하여 세계 각국으로 배포한다. 우리나라에는 한국 표준과학 연구원에서 이를 보관하고 있다.

빈 물통은 가볍지만 물이 가득 든 물통은 무겁다. 이것은 물이 가득 든 물통에 작용하는 중력이 빈 물통에 작용하는 중력보다 크기 때문이다. 이때 지구가 물체에 작용하는 중력의 크기를 **무게**라고 한다. 무게의 단위로는 힘의 단위와 같은 N(뉴턴)을 사용한다.

그림 5 **달 표면의 우주인**

달 표면에 착륙한 우주인이 껑충껑충 뛰어오르는 모습을 본 적이 있을 것이다. 우주인이 무거운 우주복을 입고도 달에서 가볍게 걸어 다닐 수 있는 것은 달 표면의 중력이 지구 표면의 중력보다 작기 때문이다. 지구에서 무게가 600 N인 사람의 무게를 달에서 측정하면 100 N이 된다. 그러나 달에서 물체의 무게가 감소하였다고 해서 물체의 양이 줄어든 것은 아니다. 이와 같이 무게는 장소에 따라 변하지만, 물체의 양은 변하지 않는다. 장소가 달라져도 변하지 않는 물체의 고유한 양을 **질량**이라고 하며, 질량의 단위로는 kg(킬로그램)을 사용한다. 지구 표면에서 질량이 1 kg인 물체의 무게는 약 9.8 N이다.

그림 6 **지구와 달에서 측정한 무게와 질량**

스스로 확인하기

❶ 지구와 달에서 질량이 6 kg인 물체의 무게는 각각 얼마인가?

❷ 달에서 운동 경기를 할 때 지구에서보다 기록이 좋아지는 종목을 모두 골라 보자.

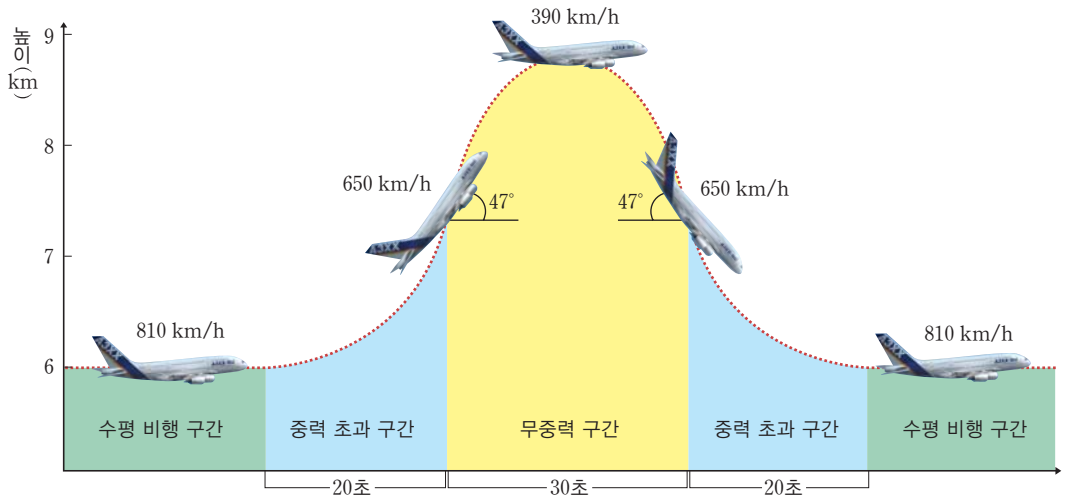
높이뛰기, 포환던지기, 역도

과학 창고

무중력을 느낄 수 있는 곳은 어디일까?

무중력 상태는 중력이 없어진 것이 아니라 중력을 상쇄시키는 힘이 생겨 마치 중력이 없는 것과 같은 상태가 된 것이다. 우리는 놀이공원에 있는 자이로드롭을 타고 낙하할 때나 바이킹이 최고 높이로 올라갔다가 내려올 때 잠깐 동안 무중력 상태를 느낄 수 있다.

지구 주위를 도는 우주 정거장 내부는 계속 무중력 상태이기 때문에 우주 비행사들은 우주 정거장에서 생활하기 위해 비행기를 이용하여 무중력 상태에 적응하는 훈련을 한다. 비행기가 고도 7 km와 10 km 사이를 곡선 궤도를 따라 위로 감속하다가 최고점에서 아래로 가속하면 30초 정도 무중력 상태가 되는 구간이 생기는데, 이러한 곡선 운동을 여러 차례 반복하면서 무중력 상태를 만든다.



무중력 상태에서의 생활은 신기하고 즐겁기만 할까?

중력이 작용하는 지상에서 생활하던 사람이 무중력 상태에서 생활하게 되면 혈액 순환이 제대로 되지 않고 뼈와 근육이 약해지며 평형 감각과 방향 감각을 제대로 느끼지 못하는 등 신체에 이상 현상이 나타난다. 따라서 우주인들은 이러한 변화를 견디기 위한 훈련을 한다.

무중력 상태 적응 훈련

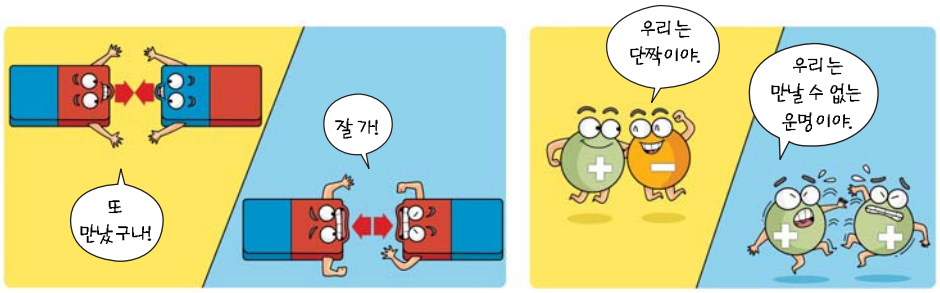
창의적 사고

무중력 상태에서 음식을 먹거나 물을 마시려면 어떻게 해야 할지 생각해 보자.

3 자기력과 전기력

이 단원을 **배우면**

- 자기력의 성질과 자기력을 이용하는 예를 설명할 수 있다.
- 전기력의 성질과 전기력을 이용하는 예를 설명할 수 있다.



두 자석 사이에 작용하는 힘과 두 전하 사이에 작용하는 힘의 비슷한 점은 무엇일까?

자기력

자석을 클립에 가까이 하면 클립이 달라붙고, 냉장고에 붙이면 아래로 떨어지지 않는다. 또 두 자석을 가까이 하면 서로 밀거나 당긴다. 이와 같이 자석이 쇠붙이를 끌어당기는 힘이나 자석 사이에 작용하는 힘을 **자기력**이라고 한다.

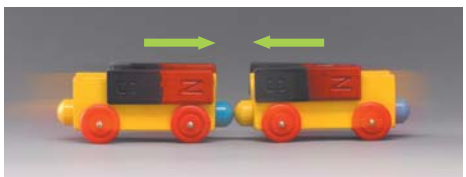


그림 7 **자석의 다른 극끼리 가까이 할 때**

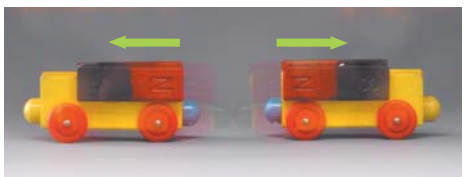


그림 8 **자석의 같은 극끼리 가까이 할 때**

자석을 장난감 수레에 고정하고 다른 극끼리 가까이 하면 서로 끌어당기는 힘이 작용하여 두 수레가 가까워지고, 같은 극끼리 가까이 하면 서로 밀어내는 힘이 작용하여 두 수레가 멀어진다. 이와 같이 자기력은 두 자석 사이의 상호 작용으로, 끌어당기는 힘과 밀어내는 힘이 있으며 두 자석이 접촉하지 않아도 작용한다.

자석과 클립 사이가 멀면 클립이 끌려오지 않지만 가까우면 클립이 끌려온다. 이는 자석과 물체 사이의 거리가 가까울수록 물체에 작용하는 자기력이 크기 때문이다.

그림 9 **거리에 따른 자기력의 크기**

자석과 물체 사이의 거리가 멀 때

자석과 물체 사이의 거리가 가까울 때

과학과 개념

자석에 끌려오는 지폐

강한 자석을 지폐에 가까이 가져가면 지폐가 자석 쪽으로 끌려온다. 이것은 위조를 막기 위해 자석의 성질을 띠는 자기 잉크로 지폐를 만들기 때문이다.

그림 10 나침반이 가리키는 방향
지구의 북극은 S극이고 지구의 남극은 N극이므로 자침의 N극은 항상 북쪽을 가리킨다.

지구에서 나침반 자침의 N극은 항상 북쪽을 가리키는데 이것은 지구도 하나의 거대한 자석이기 때문이다.

우리 주변에는 자기력을 이용하는 여러 가지 기구와 장치가 있다.

전자석으로 고철 들어 올리기

냉장고에 붙은 자석

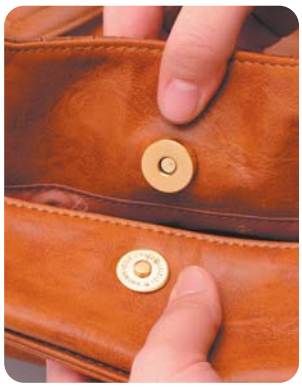

가방의 잠금 장치

그림 11 자기력의 이용

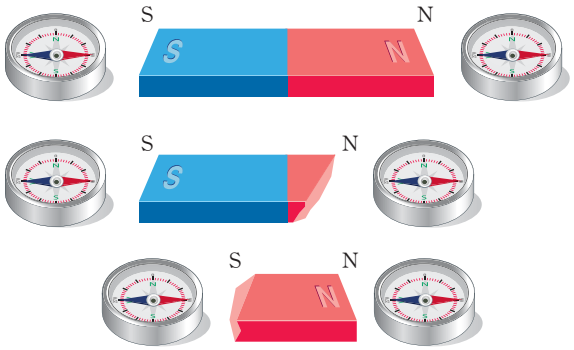
과학과 공학

자기 부상 열차

자기력에 의해 열차가 레일 위에 뜬 채 움직이므로 소음이 작으며, 빠르게 달릴 수 있다.

과학 창고 자석의 N극과 S극은 분리할 수 있을까?

자석의 N극과 S극을 분리하여 N극만 가지고 있거나 S극만 가지고 있는 자석을 만들 수 있을까? 19세기의 과학자들은 이 문제에 흥미를 느껴 자석의 성질에 대해 연구하였다. 그 결과 물질을 구성하는 입자 자체가 자석의 성질을 가지고 있다는 사실이 알려졌다. 따라서 자석을 작게 잘라도 N극과 S극은 분리되지 않는다.



창의적 사고

냉장고 등에 붙이는 납작한 고무 자석 두 개를 대면 서로 달라붙는다. 이때 자석 하나를 뒤집어도 서로 달라붙는다. 고무 자석끼리는 항상 잡아당기는 힘만 작용하는 까닭을 찾아 보자.

전기력

건조한 날 플라스틱으로 된 빗으로 머리를 빗을 때 머리카락이 빗에 달라붙은 적이 있을 것이다. 이러한 현상은 빗으로 머리를 빗을 때 빗과 머리카락이 서로 마찰하여 전기가 발생하기 때문에 나타난다.

미니 탐구 실험 전기력의 종류

준비물 고무풍선, 실, 털가죽

1. 고무풍선을 불어서 실로 묶은 다음 털가죽으로 문지르자.
2. 1의 고무풍선을 매달고 털가죽을 가까이 해 보자.
   – 고무풍선은 어떻게 되는가?
3. 두 고무풍선을 실로 묶어 털가죽으로 각각 문지른 다음, 두 고무풍선을 서로 가까이 해 보자.
   – 두 고무풍선은 어떻게 되는가?

고무풍선을 털가죽으로 문지른 다음 고무풍선과 털가죽을 가까이 하면 고무풍선이 끌려온다. 또 털가죽에 각각 문지른 두 고무풍선을 가까이 하면 서로 밀어낸다. 이것은 털가죽과 고무풍선이 전기를 띠었기 때문인데, 전기를 띤 물체 사이에 작용하는 힘을 **전기력**이라고 한다.

전기력에는 자기력과 마찬가지로 밀어내는 힘과 끌어당기는 힘이 있다. 자석에 N극과 S극이 있듯이 전기에도 (+)전기와 (−)전기가 있어서 같은 종류의 전기끼리는 밀어내고 다른 종류의 전기끼리는 끌어당기는 힘이 작용한다. 이와 같이 전기력은 전기를 띤 두 물체 사이의 상호 작용으로, 접촉하지 않아도 작용하는 힘이다.

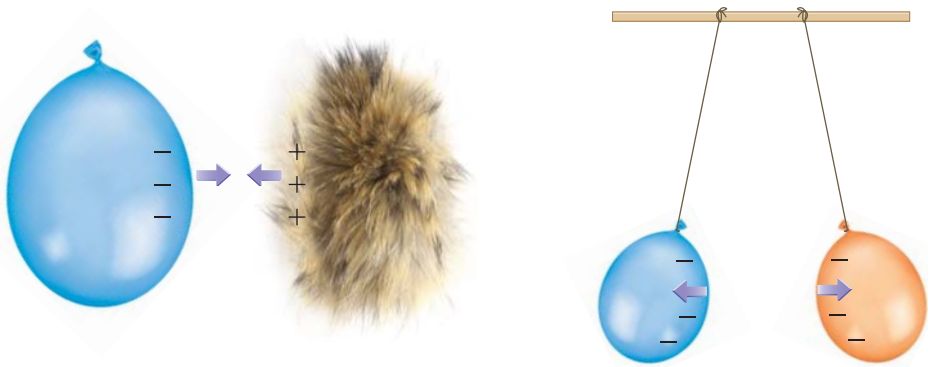


그림 12 **전기력** 고무풍선과 털가죽은 다른 전기를 띠므로 끌어당기고, 고무풍선과 고무풍선은 같은 전기를 띠므로 밀어낸다.

전기를 띤 플라스틱 막대가 종잇조각에서 멀리 있을 때는 종잇조각이 끌려오지 않지만 가까이 있으면 종잇조각이 끌려온다. 즉, 전기력은 전기를 띤 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다.

그림 13 **거리에 따른 전기력의 크기**

전기력은 복사기, 공기 청정기, 먼지떨이 등 일상생활과 산업에 다양하게 이용된다.

그림 14 **전기력을 이용하는 예**

복사기 토너가 전기력에 의해 종이에 달라붙는다.

공기 청정기 공기 중의 먼지가 전기력에 의해 달라붙는다.

먼지떨이 먼지가 전기력에 의해 달라붙는다.

입자 가속기 물질을 구성하는 입자에 전기력과 자기력을 작용하여 서로 충돌시켜 더 작은 입자들을 찾아내는 연구에 이용한다.

스스로 확인하기

❶ 자기력과 전기력은 (접촉하여, 접촉하지 않고도) 작용하는 힘이다.

❷ 자기력과 전기력에는 서로 _____힘과 _____힘이 있다.

4 마찰력

이 단원을 **배우면**
- 마찰력의 크기에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있다.
- 주변에서 마찰력이 이용되는 예를 찾을 수 있다.

스케이트보드가 계속 가지 않고 멈추는 까닭은 무엇일까?

책상 위에 놓인 책을 손으로 툭 치면 조금 움직이다가 멈춘다. 책이 계속 움직이지 않고 멈추는 것은 책과 책상 사이에 책의 움직임을 방해하는 힘이 작용하기 때문이다. 이와 같이 두 물체의 접촉면에서 물체의 움직임을 방해하는 힘을 **마찰력**이라고 한다. 마찰력은 접촉한 두 물체 사이의 상호 작용에 의해 나타나는 힘으로, 항상 물체의 움직임을 방해하는 방향으로 작용한다.

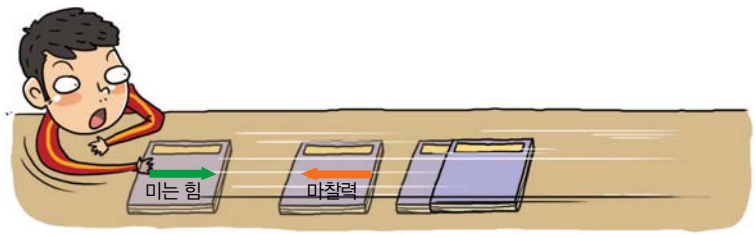


그림 15 마찰력 책이 움직이는 방향과 반대 방향으로 마찰력이 작용한다.

마찰력의 크기

빈 수레를 움직이려면 작은 힘을 작용해도 되지만 짐을 많이 실은 수레를 움직이려면 큰 힘을 작용해야 한다. 이것은 짐을 많이 실으면 수레가 무거워서 마찰력이 크기 때문이다.

그림 16 마찰력과 무게 물체가 무거울수록 마찰력이 커서 밀고 가기 힘들다.

또 썰매를 눈 위에서 끌면 작은 힘으로도 움직이지만 눈이 없는 흙길에서는 큰 힘을 작용해야 한다. 이것은 눈길보다 흙길의 표면이 거칠어서 마찰력이 크기 때문이다. 이와 같이 마찰력의 크기는 물체가 무거울수록, 표면이 거칠수록 크다.

우리 주변에는 마찰력이 커야 편리한 경우도 있고 마찰력이 작아야 편리한 경우도 있다. 겨울에 눈이 내려 도로에 쌓이면 마찰력이 작아져서 자동차들이 잘 미끄러지므로 위험하다. 이때 도로에 모래를 뿌리면 마찰력이 커져서 자동차들이 안전하게 달릴 수 있다.

축구나 농구 경기와 같이 선수들이 운동 방향을 민첩하게 바꾸어야 하는 경우에는 마찰력이 큰 신발을 신는다. 그러나 빠르기를 겨루는 봅슬레이나 조정 경기에서는 봅슬레이나 배에 작용하는 마찰력을 줄이려고 노력한다.

마찰력을 크게 하려는 경우

고무 코팅된 면장갑

손이 닿는 부분에 고무를 댄 볼펜

내리막 도로의 미끄럼 방지 포장

마찰력을 작게 하려는 경우

베어링

봅슬레이

윤활유 사용

그림 17 **마찰력을 이용하는 예**

과학과 예술

현악기 연주와 마찰력

현악기를 연주할 때 활이 줄에서 미끄러지지 않도록 활에 송진을 문질러 마찰력을 증가시킨다.

스스로 확인하기

❶ 마찰력의 크기는 물체의 _____와/과 표면의 _____에 영향을 받는다.

❷ 야구 경기에서 투수가 공을 던지기 전에 손에 송진 가루를 바르는 까닭을 써 보자.

❸ |창의·인성| 수영 선수들이 전신 수영복을 입고 수영 대회에 출전한 적도 있으나 현재는 전신 수영복을 입지 못하도록 규제하고 있다. 수영 대회에서 선수들이 전신 수영복을 입지 못하게 하는 까닭을 설명해 보자.

5 탄성력

이 단원을 **배우면**

- 탄성이 있는 물체가 변형되었을 때 탄성력이 작용함을 설명할 수 있다.
- 탄성력의 크기는 변형된 길이에 비례함을 말할 수 있다.

장대를 사용하면 더 높이 뛰어오를 수 있는 까닭은 무엇일까?

탄성력

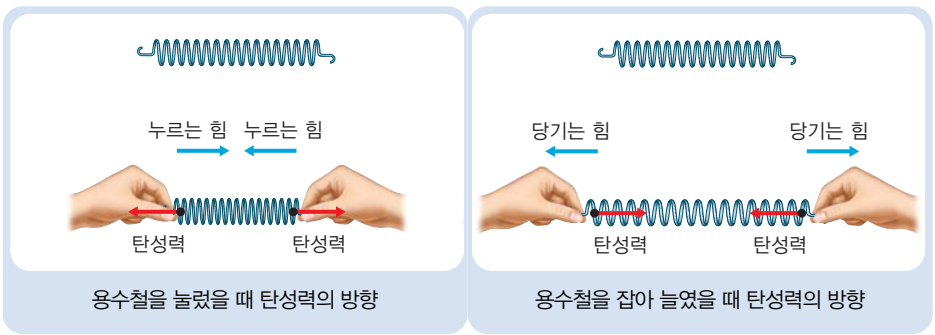
고무공을 손으로 누르면 찌그러지지만 손을 놓으면 원래 모양으로 되돌아간다. 용수철이나 고무줄도 잡아당기면 늘어나지만 손을 놓으면 원래 길이로 되돌아간다. 이와 같이 변형된 물체가 원래 모양으로 되돌아가는 성질을 **탄성**이라고 하고, 탄성을 가진 물체를 **탄성체**라고 한다.

변형
물체가 힘을 받아 모양이 변하는 것이다.

고무공이나 용수철과 같은 탄성체가 변형되면 원래 모양으로 되돌아가려는 힘이 작용하는데, 이 힘을 **탄성력**이라고 한다. 탄성력은 탄성체와 물체가 접촉하여 당기거나 밀 때 나타나는 상호 작용이다.

탄성력의 방향과 크기

탄성력은 탄성체를 변형시켰을 때 탄성체가 원래 모양으로 되돌아가려는 방향으로 작용한다. 그림 18과 같이 용수철을 손으로 누르거나 당길 때 탄성력의 방향은 손이 용수철에 작용하는 힘의 방향과 반대 방향이다.



용수철을 눌렀을 때 탄성력의 방향 / 용수철을 잡아 늘였을 때 탄성력의 방향

그림 18 탄성력의 방향 용수철에 작용하는 탄성력의 방향은 손이 용수철에 작용하는 힘과 반대 방향이다.

그림 19 탄성력의 크기

그림 19와 같이 완력기를 조금 누를 때는 작은 힘으로 눌러도 되지만 많이 누르려면 큰 힘을 가해야 한다. 그 까닭은 완력기의 용수철이 많이 늘어날수록 탄성력이 커지기 때문이다. 이와 같이 탄성력은 탄성체가 변형되는 길이가 클수록 커진다.

우리 주변에서 탄성력은 양궁, 키보드, 볼펜, 장대높이뛰기 등에 다양하게 이용된다.

양궁

키보드

볼펜

장대높이뛰기

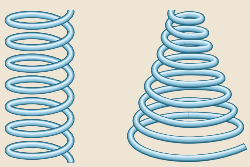
그림 20 탄성력을 이용하는 예

스스로 확인하기

❶ 탄성체가 변형되었을 때 원래의 상태로 되돌아가려는 힘을 _____(이)라고 한다.

❷ 풍선을 벽에 대고 손으로 눌렀더니 풍선이 찌그러졌다. 이때 풍선에 작용하는 탄성력의 방향을 모두 화살표로 나타내 보자.

❸ |창의·인성| 볼펜이나 운동 기구에 사용하는 용수철은 감긴 모양이 일정하다. 그런데 침대의 매트리스에는 감긴 모양이 변하는 용수철을 사용하기도 한다. 그림과 같이 감긴 모양이 일정한 용수철과 변하는 용수철에는 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.



탐구 활동

실험

탄성력의 세기를 어떻게 측정할 수 있을까?

준비물

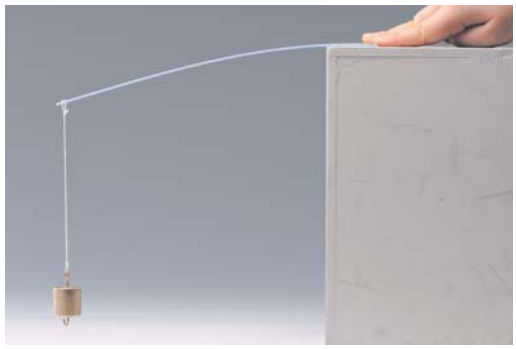
스탠드, 용수철, 추, 자

| 목표 |

용수철을 이용하여 탄성력의 세기를 측정할 수 있다.

| 예상 |

플라스틱 자 끝에 무게가 5 N인 추를 실로 매달았더니 플라스틱 자가 휘어졌다. 이때 플라스틱 자에 작용하는 탄성력의 방향을 화살표로 표시하고 그 크기가 얼마인지 생각해 보자.



| 과정 |

질량과 무게

질량이 100 g인 추의 무게는 약 1 N이다.

❶ 스탠드에 용수철을 매달고 그 뒤에 자를 고정하자.

❷ 용수철 끝이 자 눈금의 0에 오도록 자의 높이를 조절하자.

❸ 100 g짜리 추를 1개 매달고 용수철이 늘어난 길이를 측정하자.

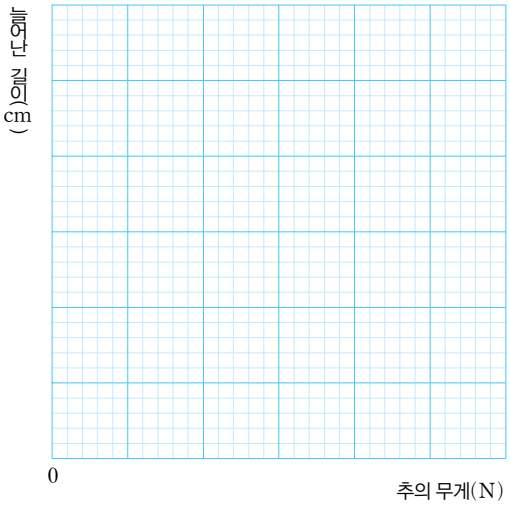
❹ 100 g짜리 추를 2개, 3개, 4개로 증가시키면서 매달고 용수철이 늘어난 길이를 측정하자.

| 결과 |

❶ 추의 질량과 용수철이 늘어난 길이를 기록하자.

추의 질량(g)	100	200	300	400
추의 무게(N)				
용수철의 늘어난 길이(cm)				

❷ 추의 무게와 용수철의 늘어난 길이 사이의 관계를 그래프로 그려 보자.



| 정리 |

❶ 추의 무게와 용수철이 늘어난 길이 사이에는 어떤 관계가 있는가? 또 추의 무게는 용수철의 탄성력과 어떤 관계가 있는가?

---

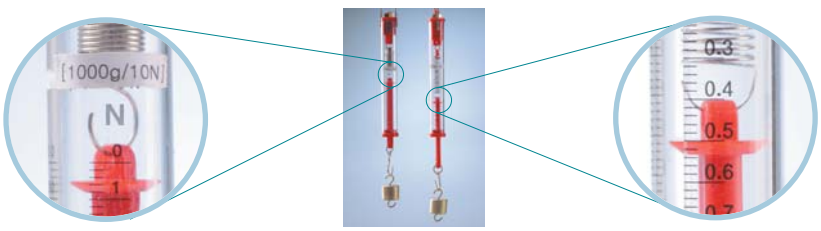
❷ 용수철이 늘어난 길이는 탄성력과 어떤 관계가 있는가?

---

❸ 실험에서 사용한 용수철을 잡아당겼을 때 용수철이 6 cm 늘어났다면 용수철의 탄성력은 얼마인가?

| 창의·인성 | 활동

용수철저울에는 최대로 측정할 수 있는 힘의 크기가 표시되어 있다. 그림은 최대 측정 범위가 10 N인 용수철저울과 1 N인 용수철저울에 같은 무게의 추를 매달았을 때 눈금을 나타낸 것이다. 두 용수철저울의 측정 범위가 다른 까닭은 무엇일까?



1 나란하게 작용하는 두 힘의 합력

이 단원을 **배우면**
- 같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.
- 반대 방향으로 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.

두 힘이 반대 방향으로 작용할 때 물체는 어느 쪽으로 움직일까?

탐구 활동 실험 나란한 두 힘의 합력은 어떻게 구할까?

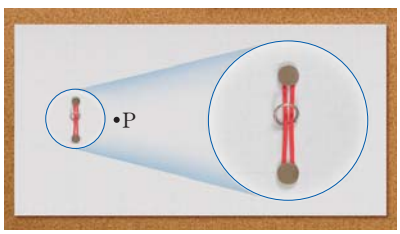
준비물

용수철저울, 고무줄, 압정, 나무판, 모눈종이, 원형 고리, 보안경

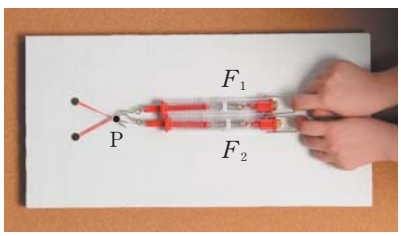
| 목표 |

나란하게 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.

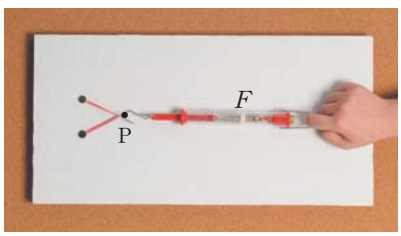
| 과정 1 | 같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합력



❶ 나무판에 모눈종이를 깔고 원형 고리를 건 고무줄을 압정으로 고정한 후, 임의의 위치에 점 P를 표시하자.



❷ 용수철저울 두 개를 같은 방향으로 고리에 걸고 당겨 점 P까지 늘인 후, 힘 F_1과 F_2를 읽어 보자.

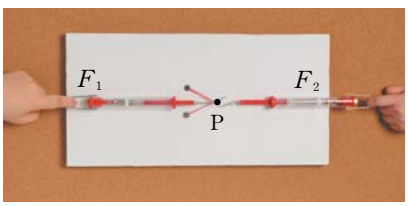


❸ 용수철저울 한 개를 고리에 걸고 당겨 점 P까지 늘인 후, 힘 F를 읽어 보자.

유의할 점

압정을 사용할 때 안전에 유의하고, 보안경을 착용하도록 한다.

| 과정 2 | 반대 방향으로 작용하는 두 힘의 합력



❶ **과정 1**의 ❷에서 용수철저울 두 개를 서로 반대 방향으로 고리에 걸고 당겨 점 P까지 늘인 후, 힘 F_1과 F_2를 읽어 보자.

❷ 용수철저울 한 개를 고리에 걸고 당겨 점 P까지 늘인 후, 힘 F를 읽어 보자.

| 결과 |

● **과정 1**과 **과정 2**의 측정 결과를 표에 써 보자.

힘(N)	F_1	F_2	F
과정 1			
과정 2			

| 정리 |

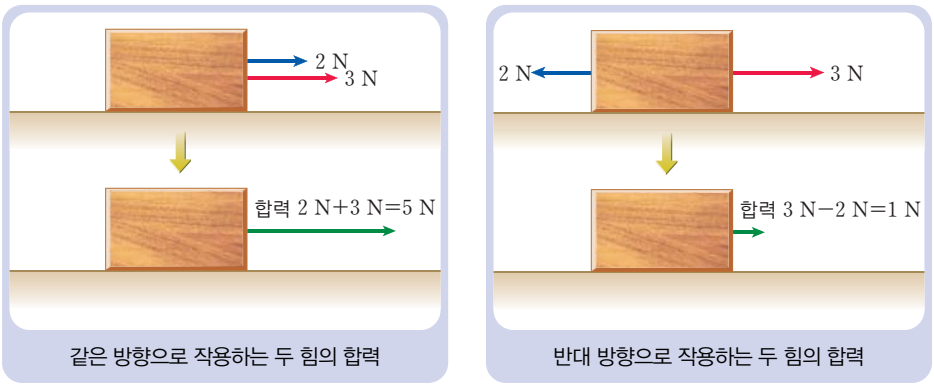
❶ **과정 1**과 **과정 2**에서 힘 F_1, F_2, F의 관계를 식으로 나타내 보자.

---

❷ 같은 방향으로 작용하는 두 힘과 반대 방향으로 작용하는 두 힘의 합력을 구하는 방법을 설명해 보자.

물체에는 하나의 힘만 작용할 때도 있고 여러 힘이 동시에 작용할 때도 있다. 한 물체에 여러 힘이 동시에 작용할 때 이 힘들과 같은 효과를 나타내는 하나의 힘을 **합력**이라고 하며, 물체에 작용하는 모든 힘의 합력을 **알짜힘**이라고 한다.

두 힘이 같은 방향으로 작용할 때 합력의 크기는 두 힘을 더한 것과 같고, 합력의 방향은 두 힘의 방향과 같다. 두 힘이 반대 방향으로 작용할 때 합력의 크기는 큰 힘에서 작은 힘을 뺀 것과 같고, 합력의 방향은 큰 힘의 방향과 같다.



같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합력 | 반대 방향으로 작용하는 두 힘의 합력

그림 21 **나란한 두 힘의 합력**

스스로 확인하기

❶ 한 물체에 여러 힘이 작용할 때 이 힘들과 같은 효과를 나타내는 하나의 힘을 _____(이)라고 한다.

❷ 10 N과 4 N의 힘이 같은 방향으로 작용할 때와 반대 방향으로 작용할 때 합력은 각각 얼마인가?

2 나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력

이 단원을 **배우면** ● 나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.

전통 농기구 중 하나인 맞두레는 두 사람이 줄을 당겨 물을 퍼 올리는 기구이다. 두 사람이 줄에 작용하는 힘과 맞두레에 작용하는 힘 사이에는 어떤 관계가 있을까?

탐구 활동 실험

나란하지 않은 두 힘의 합력은 어떻게 구할까?

준비물

용수철저울, 고무줄, 압정, 나무판, 모눈종이, 원형 고리, 각도기, 자, 보안경

유의할 점

- 힘을 화살표로 나타낼 때 화살표의 방향은 용수철저울의 방향과 같게 하고, 화살표의 길이는 힘의 크기에 비례하도록 그린다.
- 압정을 사용할 때 안전에 유의하고, 보안경을 착용하도록 한다.

| 목표 |

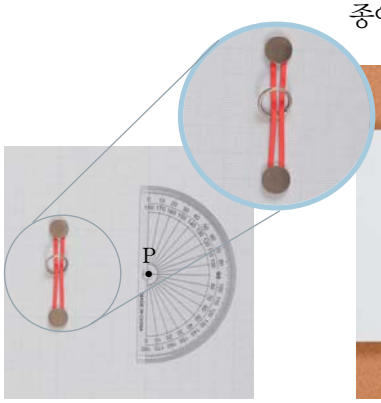
나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.

| 과정 |

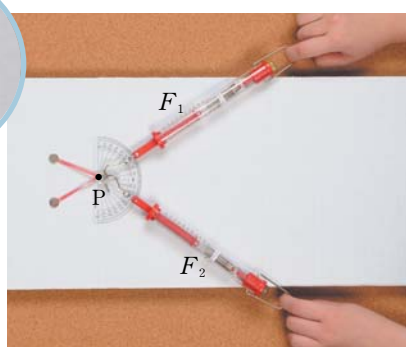
❶ 그림 (가)와 같이 모눈종이를 깐 나무판 위에 원형 고리를 건 고무줄을 압정으로 고정한 후 연필로 임의의 점 P를 표시하고, 각도기의 중심이 점 P에 오도록 고정하자.

❷ 그림 (나)와 같이 용수철저울 두 개를 고리에 각각 끼우고 서로 다른 방향으로 당겨 고무줄을 점 P까지 늘인 다음, 용수철저울의 눈금 F_1과 F_2를 측정하자. 이때 용수철저울의 방향(힘 F_1과 F_2의 방향)을 모눈종이 위에 표시하자.

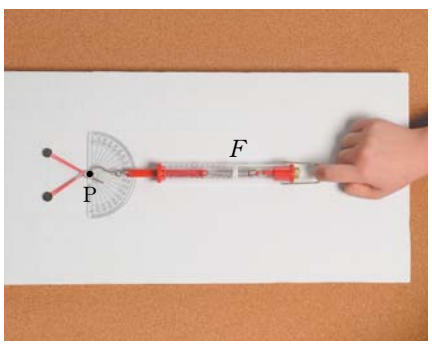
❸ 그림 (다)와 같이 용수철저울 한 개를 고리에 끼우고 당겨 고무줄을 점 P까지 늘인 다음, 용수철저울의 눈금 F를 읽고 용수철저울의 방향(힘 F의 방향)을 모눈종이 위에 표시하자.



(가)



(나)

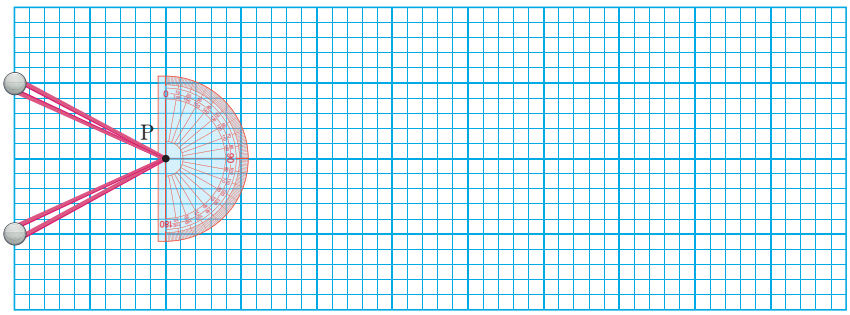


(다)

| 결과 |

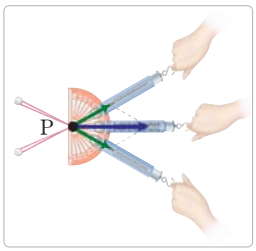
❶ 모눈종이 위에 힘 F_1과 F_2, F에 해당하는 힘을 점 P에서 시작하는 화살표로 나타내 보자.

❷ 화살표 끝을 직선으로 연결해 보자.



– F_1과 F_2를 나타내는 화살표와 F를 나타내는 화살표의 끝을 연결한 도형은 어떤 모양인가?

합력을 표시하는 방법



| 정리 |

❶ 화살표 F는 결과 ❷에서 그린 도형의 대각선에 해당하는가?

---

❷ F_1과 F_2의 합력이 F와 같다고 할 수 있는가?

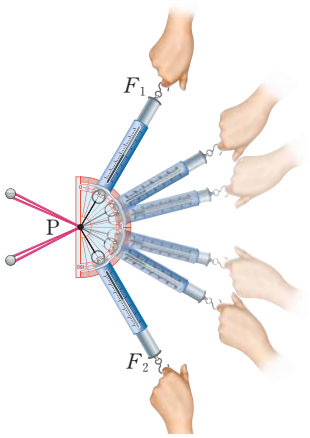
---

❸ 나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력을 구하는 방법을 설명해 보자.

하나 더

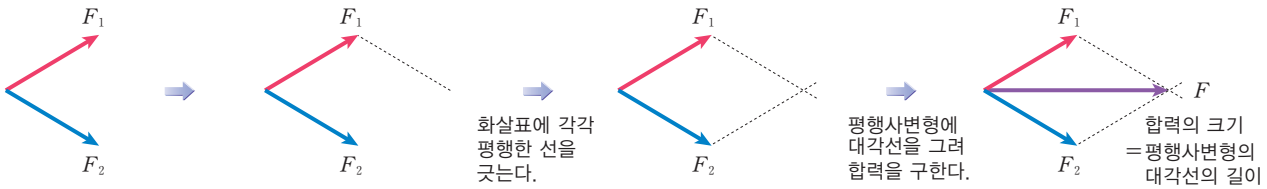
두 용수철저울이 이루는 각을 30°, 60°, 120°로 변화시키면서 용수철저울을 점 P까지 늘인 후, 용수철저울의 두 힘 F_1과 F_2를 측정해 보자. 그리고 두 힘을 나타내는 화살표를 모눈종이 위에 그려 합력을 구해 보자.

– 두 용수철저울이 이루는 각도가 커질 때 두 힘 F_1, F_2는 어떻게 변하는가?



나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력은 두 힘을 나타내는 화살표를 두 변으로 하는 평행사변형을 그려서 구한다. 그림 22와 같이 한 물체에 두 힘 F_1, F_2가 작용할 때 F_1과 F_2를 나타내는 화살표에 각각 평행하게 선을 그어 평행사변형을 만들면 대각선에 해당하는 화살표가 두 힘의 합력이 된다. 이 경우, 대각선에 해당하는 화살표의 방향은 합력의 방향을 나타내고, 화살표의 길이는 합력의 크기를 나타낸다.

그림 22 나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력 구하기



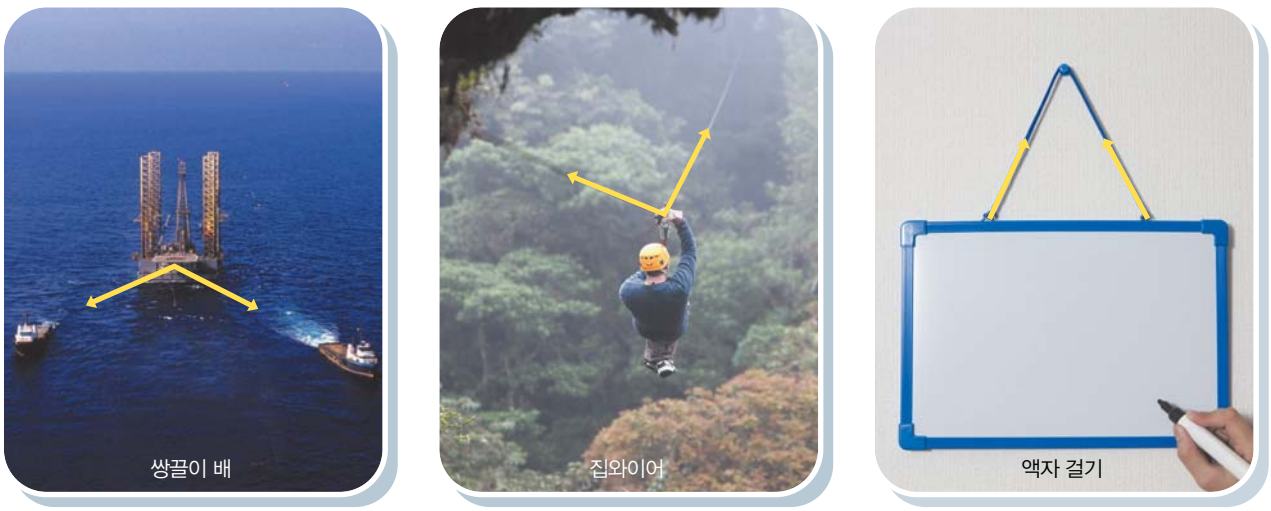


그림 23 나란하지 않은 두 힘이 작용하는 예

힘의 평형

한 물체에 크기가 같은 두 힘이 일직선 상에서 반대 방향으로 작용하면 합력이 0이 되어 물체는 아무런 힘을 받지 않는 것처럼 보인다. 이와 같이 한 물체에 작용하는 힘의 합력이 0이 될 때 **힘의 평형**을 이룬다고 한다.

그림 24 힘의 평형

그림 25와 같이 중력, 전기력, 자기력, 마찰력, 탄성력 등 여러 가지 힘이 한 물체에 동시에 작용하여 힘의 평형을 이루는 경우가 있다. 힘이 평형을 이루면 물체에 작용하는 합력이 0이 되어 물체에는 아무런 힘이 작용하지 않은 것과 같은 효과가 나타난다.

힘의 평형
한 물체에 같은 크기의 힘이 일직선 상에서 반대 방향으로 작용할 때 힘의 평형을 이룬다.

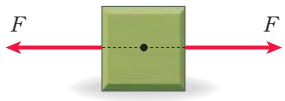
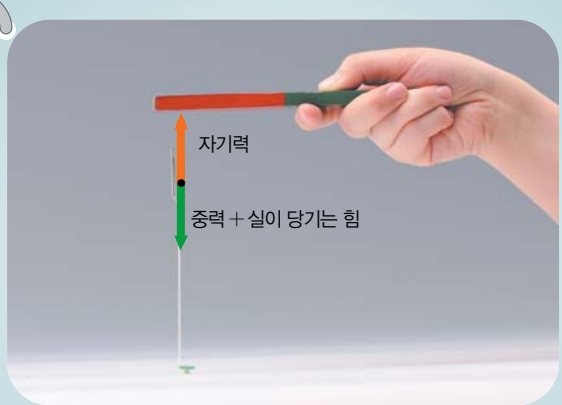
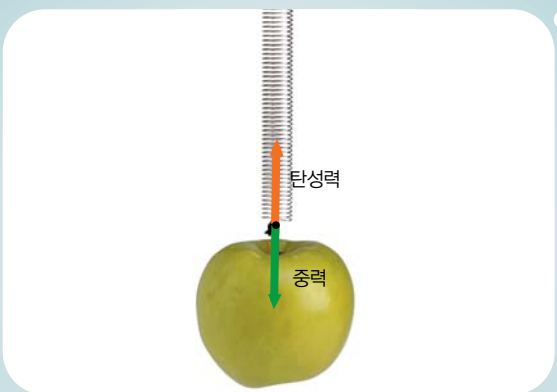


그림 25 힘의 평형이 이루어진 경우

자석의 마주 보는 극끼리 끌어당기는 힘과 마찰력이 평형을 이룬다.



클립에 작용하는 중력과 실이 당기는 힘의 합력이 자기력과 평형을 이룬다.



사과에 작용하는 중력과 탄성력이 평형을 이룬다.

종잇조각에 작용하는 중력과 전기력이 평형을 이룬다.

스스로 확인하기

❶ 나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력을 구하는 방법을 써 보자.

❷ |**창의·인성**| 사진은 장구 모양의 자석이 공중에 떠 있는 모습이다. 자석이 어떻게 공중에 떠 있는지 힘의 평형을 이용하여 설명해 보자.

1 운동의 표현

이 단원을 **배우면**
- 물체의 운동을 위치의 변화로 설명할 수 있다.
- 물체의 속력을 구할 수 있다.

과학에서 말하는 운동을 하고 있는 사람은 누구일까?

물체의 운동

일상생활에서 운동이라는 말은 건강을 위해 몸을 움직이는 행동을 할 때 주로 사용한다. 하지만 과학에서는 시간에 따라 물체의 위치가 변할 때 **운동**한다고 한다. 따라서 과학에서는 철봉에 매달려 있는 사람은 운동을 하고 있지 않지만, 달리는 자동차 안에 가만히 앉아 있는 사람은 운동하고 있다고 말한다.

스키장의 리프트는 일정한 속력으로 같은 방향으로 운동하므로 빠르기와 방향이 변하지 않고, 자이로드롭이 아래로 떨어질 때는 운동 방향은 변하지 않지만 속력이 빨라진다. 또 회전목마는 일정한 빠르기로 원을 그리면서 운동하므로 방향이 계속 변하고, 롤러코스터는 빠르기와 운동 방향이 모두 변하는 운동을 한다.

(가) 리프트

(나) 자이로드롭

(다) 회전목마

(라) 롤러코스터

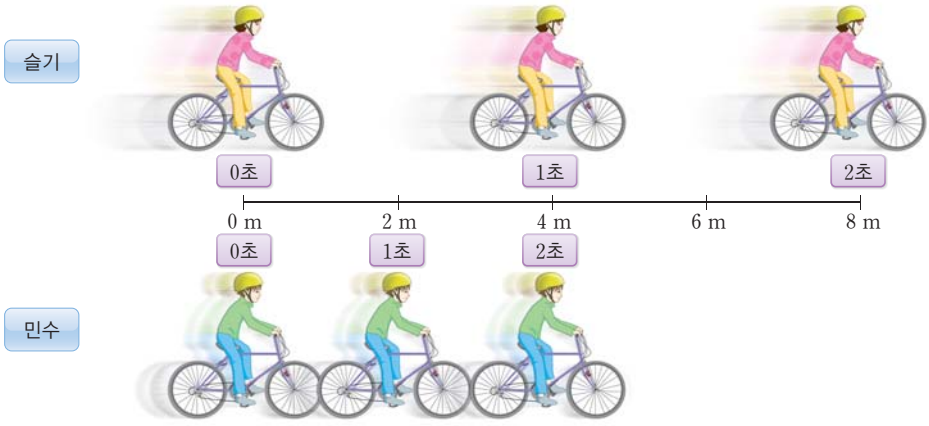
그림 26 여러 가지 운동

속력

물체의 빠르기는 같은 시간 동안 이동한 거리나 같은 거리를 이동하는 데 걸린 시간으로 비교할 수 있다. 같은 시간 동안에는 이동한 거리가 클수록 빠르고, 같은 거리를 이동할 때는 이동하는 데 걸린 시간이 짧을수록 빠르다.

미니 탐구 자료 해석 속력의 비교

다음은 슬기와 민수가 자전거를 타고 이동한 거리를 시간에 따라 나타낸 것이다.



– 슬기와 민수가 2초 동안 이동한 거리는 각각 몇 m인가?

– 슬기와 민수가 4 m를 이동하는 데 걸린 시간은 각각 몇 초인가?

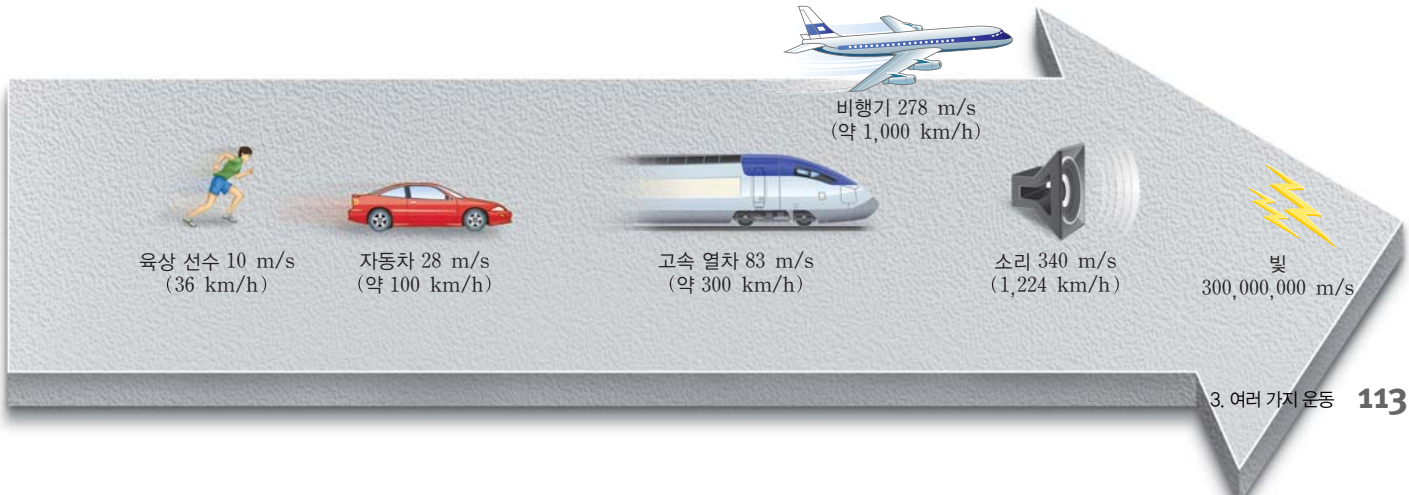
▶ 두 사람의 빠르기를 비교해 보자.

과학에서는 같은 시간 동안에 이동한 거리로 빠르기를 나타낸다. 즉, 물체가 운동할 때 단위 시간 동안에 이동한 거리를 **속력**이라고 하고, 속력은 물체가 이동한 거리를 이동하는 데 걸린 시간으로 나누어 구한다. 속력의 단위로는 m/s(미터 매 초)나 km/h(킬로미터 매 시) 등을 사용한다.

단위 시간
1초, 1분, 1시간 등 기준이 되는 시간을 단위 시간이라고 한다.

$$\text{속력} = \frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$$

그림 27 여러 가지 물체의 속력



평균 속력

순간 속력

자동차의 속력계가 나타내는 것과 같이 운동하는 물체의 어느 한 순간의 속력을 순간 속력이라고 한다.

100 m 달리기를 하는 사람이나 복잡한 도로에서 달리는 자동차의 속력은 일정하지 않다. 이처럼 속력이 변하는 물체의 경우 매 순간의 속력을 구하기 어렵기 때문에 보통 일정한 시간 동안 이동한 거리를 걸린 시간으로 나눈 **평균 속력**으로 나타낸다. 평균 속력은 전체 시간 동안 평균적으로 어느 정도의 속력으로 운동하였는지를 나타낸다.

$$\text{평균 속력} = \frac{\text{전체 이동 거리}}{\text{걸린 시간}} \text{ (단위: m/s, km/h 등)}$$

보통 자동차의 과속 단속은 한 지점에만 카메라를 설치하여 단속한다. 하지만 이렇게 하면 단속 지점에서의 과속 여부만 확인할 수 있기 때문에, 최근에는 평균 속력을 이용한 구간 단속 방식을 활용하여 일정한 구간을 달리는 동안 과속하는 자동차를 단속한다.

구간 단속 카메라

구간 단속 방식은 구간 단속 시작점과 끝점 사이의 거리를 자동차가 통과하는 데 걸린 시간으로 나눈 평균 속력을 구하여 자동차의 과속 여부를 결정한다.

$$\text{평균 속력} = \frac{\text{두 지점 사이의 거리}}{\text{끝점 통과 시각} - \text{시작점 통과 시각}}$$

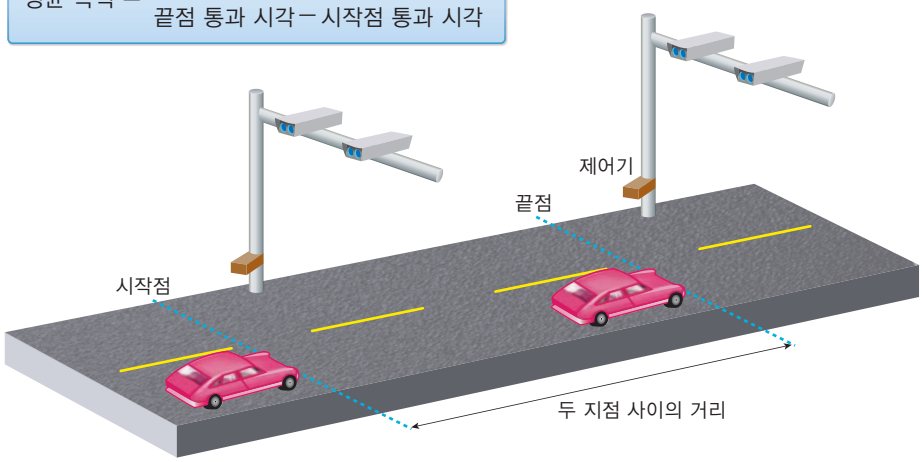


그림 28 구간 단속 방식

스스로 확인하기

1. 100 m를 16초에 달린 학생의 속력은 몇 m/s인가?
2. 민규의 학교는 집에서 2.0 km 떨어져 있는데, 걸어서 가면 30분이 걸린다. 민규가 집에서 학교까지 가는 동안 민규의 평균 속력은 몇 km/h인가?
3. |창의·인성| 10 m 간격으로 가로수가 심어진 길에서 자전거를 타고 일정한 속력으로 달리고 있다. 이때 자전거의 속력을 측정할 수 있는 방법을 생각해 보자.

물체의 운동 기록하기

운동하는 물체의 속력을 측정하거나 운동을 분석하기 위해서는 운동을 기록해야 한다. 이러한 장치에는 시간기록계, 다중 섬광 장치, 운동 감지기 등 다양한 도구가 활용된다.

시간기록계로 기록하기

시간기록계는 일정한 시간 간격으로 진동하는 물체를 이용하여 종이테이프에 타점을 찍는 장치이다. 물체에 종이테이프를 연결하여 운동시키면 진동판이 일정한 시간 간격으로 종이테이프에 점을 찍어 물체의 운동을 기록한다.

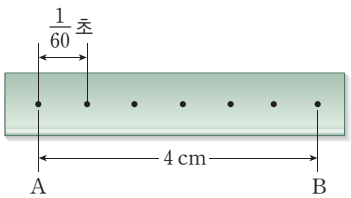
시간기록계

종이테이프의 타점 분석

① 실험실에서 사용하는 시간기록계는 보통 1초에 60타점을 찍으므로 1타점 찍는 데 걸리는 시간은 $\frac{1}{60}$초이다.

② 6타점을 찍는 데 걸리는 시간은 $\frac{1}{60}$초$\times 6 = 0.1$초이다.

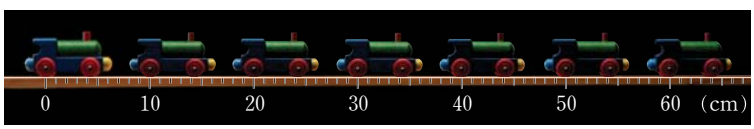
③ A와 B 사이의 속력$= \frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{4\text{ cm}}{0.1\text{ s}} = 40\text{ cm/s}$이다.



다중 섬광 장치로 기록하기

다중 섬광 장치는 깜깜한 실내에서 사진기의 셔터를 열어 놓고 일정한 시간 간격으로 불빛을 깜박이게 하면서 운동하는 물체를 촬영한 것이다. 따라서 사진 한 장에 운동하는 물체가 여러 번 나타나며, 물체 사이의 간격을 분석하여 속력을 알 수 있다.

다중 섬광 장치



운동 감지기로 기록하기

초음파를 이용하여 물체의 위치를 측정하는 운동 감지기를 컴퓨터와 연결하면 물체의 위치와 속력을 간편하게 측정할 수 있다.

운동 감지기를 이용한 물체의 속력 측정

2 속력이 변하지 않는 운동

이 단원을 **배우면**
- 속력이 변하지 않는 운동의 예를 들 수 있다.
- 속력이 변하지 않는 운동의 거리–시간, 속력–시간 그래프를 해석할 수 있다.

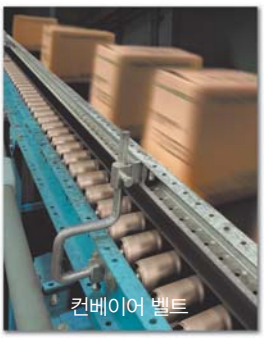


그림 29 등속 직선 운동의 예

속력과 방향이 일정한 운동

우리 주변에서 운동하는 물체들은 대부분 속력과 운동 방향이 변한다. 그러나 속력과 방향이 변하지 않는 운동도 있다.

에스컬레이터, 무빙워크, 공장의 컨베이어 벨트 등은 속력과 운동 방향이 일정한 운동을 하는데, 이러한 운동을 **등속 직선 운동**이라고 한다.

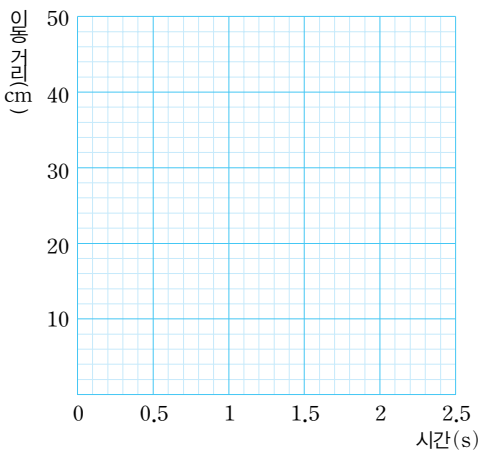
미니 탐구 자료 해석 등속 직선 운동의 그래프

다음은 운동하는 장난감 자동차의 위치를 0.5초 간격으로 나타낸 것이다.

❶ 자료를 보고 장난감 자동차의 시간에 따른 이동 거리를 표로 나타내 보자.

시간(s)	0	0.5	1	1.5	2	2.5
이동 거리(cm)						

– 자동차의 이동 거리는 시간에 따라 어떻게 변하는가?

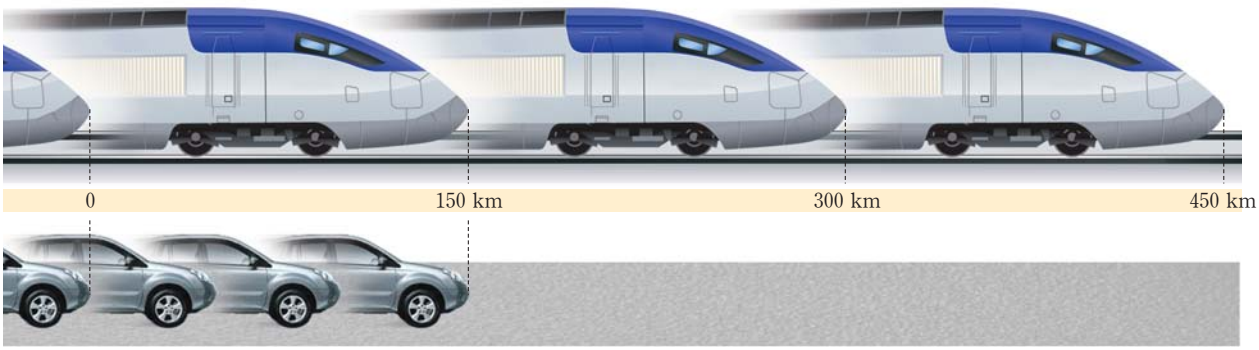


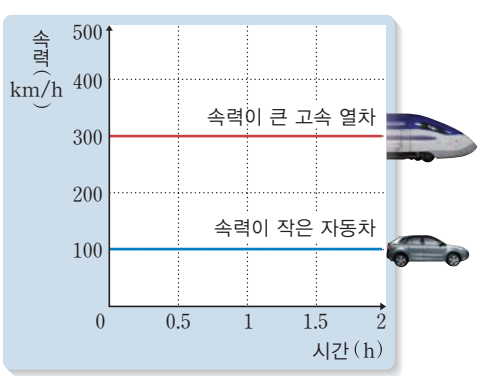
❷ 시간을 가로축, 자동차의 이동 거리를 세로축으로 하여 그래프를 그려 보자.

– 자동차의 속력은 몇 m/s인가?

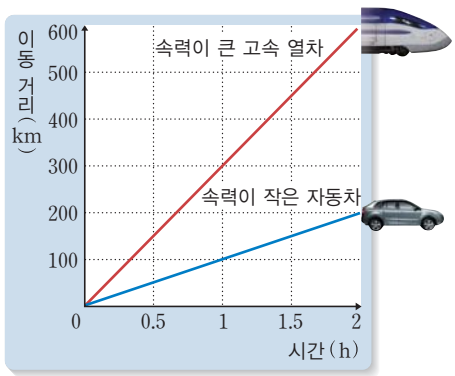
등속 직선 운동의 그래프

등속 직선 운동하는 물체의 속력은 변하지 않으므로 속력을 시간에 따라 나타낸 그래프는 시간 축에 나란한 직선 모양이 된다. 또 등속 직선 운동하는 물체의 속력은 항상 일정하므로, 이동 거리는 시간에 비례하여 증가한다. 따라서 물체가 시간에 따라 이동한 거리를 나타낸 그래프는 기울어진 직선 모양이 된다. 이때 기울어진 정도가 가파르면 속력이 크고, 기울어진 정도가 완만하면 속력이 작은 것을 의미한다.





속력 – 시간 그래프



이동 거리 – 시간 그래프

그림 30 등속 직선 운동 고속 열차와 자동차는 등속 직선 운동을 하는데, 고속 열차의 속력이 자동차보다 크다. 따라서 이동 거리–시간 그래프의 기울어진 정도는 고속 열차가 자동차보다 크다.

물음 1. 그림 30에서 고속 열차가 일정한 빠르기로 운동할 때 3시간 동안 이동한 거리를 구해 보자.

스스로 확인하기

❶ 속력과 방향이 일정한 운동을 _____ 운동이라고 한다.

❷ 오른쪽 그림은 직선 도로에서 달리는 자동차의 시간에 따른 속력을 그래프로 나타낸 것이다.

(1) 자동차의 속력은 몇 m/s인가?

(2) 자동차가 3초 동안 이동한 거리는 몇 m인가?

❸ 10 km의 거리를 4 km/h의 일정한 속력으로 걸어갈 때 걸리는 시간은 얼마인가?

3 속력과 방향이 변하는 운동

이 단원을 **배우면**

- 속력이 변하는 운동의 예를 들고, 그래프를 해석할 수 있다.
- 방향이 변하는 운동의 특징을 설명할 수 있다.
- 속력과 방향이 모두 변하는 운동의 특징을 설명할 수 있다.

속력과 방향이 변하는 운동에는 어떤 것이 있으며, 그 특징은 무엇일까?

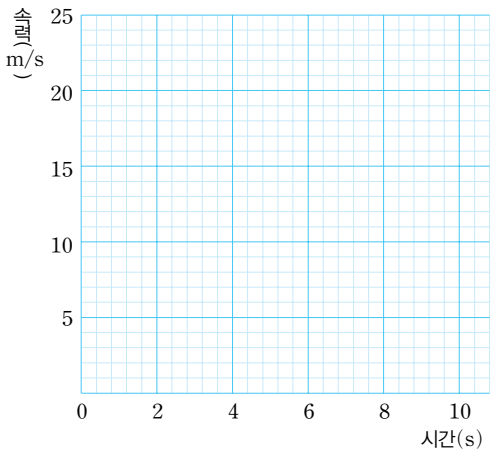
속력이 변하는 운동

자전거를 타고 내리막길을 내려갈 때 브레이크를 잡지 않으면 속력이 점점 커지고, 오르막길을 올라갈 때 페달을 밟지 않으면 속력이 점점 작아진다. 또 똑바로 위로 던져 올린 물체가 올라갈 때에는 속력이 점점 작아지고, 다시 아래로 내려올 때에는 속력이 점점 커진다. 이와 같이 우리 주변에서는 속력이 증가하거나 감소하는 운동을 쉽게 볼 수 있다.

미니 탐구 자료 해석 속력이 일정하게 변하는 운동의 그래프

다음은 운동하는 어떤 물체의 속력을 2초 간격으로 측정하여 표로 나타낸 것이다.

시간(s)	0	2	4	6	8	10
속력(m/s)	0	4	8	12	16	20



❶ 시간을 가로축, 물체의 속력을 세로축으로 하여 그래프를 그려 보자.

– 물체의 속력은 시간에 따라 어떻게 변하는가?

❷ 이 물체의 이동 거리를 시간에 따라 나타낸 그래프는 어떤 모양이 될지 예상해 보자.

속력이 일정하게 변하는 운동의 그래프

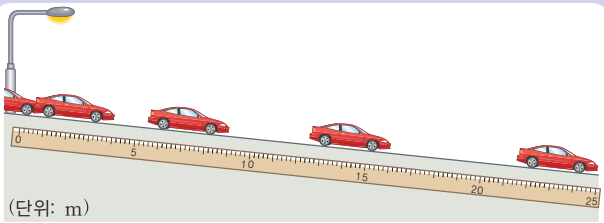
빗면을 내려오는 자동차의 속력은 일정하게 증가하고, 빗면을 올라가는 자동차의 속력은 일정하게 감소한다. 물체의 속력이 일정하게 증가하거나 감소할 때 속력을 시간에 따라 나타낸 그래프는 기울어진 직선 모양이 된다. 또 이동 거리를 시간에 따라 나타낸 그래프는 속력이 증가하면 매초 이동한 거리가 점점 증가하고, 속력이 감소하면 매초 이동한 거리가 점점 감소한다.

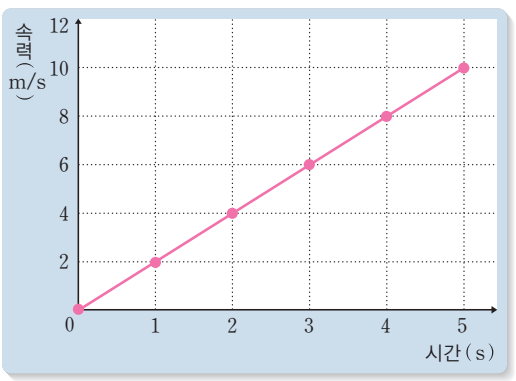
과학과 수학

평균 속력 구하기

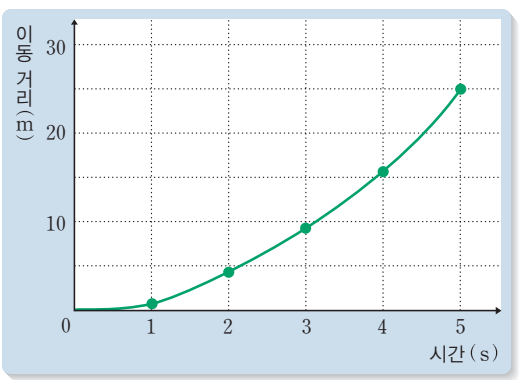
물체의 속력이 일정하게 변하는 경우에는 처음 속력과 나중 속력의 중간 값이 평균 속력이 되므로, 다음과 같이 평균 속력을 구할 수 있다.

$$\text{평균 속력} = \frac{\text{처음 속력} + \text{나중 속력}}{2}$$



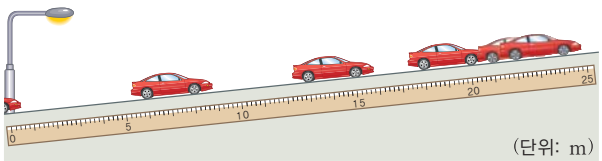


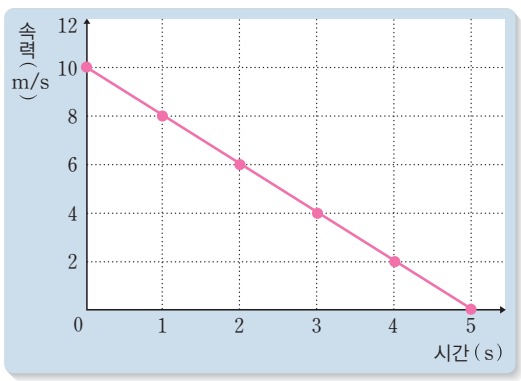
속력–시간 그래프



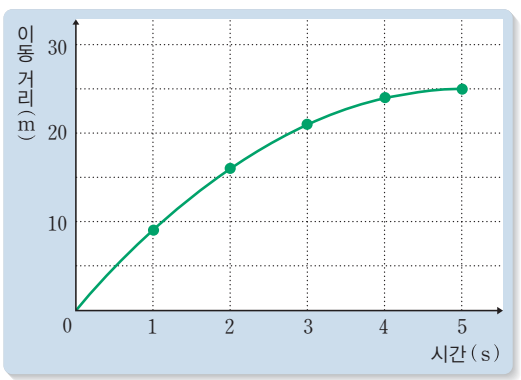
이동 거리–시간 그래프

그림 31 속력이 일정하게 증가할 때





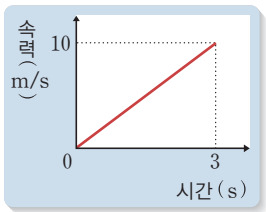
속력–시간 그래프



이동 거리–시간 그래프

그림 32 속력이 일정하게 감소할 때

물음 2. 정지 상태에서 출발한 물체의 속력이 일정하게 증가하여 3초 후에 10 m/s가 되었다. 3초 동안의 평균 속력은 몇 m/s인가?



속력은 일정하고 방향이 변하는 운동

줄에 작은 공을 매달아 빙글빙글 돌리면 줄 끝에 매달린 공은 원을 그리며 돈다. 이와 같이 물체가 원을 그리며 도는 운동을 **원운동**이라고 한다. 놀이공원의 대관람차나 풍차의 날개는 일정한 속력으로 원을 그리며 운동한다. 원운동 중에서도 특히 속력이 일정한 원운동을 **등속 원운동**이라고 한다.

과학과 예술

물레

도자기를 빚을 때 사용하는 물레는 점토를 올려놓고 돌려 원하는 모양을 만드는 도구이다. 일정한 빠르기로 물레를 원운동시키면서 다듬어 아름다운 곡선을 만들거나 무늬를 새겨 넣을 수도 있다.

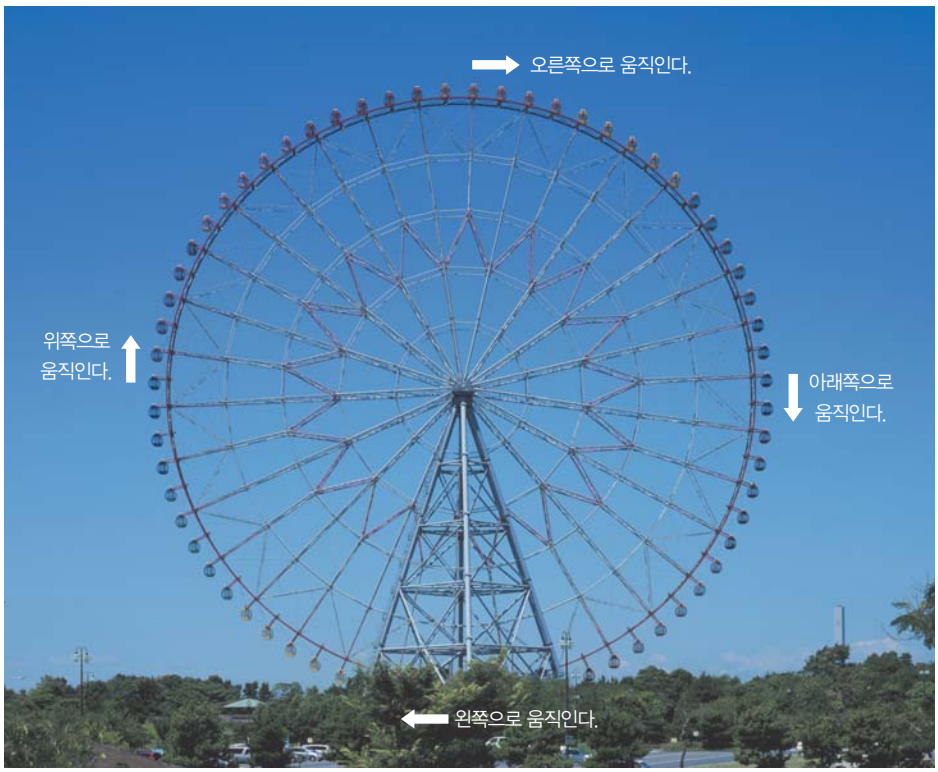
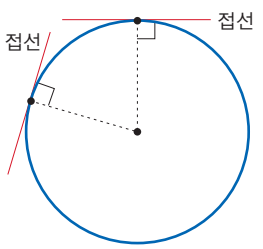


그림 33 대관람차의 운동 운동 방향이 매 순간 변한다.

등속 원운동하는 물체의 속력은 일정하지만, 운동 방향은 매 순간 변한다. 그림 34와 같이 지우개를 실로 묶어 돌리다가 실을 놓으면 지우개는 원의 접선 방향으로 날아가는데, 이것은 원운동하는 물체의 운동 방향이 원의 접선 방향으로 매 순간 변하기 때문이다.

과학과 수학

접선



원과 직선이 한 점에서 만날 때 그 직선을 접선이라고 한다. 원의 접선과 원의 반지름은 항상 수직이다.

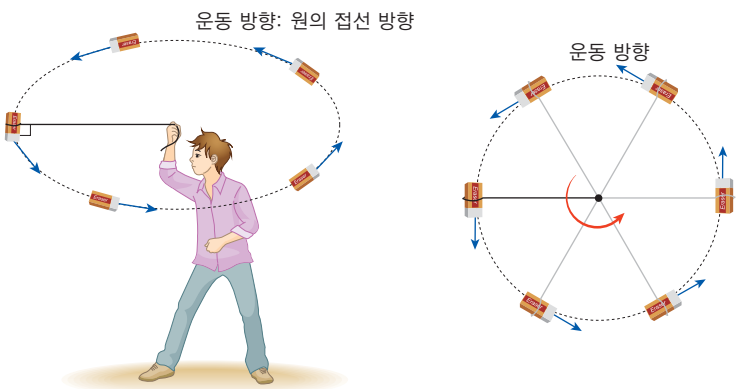


그림 34 원운동하는 물체의 운동 방향

속력과 방향이 모두 변하는 운동

놀이공원에서 바이킹이 움직이는 모습을 자세히 관찰하면 한쪽 끝에서 아래로 내려갈 때에는 속력이 점점 커지고, 중심을 지나 위로 올라갈 때에는 속력이 점점 작아진다. 한편 바이킹은 곡선 경로를 따라 왕복 운동을 하므로 운동 방향도 매 순간 변한다. 이와 같이 바이킹은 속력과 운동 방향이 동시에 변하는 운동을 한다.

그림 35 **바이킹의 운동** A에서 O로 가는 동안에는 속력이 빨라지고, O에서 B로 가는 동안에는 속력이 느려진다.

포물선 운동

비스듬하게 위로 던져 올린 물체의 운동 경로를 찾아보자.

실에 매달려 좌우로 왕복 운동하는 추나 그네도 바이킹과 같이 속력과 방향이 모두 변하는 운동을 한다.

한편 농구 선수가 공을 던질 때와 같이 비스듬히 위로 던진 물체는 포물선을 그리며 날아간다. 이때 농구공은 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동을 한다.

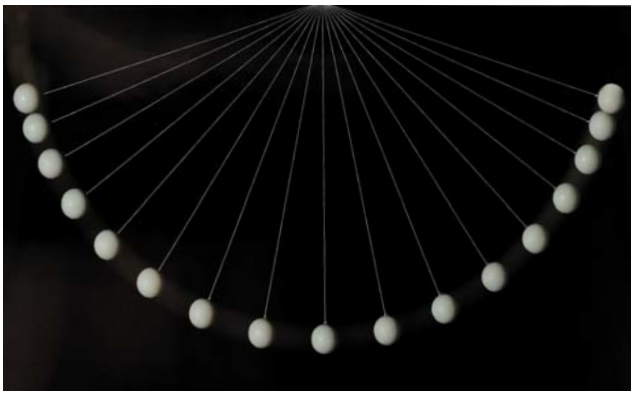


그림 36 **진자 운동**

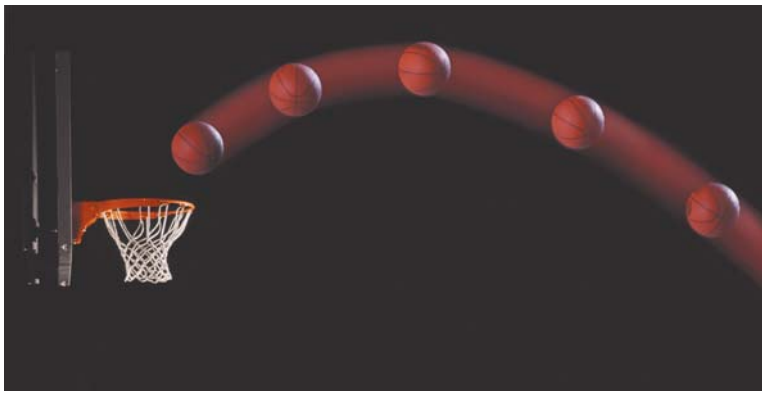


그림 37 **포물선 운동**

스스로 확인하기

❶ 속력이 일정하게 커지는 운동과 일정하게 작아지는 운동의 예를 들어 보자.

❷ 등속 원운동과 진자 운동의 공통점과 차이점은 무엇인가?

탐구 활동

실험

낙하하는 물체의 속력은 어떻게 변할까?

준비물

동영상 분석 프로그램, 동영상을 촬영할 수 있는 사진기, 막대자(1 m), 테니스공

유의할 점

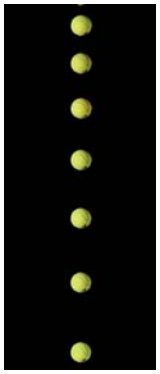
- 카메라가 움직이지 않도록 고정한 상태에서 동영상을 촬영한다.
- 테니스공은 가만히 놓아 똑바로 떨어지도록 한다.
- 자를 똑바로 세워야 비디오의 축척을 정확하게 맞출 수 있다.

| 목표 |

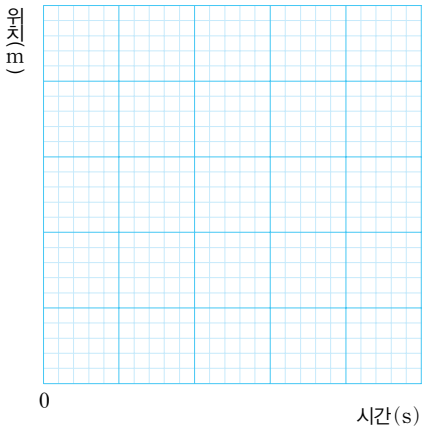
낙하하는 물체의 동영상을 분석하여 시간에 따른 위치와 속력을 구할 수 있다.

| 예상 |

다음은 낙하하는 물체의 위치를 0.05초마다 나타낸 것이다. 이 물체의 운동을 위치-시간 그래프로 나타내면 어떤 모양이 될까?



시간(s)	위치(m)
0.00	0.00
0.05	0.01
0.10	0.06
0.15	0.17
0.20	0.37
0.25	0.67
0.30	1.11



| 과정 |

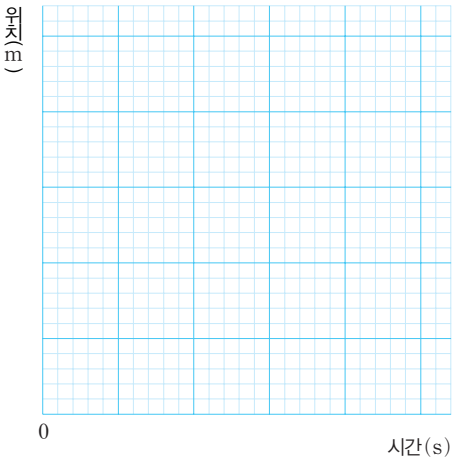
❶ 1 m 길이의 막대자를 세운 다음, 테니스공을 가만히 놓아 떨어뜨리면서 떨어지는 모습을 동영상으로 촬영하자.

❷ 동영상 분석 프로그램을 실행한 후, 과정 ❶에서 찍은 동영상을 열자.

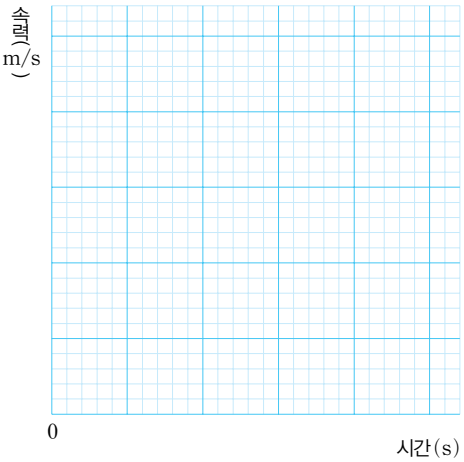
❸ 동영상 분석 프로그램을 이용하여 동영상을 분석해 보자.

| 결과 |

● 테니스공의 위치 – 시간, 속력 – 시간 그래프를 그려 보자.



〈위치 – 시간 그래프〉



〈속력 – 시간 그래프〉

– 테니스공의 위치 – 시간 그래프와 속력 – 시간 그래프는 각각 어떤 모양인가?

| 정리 |

❶ 물체가 낙하할 때 시간에 따라 위치가 어떻게 변하는지 그래프의 모양으로 설명해 보자.

---

❷ 물체가 낙하할 때 시간에 따라 속력이 어떻게 변하는지 그래프의 모양으로 설명해 보자.

〈동영상 분석 방법〉

(가) 동영상의 각 프레임마다 물체의 위치를 표시한다.

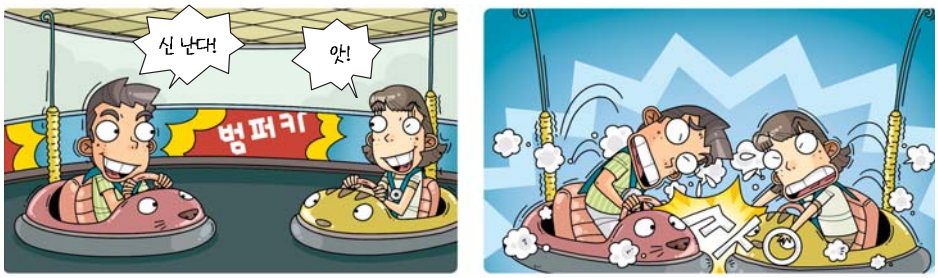
(나) 자와 같이 길이를 알고 있는 물체를 이용하여 비디오의 축척을 맞춘다.

(다) 좌표축을 설정한다.

(라) 물체의 운동 경로를 확인하고, 위치 – 시간, 속력 – 시간 그래프를 확인한다.

1 힘이 작용하지 않을 때의 운동

이 단원을 **배우면**
- 힘이 작용하지 않을 때의 운동을 설명할 수 있다.
- 관성의 뜻을 알고 일상생활에서 관성에 의해 나타나는 현상을 설명할 수 있다.



두 대의 범퍼카가 마주 보고 달려오다가 충돌하면 범퍼카에 탄 사람은 어떤 운동을 하게 될까?

힘이 작용하지 않을 때 물체의 운동

자전거를 타고 빠르게 달리다가 브레이크를 잡아도 자전거는 곧바로 멈추지 못하고 얼마 동안 계속 달린다. 이때 브레이크를 세게 잡으면 자전거는 멈추지만 자전거에 탄 사람은 앞으로 넘어질 수 있다. 이러한 현상은 왜 일어나는 것일까?

그림 38과 같이 에어 트랙 위에서 물체를 움직이게 했을 때 바닥에서 공기가 나오지 않으면 물체는 곧 멈추지만, 그림 39와 같이 공기가 나오면 일정한 속력으로 계속 움직인다. 이는 공기가 나오면 물체가 바닥에서 살짝 떠올라 바닥과 물체 사이에 마찰력이 거의 작용하지 않기 때문이다. 이것으로 보아 운동하는 물체에 힘이 작용하지 않으면 물체는 등속 직선 운동을 계속할 것이라는 것을 알 수 있다.

에어 트랙
트랙에 공기를 내뿜어 마찰을 줄여 물체가 등속 운동을 할 수 있도록 만든 장치이다.

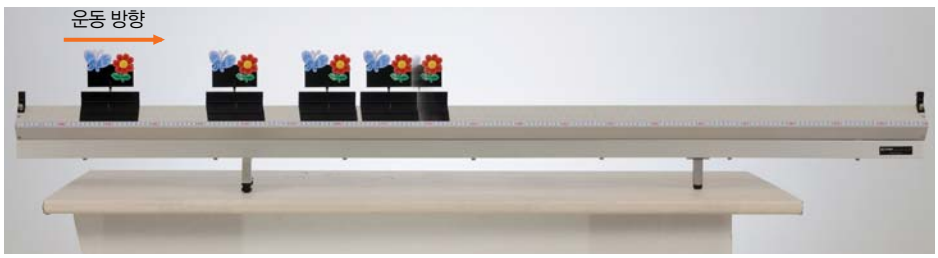


그림 38 **에어 트랙에 공기가 나오지 않을 때** 일정한 시간 간격으로 사진을 찍으면 물체 사이의 간격이 점점 줄어든다.

그림 39 **에어 트랙에 공기가 나올 때** 일정한 시간 간격으로 사진을 찍으면 물체 사이의 간격이 일정하다.

실제로 우리 주변에서 물체가 운동할 때에는 마찰력이 작용하므로 갈릴레이는 사고 실험을 통해 마찰이 없는 수평면에서의 운동을 설명하였다. 갈릴레이는 "운동하던 물체가 멈추는 것은 마찰력이 작용하기 때문이며, 마찰력이 작용하지 않는다면 물체는 등속 직선 운동을 계속할 것이다."라고 생각하였다.

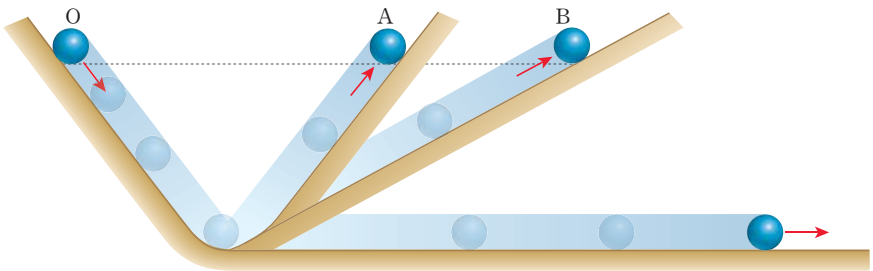


그림 40 갈릴레이의 사고 실험 마찰이 없다면 빗면의 한쪽 끝 O 지점에서 내려간 공은 처음과 같은 높이인 A 지점까지 올라갈 것이다. 이때 맞은편 빗면을 완만하게 하면 공은 같은 높이인 B 지점까지 올라가기 위해 점점 더 멀리 운동한다. 따라서 맞은편 빗면이 지면과 나란하다면 공은 영원히 운동할 것이다.

갈릴레이
(Galilei, G., 1564~1642)
이탈리아의 과학자로 관성의 개념과 운동 법칙의 기초를 닦았다.

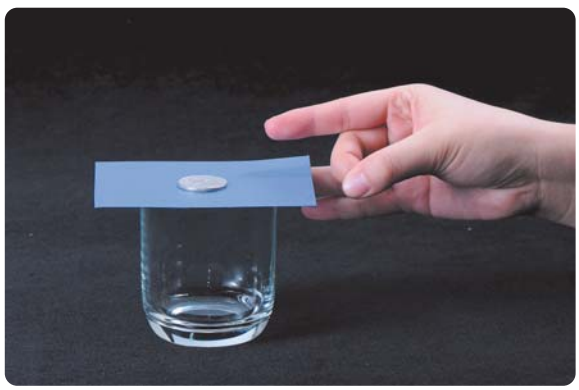
사고 실험
실제로 만들 수 없는 장치나 조건을 머릿속에서 생각으로 진행하는 실험이다.

관성

물체에 힘이 작용하지 않으면 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 등속 직선 운동을 계속한다. 이와 같이 물체에 힘이 작용하지 않을 때 물체는 현재의 운동 상태를 계속 유지하려는 성질을 나타내는데, 이러한 성질을 **관성**이라고 한다.

미니 탐구 실험 물체의 관성

준비물 컵, 동전, 종이, 수레, 인형



❶ 컵 위에 종이와 동전을 함께 올려놓은 다음, 종이를 손가락으로 튕겨 보자.
– 종이가 튕겨 나갈 때 동전은 어떻게 되는가?

❷ 수레 위에 인형을 세워 놓고 일정한 속력으로 운동하게 한 다음, 수레를 갑자기 정지시켜 보자.
– 인형은 어떻게 되는가?

과학과 기술

관성 브레이크

트레일러가 달린 캠핑카에서 트레일러에는 사람이 밟을 수 있는 브레이크가 없다. 트레일러의 브레이크는 어떻게 작동할까? 견인하는 차의 브레이크를 밟으면 트레일러가 관성에 의해 앞으로 쏠린다. 이 힘을 이용하여 트레일러의 브레이크를 작동시키는데, 이를 관성 브레이크라고 한다.

우리는 주변에서 관성에 의해 나타나는 현상을 쉽게 경험할 수 있다. 예를 들어, 자동차가 빠르게 달리고 있을 때 브레이크를 밟아도 바로 정지하지 못하거나, 버스가 갑자기 출발하거나 정지할 때 승객들이 뒤나 앞으로 쏠리는 것은 관성에 의해 일어나는 대표적인 현상이다. 특히, 빠르게 달리던 자동차가 갑자기 정지하면 자동차에 탄 사람은 관성에 의해 몸이 앞으로 튀어 나갈 수 있으므로 매우 위험하다. 따라서 자동차를 탈 때에는 항상 안전띠를 매야 안전하다.

그림 41 **자동차 충돌 실험**

물체의 질량과 관성

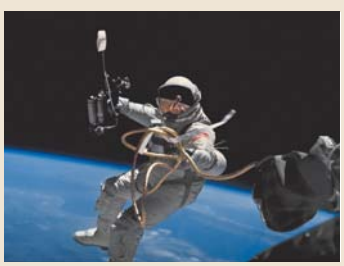
달리던 기차에 브레이크를 걸면 기차는 자동차보다 쉽게 정지하지 못한다. 또 짐을 많이 실은 트럭은 빈 트럭보다 출발하거나 정지하기가 어렵다. 이것은 관성이 물체의 질량에 비례하기 때문이다. 큰 배의 경우도 관성이 커서 운동 방향을 바로 바꾸기 어려우므로 미리 방향을 조정해야 한다.

그림 42 **관성과 질량** 질량이 클수록 관성이 크다. 기차가 역에서 정지하기 위해서는 먼 곳에서부터 브레이크를 걸어야 한다.

스스로 확인하기

❶ 운동하는 물체에 힘이 작용하지 않으면 물체는 어떤 운동을 하는가?

❷ |창의·인성| 우주 비행사가 우주선을 수리하기 위해 우주선 밖으로 나올 때 비행사는 우주선과 튼튼한 끈으로 연결되어 있다. 만약 이러한 끈이 없다면 우주 비행사는 어떤 운동을 하게 되며, 그런 운동을 하게 되는 까닭은 무엇일까?



과학 창고

관성을 찾아라!

창의적 사고

그림에서 관성과 관련된 현상을 찾아 설명해 보자.

2 운동 방향과 나란하게 힘이 작용할 때의 운동

이 단원을 **배우면**

- 물체에 작용하는 힘의 크기에 따른 속력 변화를 설명할 수 있다.
- 물체에 힘이 작용할 때 물체의 질량에 따른 속력 변화를 설명할 수 있다.

쇼트 트랙 계주 경기에서 선수가 교대할 때 달리던 주자가 다음 주자를 뒤에서 힘껏 밀어 준다. 이와 같이 하면 다음 주자의 속력은 어떻게 될까?

힘과 속력의 변화

스키 점프를 하기 위해 비탈면을 내려오는 선수의 속력은 아래로 내려올수록 점점 빨라진다. 이것은 운동하는 방향과 같은 방향으로 힘이 작용하기 때문이다. 이와 같이 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 힘이 작용하면 물체의 속력은 점점 커진다.

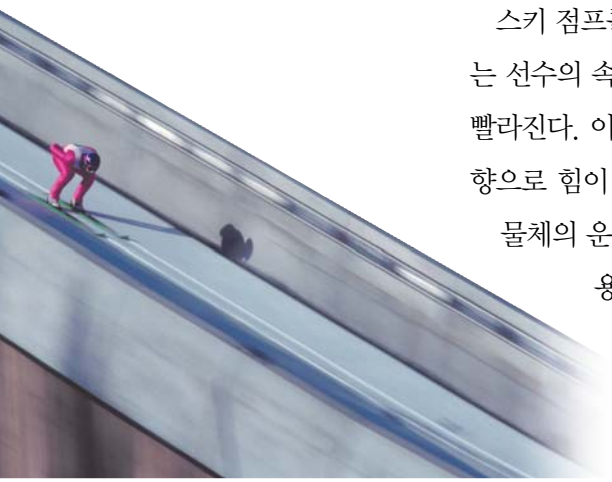


그림 43 속력이 점점 빨라지는 운동

그림 44 속력이 느려지는 운동

한편, 스카이다이버가 떨어질 때 처음에는 속력이 점점 커지다가 낙하산을 편 직후에는 운동 방향과 반대 방향으로 힘이 작용하여 속력이 작아진다. 이와 같이 물체의 운동 방향과 반대 방향으로 힘이 작용하면 물체의 속력은 작아진다.

미니 탐구 자료 해석

진공에서 낙하하는 깃털의 운동

사진은 진공에서 낙하하는 깃털의 운동을 일정한 시간 간격으로 촬영한 것이다.

- 깃털의 속력은 어떻게 변하는가?
- 깃털에는 어떤 힘이 작용하는가?
  - 깃털에 작용하는 힘을 화살표로 표시해 보자.
- 깃털의 속력 변화를 깃털에 작용하는 힘과 관련지어 설명해 보자.

속력의 변화와 힘, 질량의 관계

2인용 자전거는 혼자 페달을 밟을 때보다 두 사람이 밟을 때 빠르게 달린다. 또 자전거의 브레이크는 약하게 잡을 때보다 강하게 잡을 때 속력이 크게 감소한다.

그림 45 힘의 크기에 따른 속력의 변화 속력의 변화는 물체에 작용하는 힘의 크기에 비례한다.

이와 같이 운동하는 물체의 속력은 물체에 작용하는 힘이 클수록 크게 변한다. 예를 들어, 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 작용하는 힘이 2배, 3배, …가 되면 물체의 속력이 증가하는 정도는 2배, 3배, …가 된다.

$$\text{물체의 속력 변화} \propto \text{힘}$$

한 사람이 자전거의 페달을 밟으면 두 사람이 탈 때보다 한 사람이 탈 때 자전거의 속력이 더 크게 변한다.

그림 46 질량에 따른 속력의 변화 속력의 변화는 질량의 크기에 반비례한다.

즉, 같은 힘을 작용할 때 운동하는 물체의 속력은 질량이 작을수록 크게 변한다.

$$\text{물체의 속력 변화} \propto \frac{1}{\text{질량}}$$

과학과 예술

스카이다이빙

스카이다이버는 몸의 자세를 변화시켜 낙하하는 속력을 조절함으로써 여러 명이 같은 높이에서 만나 곡예를 펼친다.

스스로 확인하기

❶ 위로 던진 공이 올라갈 때의 속력 변화를 공에 작용하는 힘과 관련지어 써 보자.

❷ 작용한 힘의 크기가 같을 때 속력이 변하는 정도는 물체의 질량과 어떤 관계가 있는가?

❸ | **창의·인성** | 높은 하늘에서 떨어지는 빗방울에는 중력이 계속 작용하지만 속력은 일정하다. 그 까닭은 무엇일까?

탐구 활동 자료 해석

속력의 변화가 일정한 물체에 작용하는 알짜힘은?

준비물

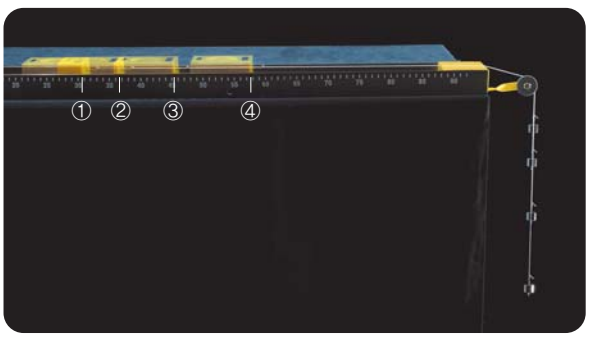
컴퓨터, 접속 장치, 운동 감지기, 수레, 실, 선로, 도르래, 추(50 g) 3개

| 목표 |

물체에 작용하는 알짜힘의 크기와 속력 변화 사이의 관계를 알 수 있다.

| 예상 |

사진과 같이 수레와 추를 연결한 다음 추를 놓으면 수레가 오른쪽으로 운동한다. 추가 아래로 떨어질 때 수레의 속력은 어떻게 변할까?



| 자료 |

수레에 작용하는 알짜힘의 크기를 증가시킬 때 수레의 속력 변화를 측정하기 위하여, 다음과 같이 장치하고 0.1초 간격으로 수레의 속력을 측정하여 다음 표와 그래프의 결과를 얻었다.

유의할 점

운동 감지기는 너무 가까운 곳에 있는 물체의 위치를 정확하게 측정할 수 없으므로, 수레를 운동 감지기에서 20 cm 이상 떨어진 곳에서 출발시킨다.

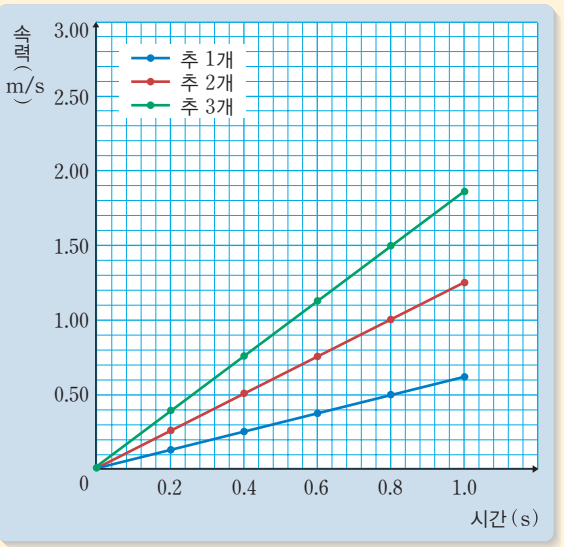
과정

1. 수레에 실을 연결하고 선로 위에 올려놓자.
2. 실을 도르래에 걸친 후, 추 1개는 도르래 쪽 실에 연결하고, 나머지 추 2개는 수레에 고정하자.
3. 수레에서 20 cm 이상 떨어진 위치에 운동 감지기를 설치하자.
4. 컴퓨터 프로그램을 실행하여 추가 떨어지는 동안 수레의 운동을 기록하자.
5. 수레에 고정한 추를 실로 옮겨 실에 매단 추의 개수를 2개, 3개로 늘린 다음 수레의 운동을 기록하자.

결과 **시간에 따른 수레 속력**

(단위: m/s)

시간(s)	추 1개	추 2개	추 3개
0	0.00	0.00	0.00
0.1	0.06	0.13	0.19
0.2	0.13	0.25	0.38
0.3	0.19	0.38	0.56
0.4	0.25	0.50	0.75
0.5	0.31	0.63	0.94
0.6	0.38	0.75	1.13
0.7	0.44	0.88	1.32
0.8	0.50	1.00	1.50
0.9	0.56	1.13	1.69
1.0	0.63	1.25	1.88



| 해석 |

❶ 실에 매단 추의 개수가 1개, 2개, 3개로 증가할 때 시간에 따른 속력의 변화를 비교해 보자.

❷ 실에 매단 추의 개수가 1개, 2개, 3개일 때 수레가 운동을 시작한 후 0.8초가 되는 순간의 속력을 비교해 보자.

| 정리 |

❶ 물체에 작용하는 알짜힘의 크기와 속력의 변화 사이의 관계를 설명해 보자.

---

❷ **창의·인성** 자전거를 탈 때 힘을 주지 않고 가만히 있으면 가다가 멈추기 때문에 계속 힘을 주어 페달을 밟아야 일정한 속력으로 달릴 수 있다. 자전거를 타는 상황과 위 실험 결과의 차이점을 설명해 보자.

---

3 운동 방향과 나란하지 않게 힘이 작용할 때의 운동

이 단원을 **배우면**
- 힘이 작용할 때 운동 방향이 어떻게 변하는지 설명할 수 있다.
- 원운동하는 물체에 작용하는 힘을 설명할 수 있다.

양궁 경기에서 과녁을 보면 작은 깃발이 달려 있고, 선수들은 이 깃발을 이용하여 바람의 방향과 세기를 확인한다. 바람은 화살의 운동 상태를 어떻게 변화시킬까?

운동 방향과 수직으로 작용하는 힘

물체를 실에 묶어 돌리면 원운동을 계속하지만, 실을 놓으면 물체는 원의 접선 방향으로 날아간다. 이때 물체가 원운동을 계속하기 위해서는 원의 중심 쪽으로 잡아당기는 힘이 계속 필요한데, 이 힘을 **구심력**이라고 한다. 구심력은 운동 방향과 수직으로 작용하며, 구심력의 크기가 일정하면 물체는 운동 방향만 변하는 등속 원운동을 한다.

인공위성이 지구 주위에서 원 궤도를 그리며 계속 회전하는 것도 지구의 중력이 구심력으로 작용하기 때문이다.

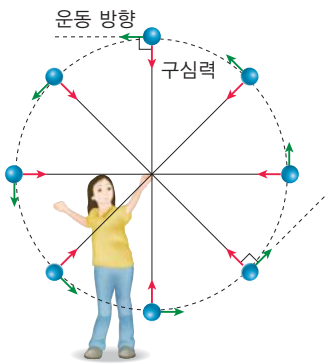


그림 47 원운동에서 작용하는 힘의 방향과 운동 방향 원운동에서 구심력은 운동 방향과 수직으로 작용한다.

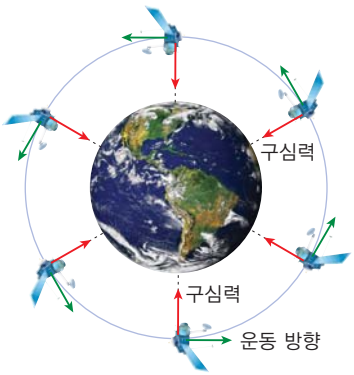


그림 48 인공위성에 작용하는 구심력 지구의 중력이 구심력으로 작용한다.

미니 탐구 실험 힘과 운동의 변화

❶ 헤어드라이어의 바람을 약하게 하고 빗면 위에서 테니스공을 굴러 내려가게 해 보자.

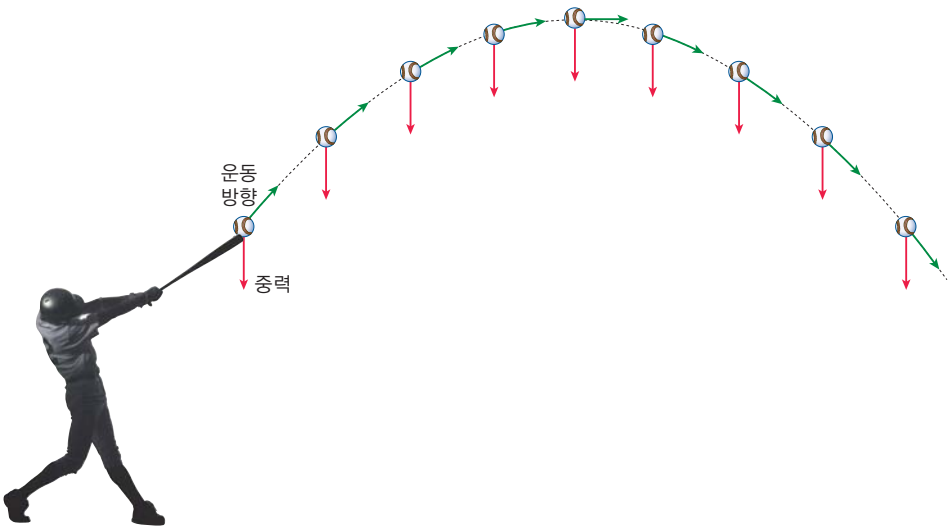
– 테니스공의 진행 경로는 어떻게 되는가?

❷ 바람의 세기를 강하게 하고 과정 ❶을 반복해 보자.

– 테니스공이 진행하는 경로는 과정 ❶과 비교했을 때 어떠한가?

운동 방향과 나란하지 않게 작용하는 힘

야구 경기에서 야구 선수가 친 야구공은 포물선 궤도를 그리면서 올라갔다가 지면으로 떨어진다. 이때 야구공이 운동하는 동안 속력과 운동 방향은 계속 변한다. 이것은 야구공의 운동 방향과 나란하지 않은 방향으로 중력이 계속 작용하기 때문이다. 이와 같이 물체의 운동 방향과 나란하지 않은 방향으로 힘이 작용하면 물체의 속력과 운동 방향이 모두 변한다.



포물선 궤도
지상에서 비스듬히 위로 던진 물체가 날아가는 동안 그리는 곡선 경로이다.

그림 49 비스듬히 쳐올린 야구공의 운동 중력이 운동 방향에 나란하지 않게 작용하여 속력과 운동 방향이 모두 변한다.

진자의 경우 추에 작용하는 중력과 줄이 추를 당기는 힘의 합력의 크기와 방향이 계속 변하므로 진자는 속력과 방향이 계속 변하는 운동을 한다.

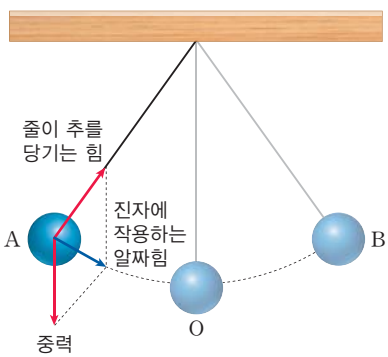


그림 50 진자에 작용하는 알짜힘

물음 3. 그림 50의 진자가 B에 있을 때 추에 작용하는 알짜힘을 화살표로 표시해 보자.

스스로 확인하기

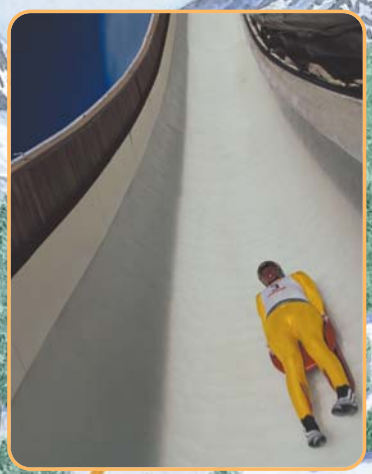
❶ 물체가 등속 원운동을 하기 위해서 필요한 힘을 _____(이)라고 하며, 힘의 방향은 원의 _____ 방향이다.

❷ |창의·인성| 그림과 같이 날아가는 비행기에서 짐을 떨어뜨렸다. 지면에 서 있는 사람이 볼 때, 짐이 떨어지는 경로를 표시해 보자(단, 바람이나 공기의 저항은 없다고 가정한다.).

과학 창고

동계 올림픽 종목 속의 힘과 운동

물체에 힘이 작용하면 물체의 운동 상태가 변한다. 동계 올림픽 경기 종목에서 작용하는 힘과 운동 사이에는 어떤 관계가 있을까?



루지는 인공 얼음 코스에서 목재 썰매를 타고 미끄러져 내려오는 경기로, 활주 시간을 경쟁한다. 결승점에 빠르게 도착하기 위해서는 어떻게 해야 할까?

피겨 스케이팅은 스케이트를 타고 얼음판 위를 활주하며 여러 가지 동작으로 기술의 정확성과 율동의 아름다움을 겨루는 경기이다. 여자 선수가 원을 그리며 돌 때 남자 선수가 당기는 힘이 구심력의 역할을 한다.

쇼트 트랙은 111.12 m의 아이스링크 트랙에서 펼치는 스피드 스케이팅 경기로, 기록보다 순위를 다투는 것이 특징이다. 쇼트 트랙용 스케이트는 코너를 돌기 쉽도록 날이 중심보다 왼쪽에 붙어 있다.

스키는 빠르게 눈 위를 활주하는 경기로, 중력과 눈의 마찰력, 사람이 작용하는 힘이 적절한 조화를 이루어야 한다.

하프 파이프는 스노보드 경기의 꽃이라 불리는데, 몸의 중심을 조절하여 공중으로 뛰어 오르거나 회전하는 등 다양한 기술을 구사할 수 있다.

컬링은 빙판 위에서 스톤을 미끄러지게 하여 표적에 가까이 정지하도록 하는 경기이다. 스톤 앞에서 두 선수가 빙판을 닦아 주면 닦지 않을 때보다 스톤을 3~5 m 정도 더 나아가게 할 수 있고, 스톤의 경로를 바꿀 수도 있다.

아이스하키는 빙상에서 6명으로 구성된 두 팀이 스틱으로 퍽을 쳐서 상대팀의 골에 넣는 경기로, 선수의 동작 변화와 퍽의 운동은 작용한 힘과 밀접한 관계가 있다.

창의적 사고

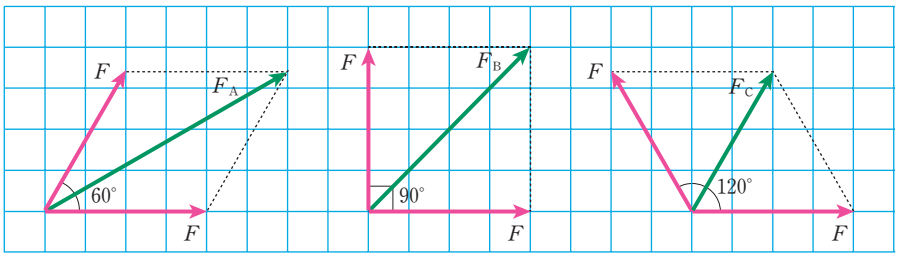
동계 올림픽 종목 중 하나를 골라 작용하는 힘과 운동의 관계를 설명해 보자.

논술 과학 글쓰기

• 두 힘이 이루는 각도에 따른 합력

[자료 1]

그림은 크기가 같은 두 힘 F가 서로 다른 각도로 작용하는 것을 나타낸 것이다. 이때 두 힘의 합력은 두 힘 사이의 각도가 작을수록 크다. 합력이 가장 클 때는 두 힘 사이의 각도가 0°일 때로 이때 합력은 $2F$이다. 두 힘 사이의 각도가 커질수록 합력은 작아지다가 180°가 되면 두 힘의 방향이 반대가 되어 합력은 0이 된다.



[자료 2]

체조 경기에는 선수들이 반드시 해야 하는 동작이 정해져 있고 동작에 따라 난이도가 매겨져 있다. 남자 체조 종목 가운데 링은 줄에 연결된 원형 고리를 잡고 몸을 흔들거나 몸을 정지시켜 버티는 동작들로 구성되어 있다. 각 동작에서 팔을 곧게 펴야 하고 몸이 정확한 각도를 유지해야 좋은 점수를 받을 수 있다. 링 경기에서 십자매달리기 동작은 팔을 몸과 직각에 가깝도록 옆으로 펴고 버티는 동작으로 매우 큰 힘이 필요한 기술이다.

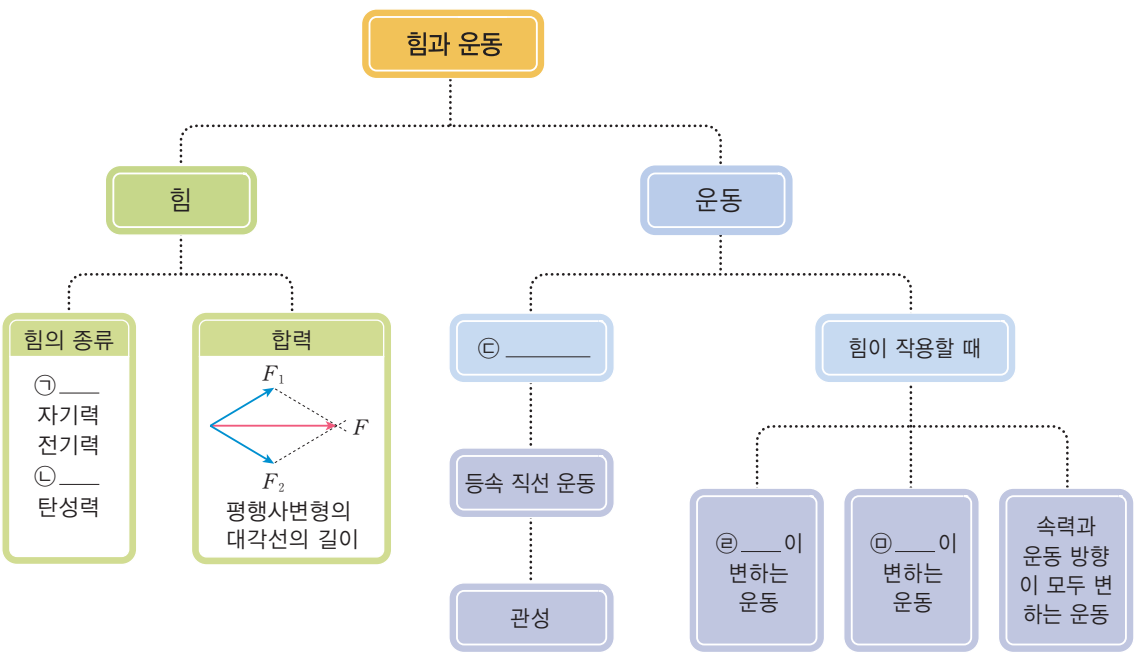
1. 철봉에 매달릴 때 두 팔을 나란하게 잡을 수도 있고 벌려서 잡을 수도 있다. 어떻게 잡아야 힘이 적게 들까? 그 까닭을 [자료 1]과 관련지어 설명해 보자.

2. [자료 2]의 십자매달리기 동작을 하려면 그림과 같이 몸통과 팔이 직각에 가깝게 해야 한다. 이때 팔이 직각에 가깝지 않으면 감점을 받게 되는데, 그 까닭을 [자료 1]과 관련지어 설명해 보자.

핵심 개념 확인하기

1. □은/는 두 물체 사이의 상호 작용으로 물체의 모양이나 운동 상태를 변화시킨다.
2. 물체가 접촉하여 작용하는 힘에는 □□□, 탄성력이 있고 접촉하지 않고도 작용하는 힘에는 □□, □□□, 자기력이 있다.
3. 탄성력의 크기는 탄성체가 변형되는 □□에 비례한다.
4. 한 물체에 같은 크기의 두 힘이 반대 방향으로 작용하면 □□이 0이 된다. 이때 두 힘은 힘의 □□을/를 이룬다고 한다.
5. 등속 직선 운동하는 물체의 운동 방향과 □□은/는 일정하고, 이동 거리는 시간에 □□한다.
6. 물체에 힘이 작용할 때 속력의 변화는 □이/가 클수록 크고, □□이/가 클수록 작다.
7. 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 물체가 계속 등속 운동하는 까닭은 □□ 때문이다.
8. 힘이 물체의 운동 방향과 나란하게 작용하면 물체의 □□이/가 변하고, 물체의 운동 방향과 나란하지 않게 작용하면 물체의 □□와/과 □□ □□이/가 모두 변한다.

한눈에 정리하기



이해하기

1. 각 현상과 관련된 힘의 종류를 찾아 바르게 연결해 보자.

(1) 빗방울이 아래로 떨어진다. • • ㉠ 탄성력

(2) 굴러가던 공이 멈춘다. • • ㉡ 중력

(3) 머리카락이 플라스틱 빗에 달라붙는다. • • ㉢ 전기력

(4) 번지 점프를 하면 줄이 늘어나면서 속력이 감소한다. • • ㉣ 마찰력

2. 마찰력에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 골라 보자.

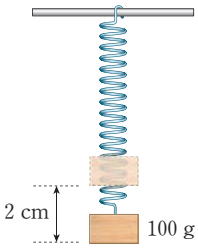
ㄱ. 수레에 짐을 많이 실을수록 수레와 바닥 사이의 마찰력이 증가한다.
ㄴ. 항상 물체의 움직임을 방해하려는 방향으로 작용한다.
ㄷ. 표면이 매끄러울수록 마찰력이 커진다.

3. 다음은 질량과 무게를 비교한 표이다. 빈칸에 알맞은 말을 써 보자.

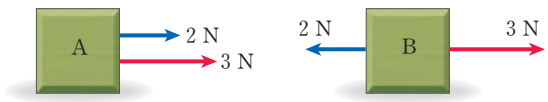
구분	질량	무게
장소가 달라질 때	㉠	달라진다.
단위	kg	㉡
측정 저울	㉢	용수철저울

적용하기

4. 그림과 같이 용수철에 질량이 100 g인 추를 매달았더니 용수철의 길이가 2 cm 늘어났다. 질량이 300 g인 추를 매달면 용수철의 길이는 몇 cm 늘어나는가?

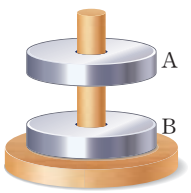


5. 물체 A와 B에 두 힘이 그림과 같이 작용하고 있다. A와 B에 작용하는 합력은 각각 몇 N인가?



(가) (나)

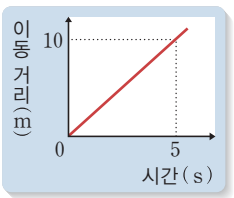
6. 그림과 같이 나무 막대에 끼워진 원형 자석 A가 원형 자석 B 위에 떠서 정지해 있다.



(1) 자석 A에 작용하는 힘의 종류를 써 보자.

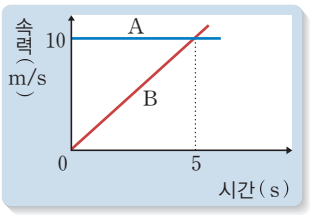
(2) 자석 A와 B에 작용하는 합력은 각각 몇 N인가?

7. 그림은 물체의 이동 거리를 시간에 따라 나타낸 그래프이다. 다음 설명의 빈칸을 채워 보자.



이 물체는 ( )이/가 일정한 운동을 하였고, 2초 때 속력은 ( ) m/s이다.

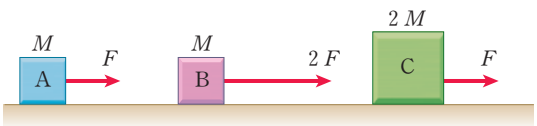
8. 그림은 두 물체 A와 B의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다. 옳은 것만을 모두 골라 보자.



ㄱ. A는 가만히 멈추어 있다.
ㄴ. B의 속력은 일정하게 증가한다.
ㄷ. 0초부터 5초까지 이동 거리는 A가 B의 2배이다.

문제 해결하기

9. 그림과 같이 마찰이 없는 수평면에 세 물체 A, B, C를 놓고 수평 방향으로 힘을 작용하였다. M은 질량, F는 힘을 나타낸다.



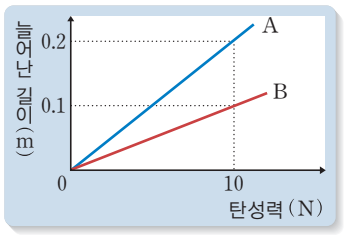
물체의 속력이 변하는 정도가 가장 큰 것과 가장 작은 것을 골라 보자.

서술하기

10. 물과 같은 액체의 표면은 항상 지면과 수평을 이룬다. 그 까닭을 중력과 관련지어 설명해 보자.

창의적으로 해결하기

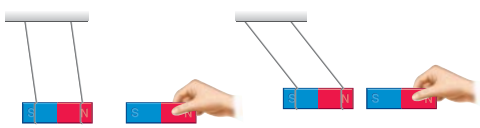
11. 그림은 두 용수철 A와 B의 탄성력과 늘어난 길이 사이의 관계를 나타낸 것이다.



A와 B 중에서 더 강한 용수철을 고르고, 그 까닭을 설명해 보자.

12. 두루마리 휴지가 휴지걸이에 걸려 있다. 한 손으로 휴지를 가만히 당겼더니 휴지가 돌아가면서 끌려왔다. 다른 손을 사용하지 않고 한 손으로 휴지를 끊는 방법을 제시하고, 그 원리를 설명해 보자.

13. 그림 (가)는 실에 매달려 정지해 있는 막대자석에 다른 자석을 가까이 할 때 자석이 정지해 있는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 자석을 더 가까이 할 때의 모습을 나타낸 것이다.



(가) (나)

위 실험을 통해 알 수 있는 사실들을 모두 설명해 보자.