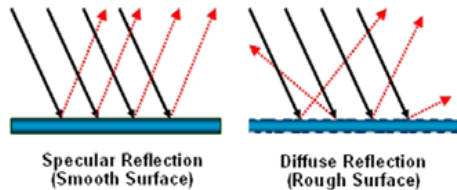


강의 Tip.

광섬유, 잠망경, 만화경과 같은 도구는 빛의 반사를 이용합니다. 빛의 반사는 빛의 성질 중 하나로 거울이 우리의 모습을 비추는 원리를 설명해주는 개념이죠. 빛의 반사에 대해 자세하게 알아보고, 실험에서 만든 보로노이 빛상자의 OHP필름과 거울지의 역할이 무엇인지 지도해줍니다. 더불어 보로노이 다각형에 대해 알아보면서 광원에 따라서 오묘하게 변하는 빛 상자를 미술적 요소를 함께 접목시켜 봅니다.

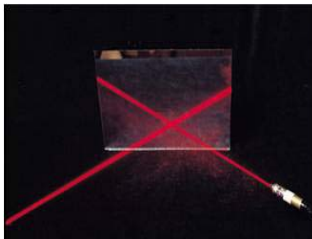
빛의 반사

- (1) 빛은 같은 물질 속에서 진행하는 동안에는 직진하지만 다른 종류의 물질을 만나게 되면 빛의 일부분이 튀어나오게 되는데, 이를 반사라 합니다.
- (2) 빛이 거울과 같이 매끄러운 면에서 반사되는 것을 정반사라하고, 울퉁불퉁한 면에서 반사되어 빛이 여러 방향으로 퍼지는 반사를 난반사라 합니다. 또 어떤 경우에는 모든 빛이 다 반사되는 경우가 있는데, 이를 전반사라 합니다.



! 반사의 법칙

반사의 법칙은 빛이 들어가는 곳의 법선과 들어가는 빛(입사파) 사이의 각인 입사각이 법선과 반사되어 나가는 빛(반사파) 사이의 각인 반사각과 같다는 법칙입니다. 이 법칙은 반사의 종류에 상관없이 모두 적용됩니다. 빛이 부딪치는 면과 수직인 선을 법선이라 하고, 입사파와 법선 사이의 각을 입사각, 반사파와 법선 사이의 각을 반사각이라 합니다.



※ 반사의 법칙 : 입사각 = 반사각

물체의 표면과 반사와의 관계

반사하는 면이 매끄러워 반사되는 빛이 한 방향으로만 나아간다면 그 방향에서만 물체를 볼 수 있고, 다른 각도에서는 물체를 볼 수 없을 것입니다. 우리가 생각할 때 아주 매끄러워 보이는 면도 대부분 난반사를 일으킵니다. 매끄러운 물체가 난반사 하고 있다는 것을 확인하는 방법은 그 물체에 자기의 모습을 비추어 보는 것입니다. 물체가 정반사를 한다면 자신의 모습이 거울에서와 같이 보여야 하는데, 물체에 자기 모습을 비추어 볼 수 없다는 것은 물체가 빛을 여러 방향으로 흩어지게 반사(난반사)시켰다는 뜻입니다.

빛을 통과시키는 물질과 통과시키지 못하는 물질

빛이 비추었을 때 빛을 통과시키는 물질을 투명한 물질이라고 하고, 그렇지 않은 물질을 불투명한 물질이라고 합니다. 유리, 물, 비닐과 같은 투명한 물질은 빛을 통과시키는 특징을 가지고 있기 때문에 빛을 들어오게 하거나 안 또는 밖을 보이게 하기 위해 사용합니다. 나무, 종이, 천과 같은 불투명한 물질은 빛을 통과시키지 않기 때문에 빛을 막거나 안 또는 밖이 보이지 않게 하기 위해서 사용합니다.

! 투명한 물체는 모두 무색일까?

물체를 통해 다른 사물이 잘 보이면 투명한 물체, 다른 사물이 잘 보이지 않으면 불투명한 물체입니다. 그렇다면 투명한 물체는 유리나 물과 같이 모두 무색일까? 색깔 셀로판지를 통해 사물을 보면 반대편에 있는 물체가 잘 보이는 것으로 보아 색깔 셀로판지는 투명한 물체라고 할 수 있습니다. 또 투명한 물체가 모두 무색인 것은 아니라는 것을 알 수 있습니다. 단, 색깔이 있는 투명한 물체를 통해서 물체를 보면 원래의 색과는 다른 색으로 보인다는 차이가 있습니다.



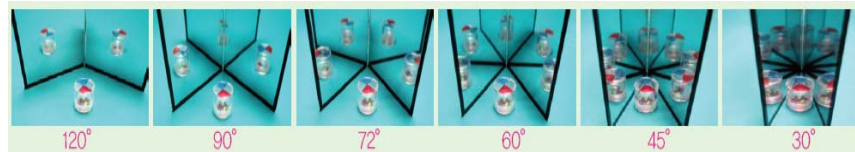
평면거울 개수에 따른 상의 모습

- ① 평면거울 1개를 사용할 경우

평면거울 1개를 사용하여 반사시키면 평면거울이 만든 상에 의해 물체는 2개로 보입니다.

② 평면거울 2개를 사용할 경우

평면거울 2개를 사용하여 반사시키면 평면거울이 만든 상에 의해 물체는 여러 개로 보입니다. 이때, 거울 사이를 좁히면 물체의 상의 개수는 더욱 많이 늘어나는 것을 볼 수 있습니다.



③ 평면거울 3개를 사용할 경우

평면거울 3개를 사용하여 반사시키면 물체의 상의 개수는 더욱 늘어나며 일정한 모양이 반복되어 나타나면서 아름다운 무늬를 만들어 냅니다.

! 평면거울

- (1) 생활 속에서 자신의 모습을 비추어 볼 때 가장 많이 사용하는 것이 바로 평면거울입니다.
- (2) 거울에 자신의 모습을 비추어 보면 상하는 그대로이지만 좌우는 반대로 보입니다. 즉, 내가 오른손을 들어 보이면 거울 안에서 나와 마주보고 있는 또 다른 나는 왼손을 들어 보입니다. 또 거울과 자신 사이의 거리만큼 거울 안에 있는 나는 거울 안으로 들어가 있습니다. 내가 한 발 뒤로 물러서면 거울 안의 나 또한 한 발 거울 안으로 물러섭니다.
- (3) 큰 거울 앞에 여러 명의 친구들이 나란히 서서 거울을 볼 때 거울 앞에 있는 사람은 자신의 모습을 볼 수 있지만, 거울 옆에 있는 사람은 자신의 모습을 볼 수 없습니다. 또한 내가 보고 있는 사람은 나를 볼 수 있지만, 내가 보지 못하는 사람은 나를 볼 수 없습니다.

⊗ 보로노이 다이어그램

- '보로노이 다이어그램'은 1868년 우크라이나에서 태어난 러시아의 수학자 조지 보로노이의 이름을 따서 그 이름을 지었습니다. 똑같지 않은 다각형으로

채워져 있어 규칙이 없는 것처럼 보이지만, 수학적인 원리로 평면을 분할하는 과정에서 나타나는 그림입니다.

- 보로노이 다이어그램을 그리는 방법은 간단합니다. 먼저 평면 위에 여러 개의 점을 찍습니다. 그런 다음, 가장 인접한 두 개의 점을 선택해 수직이등분선을 그리면 평면은 수직이등분선에 의해 여러 개의 다각형으로 분할됩니다. 이렇게 그려진 그림을 보로노이 다이어그램이라고 하고, 이때 생기는 다각형을 보로노이 다각형이라고 합니다.

- 보로노이 다각형은 특정 점을 기준으로 가장 가까운 점들을 모은 집합이 됩니다. 이것이 보로노이 다이어그램이 갖는 가장 중요한 성질입니다. 보로노이 다각형의 모서리는 로봇이나 GPS 등 최단경로를 찾는 데에 종종 쓰입니다.

오목거울과 아르키메데스



아르키메데스는 무기를 제작하는 데에도 과학의 원리를 충분히 이용하였습니다. 그가 살고 있던 시라쿠사가 로마의 침략을 받았을 때 그는 헤론 왕의 부탁을 받고 갖가지 새로운 무기를 제작하였습니다. 기발하게도 오목렌즈를 조립한 거대한 육각형의 거울을 만들어서 이것으로 태양 광선을

반사시켜 로마의 배를 불태웠습니다. 적군인 로마의 장군 마르켈루스조차도 그가 만든 무기에 감탄하여 아르키메데스를 '100개의 눈을 가진 거인 브리아레오스(Briareos)'라고 불렀습니다. 그러나 아르키메데스의 뛰어난 무기에도 헛되이 그 전쟁은 마침내 수적으로 우세했던 로마군의 승리로 끝나고 말았습니다.

한 쪽은 거울! 한 쪽은 유리!!

한쪽은 거울로 보이고 한쪽은 유리로 보이는 반투명 거울은 어떻게 가능한 것일까요? 이런 거울은 빛을 받은 통과시키고 받은 반사하도록 만들어

져 있습니다. 그런데 거울처럼 보이는 방은 아주 밝고 반대편은 어둡습니다. 그러면 밝은 방에서는 반대편에서 통과해 온 모습보다 반투명 거울에 반사된 모습이 더 밝기 때문에 진짜 거울처럼 보이지만, 반대편 방에서는 반투명 거울에 반사된 모습보다 밝은 쪽 방에서 반투명 거울을 통과한 모습이 더 밝기 때문에 유리창처럼 보입니다. 이런 반투명 거울은 경찰서의 조사실에도 설치되어 있습니다. 범인을 조사하는 방에는 큰 거울이 있고, 그 거울 뒤로는 어두운 방이 있어요. 그 방에서는 조사실의 거울이 유리창이 되어 조사실의 모습을 환히 들여다 볼 수 있습니다. 첩보 영화에서도 종종 볼 수 있습니다.



밖에서는 안이 보이지만, 안에서는 밖이 보이지 않음

화려한 거울의 방



프랑스의 절대 군주 태양왕 루이 14세는 어린 나이에 왕이 되어 정치는 '마자랭'이 대신했는데, 늘 사람들의 반란에 시달려야만 했습니다. 그래서 마자랭이 죽고 직접 통치하게 되면서 강한 왕이 되어야 한다고 스스로 생각했습니다. 그는 중상주의를 채택해서 돈을 벌어들였습니다. 그 돈으로 강력한 군대를 기르고, 사람들에게는 '눈에 보이는 신, 태양왕'이라고 부르게 했습니다. 아름다운 베르사유 궁전을 지은 것도 그 때문입니다. 태양왕에 걸맞은 예술적인 감각을 살리는 일을 많이 했습니다. 유럽 문화의 중심에는 항상 루이 14세가 있었습니다. 베르사유 궁전의 화려함의 극치를 보여 주는 '거울의 방'은 루이 14세의 통치 기간을 상징하는 17개의 벽면으로 나누어져 있고 578개의 거울로 장식되어 있습니다. 여기에서는 주로

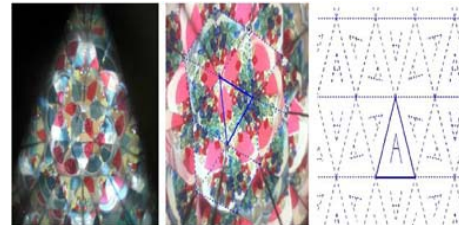
가면무도회 등 화려한 파티가 열렸다고 전해집니다.

광고에도 쓰이는 빛의 반사

가끔 위트와 재치가 넘치는 광고들을 보면 그 기발함에 감탄을 합니다. 이렇게 유머러스한 광고들 중에서 거울의 반사를 이용한 광고가 있어 소개합니다. 바로 거울 반사를 이용한 맥도날드 광고입니다. 자사로 고가 대칭이라는 점에 착안하여 만든 광고입니다.



천변만화한 만화경



만화경은 원통 속에 길쭉한 3개의 평면거울을 짜 맞추고, 한쪽 끝을 젖빛 유리로 막은 장난감입니다. 만화경 안에 색종이 따위를 넣고 들여다보면 온갖 형상이 대칭적으로 나타나게 됩니다. 같은 모양은 다시 나타나지 않고 모양이 변화하기 때문에 만화경이라 합니다. 만화경은 3개의 거울이 서로 60°의 각도를 이루며 정삼각형을 만들고 있습니다. 즉, 만화경은 거울 사이의 각도가 60°를 이루게 되어 상이 반사됨과 동시에 반사됩니다

보로노이 다이어그램, 오랜 전부터 있었다?!

보로노이 다이어그램을 공식적인 수학적 개념으로 정의한 사람은 조지 보로노이지만, 그 이전에도 보로노이 다이어그램에 관한 기록이 남아 있습니다. 1644년 데카르트도 그의 저서에서 보로노이 다이어그램을 이용해 태양계 내의 행성들의 관계를 설명했습니다. 1850년에는 데데킨트도 2차원, 3차원 보로노이 다이어그램을 언급했습니다. 또 영국인 의사 존 스노우는 콜라라 감염의 원인을 보로노이 다이어그램을 이용해 설명했습니다.