

초등용



놀자, 과학아!

샌프란시스코

과학놀이체험전

2006. 4. 1 ▶ 8. 31 국립서울과학관 특별전시관



자 료 제 공 · The Exploratorium
 연구 개발 총괄 · 과학문화교육연구소
 발 행 일 · 2006년 3월 25일 초판 인쇄
 발 행 처 · Exploratorium 전시위원회
 서울시 강남구 신사동 609 (주)루트원
 Tel. 02 516 1501
 www.scinori.com
 편 집 디 자 인 · (주)인포메이션엔디자인
 전 자 출 판 · 블록미디어

※ 이것은 샌프란시스코 탐험관(Exploratorium)의 전시물들을 학생들이 보다 쉽고 재미있게 보면서 과학적 호기심을 불러 일으키기 위해 제작한 자료입니다.
 이 책의 일부 혹은 전체 내용을 복사, 복제, 전재하는 것은 발행처와 협의하십시오.



미국에서 가장 재미있는 두 곳이 있다. 하나는 디즈니랜드의 미키와 왕국이고, 나머지 하나는 샌프란시스코 Exploratorium이다.

Newsweek

16개의 최고의 과학박물관: 샌프란시스코 Exploratorium

Discover magazine

현대사에서 이렇게 인상적인 박물관은 Exploratorium 뿐이다.

미국박물관협회

Exploratorium은 이 세상에서 신이 만들어놓으신 가장 놀라운 장소이다.

Robin williams (영화배우)



'과학놀이터에 가자'

엑스플러토리움의 최대 매력은 '만지고, 보고, 느낄 수 있다'는 것.
 모든 전시물들은 관람객들이 직접 움직여 보고, 뛰어들어 체험할 수 있도록 구성되어 있다.
 과학신문 2004년 11월 17일자

‘멋진 과학 여행’을 떠나볼까요?

여러분!

아름다운 색깔과 묘한 운동 현상을 보고 싶지요?
내가 직접 해보는 기쁨을 갖고 골똘히 생각하며 과학 탐구를 하는 여행도 가고 싶지요?

이러한 것을 할 수 있는 멋진 과학 탐구 여행지가 어디일까요?

틀림없이 그 중에 한 곳은 과학관일 것입니다. 세계에서 가장 앞선 과학관이라 하면 나는 주저 없이 미국 샌프란시스코에 있는 “탐험관 (Exploratorium)”이라 하겠습니다. 여기에는 여러 과학자님들과 예술가님들이 아름다운 소리의 과학, 예쁜 색깔의 과학, 묘한 운동의 역학, 전기의 원리와 응용.... 등의 과학 세계를 탐구할 수 있게 꾸며 놓았습니다.



과학문화교육연구소
서울대학교 명예교수
박 승 재

이 샌프란시스코 탐험관의 귀중한 과학 활동 결과품들이 한국에 나들이를 하게 되어 여러분을 초대합니다. 이번 과학놀이체험전에서 과학의 세계를 보고, 쉽고 재미있게 직접 작동해 봄으로써 여러분의 창의력을 키워보는 기쁨의 경험을 쌓게 하고 싶습니다.

친구, 부모님 또는 선생님과 함께 즐겁고 멋진 과학의 세계를 직접 탐구하는 여행을 즐기기를 바랍니다.

과학과 예술, 인간에 대한 인식의 발견

친애하는 여러분,

엑스플로러토리움은 1969년 설립 이래 유일무이한 학회단체로서 전세계 모든 나라의 학회와 함께 자연과학의 세계의 발견을 위한 연구 실적들을 경험하는 장소 중의 하나입니다.

이러한 저희의 소중한 연구 성과물들이 국립서울과학관의 협조하에 한국 여러분께 소개할 수 있도록 도움을 준 (주)루트엔터테인먼트를 비롯한 엑스플로러토리움 전시위원회와 함께 일하게 되어 매우 기쁩니다. 엑스플로러토리움 일동은 "샌프란시스코 과학체험전"을 준비하는 분들과 관람하시게 될 여러 관람객분들과 파트너십을 쌓게 되어 매우 감격스럽습니다.

이제 우리는, 주변의 호기심에서 출발하여 탐험관을 넘어 그 문화를 배워가는 것으로 확장해 엑스플로러토리움의 의무와 과학과 예술 그리고 인간에 대한 인식의 발견이라는 우리의 접근을 여러분과 공유할 수 있게 되었습니다.

저희 일동은 샌프란시스코 엑스플로러토리움을 방문하는 모든 분들을 환영하며, 다시 한번 한국에 불러 주신데 감사를 드립니다.



Acting Executive Director
Director of Development and Marketing
Virginia Carollo Rubin

주요 전시물들은 지구 속 과학현상 가운데
 물리적인 현상에 중점을 두고 있습니다.
 현상보다는 그것을 재미있는 놀이기구로
 이해시키고자 하는 것이 이번 전시회의 취지입니다.
 주요 전시물들 가운데 여러분이 꼭 기억하셨으면
 하는 전시물들을 이곳에 담습니다.
 여러분의 과학적 호기심에 부디 도움이 되길 바랍니다.



- 테마1. 자연의 신비와 만나자:** 지형, 물, 소리 (Landscape)
- 테마2. 과학의 원리와 친구가 되자:** 회전력, 중력, 자기력 (Dynamics Rotation)
- 테마3. 3차원 세상과 만나자:** 거리와 공간의 체험 (Three-dimensional World, Illusion)
- 테마4. 빛으로 그림을 그려보자:** 빛과 그림자 (Light & Shadow)
- 테마5. 다함께 하나가 되자:** 과학원리의 조화 (Explora Together)

이벤트
 미국 Exploratorium 과학교사들이 진행하는 웹캐스팅 등 사이언스 영상과 재미있는 과학퀴즈 등 사이언스 퍼포먼스가 매일매일 진행됩니다.

목차

인사말	02	진자뿔	30
축사	03	신기한 회전판	31
주요 전시물		파도만들기 / 알쏭달쏭 끈	32
		신기한 중력 우물 / 회전하는 모래	33
프로그램 소개	04	테마3. 지구 속 또다른 공간과 만나자	
엑스플로러토리움 소개	06	다정한 두 사람	34
인트로		링의 악몽	36
천사의 기둥	07	무늬만 의자 / 움직이는 진자공	37
테마1. 자연의 신비와 만나자		3차원 그림자	38
솟아오르는 마그마	08	불가능한 삼각형	40
회오리치는 토네이도	09	올록볼록 가면 / 하나같은 돌	41
안개 도넛	10	혼돈의 방	42
메아리 튜브	12	테마4. 빛으로 그림을 그려보자	
혼돈의 바다	14	순간포착 그림자 / 거대한 두개의 눈	43
액체 거울	16	빛의 속임수	44
흔들리는 땅	17	기억의 그림자	46
테마2. 자연과학현상과 친구가 되자		유령 용수철 / 점을 삼키는 모래판	47
자전거 바퀴 운전대	18	테마5. 보이는 것만이 세상은 아니다	
회전하는 원반, 턴테이블	19	달걀 모양의 다리	48
까만 모래 언덕	20	넓은 풀 가족	50
빙빙도는 우산	21	핀스크린	52
통통 튀는 공	22	내 마음대로 방울	54
튼튼한 다리	24	활 모양의 다리	56
떠다니는 자석	26	전시장 배치도	57
소리를 담은 그릇	28	과학놀이 체험전을 준비한 사람들	57
		과학놀이 체험 일지	58

Exploratorium at the Palace of Fine Arts



Exploratorium
at the Palace of Fine Arts
3601 Lyon Street
San Francisco, CA 94123
Directions to the Museum
www.exploratorium.edu



1. 연혁

Palace of Fine Arts 는 건축가 Bernard Maybeck 에 의해 설계되었으며 1915년 파나마, 태평양 지역 전시회를 위하여 지어졌던 건물 중에서 유일하게 남아있는 건물이다. 이 곳은 핵물리학자인 프랭크 오 펜하이머 박사와 그의 부인에 의해 파인 아트 건물이 설립되면서 1969년에 개관되었다.

2. 전시내용

전시품은 보고, 만지고, 조작하여 보는 700여점의 다양한 전시품으로 구성되어 있다.

전시장 1층의 한 부분에 공작실이 있으며, 연구원이 직접 실험 및 전시품을 제작할 수 있게 되어 있다.

전시장은 다음 3개의 부분으로 나누어 발전시키고 있다.

3. 시설

본관은 지상 1층과 2층으로 되어 있으며, 전시장 외 200석의 극장, 실험실, 공작실, 그래픽실, 사무실, 기념품점 등이 있다.

4. 특성

Exploratorium 은 관람객 대상을 어른을 포함한 모든 사람에게 두고 있으며 관람객과 전시품, 예술과 과학간의 상호작용도 중시한다. 아이들에게는 학교 교육의 보조역할을 담당하면서 재미있는 과학으로의 field class 프로그램으로, 교사에게는 과학 class 프로그램을 통해 제공한다. 이 곳에서는 설계자들이 자유롭게 재미있는 현상을 실제로 나타낸 후 과학기술 전문가들에게 그 과학 교육적 가치를 찾게 하여 의견을 파드백 하는 과정을 거쳐 최종 전시품을 만드는 식으로 이루어진다.



천사의 기둥



A 이 놀이는 ?

큰 기둥 사이를 자세히 보면 새로운 것을 보게 되는 놀이입니다. 어느 것이 기둥이고 어느 것이 그림자인지는 보는 사람에 따라 다릅니다. 잘 보세요.

B 이렇게 놀아요!

1. 기둥 사이에 있는 천사의 그림자를 볼 수 있나요?
2. 천사의 모습을 찾기 어려우면 조금 떨어져서 기둥 사이를 열심히 쳐다봅시다.
3. 여러분이 보는 천사의 모습은 원래는 무엇인가요?



조금 더 알아볼까요 ?

오른쪽에 있는 그림에서 사람 얼굴을 찾아봅시다. 나무 그림 속에서 몇 개의 얼굴을 찾을 수 있나요?





솟아오르는 마그마



A 이 놀이는 ?

모래층 아래에서 공기가 불어나오면서, 지구 안의 뜨거운 마그마가 팽창하여 땅에 있는 틈 사이로 뿜어져 올라오는 모습을 보여줍니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 버튼을 눌러보세요. 공기가 불어나오면서 모래를 뿜어낸답니다.
2. 모래가 뿜어 나오는 곳의 모양이 다른 것을 알 수 있나요?
한 번 큰소리로 말해보세요. 점, 선, 원 모양이라고요? 정말 잘 맞추는 군요.
3. 뿜어져 나오는 모래의 모양이 어떻게 바뀌는지도 살펴보세요.



조금 더 알아볼까요?

마그마가 땅 속에서 나오는 것을 화산활동이라고 합니다. 여러분 울릉도나 제주도 에 가본 적이 있나요? 울릉도와 제주도는 바로 화산활동으로 만들어진 섬이랍니다. 그러면 언제 폭발할지 걱정되어서 어떻게 사람들이 살 수 있는지 궁금하죠? 하지만 안심하세요. 두 섬은 모두 지금은 쉬고 있기 때문에 사람들이 살 수 있습니다.



회오리치는 토네이도



A 이 놀이는?

장치의 위에 있는 프로펠러가 공기를 위로 빨아들여, 바닥으로부터 천정까지 공기 기둥이 만들어 집니다. 옆에 있는 구멍에서 나온 바람으로 소용돌이가 만들어 집니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 회오리바람이 어떻게 움직이는지 자세히 살펴보세요.
2. 무서워 보이나요? 괜찮으니 회오리바람 속으로 손을 넣거나 입으로 불어 보세요.
3. 회오리바람이 다시 생기려면 얼마나 걸리는지 1부터 큰소리로 세어 보세요.



조금 더 알아볼까요?

'오즈의 마법사' 에서 도로시는 회오리바람을 타고 안전하게 오즈까지 여행을 합니다. 그렇지만 여러분 실제로 회오리 바람을 타고 여행을 하려고 가방을 싸지는 마세요. 여러분이 정말로 회오리 바람을 만난다면 곧장 땅 속 지하실에 두더지처럼 숨어야 합니다. 그렇지 않으면 회오리바람에 빨려 들어서 다시 사랑하는 부모님과 친구들을 볼 수 없을 거예요. 도로시는 동화 속 주인공일 뿐이랍니다!



안개 도넛



A 이 놀이는?

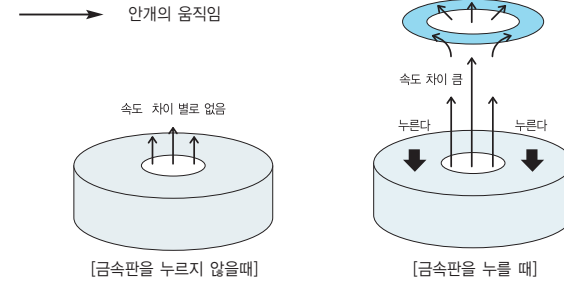
화산이 폭발하면서 고리모양의 안개가 생긴다는 것을 알고 있나요? 가운데에 구멍이 있는 금속판과 그 아래에 있는 안개발생기를 이용해서 천정으로 고리모양의 안개를 발사해 봅시다.

B 이렇게 놀아요!

1. 둥근 금속판을 살짝 아래로 한번 누릅니다.
2. 구멍을 통해 안개가 갑작스레 빠져 나오면서 만들어지는 모양을 관찰합니다.
3. 금속판을 누르지 않았을 때와 금속판을 눌렀을 때 만들어지는 안개의 모양은 어떻게 다른가요?

C 생각해 볼까요?

구멍으로부터 빠르게 나오는 안개는 금속판 구멍의 가장자리와 구멍을 통과하는 구름 사이의 마찰력에 의해 고리 모양의 소용돌이를 만들어냅니다. 금속판을 누르면 누르지 않았을 때에 비해 구멍의 가운데와 가장자리 사이의 속도 차이가 더 커지게 되며, 안개는 속도가 빠른 가운데 부분에서 느린 바깥쪽 부분으로 굴절하게 됩니다. 그래서, 안개는 구멍과 같은 둥근 모양이면서 가운데가 뚫린 고리 모양이 되는 것입니다.



D 한 걸음 더! 영화 속의 소용돌이

1. 오즈의 마법사 : 미국 중부 캔사스의 소녀 도로시는 잠들어있던 집과 함께 토네이도에 실려 오즈의 나라에 내던져지죠.
2. 트위스터 : 어린 시절, 토네이도에 아버지를 잃은 조는 토네이도의 실체를 밝히기 위해 죽음을 무릅쓰고 토네이도를 추적하는데, 사용하는 장비의 이름이 오즈의 마법사에 나오는 주인공인 '도로시(Dorothy)'입니다.

지구상에는 안개 도넛과 같은 소용돌이가 많이 있습니다. 작게는 세면대의 배수구에서 회오리바람과 태풍, 용오름 및 토네이도 등이 그 예입니다. 용오름은 아주 빠른 속도로 소용돌이치며 상승하는 공기 기둥으로 미국에서는 이를 토네이도라고 하며 그 규모와 발생 빈도는 용오름보다 훨씬 큼니다. 토네이도는 번개와 소나기를 동반하며, 심한 경우 자동차와 가축, 사람까지도 날려버립니다. 미국의 중부지역에서는 이러한 토네이도가 우리나라 태풍과 같은 주요 기상 재난의 하나이며, 실제로 많은 인명과 재산을 잃고 있습니다.

실력겨루기

이탈리아에 있는 에트나 화산은 최근 폭발시 지름 200m의 거대한 고리 모양의 연기구름을 만들었으며 10분 이상 그 모양이 유지된 것도 있습니다. 여러분이 체험한 전시물을 통해 이 화산 폭발고리에서 고리 모양 연기구름이 생긴 원인이 무엇인지 알아 보세요.



메아리 튜브



A 이 놀이는?

산에 올라가서 '야호!' 하고 소리를 지르면, 반대편에서 '야호!' 하는 메아리가 들려옵니다. 메아리는 어떻게 만들어질까요? 메아리 튜브만 있으면 힘들게 산에 올라가지 않더라도 메아리를 들을 수 있습니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 메아리 튜브의 입구에서 손뼉을 쳐 보세요.
곧이어 귀를 대고 되돌아오는 소리를 들어 봅시다. 메아리가 어떻게 들리나요?
2. 메아리 튜브의 입구에 입을 대고 말해 보세요.
곧이어 귀를 대고 되돌아오는 자신의 목소리를 들어 봅시다.
원래 목소리와 어떻게 다른가요?

C 생각해 볼까요?

우리가 손뼉을 치거나 말을 할 때 만들어진 소리는 공기를 진동시키면서 사방으로 퍼져 나갑니다. 공기의 진동이 튜브 속에서 전달되다가 벽에 부딪치면 메아리가 되어 돌아옵니다. 손뼉을 칠 때 나는 소리와 사람의 목소리에는 높이가 다른 여러 소리가 합쳐져 있습니다.

높은 소리는 관을 따라 곧바로 진행하지만, 낮은 소리는 휘어지면서 진행하지요. 그 결과, 높은 소리의 메아리가 낮은 소리의 메아리보다 우리 귀에 먼저 도달합니다. 그래서 여러분은 높은 음에서 시작해서 점점 낮아지는 신기한 메아리를 들을 수 있습니다.

D 한 걸음 더!

1. 우리는 어떻게 소리를 들을 수 있을까요?

모든 소리는 물체의 진동(떨림)에 의해 만들어집니다. 바이올린이나 첼로는 현을 진동시켜서 소리를 만들어내고, 사람의 목소리는 성대가 떨리면서 만들어집니다. 이러한 소리는 공기가 있어야 들을 수 있습니다.

만약 우리가 진공 상태에서 살고 있다면, 아무런 소리도 들을 수 없습니다. 그 이유는 진동을 전달하는 물질, 즉 매질이 없어졌기 때문입니다. 우리가 방 안에서 '아' 하고 소리를 내면, 이 소리는 공기를 진동시키면서 사방으로 퍼져 나갑니다. 귀의 바로 앞까지 전달된 공기의 진동이 고막을 울리면 소리를 들을 수 있습니다. 하지만 소리가 공기를 통해서만 전달되는 것은 아닙니다. 소리는 철과 같은 고체, 물과 같은 액체 속에서도 전달됩니다.

2. 메아리는 왜 생길까요?

방 안에서 친구가 이야기를 하면 작은 소리라도 잘 들을 수 있지만, 운동장이나 들panse에서 이야기를 하면 잘 들리지 않습니다. 방 안에는 벽이나 천장이 있기 때문에 소리가 반사되지만 야외에서는 소리가 반사되지 않고 하늘로 날아가 버리기 때문입니다.

그러나 산에서는 소리를 반사시킬 수 있는 봉우리가 있기 때문에 메아리를 들을 수 있습니다. 보통 산에서 '야호!' 하고 소리를 지르면, 멀리 있는 반대편 산봉우리에서 소리가 반사됩니다. 그래서 소리가 되돌아오는 데 약간의 시간이 필요하므로 잠시 후에 메아리를 듣게 되는 것입니다.

실력겨루기

다음 중 메아리가 생기는 것은 소리의 어떤 성질 때문일까요?

- ① 반사 ② 굴절 ③ 회절 ④ 간섭



혼돈의 바다



A 이 놀이는?

윈드서핑(Wind surfing, 보드를 이용해 파도타기)하는 것을 본적이 있나요? 바다 위의 바람이 어떻게 파도를 만들어 내는지를 보여줍니다. 바람에 의해 만들어진 잔물결들이 모이면 물 전체가 하나의 파동이 되어 도는 것을 생생하게 보게 됩니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 물이 어느 정도 담겨있는 큰 투명 반구가 있고, 반구 안쪽에는 송풍구가 수면 위에 달려 있습니다.
2. 손잡이를 돌려 수면을 향해 있는 송풍기의 바람을 나오게 합니다. 바람의 세기를 다양하게 하며 수면의 변화를 관찰합니다.
3. 바람의 세기와 방향을 잘 조절하면 공기 중으로 솟아 오르는 작은 물기둥을 만들 수 있습니다.

C 생각해 볼까요?

수면 위로 바람이 불게 되면 공기의 압력에 물이 밀려 잔물결들이 생겨나며, 이것이 합쳐져 큰 파도를 만듭니다. 바람이 일으킨 파도는 한 방향으로 이동하며 에너지를 전달할 수는 있지만, 이것이 바닷물을 특정 방향으로 흐르게 하지는 않습니다.

드물기는 해도 바람 이외에 해저 지진이나 해저 산사태, 해저 화산, 운석 충돌 등에 의해 파도가 생길 수도 있습니다. 특히, 해저 지진에 의한 파도는 크기가 상당히 커 육지에 상륙할 경우 높이가 수십 m가 넘을 수도 있으며 이를 '지진해일' 혹은 '쓰나미'라고 합니다. 해저 지진이 많이 일어나는 태평양에는 지진 발생 후 바로, 쓰나미가 해안가에 도달하는 시간을 예측해 태평양에 접하고 있는 나라들에게 전달하는 경보 센터가 하와이에 있습니다.

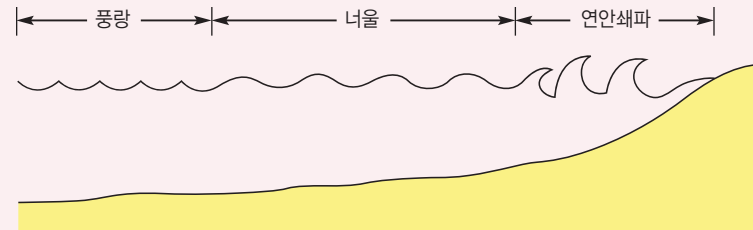
D 한 걸음 더! : 인공 파도 만들기

놀이공원에 있는 풀장에 가본 적이 있나요? 풀장에서 높은 파도가 나오고 튜브에 탄 채 파도타기를 보았나요? 풀장에서 만들어지는 인공파도는 실제 파도와 비슷하게 공기를 고압으로 압축해 순간적으로 인공파도 풀장에 내 보내는 것입니다. 그러면 고압의 공기로 인해 물이 밀려나 파도가 형성됩니다. 그러나, 이 방법은 1m 이하의 작은 파도만을 만들 수 있습니다.

2m 이상의 큰 파도를 만들 때는 수 톤의 물이 들어있는 한쪽 벽의 물탱크 수 십개를 일시에 열어, 수 백톤의 물을 순식간에 풀장으로 방출시키는 방법을 사용합니다.

실력겨루기

아래 그림은 파도가 만들어진 후 진행되면서 변화하는 모습과 각각의 파도 이름을 나타낸 것입니다. 여러분들이 생각한 파도의 진행 방향을 화살표로 그려보세요.





액체 거울



A 이 놀이는?

물도 거울처럼 빛을 반사시킨다는 사실을 알고 있나요? 반사된 빛과 물의 표면장력은 물속에 있는 물체들의 모습을 신기하게 바꿔줍니다.

B 이렇게 놀아요!

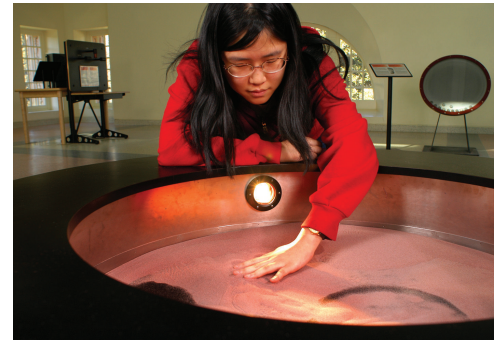
1. 물 위에 손을 얹고 거울을 들여다보세요. 손이 젖은 것처럼 보이나요?
2. 손을 컵 모양으로 해서 공기방울을 가둔 다음, 거울에 비친 공기방울을 보세요. 공기방울이 수은방울처럼 보이지 않나요?

C 생각해 볼까요?

이 전시물에서 여러분은 거울을 통해서 물 위에 있는 어떤 물체도 볼 수 없습니다. 물 밖에서 들어오는 빛은 물통의 바닥 쪽으로 굴절되기 때문에 수면 근처에 세워둔 거울까지 도착하지 못합니다. 오히려 물 속에 있는 물체가 보내는 빛이 물 표면에서 반사(전반사)되어 거울에 비친 것처럼 보인답니다. 물속에 잠수하였을 때는 천정 쪽은 잘 보이는데 수면하고 비슷한 높이에 있는 물체(물 밖에 서 있는 사람의 다리)는 잘 보이지 않는 것도 이와 같은 원리입니다.



흔들리는 땅



A 이 놀이는?

모래가 담긴 용병이를 흔들어 지진을 일으키면서 지진이 땅의 모습을 만들어 가는 과정을 따라 해볼 수 있게 해주는 전시물입니다. 지진에 의해 지각이 흐물흐물 흔들리는 장면은 지각이 단단하다는 고정 관념을 깨어줍니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 버튼을 눌러 용기 속의 모래를 흔들어 지진을 일으킵니다.
2. 용기 속에서 다양한 잔물결과 모래 언덕 등을 만드는 모래의 흐름을 관찰합니다.

C 생각해 볼까요?

지진의 진동이 딱딱한 땅을 액체처럼 흐르게 하듯, 이 장치도 모래를 흐르게 합니다. 진동은 모래알 사이에 미세한 공간을 만들어 모래알들이 서로 미끄러지기 쉽게 합니다. 진동이 가장 강한 곳에서부터 리듬을 타고 흐르기 시작한 모래는 진동이 약한 곳에서 모여 언덕을 이룹니다. 이 전시물은 사막의 모래 움직임과도 같은 현상을 재현해 줍니다. 지질학, 침식, 카오스 등의 예술적이면서도 감각적으로 느껴볼 수 있습니다.



자전거 바퀴 운전대



A 이 놀이는?

자전거 바퀴를 두 손으로 잡고 돌리는 놀이입니다. 빠르게 돌고 있는 자전거 바퀴를 들고 회전 의자에 앉아 보세요.

B 이렇게 놀아요!

1. 있는 힘껏 자전거 바퀴를 돌리세요.
2. 돌아가고 있는 바퀴의 손잡이를 같은 높이로 들고 회전 의자에 앉으세요.
3. 들고 있는 바퀴 손잡이를 약간 기울여 보세요. 어떻게 되나요?
어떻게 아무도 밀지 않았는데 의자가 돌아갈 수 있을까요?



조금 더 알아볼까요?

돌지 않는 팽이는 그대로 쓰러지죠.
어떻게 돌고 있는 팽이는 고덕고덕하면서도 돌까요?
지구가 잡아당기는 힘과 바닥이 받쳐주는 힘이 겨루는 것일까요?



회전하는 원반, 턴테이블



A 이 놀이는?

사진처럼 테이블의 중심부분(원반)이 회전하고 있고 그 위에 둥근 물체를 굴리며 하는 놀이입니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 테이블 한가운데 돌아가고 있는 원반 위로 여러 가지 원반을 굴려 보세요.
2. 손바닥으로 원반의 양쪽을 서로 반대방향으로 밀어, 빠르게 돌면서 원반에 떨어지게 하면 어떻게 움직이나요?
3. 원반 가운데 작은 구멍에 막대기를 넣고 돌아가는 원반에 살짝 올려놓으면 어떻게 되나요?



조금 더 알아볼까요?

내가 원반위에 서 있다고 생각해 보세요. 나는 어느 방향으로 끌려가게 될까요?
내가 원반과 함께 움직이려면 어떻게 해야 할까요? 빠르게 움직일수록 더 큰 힘이 필요해요. 마치 걸어갈 때는 방향을 쉽게 바꿀 수 있지만 뛰고 있을 때는 기동이나 난간 손잡이라도 잡아야 방향을 바꿀 수 있는 것처럼 말이죠.



까만 모래 언덕



A 이 놀이는?

어린이 여러분 아주 힘이 센 자석을 가지고 마법사처럼 철가루들을 여러분 마음대로 움직여보세요. 자석 놀이 신나고 재미있어요!

B 이렇게 놀아요!

1. 까만 모래를 두 큰 자석 사이에 놓아 보세요.
2. 서로 달라붙은 듯한 가루로 다양한 모양을 만들어 보세요.
3. 서로 달라 붙어있던 가루를 조금 떼어 내어 반대편 자석 쪽에 가까이 가져가면 어떻게 될까요?



조금 더 알아볼까요?

여기에 있는 가루 자석은 바닷가 모래에서 큰 자석으로 모아온 것으로 여러분 학교운동장의 모래 안에서 자석놀이를 하면 붙어나오는 철가루와 같은 것입니다. 검은 알갱이들은 자석을 만드는 철가루입니다. 이 가루들을 큰 자석사이에 두면 작은 자석이 된답니다. 이것들을 뭉치면 큰 자석을 만들 수 있어요. 가루 자석은 정해진 모양이 없으므로 다양한 모양을 만들 수 있습니다.



빙빙도는 우산



A 이 놀이는?

우산의 가장자리를 따라 펄럭거리면서 도는 파동은 무질서한 움직임이 어떻게 규칙적인 모양을 만들어 내는지 보여 줍니다. 돌아가는 우산의 천은 소용돌이치는 공기 주머니들을 만들어 내기 때문에 마치 깃발처럼 펄럭입니다. 이런 파동들은 회전하면서 서로 부딪히며 상호작용을 하고, 이 과정에서 규칙적인 모양이 만들어 집니다. 파동들은 천과 함께 돌지 않고 천을 통해 이동합니다. 그래서 우산의 구멍은 파동보다 빨리 도는 것입니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 손잡이를 돌려 우산을 회전시키고, 우산 가장자리에 있는 구멍을 지켜봅시다.
2. 우산의 구멍과 우산을 통해 이동하는 파동 중에서 어떤 것이 더 빨리 돌아가요?



통통 튀는 공



A 이 높이는?

강철판에 떨어진 쇠공은 어떻게 움직일까요? 직접 쇠공을 떨어뜨려 보세요. 점점 더 낮게 튀어 오르는 공의 운동을 눈으로 보고 귀로 들으면서 관찰해보세요.

B 이렇게 놀아요!

1. 쇠공이 떨어진 후 튀어 오르는 높이를 잘 관찰해 보세요. 튀어 오르는 높이가 점점 어떻게 됩니까?
2. 쇠공이 바닥에 부딪히는 소리를 잘 들어보세요. 점점 어떻게 됩니까?
3. 높이는 점점 낮아지는 것이 보이나요? 또, 바닥에 부딪히는 소리의 박자는 점점 빨라지는 것이 들리나요? 왜 그럴까요?

C 생각해 볼까요?

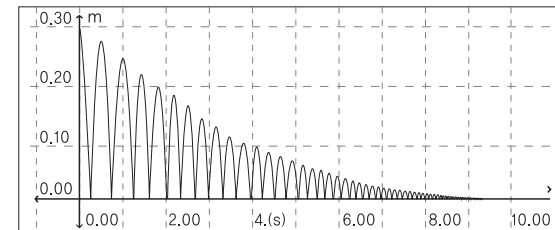
처음 높은 곳에 있던 쇠공은 그 무게와 높이에 따른 에너지(위치에너지)를 가지고 있습니다. 무겁고 높을수록 에너지가 크죠. 그런데, 쇠공을 떨어뜨리면, 원래 가지고 있던 에너지의 크기에 따라 운동을 하게 됩니다. 위치에너지가 무게(질량)와 속력에 따른 에너지(운동에너지) 바뀌게 되는 것이지요. 바닥에 닿는 순간, 물체의 운동에너지는 원래의 위치에너지와 양이 같습니다. 그러다가 바닥에 부딪치고 나면, 쇠공은 다시 튀어 오릅니다. 즉, 운동에너지가 다시 위치에너지로 바뀌는 것이지요, 그런데 이때 그 높이는 처음보다 조금 낮아집니다. 왜냐하면, 부딪치면서 다른 종류의 에너지로 바뀌는 양이 조금 있기 때문입니다.

예를 들어서, 소리와 열을 발생시키거나, 쇠공이나 판의 모양(겉이나 속)을 변화시키는 데에도 에너지가 쓰입니다. 그 양만큼, 쇠공은 처음보다 낮은 높이까지 밖에는 튀어오를 수가 없는 것입니다.

D 한 걸음 더

1. 쇠공이 튀는 높이와 소리의 변화를 좀더 자세히 관찰해 봅시다.

쇠공의 움직임을 컴퓨터로 모의실험해 본 결과입니다. 규칙을 발견해 볼까요?



떨어진 공이 처음 다시 튀어 오를 때, 원래 높이의 90% 높이까지 튀어 올랐다면, 다음에는 81%, 그 다음에는 72.9%, 65.6%, 59.0%, 53.1%... 로 낮아집니다. 즉, 0.9를 계속해서 곱한 결과입니다. 튀면 될수록 높이가 줄어드는 폭도 작아집니다. 반면에 튀어 오르는 높이가 짧아진 만큼 튀어 오르기를 반복하는데 걸리는 시간(주기)은 점점 짧아집니다. 높이가 점점 더 줄어드는 것은 눈으로, 바닥에 부딪치는 주기의 변화는 귀로 알아차릴 수 있습니다.

2. 바닥에 거의 붙어 멈춰 있는 것 같이 보여도 소리가 나는 것은 무슨 의미일까요?

눈으로 볼 때에는 느낄 수 없을 정도로 조금만 움직인다 해도 붙어있는 것이 아니라 계속해서 튀어 오르고 있다는 사실을 알 수 있어요. 때로는 눈보다 귀가 더 차이를 잘 구별해 냅니다.

실력겨루기

눈보다 귀로 더 잘 구별해 내는 경우의 예로는 어떤 것이 있을까요?

- ① 굴러가는 구슬의 크기
- ② 바닥에 떨어진 동전이 굴러간 위치
- ③ 농구공을 던져 올렸을 때의 높이
- ④ 자동차 엔진이 돌아가는 속도



튼튼한 다리



A 이 놀이는?

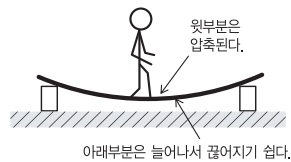
출렁거리는 다리를 어떻게 고정시킬 수 있을까요? 판자로 된 다리를 건널 때 출렁거리는 것을 어떻게 막을 수 있는지 알아보시다. 다리의 모양을 조금만 바꾸면 전혀 다른 느낌을 체험할 수 있습니다.

B 이렇게 놀아요!

1. (만일 다리의 옆면이 세워져 있다면) 다리의 옆면을 펼쳐서 평평하게 놓습니다.
2. 다리가 얼마나 출렁거리는지 다리 위에서 살짝 위아래로 뛰어 봅니다.
다리의 한가운데는 얼마나 내려갑니까?
3. 다리에서 내려선 다음에 다리의 옆면을 세우고 하얀 버팀 장치로 고정시킵니다.
4. 다시 다리 위에서 살짝 뛰어 봅니다. 어떤 차이가 느껴지나요? 다리의 한가운데가 얼마나 내려가는지 살펴보세요.

C 생각해 볼까요?

가장 간단한 다리는 판자를 받침대나 독 위에 걸쳐놓는 것입니다. 이와 같은 다리는 무게 때문에 그림과 같이 가운데가 아래로 처집니다. 이때 다리의 윗부분은 압축되지만 아래 부분은 늘어나서 끊어지기 쉽습니다. 이것을 막기 위해서는 받침대를 더 많이 놓거나 수직인 방향으로 옆면에 버



팀대를 붙입니다. 수직 방향으로 재료가 두꺼워진 효과로 저항력이 커지기 때문에 다리의 가운데가 내려가지 않게 됩니다. 예를 들어, 평평한 종이는 가운데가 늘어지기 쉽지만 종이 양 옆을 접어 올리면 가운데가 처지지 않습니다.□

D 한 걸음 더

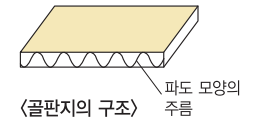
1. 다리의 옆면을 세우면 왜 다리가 출렁거리지 않을까요?

다리의 옆면을 세우면 다리의 두께를 두껍게 한 것과 같아서 다리가 쉽게 처지지 않습니다. 따라서 다리가 출렁거리지 않게 됩니다. 오른쪽과 같이 난간이나 버팀대, 삼각 구조물(트러스)도 다리의 두께를 두껍게 하는 효과를 가집니다.

독서 카드를 두 책 사이에 올려놓고 10원짜리 동전을 몇 개나 올릴 수 있는지 실험합니다. 카드를 여러 장 올려놓거나 옆면을 접어 올리면 어떻게 되지도 조사합니다. 다리를 튼튼하게 하기 위해 또 어떤 모양으로 할 수 있는지 생각해보고 실험해 봅니다.

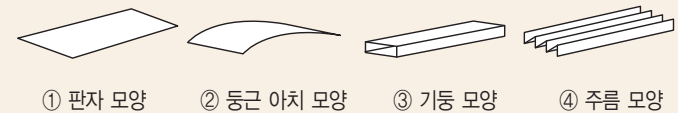
2. 포장용 상자의 골판지는 어떤 모양으로 이와 같은 원리를 이용하고 있을까요?

골판지는 보통 그림과 같이 두 장의 판지 사이에□ 주름을 접은 종이를 끼워 놓아 만듭니다. 그렇게 하면 판지에 수직인 방향으로 재료가 보강되기 때문에 수직 방향의 힘에 대한 저항력이 커집니다.



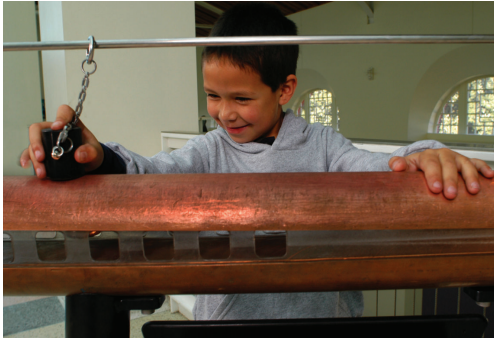
실력 겨루기

똑같은 4장의 독서 카드를 그림과 같은 모양으로 만들어 다리로 사용하려고 합니다. 어떤 다리가 가장 무거운 무게를 버틸 수 있을까요?





떠다니는 자석



A 이 놀이는?

자석(자기)이 전기를 만들까요? 전기가 자석(자기)을 만들까요? 두 개의 넓은 구리판의 사이에 있는 강한 자석을 위쪽에 있는 다른 자석으로 끌어 올려봅시다.

B 이렇게 놀아요!

1. 긴 구리기둥을 반으로 절단한 듯한 구리판 틈에 강한 자석이 있습니다. 위쪽에 매달려 있는 자석을 집어 두 개의 넓은 구리판 사이에 놓인 자석 위쪽으로 가져옵니다.
2. 위쪽 자석이 가까워지면 구리판 사이의 자석이 위쪽으로 떠오르게 됩니다.
3. 신기할 정도로 느리게 떠오르는 자석, 위쪽 자석의 거리를 잘 조절하여 위쪽에 달라붙지도 않고 아래쪽에 달라붙지도 않도록 잘 조정하여 자석이 떠 있도록 해 봅시다.

C 생각해 볼까요?

두 개의 자석이 끌어당기는 힘에 의해 뾰족하게 서로 달라붙는 것을 본 적이 있을 것입니다. 그러나 여기에서는 ‘천천히’ 끌어 올릴 수 있습니다. 자석이 이렇게 느리게 끌어 올려지는 것은 구리판 안에 생긴 맴돌이 전류 때문입니다. 맴돌이 전류는 움직이는 자석의 자기장(자석의 힘이 미치는 공간)에 의해 생긴

빙빙 도는 전류입니다. 이 전류는 스스로 자신의 자기장을 만들고, 이 자기장은 다가오는 자석을 밀어내게 됩니다. 그래서 여러분이 구리를 따라 자석을 미끄러지게 할 때 누군가 방해하는 것 같은 느낌이 드는 것입니다.

D 한 걸음 더!

1. 어떻게 해야 아래에 있는 자석이 공중에 떠 있도록 할 수 있을까요?

자석이 작용하는 자기장의 세기는 자석에 가까울수록 커지게 됩니다. 자석이 공중에 떠 있으려면 중력(지구가 끌어당기는 힘)의 크기와 똑 같은 세기의 자기력(자석이 자기장의 세기에 따라 미치게 되는 힘)이 필요합니다. 바닥에 있던 자석을 끌어올리기 위해서는 중력보다 더 큰 자기력이 필요합니다. 하지만 일단 바닥에 있던 자석이 끌어올려지기 시작하면, 구리판 위에 있는 자석에 점점 가까워지면서 자기력도 점점 커지게 됩니다. 따라서 일단 자석이 끌어올려지기 시작하면, 구리판 위의 자석을 조금 멀리해서 자기력과 중력이 비슷해지도록 조절해야 합니다. 조금이라도 머뭇거리면 자석을 공중에 떠 있게 할 수 없습니다.

2. 왜 구리판이 있어야 공중에 잘 떠 있을 수 있을까요?

위쪽 자석을 가까이하여 바닥에 있던 자석이 떠오르기 시작하는 순간 위쪽 자석을 다시 멀리해줘야 합니다. 그런데 구리판이 있으면 자석이 움직일 때 구리에 맴돌이 전류가 흐르게 됩니다. 이 맴돌이 전류는 밑에 있던 자석이 위로 끌어올려지는 것을 방해해서 자석이 천천히 올라가게 합니다. 자석이 천천히 올라가기 때문에, 두 자석 사이의 거리를 적당히 조절하기가 더 쉽게 되는 것입니다.

실력 겨루기

왜 구리판이 있어야 자석을 쉽게 공중에 뜨게 할 수 있을까요?

- ① 구리판이 자기력을 세게 해 주기 때문에
- ② 구리판이 자기력을 약하게 해주기 때문에
- ③ 구리판이 자석의 움직임을 방해하기 때문에
- ④ 구리판이 자석의 움직임을 도와주기 때문에



소리 담는 그릇



A 이 놀이는?

멀리 있는 친구와 작은 소리로 대화를 나눌 수 있을까요? 의자에 앉아서 위치를 잘 조정하면 멀리 있는 친구의 목소리가 또렷하게 들립니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 10여 미터 떨어진 곳에 똑같이 생긴 대형 조형물이 놓여 있는 것을 확인한 뒤, 조형물의 의자에 앉습니다.
2. 친구는 반대쪽 조형물의 의자에 앉게 합니다.
3. 서로의 얼굴을 마주 본 채로 이야기를 합니다.
4. 친구의 목소리가 잘 들리지 않으면 앉은 자리를 앞뒤로 조금씩 움직여 봅니다.

C 생각해 볼까요?

친구에게 말을 하면 소리 파동이 만들어집니다. 이 파동은 공기를 통해 전달되어 반대쪽 조형물의 오목한 면에 부딪치게 됩니다. 오목한 면에서 반사된 소리 파동은 앞에 앉아 있는 친구의 머리 쪽에서 모입니다. 따라서 친구는 여러분의 목소리를 똑똑히 알아들을 수 있습니다. 친구의 목소리 또한 같은 원리로 여러분에게 전달됩니다. 평평한 면은 소리를 한 곳으로 모으지 못하지만 오목한 면은 소리를 모아줍니다. 이처럼 오목한 면을 '포물면 (paraboloid)'이라고 합니다.

D 한 걸음 더

우리 주변에서 포물면을 사용한 예는 쉽게 찾아볼 수 있습니다. 스포츠를 중계할 때는 운동장의 소리를 마이크로 모으기 위해 오목한 형태의 접시를 사용합니다. 동근 천장은 공간 내 다양한 소리를 특정 방향으로 반사시켜서 독특한 음향 효과를 만들어 냅니다.

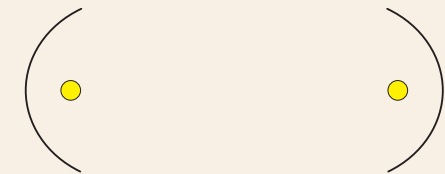
'파라볼라 거울'이라 불리는 접시모양의 반사경은 빛을 반사시켜서 한 곳으로 모아 줍니다. 파라볼라 안테나는 전파의 수신뿐 아니라 송신에도 쓰이는 장치인데, 포물면 거울의 형태를 띠고 있습니다. 따라서 파라볼라 안테나는 전파를 일정한 방향으로 집중시켜 송수신할 수 있으며, 마이크로파 증계나 위성방송의 수신 등에 사용됩니다.



※ 위성수신안테나 (출처: 동아일보)

실력 겨루기

한 쪽에 있는 친구가 말한 소리는 포물면을 통해 어떻게 퍼져 나갈까요? 찾아봅시다.





진자 뱀



A 이 놀이는?

나타났다 사라지고, 다시 나타나는 구슬들의 재미있는 형태를 보여 줍니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 빨간 손잡이를 높이 들어 올렸다가 빠르게 내려서 구슬들을 흔들어 줍니다.
2. 잠시 동안 흔들리는 구슬을 관찰해 보세요.
구슬들이 움직이면서 어떠한 형태를 만들어 내나요?

C 생각해 볼까요?

흔들리는 구슬 하나하나의 구슬을 매단 줄의 길이에 따라, 약간씩 다른 비율로 움직입니다. 줄이 가장 긴 진자는 30초에 정확하게 15번 앞뒤로 흔들립니다. 그 옆에 있는 진자는 30초에 16번, 그 다음 진자는 30초에 17번, 그런 식으로 변하다가 가장 짧은 줄의 진자는 30초에 24번 흔들립니다. 모든 진자가 30초당 해당 횟수만큼 정확하게 흔들리기 때문에 30초마다 모두 함께 원래 자리로 되돌아옵니다. 15초가 지나면 짝수 번호의 진자들은 해당 숫자만큼의 흔들림을 끝내고 출발했던 위치로 돌아오고, 홀수 번호의 진자들은 흔들리는 도중이므로 출발했던 지점의 반대편에 위치합니다. 이렇게 해서 서로 반대편에 선 두 개의 진자 무리가 각각 춤을 추는 듯한 그림이 만들어집니다.



신기한 회전판



A 이 놀이는?

피겨 스케이팅 선수가 팔과 다리를 펼치고 서서히 회전하다가, 팔다리를 모으면서 빠르게 회전하는 걸 본적이 있지요? 똑같은 일이 여기서도 일어난답니다. 다리를 밖으로 뻗으면 회전하기가 힘들어져요. (물리학자들은 이를 '회전관성이 커졌다'라고 합니다.) 이 때, 같은 에너지로 더 힘든 일을 해야 하기 때문에 속도는 줄어듭니다. 하지만 다리를 안쪽으로 모으면 회전하기가 쉬워져 속도는 다시 증가하게 됩니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 손잡이를 잡고, 한쪽 발로 바닥을 밀면서 몸을 회전시킵니다.
2. 한 쪽 다리를 바깥쪽으로 내밀 때, 속도가 어떻게 달라지는지 느껴보세요.
3. 다시 다리를 안쪽으로 모으면 어떤 변화가 있나요?

C 생각해 볼까요?

물체의 회전속도를 바꾸기 어려운 정도를 나타내는 회전 관성은 질량이 회전축으로부터 얼마나 많이 떨어져있는가에 따라 달라집니다. 놀이터의 회전원판에서도 이와 같은 원리를 느껴보세요.



파도 만들기/알쏭달쏭 끈



A 이 놀이는?

이 전시물에 작용하는 두 가지 힘은 중력과 자기력입니다. 중력은 진자가 앞뒤로 흔들릴 때 자연스럽게 움직이도록 하며, 진자 끝에 달린 둥근 자석은 진자들이 서로 서로 끌어 당기게 합니다.

A 이 놀이는?

단순해 보이는 끈이 얼마나 다양한 움직임의 선보이는지 관찰합니다. 전동기의 위치변화에 따라 흥미진진한 모양의 줄이 만들어 집니다. 때로는 같은 형태와 예측가능한 흐름을 만들지만 미세한 방향전환과 다른 물체가 줄에 닿으면 줄의 춤추는 모습이 아주 다양하게 변합니다.



신기한 중력 우물/ 회전하는 모래판



A 이 놀이는?

중력 우물은 가운데로 갈수록 점점 가파른 경사면을 가진 전시물입니다. 태양에 가까울수록 점점 커지는 중력의 세기를 표현하기 위한 것입니다. 태양에 가까운 행성은 아주 빠른 속력으로 원운동을 할 수 있음을 느껴보세요.

A 이 놀이는?

회전하는 모래판에 선을 바르게 그으면 멋진 나선이 나타납니다. 이런 나선의 모형은 거미줄이나 소라껍질에서 볼 수 있습니다. 회전하는 모래판에 직선이 나타나도록 하는 것이 더 어렵습니다. 도전해 보세요.





다정한 두 사람



A 이 놀이는?

정지한 물체와 움직이는 물체 사이에서 우리 눈을 더 사로잡는 것들은 어떤 것 일까요? 꽃병을 돌리면 어느순간 이야기를 나누는 다정한 두 사람이 나타나 는 전시물입니다. 정지해 있는 물체를 볼 때는 사물을 더 정확히 알아차리지만 돌고 있을 때에는 움직이는 물체에 더 시각이 끌리는 현상을 체험하게 됩니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 전시물을 쳐다봅시다. 꽃병이 보이나요?
다시 한번 보면서 마주 보는 두 사람의 모습을 찾아봅시다.
2. 이번에는 꽃병을 돌립니다. 마주 보는 두 사람이 이야기를 나누고 있는 것을 볼 수 있나요? (눈을 가늘게 뜨고 보면 도움이 될 것입니다)

C 생각해 볼까요?

여러분이 이 전시물을 처음 볼 때는 아마 꽃병을 보지, 얼굴 모양을 보지 않았을 것입니다. 편평한 표면이나 모양보다 3차원 물체가 사람의 주의를 더 끕니다. 꽃병을 돌린 후에는 이야기를 나누는 얼굴에 집중을 하게 될 것입니다. 이것은 여러분의 눈-뇌 체계가 움직이는 물체를 더 잘 알아차리도록 발달해왔기 때문입니다.

D 한 걸음 더!

1. 꽃병이 정지해있을 때와 꽃병이 회전할 때에 따라서 마주 보는 두 사람의 모습이 다르게 느껴지는 이유는 무엇일까요?
꽃병이 정지해있을 때는 어디에 집중을 하느냐에 따라서 마주 보는 사람이 보일 수 있습니다. 즉, 꽃병보다 배경에 집중을 하면 마주 보는 사람 옆얼굴이 보일 수 있습니다. 그러나 꽃병이 회전하면 우리 눈은 움직이는 물체에 집중을 하게 되며, 따라서 꽃병보다는 움직임이 느껴지는 꽃병의 윤곽에 집중하게 됩니다. 따라서 보다 분명히 마주 보는 두 사람의 모습을 인식하게 됩니다.

2. 똑같은 그림이라도 보는 사람마다 다른 점을 강조하여 보면 전혀 다른 그림으로 보일 수 있습니다. 그러한 예를 찾아볼까요?

이러한 사실을 이용하여 어떤 예술가들은 하나의 모습에 두 개 이상의 이미지가 들어있는 게임같은 작품을 만들기도 했습니다. 다음 그림에서 서로 다른 두 가지 이미지를 찾아 보세요.



실력 겨루기

1. 사람의 감각기관은 변하지 않는 상황보다 변하는 상황에 더욱 잘 반응하는 경향이 있습니다. 이러한 것을 참고해서, 맥놀이 현상이 있는 종소리가 왜 은은하게 오래 들리는지 생각해 보세요.
(참고: 맥놀이란, 약간 다른 음높이의 두 소리가 동시에 날 때 소리가 합쳐져서 소리의 세기가 커졌다 작아졌다 반복하여 들리는 현상입니다).
2. 이 전시물과 가장 관계있는 다른 전시물을 찾아보고, 이들 전시물의 공통적인 성질에 대해서 설명해 보세요.



링의 악몽



A 이 놀이는?

이 전시물에 부착된 안경은 앞에 있는 물체를 오른쪽으로 이동시켜서 보여 주는 프리즘으로 만들어져 있습니다. 그래서 처음 안경을 쓰고 공을 던지면 원하는 곳으로 공을 보낼 수가 없습니다.

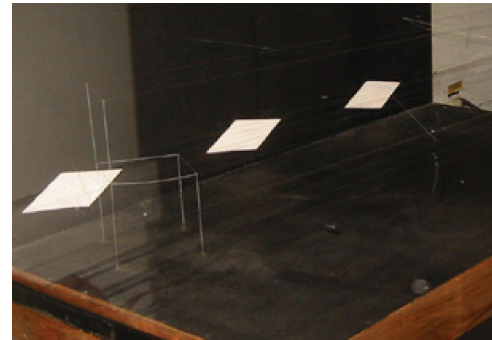
하지만 공을 여러 번 던지다 보면 뇌가 프리즘에 익숙해져서 왼쪽으로 치우치도록 조준합니다. 다시 안경을 벗고 공을 던지면, 뇌가 프리즘의 작용을 기억하여 한동안 계속 왼쪽으로 던지게 됩니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 안경을 끼고 링을 향해 공을 던집니다. 공이 링 속으로 잘 들어가나요?
2. 공을 반복하여 던지면서 안경에 적응할 수 있도록 훈련해 봅시다.
3. 이번엔 안경을 벗고 공을 던집니다. 공이 링 속으로 잘 들어가나요?
4. 우리의 뇌가 얼마나 환경에 잘 적응하는지 경험해 보세요.



무늬만 의자/움직이는 진자 공

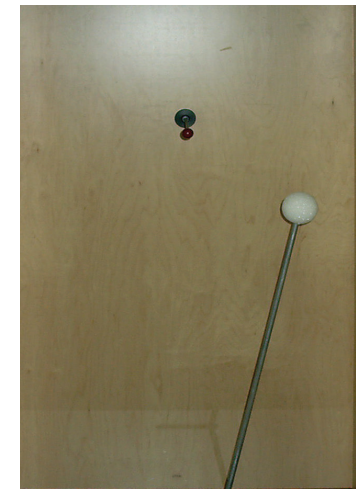


A 이 놀이는?

이 전시물에는 배경, 색상, 시각적 요소들이 충분히 들어 있지 않지만, 우리의 뇌가 의자에 대한 경험을 바탕으로 이미지를 인식하기 때문에 3차원 의자를 볼 수 있습니다.

A 이 놀이는?

한쪽 눈 위에 있는 짙은 색 투시경은 그 쪽 눈으로 하여금 움직이는 공을 좀 더 느리게 인식합니다. 그래서 두 눈은 각각 공의 다른 이미지를 보게 되고, 우리의 뇌는 이 정보를 이용하여 공이 돌고 있다고 판단합니다.





3차원 그림자



A 이 놀이는?

두개의 프로젝터 조명을 이용하여 스크린에 빨강과 초록의 그림자를 만들고 한쪽 렌즈엔 초록 필터를, 다른 한쪽 렌즈에는 빨간 필터를 댄 안경을 쓰고 그림자를 보면 3차원의 그림자를 볼 수 있게 해주는 전시물로, 3차원 영화에 사용된 원리를 체험하게 해 줍니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 한쪽은 적색 렌즈로, 다른 한쪽은 녹색 렌즈로 만들어진 안경을 통하여 그림자를 관찰합니다.
2. 이제 안경 없이 그림자를 관찰합니다. 물체는 다소 분리된 적색 그림자와 녹색 그림자 둘 다 비치고 있는 것을 관찰합니다.
3. 스크린의 다른 쪽 위 프로젝터 조명으로부터 비치는 적색과 녹색 빛이 만들어 내는 그림자를 살펴 봅니다.
4. 친구를 스크린 앞에 세우고 빛을 향해 움직이게 하여 친구가 움직이는 방향과 그림자가 움직이는 방향을 살펴 봅니다.

C 생각해 볼까요?

물체에 적색, 녹색 필터를 가진 두 대의 프로젝터가 빛을 비춥니다. 스크린에는 물체에 의해 적색 빛이 가려진 곳에서는 녹색 그림자가 생기고, 녹색 빛이 가려진 곳에서는 적색 그림자가 생깁니다. 왼쪽 눈에 적색 필터를, 오른쪽 눈에 녹색 필터를 대고 그림자를 보면, 각각의 눈은 물체의 놓인 그림자를 다르게 봅니다.

사람의 뇌는 이 두 그림자를 3차원 공간에 이미지로 녹아 하나로 보게 되어, 스크린과 프로젝터 사이의 모든 물체들은 마치 스크린과 프로젝터 사이 공간에 떠 있는 그림자처럼 보이게 됩니다. 또, 관찰자가 프로젝터에 접근하면, 다른 이미지들이 보다 넓게 분리되기 때문에 그림자는 커지고, 가까워 보입니다. 만일 관찰자가 이 공간을 왔다갔다 움직이면 거대한 그림자가 만들어 져, 우리는 스크린의 앞에서 떠다니는 한 개의 3차원 그림자를 보게 되는 것입니다.

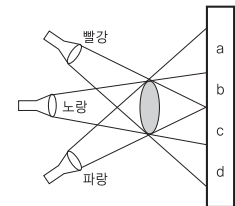
D 한 걸음 더

1. 빛의 직진과 그림자

빛이 다른 것을 만나지 않고 물속으로만 진행하거나 공기 중에서 나아가면 빛은 경로를 변하지 않고 진행합니다. 빛의 이러한 성질을 직진이라 합니다. 또, 빛이 나아가는 중간에 불투명한 물체를 놓아두면 빛의 일부가 더 이상 진행하지 못하여 그림자가 만들어 집니다. 그런데, 그림자에는 보통 안 쪽에는 진하고 가장자리에는 희미한 그림자가 생기는데 완전히 깜깜한 그림자를 본 그림자, 가장자리의 희미한 그림자를 반그림자라 합니다.

2. 색깔 그림자 : 물체의 그림자가 만들어 질 때, 색깔이 다른 단색광을 사용하여 그림자가 겹쳤을 경우에는 어떻게 될까요?

오른 쪽 그림에서, a에는 노랑+빨강 빛이 도달하므로 주황색 그림자가 생기며, b에는 빨강색만 도달하므로 빨강색 그림자가 생깁니다. c에는 파랑색 빛만 닿으므로 파랑색 그림자가 생기며, d에는 파랑+노랑 빛이 도달하므로 연두색 그림자가 됩니다.



실력 겨루기

1. 빨강색 그림자를 만들려면 어떻게 하면 될까요?
초록색 그림자는 어떻게 만들 수 있을까요?
2. 다음 중 그림자가 만들어지는 것은 빛의 어떤 성질 때문인가요?
① 직진 ② 반사 ③ 굴절 ④ 산란



불가능한 삼각형



A 이 놀이는?

이 나무 조각은 정해진 자리에서 보면 평평한 세모로 보이지만 다른 곳에서 보면 입체로 된 전혀 다른 모양으로 보이는 놀이예요. 볼록 튀어나오거나 들어간 물체가 평평한 물체로 보일 때, 우리 눈을 믿을 수 없는 체험을 할 수 있습니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 왼쪽에 있는 동그란 판에 뚫린 구멍이 보이나요? 구멍 속으로 조금 떨어진 곳의 나무 조각이 어떤 모양을 하고 있는지를 살펴보세요. 어떤 모양으로 보이나요?
2. 이번엔 다른 곳에서 구멍을 통하지 않고 살펴봅니다.
3. 나무 조각의 한 곳에서 걸면을 따라 시작했던 곳까지 이어가 보면 어때요? 뭔가 이상하지 않나요?



조금 더 알아볼까요?

동그란 판의 구멍을 통해 보면 세모모양으로 보이지만 다른 쪽에서 다시 잘 살펴보세요. 정말로 세모모양이 맞나요? 아니라면, 어떤 모양으로 보이나요? 이번엔 이 나무 조각의 뾰족한 부분을 덮어볼까요? 무엇을 이용해서 덮고 싶나요? 자, 이젠 다시 한 번 보세요. 진짜 모습을 볼 수 있겠죠!



올록볼록 가면/하나같은 둘



A 이 놀이는?

어느 쪽 가면이 따라올까요? 똑같이 움직이더라도 먼 곳에 있는 물체는 적게 움직여 보이고 가까운 곳에 있는 물체는 많이 움직여 보입니다. 따라서 우리가 좌우로 움직이면서 가면을 볼 때, 가장 적게 움직이는 것처럼 보이는 부분은 가장 멀리 있는 오목한 가면의 '코'입니다.

A 이 놀이는?

이 전시물을 통해 우리의 뇌가 전혀 다른 그림을 조합할 때 어떤 일이 일어나는지 확인합니다. 일반적으로 우리의 두 눈은 각각 조금씩 다른 세상을 봅니다. 우리의 뇌는 이들 두 이미지를 합쳐 하나의 3차원 이미지를 만듭니다.





혼돈의 방



A 이 놀이는?

혼돈의 방은 친구들의 키가 원래의 키와 달라 보이는 방입니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 혼돈 방에 있는 친구들의 모습을 살펴봅시다.
2. 직접 방에 들어가도 자기의 키가 달라 보이나요?
3. 바닥과 벽의 모양을 직접 걸어 다니며 확인해 봅시다. 보통의 방과 어떻게 다른가요?



순간포착 그림자/거대한 두개의 눈

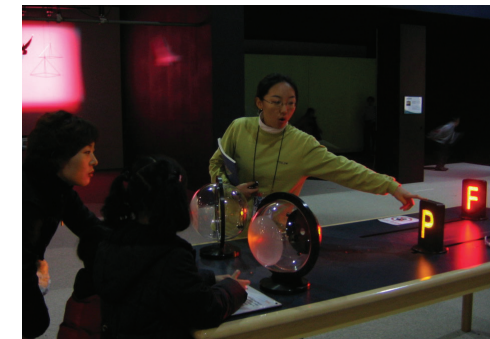


A 이 놀이는?

여러분의 순간적인 그림자를 기록하세요!
우리의 그림자가 감광 스크린 위에 멈춰져 있습니다. 이것은 큰 인광 스크린이 순간 번쩍이는 빛을 저장하여 잠시 동안 그림자를 잡아 둡니다.

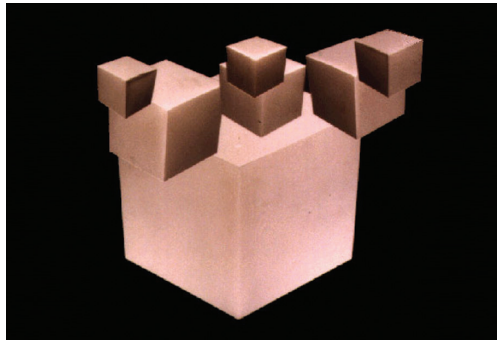
A 이 놀이는?

눈의 수정체와 망막의 모델을 통해 상들이 망막에 거꾸로 맺히는 것과 양쪽 눈에 맺히는 상들 사이의 거리 차이를 통해 눈과 뇌가 공간을 지각하는 방식을 해부학적으로 보여주는 전시물입니다. 거리와 크기에 대한 중요한 단서를 사용하여 두 개의 상을 조합하여 3차원을 지각합니다.





빛의 속임수



A 이 놀이는?

한쪽 눈으로 보는 세상은 얼마나 정확할까요? 모서리가 오목한 물체를 조명을 사용하여 볼록한 것처럼 보이게 만든 전시물입니다. 한 눈을 가리고 전시물을 보면 두 눈으로 볼 때와는 상당히 다른 것을 느낄 수 있습니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 한쪽 눈을 가리고 전시물을 봅니다. 상자는 오목한가요, 볼록한가요?
2. 좌우로 걸어 다니면서 가운데 있는 작은 상자를 봅니다. 여러분이 걸어갈 때 상자가 어떻게 보이나요? 어느 방향으로 돌아가는 것처럼 보이나요?
3. 두 눈으로 확인해봅시다. 한쪽 눈으로 볼 때와 어떤 점이 다른가요?

C 생각해 볼까요?

3차원 입체를 2차원 평면에 나타낼 때 보는 방법에 따라서 오목해보이기도 하고 볼록 튀어나와 보이기도 합니다. 이런 효과는 한쪽 눈을 감고 있을 때 아주 크게 나타납니다. 그것은 두 눈으로 관찰할 때에 비해서 한 눈으로만 보면 물체의 가깝고 멀음을 잘 판단할 수 없기 때문입니다. 이와 같이 한 눈으로만 입체를 보면, 마치 평면상의 입체도를 보는 것 같이 어느 부분이 튀어나온 부분인지 헷갈리기 쉽습니다.

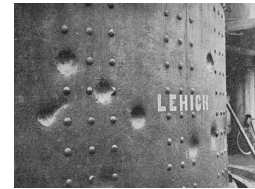
여러분이 차를 타고 갈 때 가까이 있는 물체는 '윙' 하고 지나가는 것 같고, 멀리 있는 경치는 여러분을 따라오는 것 같습니다. 같은 방식으로 이 전시물의 상자 주위를 돌고 있으면 상자 가장 안쪽에 있는 모서리는 여러분에게서 가장 멀리 있고, 따라서 상자의 다른 부분보다 덜 움직이는 것처럼 보입니다. 여러분의 뇌는 이것을 상자가 돈다고 생각합니다.

D 한 걸음 더

1. 3차원 입체를 사진으로 나타내면 2차원 평면이 됩니다.

2차원 평면에 나타난 사진을 보고 3차원 입체라고 느끼는 이유는 무엇일까요?

아무리 정확한 사진이라 할지라도 실물을 보는 것에 비해서 입체감을 뚜렷이 느낄 수는 없습니다. 그것은 2차원 상에 표현되었기 때문입니다. 그런데도 입체라고 느끼는 것은 조명과 그림자, 주변 배경, 가까이 있는 물체는 크게 보이고 먼 물체는 작게 보이는 현상 등등이 원인이 됩니다. 옆의 그림을 보면 원통의 일부부분임을 알 수 있습니다. 또, 움푹 들어간 자국과 볼록 튀어나온 작은 점들을 볼 수 있습니다. 그것은 명암의 대조와 원근법 때문에 그렇습니다. 만약 명암을 바꾼다면 볼록한 부분과 오목한 부분이 서로 반대로 보일 수 있습니다. 궁금하다면, 그림을 뒤집어서 보세요.



2. 한 쪽 눈을 가리고 운전하면 위험한 이유에 대해서 생각해 봅시다.

우리의 두 눈은 물체의 모양뿐만 아니라 멀고 가까움을 알게 해줍니다. 하지만 한 쪽 눈만을 가지고는 멀고 가까움을 잘 느끼지 못합니다. 한쪽 눈을 가리고 몇 분 동안 있으면 멀고 가까움을 느끼지 못하는 불편함을 알 수 있습니다. 한쪽 눈을 가리고 운전하면 물체의 멀고 가까움을 신속하게 판단하지 못하기 때문에 주변 물체들의 속도를 잘 느끼지 못하게 됩니다.



실력 겨루기

캠코더나 카메라폰의 액정화면을 통해 사물을 바라볼 때도 두 눈으로 바라보는 것과 같이 물체의 멀고 가까움을 잘 알아차릴 수 있을까요?



기억의 그림자



A 이 놀이는?

방금 전 여러분은 어떤 행동을 했나요? 이 전시물은 여러분이 했던 행동들을 기억했다가 새로운 색깔의 그림자로 표현해 줍니다. 여러분의 행동이 얼마나 멋진 예술 작품을 만들어낼 수 있는지 확인해 보세요.

B 이렇게 놀아요!

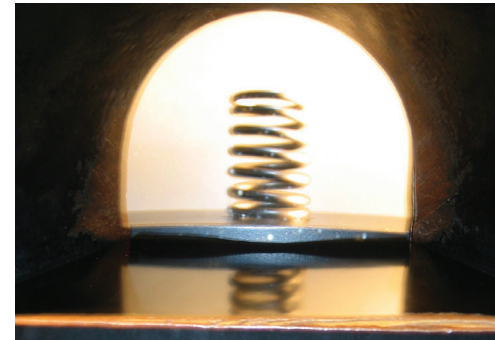
1. 스크린 앞에서 움직이면서 어떤 일이 일어나는지 지켜 봅니다.

C 생각해 볼까요?

전시 공간에 있는 회색의 벽은 모든 빛을 원래 방향으로 반사시키는 작은 유리 조각들로 만들어져 있습니다. 다른 한 쪽에는 TV 카메라와 조명장치가 있는데, 밝은 조명은 벽을 비춥니다. 여러분이 움직이면서 빛을 가렸던 부분을 제외하고는 스크린에 도달한 모든 빛이 다시 카메라로 반사됩니다. 그 순간 카메라는 여러분이 만든 그림자의 형태를 기록하고, 컴퓨터 작업을 통해 저장된 정보를 약간 변형하여 다양한 색깔의 그림자를 다시 스크린에 비춥니다.



유령 용수철/점을 삼키는 지우개



A 이 놀이는?

스프링을 만져보세요. 오목거울이 만드는 또 다른 마술을 보여주는 전시물입니다. 빛을 쬐이면 빛을 통과시키는 괴상한 용수철을 만나볼 수 있습니다.

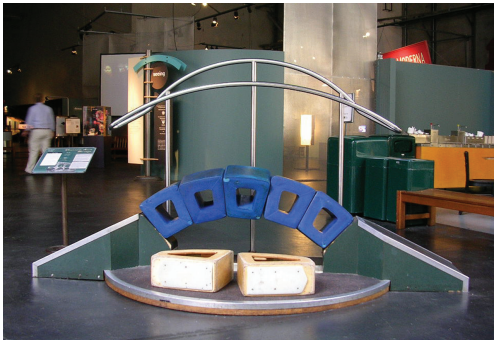
A 이 놀이는?

이 전시물은 우리가 무엇에 집중하고 있는지에 따라 우리가 보는 것이 영향을 받는다는 사실을 보여줍니다. 움직이는 배경에 시선을 뺏기는 순간, 움직이지 않는 물체에 대한 우리의 시각 체계는 일시적으로 반응하지 않는 것처럼 보인답니다.





달걀 모양의 다리



A 이 놀이는?

둥근 다리는 어떻게 세계 누를수록 더 튼튼해질까요? 뾰족 모양의 블록을 서로 이어서 만든 둥근 모양의 다리가 얼마나 튼튼한지 체험할 수 있는 전시물입니다. 뾰족 모양의 물체가 얼마나 큰 힘을 전달할 수 있는지 알 수 있습니다.

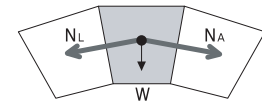
B 이렇게 놀아요!

1. 이미 만들어진 다리는 분해합니다.
2. 두 개의 나무 받침대를 오른쪽 그림과 같이 각각 비탈면에 기대어 세웁니다.
3. 뾰족 모양의 블록을 나무 받침대 위에 놓아 둥근 다리를 만듭니다.
양끝에서부터 차례로 놓고 마지막에 블록을 가운데 끼워 넣습니다.
4. 두 나무 받침대를 함께 밀어내어 다리 아래에서 조심스럽게 끌어냅니다.
(위에 있는 블록이 흐트러지지 않도록 조심하세요!)
5. 블록을 잘 정렬한 다음에 다리 위에서 걸어봅시다.
이 다리는 몇 사람이나 지탱할 수 있을까요? 세 사람이 앉아도 괜찮을까요?

C 생각해 볼까요?

평평한 다리는 다리의 한 가운데가 처져서 약해집니다. 아치 모양의 둥근 다리는 블록의 무게가 그림과 같이 양 옆에 있는 블록으로 전달되기 때문에 처지지 않습니다. 다리 전체의 무게는 블록에서 블록으로 전달되어 비탈면에 작용하게 됩니다. 특히, 여러분이 다리 위에 서있으면 여러분의 몸무게도 양 옆의 블록으로 전달되기 때문에 다리는 더욱

튼튼해집니다. 옆으로 미는 힘이 커지면서 블록 사이에 작용하는 마찰력이 커지기 때문에 블록이 서로 미끄러지지 않고 그대로 제자리를 유지합니다.

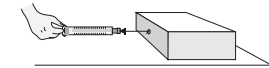


블록의 무게가 양 옆의 블록을 밀어주는 힘 N_L 과 N_A 으로 분해된다

D 한 걸음 더

1. 둥근 다리 위에 사람이 앉아있으면 뾰족 모양의 블록을 뺄 수 없는 이유는 무엇일까?

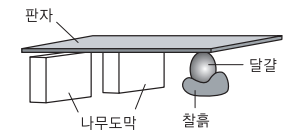
그림과 같이 책상 위에 나무도막을 올려놓고 나무도막이 끌려오는데 얼마의 힘이 드는지 용수철저울로 측정합니다. 이번엔 나무도막 위에 책을 여러 권 올려놓고 실험해 봅니다. 이것으로 무엇을 알 수 있을까요?



나무도막과 책상 면 사이에는 마찰력이 작용합니다. 마찰력은 나무도막이 잘 움직이지 않도록 합니다. 이러한 마찰력은 접촉면을 수직하게 누르는 힘이 커질수록 커집니다. 따라서 미끄러지는 물체를 위에서 누르면 잘 움직이지 않게 됩니다. 마찬가지로 뾰족 모양의 블록에 사람이 앉아있으면 사람의 무게 때문에 접촉된 뾰족기 면을 수직하게 누르는 힘이 커지고, 따라서 블록 사이에 작용하는 마찰력이 커져서 블록이 잘 빠지지 않게 됩니다.

2. 손바닥 위에 있는 달걀을 세계 움켜쥐어도 달걀이 깨어지지 않는 이유는 무엇일까요?

달걀이 쉽게 깨진다고 생각하기 쉽지만, 달걀은 의외로 튼튼합니다. 그것은 달걀의 모양이 둥근 아치 모양으로 되어 있기 때문입니다. 따라서 달걀 표면에 수직하게 작용하는 힘에 대한 저항력이 매우 큼니다. 그림과 같이 철판 위에 달걀을 세워놓고 나무도막을 이용하여 달걀 위에 판자를 올려놓습니다. 판자 위에 책을 몇 권이나 올려놓을 수 있는지 직접 실험해 보세요.



실력 겨루기

1. 뾰족 모양의 블록으로 만든 전시물과 같은 둥근 다리의 약점은 무엇일까요?
2. 칼날이나 도끼의 날은 모두 뾰족 모양으로 생겼습니다. 물체를 자르거나 쪼개는 도구의 날을 그렇게 만든 이유는 무엇일까요?





답은 꿀 가족



A 이 놀이는?

우리 가족은 서로 얼마나 닮았을까요? 두 사람이 마주앉아 서로의 얼굴 모습 조각을 모아서 얼마나 닮았는지 알아 봅시다. 특히 가족이 서로 얼마나 많이 닮았는지 검사해 보면 재미있겠죠?

B 이렇게 놀아요!

1. 전시물의 양쪽에 두 사람이 마주 앉습니다.
2. 자신의 얼굴이 앞 사람의 얼굴과 일치하도록 위나 아래로 움직입니다.
3. 앞에 보이는 '새로운 얼굴'을 잘 살펴보십시오. 이 '새로운 나'는 얼마나 다른가요?
4. 어떻게 하면 '새로운' 모습이 원래 자신의 모습과 크게 차이가 나지 않을까요?

C 생각해 볼까요?

여러분 앞에 있는 창은 거울과 유리가 교대로 섞여 있으므로 "새로운 얼굴"은 두 사람의 얼굴을 섞어서 보여줍니다. 자신의 얼굴은 거울을 통해 반사된 모습을 보게 되고, 상대방의 모습은 유리를 통해서 보게 되기 때문입니다. 쌍꺼풀이 진 눈이나 둥근 눈 등 닮은 부분을 찾아 투명한 곳에 보이게 하면 '새로운 나'의 모습은 크게 달라지지 않을 것입니다. 그러므로 가족이 서로 마주 앉아서 만든 '새로운 얼굴'이 원래 자신의 모습과 거의 비슷하다면 어떤 부분이 닮았는지 알 수 있습니다. 그런 한 특징이 닮았다는 것은 부모에게서 유전된 것입니다.

D 한 걸음 더

1. 창에 나타난 '새로운 나'가 앞 사람의 얼굴과 비슷하다면, 이것은 어떻게 된 것일까요?

이것은 거울에 의해 반사된 자신의 모습보다 투명한 유리를 통해 보이는 앞 사람의 특징이 두드러져 보인다는 뜻입니다. 다시 말해, 두 사람이 서로 닮은 부분은 거울을 통해 보고, 닮지 않은 부분은 유리를 통해 보고 있기 때문입니다. 그럴 경우에 서로 앞 사람의 얼굴을 보고 있는 것처럼 느끼겠지요.

2. 어떤 특징이 부모님의 특징을 반반씩 닮지 않고 그 중 한 사람만의 특징을 그대로 닮은 경우는 무엇 때문인가요?

우리의 피부색, 쌍꺼풀, 코의 모양, 보조개, 머리카락의 색과 모양 등의 특징은 자손에게 전달되는데 그러한 현상을 유전이라고 합니다. 그러한 특징을 나타내는 유전인자는 우성인 것과 열성인 것이 있는데, 우성과 열성의 특징이 함께 자식에게 전달되면 열성보다는 우성의 특징이 나타나기 쉽습니다. 따라서 부모님의 특징을 반반씩 닮지 않고 한 사람만의 특징을 그대로 닮게 됩니다. 그렇지만 어떤 경우에는 반반씩 닮은 경우도 있습니다.

왜 우성과 열성 중 우성이 나타나기 쉬운가요?

우리는 태어나면서 피부색이나 쌍꺼풀 등의 특징을 부모님으로부터 한 개씩 받게 되는데, 1개만 있어도 겉으로 나타나는 것을 우성이라고 하고, 2개가 모두 있어야 나타나는 것을 열성이라고 하는 것이지요. 예를 들면, 쌍꺼풀은 우성이므로 부모님으로부터 한 개의 쌍꺼풀 유전자만 받아도 이것 혼자서 자식에게 쌍꺼풀을 남길 수 있는 것이지요. 그러므로 1개만 가지고도 겉으로 드러낼 수 있는 우성이 나타나기 쉬운 것입니다.

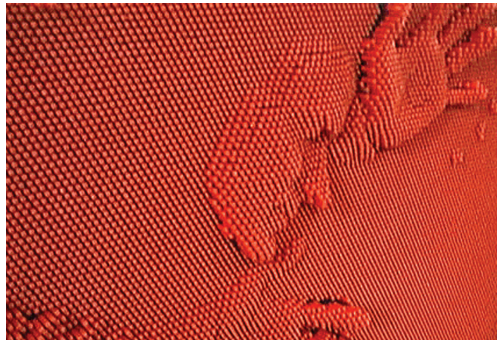


실력 겨루기

1. 혀를 동그랗게 말 수 있는 능력은 우성입니다. 그런데 철수네 아버지와 어머니는 모두 혀말기 능력이 없습니다. 그렇다면 철수는 혀말기를 할 수 있을까요?
2. 위와 같이 대담한 이유를 설명해 보시오.



핀 스크린



A 이 놀이는?

여러분의 몸을 이용한 예술작품을 만들어 보세요. 이 전시물은 작은 구멍이 모눈종이처럼 뚫린 플라스틱판에 플라스틱 핀을 끼운 것으로 어떤 사물의 형상을 입체적으로 찍어 내기위한 것입니다. 여러분들은 관심이 있는 물체나 자신의 몸의 일부 또는 전체의 형상물체나 몸을 핀에 대고 누르면 인상적인 3차원 조각이 만들어 집니다.

B 이렇게 놀아요!

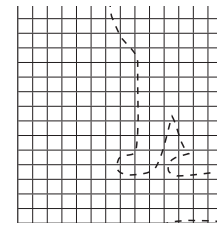
1. 조각하고자 하는 물체나 자신의 신체 일부를 플라스틱 핀에 대고 눌러 봅니다. 입체감이 나는지 확인해 봅니다.
2. 핀 위에 찍힌 작품에 나타난 요철과 실물의 요철을 비교해 봅니다.

C 생각해 볼까요?

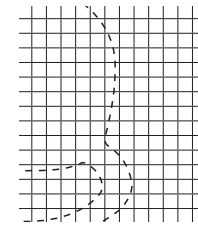
모눈종이처럼 일정한 간격으로 구멍이 있는 두 장의 플라스틱 판 사이에 놓여 있는 플라스틱 핀들이 그것을 누르는 물체의 3차원 모양을 만듭니다. 누르는 물체의 볼록한 부분에 닿는 핀은 더 많이 앞으로 튀어나오고, 덜 볼록한 부분에 닿는 핀은 덜 앞으로 튀어나오므로, 물체의 3차원 굴곡을 들쭉날쭉한 핀으로 재현해 줍니다. 똑바로 플라스틱판에다가가서 어느 부분의 핀이 가장 많이 앞으로 튀어나왔는지를 보면 내 몸에서 가장 튀어나온 부분을 알 수 있지 않을까요?

D 한 걸음 더

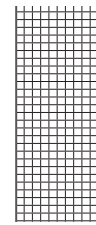
작은 점들이 모여서 하나의 화상을 만드는 디지털 화상의 경우를 생각해 봅시다. 점들의 간격이 촘촘할수록 화상은 깨끗하게 나타날 것입니다. 해상도가 높다는 뜻입니다. 반면, 간격이 넓을수록 화상은 꺼칠꺼칠하게 보입니다. 해상도가 낮은 경우입니다. 따라서 좀 더 촘촘하게 핀이 배열되어 있을수록 화상은 더 선명하게 입체감이 더 날 것입니다.



해상도 27 X 27



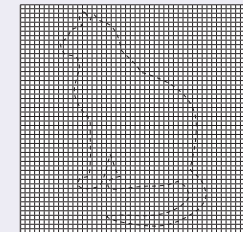
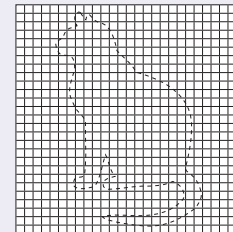
해상도 48 X 48



백터폰트

실력 겨루기

그림 솜씨를 겨루어 봅시다.



그리는 요령: 사각형 눈금에 선이 반 이상 물리면 한 칸으로 빗금을 칠하여 처리하며, 반이 안 되게 물리면 빈칸으로 둡니다. 여러가지 색을 칠하여 표시해 보아도 좋습니다. 직접 빗금을 칠하여 그림을 완성하여 보세요. 해상도에 따라 그림의 느낌이 어떻게 다릅니까?



내 맘대로 물방울



A 이 놀이는?

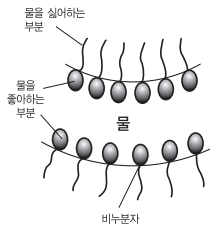
비누방울 속에 사람이 들어갈 수 있을까요? 서로 크기가 다른 고리를 비눗물 속에 담가 보면서 커다란 비누방울도 만들어보고, 손가락이나 작은 비누방울도 집어 넣어봅시다. 터지지 않게 조심조심~!!

B 이렇게 놀아요!

1. 서로 다른 크기의 고리를 사용하여 여러 가지 비누방울을 만들어 봅시다. 얼마나 커다란 비누방울을 만들 수 있을까요?
2. 비누방울 속에 다른 비누방울을 집어넣어 봅시다. 어떻게 해야 할까요?
3. 비누방울을 터뜨리지 않고 비누방울 속에 손가락을 집어넣어 봅시다.

C 생각해 볼까요?

보통 물방울은 물을 이루는 작은 알갱이(분자)들이 서로 잘 달라붙는 성질(응집력)이 있기 때문에 속이 텅 빈 방울을 만들 수 없습니다. 그러나 물에 비누를 풀면 물 분자 사이에 비누 분자들이 섞여 들어가 물 분자들 사이에 당기는 힘(응집력)이 줄어들게 되기 때문에 얇은 막으로 펼쳐서 공기가 든 비누방울을 만들 수 있습니다.



손이나 물체를 비눗물에 적신 다음에 비누방울 속으로 집어넣고 움직여도 비누방울은 터지지 않습니다. 하지만 마른 물체에 비누방울이 닿으면 쉽게 터진답니다.

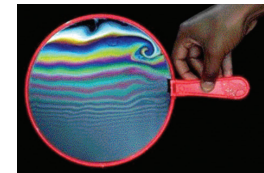
D 한 걸음 더!

1. 비누방울의 막은 어떻게 생겼을까요?

비누방울의 막은 오른쪽 그림과 같이 두 층으로 된 비누 분자들의 막 사이에 물이 들어있는 일종의 '물 샌드위치' 라고 할 수 있습니다. 비누 분자는 기다란 사슬처럼 생겼는데 물을 좋아하는 부분과 싫어하는 부분으로 이루어져 있습니다. 물을 싫어하는 부분은 기름 때 같은 것에 달라붙는 것을 좋아하고, 물로 된 층의 바깥으로 나와 있습니다. 마른 물체에 비누방울이 닿으면 잘 터지는 이유도 바로 비누막의 구조때문입니다. 비누 분자가 때와 같은 기름에 잘 달라붙어 막이 터지게 되는 것이죠.

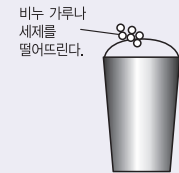
2. 비누방울 막에 생긴 무지개 빛 색깔이 계속 변하는 이유는 무엇일까요?

빛이 비누막에 닿으면 반사가 일어나고 반사된 빛이 합쳐져서 색무늬를 만듭니다. 그런데 비누막의 두께나 빛의 색깔에 따라 반사되는 빛의 상태가 차이가 나므로, 무지개 색깔이 나게 되는 것이지요. 오른쪽 사진에서 위쪽의 막은 얇고 아래쪽의 막은 두껍기 때문에 색무늬가 다르게 나타나는 것을 볼 수 있습니다. 보통 비누방울에서는 막 속에 들어있는 물이 아래로 쏠리기 때문에 아래쪽 막이 두꺼워져서 무늬가 변하게 됩니다.



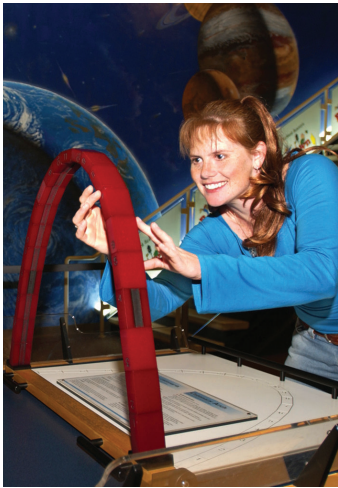
실력 겨루기

1. 컵에 물을 다독 넣어 오른쪽 그림과 같이 볼록하게 만든 다음에 비누 가루나 세제를 물 위에 살짝 떨어뜨리면 어떤 현상이 일어날까요?
2. 직접 해 보고 그 이유를 생각해 보세요.





활 모양의 다리



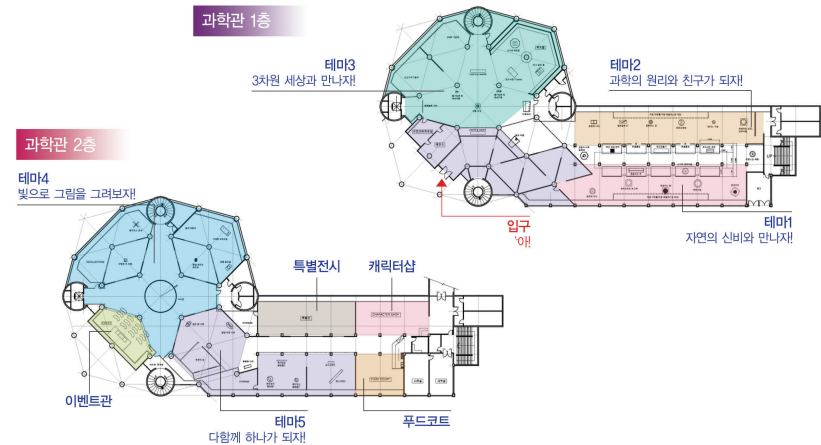
A 이 놀이는?

여러분이 세운 아치는 '현수선'이라고 불리는 특별한 형태의 구조물입니다. 이 아치에서 블록 하나하나를 받쳐주는 힘들은 현수선을 따라 작용하기 때문에 블록들이 서로 미끄러지지 않습니다. 그래서 현수선 모양의 아치가 튼튼한 것입니다.
※ '현수선'이라는 단어는 '쇠사슬'을 뜻하는 라틴어로부터 만들어졌습니다.

B 이렇게 놀아요!

1. 블록들을 배치하기 전에 판을 눕힙니다.
2. 판에 그려진 그림을 따라 조심해서 블록들을 배치합니다.
블록들이 번호 순서대로 놓였는지, 앞뒤가 바뀌지는 않았는지 확인합니다.
3. 블록들이 단단하게 밀착됐는지 확인합니다.
4. 보드가 수직이 될 때까지 아주 천천히 세웠다다 다시 테이블에 내려놓습니다.
블록들은 아치를 이룬 채 스스로 서 있습니다.
5. 아치를 조심해서 건드려봅시다. 쇠사슬처럼 흔들리지만 무너지지는 않습니다.

"우리를 둘러싼 지구 속 자연과학현상에 대한 놀이기구와의 만남, 이해, 조화"



Exploratorium 전시위원회

위원장 정완호
교육위원 문찬호
자문위원 배해경, 박종규

루트윈 엔터테인먼트

대표이사 최호
기획팀장 심상순
제작실장 김성규
지원팀장 피숙희
마케팅 서은경
홍보-이벤트 김철은, 신상은
특별전시 정용진, 엄미영
진행 차재현, 최진희, 노재학, 남궁보나, 김정위,
구민경, 오주용, 정영은, 박봉기, 이효진, 김동현,
정태진, 강민지

CJ Entertainment

대표이사 김주성
공연사업부장 김병석
기획마케팅팀장 이성훈
기획마케팅팀 권민영, 최재원
공연제작팀장 한소영
공연제작팀 홍성원
해외사업팀 배정원
경영지원실 김동주, 손동훈, 이찬형

MBC프로덕션

대표이사 박종
이사 정수연
기획사업부장 심재호,
기획사업부 홍희정, 임태수PD

동아사이언스

대표이사 김두희
신사업본부장 홍대길
과학문화연구소 천명선, 홍옥수, 고호관, 박은진
마케팅팀장 이경민

피엘씨 프리덕션

대표이사 이광호, 송승환
경영지원실 이사 최영목
마케팅부 김용재, 이동운

주요협력업체

운송 한솔비비케이(대표이사 변선근)
인테리어 환경과 사담(대표이사 이주현)
디자인 정보와디자인(대표이사 고병형)

Special Thanks

국립서울과학관 전시운영팀 및 시설팀, EBS문화사업팀,
MBC문화사업국, APEX 최인호, 프리두 양경희,
매일유업 김정완, 애경산업 안용찬, 성도GL 김상래

현장 체험학습 보고서

· 핀스크린 사진찍기

핀스크린은 플라스틱 벽면 사이에 끼워져 있는 수많은 플라스틱 핀들을 눌러서 3차원 조각을 만드는 전시물입니다. 여러분의 몸을 이용해 만든 예술작품의 사진을 찍어 보세요.



· 메아리튜브

메아리 튜브의 입구에 대고 손뼉을 치거나 말을 하면, 잠시 후 메아리가 들려옵니다. 메아리 소리에 어떤 특징이 있었는지 적어보세요.

· 안개 도넛

친구들과 함께 금속판을 누르면 구멍에서 안개가 솟아오릅니다. 안개의 모양이 어땠는지 구체적으로 적어보세요.

· 혼돈의 방

혼돈의 방 안에 있는 친구들의 키는 원래의 키와는 많이 달라 보입니다. 우리가 보는 물체의 크기가 주변의 배경에 의해 영향을 받기 때문입니다. 혼돈의 방에서 친구들의 키가 달라진 이유를 아는 대로 적어보세요.

· 소리를 담는 그릇

소리를 담는 그릇에 앉으면, 멀리 있는 친구의 목소리도 또렷하게 들립니다. 전시물의 오목한 포물면이 소리를 모아주기 때문입니다. 우리 주변에서 이러한 원리를 이용한 예들을 찾아보세요.

· 과학놀이체험전에서의 기억을 담아보세요.



· 나의 소감

· 함께한 사람들과...

전시물 해설 연구 개발자

총괄 : 박승재 소장 (과학문화교육연구소, 서울대학교 명예교수) paksj@snu.ac.kr

연구 : 김형석 박사 (서울 구암중학교) khsksk@empal.com
이재봉 교사 (서울대학교대학원) jblee@optics.snu.ac.kr
이진봉 교사 (부천고등학교) daechi22@yahoo.co.kr
임성민 교수 (대구대학교) ismphs@daegu.ac.kr
장병기 교수 (춘천교육대학교) janusch@ns.cnue.ac.kr
조오근 박사 (부산장영실고등학교) puog34@chol.net

자문 : 김영민 교수 (부산대학교) minkiyo@hyowon.pusan.ac.kr
유준희 교수 (서울대학교) yoo@snu.ac.kr

집필 : 권순미 교사 (서울고명초등학교) soonmiyo@hamail.net
김현익 교사 (경기도제암초등학교) khi9059@hamail.net
김수기 교사 (서울봉담초등학교) daean58@empal.com
김정용 교사 (부산해강초등학교) jnpulie@korea.com
송현영 교사 (서울답십리초등학교) hyunyoung-1@hanmail.net
이수진 교사 (서울논현초등학교) su73925@hanmail.net
정용재 교사 (서울탑동초등학교) csn1csn1@chollian.net
최 순 교사 (경기도금정초등학교) csoon0120@hanmail.net

협조 : 이우정 (서울교육대학교) amazona4e@hanmail.net
임경화 (과학문화교육연구소) sceri@hanmail.net

과학문화교육연구소

주소 : 서울시 관악구 봉천7동 1661-4번지 에덴오피스텔 806

전화 : 02-875-0640 전송 : 02-875-0641

Email : sceri@hanmail.net http://seer.snu.ac.kr



www.scinori.com



- 주 최 : Exploratorium 전시위원회, MBC, ROOTONE, EBS
- 제 작 : CJ Entertainment, MBC 프랑켄, 동아사이언스, PMC PRODUCTION
- 후 원 : 과학기술부, 과학문화진흥과, 초등과학정보센터, 아하사이언스, 전자랜드
- 문 의 : 전시사무국 02-3676-5566 / 티켓링크 1588-7890