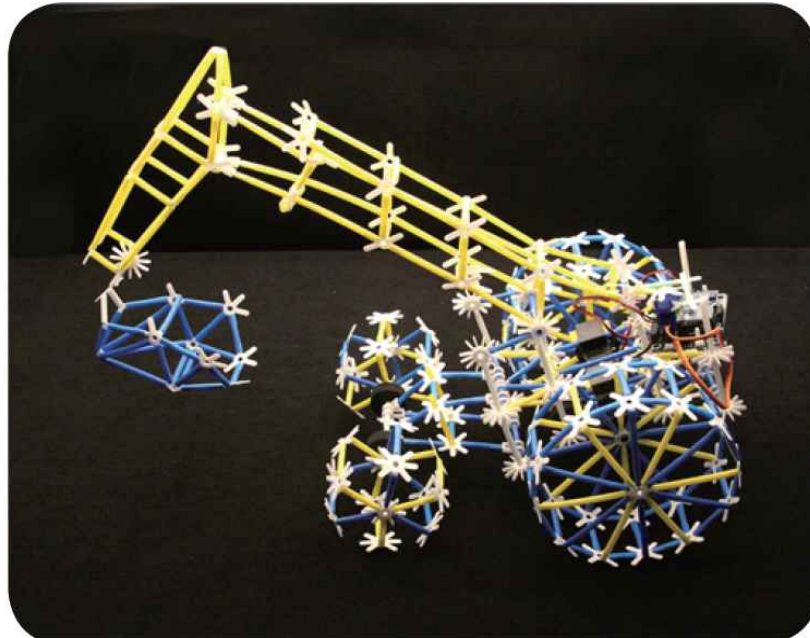




상품명

4D 메카트로닉스

업체명

(주) 포디랜드

특징

실생활에서의 다양한 미션을 4D프레임으로
 결과물을 제작하고 문제를 해결하는 과정을
 통해서 수리과학적인 창의력과 기계공학적
 인 응용력을 개발할 수 있는 창의융합 교구
 이다

4D 프레임으로 만드는 세상

○ 주제 개요

- 4D 프레임으로 기계공학, 전자공학을 기반으로 하여 실생활에서 다양한 주제를 창의적으로 설계하고 결과물을 만들어내는 과정에서 친구들과 아이디어를 나누고 문제점을 찾아 수정 보완하는 과정을 체험하는 활동이다.

○ 학습목표

- 놀이동산의 여러 가지 놀이기구를 움직이는 힘과 에너지의 전환에 관한 과학 원리를 알고 4D 프레임을 사용하여 창의력을 바탕으로 바이킹을 만들 수 있다.
- 바퀴의 발달과정에 대해서 알고 4D 프레임으로 RC 카를 만들며 발생하는 문제점을 친구들과 토의하면서 체계적인 RC가 설계 제작 능력과 창의적으로 문제해결력을 향상 시킬 수 있다.
- 오토마타의 유래와 오토마타가 움직이는 기계공학적인 원리에 대해서 알고 4D 프레임으로 오토마타 목마를 조립하고 목마의 움직임을 관찰한다.

○ 관련 교육과정

차시	과목	교육과정
1	수학	초등 3,4학년 평면도형 / 초등 5,6학년 입체도형
	과학	초등 3,4학년 무게 수평잡기 중등 1학년 여러 가지 힘 / 중등 3학년 에너지 전환과 보존
	실과	초등 5,6학년 생활과 소프트웨어
2	수학	초등 3,4학년 평면도형 / 초등 5,6학년 입체도형
	과학	초등 3,4학년 무게 수평잡기 / 중등 3학년 에너지와 수송기술
	실과	초등 5,6학년 생활과 소프트웨어
3	과학	초등 3,4학년 무게 수평잡기 / 초등 6학년 편리한 도구
	기술 가정	중등 2학년 기계의 요소

○ 차시별 계획 총괄표

차시	주제	단계	활동 내용
1	내가 만드는 놀이동산 -바이킹-	도입	• 놀이동산의 놀이기구에 숨은 과학 원리를 알아본다.
		전개	• 4D프레임으로 바이킹을 조립한다. • 메인보드와 스마트기기를 통신할 수 있도록 연동한다.
		정리	• 게임 규칙을 익히고 미니 볼을 만들어 회전게임을 한다.
2	4D프레임 나만의 RC카	도입	• 바퀴의 발달과정을 알고 RC카에서 바퀴의 역할을 안다.
		전개	• 마인드맵으로 어떤 RC카를 만들지 설계하여 조립한다. • 메인보드와 스마트기기를 통신할 수 있도록 연동한다.
		정리	• 바퀴의 회전방향에 따른 RC카의 움직임을 관찰한다.
3	4D프레임으로 만드는 오토마타 - 목마 -	도입	• 움직이는 인형 오토마타의 유래와 예술과의 융합을 알아본다.
		전개	• 오토마타가 움직이는 기계공학적인 원리를 이해한다. • 오토마타의 기계적 원리를 응용하여 목마를 만들어본다.
		정리	• 4D 프레임으로 내가 만든 목마의 움직임을 관찰한다.

□ 차시별 교수학습 과정안(1/3)

차시명	내가 만드는 놀이동산 -바이킹-		
학습목표	4D 프레임을 활용하여 놀이기구 바이킹을 조립하고 블루투스 앱을 연동하여 미니 볼을 떨어뜨리지 않고 회전방향을 바꿀 수 있다.		
관련교육과정	초등 3,4학년 무게 수평잡기 / 초등 5, 6학년 생활과 소프트웨어 중등 1학년 여러 가지 힘 / 중등 2학년 일과 에너지전환		
대상	초등 4~6학년	소요시간	60분
분야	수리과학, IT, SW		
준비물	교사용	4D 프레임 키트	
	학생용	4D 프레임 키트	

단계	시간	교수-학생 활동
도입	5	○ 놀이동산에 숨어있는 과학원리 찾기 • 다양한 놀이동산의 놀이기구 인포그래픽을 활용하여 아이들의 놀이동산에서의 경험과 함께 수업에 대한 흥미를 유발한다. • 놀이동산에 우리들이 즐겨 타는 놀이기구들은 어떠한 과학 원리로 움직이는 것일까? 놀이기구 속에 숨은 과학 원리를 찾아보기로 한다. • 놀이동산에는 어떤 놀이기구들이 있는지 그림을 보고 이야기를 해본다.  [출처] 놀이동산 인포그래픽 https://www.shutterstock.com/ko/image-vector/ • 놀이동산에는 어떤 놀이기구들이 있는가? 교사가 질문하여 4~5명의 학생이 발표하도록 한다. • 내가 타보았던 놀이기구 중 가장 재미있던 놀이기구의 이름을 말하고 그 기구가 어떻게 움직이는지 원리에 대한 나의 생각을 이야기해보도록 한다. 예시) ① 범퍼 카 - 작용과 반작용 ② 바이킹 - 진자운동 ③ 롤로 코스터 - 운동에너지, 위치에너지. 역학적 에너지 ④ 회전그네 - 원운동, 원심력과 구심력 ⑤ 자이로드롭 - 낙하운동, 자석의 척력

○ 바이킹이 움직이는 힘의 원리 찾기

- 바이킹이 밀어 올라가는 것은 배의 중심축 아래 부분에서 돌아가고 있는 앞뒤에 두 개씩 설치된 4개의 고무바퀴가 배의 바깥 쪽 밑바닥에 있는 두 줄의 레일에 닿으면서 발생하는 마찰력의 힘으로 밀고 올라가는 것이다.
- 고무바퀴는 전원이 공급되는 전동기의 작동으로 앞뒤로 회전하고 있다.



[출처] EBS 동영상 - 바이킹과 진자운동

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2446877&cid=51648&categoryId=51648>

▷ 바이킹이 움직이는 힘의 원리를 그네타기에서 찾아본다.

우리가 그네를 탈 때 발을 굴러 줌으로써 다리를 움직여 힘을 얻어서 그네를 움직이는 것과 똑같은 원리이다. 발을 많이 구르고 더 크게 구를수록 그네가 높이 올라가는 것이다. 바이킹에서도 배의 아래 부분에 설치되어 있는 고무 바퀴가 돌아가는 힘이 클수록 높이 올라가게 되는 것이다.



[출처] EBS 동영상 - 바이킹과 진자운동

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2446877&cid=51648&categoryId=51648>

○ 바이킹이 움직이는 과학적 원리 찾기

- 바이킹이 움직이는 과학적 원리는 배의 한쪽 끝이 바닥에 설치된 고무바퀴와 레일의 마찰력에 의해 밀려 올라가면서 생기는 최초의 운동 에너지가 위치 에너지로 바뀌면서 계속적으로 반복되는 진자운동을 하는 것이다.

▷ 운동에너지와 위치에너지 [참고자료] 참조

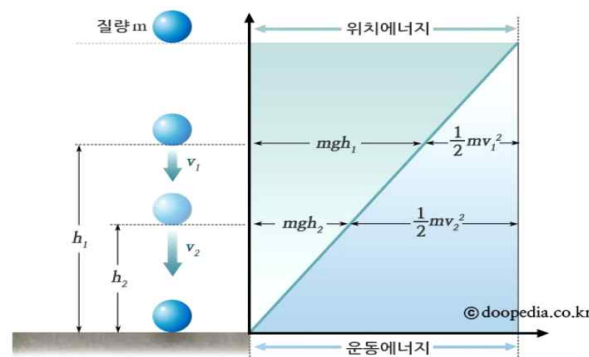
- 운동에너지란 운동하는 물체가 가지게 되는 에너지이다.
물체의 질량이 m 이고 움직이는 속력이 v 라고 할 때 물체가 갖게 되는 에너지의 량은 [운동에너지 = $\frac{1}{2}$ 질량 $\times$ (속력) 2] 이다
- 위치에너지란 어떤 위치에 있는 물체가 가지게 되는 에너지이다.
질량이 m 이고 물체가 중력이 작용하는 기준면으로부터 높이 h 인 곳에서 갖게 되는 에너지 량은 [위치에너지 = $9.8 \times$ 질량 $\times$ 높이] 이다.

▷ 역학적 에너지

- 어떤 물체가 가지고 있는 운동에너지와 위치에너지를 더한 역학적 에너지는 그 합이 언제나 일정하게 보존된다. (역학적 에너지 보존의 법칙)
- 바이킹은 출발점에서 고무바퀴의 마찰력에 의해 밀려 올라가기 시작하면서 생기기 시작한 운동에너지가 점점 높아지는 높이에 따라 위치에너지로 전환하면서 운동에너지의 감소량만큼 위치 에너지가 증가하는 것으로 최고의 높이에서 갖게 되는 위치에너지와 최초의 운동에너지는 그 크기가 같고 위치 에너지가 바뀌게 되는 운동에너지와의 에너지 량의 총합이 같은 것이다

$$[\text{역학적 } E = \text{운동 } E + \text{위치 } E]$$

< 낙하하는 물체의 역학적 에너지의 보존의 법칙 >



[출처] 두산백과 doopedia

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=5751767&cid=40942&categoryId=32227>

[교사tip]

▷ 바이킹은 어느 지점에서 가장 무서울까?

- 바이킹은 배와 중심축의 각도가 최대 75°까지 올라가도록 제작되어 있다.
고무바퀴가 앞뒤로 움직이며 생기는 마찰력에 의해 배가 좌우로 움직이면서 운동 에너지가 점점 증가하여 배의 속도가 빨라지면 중심축 꼭대기에 배의 높이를 감지하는 장치에서 신호를 보내 타이어 바퀴의 속도를 조절하여 배와 중심축의 최대 각도가 75°이상 오르는 것을 방지하도록 설계되어 안전하다.
- 바이킹을 탈 때에 앞뒤 양끝 쪽에 앉을 때 더 긴장감을 느끼는 것은 가장 높이 올라갔을 때 양끝 쪽이 배의 가운데 중심 쪽보다 24° 더 기울어지고

높이도 5m나 더 높이 올라가기 때문이다. 배의 양끝 쪽에 앉을 때 긴장감이 커지고 속도감을 더 느끼게 되는 것이다. 또한 바이킹에서 가장 무서움을 느끼는 가장 높은 위치에서 우리는 무중력 상태를 경험한다. 공중에 붕 뜬 상태에서 무중력의 느낌에 접어들면서 아찔함이 최고치에 도달한다.



[출처] EBS 동영상 흔들흔들 진자 운동하는 배

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2440474&cid=51638&categoryId=51638>

○ 진자의 주기운동

- 실에 매달린 추가 일정한 경로를 반복해서 왕복하는 운동을 **주기운동**이라고 하고 움직이는 물체가 움직이기 시작하여 다시 원래 상태로 돌아오기까지의 시간을 **주기**라 한다.
- 진자 ; 주기 운동을 하는 물체를 진자라 한다.
- 진폭 ; 진자 운동을 할 때 진동의 중심에서 양 끝까지의 거리를 말한다.
- 진동수 : 진자가 1초 동안 진동한 횟수로 단위는 헤르츠 Hz이다

속도	최소(0)	최대	최소(0)
작용력	최대	최소(0)	최대

- 실에 매단 추가 움직이는 것을 자세히 보면 양끝에서 간격이 좁고 중심에서 간격이 넓어지는 것을 볼 수 있다. 이것은 진동의 중심O에서의 속도가 가장 빠르고 양 끝점 A, B로 갈수록 느려진다는 것이다. (A→O→B→O→A)
- 진자의 주기는 진동수에 반비례한다.
- 진자의 속도는 추의 무게보다 실의 길이에 영향을 받는다.

○ 진자의 등시성

▷ 바이킹에 탄 사람의 수가 많아지면 속도가 느려질까?

- 실의 길이가 길수록 한번 왕복하는 데 걸리는 시간은 길어지고, 실의 길이가 짧을수록 주기도 짧아진다. 진자의 실의 길이가 2배로 늘어나면 왕복운동을 하는 주기는 4배로 늘어나게 되는 것이다
- 추의 무게는 주기에 아무런 영향을 미치지 않고 진자의 주기는 추를 매단 실의 길이에 따라서 결정된다. 따라서 바이킹의 무게 즉 배에 탄 사람의 수는 속도에 영향을 주지 않으므로 바이킹에 많은 사람이 타게 되도 속도가 느려지지는 않는다.

[출처]해법천재학습백과 <https://koc.chunjae.co.kr/Dic/dicDetail.do?idx=4695>

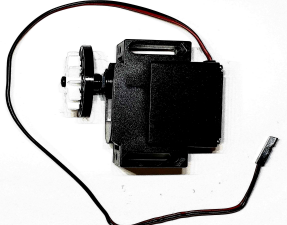
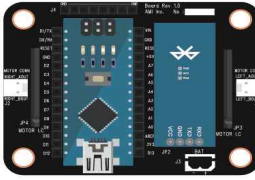
[활동1]

○ 4D 프레임으로 놀이동산의 바이킹 만들기

▷ 4D 연결봉과 연결발의 종류와 부품 이름 알기

2cm 연결봉	
3cm 연결봉	
5cm 연결봉	
6cm 연결봉	
10cm 연결봉	

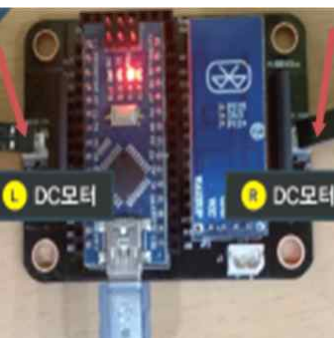
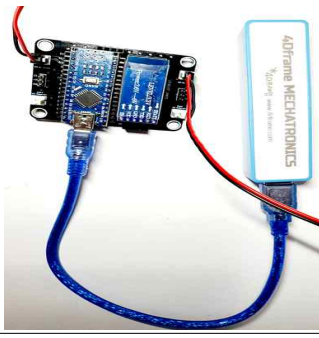
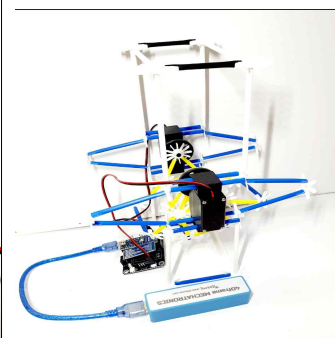
				
4발 연결발	8발 연결발	12발 연결발	물음표고리연결발	U자발연결발

		
DC 모터	메인 보드	배터리

○ 바이킹 만들기 - [참고자료] 4D 프레임 바이킹 조립도 참조

- ▷ 4D 프레임으로 DC모터 메인 틀 조립하기
- ▷ 4D 프레임 바이킹 조립하기
- ▷ 4D 프레임 미니 볼 만들기
- ▷ DC모터 메인 틀에 바이킹 구조물 조립하기

○ DC 모터와 메인 보드 연결하기

		
DC모터의 커넥터를 메인 보드에 연결한다. ※커넥터의 매끈한 부분이 바깥쪽을 향하도록 주의한다.	배터리를 메인보드와 연결한다. ※반드시 배터리 충전상태를 확인한다.	블루투스 앱과 연동하여 바이킹을 회전시켜서 미니 볼게임을 한다.

[활동2]

○ 블루투스 앱 연동하기

• 블루투스란 무엇인가?

휴대폰, 노트북, 이어폰, 헤드폰 등 휴대기기를 대략 10m 안팎의 거리에서 무선으로 서로 연결해서 사용하는 근거리무선통신기술 표준을 말한다.

▷ 블루투스 연결하기

• 4D프레임 앱을 다운받는다.



- 안드로이드 폰: 구글 플레이에서 '4dframe'을 다운받는다.

- 아이폰 : 앱스토어에서 '4dframe' 검색 후 설치한다.



① 휴대폰의 블루투스 기능 활성화 시킨다.



② 어플리케이션을 실행한다.



③ 블루투스 번호를 선택한다. - 메인보드 상판의 블루투스 고유번호



④ 연결확인 - 블루투스 칩 아래 LED 깜빡임이 멈춘다.

- 어플리케이션 왼쪽 상단에 Disconnect 글씨 녹색을 확인한다.



[활동3]

○ 완성된 바이킹으로 미니 볼 게임하기

• 내가 만든 4D프레임 바이킹과 스마트 폰의 '4dframe' 블루투스에 앱을 연동하여 움직이는 바이킹에 미니 볼을 넣고 게임을 한다.

• 스마트 폰으로 정회전과 역회전을 번갈아 조정하면서 미니 볼을 떨어뜨리지 않아야 점수를 획득하는 게임이다.

▷ 바이킹 게임 스코어 보드

회전방향	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차
정회전 → 역회전							
역회전 → 정회전							

※ 게임 규칙 : 바이킹이 회전하는데 공이 떨어지지 않으면 O / 떨어지면 X

정리

5

○ 놀이기구에 숨은 과학 역학적 에너지와 진자운동의 원리에 대해서 정리한다.

○ 블루투스 앱과 스마트기기와의 연동과정을 정리한다.

○ 미니 볼 게임 결과를 친구들과 서로 공유한다.

○ 활동에 사용한 4D 프레임 교구를 정리한다.

[참고자료]

1) 수업 참고 동영상

[출처] 인포그래픽 <https://www.shutterstock.com/ko/image-vector/>

다양한 놀이동산의 놀이기구 인포그래픽을 활용하여 아이들의 놀이동산에서의 경험과 함께 수업에 대한 흥미를 유발한다.

[출처] EBS 동영상 바이킹과 진자운동

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2446877&cid=51648&categoryId=51648>

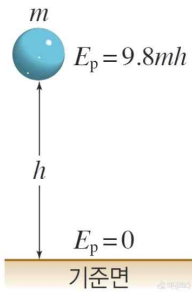
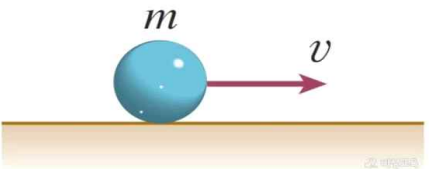
[출처] EBS 동영상 흔들흔들 진자 운동하는 배

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2440474&cid=51638&categoryId=51638>

[출처] EBS 동영상 바이킹, 자이로스윙

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2446668&cid=51638&categoryId=51638>

2) 위치에너지와 운동에너지

	• 위치 에너지 : 기준면에 대해서 높이를 갖고 있는 모든 물체가 갖고 있는 에너지 위치 에너지 = $9.8 \times \text{질량} \times \text{높이}$, $E_p = 9.8mh$
	• 운동 에너지 : 움직이는 물체, 속도를 가지고 있는 물체의 에너지 운동 에너지 = $\frac{1}{2} \times \text{질량} \times (\text{속력})^2$, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

[출처] 비상 학습백과 중학교 과학

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3379476&categoryId=58200&cid=58198>

3) 역학적 에너지

놀이동산의 롤러코스터는 낮은 곳에서 높은 곳으로 올라갈 때 운동에너지가 감소하면서 위치 에너지는 증가한다. 반대로 높은 곳에서 내려올 때는 위치에너지가 감소하면서 운동에너지는 증가하는 운동에너지의 위치에너지로 전환할 수 있고 그 합이 일정하다는 역학적 에너지 보존법칙까지 보여주는 가장 좋은 예이다.

[출처] 해법천재학습 백과 - 운동에너지와 위치에너지의 전환

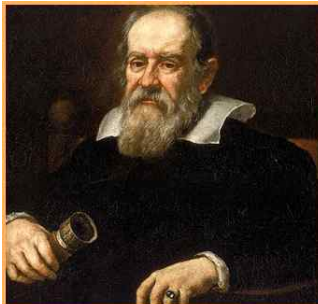
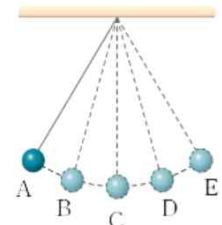
<https://koc.chunjae.co.kr/Dic/dicDetail.do?idx=4790>

[교사tip]

○ 바이킹을 타고 가장 높은 위치에 도달하게 될 때 소리를 지르게 되는 이유는 무엇일까?

우리의 신체에는 생물학적으로 어떤 변화가 일어나게 되는지를 알아보면 우리의 신체가 불안, 공포가 생기면 2차 자율신경 중에서 교감신경이 흥분하게 되어 동공이 커지고 혈압이 오르게 되고 맥박수가 증가하고 땀이 나게 되고 온 몸이 경직되어 소리를 지르게 되는 것이다. 교감신경의 일정한 시간 동안 흥분이 계속되면 반대로 부교감신경이 흥분하게 되어 혈압이 내리고 마음이 편안해져서 평온상태를 되찾게 되는 것이다. 바이킹은 이 과정을 반복하면서 일상에서 못 느껴 본 새로운 감정의 흥분을 맛보며 소리를 지르고 무서워하면서도 즐거워하는 것이다.

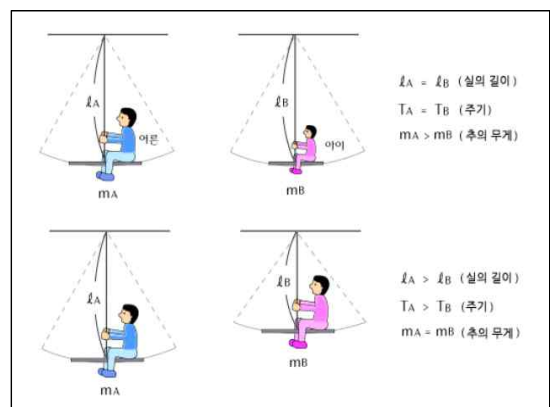
4) 갈릴레오 갈릴레이의 주기운동

갈릴레오 갈릴레이 	• 이탈리아의 과학자 갈릴레이는 교회 천장에 매달린 샹들리에의 추가 일정하게 움직이는 것을 보고 진자를 이용하면 정확하게 시간을 잴 수 있음을 발견하고 추시계를 설계했다고 전해지고 있다. 또한 그는 일정한 주기로 움직이는 진자를 보며 맥박을 셀 수 있는 맥박계를 발명했다고 한다. • 일정한 박자를 맞출 때 사용하는 메트로놈도 진자운동을 응용한 것이다.
	• 주기운동에서 진자의 속력이 가장 빠른 위치는 어느 곳일까? (정답 : C)

[출처] 해법천재학습 백과 진자의 운동 <https://koc.chunjae.co.kr/Dic/dicDetail.do?idx=4695>

5) 진자의 주기운동 - 진자의 등시성

- 진자의 주기는 진자의 무게와 진폭의 크기 즉 주기에 상관없이 항상 일정하다.
- 추의 무게는 주기에 아무런 영향을 미치지 않고 진자의 주기는 추를 매단 실의 길이에 따라서 결정된다. 일정한 길이의 진자는 약하게 흔들면 느리게 진동하고 세게 흔들면 빠르게 진동한다.
- 시계추가 일정하게 움직여서 정확한 시간을 알려 줄 수 있는 원리로 금속으로 만들어진 추의 길이가 늘어나는 여름과 겨울의 미세한 시간차이가 있을 수 있다 [출처] 네이버 지식백과 basic 중학생이 알아야 할 과학상식



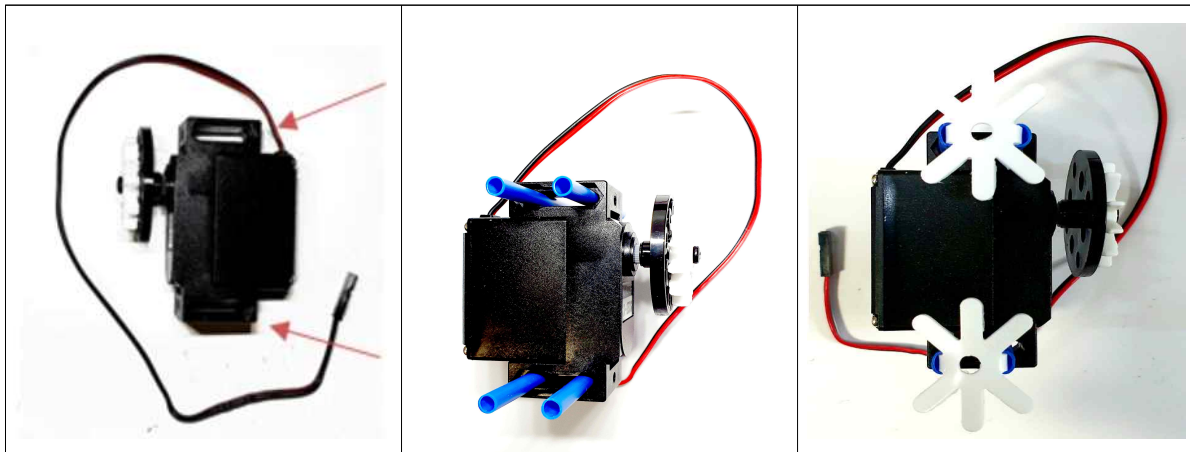
[출처] 사이언스 올 <https://www.scienceall.com/>

[출처] 동영상 자료 네이버 지식백과 바이킹, 자이로 스윙

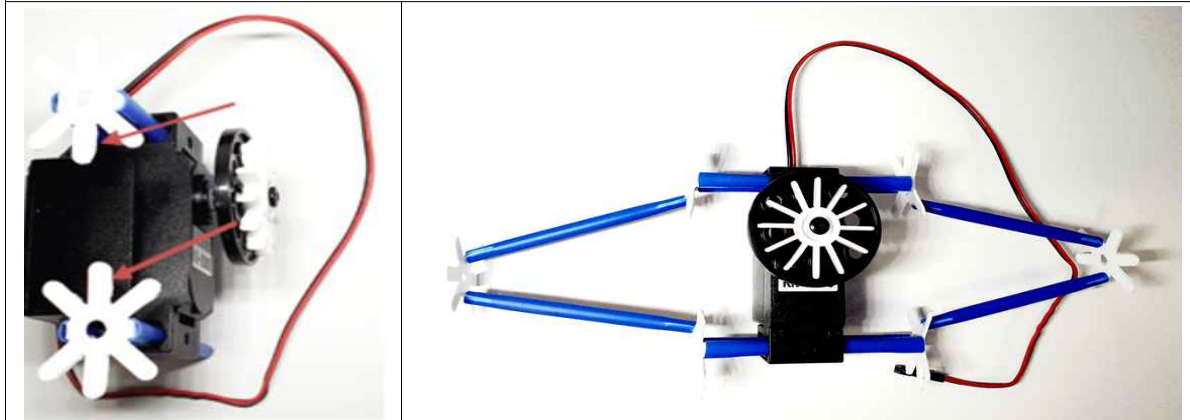
<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2446668&cid=51638&categoryId=51638>

6) 4D 프레임 바이킹 조립도

▷ 4D 프레임으로 DC모터 메인 틀 조립하기

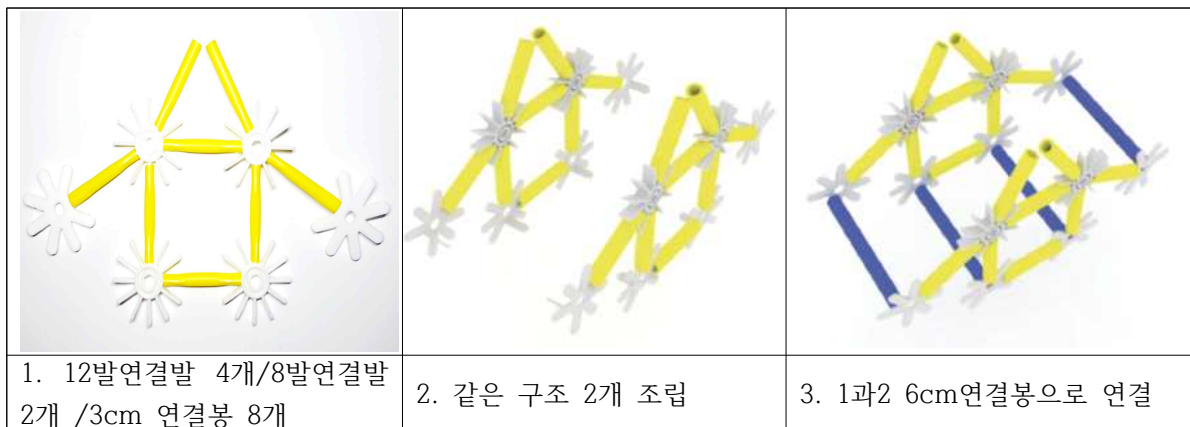


1. DC모터의 위쪽 홈에 6cm연결봉 2개를 끼워 넣고 양끝을 모아 8발연결발 가운데 양옆발로 2개의 6cm연결봉을 서로 연결한다. (DC모터 아래쪽 홈도 동일하게 한다)



2. 8발연결발 위아래 발을 90도로 꺾어 6cm연결봉 2개를 꽂고 양끝을 모아 8발연결발 양옆발로 서로 연결한다. (같은 형태로 2개를 조립한다)

▷ 바이킹 조립하기



1. 12발연결발 4개/8발연결발 2개 /3cm 연결봉 8개

2. 같은 구조 2개 조립

3. 1과2 6cm연결봉으로 연결

▷미니 볼 만들기

		
1. 8발연결발 3cm연결봉 4개	2. 8발연결발/3cm연결봉4개	3. 1과2 합체

▷ 바이킹 구조물 조립하기

		
1. 5cm연결봉, 6cm연결봉, 10cm연결봉 12발연결발로 DC모터와 연결하는 양쪽기둥을 조립하고 10cm연결봉으로 합체하여 바이킹구조물을 조립한다.	2. DC모터 앞면의 12발연결발에 바이킹을 꽂아 완성한다.	



내가 만드는 놀이동산 - 바이킹 -

놀이동산에 숨어있는 과학 원리를 알고 4D프레임으로 바이킹을 조립하고 블루투스 앱과 연동하여 회전운동을 할 수 있다

▣ 내가 만드는 놀이동산의 놀이기구에 숨은 과학 원리를 찾아주세요



●

● 작용 반작용의 법칙



●

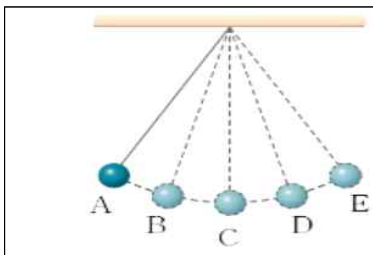
● 진자운동



●

● 위치에너지 운동에너지

▣ 진자운동에서 진자의 속도가 가장 빠른 위치는 어느 곳인지 찾아주세요



① A

② B

③ C

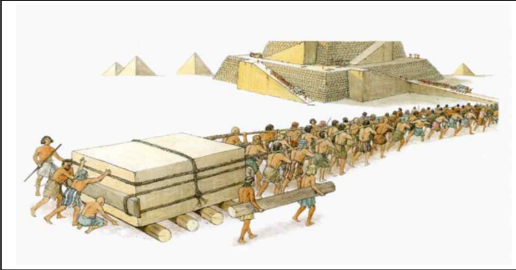
④ D

⑤ E

▣ 4D 프레임의 색깔을 활용하여 바이킹을 멋지게 설계하여 보세요.

□ 차시별 교수학습 과정안(2/3)

차시명	4D프레임 나만의 RC카		
학습목표	바퀴의 발달과정에 대해서 알고 체계적인 RC카 제작 설계 능력과 창의적 문제 해결력을 향상 시킬 수 있다.		
관련교육과정	초등 6학년 편리한 도구 / 실과 생활과 소프트웨어 중등 3학년 에너지와 수송기술		
대상	초등 4~6학년	소요시간	60분
분야	수리과학, IT, SW		
준비물	교사용	미니 RC카 4D 프레임키트	
	학생용	미니 RC카 4D 프레임키트	

단계	시간	교수-학생 활동
도입	5	○ 4D 프레임으로 만드는 RC카의 바퀴 알아보기  • ‘바퀴의 모양은 자동차에 어떤 영향을 미치는 것일까?’ 교사가 질문하여 1~2명의 학생이 발표하도록 한다. • 4D프레임으로 만드는 나만의 RC카에는 어떤 기능이 첨가하고 싶은지 이야기 하여 본다.
전개	50	○ 고대 문명에서 바퀴의 기원 • 고대 메소포타미아 문명의 인류 최초의 바퀴는 도자기를 만드는 물레에서 처음 쓰였다고 한다. 바퀴의 기원은 정확히 알 수는 없으나 이집트 피라미드 건축에 쓰이는 커다란 돌판 운반에 통나무를 굴림대로 사용한 것이 무거운 짐을 운반하려는 목적으로 바퀴의 사용이 시작되었다고 한다. • 짐을 옮길 때 썰매와 굴림대를 결합한 형태로 쓰다가 뒤쪽 굴림대를 다시 앞으로 매번 옮겨 받쳐줘야 하는 불편함 때문에 굴림대에 구멍을 뚫어 축을 끼운 다음 양쪽 통나무 굴대 축에 나무원판을 붙여 굴대가 돌아가는 방식의 오늘 날의 바퀴 형태가 탄생한 것이다.   이집트 피라미드 건축의 통나무굴림대 고대의 최초의 바퀴달린 황소장난감

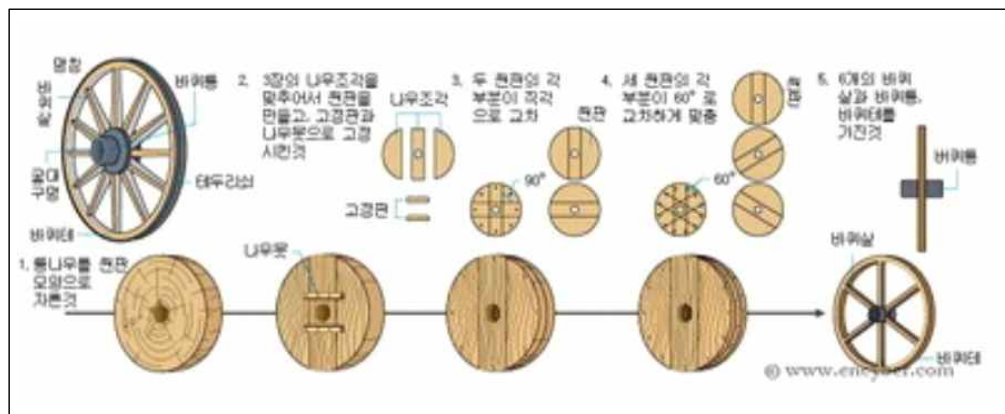
- 통나무를 잘라 만든 원판 형태의 바퀴는 나무가 쪼개지는 성질 때문에 가로로 자른 원판은 압력을 견딜 수 없었다. 이후 나무바퀴는 세 조각의 두꺼운 판자를 맞추어 연결대에 못을 박아 만든 형태로 진화했다.
- 메소포타미아 수메르족은 물건을 운반하기 위한 이륜 수레 이외에도 신분이 높은 사람들이 탈 수 있는 4륜 수레도 만들었다. 이 수레들을 더욱 수월하게 끌기 위해 가축을 이용했으며 이 시대의 벽화에 의하면 주로 소가 수레를 끈 것으로 볼 수 있다.
- 짐을 나르는 수레바퀴의 통나무 원판형 바퀴가 잘 깨지는 불편함을 고심하다가 바퀴살을 고안하게 되었다고 한다. 이웃 나라와의 영토전쟁이 심화되는 시대에 접어들면서 전투용수레 사용증가로 많은 무게를 견디고 더 빠른 속력을 크게 낼 수있도록 바퀴살이 있는 바퀴를 만들게 되었다.



당나귀가 끄는 통나무모양의 수레바퀴



고대 전투용 수레의 바퀴살 모양



[출처] 사이언스 올 /고대 문명기 바퀴의 탄생, 오늘날 자동차 문명을 가능케 하다
http://www.scienceall.com/search/?input_keyword=%EB%B0%94%ED%80%B4%EC%9D%98+%ED%83%84%EC%83%9D

○ 바퀴의 발명

- 통판형 나무바퀴에서 무게를 줄이기 위한 바퀴살 바퀴를 고안하고 안전성을 고려하여 굴대에 바퀴를 꽂는 방법으로 진화한 바퀴는 내구성이 좋은 재질을 찾아 연구 끝에 금속재질의 쇠바퀴를 쓰기에 이르렀고 또한 충격 완화를 위해 쇠바퀴에 가죽을 덧대어 쓰는 단계까지 발달하게 되었다.
- 1845년 스코틀랜드 공학자 윌리엄 톰슨이 고무튜브를 개발 했으나 경제성이 적어 실용화하지 못하고 1888년 던롭이라는 수의사가 아들의 자

전거 바퀴를 만들어주기 위해 자전거용 공기타이어를 발명하였는데 자동차 수요가 많아지는 시대와 맞아떨어져 성공적으로 대량생산에 이르게 되었다.



[출처] 바퀴의 발명 <https://www.youtube.com/watch?v=AiYhrhbAtXc>

○ 굴러가는 바퀴의 과학적 원리는 무엇인가?

- 어떠한 물건을 이동시킬 때에 밀기보다는 굴리게 되면 미끄럼마찰을 구름마찰로 변화시켜서 물체가 이동할 때의 저항이 감소하게 되기 때문에 바퀴를 사용하면 작은 힘으로도 무거운 물건을 움직일 수 있는 것이다.



[출처] [이지사이언스] 바퀴의 모든 것, 비행기와 배가 뜨는 과학
<https://www.youtube.com/watch?v=vuXpGqBmoXE&t=448s>

○ 바퀴의 과학

- ▷ 바퀴를 축에 붙이는 이유는 무엇일까?

바퀴는 축에 붙여야 안전하고 바퀴의 크기가 너무 작으면 안전성이 줄어들어 넘어지기 쉽다.



바퀴의 안전성은 차축과의 결합이다.



차축과의 결합으로 바퀴의 무게중심은 가만히 있고 바퀴만 회전할 수 있는 것이다



둥근 통나무 바퀴의 수명을 고려해서 옮기는 짐의 무게를 줄이기 위해 굴대(축)를 발명하고 바퀴살을 고안했다.

[출처] 내셔널 지오그래픽 바퀴의 과학

<https://www.youtube.com/watch?v=rUle4Bln924>

[활동1]

○ 4D 프레임으로 RC카 몸체 조립하기

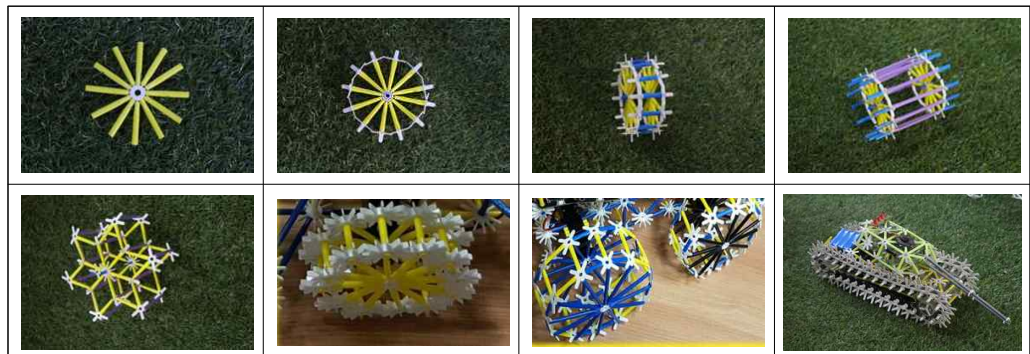
< 4D 프레임 부품 이름 알기>

• 4D 연결봉과 연결발의 종류

2cm 연결봉	
3cm 연결봉	
5cm 연결봉	
6cm 연결봉	
10cm 연결봉	

				
4발 연결발	8발 연결발	12발 연결발	물음표고리연결발	U자발연결발

• 4D 프레임 바퀴의 종류 (예시)



▷ 특별한 바퀴 - 탱크의 바퀴 - 캐터필러 방식

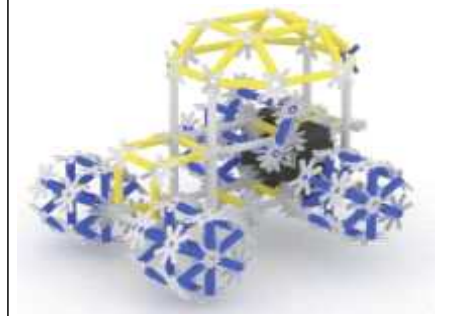
• 탱크에 붙어 있는 여러 개의 바퀴를 캐터필러가 감싸고 돌아가는 형식으로 험난한 지형에도 구애받지 않고 굴러갈 수 있는 형태의 바퀴이다.

[출처] <https://blog.naver.com/zestybox/220033175658>

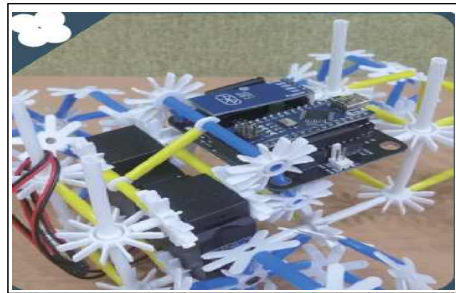


[활동2]

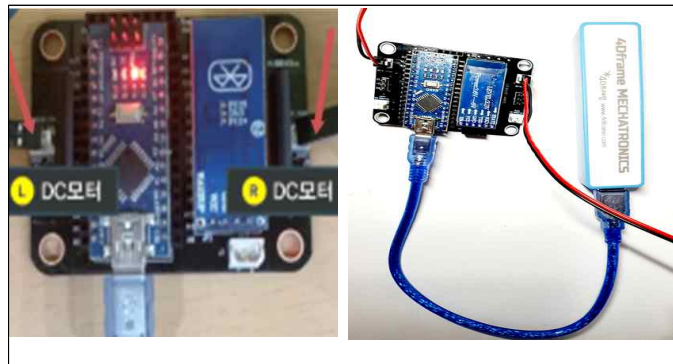
- RC카 프레임 조립하기 - [참고자료] RC카 조립도 참조
- RC카 본체와 바퀴를 조립도를 보고 조립한다.



- RC카 본체에 메인보드 고정하기 (2cm 프레임을 사용한다.)



- DC모터 커넥터와 메인보드 연결하기 / 배터리 연결하기
(※ 커넥터의 매끄러운 부분이 바깥쪽을 향하도록 주의한다.)



[활동3]

- 블루투스 앱 연동하기
- 블루투스란 무엇인가?

휴대폰, 노트북, 이어폰, 헤드폰 등 휴대기기를 대략 10m 안팎의 거리에서 무선으로 서로 연결해서 사용하는 근거리무선통신기술 표준을 말한다.

- ▷ 블루투스 연결하기

- 4D프레임 앱을 다운받는다.



- 안드로이드 폰: 구글플레이에서 '4dframe' 다운받는다.
- 아이폰 : 앱 스토어에서 ' 4dframe' 검색 후 설치한다.
- ① 휴대폰의 블루투스 기능 활성화 시킨다.



- ② 어플리케이션 실행한다.



- ③ 블루투스 번호를 선택한다.

- 메인보드의 상판에 적혀있는 블루투스 고유번호



- ④ 연결확인 - 블루투스 칩 아래 LED 깜빡임이 멈춘다.

- 어플리케이션 왼쪽 상단에 Disconnect 글씨 녹색을 확인한다.



[활동4]

○ 장애물 피하기 게임

- 여러 개의 장애물이 있는 트랙에서 장애물을 피해 목표지점까지 도달하는 게임으로 도착까지 걸린 시간을 스코어보드에 기록한다.
- 장애물에는 부딪히거나 넘어뜨린 장애물 개수(×5)를 기록하여 최종시간에 합산한다.

▷ 장애물 피하기 게임 스코어보드

이름	횟수 시간 걸린 시간	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차
	장애물								
	최종 시간								

※ 게임 규칙 : 장애물을 건드리거나 넘어뜨리면 최종 시간에 5초를 더한다.

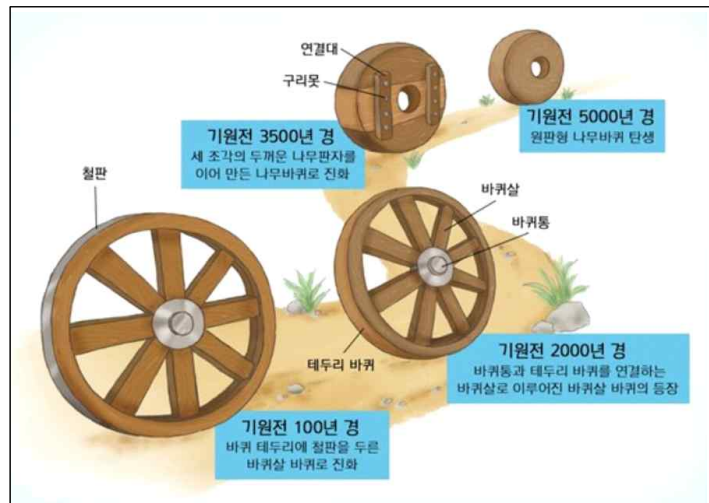
정리

5

- 내가 만드는 RC카에 추가하고 싶은 기능에는 어떤 것이 있는지 알아본다.
- 장애물 피하기 게임 후 고득점 획득을 위한 RC카의 개선점을 알아본다.
- 활동에 사용한 4D프레임 교구를 정리한다.

[참고자료]

1) 바퀴의 탄생과 진화



< 그림출처 바퀴의 탄생과 진화과정 /한국 창의재단/작가 김화연 >

[출처] 사이언스 올 - 바퀴의 탄생

http://www.scienceall.com/search/?input_keyword=%EB%B0%94%ED%80%B4%EC%9D%98+%ED%83%84%EC%83%9D

[출처] 인류를 바꾼 최고의 발명품!? 바퀴와 최초의 타이어

https://www.youtube.com/watch?v=_qcwqLGQDCE

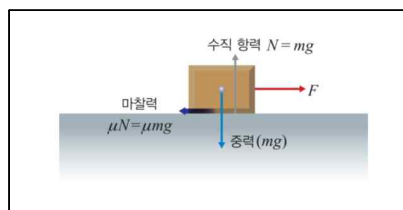
[출처] 바퀴의발명 <https://www.youtube.com/watch?v=AiYhrhbAtXc>

[출처] 네이버 지식백과 바퀴의 발명 / 역사 속 바퀴의 흔적을 찾아라!

2) 마찰력

▷ 운동마찰력

- 물체가 접촉하고 있는 면에서 서로 움직이고 있을 때의 마찰력을 말한다. 미끄럼 마찰력이라고도 하며 이 운동 마찰력은 접촉면에 수직항력에 비례한다.



▷ 정지 마찰력

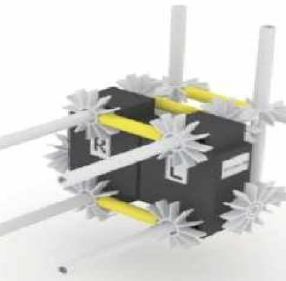
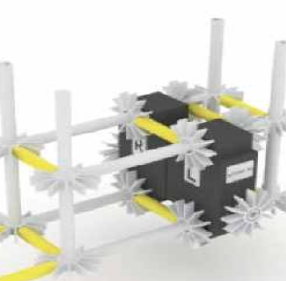
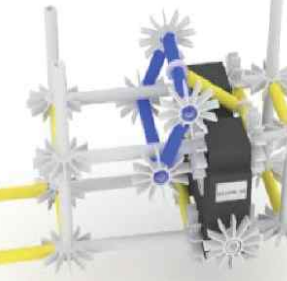
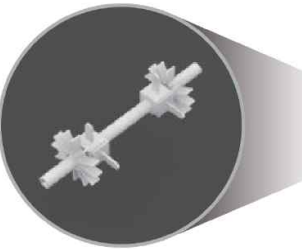
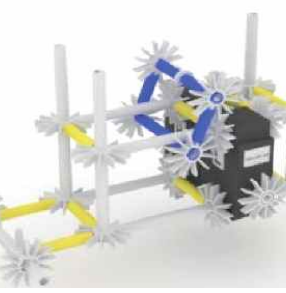
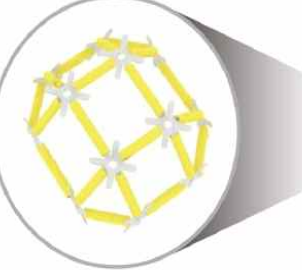
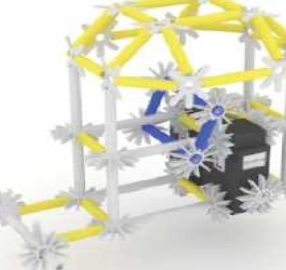
- 움직이지 않는 두 물체사이에 작용하는 마찰력으로 두 접촉면에서 물체의 움직임이 일어나 운동 마찰력이 커지면 물체가 움직이게 되는 것이다.

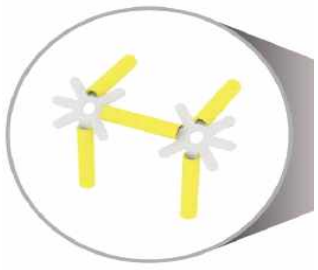
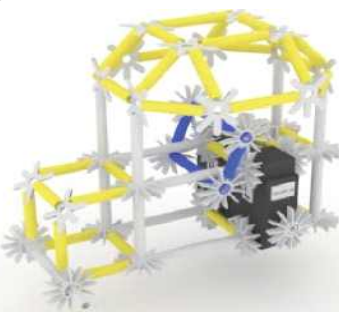
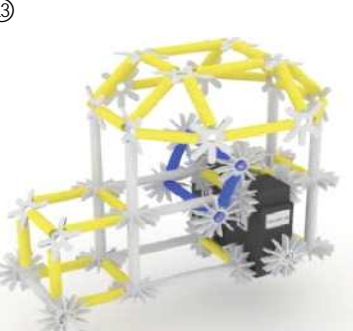
▷ 구름 마찰력

- 타이어가 앞으로 나갈 때 타이어의 앞이 약간 찌그러지게 되면서 반대 방향으로 힘이 약간 작용하게 되는데 이것이 구름 마찰력의 원인이 되는 것이다. 접촉면의 변형으로 바퀴의 진행 방향과 반대 방향으로 작용하는 힘이다. 계속적으로 바퀴가 앞으로 이동해 나가려 할 때는 이 구름 마찰력으로 인해 적은 힘으로 큰 운동을 할 수가 있게 되는 것이다.

[출처 5]네이버 지식백과 마찰력 [Frictional force, Friction] (물리학백과)

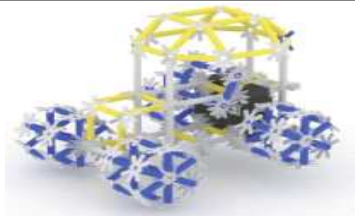
○ 4D 프레임 RC카 조립도

① 	② 	③ 
×2 3cm연결봉 ×6 10cm연결봉 ×4 12발연결발	×2 12발연결발 ×1 3cm연결봉	×1 ㉞DC모터 ×1 ㉟DC모터
④ 	⑤ 	⑥ 
×2 3cm연결봉 ×4 12발연결발	×4 12발연결발 ×4 3cm연결봉 ×2 10cm연결봉	×2 6cm연결봉 ×4 12발연결발 ×1 3cm연결봉 ×2 물음표고리 ×2 2cm연결봉
⑦ 	⑧ 	×2 12발연결발 ×4 U자연결발 ×1 10cm연결봉
⑨ 	⑩ 	×12 8발연결발 ×20 3cm연결봉

 ⑪	 ⑫	×2 8발연결발 ×5 3cm연결봉
 ⑬	 ⑭ × 2 12발연결발 ×24 8발연결발 ×36 2cm연결봉	 ⑮

▷ 4D 프레임으로 장애물 만들기

		×4 4cm연결봉 ×4 10m연결봉 ×6 4cm연결발
---	---	--



4D프레임 나만의 RC카

바퀴의 발달과정에 대해서 알고 체계적인 RC카 설계 제작 능력과 창의적 문제해결력을 향상 시킬 수 있다.

■ 고대 이집트 피라미드 건축에서 인류 최초로 사용했던 바퀴의 발달 과정을 그림으로 나타내어 보세요.

■ 친구들과 어느 곳에서든지 스마트폰으로 '장애물 피하기 게임'을 할 수 있도록 도와주는 IT 기술입니다. '근거리무선통신기술'이란 뜻의 나는 누구일까요?
맞는 이름을 보기에서 골라보세요

- ① 앱 ② 블루투스 ③ 블루 칩 ④ 커넥터 ⑤ 메인 보드

■ 나만의 '4D프레임 RC카'의 외형을 내가 원하는 새로운 특수기능을 추가하여 창의적으로 개성있게 디자인 해보세요.

□ 차시별 교수학습 과정안(3/3)

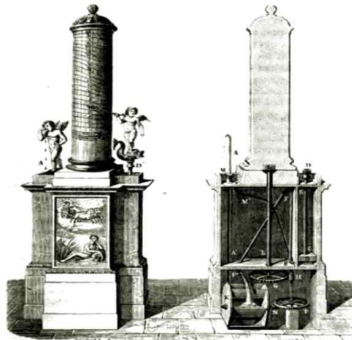
차시명	4D프레임으로 만드는 오토마타 - 목마 -		
학습목표	움직이는 인형 오토마타에 대해서 알아보고 기계적 장치의 요소를 응용하여 4D 프레임으로 목마를 조립하고 목마의 움직임을 관찰한다.		
관련교육과정	초등 3,4학년 무게 수평잡기 / 초등 6학년 편리한 도구 중등 2학년 기계의 요소		
대상	초등 1~3학년	소요시간	60분
분야	과학 기술 공예		
준비물	교사용	4D 프레임키트	
	학생용	4D 프레임키트	

단계	시간	교수-학생 활동
도입	5	○ 움직이는 인형 오토마타는 어떻게 움직이는 것일까?  <사진출처 부천 오토마타특별전 김동현 작가의 LOVE> • 어릴 때 가지고 놀던 ‘움직이는 장난감’ 중에서 가장 좋아하는 장난감은 어떤 것인지 또 좋아하는 이유는 무엇인지를 발표하고 그 장난감은 어떻게 움직이는지에 대한 나의 생각을 이야기해보도록 한다. • 여러 모양의 오토마타들의 움직이는 동작을 상상하게 하여 흥미를 유발한다. ▷ 오토마타는 어떠한 동작으로 움직일까 상상해보고 이야기 해보세요. 예시) 스키를 타요 / 빙글빙글 돌아가요 / 날개를 퍼덕여요   [출처] https://www.youtube.com/watch?v=ukH0BxmmZ3s&t=11s ▷ 오토마타를 움직이게 하는 기계장치 기어(gear), 크랭크(crank), 캠(cam)과 같이 힘을 전달하고 변환하는 단순한 기계공학적 원리를 알아보고 4D프레임으로 목마를 만들어 보기로 한다.

○ 오토마타의 기원

‘스스로 움직이는 인형’이라는 뜻의 오토마타는 기원 전 그리스 과학자 크테시비우스와 헤론이 발명한 수력 오르간과 같은 기계장치들에서 기원을 찾아볼 수 있다. 고대 이집트의 모래시계나 물시계도 해당되며 그리스 알렉산드리아 수학자였던 헤론이 저술한 세계 최초의 로봇에 관한 책 ‘오토마타’의 제목이 어원이 되었다.

▷ 고대 그리스의 오토마타 - 크테시비우스의 클랩시드라



<사진출처 사이언스 타임즈 >

자동인형이 달린 최초의 물시계는 BC 250년 경 크테시비우스에 의해 만들어진 ‘클랩시드라(Clepsydra)’로 이것은 톱니바퀴와 펌프가 장치된 물시계로 인형이 움직이면서 원통에 새겨진 눈금을 가리켜 시간을 알려주는 자동인형 물시계이다.

▷ 동양의 최초의 오토마타 - 중국의 지남차 指南車

중국 고대 소설에 나오는 지남차는 동양 최초의 오토마타로 볼 수 있다. 어디서든 방향이 바뀌어도 남쪽을 가리키는 인형이 수레를 타고 있는 모양으로 나침반과 같은 장치이나 자석이 아닌 나무를 깎아서 만든 정교한 톱니바퀴의 기계적인방식의 오토마타로 기록되고 있다. 고대 중국 주나라시대 고안된 것으로 기록이 전해지는데 일본 박람회에서 대형설치물로 제작 전시할 만큼 세계적인 고대 발명품으로 인정받고 있고 있다.



지남차 복원물 © public domain

<사진출처 사이언스 타임즈>

▷ 우리나라 최초의 오토마타 - 장영실의 물시계 자격루 [참고자료] 참조



<사진출처 사이언스 올>

조선시대 세종대왕 때 장영실이 만든 자격루는 톱니바퀴가 아닌 지렛대의 원리를 이용한 물시계이다. 위에서 물이 흘러 아래에 항아리를 채우면 물이 차오르면서 부력에 의한 지렛대의 원리로 구슬이 이동하면서 나무인형의 팔을 움직여 종과 북, 징이 각각 울리게 되어 시간을 알려주는 우리나라 최초의 오토마타이다.

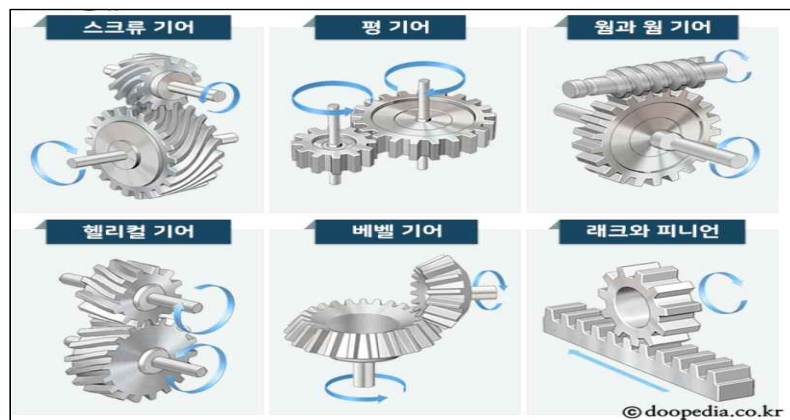
[활동1] 오토마타를 움직이게 하는 기계공학적 원리알기

○ 기어(gear)

- 기어(gear)는 톱니바퀴라는 의미로 두 개나 그 이상의 축 사이에 원판 모양의 회전체에 간은 간격의 돌기를 만들어 회전체끼리 서로 맞물려 돌아가면서 두 축 사이의 회전이나 동력을 전달하는 기계적인 요소를 말한다.
- 두 개의 톱니(같은 간격의 돌기)를 만들어 주어서 서로 맞물려 돌아가기 때문에 미끄러지지 않아 에너지의 손실 없이 동력을 정확한 속도비로 전달할 수 있고 톱니수를 조절하면 돌아가는 회전속도를 바꿀 수 있다.

▷ 기어의 종류

- 톱니가 축에 서로 평행하고 평행한 두 축 사이의 회전력을 전달하는 평 기어는 맞물린 평 기어의 하나가 지름이 아주 큰 기어를 래크, 지름이 작은 기어를 피니언이라고 한다.
- 톱니가 곡선으로 된 원통 기어인 헬리컬 기어는 이의 물림이 원활하고 진동과 소음이 적다.
- 서로 교차하지 않은 직각방향의 운동 전달에 사용되는 웜과 웜기어는 속도비가 매우 크기 때문에 감속장치로 많이 쓰인다.

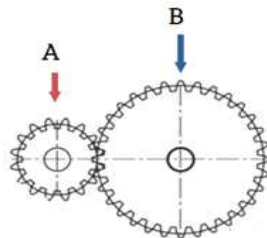


[출처] 사이언스 올 과학백과사전 /두산백과 doopedia

[교사tip]

▷ 기어의 속도비

- 맞물린 두 기어 사이의 속도비는 톱니의 수에 반비례한다.



- 큰 기어 B의 바퀴 수는 20개이고 작은 기어 A는 바퀴 수가 10개 일 때 큰 기어B를 중심으로 1바퀴 돌릴 때 작은 기어A는 2바퀴 돌게 되어 속도가 빠르게 되지만 힘은 줄어들고 작은 기어를 중심으로 돌리면 속도는 느리지만 얻는 힘은 커지게 된다.

▷ 기어 (톱니바퀴)의 모양에는 원형만 있을까?

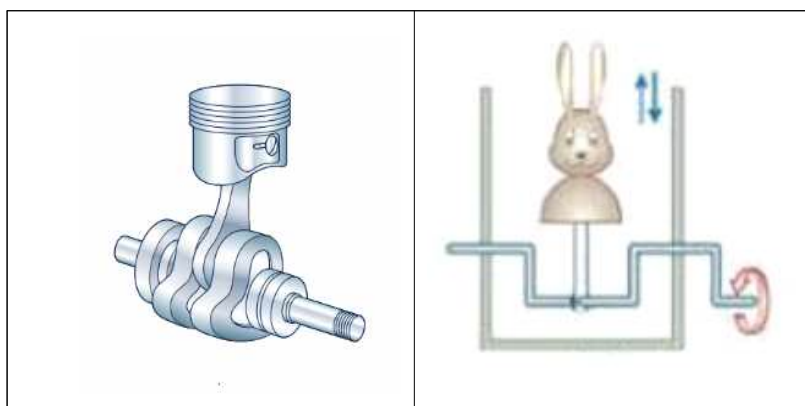
- 바퀴의 모양에는 대부분이 원형이지만 다양한 모양의 톱니바퀴도 만들 수 있다. 오토마타에서 많이 쓰이는 기어는 다양한 형태의 발달과 작동하는 메카니즘의 변화로 기어를 제작하는 창의적인 기술이 예술과 융합하여 하나의 예술 장르를 만들어 내고 있다. 점점 매니아층이 늘어나는 추세로 각종 대회와 전시회가 성행하고 있다.



[출처] <https://www.youtube.com/watch?v=WYcqJ5HdxA4>

○ 크랭크 (crank)

- 왕복 운동을 회전 운동으로, 반대로 회전 운동을 왕복 운동으로 변화시켜 주는 기계이다. 자전거처럼 사람의 다리가 상하로 왕복 운동을 하면 자전거의 페달이 크랭크에 의해 회전 운동으로 바뀌는 형태의 장치로 크랭크축은 일반적인 엔진에서 혼합기의 폭발에 의하여 얻어지는 왕복 운동을 회전 운동으로 바꾸는 축이다.
- 크랭크는 크랭크축, 크랭크 암, 크랭크 핀으로 이루어져있고 피스톤의 왕복 운동은 연접봉으로 크랭크에 전해진다. 크랭크 핀은 크랭크 암의 길이를 반지름으로 하는 원운동을 해서 크랭크축을 회전시킨다.



[출처] zum학습백과 <http://study.zum.com/book/12098>

[출처] <https://www.google.com/search?q=%EC%9C%A4>

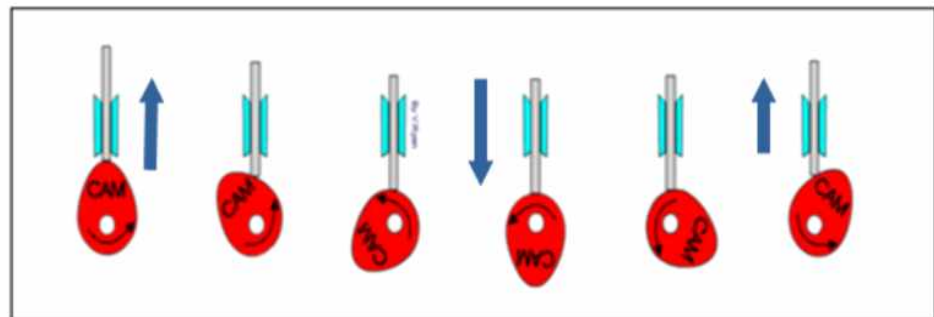
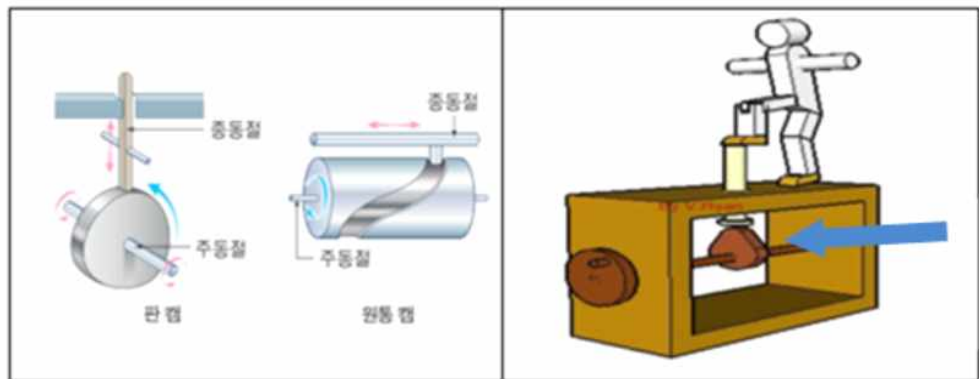
○ 캠 (cam)

- 캠은 특정한 모양이나 홈이 있는 것으로 회전운동을 왕복운동이나 요동 운동으로 변환하여 전달하는 기계요소로 오토마타에서 인형을 움직이게 하는데 가장 많이 쓰는 장치로 캠이 회전하면 여기에 접촉된 종동절이

캠의 바깥 둘레나 홈을 따라 이동하면서 왕복 운동을 하며 규칙적으로 반복되는 운동이 필요한 곳에 사용된다.

▷ 오토마타에서 캠의 역할

- 오토마타 상자에 붙어 있는 핸들을 돌리면 캠이 돌아가게 되고 캠의 끝 뾰족한 부분이 다리 연결된 나무 조각에 닿으면 상자 위의 인형의 다리가 올라가게 되어 인형이 허리를 펴고 캠이 다시 돌아 둥근 부분이 위로 올라가서 나무 조각과 거리가 생기면 다리가 내려가고 인형 몸통이 앞으로 고개를 숙이게 되는 형태로 오르락내리락 상하운동을 하면서 인형의 몸통이 앞뒤로 움직임을 반복하게 되는 것이다.



[출처] <http://www.technologystudent.com/cams/cam1.htm>

[활동2] 4D프레임으로 목마 만들기

○ 4D 프레임으로 오토마타 -목마- 만들기

▷ 4D 연결봉과 연결발의 종류와 부품 이름 알기

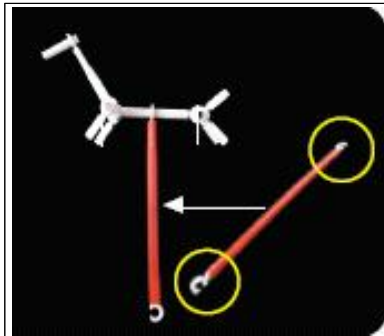
2cm 연결봉	
3cm 연결봉	
5cm 연결봉	
6cm 연결봉	
10cm 연결봉	

4발 연결발	8발 연결발	12발 연결발	물음표고리연결발	U자발연결발

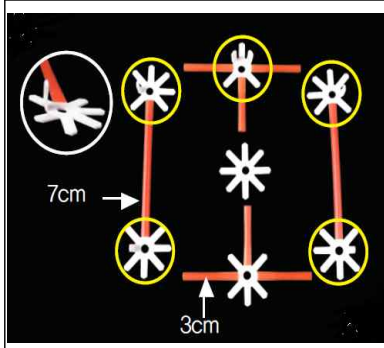
▷ 오토마타 목마 만들기



- ×10 물음표 고리
- × 5 3cm연결봉으로 목마 조립



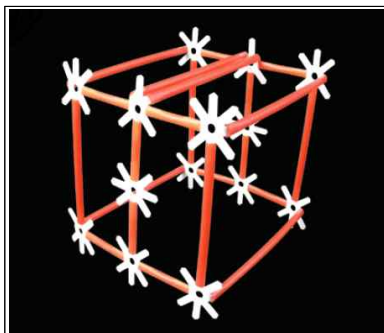
- × 1 10cm연결봉
 - × 2 물음 표고리
- 10cm연결봉 양 끝에
물음표 고리를 90방향으로
끼우고 말의 허리 부분에 연결



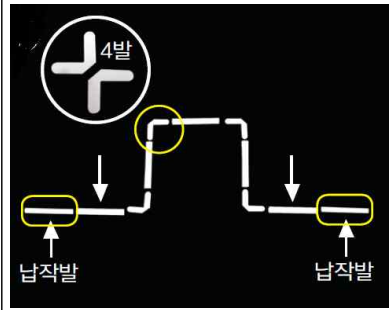
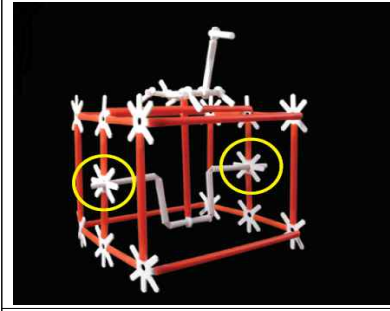
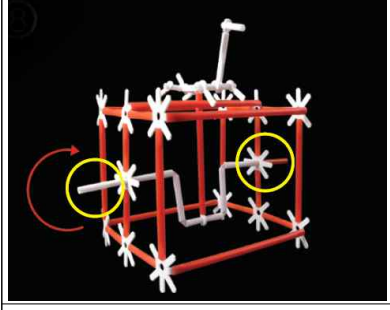
- ×6 3cm연결봉 / ×7 8발 연결발
- ×2 7cm연결봉 (길이에 맞게 잘라서 사용한다)



- 4모퉁이에 연결된 8발연결발 90도 각도로 꺾는다.
- ※ 중앙라인에 8발연결발 끼울 때 4D 프레임 로고가 바깥쪽으로 나오게 끼운다.



- ×10 7cm연결봉
- 7cm연결봉을 8발연결발 위아래 수직으로
끼워서 오토마타 기본 틀을 완성한다.

		 × 5 3cm 연결봉 / × 2 4발연결발 • 4발을 가위로 대각선으로 자른다. • 3cm연결봉을 ㄷ 형태로 끼운다. • 화살표 부위에 납작발을 끼운다.   • 완성된 오토마타 틀 중앙라인 8발 연결발 중앙 홈에 오토마타 손잡이를 끼워 넣는다. ※ 연결봉을 끼울 때 연결발 중앙 홈에 4D 프레임 로고가 없는 쪽에서 납작발을 넣어야 쉽게 끼워진다.  • 중앙 홈을 통과하고 나온 3cm 납작발 끝에 3cm 연결봉을 끼워서 손잡이를 완성한다.  • 오토마타 기본틀 밖의 손잡이를 돌려서 목마와 연결 된 부분 ㄷ모양이 아래로 떨어지면 목마도 아래로 내려오고 손잡이를 돌려서 위로 올라가면 목마도 같이 위로 올라가게 되는 것이다. • 손잡이를 계속 회전시키면 목마는 혼자서 오르락 내리락하는 것이 말이 달리는 모습으로 보이게 되는 것이다. ▷ 4D 프레임으로 완성한 목마 손잡이를 돌려서 목마의 움직임을 관찰하면서 기계적인 요소에 해당하는 부분을 찾아 각각 그 명칭과 역할을 확인한다. ▷ 오토마타 목마 버전 2를 조립해본다.
정리	5	○ 움직이는 자동인형 오토마타의 유래에 대해서 정리한다. ○ 오토마타의 기계공학적 원리에 대해서 정리한다. ○ 사용한 4D프레임을 박스에 잘 정리한다.

[참고자료]

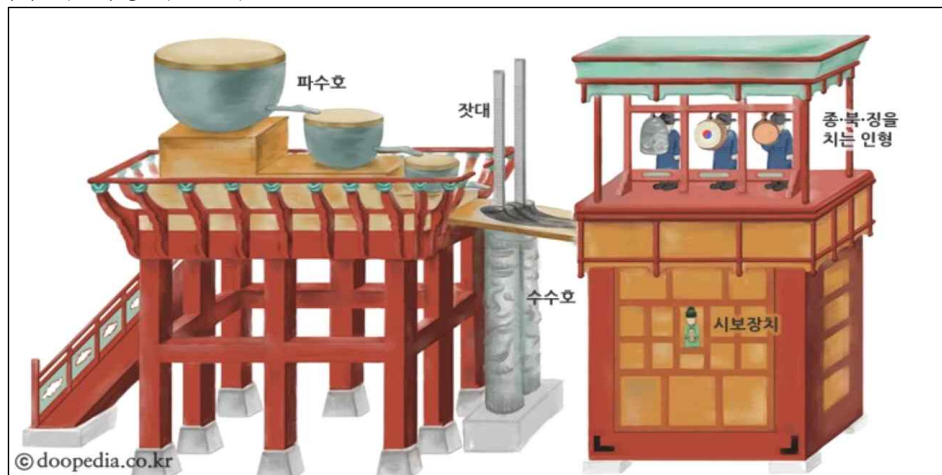
1) 우리나라 최초의 오토마타 - 장영실의 자동시보 물시계 자격루

- 1434년 세종 15년 장영실은 최고의 걸작품 자격루를 완성하였다. 이는 중국의 물시계기술과 이슬람의 물시계 기술을 종합한 당대 최고의 작품으로 장영실이 만든 자격루는 단종 때 제작된 지 21년 만에 고장이 났으나 고칠 수 있는 사람이 없어서 버려진 채로 방치되다가 1536년 중종31년에 다시 만들어진 것이다.
- 현재 덕수궁에 국보로 지정되어 전시되고 있는 보루각 자격루는 자동시보장치는 사라지고 물시계부분만 남아있는 것이고 실록에만 남아 전해오는 흠경각 자격루는 불에 타서 없어져 버려서 전해오는 것이 전혀 없다.
- 2007년 11월 건국대 남문현 명예교수는 연구부터 복원 완료까지 23년이 걸려 자격루를 복원 완성하면서 조선시대에 장영실의 업적인 자격루뿐만 아니라 양부일구 등을 만들어낸 장영실의 기술력은 세계 최고 수준이었다고 극찬을 했다.
- 1990년 남문현 교수가 국제중국과학사학회에서 ‘장영실의 자격루’란 논문을 발표하였을 때 세계의 석학들에게서도 장영실은 15세기를 대표하는 기술자라고 평가를 받았다.



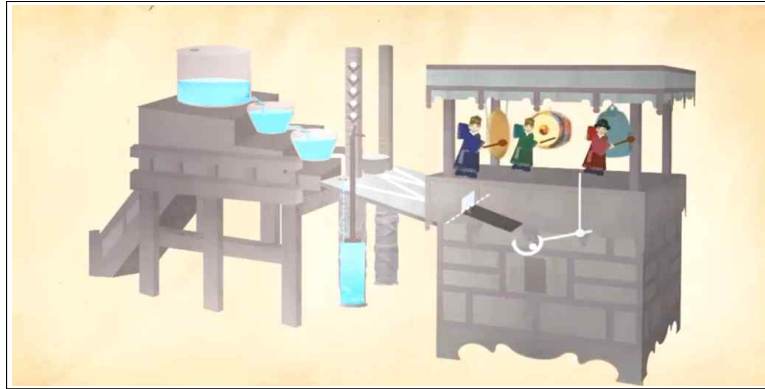
[출처]사이언스타임즈-15C 동아시아 최고 기계기술자 장영실 / 자격루, 세계 최고의 혁신제품

▷ 보루각 자격루의 작동의 원리



<사진출처 두산백과 doopedia>

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1137243&cid=40942&categoryId=32354>



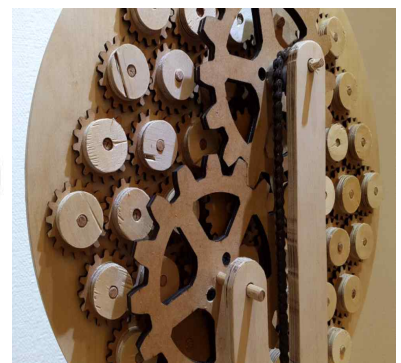
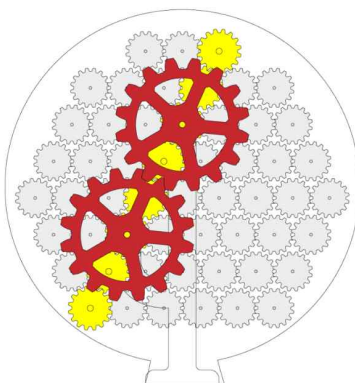
[출처]동영상자료 조선의 혁신적인 물시계, 자격루 / YTN 사이언스

- 자격루의 작동원리는 파수호에서 차례로 물이 흘러 수수호로 떨어지면서 살대가 떠오르고 부력이 지렛대와 쇠구슬에 전달되어 쇠구슬이 떨어지면 시간을 알리는 동판 한쪽을 치면서 3개의 나무인형이 종을 쳐서 ‘시’를 알리고 다른 하나는 북을 쳐서 ‘경’을 알리고 마지막으로 징을 쳐서 ‘점’을 알리는 것이다.
- 하루를 12지신 12시로 나누고 1시간을 정. 초 30분씩 나누어 오늘 날과 같은 24시로 나누고 일몰부터 일출까지를 5경으로 나누었다. 1경을 5점으로 나누어 5경은 25점으로 즉 하루를 12시 5경 25점으로 나눈 것이다.
- 나무인형 둘레에 12지신을 만들어 12시를 담당하게 한 것으로 자격루는 종·북·징의 소리와 12신의 동작을 통해 각각 시각을 알 수 있다.

[출처]네이버 지식백과 자격루-놀라운 물시계 (과학문화재, 한국문화재단, 남문현)

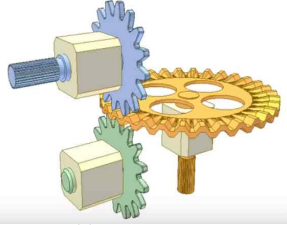
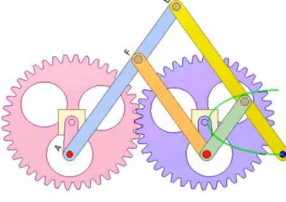
2) 기어를 이용한 예술작품

- 65개의 벚꽃모양의 기어를 이용하여 모든 기어가 연결되도록 설계한 ‘테마공원에 벚꽃이 내리면’이라는 작품으로 한국과학창의재단의 후원으로 제작하였다고 한다.
- 65개의 기어가 동시에 연달아 돌아가면서 꽃이 피어나듯 움직여 보이는 오토마타의 걸작이다

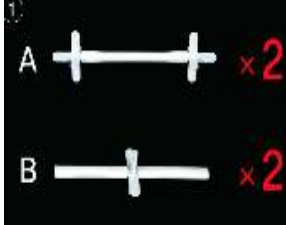
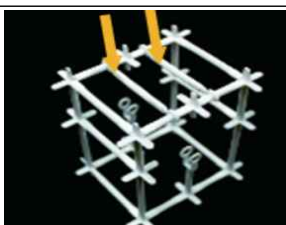
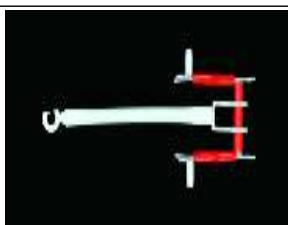


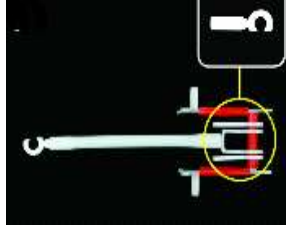
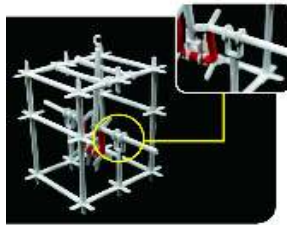
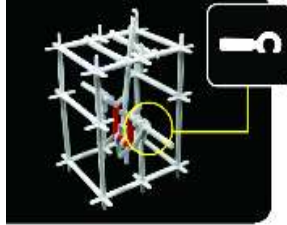
[출처]<https://bongseo.com/71?category=665806>

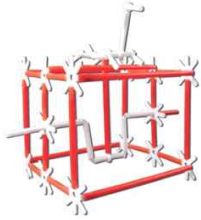
3) 움직이는 오토마타의 동영상 자료

 https://www.youtube.com/watch?v=Rb37-daSLQ4&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk	 https://www.youtube.com/watch?v=9v4laaQrvQI&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=22	 https://www.youtube.com/watch?v=vguMICyYrnY&t=6s
--	--	--

4) 4D 프레임 오토마타 목마 조립도 - 버전 2

 ×2 5cm연결봉 ×4 3cm연결봉 ×6 4발 연결발	 4개의 프레임을 □ 형태로 연결한다.	 ×4 3cm연결봉 ×2 U자 연결발	 □ 형태를 중앙에 U자 연결발 수직으로 연결한다.
 ×6 5cm연결봉 ×4 4발 연결발	 ×4 3cm연결봉 준비한 프레임에 3cm연결봉을 끼운다.	 두 프레임을 합체한다.	 5cm연결봉을 4cm로 잘라서 물음표 고리를 끼운다.
 물음표고리를 이용해서 연결한다.	 2cm 연결봉 양 끝에 3발연결발 연결한다.	 2cm 연결봉을 끼운다.	 7cm로 자른 연결봉에 연결한다.

			
물음표 고리를 끼운다.	5cm연결봉을 끼워 크랭크를 완성한다.	메인 틀 중앙라인 홈에 끼워 넣는다.	크랭크 축 양 끝에 물음표 고리를 끼운다.
			
2cm 연결봉을 8발연결 발에 연결한다.	오토마타 메인 틀의 크랭크에 끼운다.	2cm연결봉에 물음표 고리 연결해서 목마를 완성한다.	10cm연결봉에 물음표 고리로 목마를 연결하여 완성한다.

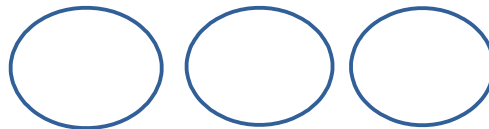


움직이는 인형 오토마타 - 목마 -

움직이는 인형 오토마타에 대해서 알아보고 기계장치의 요소를 응용하여 4D 프레임으로 목마를 조립하고 목마의 움직임을 관찰한다.

- '움직이는 자동인형'이란 뜻으로 오늘 날 로봇의 시조로 어린이뿐만 아니라 어른들도 좋아해서 이것 만들기 대회도 많고 전시회나 박람회가 열리기도 합니다. 창의적인 발상과 개성이 뚜렷한 작품성으로 예술의 한 장르이기도 한 나는 누구일까요?

- 우리나라 최초로 자동인형이 나와서 시간을 알려주는 물시계를 만든 조선시대 과학자입니다. 나는 누구일까요? 또 국보로 지정된 이 물시계의 이름은 무엇일까요?



- 오토마타가 자동으로 움직이는 기계장치의 원리는 무엇일까요?
아닌 것의 번호를 골라 보세요. ()

① 볼트 너트 ② 기어 ③ 크랭크 ④ 캠 ⑤ 지렛대