

2011 학년도
융합인재교육(STEAM)기초
직무연수

• 일시 : 2011년 11월 18일(금) ~ 19일(토)

• 장소 : 라비돌리조트

• 주최 : 인천광역시교육청

• 주관 : 인천광역시 교육과학연구원



인천광역시교육과학연구원

발간사

미래학자 다니엘 핑크(Daniel Pink, 2008)는 미래는 창조자와 다른 사람으로부터 공감을 이끌어 낼 수 있는 능력을 가진 사람들의 시대가 될 것이라고 예견하였습니다. 이는 글로벌시대에는 과학기술·공학지식과 예술적 감각을 통해 대중들로부터 공감대를 이끌어 내며, 타 분야와의 소통과 공감을 통해 복잡하고 다차원적인 문제들을 창의적으로 해결할 수 있는 인재가 요구된다는 뜻입니다.



21세기는 한치 앞을 알 수 없는 불확실의 시대입니다. 이러한 불확실한 글로벌 시대에 대응하기 위해서는 문제에 직면했을 때 과학과 기술, 예술을 넘나들며 새롭고 가치있는 방식으로 문제를 해결할 수 있는 융합형 인재가 요구됩니다.

각 국은 창의적인 융합형 인재 양성을 위해 경쟁적으로 다양한 정책들을 구현하고 있습니다. 영국정부는 창의적 융합인재를 양성하기 위해 2002년부터 공교육과 접목시킨 크리에이티브 파트너십(CP)프로그램을 추진하고 있으며, 미국도 과학에 다양한 분야를 접목시킨 STEM(STEM)교육을 2000년 초반부터 발전시켜 왔습니다. 이러한 변화에 따라 우리나라 교육과학기술부도 2011년 주요과제로 과학예술융합교육(STEAM)를 제시하여 Science, Technology, Engineering & Mathematics에 Arts 추가시킨 융합인재 양성에 박차를 가하고 있습니다.

우리 원에서는 미래인재육성을 위해 『융합인재교육(STEAM)기초 직무연수』를 마련하였습니다. 이 연수를 통해 STEAM 교육의 전문가가 양성되고, 교육현장에 빠른 확산·보급 및 정착이 이루어지길 기대합니다. 과학교육의 발전을 위해 연수에 참가하신 여러 선생님들의 열정과 헌신에 존경을 표하며, 본 연수를 위해 귀한 시간을 허락해 주신 훌륭한 강사님들께 감사의 말씀을 전합니다. 건강하고 보람된 연수 보내시기 바랍니다.

2011년 11월 18일

인천광역시교육과학연구원장 이 행 자



세부일정계획

● 연수개요

- 연 수 명 : 융합인재교육(STEAM)기초 직무연수
- 대 상 : 고등학교 교원 및 전문직 91명
- 기 간 : 2011. 11. 18(금)~ 11. 19(토) / 1박 2일
- 종 별 : 직무연수
- 이수시간 : 16시간(연수학점 1학점)
- 주최/주관 : 인천광역시교육청 / 인천광역시교육과학연구원

● 일정

일자	시간	주제 및 장소							
11/18(금) 12시간	09:00~09:30	등록 [본관 2층 대연회장]							
	09:30~10:00	개강식 및 연수프로그램 안내							
	분반	A →	B →	C →	D →				
	강의실	대연회장 (본관 2층)	Room-11 (본관 지하1층)	마로니에 II (신텍스 2층)	메이플 (신텍스 2층)				
	10:00~11:40	무지개에서 빅뱅까지 박진성	DNA의 모든것 정태희	인류의 건강과 과학기술 양정훈	여러 가지 센서를 찾아보아요 이창재				
	11:40~13:00	중식 [본관 1층 비스트로]							
	13:00~14:40	DNA의 모든것 정태희	인류의 건강과 과학기술 양정훈	여러 가지 센서를 찾아보아요 이창재	무지개에서 빅뱅까지 박진성				
	14:50~16:30	인류의 건강과 과학기술 양정훈	여러 가지 센서를 찾아보아요 이창재	무지개에서 빅뱅까지 박진성	DNA의 모든것 정태희				
	14:40~18:20	여러 가지 센서를 찾아보아요 이창재	무지개에서 빅뱅까지 박진성	DNA의 모든것 정태희	인류의 건강과 과학기술 양정훈				
	18:20~19:20	석식 [본관 1층 비스트로]							
11/19(토) 4시간	19:20~21:20	영감을 자극하는 별과 음악의 만남	Musica Feliz (뮤지카 펠리즈) 공연 [2층 대연회장]						
	21:20~23:20		별들의 잔치 [2층 대연회장 및 가든]						
	07:30~09:00	조식 [본관 1층 비스트로]				김민수(1) 우석민(2) 오현종(3) 조홍래(4) 임강숙(5) 이자랑(6)			
	09:00~10:40	마술을 활용한 STEAM 교육				1조/박태현 2조/김병석 3조/김동민			
10:50~12:30 STEAM 교육! 왜 지금인가? 이평윤 교육정책국장(인천광역시교육청)									
12:30~12:50 수료식									
12:50~13:50 중식 [본관 1층 비스트로]									



목 차

융합인재교육(STEAM)기초 직무연수

고등학교

I. 융합인재교육(STEAM) 교수-학습 수업모델

1. 인류의 건강과 과학기술	1
	연수고등학교 교사 양정훈
2. 여러 가지 센서를 찾아보아요	10
	삼산고등학교 교사 이창재
3. DNA의 모든 것	21
	가림고등학교 교사 정태희
4. 무지개에서 빅뱅까지	27
	인천과학고등학교 교사 박진성

II. 융합인재교육(STEAM) 특강

1. 영감을 자극하는 별과 음악의 만남/음악공연	37
	Musica Feliz (뮤지카 펠리즈)
2. 영감을 자극하는 별과 음악의 만남/별들의 잔치	38
	명신여자고등학교 교사 김민수 외 5명
3. 마술을 활용한 STEAM교육	46
	인천승의초등학교 교사 박태현 외 2명
4. STEAM 교육, 왜 지금인가?	53
	인천광역시교육청 정책교육국장 이팽윤

III. 융합인재교육(STEAM) 외국 동향

1. 미국의 STEM 교육	65
	인천광역시교육청 장학사 조용구

IV. 연수 안내

1. 융합인재교육(STEAM)기초 직무연수 운영계획	79
2. 연수생 명단 및 숙소배정	80
3. 연수장소 안내	84

I

융합인재교육(STEAM)

교수-학습 수업모델

1 인류의 건강과 과학기술

연수고등학교
교사 양정훈

STEAM 보여주기

물과 소독

1. 깨끗한 물을 얻을 수 있는 방법을 찾아보아요!



유니세프의 발표 자료에 따르면 빈곤한 국가에서 5세 미만 어린이중 매년 190만 명 정도가 설사로 인해 죽어가고 있다고 한다. 이는 수치상으로 하루에 약 5천명에 가까운 어린이가 설사로 인해 사망하고 있는 것이다. 설사는 탈수증상과 영양실조 상태를 가속화 시키는데, 이 설사의 주원인은 오염된 식수 때문이라고 한다.

통계 자료에 따르면 전 세계 10억 명 이상의 인구가 연못이나 강에서 식수를 공급받고 있으며, 아프리카 인구 중 42%는 정화되지 않은 물을 식수로

이용하고 있다고 한다. 뿐만 아니라 2025년이 지나면 현재의 수자원이 절반으로 줄어들 것이라고 예측하고 있다. 이 문제를 어떻게 해결할 수 있을까?

2. 생명빨대(Life Straw)란?



[Life Straw]



[유니세프의 물 구호물품 체험 현장]



생명 빨대(Life Straw)는 각종 병원균을 죽이거나 걸러낼 수 있는 필터가 내장된 빨대로 설사, 이질, 장티푸스, 콜레라를 유발하는 대장균, 살모넬라균, 시겔라균, 장구균, 황색포도상구균 등의 미생물과 기생충 등을 걸러내는 기능을 가지고 있다고 한다. 설계자의 연구와 분석에 따르면, 복잡한 수질 정화기와는 달리 이 빨대는 가격이 저렴하고 1개로 700리터의 물을 걸러 낼 수 있다고 한다. 생명 빨대는 안전한 물을 공급할 수 있게 해주는 휴대용 정수기이다.

STEAM 보여주기

생명 빨대(Life Straw) 속에 숨어있는 원리를 찾아라!

◆ 생명 빨대(Life Straw) 속에 숨어있는 원리를 찾아라!

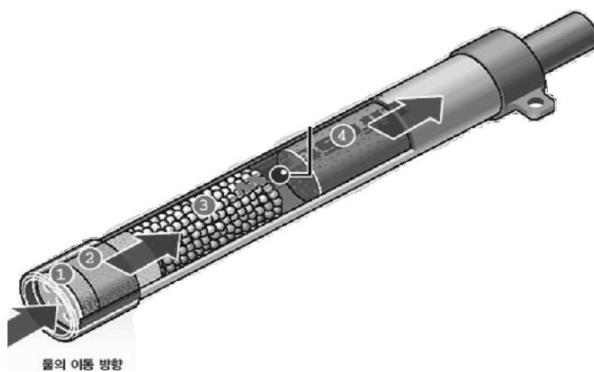
목숨을 살리는 ‘생명 빨대’!

지금도 세계 여러 곳의 빈곤한 국가에서는 많은 사람들이 오염된 물을 마시고 수인성 전염병에 걸리며 이질이나 설사로 죽어가는 사람이 매일 수천 명에 이르고 있다. 오염된 물을 정화해 마실 수 있는 ‘생명 빨대’는 오염된 물로 인한 전염병으로 죽어가는 많은 사람들을 구하는데 큰 도움이 되고 있다.



다음 그림은 ‘생명 빨대’의 구조를 나타낸 것이다. 25Cm 길이에 지름 3Cm 정도 되는 이제품은 거부감이 없으며 친근하게 사용할 수 있는 디자인으로 만들어져 있다. 충격에 강한 폴리스티렌 원통 내부에 활성탄소 층, 할로겐 물질이 포함된 합성수지 층, 미세한 입자들을 걸러낼 수 있는 필터 층 등으로 구성되어 있다.

각 단계에서 발견할 수 있는 물의 정수 원리에 대하여 알아보자!



① 폴리에틸렌 망 필터	100 μm 간격의 필터
② 폴리에스테르 망 필터	15 μm 간격의 필터
③ 요오드가 배인 수지 구슬	할로겐성분이 있는 플라스틱 구슬
④ 입자 상태의 활성탄	표면적이 큰 분말 압착 탄소(C)

[이 활동은?]

⑤ ⑥ ⑦ ⑧

생명빨대 내부구조를 보고 물의 각 정수 단계의 원리를 찾아 정리하는 활동이다.

● 참고자료

PPT: 생명빨대를 사용하는 사람들의 사실적인 모습을 보여준다.

● 생명빨대 시연

: 동글레차,
흙탕물 등

[주의사항!]

폴리에틸렌,
폴리에스테르,
합성수지,
활성탄 등 학생들에게 생소한 용어는 교사가 설명해 주도록 한다.

[교사 Tip]

합성섬유로 된 두 개의 필터가 먼저 큰 물질과 세균 덩어리를 거르고, 요오드가 든 알갱이들이 더 작은 미생물(세균, 바이러스)이나 기생충을 죽이며, 활성탄 알갱이들이 든 칸에서는 남은 기생충들이 걸려지고 물에 섞인 요오드 향도 제거된다.

◆ 준비물 ◆

생명 빨대 및 수돗물의 정수 과정 보충자료

◆ 토의 ◆

- ▣ 수돗물의 정수과정 보충자료를 활용하여 생명빨대의 구조에서 각 단계별로 어떤 원리로 물이 정수되는지 조사하고 정리해 보자!

정수의 각 단계	정수의 원리
폴리에틸렌 망 필터	
폴리에스테르 망 필터	
요오드가 배인 수지 구슬	
입자 상태의 활성탄	

- ▣ 물의 소독을 위해 사용되는 방법에 대하여 정리해 보자!

물의 소독 방법	적용되는 원리
물을 가열함(끓임)	
염소(Cl ₂), 오존(O ₃) 살균	
필터, 활성탄(탄소가루)	

[이 활동은?]

⑤⑦⑧⑨

과학적 원리가 기술, 공학의 발달로 제작된 작은 빨대가 생명을 구할 수 있음을 발견하는 활동이다.

[주의사항!]

보충자료인 물의 정수과정을 참고하여 생명빨대에서 물의 정화과정에 대한 원리를 찾도록 지도한다.

[답안 예시]

- ▣ 생명빨대에서의 정수 원리는 다음과 같다.

정수의 각 단계	정수의 원리
폴리에틸렌 망 필터	크고 작은 입자들을 걸러내는 단계(물리적 처리)로 침사지, 침전지에서 물질을 여과(거름) 하는 원리다.
폴리에스테르 망 필터	
요오드가 배인 수지 구슬	살균효과로 보아 염소투입실의 원리가 있다.
입자 상태의 활성탄	매우 작은 입자를 걸러내고 색깔과 악취를 제거하는 여과지의 원리가 있다.

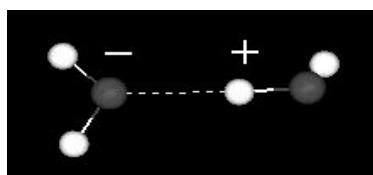
- ▣ 물의 소독방법과 내용을 정리하면 다음과 같다.

물의 소독 방법	적용되는 원리
물을 가열함(끓임)	물이 끓는점에 도달하면 고온으로 인해 대부분의 미생물이나 기생충들이 죽게 된다.
염소(Cl ₂), 오존(O ₃) 살균	염소나 오존이 물속에서 내어 놓는 발생기 산소[O]에 의해 살균·소독 된다.
필터, 활성탄(탄소가루)	치밀한 구조의 섬유나 표면적과 흡착력이 뛰어난 활성탄은 흙탕물의 작은 입자와 미생물들을 걸러낸다.

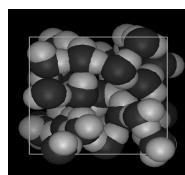
보충자료 물(H_2O)의 특성

1. 물에는 수소 결합이 존재한다.

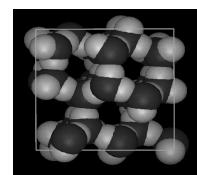
수소 결합은 산소(O), 질소(N), 플루오르(F) 등 전기 음성도가 강한 원자 사이에 수소 H 원자가 들어갈 때 생기는 강한 분자간의 결합으로, X-H…Y와 같이 표시한다. 얼음보다도 물의 밀도가 큰 것이나, 물의 기화열이 다른 물질에 비해 큰 것 같은 물이 수소 결합을 하고 있기 때문이다. 물의 경우 O-H로 나타낸 부분은 공유 결합이지만, H…O의 부분 또는 그것을 포함하는 O-H…O와 같은 결합이 수소 결합을 의미한다. 물의 결정인 얼음의 경우 산소 원자를 중심으로 하여 4개의 물 분자가 정사면체 꼴로 수소 결합을 하고 있고, 이것이 무한히 연결된 결정으로 되어 있어 고체 상태에서는 그 부피가 증가하고 밀도는 감소한다.



[물의 수소 결합 모형]



[물의 모형]

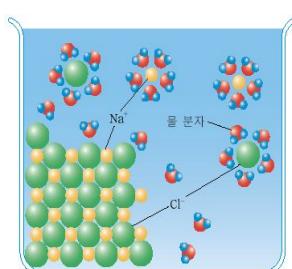


[얼음 모형]

2. 물은 다양한 물질을 용해시키는 만능 용매이다.

용해란, 한 물질(용질)의 분자나 이온이 다른 물질(용매)의 분자들 사이에 균일하게 섞인다는 것을 의미한다. 용매는 일반적으로 비슷한 성질을 가진 것끼리 서로 잘 녹인다.

물은 다양한 물질들을 녹이기 때문에 ‘만능 용매(universal solvent)’라고 부른다. 물은 매우 작고 극성이 큰 분자로서 수소 결합에 의해 상온에서 액체 형태로 존재한다. 물이 수소 결합을 하고 있는 것은 설탕이나 알코올과 같은 화합물이 물에 잘 용해되는 것과 깊은 관련이 있다. 알코올은 탄소에 결합된 O-H기를 가지고 있고, 설탕도 여러 개의 O-H기들을 가지고 있다. 그 결과, 알코올과 설탕은 둘 다 물에 잘 용해된다. 소금(NaCl)이 물에 잘 녹는 것처럼 대부분의 이온결정(염:이온성화합물)은 물에 잘 녹는다. 고체 결정 상태의 염화나트륨은 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이 정전기적인 인력에 의해 결합되어 있는 집합체이다. 염화나트륨이 용해될 때 이온들은 양이온과 음이온으로 해리되는데, 이 과정은 에너지를 필요로 한다(흡열 반응). 해리된 이온들은 물 분자들에 의해 둘러싸이게 되는데, 이 과정은 계를 더 안정하게 하여 에너지를 방출한다(발열 반응). 그러므로 NaCl이 용해되는 과정은 에너지 측면에서 자발적으로 일어난다.



염화나트륨의 수화

석회석($CaCO_3$)과 석고($CaSO_4$)는 둘 다 이온결정이지만 이온이 물과 반응할 때 방출하는 에너지 보다 화합물을 쪼개는데 필요한 에너지가 더 많기 때문에 이 두 화합물의 용해는 에너지 측면에서 불리하므로 물에서는 거의 용해되지 않고 앙금으로 침전된다.

고체 물질은 용해에 의해 용액 안으로 녹아 들어가기도 하고, 침전 반응에 의해 용액으로부터 석출되기도 한다. 따라서 고체를 용해시킨 후 이를 재 침전시켜 반응 혼합물로부터 한가지의 생성물만을 분리하거나 불순한 고체 시료를 정제할 수 있다.

보충자료

수돗물의 정수 과정

가. 물의 정수과정

- 1) 취수장 : 강이나 호수로부터 물을 끌어들여 정수장으로 보낸다.
 - 2) 침사지 : 굵은 모래나 흙 등을 가라앉힌다.
 - 3) 약품 투입실 : 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$), 황산알루미늄($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)과 같은 정수용 약품을 넣어주면 젤라틴 모양의 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$)을 형성하여 물속의 더러운 입자들과 박테리아들을 끌어 모은다.

$$3\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{CaSO}_4(\text{s})$$
 - 4) 혼화지, 응집지 : 약품과 물이 잘 섞여서 물속의 더러운 입자들과 박테리아가 엉겨 붙게 한다.
 - 5) 침전지 : 응집된 씨꺼기를 가라앉힌다.
 - 6) 여과지 : 모래와 자갈을 통하여 물을 맑게 걸러낸다. 이때 활성탄을 사용하여 물의 색깔과 악취를 제거한다.
 - 7) 염소 투입실 : 각종 세균 소독(산화환원반응 이용)
 - 8) 정수 및 배수 : 깨끗한 물을 정수지에 저장했다가 배수지를 통해 공급한다.
- ※ 화학적 처리과정 : 3), 4) 과정으로 혼탁한 물속의 점토나 박테리아를 응집 처리함.
 ※ 물리적 처리과정 : 5), 6) 과정으로 밀도차이에 의한 침전과 거름의 원리로 처리함.

나. 수돗물의 소독

- 1) 염소 소독 : 물에 투입된 염소(Cl_2)기체는 물과 다음과 같이 반응하여 산화력이 강한 하이포아염소산(HClO)을 생성한다. 하이포아염소산은 불안정하므로 쉽게 분해되어 발생기 산소[O]를 생성하며, 이 산소는 살균·표백작용을 한다.

$$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HClO}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}), \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + [\text{O}]$$

 ※ 염소 소독의 문제점 : 소독약 냄새, 발암물질(THM) 유발 가능성, 맛이 없다.
 염소 소독의 장점 : 값이 싸다. 소독효과가 크다. 잔류효과가 있다.
- 2) 오존소독 : 염소소독의 문제점을 해결할 수 있으며, 살균력도 매우 뛰어나서 염소에 강한 세균이나 바이러스도 제거할 수 있다. 단점으로는 비용이 많이 들고 물에 잔류 시간이 짧아 소독효과가 지속되지 않는다.
- 3) 기타 정수 방법 : 활성탄, 역삼투, 자외선소독(UV), 이온교환수지 등이 있다.



[물의 정수 과정 : 인천광역시 미추홀 침물홍보관]

보충자료

생명 빨대(Life Straw) : 동아 사이언스 과학 동아



[사용 방법] : 처음 사용할 때



STEAM 탐구하기

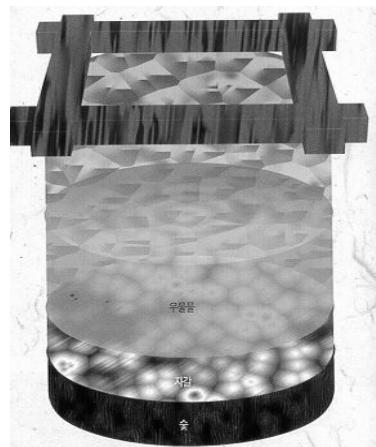
깨끗한 물을 마시기 위한 조상들의 지혜로움!

◆ 숯의 활용과 우물물

나무를 숯가마 속에서 구워 만든 검은 덩어리로 목탄이라고도 한다. 숯(Charcoal)은 나무의 종류와 굽는 조건에 따라 그 종류가 다양하다. 숯을 만드는 나무로는 참나무, 소나무, 물푸레나무, 동백나무, 오동나무 등을 쓰는데, 나무의 종류에 따라 그 쓰임새가 다르다.

숯은 취사와 난방 등의 연료로 사용되고 냄새와 독을 제거할 뿐만 아니라, 특히 청동기시대 이후로는 청동이나 철을 야금하는데 큰 역할을 하였다. 그리고 현재 숯은 흡수성이 좋아 흡수제나 필터 재료로도 널리 쓰이고 있으며, 탈취효과가 있어 악취를 제거하는데 사용되며 금속연마나 칠, 칠보세공의 연마에도 사용된다. 또한 숯이 더러움을 멀리하고 깨끗하게 하는 기능을 가졌다하여 예부터 간장을 담글 때와 아기가 태어난 집에서 금줄을 문간에 내걸 때에도 숯을 매달아 놓는 등 우리 선조들은 일상생활에서 폭넓게 활용하였다.

숯을 실제로 정수에 사용한 예도 찾아볼 수 있다. 옛 우물에는 그 깊이에 관계없이 숯이 묻혀 있다. 숯을 잘 씻어서 우물의 바닥에 깔고 그 위에 자갈을 올려 놓았다. 우물은 1년에 한 번씩 청소를 했는데 청소 때에는 숯을 바꿔주었다. 숯은 다공성 물질이므로 이물질을 잘 흡착한다.



[숯이 있는 우물의 구조]

[이 활동은?]

⑤ ① Ⓐ

깨끗한 물과 맛있는 물을 얻기 위해 조상들은 슬기롭게 우물 아래쪽에 잘 씻은 숯을 먼저 묻었다. 요즘 정수기의 필터 핵심기술에 대해 생각해 보도록 한다.

[보충 자료] 정수기에서 숯의 역할

숯은 다공성 물질이다. 숯의 표면에는 우리 눈으로 볼 수 없는 작은 구멍이 수 없이 많이 뚫려 있고, 이 구멍 속으로 여러 가지 물질들이 한번 들어가면 다시 빠져 나올 수 없다. 색을 나타내는 물질이나, 냄새를 나게 하는 물질, 곰팡이나 세균, 물속에 떠다니는 이물질 등이 숯 표면에 있는 구멍 속으로 들어가서 숯에 붙잡히므로, 더러운 물에 숯을 넣은 다음 저어주고, 거름 장치를 이용하여 걸러 내면 물의 색깔이나 냄새, 세균 등이 제거되어 맑은 물이 된다.

가정에서 흔히 쓰고 있는 정수기 안에도 숯을 넣어 물을 깨끗하게 걸러 내고 있다. 정수기 안에는 그밖에도 구멍이 아주 작은 거름종이, 중금속을 잡아주는 이온교환수지가 들어 있어 중금속을 제거해 주기도 한다. 그러나 아무리 좋은 정수기라 할지라도 영구히 사용할 수는 없다. 물속의 오염 물질을 제거하는 숯은 그 한계가 있고, 따라서 일정한 기간 동안 사용한 정수기 내의 숯은 교체해 주어야만 한다. 정수기 내의 숯을 제대로 바꿔주지 않으면 숯이 오히려 균이 자라는 장소가 되기도 하고, 숯이 잡아 두었던 이물질들이 빠져 나오기도 한다. 정수기에서 숯이 들어 있는 부분을 필터라고 한다. 따라서 필터를 정기적으로 바꾸어 주어야 깨끗한 물을 마실 수 있다.

STEAM 탐구하기

간이 정수기를 만들어 보자!

◆ 간이 정수기를 만들고 물의 정수 과정을 살펴보자!

오염된 물이 땅 속으로 스며들면 크기가 큰 먼지 알갱이들이 걸려지고, 깨끗한 모래층이나 석탄층을 느린 속도로 지나면서 물속의 오염 물질들이 제거된다. 자갈, 모래, 활성탄, 거즈(솜)를 이용하여 간이정수기를 만들어 오염된 물을 정화시켜보고 물의 정수과정을 관찰해 보자!

[일반적인 간이 정수기 제작 과정]

- (1) 자갈, 굵은 모래, 고운 모래, 활성탄을 물에 깨끗이 씻는다.
- (2) 물 약병 바닥을 가위로 잘라낸다.
- (3) 물 약병의 주둥이가 아래로 향하게 세우고 바닥에 거즈를 깐다.
- (4) 거즈 위에 자갈, 굵은 모래, 고운 모래, 활성탄을 창의적인 순서로 쌓아 나만의 간이 정수기를 만든다.
- (5) 깨끗한 물을 부어 물이 흘러나오는지를 확인한다.
- (6) 흙탕물을 천천히 붓고, 물이 걸리지는 과정을 관찰한다.
- (7) 정수된 물의 색, pH, 각 용액속 이온의 비교 실험을 실시한다.



[이] 활동은?]

Ⓐ Ⓛ Ⓜ Ⓞ

간이정수기의 창의적 설계 및 제작해 보고 정수 된 물의 양을 측정하는 활동이다.



● 참고자료

PPT:간이정수기 제작 자료를 소개한다.

[주의사항!]

주어진 재료로 창의적인 조합으로 만든다.
활성탄 가루가 날리지 않도록 주의한다.

◆ 토의 ◆

▣ 오염된 물과 정수된 물의 여러 가지 차이점을 조사하고 자유롭게 토의해 봅시다.

조사 내용	오염된 물	정수된 물
물이 색		
산성도(pH)		
용액속의 이온?		
※ 제작된 간이정수기로 정수할 수 있는 양을 계산해 보자!		
·1시간 동안 정수할 수 있는 물의 양은?		
·1일 동안 정수할 수 있는 물의 양은?		

[교사 Tip]

생명빨대 1개를 사용하여 한 사람이 얼마동안 정수된 물을 먹을 수 있을까? 또, 생명빨대의 단점은 무엇일까? (1개의 생명빨대는 700L 정도의 물을 정수할 수 있으며, 사람은 하루 1.5~2L 정도의 물을 마신다.)

[답] 1개의 생명빨대로 1년 정도를 사용할 수 있으나 영구적이지 못하며 0.1%정도의 미생물과 간염 바이러스 등은 걸러내지 못하는 단점이 있다.

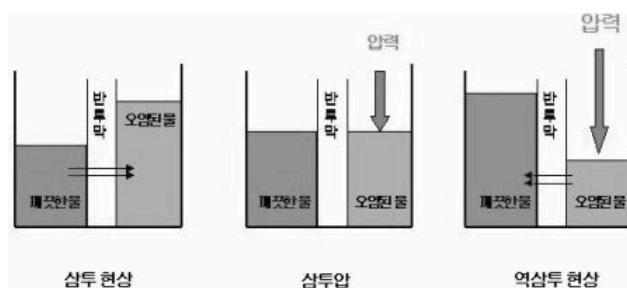


읽기 자료

역삼투압 정수기 - 순도 99.9%의 물맛은?

정수기는 미국 나사(NASA)가 아폴로 계획을 진행하면서 우주비행사들의 식수 문제를 해결하기 위해 개발했다. 이 정수기의 생명은 ‘거르개’(필터)다. 광고에서 접하는 이온 여과장치, 역삼투압 방식들은 모두 ‘거르는 방식’을 말하는 것이다. ‘물 순도 99.9%’ 최근 한 광고 문구다. 어떻게 오염된 물에서 이렇게 높은 순도의 물을 얻을 수 있을까? 역삼투압 방식으로 설명해 보자.

역삼투압을 이해하기 위해서는 먼저 삼투 현상을 이해해야 한다. 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하듯 깨끗한 물(용매)의 물 분자가 오염된 물(용액)로 이동하여 두 물의 농도가 같아지려 하는 현상을 삼투 현상이라 한다. 이 때 외부 압력을 가해 주어 물높이가 같아지게 하는 압력을 삼투압이라고 하며, 삼투압보다 더 큰 압력을 가해 주면 오염된 물속에 있는 물 분자만 깨끗한 물로 이동하고 오염물질을 걸러내는 효과를 얻을 수 있게 된다. 이 때 가한 압력을 역삼투압이라고 한다.



그림은 깨끗한 물과 오염된 물을 반투막으로 막아 놓은 것을 그린 것이다. 반투막은 물 분자는 통과할 수 있지만 물속에 오염 물질인 중금속이나 세균들은 이동할 수 없는 막을 말한다. 이런 일이 가능한 것은 반투막의 구멍 크기와 깊은 연관이 있다. 물 분자는 크기가 충분히 작아 반투막 구멍을 자유롭게 왔다 갔다 할 수 있는 것이다.

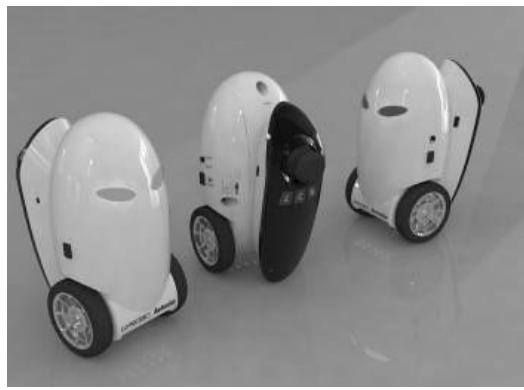
역삼투압의 핵심기술은 반투막의 구멍 크기에 있다. 이 구멍의 크기는 매우 작아 물 분자만 겨우 통과 할 수 있다. 그래서 역삼투압이 가해지면 물 순도 99.9%의 물도 쉽게 얻을 수 있게 된다. 이렇게 순수한 물이 우리 몸에는 좋을까? 우리 몸을 건강하게 하는 깨끗한 물에는 우리 몸에 필요한 무기질 성분이 들어있어야 한다. 모든 물질들을 다 걸러내는 역삼투압 방식은 보안되어야 할 점이다.

사람들은 물을 마시면서 ‘물맛이 좋다’고 한다. 물맛은 물의 온도와 깊은 관련이 있지만, 물속에 녹아 있는 다양한 무기 염류와도 깊은 관련이 있다. 물맛을 내는 주요 성분은 칼슘, 칼륨, 규산 등이다. 칼슘은 심한 센물일 때는 물맛을 떨어뜨리지만, 단물일 때는 오히려 물맛을 좋게 한다. 칼륨은 너무 많이 있으면 쓴맛이 나지만 적당량이 녹아 있으면 물맛이 좋아진다. 규산은 물맛을 좋게 하는 가장 중요한 요소이다. 반면에 마그네슘, 황산이온, 염소 등은 물맛을 떨어뜨린다. 물은 건강과 밀접한 관련이 있다. 칼슘의 함유량에서 나트륨의 함유량을 뺀 값이 클수록 건강에 좋은 물이라고 한다. 하지만 칼슘이 들어있는 물을 너무 많이 마시면 콜레스테롤이나 지방이 증가해 혈관이 막히게 되어 좋지 않다. 맛이 좋기로 소문난 물 중에는 칼슘 함유량이 너무 많거나 적은 경우가 있다. 따라서 맛있는 물이 반드시 건강에 좋은 물은 아니다.

2

여러 가지 센서를 찾아보아요.

삼산고등학교
교사 이창재



센서라는 용어가 사용되기 시작한 것은 1960년경인데 그 이전에는 센서(검출기)는 존재하지 않았는가 하면 그렇지는 않고 실은 훌륭하게 존재하여 각종 전기 회로, 제어 장치에 사용되어 왔다. 그러나 이 단계에서는 센서는 디텍터(Detector)로 불리고 센서라고는 부르지 않았던 것이다. 어느 시기를 경계로 하여 검출기가 디텍터에서 센서로 명칭이 변경된 것이다.

인간의 오감으로 인식할 수 있는 범위보다 더 넓은 영역의 신호도 센서를 이용하여 감지할 수 있는데 이

방법에는 무엇이 있을지 찾아보도록 하자.

1. 센서란 무엇일까요?

한마디로 센서라 하여도 그 범위는 대단히 넓어, 작은 것은 스위치와 같이 간단한 것부터 크게는 CCD 카메라와 같은 고도의 시스템을 가진 것까지 있다. 또 최근에는 스마트 센서라 불리는 CPU(마이컴) 내장형의 인텔리전트 센서(지능화된 센서)도 보급되어 그 내용도 한층 더 복잡하게 되었다. 이와 같은 상황에서 센서를 한마디로 표현한다는 것은 대단히 어려운 일이지만 일반적으로 센서란 모든 정보 및 에너지의 검출 장치이며 그 규모는 비교적 작은 파워의 것을 말한다고 한다.

다음 그림은 센서의 개요를 이해하기 위한 모델도이다.

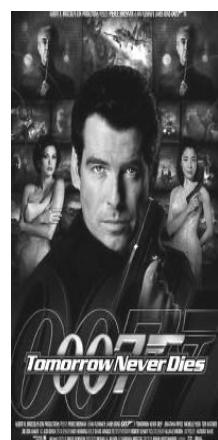
여기에서 알 수 있듯이 센서는 모든 정보 및 에너지를 물리적, 화학적, 생물학적 수단을 사용하여 검출하고 있다. 또, 이러한 출력 정보는 일반적으로 전기 신호로서 취급되고 있다.



STEAM 보여주기

영화 속에서 센서의 활용을 찾아라.

사람들은 상상으로부터 만들어진 영화나 소설을 보면서 그 이야기 속 일들이 실제로 일어나길 바란다. 실현이 가능한 것부터 때로는 허무맹랑한 것들까지, 상상 속의 일들이 현실로 나타난다는 것은 흥분되는 일이 아닐 수 없다. 그리고 그 중엔 이미 현실에 나타나거나, 가까운 미래에 실현될 것으로 예상되는 것들도 많다. 영화 속에서 만들어진 다양한 센서의 개념들을 찾아보고 현실에서 가능하거나 가능해진 내용들을 정리해보자.



1. 준비물 : 영화 자료

2. 토의

- ▣ 보여준 영화 자료를 분석하여 영화 속 과학적 원리를 찾아보자.

- ▣ 과학적 원리 중 센서와 관련된 내용을 찾고 그 개념을 정리하여 보자.

보충자료

가. 아바타



영화나 소설에서는 사고로 잃은 팔이나 다리를 대신하는 첨단 의수·의족이 흔하게 등장한다. 외형만 다를 뿐 이것들은 실제 팔·다리와 다름없을 정도로 움직인다. 신경이 직접 연결되지 않아도 사람의 생각을 읽어 그로부터 명령을 받아들이는 시스템이다. 영화 아바타에서는 이런 차원을 넘어서 원격 조정이라는 새로운 개념을 도입한 영화이다. 뇌파를 컴퓨터와 연결하여 자신이 직접 새로운 인종을 조정한다. 두뇌가 활동할 때 뇌신경에는 미약한 전류가 흐르게 되며 이로부터 발생하는 전기적 신호를 전극을 통해 측정할 수 있다는 원리를 이용하여 간단한 리모컨 센서 원리와 유사한 방법을 사용하는 것이다.

나. 마이너리티 리포트





마이너리티 리포트는 범죄를 예측하는 시스템이라는 소재도 흥미로웠지만 무엇보다 가장 신선한 충격은 바로 영화 속에서 톰크루즈가 사용하는 컴퓨터이다. 세서가 부착된 전자 장갑을 끼고 손짓만으로 컴퓨터를 자유자재로 조작하는 모습이 정말 멋지고 신기하게 느껴졌다. 하지만 이젠 이런 장면들을 그리 신비롭게 받아들이지 않는다. 멀티터치 스크린이 이미 스마트폰이나 태블릿 PC등을 통해 실현됐기 때문이다. 그리고 최근엔 이와 같은 멀티터치 시스템을 적용한 투명 디스플레이까지 등장했다. 스웨덴의 전화회사 하이3G는 손가락 터치로 조작하는 멀티스크린 방식의 비디오 채팅 시스템을 개발했다. 투명한 디스플레이 덕분에 상대방의 얼굴과 몸짓이 그대로 드러나며 손가락을 통해 그래픽을 옮기고 조작하는 모습은 마치 그래픽을 두 사람 사이에 띄워 놓은 것 같은 느낌을 들게 한다. 이 시스템은 양방향 전자 상거래에 활용되고 있다.

마이너리티 리포트에는 또한, 홍채 인식 센서를 이용한 내용이 등장한다. 요즘 지어진 건물 대부분은 출입문에 도어락이 설치되어 있지만, 영화에서는 도어락 대신 홍채 인식기가 달려 있다. 주인공 톰 크루즈가 길거리를 지나가면 ‘스파이더’(사람의 신분을 확인하는 홍채인식 로봇)가 그의 홍채를 알아보고 움직인다. 그래서 그는 다른 사람의 눈을 자신에게 이식해 감시 장치를 피한다. 최첨단 홍채 인식 보안 시스템은 현재 상용화를 앞두고 있다.

다. 할로우맨



적외선은 가시광선 보다 파장이 긴 $7,500\text{--}100,000\text{\AA}$ 범위의 파장을 가진 전자기파를 말한다. 적외선은 물체 흡수가 잘되며, 물체의 온도를 올리는 열작용을 하기 때문에 흔히 열선이라고도 한다. 적외선은 항공사진, 야간촬영, 각종 적외선 센서 및 의료용으로 이용되면서 친숙하게 되었다. 흔히 적외선이 붉은 빛 바깥쪽에 있다는 것을 알고 있는 사람들이 이러한 붉은 등에서 나오는 빛을 적외선이라고 생각하는데 적외선은 절대로 눈에 보이지 않는다. 적외선을 검출하기 위해서는 사진건판, 광전지, 광전관이나 열전기쌍과 볼로미터 등을 이용한다. 영화의 장면은 열전기쌍을 이용한 화면으로 온도에 따라 다른 기전력을 나타내는 것을 이용해 눈으로 볼 수 있는 화면으로 출력을 한 것이다. 온도에 따른 모양을 보는 것이기에 체온과 비슷한 김을 뿜는 파이프 주변에서 연구원들이 케인을 보지 못하고 그에게 공격을 당하는 장면도 있다.

STEAM 탐구하기

적외선을 주고 받는 리모컨 만들기

1. 실험 목표

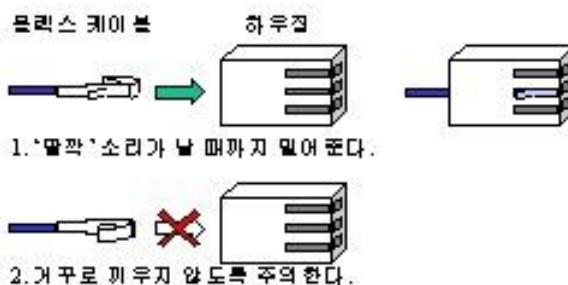
적외선을 주고 받는 리모컨을 만들어 보고 눈에 보이지 않는 적외선을 LED(발광다이오드)를 이용하여 직접 확인해 보자.

2. 준비물

몰렉스케이블 노랑 1개, 몰렉스 하우징 (3핀), 포토TR(검정색 둠형), 적외선LED(투명 둠형), 고휘도LED(RED 평면형), 3V 건전지 2개, 리모컨, 선까개(와이어스트리퍼)

3. 실험 과정

- 가. 아래 그림처럼 몰렉스케이블을 ‘딸깍’ 소리가 날 때까지 밀어서 확실하게 끼워 주어야 한다.



- 나. 가운데 전선은 사용하지 않으므로 잘라낸다.

- 다. 포토TR과 LED를 다리의 길이를 잘 보면서 정확한 구멍에 끼워줘야 한다. 적색LED 짧은 핀이 가운데 오게 하여 끼운다. 포토트렌지스터(TR) 긴 핀이 가운데 오게 하여 끼운다. 가운데 핀은 구부려준다. 두 부품 모두 극성이 있으므로 서로 반대로 끼우지 않도록 주의한다.

- 라. 3V 건전지(+극을 LED긴 핀)를 극성에 맞게 끼워 준다.

- 마. 적외선 LED핀 사이에 3V 건전지를 끼워 놀려서 적외선을 쏘아보자. 간이 리모컨의 스위치를 누를 때마다 빨간색 불빛이 보이면 완성된 것이다.



- 바. 가정에서 사용하는 리모컨과 태양광, 형광등으로도 반응을 볼 수 있는지 확인해보자.



4. 결과 및 토의

가. 포토트랜지스터(TR)가 필요한 이유는 무엇일까요?

나. 적외선 LED 대신 가정에서 사용하는 리모컨을 이용하면 어떻게 될까요?

다. 태양광과 형광등에서는 어떻게 반응하는지 알아보고 그 이유를 이야기해 보자.

STEAM 연결하기**인간은 훌륭한 센서를 가지고 있다.**

사람은 오감을 통해서 외부와 접촉하며 사회와 관계를 형성해 나간다. 외부로부터 신호를 받는 것은 눈, 귀, 피부, 코, 혀 등이다.

우리들이 눈으로 물체를 볼 수 있는 것은 시각으로 빛을 검출하고 있기 때문이다. 또, 귀로 소리를 들을 수 있는 것은 청각이 있기 때문이다. 코나 혀로는 냄새나 맛을 알 수 있다. 이와 같이 인간은 여러 가지 감각기관에 의해 주의의 상태와 모습을 알 수 있는 것이다.

인간의 오감은 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각인데 시각이 끊기면 걷는 것도 곤란해지고 청각을 잃게 되면 소리가 없는 세계가 된다. 또한, 촉각을 잃게 되면 살아가는 것조차 곤란하게 된다. 뇌는 오감으로 얻은 정보를 재빠르게 처리하고 판단해 손이나 입 등을 움직인다.

인간의 기관	인간의 감각
눈	시각
귀	청각
피부	촉각
코	취각
혀	미각



1. 인간의 감각을 응용한다.

최근에는 이러한 인간의 오감을 처리할 수 있는 센서 기술이 빠르게 발전하고 있다. 일반적으로 센서의 범위는 대단히 넓어, 작은 것은 스위치와 같이 간단한 것부터 크게는 CCD(charged coupled device) 카메라와 같은 고도의 시스템을 가진 것까지 있다.

인간은 오감을 통해 외부 환경의 상태를 파악한다. 로봇과 같은 기계장치가 외부 환경을 파악하여 적절한 행동을 취하기 위해서는 인간의 오감에 해당하는 장치가 필요하게 된다. 이러한 장치를 통틀어 오감센서라고 부른다. 물론 인간이 가지고 있는 센서는 상상을 초월할 정도로 정교하며 효율적으로 만들어져 있어 인간이 손쉽게 취득하는 정보가 로봇에서는 너무나 복잡해진다. 그러나 오감센서가 각광받는 것은 사람의 안전이나 건강을 추구하는 분야가 늘어가면서 로봇이나 자동차 등 다양한 부문에 응용이 가능하기 때문이다. 시각, 청각, 촉각, 미각, 후각 등으로 표현되는 오감센서의 기술 개발과 적용 실례는 우리 실생활에서 쉽게 찾아볼 수 있다.

인간의 감도	센서의 종류	센서 소자의 일례
시각(빛)	광 센서	광도전 소자, 이미지 센서, 포토다이오드
청각(소리)	음향센서	마이크로폰, 압전소자, 진동자
촉각(입력) (온도) (기타)	진동센서 온도센서 압력센서	변형, 게이지, 반도체 압력센서 서미스터, 백금, 적외선 압전소자
미각(맛)	맛 센서	백금, 산화물, 반도체, 가스센서, 입자센서
취각(냄새)	냄새센서	바이오케미컬 소자, 지르코니아 센서

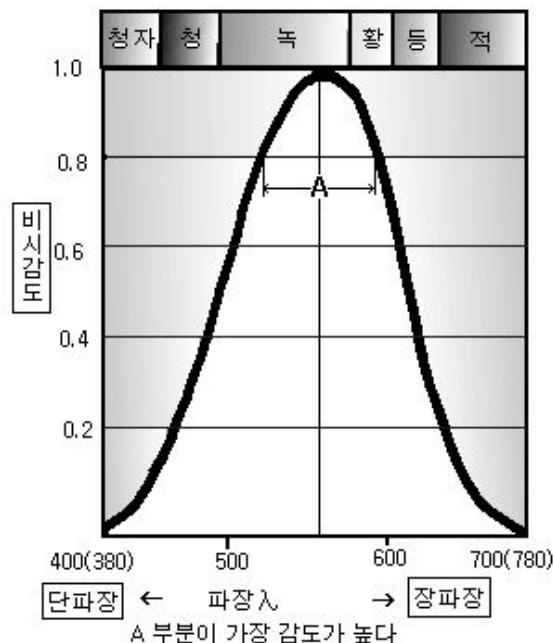
보충자료

1. 인간의 눈은 녹색에 민감하다.

인간의 눈에 보이는 파장 대역은 기껏해야 400(380)nm ~ 700(780)nm까지의 좁은 범위의 전자기파로 한정되어 있다.

그러나 이 한정된 범위 내에 단파장의 청자색에서 장파장의 적색까지 대략 자연계에 존재하는 모든 색이 포함되어 있다. 또 인간의 색에 대한 감도는 일정하지가 않고 소위 비시감도 특성(인간의 색에 대한 일반적인 감도 특성)을 가지고 있다.

오른쪽의 그림은 비감도 곡선을 나타낸 것으로 녹색을 중심으로 대개 산형의 분포 곡선을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 인간의 눈은 녹색에 대하여 가장 감도가 높고 청자색, 적색측에서 가장 감도가 낮게 되어 있다. 즉, 다른 말로 표현하면 비시감도가 높은 파장 대역에서는 광에너지가 작아도 색을 잘 알 수 있다는 것이다.



2. 청각의 불가사의

인간의 귀로 들을 수 있는 소리의 범위는 일반적으로 20Hz~20kHz(일부 문헌에서는 16Hz~16kHz로 하고 있다)로 되어 있다. 따라서 시판되는 오디오장치는 이 범위의 소리를 충실히 재생하면 되는 것이다. 그러나 20Hz~20kHz까지 평탄하며 그 외에는 급격한 감쇠 특성을 갖게 한 오디오 장치로 재생한 오케스트라의 연주와 고역을 100kHz까지 넓힌 경우의 재생음은 분명히 그 차이가 느껴진다는 것이다. 이것은 대단히 불가사의 한 현상이다. 그 이유는 인간의 가청역의 상한은 20kHz로 되어 있지만 이것은 대단히 귀가 좋은 사람의 이야기이며 일반적으로는 귀가 좋은 성인이라도 기껏해야 15kHz가 한계이기 때문이다. 따라서 상한의 주파수 대역이 20kHz가 된다면 우선은 충분 할 것이다. 그러나 현실적으로는 20kHz로 주파수 특성을 차단한 경우와 100kHz까지 넓힌 경우는 그 연주의 쾌감, 깊이, 느낌이 어딘가 다르다. 100kHz까지 주파수 특성을 넓힌 쪽이 분명히 경쾌하게 느껴지며 마음의 편안함, 나아가서는 α 파가 나오기 쉽다는 보고도 있다. 이 현상은 아직 해명되어 있지 않으나 일설에 의하면 인간의 귀에 들리지 않는 고주파 진동이 인체의 일부에 작용하고 이것이 뇌신경에 작용하여 경쾌한 음악으로서 느껴지는 것은 아닌가라고 말하고 있다.



STEAM 연결하기

센서로 무장된 자동차 첨단을 달린다.

최근의 자동차에는 대단히 많은 센서가 사용되고 있다. 또 센서의 사용량은 고급차 일수록 그 수가 많다. 자동차에 사용되고 있는 센서의 종류에는 어떠한 것이 있는지를 정리해 보자.



토의

- ▣ 자동차 속 과학적 원리를 찾아보고 미래의 자동차 센서를 생각해 보자.

보충자료

가. 센서를 이용한 자동차 업계의 기술 경쟁을 본다.

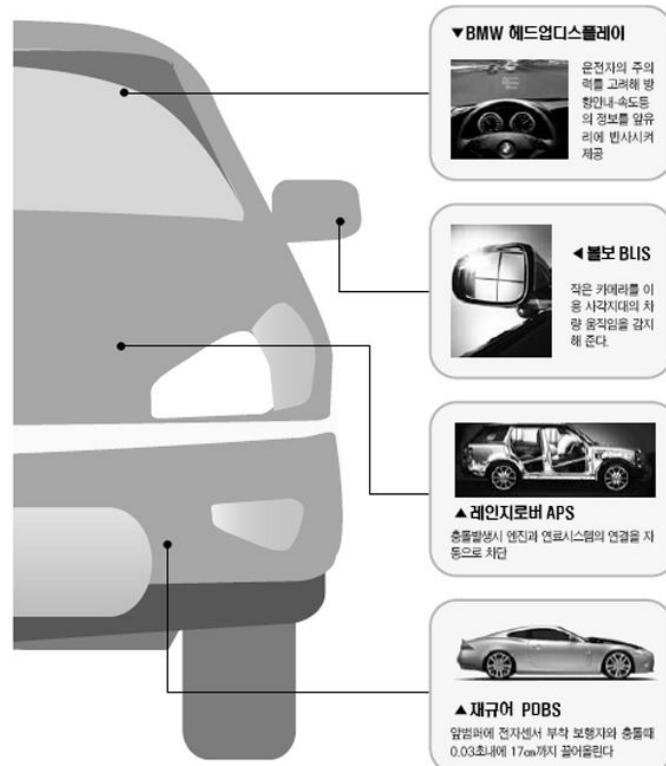
안전을 위한 자동차의 진화는 끝이 없고, 운전자를 보호하기 위한 자동차 업계의 기술경쟁은 상상을 뛰어넘는다. 공상과학(SF) 영화에서 봤던 첨단 안전장치가 속속 현실에 적용되고 있다.

영화 속에서 자동차 추격 장면은 대부분 ‘꽝’ 하는 굉음과 함께 불에 탄 자동차를 보여주는 것으로 끝이 난다. 하지만 이 같은 모습은 랜드로버의 레인지로버 스포츠 디젤에는 통하지 않는다. 레인지로버 스포츠 디젤의 최첨단 안전시스템인 APS는 뜻하지 않은 사고로 충돌이 발생했을 때 엔진과 연료시스템의 연결을 자동으로 차단한다. 또 충돌이 감지되면 도로의 다른 운전자들이 야간에도 사고를 식별할 수 있도록 모든 실내등과 비상등을 점등하는 경보시스템(Hazard Warning System)을 작동시킨다. 동시에 도어의 잠금장치를 자동으로 풀어줌으로써 위급상황에서 운전자의 탈출을 도와준다.

최고의 안전성을 자랑하는 볼보도 다른 브랜드와 차별되는 시스템으로 안전을 중시하는 고객의 마음을 사로잡고 있다. 볼보를 타 본 운전자들은 대부분 사각지대 정보시스템인 BLIS(Blind Spot Information System)에 놀란다. BLIS는 사이드 미러 아래 부분에 달린 작은 카메라를 통해 사각지대에 있는 차량의 움직임을 감지해 운전자에게 알려준다. 차선을 바꿀 때 발생할 수 있는 사고를 미리 막기 위한 첨단 장치로 유럽에서는 여성 운전자들에게 큰 호응을 얻고 있다. 볼보는 또 운전에 집중해야 할 때 전화나 문자메시지 등으로 운전을 방해받지 않도록 도와주는 전자식 인포메이션 시스템인 IDIS(Intelligent Driver Information System)도 각종 차량에 적용하고 있다. 이는 주행과 정지를 반복하거나 차로를 자주 변경할 때에는 전화 등 정보의 전달을 잠깐 지연시켰다가 안전하다고 판단하는 상황에서 연결시키는 전자식 안정장치이다.

BMW도 독보적인 최첨단 안전장치를 자랑한다. 프리미엄 브랜드에 걸맞는 BMW만의 안전장치는 ‘나이트비전’과 ‘헤드업디스플레이’(HUD)에서 진가를 발휘한다. 7시리즈의 2006년형 모델에 탑재된 나이트비전은 차량 전방에 설치된 적외선 카메라를 통해 300m 앞의 보행자나 동물 등 물체를 인식해 모니터 화면에 표시해 줌으로써 운전자가 위험한 상황을 미리 감지할 수 있도록 해 준다.

뉴 5시리즈에서 첫선을 보인 HUD는 내비게이션 방향 안내와 차량 속도 등의 정보를 운전자의



앞유리창에 반사시켜 계기판에 주의력을 빼기지 않도록 한 첨단기술. 운전자가 HUD 모니터(앞유리)에 비춰진 정보를 읽는데 소요되는 시간은 계기판 정보를 파악하는 시간의 절반에 불과해 위험한 상황을 최소화할 수 있다는 게 BMW측의 설명이다. BMW 관계자는 “실제로 심층적으로 시험해 본 결과 HUD 모니터를 사용하면 사용자의 시선이 도로에서 계기판으로 옮겨가는 횟수가 최대 90%까지 줄어들었다”고 말했다.

GM은 최근 출시한 캐딜락 STS를 통해 운전자가 설정한 주행속도와 차간 거리를 스스로 일정하게 유지하는 어댑티드 크루즈 컨트롤(ACC) 시스템을 선보였다. 라디에이터 그릴의 엠블렘 뒷면에 내장된 레이더 센서가 전방의 차량을 감지, 앞 차량의 속도가 느려지면 스스로 드로틀 밸브와 브레이크를 이용해 차간 거리를 유지하도록 한 것이다. ACC 시스템은 운전석 앞 유리창에 내장된 헤드업디스플레이(HUD)로 주행 상태와 주의 경고 등을 표시하는 기능도 갖고 있다.

100여년의 안전철학을 내세우고 있는 메르세데스-벤츠는 최고급 세단인 S600과 CL 93 AMG에 나이트뷰어시스템(Night View Assist)을 장착했다. 이는 적외선 메인·빔·헤드램프를 통해 간에 주변과 물체에 대한 식별능력을 향상시켜준다.

신개념 안전장치로 불리는 넥프로(Neck-Pro) 헤드레스트는 교통사고의 80%를 차지하는 후방 충돌 때 운전자와 조수석 탑승자를 보호하고 목 부상을 초기에 예방하는 역할을 한다. 전자 센서가 일정 강도 이상의 후방 충돌을 감지하면 헤드레스트가 순간적으로 40mm 앞으로, 30mm 뒤로 이동, 탑승자의 머리 부분을 지지해 주는 방식이다.

운전자뿐만 아니라 보행자를 배려한 안전장치도 눈에 띈다. 재규어는 XK 모델을 통해 세계 최초로 보행자의 안전까지 고려한 보행자 안전보닛 시스템(PDBS)을 선보였다. PDBS는 앞범퍼에 최첨단 전자센서를 달라 차량이 보행자와의 충돌할 때 18kg 무게의 보닛을 0.03초 이내에 17cm 까지 끌어올린다. 쿠션 효과를 발생시키면서 보닛 안의 딱딱한 엔진에 보행자의 머리가 닿는 것을 방지해 충돌에 따른 피해를 최소화하기 위해서다. 재규어는 PDBS를 통해 보행자의 머리 부상을 기존의 4분의 1 수준으로 줄일 수 있다고 강조한다.

3 DNA의 모든 것!

가림고등학교
교사 정태희

STEAM 보여주기 영화 속 과학 찾기 : 가타카(GATTACA)

[활동 1] 다음에서 소개하는 영화 ‘가타카’를 본 후 물음에 답해보자.

‘가타카’는 영화 속에서 주인공이 취직하고 싶어 하는 우주비행 회사의 이름이다. 영화 ‘가타카’ 속 세상에서는 유전자 검사를 통해 열성 인자를 제거하여 우등한 모습으로 아이를 만들 수 있다. 영화 속 주인공인 빈센트는 아쉽게도 열성 DNA를 제거하지 않고 자연의 모습으로 태어나 심장질환, 범죄자의 가능성에 31살에 사망할 운명을 갖고 태어났다. 영화 속에서는 이러한 아이들을 ‘신의 아이들’이라 부른다. 빈센트의 운명에 좌절한 부모는 시험관 수정을 통해 완벽한 유전 인자를 가진 안톤을 출산한다. 빈센트는 어린 시절부터 우주에 관심을 가지고 있었고, 우주비행사의 꿈을 펼쳐 나가지만 열성 유전자를 갖고 있기에 그 어떤 면에서도 통과할 수 없었고, 결국 집을 뛰쳐나가게 된다.

빈센트는 가짜 DNA 증명서를 파는 중계인을 통해 자신의 우성인자를 파는 유진과 만나게 된다. 유진의 우성인자는 빈센트가 인생에서 원하던 것을 쉽게 이루게 해준다. 이 사회는 피 한 방울로 인간의 모든 능력을 평가하는 사회이기 때문이다. 물론 빈센트는 열성을 감추기 위해 근시를 속이기 위한 렌즈를 착용해야 하고, 유진과 같은 큰 키를 갖기 위해 고통스러운 수술을 견뎌야 했다. 과연 빈센트는 아무에게도 들키지 않고 우주비행의 꿈을 이룰 수 있을까?

- 영화에서 중요하게 등장하는 DNA가 생물에서 갖는 의미를 생각해보자.
- 영화와 같이 우수한 인자들만을 가진 아이들만을 계속 낳는다면 나타날 사회적 변화를 생물의 다양성과 연결지어 생각해보자.

[이 활동은] STEAM

영화의 주요 개념으로 등장하는 DNA가 형질을 결정하는 유전물질임을 이해하고, 전달되는 유전물질에 따라 자손의 형질이 결정됨을 알아보는 활동이다.

[주의사항]

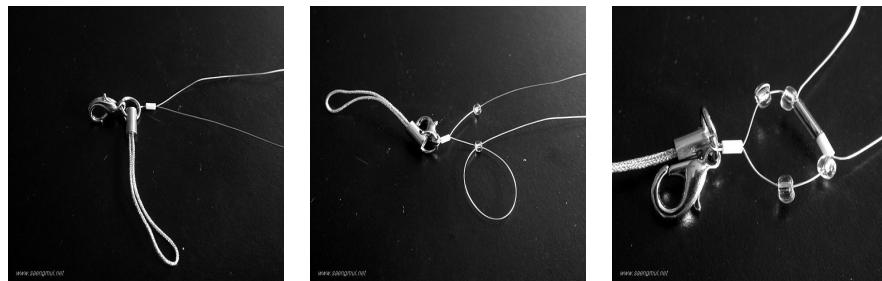
- 영화에서 의미하는 우성, 열성 인자의 표현으로 우성인자가 우수한 형질, 열성인자가 열등한 형질로 각인되지 않도록 설명해 주어야 한다.
- 영화의 간단한 소개를 통해 DNA가 유전자로서 갖는 의미에 대한 흥미를 가질 수 있도록 유도한다.

STEAM 탐구하기

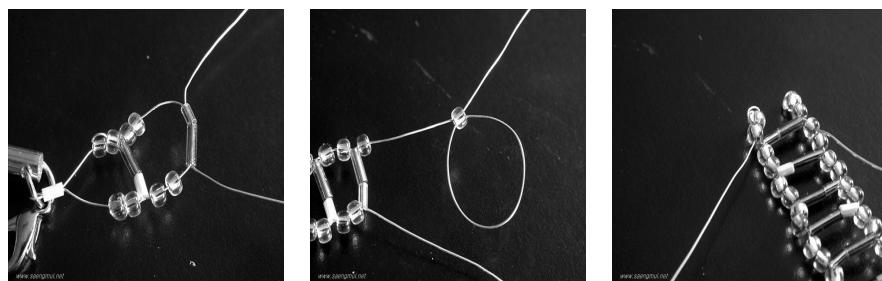
DNA 모형 만들기

| 준비물 | 동선, 흰접시 6개, 비즈(씨드비즈 2종류, 막대비즈 4종류), 핸드폰줄

- ① 동선을 각자 70cm 정도 자른다.
- ② 염기의 상보적 결합을 고려하여, 염기에 해당하는 막대비즈를 큰 것(A, G)과 작은 것(T, C)을 임의 대로 짹을 짓는다. (A:T, G:C)
- ③ 핸드폰 고리에 동선을 걸고, 작은 막대비즈에 두 가닥을 모두 통과시킨다.
- ④ 두 가닥에 각각 씨드비즈를 두 개씩 연결하고, 막대 비즈 두 개를 교차 연결한다.



- ⑤ 같은 방법으로 씨드비즈와 막대비즈를 11번~12번 계속 연결하고, 매듭을 지어준다.



- ⑥ 매듭을 짓고 남은 부분을 자른 후 모형을 오른 나선으로 감아준다.



1. 비즈 DNA 구조에서 막대 비즈는 실제 DNA에서 무엇에 해당하는가?
2. DNA 모형을 제작할 때 분홍색 막대 비즈에는 항상 검정색 막대비즈, 녹색 막대 비즈에는 항상 흰색 막대비즈로만 연결했다. 그 이유를 실제 DNA와 관련지어 설명하여 보자.

[이 활동은] STA

DNA의 구조를 바르게 이해하고, 비즈를 이용하여 DNA 구조를 창의적으로 만들어보는 활동이다.

[주의사항]

모형을 만들면서 DNA의 구조와 연결될 수 있도록 지도해야 한다.

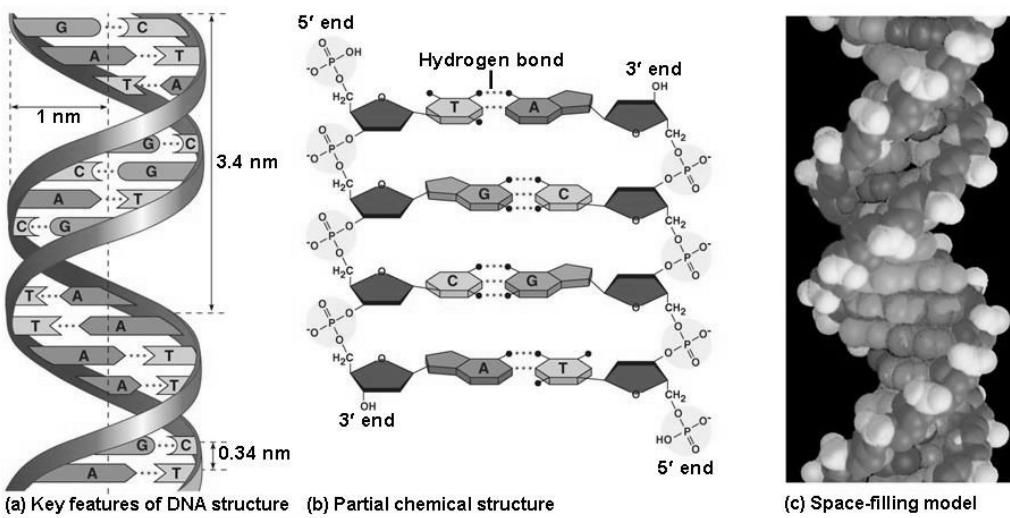
[교사용 TIP]

- 염기에 해당하는 막대비즈를 연결할 때는 색을 고려하여 상보적으로 연결한다.
- 막대비즈의 양을 고려하여 막대비즈를 색깔에 따라 번갈아 연결한다.
- 다양한 모양의 비즈 DNA를 만들 수 있다.

보충자료

DNA 구조

2중나선(二重螺旋:double helix) 구조로서, 뉴클레오티드의 기다란 사슬 두 가닥이 새끼줄처럼 꼬여 있다. 이 구조는 마치 사다리를 비틀어서 꼬아놓은 것과 같은 것이라고도 할 수 있는데, 가령 이 새끼줄과 같은 2중나선을 똑바로 펴면 다음과 같은 구조가 된다.



여기서 A,G,C,T는 4종의 염기를 표시하고, S는 디옥시리보오스를, 그리고 P는 인산을 나타낸다. 사다리의 두 다리는 디옥시리보오스와 인산의 연결(-S-P-S-P...)에 해당하고, 사다리의 발판은 두 다리에서 직각으로 뻗어나와 서로 마주보고 있는 염기에 해당한다고 할 수 있다.

위의 구조에서 A와 T, 그리고 G와 C는 서로 짹을 이루고 있는데 그들 사이의 점선은 이 두 염기 사이에 형성된 약한 결합인 수소결합을 의미한다. A와 T 사이에는 두 곳에서 수소결합이 형성되어 있고, G와 C 사이에는 세 곳에서 형성되어 있다. 이 수소결합으로 2개의 서로 마주보는 염기가 붙들려 있으므로 사다리의 두 다리 또는 새끼의 두 가닥이 서로 붙들려 있게 된다.

DNA의 2중나선 구조에서 A는 반드시 T와, 그리고 G는 반드시 C와 마주보고 있다. 그 이유는 이 4종의 염기의 화학구조 때문인데 이렇게 짹지었을 때 비로소 두 가닥이 일정한 간격을 가지고 2중나선 구조를 유지할 수 있는 것이다.

따라서 DNA를 그 성분 뉴클레오티드로 완전히 분해한 다음 4종의 염기의 함량비를 측정해 보면 A의 함량(mol)은 T와 똑같고 G의 함량은 C와 똑같다. 이 A-T, G-C의 짹짓기는 DNA가 유전자로서의 기능을 나타내는 데 매우 중요한 의미가 있다. DNA의 2중나선 구조에서 나선의 한 바퀴 수직길이는 3.4nm($1\text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{m}$)이고 뉴클레오티드 10개가 나선 한 바퀴를 형성한다. 그리고 나선의 지름은 2nm이다.

[출처] DNA의 문자구조 | 네이버 백과사전

STEAM 연결하기**공공 기관의 유전자 검사와 개인의 인권 보호****◆ 유전자 차별 금지법**

지난 5월 1일 미국 의회에서 유전자 차별 금지법이 414 대 1로 통과했다. 이에 따라 앞으로 건강보험 회사가 가입 희망자의 특정 질병에 대한 유전자적 소인을 이유로 보험 가입을 막거나 계약을 취소, 보험료를 인상시키는 행위는 불법이 된다.

“유전자 정보 비차별 법안(the Genetic Information Nondiscrimination Act)” 또는 GINA로 불리는 이번 법안은 고용주가 채용, 해직, 승진 등 인사 관련 결정에 유전자적 정보를 이용하는 것을 금지하고 있다. 법안이 통과되기 한 주 전에 이미 만장일치로 상원의회를 통과한 이 법안은 부시 대통령이 5월 21일 서명함으로써 법적 효력을 가지게 되었다.

13년 전에 처음으로 유전자 비차별 법안을 제안한 사람은 미생물학자인 슬로터 의원이었다. 오늘날 유방암, 당뇨병, 심장 질환 및 파킨슨 병 등 치명적인 질병을 잠재적으로 유발할 위험이 있는지를 진단한 유전자 검사 결과가 1,000 건 이상 존재하며 의사들이 이 정보에 쉽게 접근할 수 있어 논란을 불러 일으키고 있다.

미국 유전자협회(ASHG) 부회장인 조안 보오만(Joann Boughman)은, “오랜 시간 동안 학수고대하던 GINA가 연방의회를 통과함에 따라, 연구의 및 임상의들은 이제 유전자적 차별에 대한 걱정없이 환자들이 의학검사를 받도록 장려할 수 있게 되었다. 또한 보건 분야 종사자들도 GINA가 보장하는 연방법의 보호 아래, 적절한 유전자 검사 및 그 밖의 의료 절차를 아무런 걱정 없이 소비자에게 권유할 수 있게 되었다.” 라며 이번 법안 통과의 의의를 설명하였다.

실제로 1970년대에 적혈구 빈혈증 유전자를 지니고 있다는 이유로 다수의 흑인이 취업 및 보험가입에서 거절당한 바 있다. 또한, 1998년에는 캘리포니아 주 베클리에 위치한 로렌스 리버모어 국립 연구소가 1960년대부터 1993년 사이에 직원들의 적혈 빈혈증, 매독 및 임신 검사를 동의 없이 비밀리에 해온 것으로 드러났었다(당시 직원들은 일상적인 콜레스테롤 수치 검사로 알고 있었다). 2002년에는 벌링頓의 한 철도회사 직원 30여명이 업무상해 관련 보상금을 청구하자 회사가 이들의 동의 없이 유전자 검사를 수행한 혐의를 받아 소송 결과 이 회사는 220만 달러의 손해배상을 지급해야 했다.

1. 위 사례들을 참고로 자신이 생각하는 유전자 정보 활용의 장점과 단점을 정리해보자.

[이 활동은] S E A

DNA 정보를 활용하는 기술이 발달됨에 따라 발생하는 사회적 문제를 인지하고 해결방안을 찾아보는 활동이다.

[주의사항]

과학기술 발달의 부정적인 부작용이 부각되기보다 함께 발전되어 나가야 하는 사회적 윤리 문제를 인식하고 고민할 수 있도록 지도한다.

STEAM 연결하기

영화 속 유전자 결정론

제목 : 가타카(GATTACA)

가까운 미래, 우주 항공 회사 가타카의 가장 우수한 인력으로 손꼽히고 있는 제롬 머로우(Vincent/Jerome: 에단 호크 분), 큰 키에 잘생긴 외모, 우주 과학에 대한 탁월한 지식과 냉철함, 그리고 완벽한 우성인자(유전법칙의 우/열성이 아닌 ‘우수한 유전자’를 가르킴)를 갖추고 있다. 토성 비행 일정을 일주일 남겨두고 약간은 흥분을 느끼고 있는 그의 과거는 우주 비행은 꿈도꾸지 못할 부적격자 빈센트 프리만이었다. 부모님의 사랑으로 태어난 신의 아이 빈센트의 운명은 심장 질환에, 범죄자의 가능성을 지니고, 31살에 사망하는 것이었다. 빈센트의 운명에 좌절한 부모는 시험관 수정을 통해 완벽한 유전인자를 가진 그의 동생 안톤을 출산한다. … 청소부 생활을 전전하던 빈센트는 어느 날 최고의 우주 항공 회사 가타카에서 청소부로 일하게 된다. 그리고 자신의 예견된 미래에 반기를 든 그는, 우주 비행사가 되기 위해 위험한 도박을 시작한다.

◆ 정리해보기.

1. ‘가타카’의 의미는?
2. 영화에서는 사람들의 유전자 확인을 위해 어떤 방법을 사용하나요?
3. ‘빌린 사다리’란 무엇을 의미하는가?
4. 주인공이 감시관에게 정체가 탄로 났을 때 어떻게 하여 위기를 모면할 수 있었나?

◆ 생각해보기.

영화를 보고 유전자 결정론과 유전자 정보 활용 방안에 대한 자신의 생각을 정리해보자.

[이 활동은] S T A

영화 속에서 표현된 미래사회 모습을 통해 잘못된 유전자결정론에 대한 인식이 초래하는 사회적 문제를 인지하고 유전공학의 올바른 발전 방향을 생각해보는 활동이다.

보충자료 성격도 유전이다?

새해를 맞아 사람들이 남모래 하는 결심 중 하나는 “성격 좀 바꿔야지”이다. 술·담배 끊고 운동하고, 일과 사람 관계에서 성공하기 위해서라도 자신의 태도나 습관, 성격을 바꾸고 싶어 한다. 하지만 곧 벽에 부딪친다. 타고난 성격이나 정신력 등을 바꾼다는게 생각처럼 쉽지 않기 때문이다. 대체 무엇 때문에 이러한 기질은 바꾸기 힘든 것일까.

1979년 어느 날, 미국의 한 신문에 ‘태어나자마자 각자 다른 가정으로 입양된 쌍둥이가 40년 만에 만났다.’는 기사가 실렸다. 이를 읽은 미국의 토마스 부샤드는 심리학자로서 두 쌍둥이에게 매우 흥미를 느꼈다. 40년 동안이나 다른 환경에서 자랐다면, 두 쌍둥이는 과연 어떤 점이 비슷하고 또 어떤 점에 차이가 날까 하는 궁금증 때문이었다. 기사를 읽고 나서 가만히 앉아 있을 수만 없었던 부샤드는 두 쌍둥이의 유사성과 차이점을 조사해 보기로 마음먹었다. 그리고 그 조사 결과에서 깜짝 놀랄 사실이 드러났다.

자란 환경이 다르기 때문에 당연히 다를 것이라고 생각했던 습관이나 취미 등이 두 쌍둥이에게서 똑같게 나타났다. 두 사람은 습관적으로 손톱을 물어뜯었고, 취미는 목공이었으며, 농구를 싫어하는 것도 같았다. 왜 이런 현상이 나타난 것일까. 믿을 수 없는 결과에 충격을 받은 부샤드는 이후의 다른 쌍둥이의 조사에서 성격이나 습관 등이 유전적 영향을 강하게 받기 때문이라는 사실을 밝혀냈다.

유전자 결정론자들은 습관적인 거짓말이나 도벽도 아이 때 입은 정신적 충격의 결과라기보다는 대부분 유전적 소질 때문이라고 보고 있다. 심지어는 사랑과 야망, 효심, 창조성 등의 정신적 특성까지 부모의 유전자에 의해 좌우된다고 주장한다. 실제 과학적 연구 결과들은 개인의 성격이나 정신력, 습관에 미치는 유전적 영향력이 상당함을 보여준다.

캐나다의 토니 배논 박사는 같은 유전자 조합을 갖고 태어나는 219쌍의 쌍둥이들을 대상으로 ‘인생에 대한 제어’, ‘책임감’, ‘자신감’, ‘새로운 도전 능력’ 등 네 가지 항목으로 구성된 48개의 질문을 통해 유전이나 환경이 ‘강인한 정신력’을 만드는 데 어떤 영향을 미치는지, 또 각기 다른 생활환경 속에서 이들의 성격과 습관이 어떻게 변해 가는지를 조사했다. 그 결과 환경보다는 유전이 더 많은 작용을 하는 것으로 나타났다. 유전적 요인이 52%, 환경적 요인이 48%의 영향을 미쳤다.

외향적 성격일수록 좌절 등을 겪은 뒤 재기하는 정신적 능력이 강한 것으로 나타났다. 예를 들면, 부모 모두 혹은 한 사람이 운동선수인 경우 자녀들은 모든 일에 승부욕과 도전의식이 강한 경우가 많았다.강인한 정신력이나 성격 형성은 환경과 유전자의 복합적 상호작용의 산물이지만, 유전적 요인이 앞선다는 얘기다. 아마도 자식들을 키워보거나 아이들을 가르쳐본 사람이라면 기질이나 성격, 습관이 적절한 환경을 조성해 준다고 해서 얼마든지 바꿔나갈 수 있는 일이 아님을 인정할 것이다. 따라서 정신적으로 강한 자녀를 키우고 싶다면 배우자를 선택할 때 성격이나 의지도 중요하게 봐야 할 것이다.

출처: The Science 과학향기-김형자 과학칼럼니스트

4

무지개에서 빅뱅까지 빛으로 자연의 암호를 푼다!

인천과학고등학교
교사 박진성

STEAM 보여주기

자연에서 보는 빛의 예술

아래의 사진들은 주변에서 볼 수 있는 빛과 관련된 자연현상이다.



어떤 느낌이 드나요?



어떤 원리가 숨겨져 있을까요?



또 어떤 것이 있을까요?



이 활동은

S M A

우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 빛과 관련된 자연 현상에서 시작하여 점차 내용과 깊이를 확장한다.

주의사항

제시된 사진 이외에도 기초 개념을 을 평가하기 위한 다양한 자료를 제시하는 것이 좋다.

POINT!

최대한 발산적인 질문을 많이 함을 통하여 학생들이 과학적인 원리, 즉 우리가 이 단원에서 이야기 하고자 하는 빛을 통한 우주의 연구에 좀 더 친숙하게 다가갈 수 있도록 하는데 주안점을 두고 있다.

무지개에서 빅뱅까지..

빛으로 자연의 암호를 푸다!



STEAM 탐구하기

주변의 빛을 직접 분리해보자!

간이분광기를 만들어 주변의 빛을 직접 분리해 봅시다.

무엇이 필요할까? CD, 검은색 종이, 가위, 투명 테이프**어떻게 만들죠?**

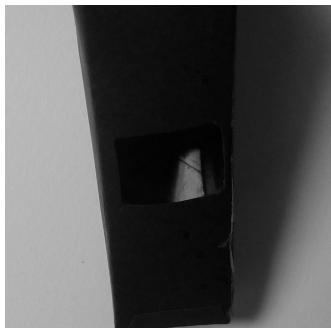
1. 가위로 CD를 절반 이하로 잘라내자.
2. CD의 뒷면에 투명 테이프를 붙였다 떼어 내어 막을 벗긴 다음, 1.5cm×2.5cm 의 크기로 자르자.
3. 양면이 모두 검은색인 두꺼운 종이 위에 간이 분광기의 전개도를 그리자.
4. 전개도를 따라 자르고 점선을 따라 접어서 간이 분광기를 만들자. 이때 과정 2에서 자른 CD 조각(혹은 홀로그램)을 양면테이프로 붙여 완성하자.
5. 슬릿을 통해 빛이 들어오도록 하여 나타나는 스펙트럼을 관찰하자.

스펙트럼 관찰

1. 자신이 만든 간이 분광기를 이용하여 주변에 있는 LED등, 백열등, 형광등 등을 관찰하여 나타나는 스펙트럼을 표에 색연필로 그려 보고, 스펙트럼의 종류를 구분해 보자.

전등의 종류	LED등	백열등	형광등	나트륨 등
스펙트럼의 모양				

2. 태양을 간이 분광기로 관찰하고 위 전등의 스펙트럼과 비교하여 가장 유사한 경우는 어느 것인지 확인해보자.
3. 몇 가지 원소 준비하여 불꽃 반응을 일으켜 분광기로 불꽃을 관찰해보자.

**분광기**

- 학생들이 직접 분광기를 만들어보도록 하고, 직접 만든 분광기를 이용하여 주변에 있는 여러 종류의 빛을 분리해 보도록 한다. 이를 통해 여러 가지 연구가 가능하다. 빛의 종류에 따라, 분광되는 형태가 어떤지 연구해보도록 할 수도 있고, 분광기가 잘 되지 않는다고 생각한다면 그 이유를 찾는 활동을 하게 할 수도 있다.
- 회절격자는 무수히 많은 슬릿이 같은 간격으로 평행하게 배열되어 있어 파장에 따라 특정한 몇 방향으로 빛을 꺾어주게 된다.

무지개에서 빅뱅까지..

빛으로 자연의 암호를 푸다!



STEAM 연결하기

빛으로 별들의 이야기를 들어보자.

별은 스펙트럼에 따라 나누어질 수 있다.

별의 스펙트럼을 수소의 흡수 스펙트럼의 세기에 따라 A, B, C, ..., P까지 16종으로 처음 구분한 사람은 1872년 미국의 천문학자 피커링과 캐넌이었다. 그 후 캐넌에 의해 흡수선의 세기가 온도와 관련이 있음을 알고 별들의 스펙트럼형을 온도가 높은 것부터 순서대로 O, B, A, F, G, K, M의 7개로 아래와 같이 재분류하였다.

형	스펙트럼	온도(°C)	색
O		28,000 이상	푸른색
B		10,000 ~28,000	청백색
A		7,500 ~10,000	백색
F		6,000 ~7,500	황백색
G		5,000 ~6,000	노란색
K		3,500 ~5,000	주황색
M		3,500 이하	붉은색

이 활동은



스펙트럼이 천체의 연구에 사용되는 역사적 과정을 이해하고 스펙트럼을 이용하여 별의 물리적인 성질을 알아낸다.

원자가 빛을 복사·흡수하는 것은 원자핵 둘레를 돌고 있는 전자의 에너지상태 변화와 관계가 있다. 원자가 다른 정상상태의 에너지준위로 전이할 때 그 준위차에 해당하는 에너지가 흡수되거나 방출되는데, 이 때 나타나는 스펙트럼을 선스펙트럼이라 한다.

흡수선의 세기는 흡수된 광자의 수가 많을수록 커진다. 별의 스펙트럼을 분류할 때에도 이런 흡수선의 강도에 기초한다.

스펙트럼은 별들의 어떤 정보를 얻을 수 있을까?

별의 대기의 화학구성에 흡수선의 강도, 나타난 위치 등을 분석하여 항성들의 질량, 온도, 대기의 화학조성 등을 구할 수 있다.

무지개에서 빅뱅까지..

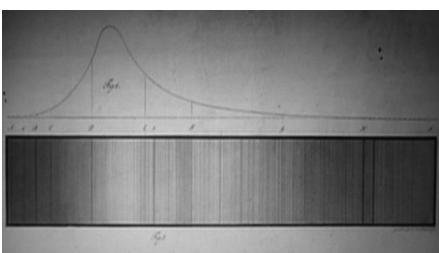
빛으로 자연의 암호를 푸다!



읽기 자료

별의 스펙트럼

'프리즘'이라는 아주 단순해 보이는 막대가 있다. 뉴턴이 발명한 이 막대를 햇빛에 비추면 아름다운 무지갯빛이 반사되어 보인다. 그냥 아름답게 보이는 이 빛 속에는 별의 구성 성분을 알 수 있는 신비가 숨어 있다. 1823년 독일 물리학자 조셉 브라운 호퍼는 이 무지갯빛 속에 원인모를 검은 띠를 발견하였다.



프라운호퍼는 실험실에서 태양빛을 7개로 나누어 인공적인 무지개를 만든 후 이를 현미경으로 관찰하여 검은 띠를 발견했다. 이 그림은 10년에 걸친 관찰결과를 프라운호퍼가 직접 그린 스케치로 574개의 검은 선이 그려져 있다.

프라운호퍼는 이 검은 띠의 의미를 파악하고자 평생을 연구했지만 그 의미를 끝내 발견할 수 없었다. (NHK Space Millennium-150억년의 유산-생명에 새겨진 별의 생과 사 중)

이 검은 띠가 무엇을 의미하는지는 1864년 영국 천문학자 윌리엄 허긴스에 의해 밝혀졌다. 이 검은 띠는 바로 그 빛을 방출하는 별의 원소가 만들어내는 흡수선이었다. 처음 천문학자들이 다양한 별의 분광분석을 했을 때, 다르게 나타나는 검은 띠의 위치를 통해 별을 구성하고 있는 원소들이 천차만별이라고 생각하게 되었다. 그러나 사실 대부분의 별들은 수소로 구성되어 있기 때문에 이러한 분석은 사실과 맞지 않는 것이었고, 결국 이러한 차이가 별의 온도 차이에 의해 발생한다는 것을 알게 되었다. 스펙트럼에서 이와 같이 검은 선이 나타나는 이유는 특정 원소를 강하고 있는 원자가 별의 온도에 의해 가열되면 에너지를 흡수하면서 높은 궤도로 이동을 하게 되는데 이 때의 흡수광자가 스펙트럼 상에 검은 띠를 만들게 되는 것이다. 이러한 이유로 같은 원소라도 별의 온도에 따라 검은 선이 나타나는 위치는 다르게 나타나게 된다. 예를 들어 아주 뜨거운 별에서는 수소 원자의 전자들은 완전히 궤도이탈을 하면서 수소가 이온화하게 되고, 이러한 경우는 추가로 광자를 흡수할 수 없기 때문에 더 이상 흡수 선이 나타나지 않게 된다. 즉, 특정 원소에 의해 발생하는 검은 띠의 분석을 통해 해당 별의 온도를 관측할 수 있게 된 것이다.

20세기 초반 하버드 대학에서 별의 스펙트럼을 수집하는 작업이 착수되었다. 하나하나의 별을 관측하고 그 결과를 그려내야 하는 고된 작업에는 젊은 여성들이 동원되었다.

이 와중에 애니 캐넌(Annie Jump Cannon)이라는 여성 천문학자는 개인적으로 약 40만개의 별을 측정하였다. 사실 이러한 정보가 광범위하게 수집될 때까지도 개별별의 스펙트럼이 별의 온도에 영향을 받는다는 사실은 알려져 있지 않았지만 결국 이러한 연구 성과를 기반으로 '별은 수소로 구성되어 있으며 스펙트럼의 차이는 온도의 차이를 반영한다.'는 세실리아 페인(Cecilia Payne)의 연구 성과가 나타날 수 있었다. 이러한 연구 성과들이 누적되면서 온도에 따른 흡수선의 7가지 패턴이 정리되면서 '분광계열'이라고 불리는 스펙트럼 분류표가 만들어지게 되었다.

• 프라운호퍼

(Joseph von Fraunhofer)
1787~1826 독일의 물리학자. 유리 닦기 직공으로 출발하여 망원경의 제작자가 되었고, 1814년 태양스펙트럼에서 암선(프라운호퍼선)을 발견했으며, 1819년 회절격자(回折格子)에 의한 회절현상을 연구, 빛의 파장(波長)을 측정했다.

• 애니 캐넌

(Annie Jump Cannon)
1863~1941 미국의 여류천문학자. 별의 스펙트럼 분류의 제1인자로 알려졌다.

전체 하늘의 9등 이상의 별 22만 5,000개의 스펙트럼을 분류해 (헨리드레이퍼 목록-Henry Draper Catalogue)을 출판하였다.

별의 스펙트럼을 수소의 흡수 스펙트럼 선의 세기에 따라 A, B, C, …, P 까지 16종류로 구분하였고, 그 후 흡수선의 세기와 온도가 깊은 관련이 있음을 알고 별들의 스펙트럼 형을 온도가 높은 것부터 순서대로 'O, B, A, F, G, K, M' 7개로 재분류하였다. 각각의 스펙트럼 형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10등급으로 세분된다.

무지개에서 빅뱅까지..

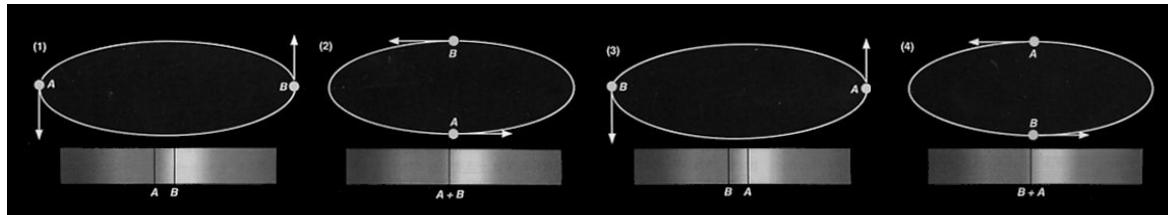
빛으로 자연의 암호를 푸다!

S T E A M

보충자료

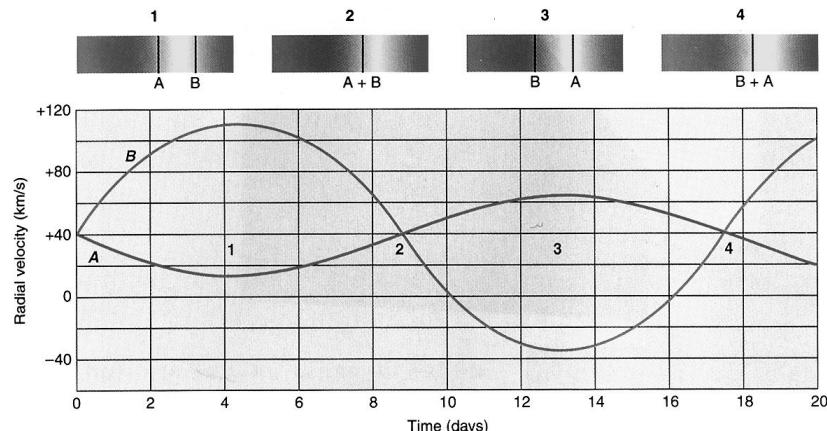
심화학습 : 스펙트럼을 이용한 별의 정보 이해하기

1) 공전 주기와 공전 속도



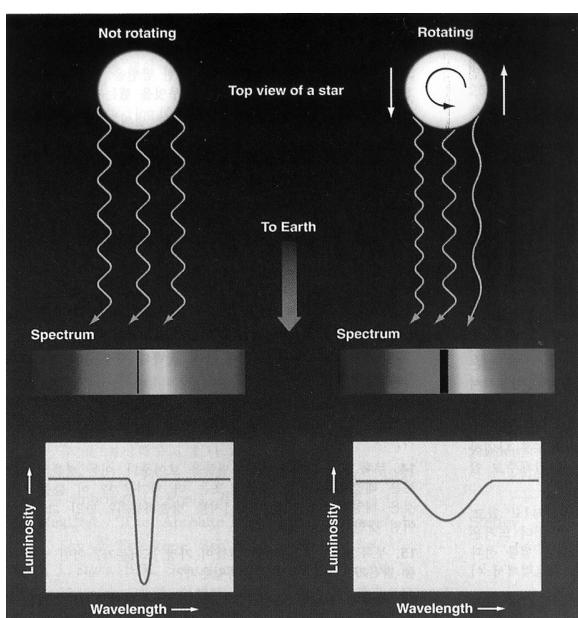
시선속도의 주기적인 변화는 공전 주기와 공전 속도를 알 수 있다.

2) 분광 쌍성계의 시선속도 곡선



두 쌍성의 규칙적인 스펙트럼의 변화는 시선속도의 변화를 의미하며 서로 공전하는 쌍성을 알 수 있다.

3) 선폭증가



별의 자전이 스펙트럼선을 넓어지게 한다.
→선폭증가(line broadening)

무지개에서 빅뱅까지..

빛으로 자연의 암호를 푸다!

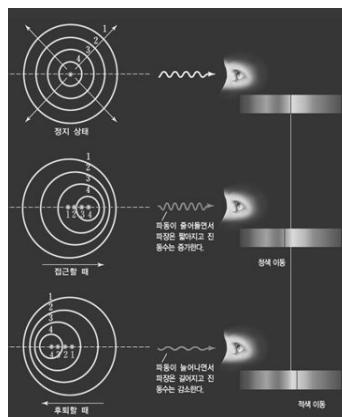
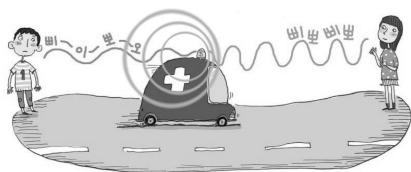


STEAM 연결하기

움직이는 빛의 스펙트럼 변화

도플러 효과

파동을 발생시키는 파원과 그 파동을 관측하는 관측자 중 하나 이상이 운동하고 있을 때 발생하는 효과로, 파원과 관측자 사이의 거리가 좁아질 때에는 파동의 주파수가 더 높게, 거리가 멀어질 때에는 파동의 주파수가 더 낮게 관측되는 현상이다.



→ 우주팽창에 의해서 그 별이 지구로부터 멀어지면서 빛을 방출하면서 도플러효과에 의하여 파장이 길어지게 되어 선스펙트럼이 적색 쪽으로 이동하게 된다.

도플러 효과를 응용한 기기는 어떤 것이 있을까?

기기명	원리

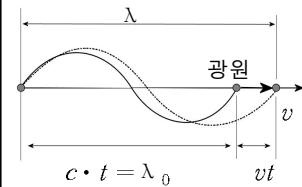
이 활동은



도플러 효과를 이용하여 별의 스펙트럼 사진에서 적색 편이를 이용하여 별 까지의 거리를 구하는 방법을 알아본다.

• 도플러 효과

정지해 있는 별에서 오는 빛의 파장을 λ_0 , 멀어지거나 가까워지는 별빛의 파장을 λ 라 하면



$$\begin{aligned} \lambda &= ct + vt \\ &= (c+v)t = c(1 + \frac{v}{c})t \\ &= \lambda_0(1 + \frac{v}{c}) \\ \frac{\lambda}{\lambda_0} &= 1 + \frac{v}{c} \\ \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} &= \frac{v}{c} \\ \therefore \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} &= \frac{v}{c} \end{aligned}$$

• 자바실험

http://image.scienceall.com/lab/new_javalab/199/doppler_effect/doppler_effect.html

무지개에서 빅뱅까지..

빛으로 자연의 암호를 풀다!

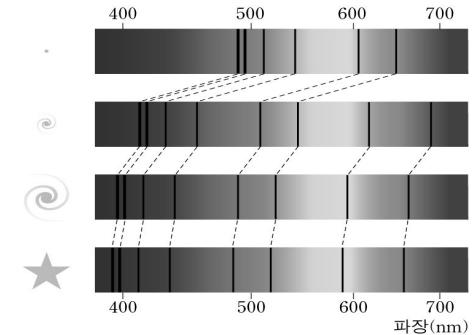
S T E A M

STEAM 연결하기

빛으로 우주의 암호를 풀어보자!

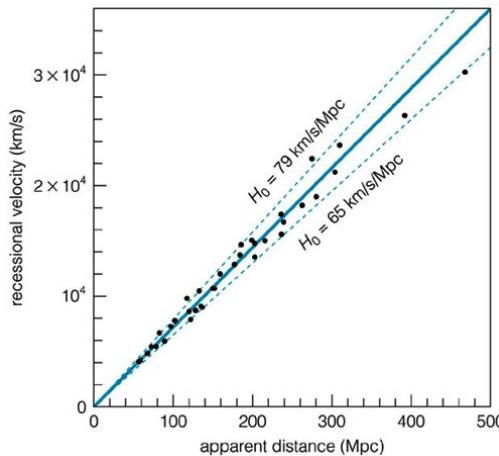


망원경으로 별과 가까이 있는 은하와 멀리 있는 은하들을 관측한다면 어떤 모양일까요?



1929년 월슨산 천문대의 100인치 망원경으로 은하의 스펙트럼에서 시선 속도를 측정한 미국의 천문학자 에드溫 허블은 몇 개의 가까운 은하를 제외한 나머지 모든 은하는 우리 은하계에서 멀어지는 운동을 하고 있고 후퇴 속도와 그 은하까지의 거리와의 사이에는 $V = H \cdot r$ 이라는 비례관계가 성립한다는 것을 발견하였다.

- 1) 허블의 법칙은 우주가 팽창하고 있음을 관측을 통하여 밝혀낸 경험 법칙으로 허블 상수는 역으로 이용하면 우주의 대략적인 나이와 크기를 결정하는데 매우 중요하다.
- 2) 허블의 법칙은, 거리가 너무 멀어져 서로의 인력이 작용할 수 없는 모든 은하나 성단, 그리고 행성들 간에 적용된다. 그러나 태양계에 속한 행성이나 독립된 별들에 대해서는 적용될 수 없다. 그 이유는 개체들 간의 중력이 움직임에 영향을 미치기 때문이다.
- 3) 우리가 멀리 있는 천체를 보면 볼수록 더 먼 과거의 우주 모습을 보게 된다.



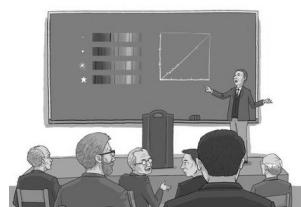
이 활동은

S T A

스펙트럼의 적색편이를 이용하여 별까지의 거리를 측정하여 우주가 팽창하고 있다는 사실을 알아본다.

- 우주의 나이는 허블상수의 역수($\frac{1}{H}$)가 되며, 우주의 크기 (r) = $\frac{v}{H}$ 이 된다.

우리도 허블이 되어보자!!



TIP. 학교급의 소형 망원경으로 관측되는 별, 은하 등의 사진을 실제로 보여주고 안시 관측의 한계를 느끼게 하여 우주의 연구는 스펙트럼과 같은 다른 방법으로 연구함을 인식시킨다.

화장발전학습 : 스펙트럼형과 별의 밝기를 나타낸 H-R도는 별의 진화과정을 알 수 있는 계기가 된다.

MEMO



II

융합인재교육(STEAM) 특강

1 영감을 자극하는 별과 음악의 만남 /음악공연

Musica Feliz(뮤지카 펠리즈)

Program

Intro-Beauty and beast (미녀와 야수OST)

1. A.Dvorak string quartet No.12 f major 4th(아메리카)
2. M.Mousorgsky-Gopak
3. Moon River (티파니에서 아침을 OST)
4. por una cabeza (여인의향기 OST)
5. J.F.Burgmuller-Waves of the Danube (다뉴브강의 잔물결)
- *한국 동요
6. 귀여운 꼬마
7. 엄마야 누나야
8. J.Brahms-Hungarian Dance No.5
9. E.Elgar -Salut d'Amour
10. The entertainer (스팅 OST)
11. A.Piazzolla-Libertango



해설 : 박기화

Vn1 진찬주 Vn2 전나윤 Va 김지은 V.C 하재현

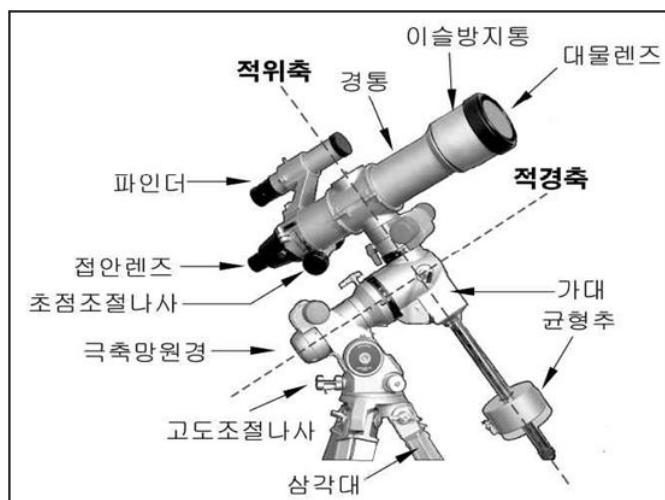
2

영감을 자극하는 별과 음악의 만남/별들의 잔치

명신여고 교사 김민수
인천석남초 교사 우석민
인천목향초 교사 오현종
인천부평서초 교사 조홍래
부개고 교사 임강숙
가정고 교사 이자랑

1. 망원경과 친해지기

1. 밤하늘을 보는 눈, 망원경의 구조를 알아보자!



망원경을 세로로 구분하면 경통, 가대, 삼각대로 나눌 수 있다.

가. 경통

- 빛을 모아주는 광학장치이다.
- 경통으로 천체를 관측하기 때문에 렌즈의 성능에 따라 망원경의 성능이 결정된다.

나. 가대

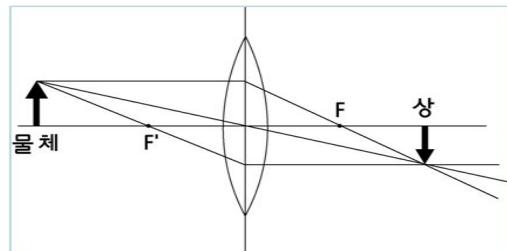
- 망원경의 경통을 올려두는 받침대로서 망원경의 방향을 조정해주는 장치이다.
- 방향을 조정하는 방법에 따라, 경위대식과 적도식으로 나눌 수 있다.

다. 삼각대

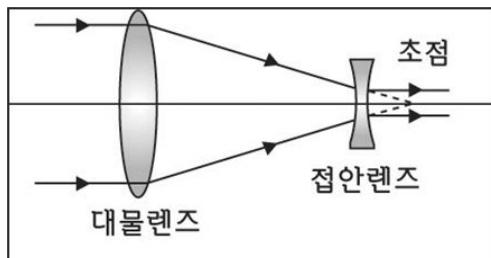
- 가대와 경통을 삼각대 위에 올려서 흔들리지 않게 받쳐주는 장치이다.

2. 망원경의 종류를 알아보자!

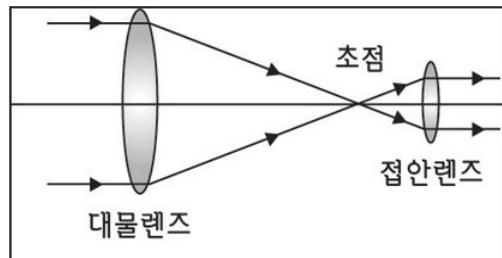
가. 볼록렌즈로 빛을 모으는 굴절 망원경



- 렌즈로 빛을 모으기 때문에
▶ 굴절률차이에 의한 색수차가 발생

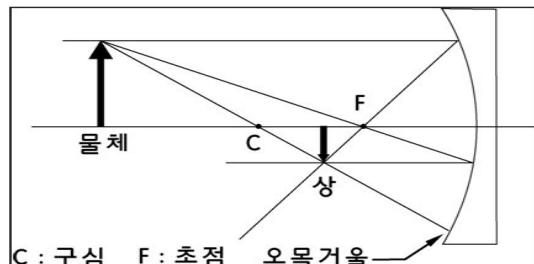


갈릴레이식 망원경

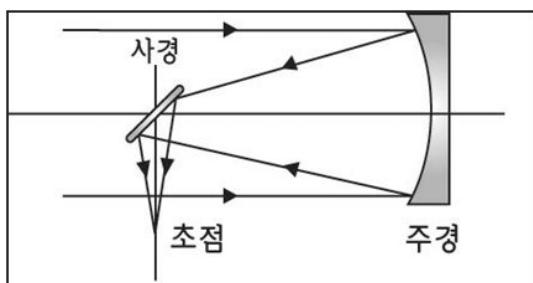


케플러식 망원경

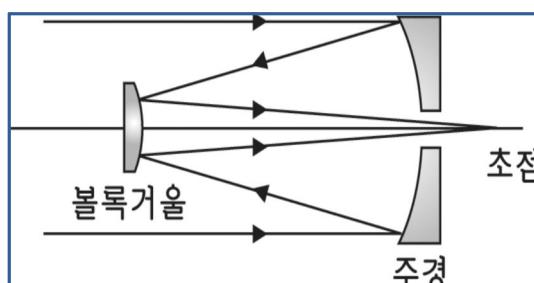
나. 오목거울로 빛을 모으는 굴절 망원경



- 망원경의 구조상 공기류가 발생하여
▶ 상이 불안정할 수 있다.



뉴튼식 망원경



카세그레인식 망원경

3. 망원경을 설치해보자!

가. 망원경 조립하기

삼각대를 설치한다.

나사를 풀어 다리를 빼고, 고정시켜 세울 때는 북쪽을 맞추는 것이 좋다.

가대를 망원경에 고정시킨다.

무게가 무거우므로 조작에 주의하고, 고정 나사를 빠짐없이 조이도록 한다.

균형추를 장착한다.

균형추 봉을 빼서 무게추를 달고, 안전 나사를 꼭 잠궈 떨어지지 않도록 한다.

경통을 고정시킨다.

조립할 때에는 나사 중에 큰 것을 먼저 조이도록 한다.

파인더를 부착한다.

접안렌즈를 부착한다.

관찰은 되도록 저배율에서 고배율로 하는 것이 좋다.

나. 망원경 균형 맞추기

망원경의 장치에 무리가 가지 않고 부드럽게 움직이게 하기 위해, 또 천체를 찾고 난 후 고정을 시켰을 때 움직이지 않도록 하기 위해 꼭 해주어야 하는 중요한 작업이다.

우선 망원경과 균형추 간의 무게 균형을 맞추기 위해,
적위 조임 나사를 풀어준다.

양쪽을 시소의 원리로 균형을 맞추어 보고,
균형추를 앞뒤로 움직여 쪽이 없도록 한다.

무게를 맞춘 후, 적위 조임 나사를 조인 후,
적경 나사 축을 풀어, 경통 좌우의 균형을 맞춘다.

적위의 균형을 맞출 때와 같이 시소의 원리로 균형을 맞추어 보고,
경통을 앞뒤로 좌우로 움직여가며 균형을 맞춘다.

다. 파인더 조정

파인더는 망원경에 달린 작은 저배율의 망원경으로 말 그대로 별을 찾는 도구이다. 파인더 조정은 주망원경으로 보았을 때 중앙에 보이는 별이 역시 파인더의 중앙에 보이도록 만들어 주는 일을 말한다. (단, 밤에 별을 관측할 경우에는 낮에 미리 파인더 조정을 해놓아야 하며, 부득이하게 밤에 파인더를 조절해야 할 경우에는 밝은 별을 직접 이용하는 수도 있다.)

주망원경을 보면서 철탑이나 교회의 십자가와 같은 특별한 목표물을 찾는다.

▼
파인더를 보면서 파인더에 달려 있는 나사를 돌려 파인더의 십자선이
주망원경에 잡힌 목표물 중앙에 놓이도록 한다.

▼
다른 목표물을 파인더로 찾고 주망원경으로 보아 두 망원경의 광축이
평행인 것을 확인한다.

라. 극축 맞추기

극축을 맞춘다는 것은 망원경의 회전축의 하나인 적경축을 지구의 자전축과 평행하게 만드는 것을 의미한다. 따라서 극축이 없는 경위대식 가대에는 해당하지 않고 적도식 가대에만 해당하는 사항이다.

▼
망원경의 적위를 90° 에 맞춘 후 저배율의 접안렌즈를 끼우고
적위 클램프를 단단하게 잠근다.

▼
파인더를 보면서 파인더의 중앙에 북극성이 들어오도록
가대의 방향과 위도 각도를 조절한다.

▼
적위축을 고정시키고 망원경을 보면서 적경축을 돌려 본다.
만일 시야의 별들이 동심원을 그리며 움직이면 정확하게 세팅된 것이다.

▼
시야 내의 별들이 호를 그리며 움직이면 망원경의 위치를 약간 바꾸어 가면서 위
작업을 반복한다.

2. 별자리와 친해지기

1. 밤하늘 관측의 요령을 익혀보자.

가. 방향을 알기위해 북극성을 찾자.

별자리를 찾는 것은 지도를 펼쳐 놓고 길을 찾아가는 것과 같다. 지도에는 보통 방위가 그려져 있는데, 밤하늘도 이렇게 방위를 알려줄 방위표가 필요하다. 그러면 우선 가장 먼저 항상 우리의 정북쪽하늘에서 움직이지 않는다는 북극성이다. 하지만 이러한 북극성은 1등성이 아니기 때문에 바로 찾을 수는 없고, 북두칠성이나 카시오페이아 자리와 같은 별자리를 먼저 찾아 그로부터 찾아가야 한다.

나. 길잡이 별과 별꼴, 별자리를 찾아라!

밤하늘의 별들에 우리가 알고 있는 별자리선이 그어져 있는 것이 아니기 때문에, 별자리를 찾으려면 우선 밝은 길잡이 별들을 먼저 찾아야 한다. 이 길잡이 별은 기하학적인 도형을 가진 길잡이 별꼴을 만든다. 예를 들면, 봄철의 대곡선, 여름철의 대삼각형, 가을철 대사각형, 겨울철의 다이아몬드와 같은 것들이다.

이러한 별꼴을 찾고 나면 이러한 별꼴을 구성하는 별들이 가진 별자리를 통해 밤하늘의 이야기를 완성할 수 있다.

다. 잘 아는 별자리부터 그리고 주변의 하늘부터 관측을 시작한다.

길을 찾을 때 우리가 아는 것에서부터 시작하듯이 별자리를 찾을 때에도 우리가 알고 있는 찾기 쉬운 것부터 시작해야 한다. 밝은 별자는 도시근교에서도 쉽게 찾을 수 있다. 때문에 꼭 별자리를 관측하기 위해 멀리로 가야한다는 편견을 버리고 우리 주변에 있는 별들을 보는 것에서부터 밤하늘 관측을 시작해보자.

라. 별자리를 보기 전에 잠시 눈을 감아보자.

눈이 어둠 속에 적응하는 것을 ‘암적응’이라고 한다. 암적응이란 눈동자의 동공을 최대한 크게 만들어 많은 빛을 받아들이는 눈의 적응력이다. 눈을 암적응 시켜야 최대한 많은 빛을 모을 수 있고 그래야 많은 별들을 볼 수 있다. 동공을 확장시키려면 최대한 10분정도 빛을 보지 않고 어둠에 눈을 적응시키는 것이 좋다. 이렇게 최대로 동공이 확장되면, 약 6등급의 어두운 별들을 포함한 수많은 별들을 볼 수 있다.

2. 항상 북쪽을 가르쳐 주는 길잡이별, 북극성을 찾아보자!

가. 북두칠성을 이용하여 북극성 찾기.

북두칠성의 α 별과 β 별을 이어서 5배정도 연장하면 밝은 별이 하나 보이는데 이별이 바로 북극을 나타내는 북극성이다.

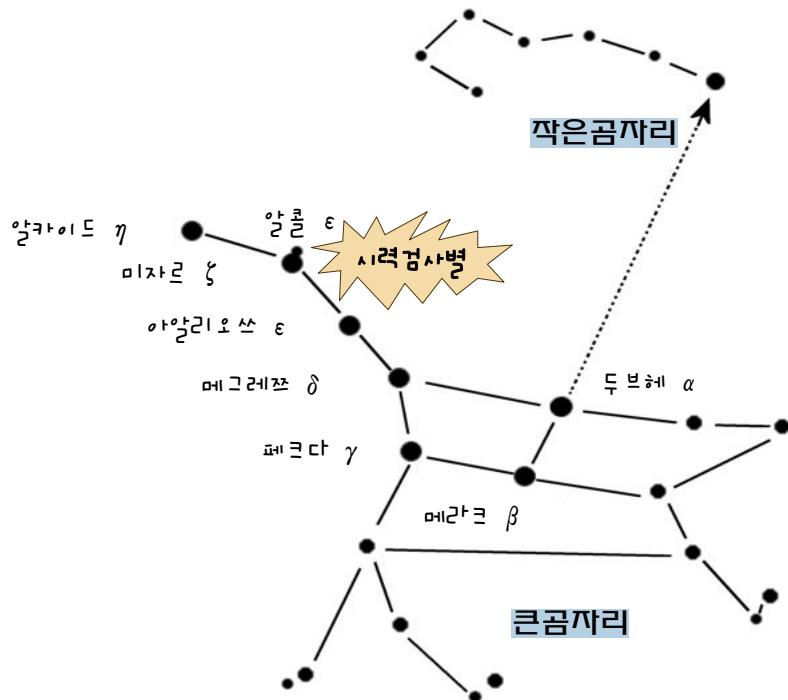


그림 1. 북두칠성으로 북극성 찾기

나. 카시오페이아자리를 이용하여 북극성 찾기

북두칠성이 하늘에서 보이지 않을 때는 카시오페이아의 β 별과 α 별의 연장선이 만나는 선과 ε 별과 δ 별의 연장선이 만나는 점을 γ 별에 이어 5배 연장했을 때 만나는 별이 바로 북극성이다.

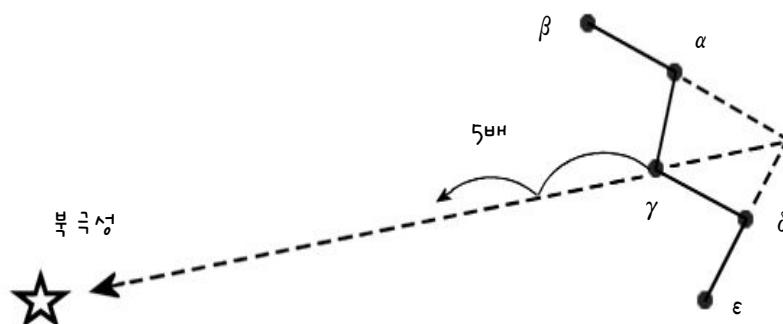


그림 2. 카시오페이아자리로 북극성 찾기

[부록 1] 1등성인 밝은 별

[우리나라에서 관측되지 않는 별]

	별자리	고유명	밝기	비고
1	큰개자리α	시리우스	-1.46	흰색 별, (이중성)
2	용골자리α	카노푸스*	-0.72	흰색 별
3	목자자리α	아크투루스	-0.04	주황색 별
4	거문고자리α	베가	0.03	흰색 별
5	센타우루스자리α	리길센타우루스*	-0.27	노란색 별, (이중성)
6	마차부자리α	카펠라	0.08	노란색 별
7	오리온자리β	리겔	0.12	청백색 25000°C 고온의 별,(이중성)
8	오리온자리α	베텔기우스	0.50	붉은색 별, 3500°C, 초거성(변광성)
9	작은개자리α	프로키온	0.38	황백색 별
10	에리다누스자리α	아케르나르*	0.46	청백색 별
11	센타우루스자리β	하다르*	0.61	청백색 별,(변광성)
12	독수리자리α	알데어	0.77	흰색 별
13	남십자자리α	아크룩스*	0.76	청백색 별,(이중성)
14	황소자리α	알데바란	0.85	주황색 별,(변광성)
15	처녀자리α	스피카	0.98	청백색 별,(변광성)
16	쌍둥이자리β	풀룩스	1.14	주황색 별
17	남쪽물고기자리α	포말하우트	1.16	흰색 별
18	전갈자리α	안타레스	0.96	붉은색 별, 적색거성,(변광성)
19	백조자리α	데네브	1.25	흰색 별
20	남십자자리β	베크룩스*	1.25	청백색 별, (변광성)

[참고!! 그리스 알파벳 읽는 법]

α	알파	η	에타	ν	뉴	τ	타우
β	베타	θ	시타	ξ	크시	υ	윕실론
γ	감마	ι	이오타	ο	오미크론	φ	피
δ	델타	κ	카파	π	파이	χ	키
ε	엡실론	λ	람다	ρ	로	ψ	프시
ζ	제타	μ	뮤	σ	시그마	ω	오메가

[부록 2] 한번쯤 관찰해보면 좋을 메시에 목록

	M57 행성상 성운 백조자리
	M13 (헤라클레스 성단) 구상성단 헤라클레스 자리
	M42 (오리온 성운) 발광성운 오리온자리
	M31 (안드로메다 은하) 나선은하 안드로메다자리
	M45 (플라이아데스 성단) 산개성단 황소자리

3

마술을 활용한 STEAM 교육

인천승의초 교사 박 태 현

인천부원초 교사 김 병 석

부원중 교사 김 동 민

STEP1. 과학마술의 정의

술은 과학적 원리가 들어가 있는 연기 혹은 연출이다. 많은 마술이 기본적인 과학의 원리에서 출발했다고 할 수 있다. 과학마술이란 과학적 원리를 이용한 마술이다. 과학수업은 과학 마술을 이용하여 보다 즐겁게 학습할 수 있다. 또한 어려운 과학적 원리는 과학 마술을 통해 보다 쉽게 이해할 수 있다.

과학마술은 아동들의 구체적 조작활동을 통해 과학적 원리를 더 잘 이해하는데 큰 효과가 있다. 과학마술을 이용한 과학 수업에서는 과학적 원리가 들어있는 마술을 아동들이 눈으로 보고 손으로 느끼며 주어진 학습 목표에 정확히 도달하게 된다. 또한 눈으로 보고 아는데 그치는 것이 아니라 손으로 조작하여 발견된 과학적 원리는 아동들에게 발견의 기쁨을 느끼게 해주고 생활 주변에서 일어나는 과학 현상들을 탐구 할 수 있도록 이끌어 준다. 과학교육에 있어 가장 중요한 것은 ‘경험’ 이므로 아동들이 직접 과학원리를 경험해 보는 것은 매우 의미심장한 일이다. 과학마술을 통해 과학이라는 것이 어렵고 지루한 것이 아닌 즐거운 활동이고 불가능을 가능케 만들어 주는 매력 있는 과목이라는 생각을 아이들 머릿속에 심어줄 수 있다.

STEP2. 과학마술의 종류

1. 함께 하는 과학마술

- ☞ 마술이 가지고 있는 과학적 원리를 함께 익히면서 수업을 진행,
예) 탄성- 고무줄 마술, 착시현상 등

2. 직접 눈으로 볼 수 없는 현상들을 학습자가 확인 할 수 있는 기회

- ☞ 예) 과학- 꽃의 한 살이, 대기 순환의 원리

3. 마술 같은 과학실험

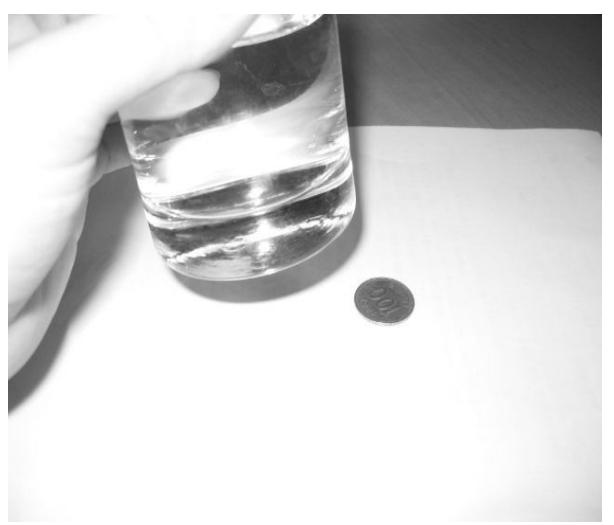
- ☞ 예) 과학- 화학 반응 실험, 물을 포도주로 바꾸기

STEP3. 과학 마술을 통한 학습 동기 유발의 실제

1. 빛이 나아가는 모양

단원	4. 빛의 나아감	주제	빛의 나아가는 모양	차시	5/7
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> 빛이 나아가는 모양을 관찰하여 그 특징을 말할 수 있다. 				
준비물	교사: 슬릿, 어둠상자, 동전(100원), 유리컵 아동: 자, 종이상자, 가위, 칼, 풀 등				
과학 마술	빛의 굴절(과학마술)을 활용한 학습 동기유발				
학습 단계	교수·학습 활동				학습매체 및 유의점
도입	<ul style="list-style-type: none"> * 동기 유발 (과학 마술을 활용한 동기 유발) T: 유리컵 안에 100원짜리 동전이 있습니다. T: 유리컵에 물을 부어 주면 동전은 사라집니다. T: 지금 보여준 마술은 빛의 굴절 현상을 이용한 마술입니다. - 빛의 굴절을 이용한 마술을 보여준다. - 모둠별로 직접 실험해 보게 하여 빛의 대한 호기심을 유발한다. <p>T: 이번 시간에는 지금 해본 것처럼 우리 주위의 빛이 나아가는 모양에 대해 공부하도록 하겠습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> * 학습 목표 제시 : 빛이 나아가는 모양을 관찰하여 그 특징을 말할 수 있다. 				유리컵 동전
전개	<ul style="list-style-type: none"> * 기본활동1 빛이 나아가는 모습 관찰 장치 만들기 - 빛이 나아가는 모습 관찰 장치에는 어떤 것들이 있는지 살펴보기 - 모둠별로 선택하여 만드는 방법을 살펴보기 - 만드는 순서에 따라 빛이 나아가는 모습 관찰 장치를 만들어 보기 <ul style="list-style-type: none"> · 검은색 두꺼운 표지를 이용하여 어둡게 만들기 · 머리빗이나 두꺼운 표지를 이용하여 슬릿을 만들기 · 바닥에는 빛이 지나가는 길이 선명하게 나타날 수 있도록 검은 종이를 바른다. · 어둠상자 속에 넣을 비눗물이나 연기용 향을 준비한다. · 빛이 들어갈 수 있는 작은 구멍을 낸다. · 미리 만든 슬릿을 상자의 중간이나 앞부분에 고정시킨다. 				머리빗 슬릿 상자, 풀 가위, 칼

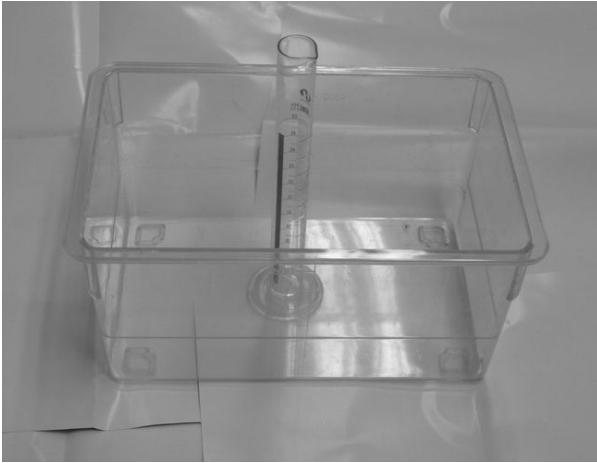
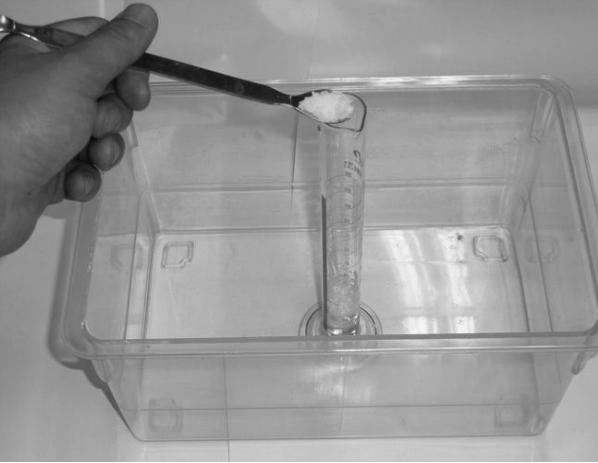
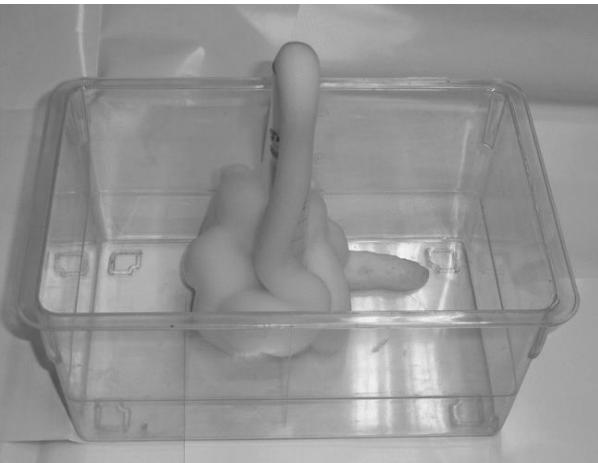
※ 과학마술 활용 방법

과학마술	빛의 굴절(과학마술)을 활용한 학습 동기유발
준비물	100원짜리 동전, 유리컵, 물
	
① 100원짜리 동전과 유리컵을 준비한다.	② 유리컵 안에 동전을 놓는 것이 아니라 동전은 유리컵 밑에 놓는다.
	
③ 동전이 유리컵 안에 있는 것처럼 연기하면서 물을 부어 준다.	④ 사진처럼 동전은 유리컵 밑에 있다.

2. 촉매반응을 이용하여 과산화수소 분해하기

단원	6-2-2 여러 가지 기체	주제	산소를 발생시켜 성질 탐구하기	차시	4~5/10
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> · 산소 장치를 꾸며 산소를 만들 수 있다. · 산소의 성질을 실험을 통해 알 수 있다. 				
준비물	<p>교사: 메스실린더, 과산화수소수, 아이오딘화 칼륨, 액체 세제공 아동: 기체발생 실험장치, 묽은 과산화수소수, 이산화망간</p>				
과학 마술	거품 뱀을 활용한 학습 동기유발				
학습 단계	교수 · 학습 활동				학습매체 및 유의점
도입	<p>* 동기 유발 (과학 마술을 활용한 동기 유발)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 거품뱀 시연 - 어떻게 해서 거품이 발생하였는지 학생들에게 생각하게 한다. <p>T: 이 실험은 과산화수소수가 빠르게 분해되면서 산소 기체를 발생시킨 실험입니다.</p> <p>* 학습 목표 제시 : 산소 발생 장치를 이용하여 산소를 모으고 실험을 통하여 산소의 성질을 알 수 있다.</p>				미션 임파서블 OST 과산화수소는 가급적 진한(30%) 용액을 사용한다.
전개	<p>◎ 시금치로 산소 발생시키기 (시범실험)</p> <p>T : 교과서에 ‘이런 실험도 있어요’에는 무엇으로도 산소를 만들 수 있다고 되어 있나요?</p> <p>T : 여기 비닐봉지에 들어 있는 것이 무엇일까요?</p> <p>S : 풀입니다. 오이입니다.</p> <p>T : 여기 비닐봉지에는 시금치를 갈아서 넣었습니다. 여기에 약국에서 판매하는 과산화수소수를 넣습니다. 최종 변화는 수업이 끝난 후에 보여 드리겠습니다.</p> <p>◎ 산소 발생시키기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 물을 가득 채운 집기병을 물 속에 거꾸로 세운 다음, 고무관을 집기병 속에 넣습니다. · 삼각플라스크 안에는 이산화망간이 있습니다. · 묽은 과산화수소를 깔때기에 적당히 붓고 핀치 클램프를 살짝 살짝 눌러 과산화수소가 조금씩 떨어지도록 합니다. 				비닐봉지, 과산화수소수 , 시금치 기체발생 실험장치

※ 과학마술 활용 방법

과학마술	과산화수소의 아이오딘화 칼륨에 의한 촉매 분해를 활용한 학습 동기유발
준비물	메스실린더, 수조, 세제, 과산화수소수, 아이오딘화 칼륨, 비커
	
① 50mL 또는 100mL 메스실린더에 진한 과산화수소수(30%)와 액체 세제를 넣고 잘 흔들어서 세제를 녹입니다. 수조 안에서 실험을 하는 것이 좋습니다.	② 아이오딘화 칼륨을 약수저로 적당량 메스실린더에 넣습니다. 아이오딘화 칼륨을 적은양의 물에 넣어 녹인 후 넣어도 무방합니다.
	
③ 과산화수소수가 아이오딘화 칼륨과 만나면 물과 산소로 분해가 일어나게 되고 과산화수소수와 혼합되어 있던 세제가 거품이 되며 위로 올라오게 됩니다. 일부 아이오딘화 칼륨이 분해가 되어 아이오딘의 색깔을 띠게 됩니다.	

◆ 유의점

- 과산화수소수가 진하므로 위생장갑이나 고무장갑을 착용한 후 실험을 합니다.
- 실험 후에는 다량의 물과 함께 하수로 흘려보냅니다.



참 고 자 료

가. 묽은 과산화수소 만들기

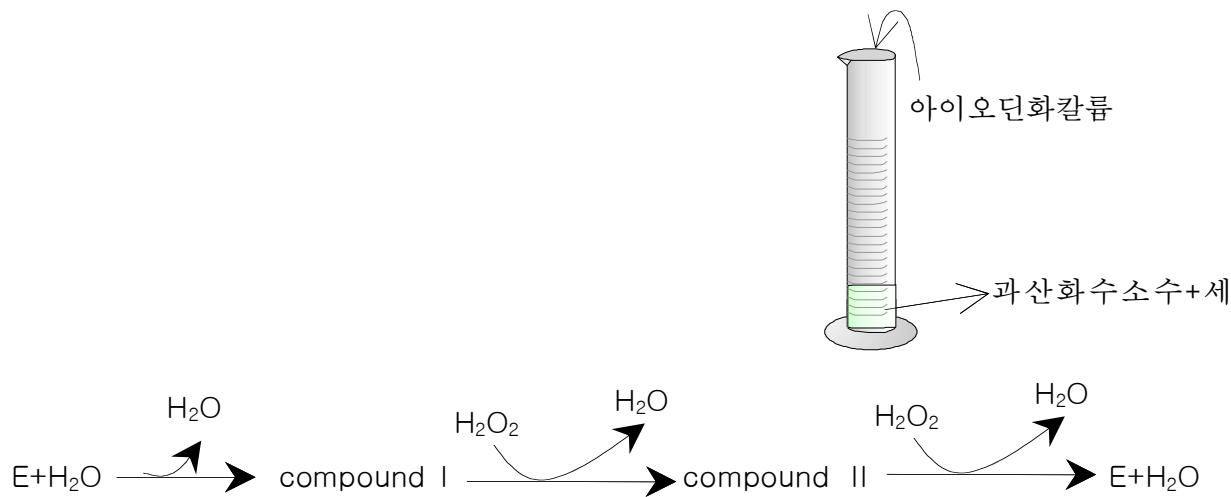
산소 발생시 사용하는 과산화수소수의 적당한 농도는 5~6%이다. 화학 약품으로 시판되는 과산화수소는 30%의 진한 수용액이므로 묽게 만들어 사용하도록 한다. 30%의 진한 과산화수소 100mL에 400mL의 물을 부어 전체 부피가 500mL가 되게 하면, 5~6%의 과산화수소수가 된다. 약국에서 시판되는 2~3%의 과산화수소수로는 산소발생 실험을 하기에 부적당하다.

진한 과산화수소가 피부에 닿았을 때 피부를 상하게 하므로 취급에 주의하도록 한다. 또, 햇빛이나 열에 의해 쉽게 분해되므로 갈색병 속에 넣어 차고 어두운 곳에 보관하여야하며, 특히 진한 과산화수소에 금속이나 금속의 산화물 또는 탄소가루가 섞이면 폭발하기 쉬우므로 보관에 주의해야 한다.

나. Catalase(Hydrogen Peroxide Oxidoreductase)의 작용 및 과산화수소 반응 메카니즘

Catalase는 동물, 식물, 미생물의 호기성 세포에 널리 분포하며, 포유동물에서는 간, 콩팥, 장, 뇌 등의 기관에서 관찰된다. 식물세포에서의 Catalase는 peroxisome에만 유일하게 존재하며 인접해 있는 chloroplast와 mitochondria로부터 광합성, 광호흡, 산화적 인산화 반응 중에 필수적으로 파생되는 유해한 H_2O_2 를 전해 받아 무해한 H_2O 로 바꿈으로써 세포기능이 손상 받지 않고 원활히 이루어지도록 작용하는 것으로 알려져 왔다.

Catalase는 Fe^{3+} 인 활성형 ferricatalase가 hydrogen peroxidase에 의해 산화되어 H_2O 를 발생시키고 자신은 compound I(Fe^{V}) intermediate로 전환된다. 나아가 불활성 화합물 compound II(Fe^{IV})로 전환되어 최종적으로 활성형인 ferricatalase(Fe^{III})로 재생된다.



다. 거품뱀 만들기

수업 도입부에 실시하는 실험으로 아이들의 어수선한 분위기를 집중하도록 만드는데 효과적이다. 메스실린더에 세제와 색소를 풀어 넣고 아이오딘화칼륨 분말을 메스실린더에 넣으면 순식

간에 과산화수소는 물과 산소로 분해되어 산소는 세제와 함께 거품이 되어 메스실린더 밖으로 나오게 된다. 이때 아이오딘화 칼륨도 촉매의 역할을 하게 된다.

STEP4. 배워봅시다.

1. 동전마술

가. 프렌치 드롭

2. 과학 마술을 이용한 함께 하는 마술 수업

가. 고무줄 점핑 (탄성의 원리)

나. 고무줄 반지 올리기

다. 착시현상마술

라. 자석의 성질을 이용한 마술

마. 시온 물감의 원리를 이용한 마술

99 ♂	79 □	59 ■	39 ♂	19 Ⓢ
98 ○	78 ▲	58 ○	38 ▲	18 Ⓢ
97 ♀	77 Ⓢ	57 Ⓢ	37 Ⓢ	17 Ⓢ
96 ▲	76 Ⓢ	56 ▲	36 Ⓢ	16 Ⓢ
95 ▲	75 ▲	55 Ⓢ	35 □	15 □
94 ▲	74 Ⓢ	54 Ⓢ	34 Ⓢ	14 ▲
93 ▲	73 ○	53 ▲	33 □	13 Ⓢ
92 ▲	72 Ⓢ	52 ▲	32 Ⓢ	12 Ⓢ
91 ♂	71 Ⓢ	51 ▲	31 Ⓢ	11 □
90 ▲	70 ▲	50 ▲	30 ▲	10 Ⓢ
89 Ⓢ	69 ○	49 Ⓢ	29 ■	9 Ⓢ
88 ▲	68 Ⓢ	48 ○	28 Ⓢ	8 □
87 Ⓢ	67 Ⓢ	47 ○	27 Ⓢ	7 ▲
86 Ⓢ	66 Ⓢ	46 Ⓢ	26 ■	6 ♂
85 ▲	65 ▲	45 Ⓢ	25 ▲	5 Ⓢ
84 ▲	64 Ⓢ	44 Ⓢ	24 ○	4 □
83 ▲	63 Ⓢ	43 ▲	23 Ⓢ	3 ▲
82 □	62 Ⓢ	42 □	22 Ⓢ	2 Ⓢ
81 Ⓢ	61 Ⓢ	41 □	21 ♂	1 Ⓢ
80 Ⓢ	60 ▲	40 ○	20 ▲	0 □

4 STEAM 교육! 왜 지금인가?

인천광역시교육청
정책교육국장 이 팽 윤



목차

- 1 미래사회를 준비하는 국가 수준의 교육정책 방향
- 2 추진배경
- 3 STEAM이란?

I. 미래사회를 준비하는 국가 수준의 교육정책 방향



미래사회를 준비하는 국가 수준의 교육정책 방향

최근 PISA(Program for International Student Assessment)의 결과

PISA 2003

핀란드, 홍콩, 일본에 이어
우리나라가 상위 4위권

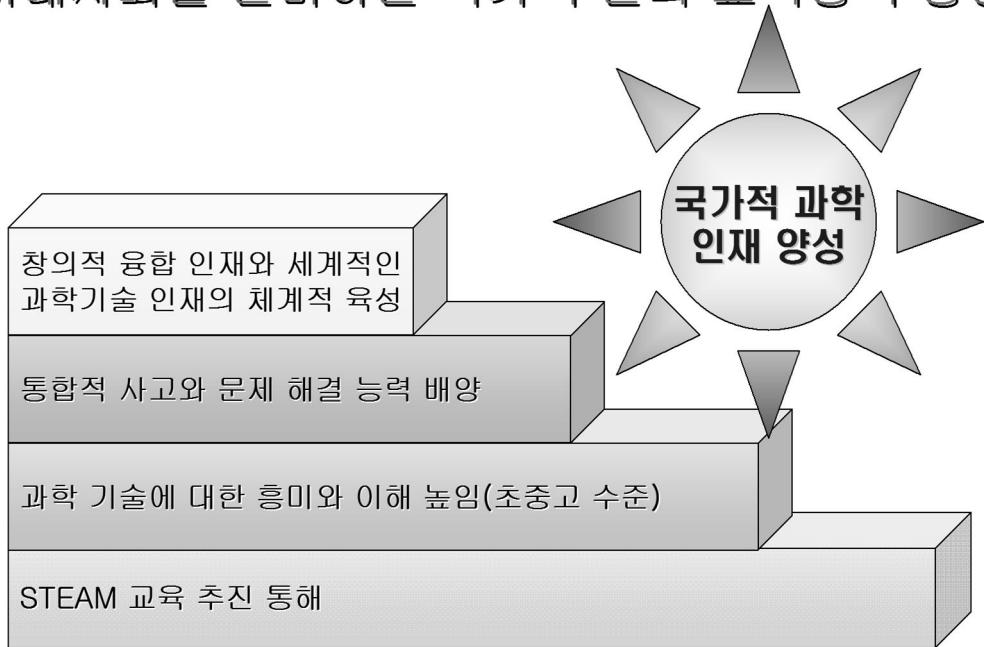
PISA 2006

과학 성취도가 전체적으로 하락

원인

과학적 문제 인식이나 과학 지식의 실생활
연계 능력 부족

미래사회를 준비하는 국가 수준의 교육정책 방향



II. 추진배경



추진배경

1

과학, 기술의 비약적 발전에 따른 학교 교육의 근본적 변화 필요

- ◆ 실생활의 첨단 과학기술 수준은 높아졌으나 학교 수학, 과학, 기술교육은 이를 따라가지 못함.
- ◆ 최첨단 과학, 기술, 공학에 대한 흥미 제고 및 실생활과 연계된 과학적 지식과 소양 함양

추진배경

2

미래 사회 대비 과학적 소양 (Science Literacy) 교육 필요

- ◆ 첨단기술 발달로 일상 생활에서 첨단기기 사용이 확대되어 과학기술에 대한 이해와 활용 능력은 인간의 존립 필수요소
- ◆ 지식 기반 사회는 ‘새로운 지식 창출’이 가능한 창의적 미래 인재 양성으로 학교 교육의 전환 필요

추진배경

3

융합형 핵심 인재 발굴 및 양성을 위한 초·중등 교육 강화

- ◆ 융합과 통섭의 시대, 기술-학문 분야를 조율한 최첨단 과학기술 선도 인재 양성을 위해 초·중등 교육 단계의 백업 기능 강화 필요
- ◆ 교육과정 및 학교内外에서 실생활에 적용되는 융합적 과학기술을 체험할 수 있는 다양한 실험·탐구·견학 및 진로 탐색 기회 확대 필요

추진배경 - 현황 및 문제점

1

지나치게 어렵고 많은 학습 수준과 학습량

- 다수 교사·학생들은 학습 분량이 많고 어렵게 느끼는
- 수업량의 감축과 수준의 조정이 필요. 실질적으로 어려움

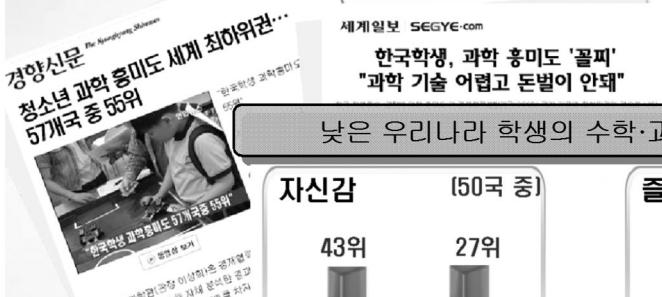
2

연계, 융합이 부족한 과학, 문제풀이 수학

- 과학-교과간 주제 중심 연계 부족, 기술, 공학 내용 부재
- 수학-학생수준차 고려 못한 획일적 수업, 어려운 문제 풀이 및 암기식 수업으로 흥미와 학습 동기 유발 미흡

추진배경 – 현황 및 문제점

학생들은 수학, 과학을 어렵고 지루하게 인식



추진배경 – 현황 및 문제점

3 과학자와 공학자에 대한 낮은 인지도

- 실과, 기술·가정 교과가 재래 기술 위주로 구성
- 과학기술인, 공학자에 대한 정보와 인지도 부족

4 교사들의 최첨단 과학기술 및 공학 지식 체험·연수 기회 부족

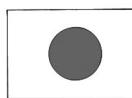
- 교대 신입생 중 이과계 비율 낮고, 교대별 과학전공자 제한
 - 수능 응시 수리 '가'형 3%, 과탐 18%
- 수학, 과학 교사를 위한 연수, 교수·학습 지원 시스템 미비

추진배경 – 주요국 동향



국가경쟁력 강화를 위해 수학, 과학, 기술 교육 강화

- 미국 경쟁력 강화 법안 : 초중등 STEM 교육 투자
- 워싱턴 주 등 : STEM 교육 강조한 Project 2061 반영한 교육과정 운영



유토리 교육 폐기 및 수학, 과학 교육 강화

- 30년만에 초중등학교 필수과목 수업시간 확대('08년)
- 초등학교 관찰, 실험활동 강화(학습지도 요령 9차 개정고시)



과학과 혁신에 대한 틀 2004-2014 수립

- 7,927억원의 정부기금 지원 결과 STEM 분야의 학생 증가
- STEM 분야 인재의 안정적 공급유지를 위해 [과학과 혁신에 대한 틀] 수립



LUMA 프로젝트 실시('02~)

- LUMA Joint National Action을 마련 기업연계 투자 추진, 수학, 과학문제 해결 창출법 제정
- 우수이공계학생 양성을 위해 '초등학교-대학교-산업체' 연계한 중앙 조직 제정



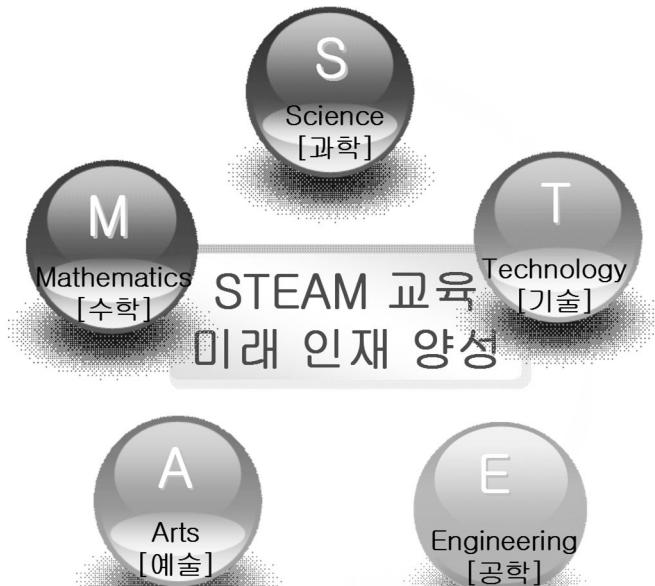
모든 이를 위한 수학, 과학, 기술('92~) 추진

- 수학, 과학 교육개혁의 방향 제시를 위한 수학, 과학, 기술교육위원회 구성, 백색서报 제작
- 과학예술 영재학교 운영, 과학, 예술, 인문 분야 영재에 대한 융합적 수월성 교육

III. STEAM이란?



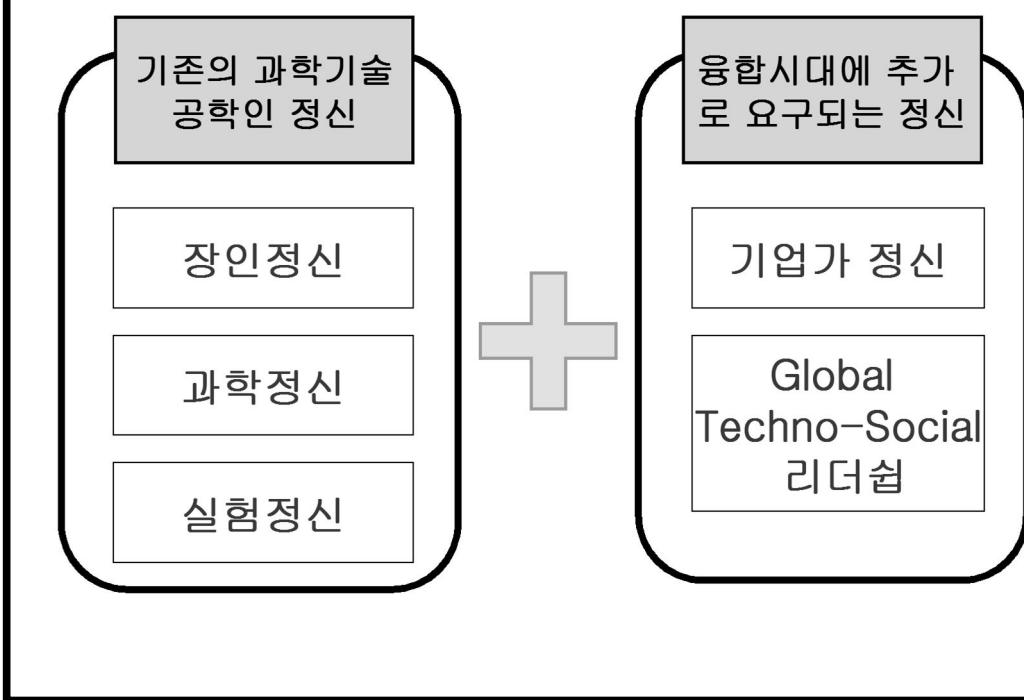
STEAM이란?



- 수학, 과학, 기술, 공학 간 상호 연계성 고려, 간 학문 간 공통 핵심 요소 중심으로 교육
- 예술적 소양을 함양하고 타 학문에 대한 이해가 깊은 미래형 인재 양성으로 교육

* 미국 STEAM 교육이 주로 기술교육 중심에 뿌리를 두고 있는 것과 달리 한국 STEAM은 수학, 과학 등 기초 학문에 뿌리를 두고 기술·공학의 연계성과 함께 예술적 소양 함양을 목표로 함

STEAM이란? – 융합시대에 필요한 패러다임



STEAM이란?

융합인재교육(STEAM) 시너지를 활용한 체계적 과학기술 인재 양성

- | | | | | | |
|-----------|--|---|--|---|---|
| 교육과정 재구조화 | 수학교과 과학교과 개편

■ 수학교과와 과학교과 개편

■ 기술, 가정 첨단 기술·예술교육과 연계 | 수학과 학교사 역량강화

■ 연수 프로그램 개발 및 연수 실시

■ '첨단 과학교사 연수센터' 운영

■ 학위 연수 확대 및 교사 연구회 지원 등 | 미래형 과학교실 도입

■ 미래형 과학교실 모델 개발 및 시범 운영('12년)

■ 미래형 소프트웨어, 수업모델 개발 보급 | 체험·탐구 중심 과학기술교육강화

■ 초·중등 STEAM 교육 프로그램 개발 및 운영

■ 학교 밖 체험·탐구 프로그램 확산

■ 글로벌 과학체험 기회 확대 | 인적·물적 지원 인프라 구축

■ '과학기술 교육지원단' 구성 및 운영

■ '대학(원)생 교육봉사단' 추진

■ 해외 STEAM 교육 현장 프로그램 제작 방영

■ STEAM 교육 FAIR 개최 |
|-----------|--|---|--|---|---|

STEAM 교육의 추진계획

구 분	2011						2012			
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
I. 교육과정 재구조화										
STEAM 핵심역량 개발							연구 시범학교 공모(7월)			
국가 교육표준 및 모델 개발										
RSP 수업모델 개발 보급										
과학+예술 수업모델 개발										
STEAM 연구시범학교 운영										
II. 교원 역량 강화										
교대·사대 교육과정 개편							2차 교사연구회 선정 공고(10월)			
생애주기 연구 체제 구축										
STEAM 교사 연수 센터 운영										
PMS 연계 학위 연수 지원										
시·도 교육청 연수 강화										
STEAM 교과연구회 지원										

STEAM 교육의 추진계획

구 분	2011						2012			
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
III. 미래형 과학교실 운영 등										
미래형 과학교실 / 수업모델 개발										
미래형 수업모델 시범운영										
IV. 체험·탐구·활용 강화										
STEAM 교육프로그램 개발 보급										
학교밖 STEAM 활용 개발/운영										
영재학교-대학 연계프로그램										
해외 STEAM 연수 운영										
V. STEAM 교육 인프라 구축										
과학기술 전문가단 운영										
STEAM 교육 홍보 방송 방영										

대한민국 과학기술의 밝은 미래



III

융합인재교육(STEAM) 외국 동향

1 미국의 STEM 교육

인천광역시교육청
장학사 조용구

1. STEM 교육의 정책적 태동

STEM 교육은 2006년 부시대통령이 미국경쟁력강화전략(American Competitiveness Initiative:ACI)을 발표하면서 태동되었다. STEM영역에서의 연방정부의 교육지원 부족을 지적하고 R&D 프로그램과 STEM 교육의 질을 높이기 위한 기금마련을 요구하였다. 이에 따라 경쟁적으로 미국국가학술협회에서는 STEM 교육에 대한 관심을 표명하였고, 관련하여 10가지 행동 목표를 정하였다. 이 중 가장 뚜렷한 세 가지는

첫째, 12학년의 과학과 수학교육의 수준을 높여 미국 인재를 양성한다.

둘째, 수학, 과학, 기술 등에서 교사의 교수능력을 강화시킨다.

셋째, STEM교육과 대학진학과의 연관성을 확장시킨다.

미국국가학술협회는 STEM교육과 관련된 프로그램 및 교육과정을 개발하였으며, NASA 및 각 대학들도 중·고등학교 학생들의 교육을 위해 경쟁적으로 협력하기 시작하였다. 그리고 STEM 교육연합(The STEM Education Coalition)에서도 교사·학생들을 위한 자료제공 및 프로그램 등을 지원하고 있다.

2. 미국의 다양한 STEM 교육의 예

본 글에서 제공하는 다양한 STEM 교육의 예는 우리나라에서 현재 이루어지고 있는 STEAM 교육에서 Arts 가 빠져있기 때문에 다소 차이가 있을 수 있으나 융합형 인재를 키우겠다는 목표에서는 큰 차이가 없기 때문에 미국교사들의 교수자료를 참고하는 것은 앞으로 융합형 교수법을 익혀야하는 교사로서 도움을 얻을 수 있을 것으로 보여지며 글로벌화시대의 인재 양성에 경쟁적으로 작용하리라 여겨진다.

본 자료는 미국의 STEM교육관련 사이트에서 발췌하였음을 밝히며 더 큰 도움을 얻기 위해 서는 직접 사이트에 방문하길 권한다.

● 사이트 : PBS Teacher Resource (<http://www.pbs.org/>)



서커스 놀리 비디오 시청을 통한 STEAM 교수법

서커스의 저글링, 광대, 그리고 공중곡예사들은 고등학교 학생들에게 몰입과 즐거움을 제공하는 동시에 물리의 기본개념들을 떠올리고 자극시킬 수 있다. 교사들은 서커스의 장면들을 학생들에게 수업 전에 도입함으로써 자연스럽게 예술 속에 담겨있는 물리적 개념으로 확장시켜 보는 즐거움과 지적 즐거움을 동시에 느끼게 해야 한다. 나아가 서커스 속에 담긴 장면들을 더 완벽하게 구사하기 위해서는 어떤 물리적 원리를 활용하여 연습해야 하는지 이해시킨다.

1. 포물체 운동(Projectile Motion)

저글링을 하는 사람은 자신이 볼, 콩자루, 핀 등을 공중에 던질 때, 그것들이 포물선을 그리며 다시 떨어진다는 것을 본능적으로 알고 있다. 볼을 지표면에서 지면과 일정한 각도로 던졌을 때 볼은 지면에 수직인 방향으로만 일정한 크기를 가지는 중력의 영향을 받음으로써 곡선운동을 하게 된다. 물리학에서는 이러한 운동을 포물선 운동이라고 한다.



사진자료: <http://www.pbs.org/teachers/connect/resources/7900/preview/>



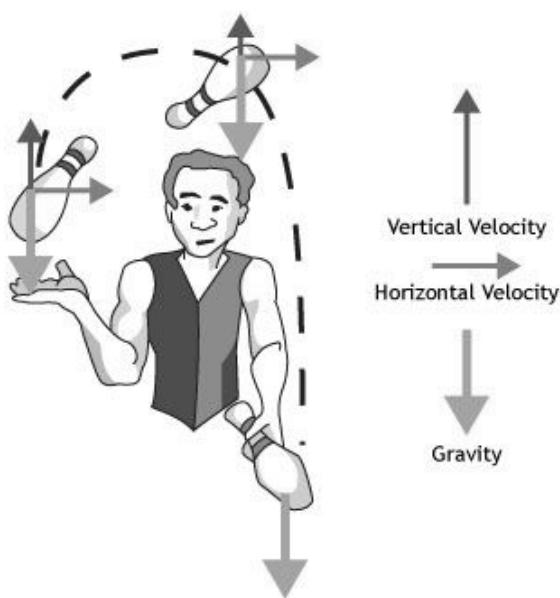
비디오를 시청하면서 생각할 문제 (Watch the Video)

1. 저글링 핀이 얼마나 높이 올라가는가는 무엇이 결정하는가?
2. 저글링 핀이 공중에 있는 동안, 수평적으로 얼마나 멀리 이동하는가는 무엇이 결정하는가?
3. 저글링 핀의 수직속도와 비교하여 수평속도는 어떻게 변화되는가?

깊게 파고들기 (Digging Deeper)

좀 더 깊게 공부하기 전에, 다음 두 가지 것에 대해 생각해보자.

- 속도는 속력과 함께 움직이는 물체의 빠르기의 정도를 나타내는 양이다. 속력은 단위시간당 이동거리를 측정하여 계산하는 반면, 속도는 단위시간당 이동한 변위를 측정함으로써 그 크기가 결정된다. 속력과 같은 단위를 쓰지만 속력이 스칼라량임에 반해 속도는 변위 벡터와 같은 방향을 가지는 벡터량이다. 단위는 속력과 같이 변위/시간을 사용하며 주로 m/s, km/h 등이 쓰인다.
- 가속도(加速度)는 시간에 따라 속도가 변하는 정도를 나타내는 물리량이다. 일반적으로 물체는 속력이나 운동방향이 바뀌면서 속도가 변하는데, 이와 같이 속도가 시간에 따라 변할 때 가속도가 있다고 한다. 속도와 마찬가지로, 가속도는 크기와 방향을 갖는 벡터량으로 나타낸다. SI 단위로는 m/s^2 를 사용한다.



위 그림의 저글링을 돌리는 사람을 살펴보면 핀의 수평 속도-파란 화살표-는 공중에 있는 동안 변화가 없이 일정하다. 수직 속도-빨간 화살표-는 곡선의 가장 맨 꼭대기 핀에서 가장 작다. 변화하는 수직속도는 바로 중력 때문이다. 바로 이것이 곡선을 만든다. 만약 핀에 중력이 작용하지 않는다면 핀은 똑바로 직진하게 될 것이다.

핀이 위로 갈수록, 수직속도는 느려진다. 얼마나 느려질까? 공중에 핀이 놓여있는 매초마다 속도는 중력가속도 때문에 $9.8m/s$ 씩 늦어진다. 만약 처음에 $9.8m/s$ 로 핀을 던졌다면 그것은 수직속도가 0이되는데 정확하게 1초가 걸릴 것이다. 이러한 현상은 핀이 포물선의 꼭지에 도착하였을 때와 같다.

아래로 떨어질 때를 보면, 2분 후에 핀의 수직속도는 다시 $9.8m/s$ 이 될 것이다. 만약 어떤 것도 핀을 멈추게 하지 않을 때는 3초 후에 $19.6 m/s$ 로 떨어질 것이다. 4초 후에는 $29.4 m/s$ 로, 등등

수평으로는 중력이 없다. 따라서 핀의 수평속도는 느려질 원인이 없다. 1분 후에 핀의 수평속도는 정확하게 그것을 쏘아 올렸을 때와 같은 값이다. 만약 공기의 마찰이 없다고 가정하면,

(주목 : 중력은 단시 수직속도에 영향을 미칠 뿐이며 수평속도에는 관계가 없다.) 그렇다면 펀이 얼마 나 높이 갈 것인가를 결정하는 것은 무엇인가? 중력에 달려있기 때문에 초기속도가 얼마인가에 달려있다.

$$H_{\max} = V_{\text{initial}} \times \text{time} + (\frac{1}{2}) \times \text{gravity} \times \text{time}^2$$

만약, 당신이 펀을 초기속도 9.8m/s으로 던졌다며 1초 후에 원호의 꼭지점에 도달할 것이다. 그 꼭지점의 높이는

$$H_{\max} = (9.8 \text{ m/s}) \times (1 \text{ s}) + (\frac{1}{2}) \times (-9.8 \text{ m/s/s}) \times (1 \text{ s})^2$$

$$H_{\max} = 4.9 \text{ m}$$

여기서 중력은 -가 없으므로, 여기서 -값은 초기 방향과 반대방향이라는 개념을 알려주어야 한다.

● 이제 여러분이 해 볼래요? (Your Turn)

다음 계산을 위해 위에서 배운 개념과 수식을 활용해 보세요. 만약 당신이 저글링 공을 3m 위로 똑바로 던졌을 때 그것이 다시 당신의 손에 돌아올 때까지의 시간은 얼마나 걸릴까요?

답 : 1.56초

우선, 3m 떨어질 때 걸리는 시간을 측정할 수 있는 높이방정식 $3 = \frac{1}{2} \times (9.8) \times t^2$ 를 사용하여 풀면 $t = \sqrt{(2*3/9.8)} \approx 0.78\text{초}$ 이 값의 두 배가 걸리므로 약 1.56초가 걸린다.

● 더 나아가기(Further Explanation)

저글링과 포물선 운동에 대해 더 배우기를 원한다면 다음 사이트에 접속해 보세요.

- ▶ <http://scienceworld.wolfram.com/physics/Projectile.html>
- ▶ <http://www.circopedia.org/index.php/Category:Jugglers>

● 요약

포물선운동 projectile motion: 한결같은 중력이 작용하는 공간에 던져진 물체가 공기에 의한 저항을 무시했을 경우 포물선 궤도를 그리는 운동. 질량 m 인 물체(엄밀하게는 질점)를, 수평과의 각을 이루는 방향으로 속도 v 로 던졌을 경우, 궤도 위의 임의의 점에서의 뉴튼의 운동방정식은, 중력($=m \cdot g$, 여기서 g 는 중력가속도)이 항상 수직 방향으로만 작용하고 있으므로, 수평(x축)과 수직(y축)의 방향으로 나누었을 때 $m \cdot dv/dt=0$, $m \cdot dv/dt=-m \cdot g$ 이다. 여기서 x 및 y 는 속도 벡터 v 의 각 성분을 지정 하며, t 는 시간변수이다. 이것들은 간단히 적분하여 $v=c$, $v=-g \cdot t+c$ 로 얻어진다.

출처: 한국과학창의재단 과학용어사전

source:<http://www.scienceall.com/dictionary/dictionary.sca?todo=scienceTermsView&classid=&articleid=255639&bbsid=619&popissue=>

2. 뉴튼의 운동법칙 (Newton's Laws of Motion)

비디오를 시청하면서 생각할 문제 (Watch the Video)



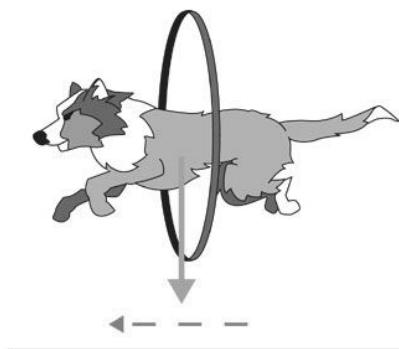
1. 당신이 보는 힘은 무엇인가?
2. 왜 개는 미끄럼틀에서 미끄러져 내려오는가?
3. 개가 루시아노에게 뛸 때 어떤 일이 일어나는가?
4. 개는 어떤 힘을 느끼는가?
5. 사람은 어떤 힘을 느끼는가?

깊게 파고들기 (Digging Deeper)

1. 뉴튼의 제1법칙 : 관성의 법칙은 외부에서 힘이 가해지지 않는 한 모든 물체는 자기의 상태를 그대로 유지하려고 하는 것을 말한다.

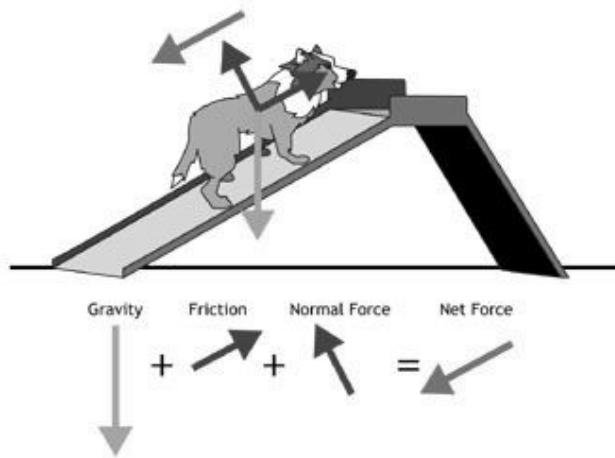
즉, 정지한 물체는 영원히 정지한 채로 있으려고 하며 운동하던 물체는 등속 직선운동을 계속 하려고 한다. 달리던 버스가 급정거하면 앞으로 넘어지거나 브레이크를 급히 밟아도 차가 앞으로 밀리는 경우, 트럭이 급커브를 돌면 가득 실은 짐들이 도로로 쏟아지는 경우, 컵 아래의 얇은 종이를 갑자기 빼르고 세게 당기면 컵은 그 자리에 가만히 있는 현상이 관성의 법칙의 예이다.

개가 후프를 향해 뛸 때 순간적으로 지면을 떠난다. 어떻게 앞으로 계속 갈 수 있을까?



공중에서 개에 작용하는 유일한 힘은 아래로 잡아당기는 중력이다. 수평방향으로는 어떤 힘도 없다. 따라서 개는 그가 떨 때 자신이 가진 그 속도로 계속 움직일 수 있으며 중력은 개가 지면에 닿을 때까지 지속적으로 작용한다.

- 2. 뉴튼의 제2법칙 :** 물체의 질량과 작용하는 전체 힘을 안다면 물체의 가속성을 파악할 수 있게 해준다. 운동의 변화는 가해진 힘에 비례하며 힘이 가해진 직선 방향으로 일어난다. 미끄럼틀 위의 개는 여러 방향에서 작용하는 여러 가지 힘을 느낀다. 비끄럼틀이 일반적인 힘으로 미는 동안 중력은 똑바로 잡아당긴다. 마찰력은 개가 미끄러지는 반대 방향으로 일어난다. 개가 경사면을 따라 미끄러지니 마찰력은 개를 일반적인 힘과 수직방향인 경사면의 반대 방향으로 밀어 올리게 작용한다. 얼마나 빨리 개가 미끄러지는가를 알기위해 개의 질량도 알아야한다.

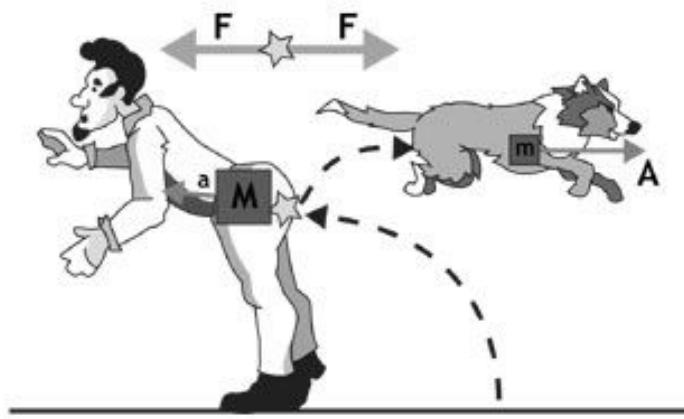


개의 가속도를 알기위해 뉴튼의 제2법칙을 적용한다.

힘 = 질량 X 가속도

간단히 표현하면 “ $F = ma$ ”.

- 3. 뉴튼의 제3법칙 :** A B 두 물체가 서로 작용을 미치고 있을 때 그 상호작용에 관한 법칙. 물체 A가 물체 B에 미치는 것을 작용, 물체 B가 물체 A에 미치는 것을 반작용이라고, 작용이 있으면 반드시 반작용이 있으며, 그 크기는 같고 방향은 반대이다. 작용과 반작용은 두 물체에 한 쌍으로 동시에 작용한다. 이 법칙은 운동법칙의 하나로, 뉴튼의 제3법칙이라고도 한다. 운동의 세 법칙은 각기 독립된 내용을 갖고 서로 밀접한 관계를 가진다. 가령 외력(外力)이 작용하지 않는 1개의 물체를 두 부분 A, B로 나누어 생각할 때, 이 물체 전체에 작용하는 힘은 A가 B에 미치는 작용과 B가 A에 미치는 반작용의 합력(合力)이다. 만약 작용반작용의 법칙이 성립하지 않는다면, 합력은 소셜되지 않고 남아 물체는 외력을 받지 않아도 가속도운동을 일으키는 것이 되어, 운동의 제1법칙에 위배된다. 작용반작용의 법칙으로부터, 외력을 받지 않는 역학계(力學系)에서는 전 운동량이 일정하다는 것을 알 수 있다.



이제 여러분이 해 볼래요? (Your Turn)

이 번 단원의 개념과 공식을 적용하여 다음을 계산하시오.

루시아노를 박차면서 수평적으로 2.45 meters/second/second 의 수평적 가속도가 발생하였다. 개의 질량이 15kg, 루시아노의 질량이 80kg이면 얼마의 수평적 가속도를 느끼겠는가?

답: 0.46 meters/second/second

뉴턴의 제3법칙에 의하면, 루시아노와 개에 작용하는 힘은 같다. 뉴턴의 제2법칙인 $F=ma$ 또한 관계되는데, 루시아노에 작용하는 힘인 $F = M \times A$ 와 개에 작용하는 힘인 $F = m \times a$ 가 같아야한다. 식을 바꿔 쓰면 $M \times A = m \times a$.

문제에서 $M = 80 \text{ kg}$, $m = 15 \text{ kg}$, and $a = 2.45 \text{ m/s/s}$ 를 알 수 있으므로 유일한 미지수는 A. 방정식을 풀면,

$$A = (15 \text{ kg}) \times (2.45 \text{ m/s/s}) / (80 \text{ kg}) \approx 0.46 \text{ m/s/s}$$

더 나아가기(Further Explanation)

뉴턴의 운동법칙이나 개의 트릭에 대해 더 배우기를 원한다면 다음 사이트에 접속해 보세요.

- ▶ <http://scienceworld.wolfram.com/physics/NewtonsLaws.html>
- ▶ <http://www.loveyourdog.com/tricks.html>

요약

뉴턴의 운동법칙은 아이작 뉴턴이 만든 세 개의 물리 법칙으로, 물체의 운동을 다루고 있다. 이 법칙들은 고전 역학의 기본이 된다. 처음에 뉴턴은 이 법칙들을 《자연철학의 수학적 원리》(1687년)에 써서 출판했고, 이 법칙들을 사용해서 수많은 고전 역학적 운동들의 결과를 증명해낼 수 있었다. 그는 이 책의 제3권에서 만유인력의 법칙과 이 법칙들을 결합 시켜 케플러 법칙을 증명하였다.

[운동제1법칙 : 관성 법칙]

모든 물체의 질량중심은 그 상태를 바꿀만한 힘이 강제로 주어지지 않는 한, 정지 상태

를 유지하거나 일정한 운동을 하여 진행 방향으로 계속 움직이는 상태를 유지하려는 성질이 있다.

물체의 질량중심은 외부력이 작용하지 않는 한, 정지해 있거나, 진행 방향을 따라 일정한 속도 v 로 계속 움직이려는 성질이 있다.

[운동제2법칙 : 가속도 법칙]

운동량의 변화율은 물체에 작용하는 알짜힘에 비례하고, 알짜힘의 방향을 따른다.

일정한 질량을 가진 물체의 가속도는 알짜힘에 비례한다.

[운동제3법칙 : 작용-반작용 법칙]

물체 A가 다른 물체 B에 힘을 가하면, 물체 B는 물체 A에 크기는 같고 방향은 반대인 힘을 동시에 작용한다.

닫힌 계 내에서의 운동량은 보존된다.

[출처] 위키백과

http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%89%B4%ED%84%B4%EC%9D%98_%EC%9A%B4%EB%8F%99_%EB%B2%95%EC%B9%99

3. 에너지 보존의 법칙 (Conservation of Energy)

▣ 비디오를 시청하면서 생각할 문제 (Watch the Video)

1. 어떤 형태의 에너지를 볼 수 있나?
2. 도약자의 운동에너지는 어디서 가장 크나?
3. 도약자의 잠재 에너지가 가장 큰 곳은?
4. 어떻게 높이 도약할 수 있나?
5. 필요한 에너지는 어디서 오나?



● 깊게 파고들기 (Digging Deeper)

안나가 바에서 위로 박차고 이륙하면서 그녀의 에너지 변화가 몇 배로 발생한다. 하지만, 오른쪽 막대기가 나타내 주듯이 그녀의 총 에너지는 변화가 없음을 알아야 한다. 이것은 에너지의 형태는 변할 수 있어도 에너지는 생성되거나 소멸되지 않기 때문이다. 즉 다시 말하면 한 계 내에서 에너지의 총합은 언제나 일정하다.

도약해서 가장 높은 위치에서 안나의 총 에너지는 중력 형태를 갖는데 (P), P 는 지면으로부터 안나의 높이 (h), 중력에 의한 중력가속도(g), 그리고 그녀의 질량 (m)에 따라 결정된다.

$$P = mgh$$

낙하가 시작되는 시점부터 그녀의 높이가 낮아지는데 비례하여 그녀의 낙하 속도는 증가한다. 즉 P 는 줄어들지만, 운동에너지(kinetic energy, K)라고 표현하는 이동 중에 나타나는 운동에너지는 증가한다. K 는 안나의 질량 (m)과 속도 (v)에 따라 결정된다.

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

안나가 바에 착륙할 때부터 그녀의 운동에너지는 바가 휘면서 마침내 탄성에너지(U)의 형태로 전이된다. U 는 바의 휨 정도 (d)와 탄성력, 그리고 상수 k 에 따라 결정된다.

$$U = \frac{1}{2}kd^2$$

유의해야 할 것은, 바가 가장 심하게 휜 저점에서도 안나는 약간의 잠재에너지를 갖고 있다는 것이다.

● 이제 여러분이 해 볼래요? (Your Turn)

이번 단원의 개념과 공식을 적용하여 다음을 계산하시오.

60kg의 안나가 5meter의 높이에 도달하였다면, 그녀가 바를 떠날 때 얼마나 빨리 갈 수 있나?

답: ≈ 9.9 meters/second

그녀가 바를 떠날 때 갖는 운동에너지는 정점에 도달하였을 때의 잠재에너지와 같아야 한다. 즉, $P = m \times g \times h$ 와 $K = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ 는 같아야한다. m 은 양쪽에서 같기 때문에 삭제할 수 있다. 이는 그녀의 몸무게는 답에 아무런 영향을 미치지 않는다는 것을 말해준다. $g \times h = \frac{1}{2} \times v^2$ 로 쓸 수 있고

v 를 구하기 위해서 g 는 9.8 m/s, h 는 5 미터이므로

$$v = \sqrt{(2 \times 9.8 \text{ m/s} \times 5 \text{ m})} \approx 9.9 \text{ m/s}$$

➊ 더 나아가기(Further Explanation)

에너지보존의 법칙이나 러시아 바씨커스에 대해 더 알고 싶다면 다음 사이트를 방문해 보세요.

- ▶ <http://scienceworld.wolfram.com/physics/Energy.html>
- ▶ http://en.wikipedia.org/wiki/Russian_bar



요약

운동에너지, 위치에너지, 열에너지, 빛에너지, 소리에너지, 전기에너지 등 많은 형태의 에너지는 갑자기 나타나지도 않고 사라지지도 않는다. 서로 모습을 바꾸어 나타날 뿐이다. 에너지가 다른 에너지로 전환될 때, 전환 전후의 에너지의 총합은 항상 일정하게 보존된다. 물리적 계에서 계 전체의 에너지가 항상 보존된다는 에너지보존법칙은 물리학의 기본 법칙이다. 특수상대성이론에 따르면 질량은 곧 에너지가 되므로 에너지보존은 질량보존과 함께 다루어지기도 한다.

[출처] 에너지보존법칙 [—保存法則, law of energy conservation] | 네이버 백과사전
<http://100.naver.com/100.nhn?docid=110480>

4. 선운동량 (Linear Momentum)

공중곡예를 할 때 요구되는 것은 운동신경, 타이밍 그리고 선형운동량 보존의 법칙을 잘 이해하고 있어야한다. 개체의 운동량은 질량과 속도의 곱이다. 한 계의 운동량은 각 개체 운동량의 총합과 같다. 각 개체의 충돌 횟수나 방향의 변화에 관계없이 총운동량은 항상 일정하게 유지된다. 에너지와 마찬가지로 폐쇄된 한 계에서 운동량은 항상 보존된다. 이번 단원은 공중곡예사가 이것을 어떻게 이용하여 솟구치는지 배우게 될 것이다.



비디오를 시청하면서 생각할 문제 (Watch the Video)



1. 어떻게 멀리까지 날아갈 수 있나?
2. 운동량은 어디서 나오는가?
3. 그네에 머무는 사람의 운동량에는 무슨 일이 생기나?

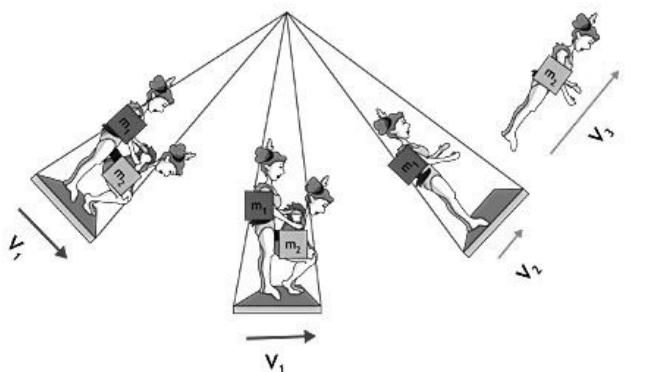
깊게 파고들기 (Digging Deeper)

공중그네의 도해가 있다. 스윙 시작 시점의 계내 운동량, p_1 은 두 사람 질량의 합, $m_1 + m_2$, 을 속도, v_1 , 와 곱한 것과 같다.

$$p_1 = (m_1 + m_2)v_1$$

도약 순간에 두 개의 운동량으로 분리되는 것을 유념해야 한다. 날아가려는 사람이 그네를 박차면서 반대 방향으로 날아가고 그네에 아직 남아있는 사람의 운동량 p_2 는

$$p_2 = m_1v_2$$



$$(m_1 \ m_2) \times (\overrightarrow{v_1}) = (m_1) \times (\overrightarrow{v_2}) + (m_2) \times (\overrightarrow{v_3})$$

Before ————— After

날아가는 사람의 운동량 p_3 는

$$p_3 = m_2v_3$$

v_3 는 v_1 보다 훨씬 큰데 어떻게 이럴 수 있나?

깊게 파고들기 (Digging Deeper)

두 경우가 발생했다.

1. 앞으로 나가는 물체의 질량이 더 이상 m_1+m_2 가 아니고 m_2 이다. 모든 운동량이 날아가는 사람에게 전이되었다면 m_2 가 m_1+m_2 보다 적으므로 그 속도가 더 빨라져야 한다.
2. 그네의 속도는 날아가는 사람이 도약하면서 방향이 바뀌었다. 움직임에서 정지상태로 전환하는 것은 매우 큰 운동량의 변환이다. 한 방향으로 이동하다가 반대 방향으로 이동하면 그 운동량의 변환은 배가된다. 이런 원리가 날아가려는 사람에게 효과적으로 운동량을 바로 전이되게 만든다.

● 이제 여러분이 해 볼래요? (Your Turn)

이번 단원의 개념과 공식을 적용하여 다음을 계산하시오.

몸 무게가 모두 60kg인 두 곡예사가 3 meters/second의 속도로 이동하고 있다. 도약의 순간 왼쪽 사람은 뒤로 가기 전 순간적으로 운동이 정지 상태가 된다. 앞으로 날아가는 사람은 얼마나 빨리 갈까? 이 경우 그네의 무게는 0으로 간주한다.

답: 6 m/s

도약 전후의 운동량은 같아야 한다.

도약 전 운동량은

$$(60 \text{ kg} + 60 \text{ kg}) \times (3 \text{ m/s}) = 360 \text{ kg*m/s}$$

도약 후 그네에 남아있는 사람의 운동량은 0이다. 즉 모든 운동량이 날아가는 사람에게 전이되었으므로 속도가 증가하여야 한다.

$$360 \text{ kg*m/s} = 60\text{kg} \times v$$

v를 풀면:

$$v = 360 \text{ kg*m/s} / 60 \text{ kg} = 6 \text{ m/s}$$

● 더 나아가기(Further Explanation)

운동량보존의 법칙이나 공중곡예에 대해 더 알고 싶다면 다음 사이트를 방문해 보세요.

- ▶ <http://scienceworld.wolfram.com/physics/ConservationofMomentum.html>
- ▶ <http://en.wikipedia.org/wiki/Trapeze>

● 요약

운동량보존법칙 [運動量保存法則, law of conservation of momentum]

물리학에서는 보존되는 양이 적지 않다. 보존이 된다는 말은 대체로 어떤 물리량이 시간에 따라 변하지 않는다는 뜻으로 사용된다. 보존량은 물리학에서 무척 중요하다. 그에 따라 무슨 무슨 보존법칙들도 많이 존재한다. 물리학이란 기본적으로 어떤 물리적 계(system)의 시간에 대한 변화를 살피는 학문이기 때문에, 시간에 따라 변하지 않는 양이 있다면 그 양을 중심으로 물리계를 기술하는 것이 아주 중요한 문제이다. 대표적인 보존량은 에너지이다. 물체에 가해진 힘은 운동량의 시간에 대한 변화로 표현할 수 있다. 에너지 보존법칙만큼이나 물리에서 중요한 보존법칙이 바로 운동량 보존법칙이다. 운동량에는 선운동량(linear momentum)과 각운동량(angular momentum)이 있다.

[출처] 네이버캐스트

http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=1649

IV

연 수 안 내

1**융합인재교육(STEAM)기초 직무연수 운영 계획****1. 연수 목적**

- 가. 교사의 융합인재교육(STEAM) 이해 및 적용능력 배양
- 나. 교사의 융합인재교육(STEAM) 지도역량 강화로 통합적 사고력을 갖춘 인재 육성에 기여
- 다. 융합인재교육(STEAM)의 선도교사 육성을 통한 STEAM교육의 빠른 확산 및 정착

2. 연수 방침

- 가. 융합인재교육(STEAM)을 선도할 수 있는 전문가 그룹 양성
- 나. 한 교사가 16시간을 모두 참여하며 연수학점 1학점 부여
- 다. 예술과 전공의 만남으로 창의성과 영감을 자극하는 체험적 교육과정 포함
- 라. 현장 적용성을 높일 수 있는 모델중심 강의 및 프로젝트 토론형 수업 진행

3. 연수 개요

- 가. 주최/주관 : 인천광역시교육청/인천광역시교육과학연구원
- 나. 종별 : 직무연수
- 다. 과정명 : 융합인재교육(STEAM)기초 직무연수
- 라. 대상 : 초등(123명), 중학(104명), 고등(91명) 교원 및 교육전문직 총 318명
- 마. 기간
 - 1) 초등학교 : 2011. 11. 11.(금) ~ 11. 12.(토) (1박 2일)
 - 2) 중학교 : 2011. 11. 04.(금)~ 11. 05.(토) (1박 2일)
 - 3) 고등학교 : 2011. 11. 18.(금) ~ 11. 19.(토) (1박 2일)
- 바. 이수시간 : 16시간(1학점)
- 사. 장소 : 라비돌리조트
경기도 화성시 정남면 보통리(☎ 031-352-7150)

4. 연수생활 안내**가. 연수이수에 관한 규정****1) 연수의 이수**

총 이수시간의 10분의 9 이상을 이수한 자(다만 국가공무원 복무규정 제19조 8항과 제20조 1항 중 배우자와 본인 및 배우자의 직계 존비속 사망으로 결석한 경우에 한하여 10분의 8 이상을 이수한 자도 이수할 수 있다).

2) 이수증 수여

소정의 연수과정을 이수한 자에게 연수 이수증을 수여한다.

나. 수강시 유의사항

- 1) 수강 중에는 면회, 입·퇴실 금지
- 2) 강의실 및 휴게공간의 정리 정돈 철저
- 3) 연수 중 건강에 이상이 있을 때는 과정 담당자에게 연락하여 조치받기 바람

다. 퇴학처분에 관한 규정

연수자가 다음에 해당하는 행위를 한 때에는 퇴학처분을 하고 소속기관의 장에게 그 사실을 통보한다.

- 1) 연수자로 선발된 자가 다른 사람으로 하여금 대리로 연수를 받게 한 때
- 2) 정당한 사유 없이 결석하거나 연수에 관한 지시를 따르지 아니한 때
- 3) 연수자의 특수사정으로 인하여 연수를 계속 받을 수 없게 된 때

라. 자치 임원 선출 및 임무

- 1) 연수생들의 자발적 의사에 의한 자치 임원인 반장을 호선하여 구성하고 반장은 강사 안내 및 소개, 교육운영에 따른 공지사항 전달, 연수생들의 견의 내용 취합 및 견의, 강의 및 과정 운영에 따른 단체 활동 시 인원 파악, 기타 연수생들의 자율활동 유도
- 2) 자치 임원을 중심으로 교과 과정 운영 및 원내 연수 등의 자율적 질서 확립



3 연수장소 안내



신텍스(본관 옆건물)

마로니에Ⅱ (2층)
메이플 (2층)

본 관

대연회장 (2층)
Room-11 (지하1층)



식당 (본관 1층 비스트로)



전체관측장소 : GARDEN (본관 앞 마당)

자문위원

과학연구부장 김기택
과학교육부 교육연구사 고흥선, 진재호, 조정은,
양종우, 서향미

기획위원

과학교육부 교육연구사 유현정

융합인재교육(STEAM) 기초 직무연수



등록번호 | 인천교육-2011-0121

발행일 | 2011년 11월

발행인 | 원장 이행자

발행처 | 인천광역시교육과학연구원

인쇄 | 도서출판유림(032-881-4380)

