

중등과정

2015 신나는 실험 즐거운 수업, 신과람 직무연수

일시 : 2016. 1. 25 ~ 29

장소 : 서울교육대학교 연구강의동



신나는 과학을 만드는 사람들
서울 중등 과학 실험 교육 연구회

차 례



1. 배움과 나눔이 있는 과학수업 영림중학교 전경아	1
2. Fun! Fun! Dryice 청담고등학교 지재화	11
3. 저항을 이겨낸 문명 불암중학교 백종민	23
4. 놀이를 이용한 과학수업 수명중학교 강선남	33
5. 눈이 번쩍하는 시범실험 한도움사이언스 류성철	45
6. 뻘~한! 실험 다른 설계 당곡고등학교 노기종	51
7. 학교 밖 과학교사 태릉고등학교 박명순	59
8. 몸으로 표현하고 체득하는 물리 덕수고등학교 안종제	69
9. 소화, 순환, 호흡, 배설 문정고등학교 임혁	77
10. 좌충우돌 거꾸로 교실 경북고등학교 전화영	85
11. 주사위 놀이로 배우는 물의 여행 경북고등학교 서윤희	95
12. 뇌 과학의 기초, 뇌 해부 실험 김포고등학교 김미정	105
13. 과학토론수업 삼각산고등학교 김경태, 김추령, 최문진	117
14. 위험한 실험 송문고등학교 전석천	131
15. 특강-숫자로 보는 건강 인하대학교 의학전문대학원 황승식	145

□ 일정표

<중등과정>

교시 날짜	1~2교시	3~4교시	중식	5~6교시
	09:00~10:50	11:00~12:50	12:50~14:00	14:00~15:50
1/25(월)	배움과 나눔이 있는 과학수업	Fun! Fun! Dryice		저항을 이겨낸 문명
	전경아	지재화		백종민
1/26(화)	놀이를 이용한 과학수업	눈이 번쩍하는 시범실험		뻘~한! 실험 다른 설계
	강선남	류성철		노기종
1/27(수)	학교 밖 과학교사	몸으로 표현하고 체득하는 물리		소화, 순환, 호흡, 배설
	박명순	안종제		임혁
1/28(목)	좌충우돌 거꾸로 교실	주사위 놀이로 배우는 물의 여행		뇌 과학의 기초 뇌 해부 실험
	전화영	서유희		김미정
1/29(금)	과학토론수업	위험한 실험		숫자로 보는 건강 : 숫자에 속아 위험한 선택을 하는 사람들
	김경태, 김추령, 최문진	전석천		황승식 교수

<고등과정>

교시 날짜	1~2교시	3~4교시	중식	5~6교시
	09:00~10:50	11:00~12:50	12:50~14:00	14:00~15:50
1/25(월)	Fun! Fun! Dryice	조선시대 혈흔분석		꿈의 신기술! 초전도현상 수업하기
	지재화	이재연		신재성
1/26(화)	눈이 번쩍하는 시범실험	놀이를 이용한 과학수업		연소에 의한 산소와 이산화탄소의 농도 변화
	류성철	강선남		한문정
1/27(수)	몸으로 표현하고 체득하는 물리	학교 밖 과학교사		뇌 과학의 기초 뇌 해부 실험
	안종제	박명순		김미정
1/28(목)	공유의 마블 공유해	좌충우돌 거꾸로 교실		위험한 실험
	김연주, 문세안	전화영		전석천
1/29(금)	2015개정 교육과정	과학토론수업		숫자로 보는 건강 : 숫자에 속아 위험한 선택을 하는 사람들
	변태진	김경태, 김추령, 최문진		황승식 교수



배움과 나눔이 있는 과학수업

- 탐구력을 키우는 과학 모둠수업 -

영림중학교 전경아

TES-2015

I. 들어가기

긴 휴식을 마치고 돌아온 한울중학교는 그 사이 혁신학교가 되어있었고, 적응할 새도 없이 새 학기가 시작되었다. 학생들을 쥐락펴락하며 강의식 수업을 하던 내가 모둠수업을 잘 할 수 있을지 두려움이 앞섰다. 휴직 전에 일 년간 모둠수업을 시도했다가 실패한 적이 있었기 때문에 시작부터 마음이 무거웠다.

그 후 한울에서 3년 그리고 역시 혁신학교인 영림에서 1년간 학생처럼 배우려고 했다. 교사의 강의를 듣는 아이들처럼 그들의 이야기를 들어보려고 했고, 내가 어려워했던 과목 수업에 들어가서 아이들보다 더 헤매면서 수업을 들었다. 학생들에게 지적권위가 있는 교사로 기억되고 싶었기 때문에 아이들의 두서없는 발표를 들으면서 마치 종결자인 양 불쑥 들어가 짧은 지식을 잘난 체하며 늘어놓는 대신 기다리고 또 기다리는 것이 가장 어려웠다.

요즘 내 수업은 아이들 덕분에 점점 풍성해지고 있다. 아직도 아이들의 이야기를 참을성 있게 듣는 것이 힘들 때도 많지만 그 속에 진주가 숨어있다는 것을 알게 되었기 때문에 불품없는 모래무더기에서 사금을 찾는 심정으로 기다릴 수 있게 되었다. 그리고 아이들이 좀 더 말하고 싶어 하는 과학수업을 만들기 위해 고민 중이다.

아래 자료들은 지난 2년간 아이들과 함께 한 수업 방법을 범주화한 것이며, 실제 수업에서 모두 시도해 본 내용들이다. 참고로 혁신학교나 모둠수업이 아니어도 시도 해 볼만 한 주제가 많다고 생각한다. 아직도 갈 길은 멀었지만 이미 시작했고, 혼자가 아니니 계속 가게 될 것 같다.

TES-2015

II. 동영상으로 과학 수업하기

동영상은 수업시간 학생들의 주의를 집중시키는 데 효과적인 도구이다. 주로 학습내용이나 개념을 소개하기 할 때, 배운 내용을 응용할 때 동영상을 활용했는데, 동영상을 선택하는 방법이나 주의할 점은 다음과 같다.



수업에서 사용할 동영상 고르기

1. 주로 유튜브, 과학 다큐, 영화, EDRB 클립뱅크(EBS 동영상을 분류해 놓은 곳)에서 구한다.
2. 동영상 재생시간은 3분 이내가 적당하며 이보다 길면 주요 부분만 편집한다. 재생시간이 길어지면 집중력이 떨어지고, 내용이 어렵거나 다시 보고 싶을 때 반복재생이 힘들어진다.



3. 학습지에 동영상과 보고 답할 수 있는 질문을 넣는다. 질문을 먼저 읽어보면서 동영상에서 무엇을 봐야 할지 짐작할 수 있으며, 질문이 없는 경우 아이들이 주의를 기울이지 않고 보게 되기 때문에 학습 효과가 떨어진다.

다음은 학습내용을 소개할 때와 개념을 응용할 때 사용하는 동영상의 차이점과 예시이다.



학습해야 할 개념이나 내용을 소개하는 동영상

1. 주로 수업 도입부분에서 사용하며 본 차시에서 학습하게 될 기본 개념과 용어가 직접적으로 소개된 자료를 선택한다.
2. 내용이 간단명료하고 속도가 적당해서 용어가 분명하게 들리는 동영상을 선택한다. 학생들은 용어와 동영상 모두 처음 접하는 것이므로 같은 내용을 봐도 교사에 비해 놓치는 것이 많다.
3. 실험을 촬영한 동영상은 과정이 단순하고 관찰 할 대상이 분명한 것이 좋다.

● 수업예시 : 학습해야 할 개념이나 내용을 소개하는 동영상 - 1

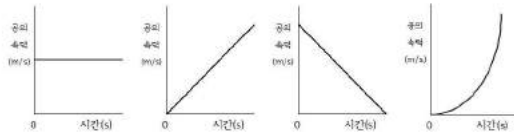
< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

동영상 보고 답하기 : 물체가 자유낙하 할 때 속력은 어떻게 변해?

1. 다음은 자유낙하하는 공을 일정한 시간간격으로 촬영한 동영상이다.



가. 공의 운동을 나타낸 시간-속력 그래프로 옳은 것은?



나. 위와 같이 달린 이유를 동영상 속 사진을 자세히 보고 적어보자.

< 수업 내용 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 힘과 운동
- ② 수업주제 : 물체가 낙하하는 동안 속력 변화 알아보기
- ③ 동영상 내용 : 스트로보스코프를 이용하여 낙하하는 물체를 촬영하는 장면
- ④ 동영상 재생시간 : 41초
- ⑤ 동영상 보고 답하기 내용 : 공의 운동을 시간-속력 그래프로 바르게 나타낸 것 찾기 : 동영상 캡처 사진을 이용하여 자유낙하하는 물체의 운동을 알아보기

● 수업예시 : 학습해야 할 개념이나 내용을 소개하는 동영상 - 2

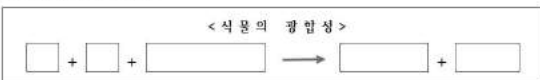
< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

동영상 보고 답하기 : 6천년의 비밀 바오바브, 뿌리와 미생물의 공생

1. 바오바브는 ()으로 에너지원 얻으며, 이것은 식물의 앞에서 ()과 ()을 이용하여 스스로 영양분을 만드는 작용을 말한다.



2. 다음은 광합성 과정을 간단하게 정리한 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 넣어보자.



3. 바오바브의 뿌리는 ()을 통해 ()과 ()을 흡수한다.

< 수업 내용 >





- ① 단원 : 중학교 1학년, 광합성
- ② 수업주제 : 식물 뿌리의 역할과 기능
- ③ 동영상 내용 : 바오바브나무가 오래 사는 비결을 뿌리의 역할과 연관지어 소개
- ④ 동영상 재생시간 : 3분 59초
- ⑤ 동영상 보고 답하기 내용 : 광합성과 관련된 새로운 용어 익히기




학습내용이나 개념을 응용하는 동영상

1. 주로 수업의 전개나 마무리 부분에서 이용한다.
2. 본 차시에서 배운 내용을 응용하여 해결할 수 있는 과제가 포함된 것을 선택한다.
3. 동영상에서 제시되는 과제는 단순하기 보다는 복합적인 해석을 필요로 하는 것을 고른다.
4. 현장에서 직접 시연하기 어려운 실험의 경우 동영상으로 실험 과정을 보여준 뒤 실험 결과를 예상하게 하고, 그 이유를 설명하게 할 수도 있다. (POE 응용 : 예상 - 관찰 - 설명)

● 수업예시 : 학습 내용이나 개념을 응용하는 동영상 - 1

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >	< 수업 내용 >				
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>동영상 보고 탐구하기 : 설탕 공예가 최두리 (교과서 230쪽)</p> <p>※ 다음은 설탕 공예가 최두리씨가 설탕 장미를 만드는 과정이다.</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>냄비</p> <p>가. 냄비에 설탕을 넣고 가열하여 녹이기</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>대리석 바닥</p> <p>나. 찬 대리석 바닥에 녹인 설탕을 부어 식히기</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>갈로겐 전동</p> <p>다. 전동틀 이용하여 설탕반죽의 온도 유지하기</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>창칼</p> <p>라. 설탕반죽을 이용하여 장미꽃 만들기</p> </div> </div> <p>1. 위의 가 ~ 라 과정은 각각 열의 전도, 대류, 복사 중 어떤 현상과 관계가 있는가?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">열의 이동 방법</th> <th>관련 있는 과정과 그 이유</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>전도</td> <td>가. - 가열된 냄비에서 설탕으로 전도에 의해 열이 전달된다.</td> </tr> </tbody> </table>	열의 이동 방법	관련 있는 과정과 그 이유	전도	가. - 가열된 냄비에서 설탕으로 전도에 의해 열이 전달된다.	<ol style="list-style-type: none"> ① 단원 : 중학교 1학년, 열과 우리생활 ② 수업주제 : 생활에서 이용되는 열의 이동 방법 (전도, 대류, 복사) ③ 동영상 내용 : 설탕을 녹이고, 다시 굳히면서 작품을 만드는 설탕 공예과정 소개 ④ 동영상 재생시간 : 2분 47초 ⑤ 동영상 보고 답하기 내용 : 설탕공예 과정에서 전도, 대류, 복사로 열이 이동하는 현상을 고르고, 그렇게 분류한 이유 설명하기
열의 이동 방법	관련 있는 과정과 그 이유				
전도	가. - 가열된 냄비에서 설탕으로 전도에 의해 열이 전달된다.				

● 수업예시 : 학습 내용이나 개념을 응용하는 동영상 - 2

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >	< 수업 내용 >		
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>모든 탐구활동 : 중력에 의해 일어나는 현상</p> <p>"라퐁젤" 동영상을 보고, 중력에 의해 일어나는 현상 3가지를 찾아 적어보자.</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 20px;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">중력에 의해 일어나는 현상</td> </tr> </table>		중력에 의해 일어나는 현상	<ol style="list-style-type: none"> ① 단원 : 중학교 1학년, 힘과 운동 ② 수업주제 : 중력의 크기와 방향, 중력에 일어나는 의한 현상 ③ 동영상 내용 : 영화 라퐁젤에서 한바탕 대소동이 일어나는 장면 ④ 동영상 재생시간 : 2분 22초 ⑤ 동영상 보고 답하기 내용 : 중력에 의해 일어나는 현상 3가지 찾아 적어보기
	중력에 의해 일어나는 현상		



TES-2015

Ⅲ. 실험으로 과학 수업하기

과학은 물질 자체와 물질 간의 상호작용에 대한 학문이다. 물질을 직접 다루는 실험은 과학수업에서 중요한 역할을 하며, 과학을 다른 과목과 뭔가 다른 독특한 분야라고 인식하게 만든다. 그렇다면 어떻게 실험을 보다 탐구력을 키우는 방향으로 구성할 수 있을까?

그동안 수업에서 진행했던 실험을 범주화 해보니 기본 개념을 소개하고 확인하기 위한 실험, 실험결과를 통해 일반적인 결론을 도출해 내는 실험, 실험 설계과정을 익히는 실험으로 나눌 수 있었다. 그리고 각 실험은 목적에 따라 과제를 제시하는 방법과 진행 과정이 조금씩 달랐다.

다음 자료는 교실이나 실험실에서 진행했던 실험의 특성과 그 예를 모은 것이다.



기본 개념을 소개하고 확인하기 위한 실험


1. 실험 과정과 기구가 단순하고, 무엇을 관찰해야 하는지 명확하게 제시한다.
2. 실험 과정은 글과 그림으로 최대한 이해하기 쉽게 제시한다.
3. 실험 결과의 오차와 실패 확률이 적고, 결론을 통해 학습하고자 하는 개념을 분명하게 추출해 낼 수 있을 정도로 정제된 실험이다.

● 수업예시 : 기본 개념을 소개하고 확인하기 위한 실험 - 1

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모둠 탐구활동 1 : 상자 속에는 무엇이 들어있을까?

1. 주어진 4개의 상자를 열어보지 않고 관찰한 다음
상자 속에 무엇이 들어 있을지 적어보자.
(* 상자를 끝대로 열어보지 마세요. -
상자 속에 살아있는 생명체가 들어있지는 않습니다.)



상자	무엇이 들어 있을까?	그렇게 생각한 까닭은 무엇인가?
A		
B		
C		
D		

2. 이 활동을 하면서 알게 된 것 2가지를 적어보자.
가.
나.

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 지구계와 지권
- ② 수업주제 : 지진파를 이용하여 지구 내부를 탐사하는 이유 알아보기
- ③ 실험 내용 : 내부가 보이지 않는 상자 속의 물체를 상자를 열어보지 않고 유추해 내는 활동
- ④ 실험 진행시간 : 15분
- ⑤ 실험 후 논의 내용
: 상자 속 물체를 알아내는 방법 공유
: 각 물체를 맞춰보면서 어떤 특성을 이용하여 물체의 종류를 알았는지 공유
: 상자 속 물체와 지구 내부를 조사하는 방법을 연관 지어 생각하기




● 수업예시 : 기본 개념을 소개하고 확인하기 위한 실험 - 2

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모둠 탐구활동 1 : 자석의 특징과 성질

주어진 자석 4개로 실험해 보면서 자석과 자기력의 특징이나 성질을 3가지 써 보자.



자석과 자기력의 성질

1	

< 수업 내용 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 힘과 운동
- ② 수업주제 : 자기력의 특성
- ③ 실험 내용 : 자석 4개와 클립 4개로 자석과 자기력의 성질을 찾아내는 실험
- ④ 실험 진행시간 : 10분
- ⑤ 실험 후 논의 내용
 - : 자석에 의한 자기력의 특징
 - : 자석과 자석, 자석과 철의 상호작용
 - : 철판은 자석일까 철판일까?

👤 실험 결과를 통해 일반적인 결론을 이끌어내는 실험

1. 각 모듬의 실험결과를 서로 공유하고, 각각의 결과를 종합하여 일반적인 결론을 유도해 낸다.
2. 조작변인의 크기를 모듬별로 다르게 설정하여, 다양한 자료를 산출해 낸다.
3. 실험 과정이 복잡하거나 시간이 오래 소요되는 실험은 결과까지 모두 제시하고 자료 해석과정만 진행할 수도 있다.
4. 물질의 종류에 따른 용해도, 온도에 따른 용해도 변화, 소금물의 농도에 따른 끓는점의 변화, 물질의 양과 종류에 따른 열용량 등 정량적인 측정과 관찰이 필요한 실험이 많았다.

● 수업예시 : 실험 결과를 통해 일반적인 결론을 이끌어내는 실험 - 1


< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모듬탐구 실험 1 : 가열할 때 물과 식용유의 온도 변화

※ 물과 식용유를 같은 시간동안 가열하면서 온도 변화를 비교해 보자.

1. 다음 6가지 물질의 처음 온도를 기록하고, 가열을 시작하고 나서 ()분 후 온도를 기록해 보자.

실험	물질과 질량	처음 온도(°C)	나중 온도(°C)	온도차(°C)
A	물 100g			
	물 200g			
B	식용유 100g			
	식용유 200g			
C	물 100g			
	식용유 100g			



2. 실험 A의 경우 물 100g과 물 200g이 받은 열량은 (같다, 다르다).

3. 각 실험으로부터 알 수 있는 사실을 1가지씩 써 보자.

가. 실험 A	
나. 실험 B	
다. 실험 C	

< 수업 내용 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 열과 우리 생활
- ② 수업주제 : 물질의 질량과 종류에 따른 열용량의 크기 알아보기
- ③ 실험 내용 :
 - A세트 - 물 100g + 물 200g
 - B세트 - 식용유 100g + 식용유 200g
 - C세트 - 물 100g + 식용유 100g
- ④ 실험시간 : 10분 이내
- ⑤ 실험 후 논의 내용
 - : 각 실험 결과를 통해 알아낼 수 있는 내용 적어보기
 - : 물질의 질량과 종류, 열용량의 관계

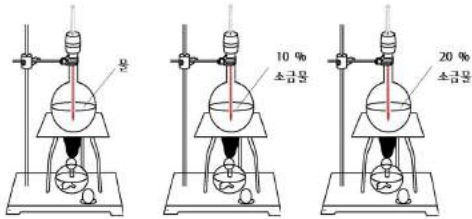


● 수업예시 : 실험 결과를 통해 일반적인 결론을 이끌어내는 실험 - 2

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모둠 탐구활동 1 : 소금물의 끓는점은?

1. 준비물
: 10% 소금물, 20% 소금물, 물, 끓임목, 등근바닥 플라스크, 온도계, 초시계, 알코올램프, 삼발이, 쇠 그늘, 스탠드, 스탠드 받침대, 브란콜, 변장갑



2. 실험과정
① 조별로 받은 액체(물, 10% 소금물, 20% 소금물) 50mL 와 끓임목을 등근바닥 플라스크에 넣고 가열한다.
② 액체의 온도가 80°C가 되었을 때부터 30초 간격으로 온도를 측정하여 기록하자.
③ 다른 모둠으로부터 물, 10% 소금물, 20% 소금물 온도변화 결과를 받아서 표와 그래프를 그려보자.
(※ 끓임목 : 액체를 끓일 때, 액체가 끓는점 이상으로 가열되어서 갑자기 끓어오르는 것을 막기 위해 넣는 돌이나 유리 조각이다. 아주 작은 구멍이 나 있어 기포를 형성해 구멍 밖으로 나오게 하여 갑자기 끓어오르는 것을 방지한다.)

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 2학년, 물질의 특성
- ② 수업주제 : 농도에 따라 다른 혼합물의 끓는점
- ③ 실험 내용 : 맹물, 10%, 20% 소금물의 끓는점 알아보기
- ④ 실험 시간 : 20분
- ⑤ 실험 운영방법 : 모둠별로 맹물, 10% 소금물, 20% 소금물 중 1가지를 가열하여 온도변화를 기록하고, 그 결과를 다른 모둠과 교환한다.
- ⑥ 실험 후 논의내용 : 용액의 농도와 끓는점은 어떤 관계가 있나?



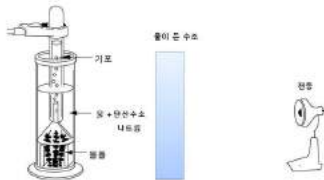
실험 설계과정을 익히는 실험

1. 실험 과정을 활동지에 제시하지 않을 수도 있다.
2. 주제는 동일하지만 실험 과정과 방법은 모둠별로 다를 수 있다.
3. 실험 후 모둠별로 설계한 방법을 공유하면 좋다.
4. 실험 준비물은 기본적인 것을 제시하되 학생이 원하면 즉석에서 추가로 제공할 수 있다.
5. 학생들이 교과서에 제시된 실험을 평가 할 수도 있다. 제시된 실험에서 각각의 변인이 어떻게 구현되었는지 살펴보고, 그 내용을 평가하거나 개선방법을 찾아보게 할 수도 있다.

● 수업예시 : 실험 설계과정을 익히는 실험 - 1

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

3. 교과서 189-189쪽의 "빛의 세기와 광합성의 관계" 실험이 앞에 제시된 설계과정을 잘 따랐는지 알아보자.



< 실험 결과 >

거리(cm)	기포 수(개/분)
10	29
20	20
30	10
40	5
50	5

- 가. 이산화탄소 농도를 일정하게 유지한다. A. 물에서 발생하는 기포의 수를 측정한다.
- B. 온도를 일정하게 유지한다. B. 물통과 전등의 사이를 다르게 한다.
- C. 빛의 세기를 조금씩 변화시킨다. C. 물을 앞에 물이 든 추조를 놓는다.
- D. 발생하는 산소의 양을 측정한다. D. 물에 탄산수소나트륨 1% 용액을 넣는다.

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 광합성
- ② 수업주제 : 광합성에 영향을 미치는 요인
- ③ 실험 내용 : 빛의 세기와 광합성의 관계
- ④ 실험 시간 : 직접 수행하지 않음
- ⑤ 실험 운영방법 : 빛의 세기와 광합성량의 관계를 알아보기 위한 독립, 실험, 종속 변인을 구분해 보기.
- ⑥ 논의하는 내용 : 교과서 실험에서 각 변인이 바르게 설정되었는지 평가해보기



● 수업예시 : 실험 설계 과정을 익히는 실험 - 2

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모둠 탐구활동 1 : 어떻게 소금과 모래를 분리할 수 있을까?

비딧기에서 고기를 굽다가 소금통을 모래에 떨어뜨렸다. 재빨리 소금통을 주웠지만 소금통에 모래가 꽤 많이 들어가 버려서 그냥 쓸 수는 없다. 어떻게 하면 소금과 모래를 분리할 수 있을까?
모듬별로 준비된 실험기구를 이용하여 소금과 모래를 분리 할 수 있는 방법을 적어보자.

분리물 : 비커, 거름종이, 알코올램프, 삼발이, 증발접시, 가운뎃시, 거름대, 점퍼기

1. 우리 모듬이 계획한 분리 방법 : 순서대로 쓰거나 그림을 그려도 된다.

① _____

② _____

③ _____

④ _____

⑤ _____

⑥ _____

⑦ _____

< 그림 >

2. 보기는 모래와 소금 혼합물을 분리하기 위해서 이용할 수 있는 원리들이다.

<보기>

(가) 끓는점 차이를 이용한 분리	(나) 밀도 차이를 이용한 분리
(다) 용해도 차이를 이용한 분리	(리) 거름

위 실험과정에서 이용한 원리를 <보기>에서 찾아 연결시켜 보자.

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 2학년, 물질의 특성
- ② 수업주제 : 소금과 모래 혼합물의 분리
- ③ 실험 내용 : 소금과 모래 혼합물을 분리하는 과정을 설계하고 직접 수행하기. 수행평가로 실시했음.
- ④ 실험 시간 : 45분
- ⑤ 실험 운영방법 : 소금모래혼합물을 분리 과정을 모듬별로 설계하고, 실험방법과 그림도 스스로 그리기, 준비된 기구로 제한된 시간 안에 소금+모래 혼합물에서 깨끗한 소금만 분리하여 제출함.
- ⑥ 실험 후 논의하는 내용 : 실험 단계별로 응용한 혼합물 분리 원리 찾아보기

TES-2015

M. 토론과 토의로 과학 수업하기

물론 동영상만 보거나 실험을 할 때 토론, 토의의 과정 없이 수업이 진행되는 것은 아니다. 다만 여기서는 동영상이나 실험 이외의 방법으로 수업을 구성한 경우를 모았다.

탐구를 유도하는 토론, 토의 과제

1. 깊이 있는 사고과정을 촉진하고 과학의 본질을 경험할 수 있도록 과제를 구성한다.
2. 과학의 가치 및 과학 지식의 응용과 사회적인 역할을 고민해 볼 수 있도록 구성한다.
3. 탐구 주제를 해결하는 과정에서 학생들 스스로 학습목표에 도달하도록 과제를 구성한다.
4. 다양한 관점으로 해석할 수 있으며 협동과정을 통해 수행하도록 한다.



● 수업예시 : 탐구를 유도하는 토론, 토의 과제 - 1

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모듬 탐구활동 1 : 지구는 무엇으로 이루어져 있나?

2013년 행성 조사관 '알피'는 지구에 대해 궁금이 조사한 다음, 고장 행성 알파센타우리Bb로 자포를 보내기도 했다. 제일 먼저 '알피'는 지구가 무엇으로 구성되어 있는지 살펴보기로 했다. 여러분이 '알피'라면 지구 행성이 무엇으로 이루어져 있다고 생각할까?



1. 지구를 이루고 있는 구성 요소를 적어보자. (사람이 인공적으로 만든 물건은 제외하자.)
가. 내가 생각한 구성요소 :

나. 우리 모듬에서 정한 구성요소 (총 30개)

지구를 이루는 구성 요소				
달	공기	화산	다이아몬드	요수
개미	구름	사람	빙하	태양

2. 지구의 구성요소 30개를 포스트잇에 적어보자. (포스트잇 1장에 구성요소 1개)
3. 지구의 구성요소를 특성이 비슷한 것끼리 묶어서 그룹을 만들고, 각 그룹의 이름을 생각해봐. (그룹의 개수, 이름은 모듬 친구들과 토의하여 자유롭게 정하자.)
4. 4렬지에 반, 모듬, 모듬원의 이름 적는다.
5. 지구 구성요소 그룹을 그린 다음, 구성요소를 적은 포스트잇을 알맞게 붙여보자.

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 지구계와 지권
- ② 수업주제 : 지구를 구성하는 요소들을 알아보고 각 요소를 지권, 수권, 생물권, 기권, 외권으로 구분해 보기.
- ③ 운영시간 : 45분
- ④ 운영방법 : 지구를 구성하는 30개 요소를 선택하여 포스트잇에 적어보고, 모듬별로 범주의 개수와 특성을 정해 나누어보기.
- ⑤ 과제를 수행하면서 논의하는 내용 : 지구를 구성하는 대표 요소들을 어떻게 선정할 것인가?
: 지구를 구성하는 요소들을 어떤 범주로 분류할 수 있으며, 각 범주의 특성은 어떻게 정해야 하는가?

● 수업예시 : 탐구를 유도하는 토론, 토의 과제 - 2

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

2.3 지구계의 상호작용

담당원명	2. 지구계와 지권의 변화
교과서	pp. 32 ~ 41
반	반
이름	이름

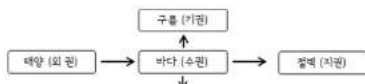
모듬 탐구활동 1 : 서로 상호작용하는 지구의 구성요소들

1978년 영국의 과학자 제임스 러브록은 <지구상의 생명을 보는 새로운 관점>이라는 책에서 지구를 "가이아"라는 하나의 생명체로 보았다. 그는 지구에 살고 있는 생명, 대기권, 해양, 토양이 서로에게 영향을 주고받으며 변화하고 성장한다고 생각했다. (가이아(Gaia)는 고대 그리스인들이 대지의 여신을 부른 이름이다.)



1. 각자 [지구를 이루는 구성요소의 서로 다른 같은 권역에 속한 요소를 하나씩 골라보고, 모듬원들이 고른 지구 구성요소 사이에 어떤 관계가 있는지 적어보자.

< 예시 >



- 가. 태양이 바닷물을 가열하면, 바닷물이 증발하여 구름이 만들어진다.
나. 바닷물이 해안선에 부딪히면 단단한 지층을 깎아서 절벽이 만들어진다.
다. 바다는 코동여가 살 수 있는 먹이와 환경 및 공간을 제공해 준다.....

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 지구계와 지권
- ② 수업주제 : 지구를 구성하는 요소의 상호 작용 알아보기
- ③ 운영시간 : 20분
- ④ 운영방법 : 지구를 구성하는 요소 중 서로 다른 권역의 4요소를 선택한 다음, 각 요소들 간에 상호작용 찾아보기
- ⑤ 과제를 수행하면서 논의하는 내 : 지구를 구성하는 요소들을 서로 어떤 상호작용을 하는가?

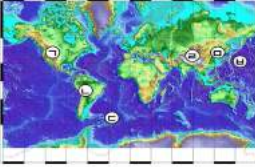


● 수업예시 : 탐구를 유도하는 토론, 토의 과제 - 3

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모둠 탐구활동 1 : 판으로 둘러싸인 지구에서는 무슨 일이 생길까?

1. 다음은 지구 표면의 높낮이를 나타내는 지형도이다. 다음 물음의 답을 기호로 적어 보자. (출처:가늠)



가. 우라나이의 위치는?
 나. 에베레스트 산의 위치는?
 다. 아주 높은 산맥이 있는 곳은? (3곳)
 라. 아주 깊은 바다가 있는 곳은? (2곳)

2. 판경계 지도와 지형도, 화산분포도, 지진분포도를 서로 겹쳐 보면서 알아낸 것을 모두 적어보자.

겹쳐보는 지도의 종류	두 지도를 겹쳐보고 알아낸 것들
A 판경계 지도 + 지형도	< 힌트 1 판경계지도와 1번 문제 "다"와 "라"를 비교해보자. > * * * * * *
B 판경계 지도 + 화산분포도	* * * * * *
C 판경계 지도 + 지진분포도	* * * * * *

< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 지구계와 지권
- ② 수업주제 : 판의 경계에서 일어나는 현상
- ③ 운영시간 : 45분
- ④ 운영방법 : 투명한 판경계지도를 지형도, 화산분포도, 지진분포도와 겹쳐보면서 판경계에서 일어나는 현상 찾아보기
- ⑤ 과제를 수행하면서 논의하는 내용 : 각각의 지도를 겹쳐보면서 알아낸 것을 적어보고, 그 결과를 공유하기 : 판구조론을 실제 생활에서 어떻게 이용하면 좋을까?

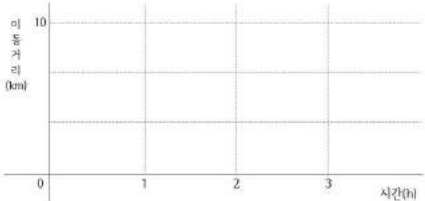
● 수업예시 : 탐구를 유도하는 토론, 토의 과제 - 4

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

모둠 탐구활동 2 : 토끼와 거북이의 경주를 그래프로 나타내기

1. 다음 '토끼와 거북이' 이야기를 읽고 토끼와 거북이의 운동을 시간-이동거리 그래프로 나타내 보자.

토끼와 거북이는 10km 장거리 경주를 시작했다. 둘은 동시에 출발했지만 엄청 빠른 토끼는 거북이가 따라오지 못하자 도중에 낮잠을 자고, 거북이는 느리지만 쉬지 않고 달려서 결국 3시간 만에 결승점을 지났다. 나중에 잠에서 깬 토끼가 평평하게 거북이를 뒤쫓아 갔지만 결국 간반의 차이로 지고 말았다.



< 수업 진행 >

- ① 단원 : 중학교 1학년, 힘과 운동
- ② 수업주제 : 속력, 물체의 운동을 시간-이동거리 그래프로 나타내기
- ③ 운영시간 : 15분
- ④ 운영방법 : 토끼와 거북이의 경주에서 토끼와 거북이의 운동을 시간-이동거리 그래프로 나타내기
- ⑤ 과제를 수행하면서 논의하는 내용 : 어떻게 물체의 운동을 그래프로 표현할 수 있을까? : 틀린 답도 다시보자! 그래프에 어울리는 새로운 제목 달기



TES-2015

V. 아이들과 함께하는 모둠 수업

지난 4년 동안 근무했던 한울중학교와 영림중학교는 둘 다 수업중점 혁신학교였다. 두 학교 모두 배움의 공동체 수업을 지향했고, 학생들은 ‘ㄷ’자 형태로 앉아 수업을 함께했다. 하지만 어떤 수업 모형을 응용했고, 어떤 형태로 앉아서 수업을 하는가 보다 더 중요한 것은 어떻게 학생들의 소통과 참여를 이끌어내도록 하느냐이다. 학생들이 수업 내용에 대해 말하고 싶어지는 수업, 친구의 의견이 듣고 싶어지는 수업이 내가 꿈꾸는 수업이다.

과학 수업에서 활발한 모둠활동을 이끌어내려면 제시되는 탐구과제가 소통과 참여를 이끌어내기에 적절해야 한다. 그렇다면 모둠활동을 촉진시키는 탐구과제는 어떤 것인가? 짧은 경험으로 미루어 볼 때 혼자서 해결하기 조금 힘들고, 다양한 답안이 나올 수 있으며 복합적인 요소들을 고려해야 하는 과제를 제시했을 때 소통이 활발해 지는 것을 볼 수 있었다. 혼자 풀어도 모범답안이 나오는 과제를 뒹 하려 친구와 함께 고민하겠는가? 잘하는 친구가 먼저 풀고, 못하는 친구는 포기하거나 베끼면 그만이다. 다만 과제가 어렵다는 것은 수준이 높거나 선수학습이 필요하다는 것이 아니라 다양한 요인을 고려해야 하거나 답안을 쉽게 예상할 수 없다는 것이다.

학생들은 교사의 이야기 보다는 친구의 이야기를 듣고 싶어 한다. 때문에 학생들이 모둠 안에서 내린 결론을 다른 모둠과 공유하도록 하는 과정도 세심하게 챙기게 된다. 주로 칠판에 부착할 수 있는 모둠칠판을 이용하지만 과제의 성질에 따라서 공유하는 방법도 천양지차다. 모둠칠판을 어떻게 붙이냐에 따라서 수업이 잘 되기도 하고, 아이들이랑 내가 같이 헤매기도 하니 말이다. 더불어 학생들이 쓴 답안에 대해 애정 어린 관심을 표현하는 것도 중요하다는 것을 알게 되었다. 자신들이 뽀뽀뽀 쓴 답안에 어떤 반응을 보이는지 아이들 정수리에 세워진 안테나는 영화 매트릭스에 등장하는 센티널 보다 더 예민한 것 같다. 그 밖에 도무지 마땅한 결론이 안 나오거나, 이견이 많은 주제를 다룰 때 쓰는 되돌리기 비법도 모둠활동에 없어서는 안 되는 숨은 공신이다.

매시간 수업 시간에 작은 카메라나 예전에 쓰던 핸드폰을 들고 가서 아이들의 답안을 열심히 찍어온다. 아이들의 답안은 모범답안이든 아니든 모두 소중하며 그 나름대로 이유가 있다는 것도 알아가는 중이다. 앞으로도 나에게 모둠수업은 완료될 가능성이 없는 현재진행형일 것 같다.



Fun! Fun! Dryice

- 드라이아이스를 이용한 여러 가지 실험 -

청담고등학교 지재화

TES-2015

I. 들어가기

드라이아이스를 이용한 실험은 학생들이 매우 재미있어 하므로 과학에 대한 흥미를 유발하기에 좋은 소재이다. 그러나 구입한 드라이아이스를 오랫동안 보관할 수 없어 당일 모두 사용하여야 하므로, 드라이아이스를 이용한 다양한 활동을 하면 효율적으로 드라이아이스를 이용할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 드라이아이스를 이용한 다양한 실험을 모아서 할 수 있도록 구성하였다. 중학교 3학년 산과 염기, 고등학교 화학 I 의 여러 가지 산과 염기, 화학 II 의 상평형 단원에 적용할 수 있으며, 계발 활동 때 이용할 수 있다. 특히 계발 활동 때는 여름철에 시원하게 진행할 수 있어 학생들에게 인기 만점이다.

TES-2015

II. 활동

[활동1] 이산화탄소의 액성은?



이 활동을 하면?

산과 염기의 반응을 통해 이산화탄소의 액성을 확인할 수 있다.



무엇이 필요할까?

만능 지시약, 1L 눈금실린더, 0.1 M 수산화나트륨 수용액, 드라이아이스, 목장갑



어떻게 할까?

1. 1L 눈금실린더에 수산화나트륨 수용액을 붓고, 만능 지시약을 넣는다.

TIP

일반적으로 지시약을 사용할 때는 몇 방울씩 소량만 넣어야 하나, 이 실험에서는 용액의 양이 많고, 드라이아이스를 넣으면 색이 흐리게 보이므로 색이 진하게 보일 정도로 넣어야 아름다운 색 변화를 볼 수 있다.

2. 드라이아이스 조각을 2~3개 넣고, 색 변화를 관찰한다. 용액이 튀지 않도록 눈금실린더를 기울여서 드라이아이스를 넣도록 한다.



3. 드라이아이스가 모두 반응한 후 용액의 색은 ()색이다. 만능 지시약의 색은 pH 1에서 빨간색인데, 드라이아이스를 더 넣으면 용액의 색이 빨간색이 될 수 있을지 예측해 보자.
4. 눈금실린더에 드라이아이스를 추가로 더 넣고, 색 변화를 관찰해 보자.

TIP

만능 지시약의 색 변화를 빨간색까지 보려면 색 변화가 완료된 후 염산을 넣도록 한다. 그 후 수산화나트륨 가루 눈금실린더에 넣으면 수산화나트륨이 가라앉으면서 아래쪽이 보라색이 되면서 무지개 탑을 만들 수 있다.



무엇을 조심할까?

1. 드라이아이스를 손으로 직접 만지지 않도록 한다. 꼭 장갑을 끼고 드라이아이스를 만진다.
2. 수산화나트륨 가루가 손에 닿지 않도록 주의하고, 닿은 경우 바로 흐르는 물에 손을 씻도록 한다.



생각해보기

1. 수산화나트륨 용액에 지시약을 넣은 후 드라이아이스를 넣었을 때 색 변화를 적고, 색 변화가 나타난 이유를 적어 보자.

2. 드라이아이스를 더 넣었을 때 용액의 색이 빨간색이 되지 않은 이유를 서술하여 보자.

[활동2] Metal Scream



이 활동을 하면?

금속이 드라이아이스에 닿았을 때 나타나는 현상을 관찰할 수 있다.



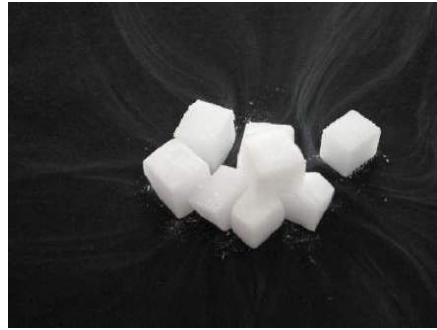
무엇이 필요할까?

약수저 등 금속 재질의 물건, 드라이아이스, 목장갑



어떻게 할까?

1. 드라이아이스를 준비한다.
2. 금속 재질의 물건을 드라이아이스에 대어 본다.



TIP
손을 따뜻하게 하여 금속 재질의 물건을 잡으면 소리가 더 잘 난다.

무엇을 조심할까?

드라이아이스를 손으로 직접 만지지 않도록 한다. 꼭 장갑을 끼고 드라이아이스를 만진다.

생각해보기

드라이아이스에 금속이 닿았을 때 소리가 나는 이유는 무엇일까?

[활동3] 액체 이산화탄소

이 활동을 하면?

드라이아이스의 상평형 곡선을 이해할 수 있다.

무엇이 필요할까?

플라스틱 스포이트, 롱노우즈 플라이어, 막자, 막자사발, 목장갑, 수조, 가위, 보안경

어떻게 할까?

1. 드라이아이스를 넣고 막자사발에 곱게 갈아준다.

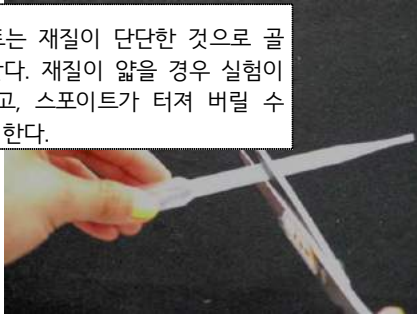




2. 스포이트의 입구 부분을 가위로 자르고, 스포이트에 드라이아이스 가루를 1/5정도 넣는다.

TIP

이 때 스포이트는 재질이 단단한 것으로 골라서 하도록 한다. 재질이 얇을 경우 실험이 성공하지 못하고, 스포이트가 터져 버릴 수도 있으니 주의한다.



3. 스포이트의 입구를 접고, 롱노우즈 플라이어로 집어준다. 드라이아이스가 승화하여 생긴 기체 이산화탄소가 새지 않도록 입구를 꼭 집어 준다.



- 4. 스포이트 표면에 성애가 끼면 가끔 물속에 담가준 후 스포이트 내부의 변화를 관찰한다.
- 5. 관찰이 끝나면 롱노우즈 플라이어를 조심스럽게 놓고, 스포이트 내부의 변화를 관찰한다.

TIP

스포츠의 재질이 약한 경우에는 압력을 견디지 못하고 중간에 터지는 경우가 있으니 대비하도록 하고, 안전을 위해 보안경을 착용하고 실험할 수 있도록 한다.

TIP

롱노우즈 플라이어에서 힘을 풀어줄 때 압력 차로 인해 스포이트가 날아갈 수 있다.



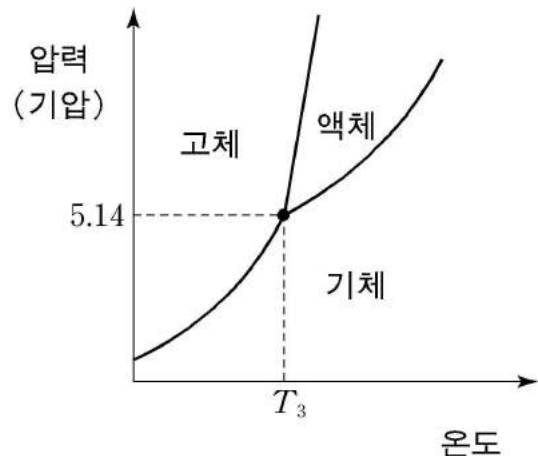
무엇을 조심할까?

- 1. 드라이아이스를 손으로 직접 만지지 않도록 한다.
- 2. 스포이트가 터질 수 있으니 주의하도록 한다.



생각해보기

1. 상온에서 이산화탄소는 () 상태로 존재하는 것이 안정하다. 실험에서는 () 상태의 이산화탄소를 () 상태의 이산화탄소로 만들었다. 이 현상을 상평형 곡선을 이용하여 서술해 보자.





2. 롱노우즈 플라이어를 잡고 있던 손의 힘을 뺐을 때 이산화탄소의 상태 변화를 적고, 이러한 변화가 나타난 이유를 상평형 곡선을 이용하여 서술해 보자.

[활동4] 비누막 만들기



이 활동을 하면?

오래 유지되는 비누 막을 만들어보고, 그 원리를 알 수 있다.



무엇이 필요할까?

비눗방울 액, 샬레, 거즈, 수조



어떻게 할까?

1. 비눗방울 액을 커다란 샬레에 붓고 길게 자른 거즈를 적신다.
2. 수조 안에 물과 드라이아이스 4~5개를 넣는다.
3. 수조 테두리에 비눗물을 묻혀준다.

TIP

드라이아이스 비누 막을 만들 때, 수조 안에 비눗물이 들어가지 않도록 주의한다. 안에서 비누거품이 솟아오르면 큰 비누 막을 만들 수 없으며, 그렇게 되었을 경우 물을 갈아주어야 한다.

4. 비눗물을 적셨다가 살짝 짠 거즈를 테두리 양쪽에 대고 살살 잡아당겨 비누 막을 만든다.
5. 비누막이 어떻게 변하는지 관찰한다.
6. 비눗물을 적신 뒤 비누 막 안에 손을 넣었다가 빼본다.



무엇을 조심할까?

1. 드라이아이스를 손으로 직접 만지지 않도록 한다.
2. 비눗방울 액은 방울랜드에서 구입한 제품이다.



생각해보기

드라이아이스를 이용해 만든 비눗방울이 보통 비눗방울에 비해 잘 터지지 않는 이유는 무엇인가?



[활동5] 등등~비눗방울



이 활동을 하면?

비눗방울이 드라이아이스에 떠 있는 현상을 관찰함으로써 이산화탄소가 공기보다 밀도가 크다는 것을 이해할 수 있다.



무엇이 필요할까?

수조, 비눗방울 액, 빨대, 드라이아이스



어떻게 할까?

1. 큰 수조에 드라이아이스를 $\frac{1}{3}$ 가량 담는다.
2. 드라이아이스가 승화하여 수조 내부에 이산화탄소 기체가 가득 차도록 5분 정도 기다린다.
3. 비눗방울을 불어 본다.



생각해보기

비눗방울이 가라앉지 않고 떠 있는 이유는 무엇일까?



TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경

📖 드라이아이스를 많이 녹여도 pH 1이 되지 않는 이유

드라이아이스는 고체이산화탄소이다. 이산화탄소는 물에 녹으면 탄산이 되므로, 산성이다. 그런데 많은 양의 이산화탄소를 물에 녹여도 산의 세기는 더 이상 강해지지 않는다. 물론 이산화탄소의 용해도가 작아 물에 많은 양이 녹지 않지만 압력 등의 조건을 변화시켜 많이 녹인다 해도 산의 세기가 강해지지 않는다. 즉 이산화탄소를 아무리 많이 녹여도 pH 1을 만들 수는 없다. 그 이유는 탄산이 약산이기 때문이다.

산에는 강산과 약산이 있다. 염산과 같이 수용액에서 대부분 이온화하는 산을 강산이라고 하고, 아세트산과 같이 수용액에서 일부분만 이온화하는 산을 약산이라고 한다. 산이나 염기와 같은 전해질이 수용액에서 이온화하는 정도는 이온화도로 나타낼 수 있다. 이온화도는 수용액에서 용해된 전해질의 몰수에 대한 이온화된 전해질의 몰수의 비이다.

$$\text{이온화도}(\alpha) = \frac{\text{이온화된 전해질의 몰수}}{\text{용해된 전해질의 몰수}}$$

표는 몇 가지 산의 이온화도를 나타낸 것이다. 강산의 이온화도는 1에 가까우며, 약산의 이온화도는 매우 작다.

산의 종류	이온화도	산의 종류	이온화도
염산(HCl)	1.00	플루오린화 수소산(HF)	0.078
황산(H ₂ SO ₄)	0.999	폼산(HCOOH)	0.0412
질산(HNO ₃)	0.995	벤조산(C ₆ H ₅ COOH)	0.0251
옥살산(H ₂ C ₂ O ₄)	0.53	아세트산(CH ₃ COOH)	0.0132
익산(H ₃ PO ₄)	0.239	탄산(H ₂ CO ₃)	0.00207

탄산의 경우 이온화도가 매우 작은 것을 알 수 있으며, 이온화도는 농도가 묽을수록 증가하는 경향을 나타내므로 탄산의 농도가 진해지면 이온화도가 더 작아지게 된다. 그러므로 탄산을 많이 녹여도 pH 1이 되지 않는다.

📖 드라이아이스가 승화하는 이유

어린 시절 공연장에 가면 무대의 뿌연 연기를 신비로운 느낌을 갖고, 만져보고 싶어 하던 경험이란 번쯤 있을 것이다. 이 연기가 드라이아이스를 이용해서 만들어진다는 것은 대부분 알고 있는 사실이다. 드라이아이스는 고체 이산화탄소인데, 모양은 얼음과 비슷하지만 적시는 성질을 갖는 얼음과는 달리 고체에서 기체로 승화하여 흔적을 남기지 않기 때문에 마른 얼음이라고 한다. 그럼 이 연기가 정체가 기체 이산화탄소일까? 이 연기는 이산화탄소가 아니라 물방울이다. 드라이아이스는



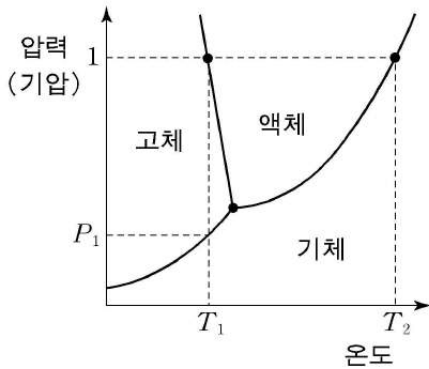
상온에 두면 이산화탄소 기체로 승화하는데 승화 과정에서 주변의 열을 흡수하기 때문에 주변은 온도가 낮아지게 된다. 그 결과 공기 중에 있던 수증기가 응결해서 물방울이 얼음이 되고, 우리가 보는 뿌연 연기는 물방울이나 얼음이다. 하늘에 떠있는 구름이나 안개도 물방울, 작은 얼음이 떠 있는 것이다.



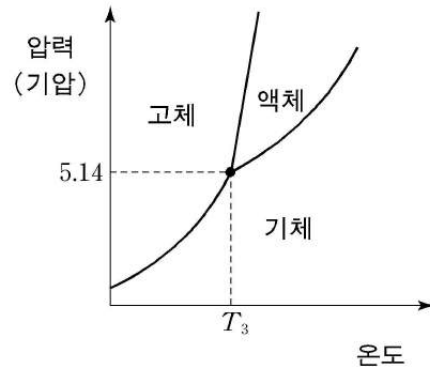
[뮤지컬 '명성황후'의 한 장면]

그럼 드라이아이스는 우리가 일반적으로 보는 다른 물질들처럼 고체, 액체, 기체의 상태 변화를 거치는 것이 아니라 왜 고체에서 기체로 승화하는 것일까?

다음 그림은 물과 이산화탄소의 상평형 그림이다. 물질의 세 가지 상태는 고체, 액체, 기체인데, 상태라고 부르기도 하지만 '상'이라고 부르기도 한다. 이러한 물질의 세 가지 상을 나타낸 그림을 상평형 그림이라고 한다. 상평형 그림에서 실선은 서로 다른 상들이 평형을 이루는 조건을 의미한다. 액체와 기체를 구분하는 선은 증기압 곡선, 고체와 액체를 구분하는 곡선은 용해곡선, 고체와 기체를 구분하는 곡선은 승화곡선이다. 그래프에서 x축은 물질의 온도, y축은 압력인데 이 때 압력은 물질의 부분압력(예를 들면 물의 수증기압)을 의미한다.



물



이산화탄소

상평형 그림을 보면 물은 고체에서 액체, 그리고 기체로 상태 변화를 하지만 이산화탄소는 고체에서 기체로 승화하는 이유를 설명할 수 있다.

물의 상평형 그림부터 살펴보자. 물의 상평형 그림을 보면 승화곡선, 용해곡선, 증기압곡선이 모두 만나는 점이 있다. 이 점은 삼중점이라고 하는데, 고체, 액체, 기체 상태가 모두 공존하는 지점이다. 압력이 삼중점보다 높으면, 온도가 상승할 때 고체 → 액체 → 기체의 상태 변화를 거치지만 압력이 삼중점보다 낮으면 고체 → 기체로 승화하게 된다. 물의 삼중점은 0.006기압, 0.0098°C이다. 즉, 수증기압이 0.006기압 이하가 되면 물도 고체에서 기체로 승화할 수 있다는 것이다. 실제 겨울철에는 언빨래가 마르거나 수증기가 바로 서리가 되는 승화 현상을 관찰할 수 있는데, 이는 건조한 겨울철에 수증기압이 삼중점보다 낮아지기 때문에 가능한 현상이다. 동결건조식품 또한 물의 승화 현상을 이용한 것이다. 동결 건조는 물질을 얼리고, 물의 부분 압력을 낮추어 얼음을 바로 증기로 승화시키는 것이다. 동결 건조는 액체 상태로 건조할 경우에 발생할 수 있는 영양소의 파괴나 부패를 막을 수 있



을 뿐 아니라, 얼음이 직접 승화되면서 얼음결정체 사이에 빈 공간을 많이 남기기 때문에 나중에 음식을 조리할 때 수분의 흡수가 쉽다.

그럼 이산화탄소는 왜 승화할까? 인제 이 질문에 쉽게 답을 할 수 있을 것이다. 이산화탄소의 삼중점은 5.14기압이고, 지구의 이산화탄소 부분압은 삼중점보다 낮기 때문에 이산화탄소는 승화하는 것이다. 이산화탄소 기체의 압력이 삼중점보다 높아진다면, 이산화탄소 또한 온도가 높아짐에 따라 고체 → 액체 → 기체로 상태 변화를 할 것이다. [활동3]에서는 스포이트 내부의 이산화탄소 부분압을 삼중점 압력 이상으로 높여 액체 이산화탄소를 만들었다. 이는 스포이트 안에서 드라이아이스의 승화가 계속 일어나 스포이트 내부의 이산화탄소 압력이 높아지는 것을 이용한 것이다. 실험을 마친 후 롱노우즈 플라이어에 힘을 빼면 압력이 다시 감소하게 되어 온도가 하강하고, 액체 이산화탄소는 순식간에 눈꽃 같은 드라이아이스로 바뀌게 된다.



스포이트에 성에가 끼었을 때는 장갑으로 표면을 닦아주거나 물속에 담가 성을 제거한 후 보면 투명한 액체 이산화탄소를 관찰할 수 있다.



액체 이산화탄소를 관찰한 후 롱노우즈 플라이어를 살짝 놓아 주면, 이산화탄소 기체가 급격히 빠져나오면서 압력이 줄어들어 순식간에 눈꽃 같은 드라이아이스가 만들어진다.

TES-2015

IV. 참고 자료

📖 드라이아이스 결정은 누가 처음 발견했을까?

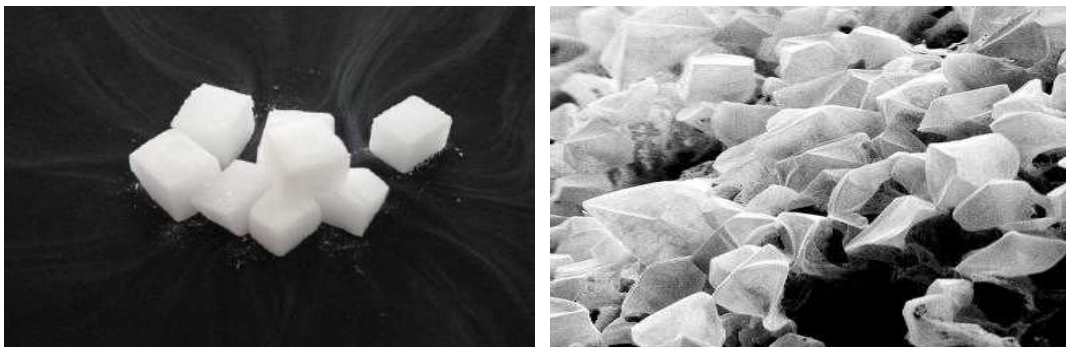
사람들이 처음 드라이아이스를 보게 된 것은 채굴 작업 중이라고 알려져 있다. 이들은 땅을 깊게 파기 위해 시추기를 이용하고 있었는데, 계속 땅을 파다 보니 꽤 깊이까지 파내려 가게 되었다. 땅 속 깊은 곳은 압력이 높는데, 구멍이 생기게 되니 이 구멍으로 지하에 있던 기체가 순식간에 빠져 나오게 되었다. 얼마 후 시추 구멍에는 흰 눈꽃 같은 얼음이 쌓였고, 얼음을 만진 인부들의 손에는 물질이 생기면서 피부가 검어지고 썩게 되었다. 이 땅 속 기체는 바로 이산화탄소였다. 이산화탄소가 작은 구멍을 통해 나오면서 부피가 순식간에 증가하게 되고, 그 결과 온도가 낮아지면서 고체로 변한 것이다.

인부들은 채굴 작업 중 자신들도 모르게 드라이아이스를 제조한 것이라면, 실험실에서 드라이아이스를 처음 제조한 사람은 프랑스 화학자인 Thirolier이다. 그는 기체 액화를 연구하던 사람인데, 기



체를 액화하기 위해 매우 튼튼한 금속 통을 만들었다. 동료들이 유리로 만든 통으로 실험하는 것에 비해 훨씬 더 높은 고압으로 실험을 할 수 있었지만, 단점이 하나 있었다. 유리로 만든 통은 내부가 보이지만 금속으로 만든 통은 내부가 보이지 않는다는 것이었다. 그래서 그는 가압을 했다가 기체가 액화되었는지 확인하기 위해 재빨리 뚜껑을 열어보곤 했다. 1835년 그는 대규모의 이산화탄소 액화실험을 하고 있었고, 액화가 되었는지 확인하기 위해 살짝 실린더를 열었을 때 순식간에 엄청난 증발이 일어나게 되었다. 증발이 일어나면서 온도가 낮아져 금속통 내부의 액체가 얼어붙어 고체가 되었다. 이것이 실험실에서 만든 최초의 드라이아이스이다.

요즘의 드라이아이스 제조 방법도 이와 비슷하다. 63기압 정도로 기체를 압축한 뒤 작은 노즐로 이산화탄소를 분사시키면 눈꽃 같은 고체 이산화탄소가 얻어지는데, 커다란 드라이아이스는 이것을 기계로 압착하여 덩어리로 만드는 것이다.



드라이아이스의 모습(왼쪽), SEM으로 촬영한 드라이아이스의 8면체 결정 구조(오른쪽)

📖 드라이아이스는 어디에 이용될까?

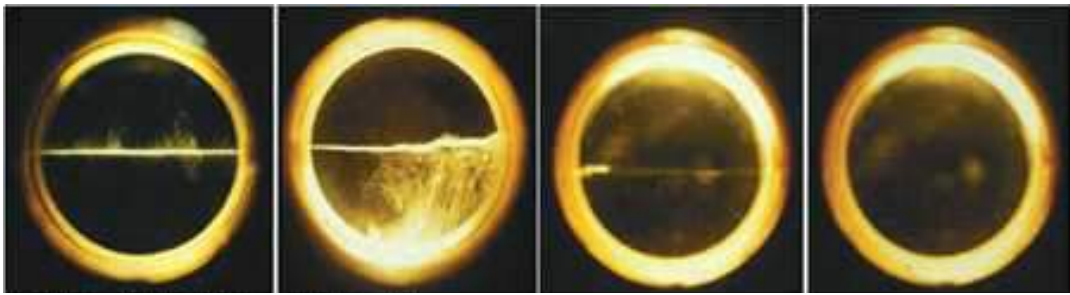
우리는 일상생활에서 드라이아이스를 쉽게 볼 수 있다. 아이스크림 가게에서 아이스크림이 녹지 않도록 드라이아이스를 넣어주는 것은 흔한 광경이다. 이렇듯 드라이아이스는 냉각제로서 가장 많이 이용되고 있다. 그럼 냉각제 외에는 어디에 이용되고 있을까?

옛날 사람들은 비가 오지 않으면 기우제를 지냈다. 기우제를 지낼 때에는 산에 불을 크게 지폈는데, 여기에는 과학적 원리가 숨어 있다. 비는 물방울이 그냥 내리는 것이 아니라 어떤 물질이 물방울이 달라붙어 무거워져 떨어지는 것이다. 이렇게 물방울을 성장시키는 역할을 하는 것을 빙정이라고 한다. 기우제를 지낼 때 불을 지피면 재가 하늘로 올라가 구름 속에서 빙정의 역할을 할 수 있다. 물론 구름이 많이 있을 때만 가능하지만, 기우제가 단순히 하늘에 재를 지내기 위한 것만은 아니었다는 것이다. 요즘은 기우제 대신에 인공강우라는 방법을 사용한다. 인공 강우 실험을 최초로 성공한 사람은 1946년 미국의 빈센트 셰퍼 박사였다. 빈센트 셰퍼 박사는 안개로 가득 찬 냉장고에 드라이아이스 조각을 떨어뜨리면 작은 얼음 결정이 만들어진다는 사실을 발견했다. 그는 비행기를 타고 4000m 상공에 드라이아이스를 뿌려 인공 강우를 내리게 하는데 성공했다. 드라이아이스를 이용해서 인공 강우가 가능했던 것도 바로 드라이아이스가 빙정 역할을 했기 때문이다. 드라이아이스 외에도 요오드화은 같은 물질을 사용하기도 하며 우리나라에서도 1995년 인공 강우 실험이 처음 실시된 이후로 계속 연구 중에 있다.

고체 이산화탄소인 드라이아이스의 이용 범위도 넓지만, 요즘은 액체와 기체가 구분되지 않는 지점인 초임계상태의 이산화탄소도 많이 이용되고 있고, 이를 이용한 상품들이 많이 개발되었다. 음식



점이나 마트에 가면 카페인을 제거한 커피가 판매되는 것을 본 적이 있을 것이다. 커피의 카페인을 제거할 때 이용되는 것이 바로 초임계 상태의 이산화탄소이다. 이산화탄소는 31°C, 74기압에서 초임계 상태가 되는데, 초임계 상태는 기체처럼 확산이 빠르고 1nm보다 좁은 공간에 침투할 수 있으며, 액체처럼 다른 물질을 잘 녹여 내기도 한다. 커피의 카페인을 제거하기 위해 처음 사용되었는데, 초임계 상태 이산화탄소는 커피 원두로 들어가 크고 무거운 커피의 맛 분자와 냄새 분자는 놔둔 채 작고 가벼운 카페인 성분만 녹여낼 수 있고, 온도가 높아지면 승화하여 남지 않으므로 인체에 해롭지 않다. 요즘은 마트에 가면 초임계 상태의 이산화탄소를 이용한 참기름이 판매되기도 하는데, 일반 참기름보다 가격은 비싸지만 빛깔이 맑고 쓴맛이 적다. 기름을 잘 짜내려면 높은 온도에서 참기름을 볶아야 하는데, 높은 온도에서 참깨를 볶으면 참기름의 색이 어두워지고 쓴 맛이 생긴다. 그러나 초임계 상태의 이산화탄소를 사용하면 눈에 보이지 않는 참깨의 작은 틈으로 들어가 기름과 향 성분을 녹여내기 때문에 맑고, 쓴 맛이 없는 참기름을 얻을 수 있는 것이다. 최근에는 초임계 이산화탄소를 이용한 드라이클리닝 기술, 유해 물질의 정화 등에도 이용되고 있으니 활용 범위가 매우 넓다.



초임계 상태 이산화탄소의 생성 과정: 액체 이산화탄소에 온도와 압력을 높이면 액체 이산화탄소가 끓기 시작하다가 계속 온도와 압력이 높아지면 액체와 기체를 구분하는 경계가 희미해지고, 온도와 압력이 더 높아져 액체와 기체를 구분할 수 없는 임계점을 넘어서면 초임계 상태가 되어 경계가 사라진다.

TES-2015

V. 참고 문헌

1. 2013년 신과람 발표 'dryice bubble (전화영)'
2. 2007년 신과람 발표 '액체 이산화탄소 만들기 (전화영)'



MEMO

A large, empty rectangular area with rounded corners, intended for writing a memo. The area is mostly blank white space.





저항을 이겨낸 문명

- 전자기유도현상 -

불암중학교 백종민

TES-2015

I. 들어가기

대부분의 자연현상은 변화에 저항하는 경향을 띤다. 이러한 특징은 자연을 오래도록 안정된 상태로 유지시키고 있다. 변화에 저항하는 가장 평범한 현상이 바로 물체가 가지는 ‘관성’이다. 많이 들어본 것이지만 그 개념은 ‘변화에 저항하는 성질’ 이고, 정지한 물체는 계속 정지하려는 성질을 가지고 움직이던 물체는 계속 운동하려는 성질을 가지고 있다는 것이다.

자연이 간직한 이러한 비밀은 전자기 현상에서도 나타난다. 가만히 있는 금속에 자석을 가까이 하면 자석이 다가오지 못하게 저항하거나 자석이 떠나려고 하면 붙들려고 하는 성질을 가지고 있다. 물리학자들은 자연 속에 감추어진 이러한 비밀들을 찾아낸 사람들이고, 그 저항을 이용할 방법을 찾아낸 사람들이다. 자연의 저항을 이겨낸 덕분에 오늘날 정보화시대, 첨단 문명의 시대를 만들어 낼 수 있었다.

TES-2015

II. 전기와 자기 단원 이해

다음을 통해서 전기와 자기 단원의 국가수준 교육과정의 내용을 살펴보자.

이 영역에서는 전기와 자기와 관련된 현상을 다룬다. 초기의 과학자들은 전기와 자기현상을 서로 관련이 없는 별개의 것으로 이해하였지만, 실험을 통하여 전류가 흐르는 전선 주변에 자기장이 생긴다는 것을 확인함으로써 이들이 서로 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다. 전기와 자기 현상에 대한 이해를 통해 일상생활과 밀접한 관계가 있는 전자기기들의 작동원리를 알 수 있다.

전하에는 양전하와 음전하가 있음을 알고 물체가 대전되는 과정을 이해하게 한다. 전하를 띤 두 물체 사이에는 전하의 종류에 따라 서로 끌어당기거나 미는 전기력이 작용하며, 이는 원자와 분자구조에 중요한 역할을 함을 알게 한다. 저항의 직렬연결과 병렬연결 회로에 옴의 법칙을 적용하여 저항, 전류, 전압 사이의 관계를 알고 가정에서 사용하는 전기 에너지가 다른 에너지로 전환됨을 알게 한다. 또한 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 이해하고 도선주위의 자기장이 변하면 도선에 전류가 발생하며, 탐구를 통하여 자기장속의 도선에 전류가 흐르면 도선에 힘이 작용함을 정성적으로 이해하게 한다.

3-4학년군의 ‘자석의 이용’과 5-6학년군의 ‘전기의 작용’에서 학습한 소재와 현상적 경험을 연계하여 학습한다.(2009교육과정 과학 영역의 개관 내용)

[탐구활동]

- (가) 마찰전기를 이용하여 정전기 유도 현상 실험하기
- (나) 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특징 알아보기
- (다) 직류모터를 이용하여 전동기와 발전기 원리 알아보기

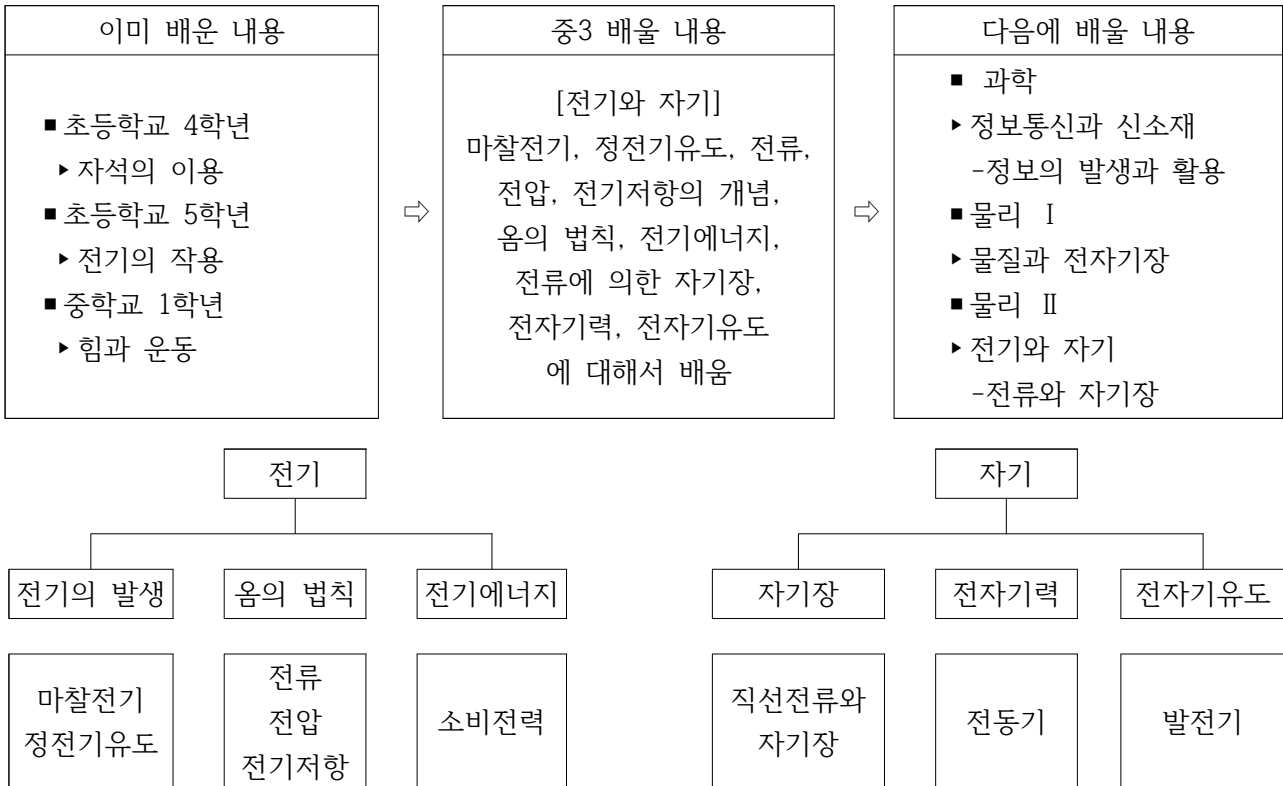


성취기준 확인

교육과정 내용	성취기준	성취수준	
과9154. 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 진술할 수 있다.	과9154. 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 설명할 수 있다.	상	직선 도선 주위의 자기장의 모양, 방향, 세기 모두를 설명할 수 있다.
		중	직선 도선 주위의 자기장의 모양, 방향, 세기 중 두 개를 설명할 수 있다.
		하	직선 도선 주위의 자기장의 모양, 방향, 세기 중 하나를 말할 수 있다.
과9155. 자기장 내의 전류가 흐르는 도선에 작용하는 힘의 특성을 진술할 수 있다.	과9155. 자기장 내의 전류가 흐르는 도선에 작용하는 힘의 특성을 설명할 수 있다.	상	자기장 내에서 전류가 흐르는 도선이 힘을 받는다는 것을 말할 수 있고, 그 힘의 크기와 방향에 영향을 주는 요인을 전동기와 관련지어 설명할 수 있다.
		중	자기장 내에서 전류가 흐르는 도선이 힘을 받는다는 것을 말할 수 있고, 그 힘의 크기 또는 방향에 영향을 주는 요인을 찾을 수 있다.
		하	자기장 내에서 전류가 흐르는 도선이 힘을 받는다는 것을 말할 수 있다.
과9156. 자석을 이용하여 전류가 발생하는 현상을 정성으로 진술할 수 있다.	과9156. 자석을 이용하여 전류가 발생하는 현상을 정성으로 설명할 수 있다.	상	자석에 의해 발생하는 전류의 방향과 세기를 정성으로 말할 수 있고, 전류가 발생하는 원리를 발전기와 관련지어 설명할 수 있다.
		중	자석에 의해 발생하는 전류의 방향 또는 세기를 정성으로 말할 수 있다.
		하	자석을 이용하여 전류를 발생시킬 수 있음을 말할 수 있다.



단원의 구조





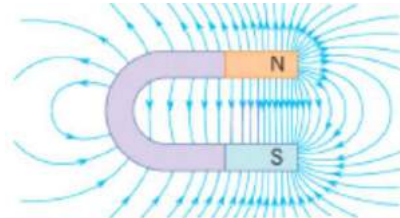
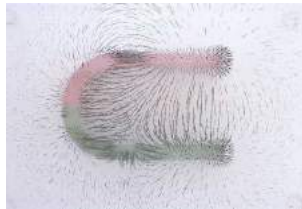
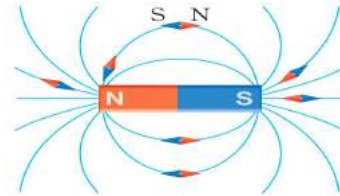
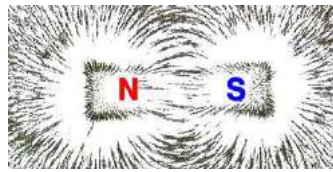
TES-2015

Ⅲ. 전기와 자기 이론학습

전류가 만든 자기장

1. 자석과 자기장

자석이 있으면 주위에 자석의 힘이 작용하는 공간에 자기장이 존재한다. 이러한 자기장은 철가루를 뿌리거나 나침반을 사용해서 그 존재를 확인할 수 있다. 또한 자기장의 존재를 물리적인 의미를 가진 자기력선으로 나타낼 수도 있다. 자기력선이란 자석 주위에 나침반을 놓았을 때 나침반의 N극이 가리키는 방향을 이은 선으로 나타낸 것이다.



자기력선은 다음과 같은 성질이 있다.

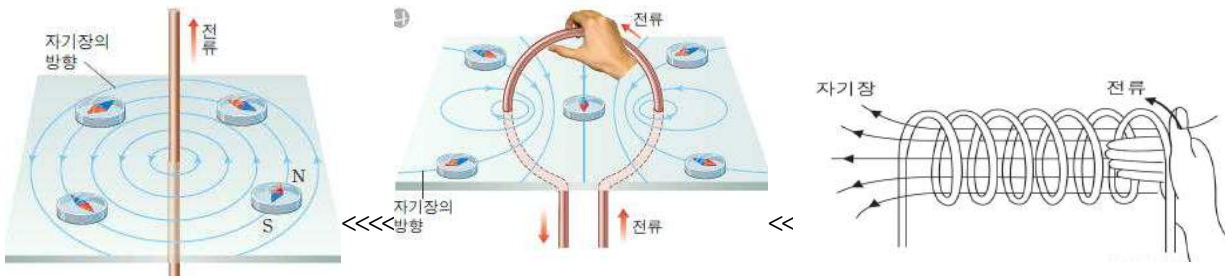
- ㉠ 자기력선이 조밀할수록 자기장의 세기가 크다.
- ㉡ 자기력선은 도중에 끊어지거나 서로 교차하지 않는다.
- ㉢ 자기력선 위의 어느 한 점에서 그은 접선의 방향이 그 곳에서의 자기장의 방향이 된다.

※ 말굽자석 내부에는 왜 균일한 자기장이라고 할까?

2. 전류가 만든 자기장

1820년 외르스테드(Oersted)는 볼타가 발명한 볼타전지의 양극과 음극을 도선으로 연결하여 전류를 흐르게 하는 실험을 하였다. 그런데 철사 옆에 나란히 놓인 나침반의 바늘이 철사의 방향과 수직하게 동서로 방향이 바뀌는 것을 보고 매우 놀랐다. 철사에 전류의 방향을 바꾸었더니 나침반 바늘도 즉시 180도 회전을 하는 것이었다. 그는 전류의 자기작용에 대하여 그 결과를 발표하여 인류 최초로 전자기장 개념을 발견한 것이다. 이를 기념하여 오늘날 자기장 세기의 단위를 '에르스텝(Oe)'으로 사용하고 있다.

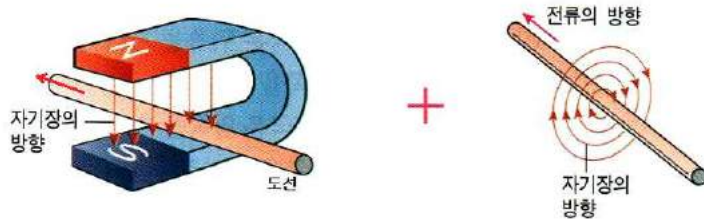
그러면 전류가 흐르는 도선 주위에는 어떤 모양으로 자기장을 만들까? 자석과 마찬가지로 자기장은 나침반이나 철가루를 이용하고 그 모양을 확인할 수 있으며, 그림은 직선 도선, 원형 도선, 솔레노이드에서 각각 만들어지는 자기장의 모양을 나타낸 것이다.



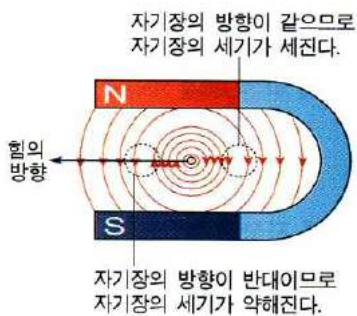
자기장 속의 도선

1. 전자기력

전류가 흐르는 도선이 자기장을 만든다면 영구자석 속에 놓인 도선은 그 자석의 영향을 받을까? 그림과 같이 말굽자석 속에 도선을 넣고 전류를 흐르게 하면 도선은 어떻게 될까? 앞에서 살펴보았듯이 말굽자석 속에는 균일한 자기장이 형성되어 있다고 가정한다. 그림처럼 위쪽에서 아래로 향하는 균일한 자기장 속에 도선에 전류가 들어가고 있다. 도선은 들어가는 전류가 흐르게 되면 그림과 같이 시계방향의 자기장이 만들어지게 된다.



그러면 말굽자석과 전류가 만든 자기장이 합쳐지면 어떻게 될까? 그림은 정면에서 바라본 그림으로 원의 중앙이 도선이고 전류가 종이에 수직으로 들어가는 것을 나타낸 것이다. 도선의 왼쪽은 자석이 만든 자기장의 방향과 전류가 만든 자기장이 반대방향이 되어 자기장의 세기가 약해진다. 오른쪽은 두 자기장의 방향이 같아서 자기장이 더 세어진다. 따라서 도선은 오른쪽에서 왼쪽으로 밀리는 힘을 받게 된다. 이러한 것은 자석 속에 도선 대신 포일을 사용하여 전류를 흐르게 할 때 포일이 힘을 받는 것을 바로 확인할 수 있다.

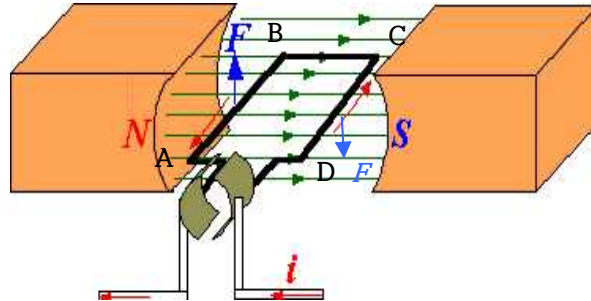


이처럼 전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘을 전자기력이라고 하며, 자기장과 전류가 수직일 때 최대 힘을 받고 자기장과 전류가 나란하면 힘을 받지 않는다.



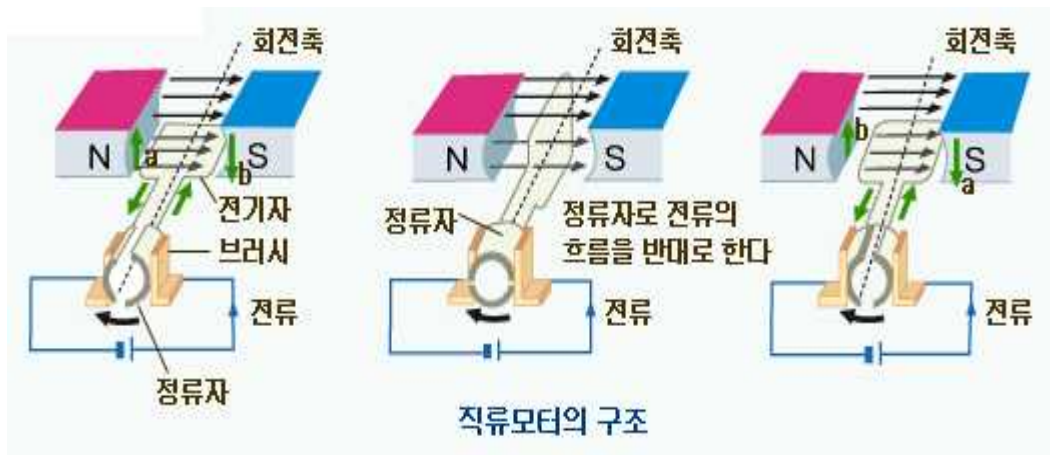
2. 전동기

전동기는 전자기력을 응용한 것으로, 전기 에너지를 역학적 에너지로 바꾸는 대표적인 전기 기기이다.



위 그림과 같이 코일에 전류 i 가 흐르면 코일의 AB와 CD부분에는 플레밍의 법칙에 의해 전자기력 F 가 작용한다. 이 힘들은 코일을 시계방향으로 회전시키고 코일의 면이 자기장에 직각이 되는 순간에는 전자기력은 0이 되지만 회전하던 관성으로 인해 코일이 좀 더 돌아가게 된다. 이 때, 전류의 방향이 계속 유지되면 전자기력은 이전의 방향과 반대로 돌아가게 된다. 따라서 코일면이 자기장과 직각이 되는 순간에 코일에 흐르는 전류의 방향을 바꾸어 주도록 정류자가 코일과 연결되어 있어 코일은 계속해서 같은 방향으로 돌아가게 된다.

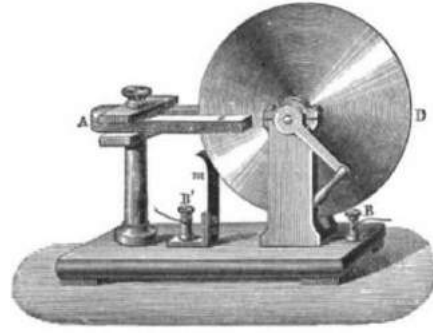
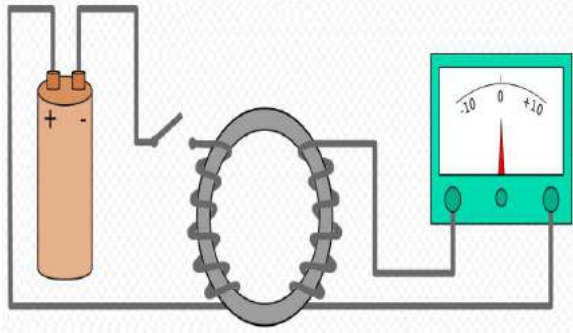
이처럼, 코일에 흐르는 전류의 방향은 반 바퀴 회전할 때마다 바뀌게 되어 코일이 계속해서 일정한 방향으로 회전하게 되는 것이다. 이것을 직류 전동기라고 한다. 교류 전동기는 직류 전동기에서 전류의 방향을 바꿔주는 역할의 정류자나 브러시 대신 전류의 방향이 수시로 바뀌는 교류 전기를 이용하는 것으로 직류 전동기와 같은 원리이다.



📖 전자기유도 현상

1. 전자기유도

전자기유도현상은 마이클 패러데이와 요셉 헨리가 1831년 독자적으로 발견하였지만, 패러데이가 연구 결과로서 처음으로 출판하였다. 1831년 8월 29일 전자기 유도에 대한 패러데이의 첫 번째 실험적 증명에서 철제 고리(또는 토러스)를 두 개의 와이어로 반대 방향에 감았다.



이때 한쪽에 스위치를 닫아 전류가 흐르게 할 때 반대편에서 약간의 전기적 효과를 일으킬 수 있다고 생각했다. 실험을 통해서 패러데이는 전지에 연결할 때와 스위치를 끊을 때 반대쪽에 유도전류가 발생하는 것을 관측했다. 이 현상은 스위치를 연결되었다 분리될 때 발생하는 자기력 선속(플럭스)의 변화 때문에 발생한 것이다. 두 달 후, 패러데이는 막대자석을 코일에 빠르게 통과시킬 때 과도전류가 발생하는 것을 관찰하였고, 막대자석 근처에서 회전하는 구리 판에 의해 교류가 발생하는 것을 확인하였다.

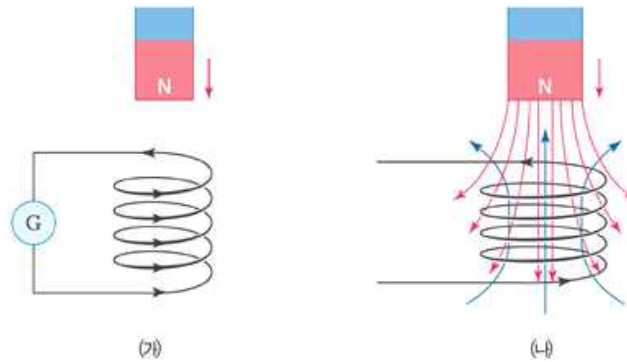
패러데이는 전자기 유도 현상을 그가 역선라고 부른 개념을 가지고 설명했다. 당시 과학자들은 패러데이의 이론적 아이디어가 수학적으로 공식화되지 못했기 때문에 이를 부정했다. 한 명의 예외가 있었다면 그것은 맥스웰이었다. 그는 패러데이의 생각을 자신의 양적 전자기학 이론의 근간으로 삼았다. 맥스웰의 논문에서, 전자기유도에 대한 관점을 다양하게 한 시기는 올리버 헤비사이드가 패러데이 법칙이라고 언급한 미분 방정식으로 표현된다.(사실 이것은 패러데이 법칙의 원형 형식과 약간 다르고 운동 기전력을 설명하지 않는다) 헤비사이드가 수정한 것이 오늘날 맥스웰 방정식으로 알려진 방정식에서 패러데이 법칙을 나타낸다. 1834년에 하인리히 렌츠가 만든 렌츠의 법칙은 회로를 통과하는 전기력선속을 설명하고 유도기전력과 전자기유도현상으로 인한 전류의 방향을 제시하게 된다.

2. 렌츠의 법칙

코일(또는 솔레노이드)을 관통하는 자기장의 변화로 인해 유도 전류가 흐를 때, 이 유도 전류의 방향은 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다는 것이 렌츠의 법칙이다.

그림과 같이 자석의 N극이 코일에 가까이 오거나 멀어지면 코일을 지나가는 자기장이 변하여 코일에 전자기 유도 현상이 일어나 유도 전류가 흐르게 된다. 이 유도 전류의 방향은 렌츠의 법칙으로 찾는다. 렌츠의 법칙은 '유도 전류는 코일을 지나가는 자기장의 변화에 반대하는 방향, 즉 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다.'는 것이다. 그런데 이 '자기장의 변화에 반대하는 방향'이라고 하는 것은 다음과 같다.

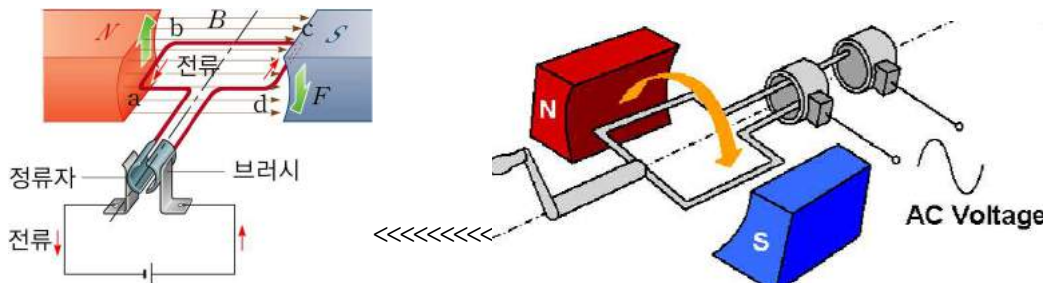
즉, 그림 (가)와 같이 자석의 N극이 코일 쪽에 있으면 코일에는 아랫방향으로 향하는 자기장이 관통하게 된다. 그런데 N극이 코일에 가까이 오는 경우 이 아랫방향으로 향하는 자기장이 증가한다. 그러면 코일은 이 아래로 향하는 자기장이 증가하는 것을 방해하기 위해 위로 향하는 자기장을 만들게 되는데, '솔레노이드에 의한 자기장'에서 배운 바와 같이 코일 위에서 볼 때 시계 반대 방향으로 전류가 흐르게 되는 것이다.



3. 발전기

자기장이 있는 곳에서 도선을 움직일 때 도선속의 전하가 자기력을 받아 유도기전력이 생기는 것을 살펴보았다. 이 기전력에 의해서 실제로 도선 속에 전류가 흐르는데 이 방향을 알아내기 위한 법칙으로 플레밍의 오른손 법칙을 이용한다. 오른손의 엄지, 검지, 중지를 서로 수직이 되도록 하고, 엄지를 도선을 움직이는 방향 즉 힘의 방향, 검지를 자기장의 방향으로 하면 중지가 바로 전류가 흐르는 방향이 된다. 이는 자기장에서 전류가 받는 힘의 방향을 설명하는 플레밍의 왼손 법칙에서의 힘, 자기장, 전류는 동일한 손가락으로 할당하나 왼손과 오른손이 바뀌었다.

발전기는 영구자석이나 전자석으로 만든 균일한 자기장하에 코일을 강제로 회전시켜 기전력을 발생시키는 장치로 역학적 에너지를 전기적 에너지로 바꾸는 거의 유일한 장치이다. 모든 발전소에서는 여러 형태의 에너지를 역학적 에너지로 바꾼 후 이를 발전기를 이용하여 전기적 에너지를 바꾼다.



*교류발전기 : <http://yjh-phys.tistory.com/66>

*직류발전기 : <http://yjh-phys.tistory.com/67>

TES-2015

IV. 실험으로 수업하기

[활동1] 전류가 만든 자기장 실험

어떻게 할까?

1. 페트병 뚜껑에 들어갈 수 있는 작은 나침반을 준비한다.



2. 이 페트병에 그림과 같이 코일을 감는다.



3. 나침반과 코일의 방향을 남북으로 일치시킨 후 코일이 감긴 방향을 생각하면서 전류를 흐르도록 스위치를 누른다. 이때 나침반의 움직임을 관찰하고 N극이 가리키는 방향을 확인해 보자.

생각해보기

다음 변인에 대해 나침반의 변화를 관찰해 보자.

- (1) 감은 수에 따른 나침반의 각도 변화
- (2) 전류의 세기에 따른 나침반의 각도 변화
- (3) 나침반의 위치(코일 위, 아래)에 따른 나침반 방향

[활동2] 전자기력 기차

어떻게 할까?

1. 구리선(직경 0.7mm)을 직경 1.5cm 정도의 막대에 촘촘히 감으면서 구리선용수철을 만든다.



TIP
구리 용수철의 길이는 길수록 좋다.

2. AAA사이즈 건전지 양쪽에 네오디뮴자석을 2-3개씩 붙인다. 이때 자석의 양쪽 바깥이 같은 극이 되도록 한다.



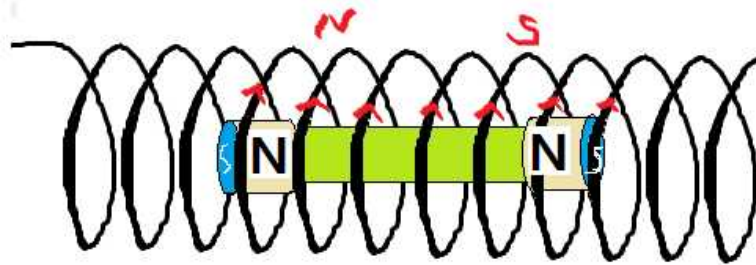


3. 자석을 붙인 건전지를 용수철 속에 살짝 밀어 보자.



 **생각해보기**

왜 기차가 움직일 수 있는지 설명해 보자.



[활동3] 렌츠의 법칙

 **어떻게 할까?**

1. 코일을 여러 번 감고 코일의 두 끝 부분에 발광다이오드(LED)를 서로 반대방향으로 세워서 코일에 연결시킨다.
2. 코일의 중심 부분으로 자석을 밀어 넣었다 빼내었다 반복해 보자. 또 가운데에 투명플라스틱 관을 세우고 자석을 낙하시켜 보자.

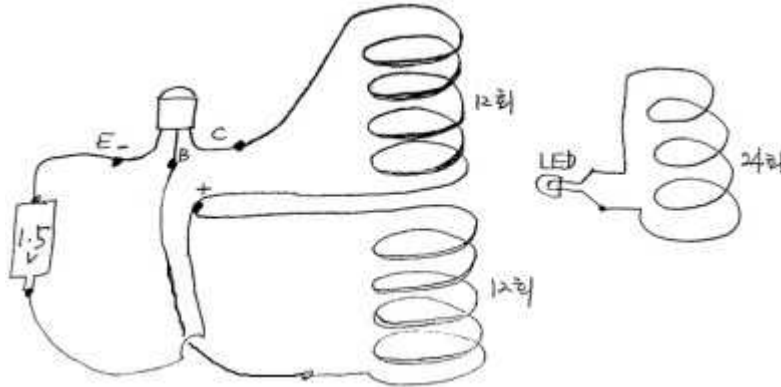




[활동4] 전자기유도 실험-무선 전력수송

어떻게 할까?

1. 그림과 같이 트랜지스터의 이미터에 1.5V 전지를 연결시킨다.
2. 코일을 양쪽으로 12회씩 감은 코일 중심에는 전지 (+)극을 연결시킨다.
3. 코일 양쪽 두 끝은 각각 트랜지스터 베이스와 컬렉터에 연결한다.
4. 24회 감은 다른 코일에는 발광다이오드를 연결시킨다.



5. 24회 감은 코일을 트랜지스터에 연결된 코일 가까이 가져갈 때 발광다이오드 불이 켜지는 지 확인한다.



생각해보기

작동원리를 설명해 보자.

TES-2015

V. 참고자료

1. 윤제한의 물리 교실 : <http://yjh-phys.tistory.com/>
2. 전자기력기차 만들기 유튜브영상
<https://www.youtube.com/watch?v=IXeXcbvBPJw>
<https://www.youtube.com/watch?v=FVP2hJQmc1c>



놀이를 이용한 과학수업

수명중학교 강선남

TES-2015

I. 들어가기

만약 자신이 학생이라면 아래 두 가지 중에서 어떤 수업을 듣고 싶나요?

첫 번째, 시작부터 끝까지 공부만 하는 수업.

두 번째, 수업 중간 중간 놀이도 하면서 진행되는 수업.

물어보나 마나 당연히 두 번째를 선택하겠지요? 우리 교사들도 학생들이 두 번째를 좋아한다는 사실을 알고 있지만 학생들과 어떻게 놀아야 할지 모르는 경우가 많답니다. 남들이 하면 개그가 되는데 자신이 하면 다큐가 되고, 시도를 했으나 학생들의 반응이 썰렁할까봐 망설여지지요. 수업 준비하기도 벅찬데 놀이재료 챙기기도 힘들고, 진도를 나가야 하는 압박도 상당합니다. 하지만 자신이 수업에 들어가면 학생들이 환호 하고 기대의 눈빛을 보내준다면 진도쫓은 교육과정을 재구성 하여 해결할 수 있습니다. 또한 제가 선호하는 놀이는 맨손으로 하는 놀이입니다. 아무리 썰렁한 교사도 따라할 수 있는 놀이!! 이 연수를 듣고 나면 학생들이 기다리는 선생님이 되실 겁니다. 그 비결을 지금부터 알려드릴게요. 후후~~

TES-2015

II. 수업을 시작하며

긍정적으로 서로 소통하면서 기분 좋게 시작한다면 학생들이 과학수업을 항상 기다릴 것이다.

[활동1] 입장식 놀이



어떻게 할까?

1. 3월 첫 수업 때 학생들과 연습하고 약속한다. 1년 동안 계속하기로.
2. 교사가 문을 열고 들어오면 학생들이 큰 소리로 박수를 치기로 한다.
3. 박수를 특히 잘 쳐주는 학생들은 이름을 불러주거나 박수 잘 치는 모듬에게는 상점을 준다.
그럼 1년 동안 박수 소리가 유지된다.



이 활동을 하면?

서로 박수 치면서 시작하면 기분도 좋고, 박수 소리의 정도로 학생들의 컨디션을 가늠해 볼 수 있다.



[활동2] 주제 있는 출석 부르기

어떻게 할까?

1. 교사가 그날 생각나는 주제를 제시하고 8명 정도의 학생 이름을 부르면 불린 학생은 주제에 대한 대답을 한다.

TIP
이름이 외워지지 않는 학생은 자주 시켜서 이름을 외운다. 학생들에게 주제를 정하라고 해도 된다.

* 주제예시

가을하면 생각나는 것? 내가 제일 좋아하는 음식? 엄마하면 떠오르는 것? 나의 미래 직업은? 아침에 먹고 온 것? 내가 좋아하는 동물은? 내가 좋아하는 꽃은? 내가 좋아하는 계절은? 나의 이상형은? 자신이 제일 잘 받았던 점수는? 첫 키스하고 싶은 나이는? 죽고 싶은 나이는?

2. 진도를 빨리 나가야 하면 간단한 주제를 제시하고 수업이 하기 싫고 나쁜 날은 좀 진지한 주제를 제시한다.
3. 이름을 불린 학생이 빨리 대답하지 못하면 그냥 손을 들고 있게 하다가 생각났다고 하면 발표 기회를 준다.
4. 학생들의 이름도 외우고 학생들과 소통할 수 있는 기회이므로 3월에는 매 수업시간마다 실시하고 4월부터는 진도가 느리다면 가끔 실시해도 된다.

TES-2015

Ⅲ. 단원도입에 좋은 놀이

단원도입을 할 때 항상 같은 놀이를 하면 학생들이 지겨워한다. 단원에 맞게 실험이나 먹는 것으로 도입해도 되고 아래 제시된 놀이 중에서 하나를 선택하여 단원도입을 하면 학생들이 새로운 단원에 대해 기대하며 시작할 수 있다.

[활동1] 기억력 놀이

무엇이 필요할까?

모듬칠판, 보드마카

어떻게 할까?

1. 단원을 전체적으로 보게 한다. 단원의 전체적인 흐름을 짚어준다.
2. 접을 수 있는 넓은 판에 단원에 나오는 단어를 50개 정도 적는다. 여기에 학생들이 좋아하는 단어를 10개 정도 섞어 놓는다.
3. 모듬의 한 명씩 돌아가면서 나와 10초 정도 단어를 보고 들어간다.
4. 단어를 기억해서 모듬칠판에 적는다.
5. 모두 끝나면 교사가 정답을 불러주고 모듬끼리 교환해서 점수를 매긴다.



6. 원래 모둠에게 돌려주게 하고 모둠칠판을 칠판에 붙여 점수를 확정한다.

TIP

모둠별로 경쟁이 너무 치열하지 않도록 점수 차를 많이 두지 않는다.

[활동2] 종이 찢기 만세 놀이



어떻게 할까?

1. A4 종이를 길게 찢는다.
2. 세 번 접어 8칸의 종이를 만든다.
3. 그 단원에서 중요하다고 생각되는 단어 8개를 적게 한다.
4. 반 전체가 돌아가면서 자신의 종이의 맨 위나 아래에 있는 단어를 부른다.
5. 다른 사람이 단어를 부를 때 자신의 종이의 맨 위나 아래에 있는 단어를 부르면 찢는다.
6. 마지막으로 1개가 남았을 때 한 개를 부르면 만세를 외치고 가지고 나와 교사에게 검사를 받는다.

TIP

한 단원을 하고 시간이 남으면 좋아하는 과일, 좋아하는 과자 이름, 좋아하는 연예인 이름으로 해도 좋다.

오예스	<- 여기만 찢을 수 있다.
초코파이	
카라멜땅콩	
엄마손파이	
새우깡	
오징어칩	
감자칩	
빠다코코넛	<- 여기만 찢을 수 있다.

[활동3] 그림을 기억해요



어떻게 할까?

1. 단원 도입에 있는 그림이나 사진을 2분정도 보게 한다.
2. 책을 덮고 교사가 제시한 퀴즈의 정답을 모듬끼리 의논하여 깔꿈이 판에 적는다.
이 때 퀴즈는 좀 엉뚱한 것을 낸다.



<예시>



1. 동물은 몇 마리인가?
2. 마이크는 몇 개?
3. 가운데 있는 공룡의 넥타이 색깔은?
4. 원반 받침으로 된 마이크 개수는?
5. 그림 뒤 폴 위의 도마뱀 색깔은?

3. 정답 판을 들고 정답을 체크한다.

TIP

이 놀이를 한번 하고 나면 학생들이 교과서를 볼 때 자세히 보게 된다..

[활동4] 초성퀴즈



어떻게 할까?

1. 단원을 전체적으로 보고 각 모둠에서 그 단원을 나타내는 대표적 문장을 선정하여 초성을 제시한다.

TIP

너무 길면 맞추기 힘들므로 8글자 이내로 제한하는 게 좋다. 교사가 볼 때 중요한 문장을 고른 모둠에게는 약간의 가산점을 줘야 영뚱한 것을 제시하지 않는다.

2. 책을 덮으면 교사가 칠판에 8모듬의 초성을 제시하고 문장을 완성하게 한다.

예시 1) 흥기 ○ㄴㅈ -> 정답: 힘과 에너지

예시 2) ㅎㅎㅂ○○ㅅ○ ㄱㅈㅅ -> 정답: 화학반응에서의 규칙성

TES-2015

IV. 과학수업을 놀이로 하기

수업 시간에 신나게 놀면서 내용까지 이해할 수 있다면 어떨까? 몇 가지 예를 제시해 본다.

[활동1] 힘의 상호작용(중1 3단원 힘과 운동) - 손바닥 밀기 모둠대항전



어떻게 할까?

1. 도입(10분)

교사가 의자에 앉아 가만히 있으면 힘(여기서 말하는 힘은 힘의 합력임)이 가해지지 않지만 다른 물체, 즉 교탁이 있다면 힘이 가해져서 움직인다는 사실을 알려주고, 힘이 작용하기 위해서는 두 물체



가 필요하고 두 물체 사이에는 힘의 상호작용이 일어난다는 점을 알려준다.

2. 손바닥 밀기 모둠대항전 (20분)

학생 한명을 나오라 해서 손바닥을 밀면 학생과 교사가 같은 크기의 힘을 반대방향으로 받는다는 사실을 알게 한다. 두 번째는 더 큰 힘으로 밀어 교사에게도 같은 크기의 힘이 작용해 교사도 뒤로 밀린다는 사실을 알게 한다. 이런 힘의 특징을 알고 두 사람이 손바닥 밀기 놀이를 할 때 어떻게 힘을 조정해야 하는지 힌트를 준다. 내가 상대방에게 힘을 많이 주면 자신도 힘을 받으므로 넘어질 수 있다는 점을 알려준다. 이를 알고 모둠별 손바닥 밀기 놀이를 해보도록 한다.

이 때 땅에서 발이 먼저 떨어진 사람이 지는 것이고, 다른 모둠과 겨루어 이기면 이긴 사람과 진 사람이 함께 교사에게 와서 이긴 모둠에게 점수를 주도록 한다.

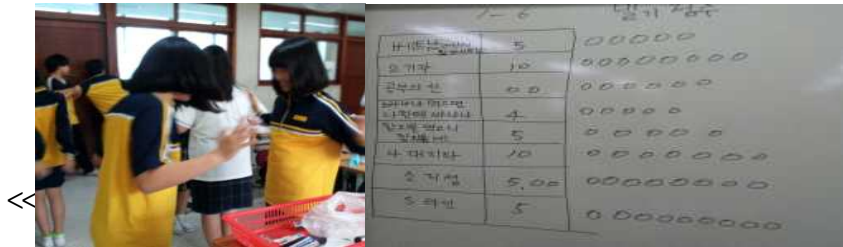
* 놀이의 규칙은 다음과 같다.

*** 손바닥 밀기 규칙의 예**

규칙1: 한명이 다른 학생에게 놀이를 하자고 제안하면 거절할 수 없고 무조건 응해야 한다.

규칙2: 여학생이 남학생을 이기면 2배인 2점(동그라미 2개)을 획득한다.

규칙3: 같은 사람과 세 번 하여 두 번을 이긴 사람이 승자다(3판2승제)



TIP

교사는 칠판의 상황판 앞에 서서 학생들이 오면 이겼다는 모둠에 동그라미를 그려준다. 이때 점수가 낮은 모둠은 살짝 몇 개의 동그라미를 더 그려주어 놀이를 계속해도 점수가 비슷하게 하여 학생들의 동기를 유발한다.

[활동2] 나란하지 않은 두 힘의 협력(중1 3단원 힘과 운동) - 다 같이 일어서기

어떻게 할까?

1. 1단계(둘이서 일어서기)(10분)

교사가 학생 한명을 중앙으로 나오라고 해서 둘이서 일어서는 시범을 보여준다. 이때 나란하지 않은 방향의 두 힘이 생기며 두 힘의 균형이 맞아야 위로 한 번에 일어난다는 것을 보여준다. 만약 교사가 더 센 힘으로 당기면 어느 한쪽으로 힘의 합력이 쏠려서 넘어진다는 것을 보여준다. 또한 두 힘 사이의 각이 너무 벌어지면 합력이 약해져서 일어서기 힘들기 때문에 둘 사이를 좀 더 좁혀서 서로 당기면 합력이 커져서 일어서기 편하다는 사실도 주지시킨다. 설명 후 모둠별로 둘씩 일어서는 연습을 하고 5분 후에 각 모둠별 대표 팀이 나와 둘이서 일어서는 것을 보여주도록 한다.

2. 2단계(모둠별 동시에 일어서기) (8분)

두 번째 단계는 모둠(4~5명)이 동시에 일어서는 단계이다. 두 번째 단계도 어느 한 모둠을 나오라고 한 뒤 교사가 사이에 끼어 동시에 일어서는 시범을 보여준다. 이때도 각 개인이 가하는 힘의 균형이



중요하므로 몸무게가 고르게 분포하도록 하고 각자 주는 힘을 균등하게 하도록 하여 힘의 합력이 중앙의 위쪽을 향하도록 한 뒤 동시에 일어나도록 한다. 여러 모듬이 동시에 일어서면 어느 모듬이 성공했는지 가능하기 힘들기 때문에 모듬별로 바닥에 앉아 준비하도록 하고, 모듬의 이름을 부르면서 그 모듬이 동시에 일어서는 것을 보여주도록 한다.

3. 3단계(두 모듬 동시에 일어서기) (7분)

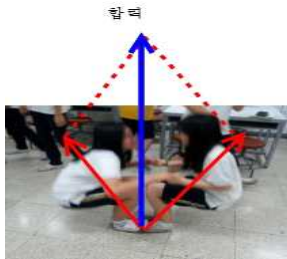
각 모듬별 동시에 일어서기가 끝나면 각 모듬별로 그대로 바닥에 앉아 있도록 한다. 이 때 교사가 몸무게가 비슷한 모듬으로 두 모듬씩 짝을 지워준다. 그리고 10명 정도가 동시에 일어서기 위해서는 한 사람 건너서 팔을 잡아야 하며 발바닥을 바닥에 붙이고 힘의 균형이 잘 맞아야 동시에 일어설 수 있음을 시범으로 보여준다. 시범 후 각 모듬(4개의 모듬)이 3분정도 연습하게 한 후 다시 순서대로 부르면서 일어서도록 한다.

4. 4단계(학급 전체가 동시에 일어서기)(10분)

마지막 단계로 학급 전체가 동시에 일어서기를 시도한다. 학급 전체 학생들이 동그랗게 앉으면 교사가 몸무게가 한쪽으로 쏠리지 않도록 무거운 학생들을 적당히 배치해 주고 서로 팽팽하게 당겨서 동시에 일어서도록 구령을 붙여준다.

5. 마무리 : 놀이를 하고 난 소감 말하기(5분)

각 단계별로 동시에 일어서는 것에 성공하면 학생들은 환호성을 지른다. 단계별로 성취감을 맛보게 되는데, 마지막 4단계를 끝내고 나면 무언가 반 전체가 하나 되는 느낌을 갖게 된다. 그 느낌을 서로 공유해 보고, 힘을 쓰면서 놀았기 때문에 잠깐 땀을 식히며 서로의 소감을 나눠본다.



1단계



2단계



3단계



4단계

[활동3] 기체분자의 운동 - 모듬별 풍선 치기

어떻게 할까?

1. 기체분자는 사방으로 움직이며 벽에 부딪친다. 이를 알아보기 위해 풍선을 모듬별로 한 개씩 불게 한다.
2. 풍선의 벽을 치는 기체분자가 풍선이라 생각하고 풍선껍질이 모듬원이라 생각하며 풍선을 떨어뜨리지 않게 친다.
3. 여덟 모듬 중에서 세 모듬 정도가 떨어뜨릴 때까지 진행하고, 2단계로 풍선을 2개씩 주고 땅에 떨어뜨리지 않도록 한다.
4. 앉아서 놀이를 진행하고 모듬별로 일어서서 풍선 한 개로 진행하다가 풍선 2개를 주고 떨어뜨리지 않도록 한다.

TIP

먼저 떨어뜨린 모듬은 세모듬이 탈락할 때까지 체크하는 역할을 준다.



[활동4] 열의 전도, 대류, 복사 - 휴지 옮기기



어떻게 할까?

1. 전도
 - 모둠별로 둘러 앉아 한 명의 손 등에 휴지를 얹고 서로 손등을 마주대면서 휴지 전달하기를 한다. 이때 휴지는 열에너지, 손등은 물체를 이루는 원자이다.
 - 맨 먼저 원 위치에 도착하면 만세를 외친다.
2. 대류
 - 4모둠씩 뒤로 나가 일렬로 선다. 맨 앞 사람이 손등에 휴지를 얹고 앞으로 뛰어가서 교실의 한 지점을 찍고 온다.
 - 돌아와서 휴지를 다음 사람에게 전달하면 다음 사람도 휴지를 얹고 다녀온다.
 - 모듬원이 모두 다녀오면 만세를 부르게 한다.
3. 복사
 - 물 묻은 휴지를 뭉쳐서 손에 들고 모듬의 대표가 나와 코끼리 코 다섯 바퀴를 한다.
 - 칠판에 과녁을 그려놓고 중앙에 높은 점수를 표시한 후 맞추기 놀이를 한다.

TES-2015

V. 수업에서 잠깐 쉬고 싶을 때-누구나 할 수 있는 놀이

한 여름 5교시 수업, 학생들이 제발 쉬고 싶다는 눈빛을 보낸다. 이때 “그래, 오늘은 신나게 놀자.” 하면서 맨 손으로 할 수 있는 놀이들, 놀고 나면 학생들은 자신들의 처지를 이해해준 선생님과 한 층 가까워진다.

[활동1] 이런 사람 움직이세요 - 학생들이 움직이고 싶을 때



어떻게 할까?

1. 교사가 상황에 맞게 주제를 제시한다.
예) 작년에 학교에서 겪었던 일, 부모님과 의 사건, 어렸을 적 추억, 방학 때 있었던 사건
2. 학생들은 자리에 앉아있고, 술래는 의자가 없는 채로 서 있다.

TIP

제일 먼저 교사가 술래를 하는 것이 좋다..

3. 만약 주제가 [작년에 학교에서 겪었던 일] 이라면 술래가 ‘나는 작년에 지각한 적이 있다’라는 자신의 경험을 이야기 하면 같은 경험이 있는 학생들은 의자에서 일어나 다른 의자로 옮겨 앉아야 한다.
4. 이 때 술래는 빈 의자에 빠르게 앉고 앉지 못하는 학생이 한명 생기면 그 학생이 술래가 된다.



이 활동을 하면?

학생들과 관련된 여러 사건을 알게 되면서 학생들을 좀 더 이해하게 된다.



[활동2] 애벌레 산책 - 학생들이 움직이고 싶을 때



어떻게 할까?

1. 빈 의자를 한 개 학생들 사이에 놓고 술래가 멀리서 발 앞꿈치와 뒤꿈치가 닿게 하면서 천천히 걸어간다.

TIP

처음에는 교사가 애벌레가 되어 천천히 움직이면서 앉을 듯 말 듯 한 긴장감을 5분 정도 준 다음 하면 효과가 더 높다.

2. 술래가 빈 의자에 앉으면 가장 가까이 있는 사람이 술래가 된다.
3. 술래가 되지 않으려면 술래가 의자에 앉지 못하도록 학생들이 협동하여 의자를 옮겨 앉는다.
4. 술래에서 멀리 있는 사람이 옮겨오면 술래를 막을 수 있다.
5. 걸리면 벌칙으로 자신에 대한 칭찬 한 마디를 하고 출발한다.

TIP

교사는 새로 시작할 때 빈 의자를 교실 구석구석으로 옮겨 주면서 학생 대부분이 참여하도록 유도한다.



이 활동을 하면?

이 놀이는 사람들 사이에서 내가 어떻게 움직여야 하는지 관계성을 키워준다.

[활동3] 나는 놀이왕 - 학생들이 움직이고 싶을 때



어떻게 할까?

1. 한 명당 바둑돌 5개씩을 준다.
2. 학생들이 이미 알고 있는 놀이를 여러 개 정한다.
예) 감자깡, 디비디비딤, 참참참, 가위바위보 다리 벌리기, 바꾸기 하나빼기,
3. 일어나서 다른 학생을 만나면 반갑게 인사를 나눈 후 가위바위보를 하고 이긴 사람이 정한 놀이를 한다.
4. 놀이를 하자고 신청하면 거부할 수 없고 거부하면 바로 바둑돌을 뺏긴다.
5. 놀이를 해서 진 사람은 이긴 사람에게 바둑돌을 하나 준다. 이때 바둑돌을 모두 잃은 사람은 교사에게 와서 도전하여 이기면 바둑돌 3개를 얻을 수 있다.
6. 15분 정도 놀이를 진행 한 후 모둠으로 돌아와서 바둑돌을 가장 많이 가진 모둠이 이기는 놀이이다.

[활동4] 있다 없다 - 학생들이 움직이지 않을 때



어떻게 할까?

TIP

이 놀이는 힘들 때 단계별로 하면서 풀어나가는 재미가 있다. 학생들이 문제를 만들어 내서 제시하도록 해도 된다.

1. 이 놀이는 교사가 문제를 내면 그 규칙을 찾아내어 정답을 말하는 것이 아니라 똑같은 문제를 만들어 놀이에 들어오는 놀이이다.
2. 단계별로 교사가 칠판에 예를 5개 정도 들어주면 학생들은 규칙을 찾아내어 예를 말한다.
3. 1단계: '남자에게는 있고, 여자에게는 없고', '선생님에게는 있고 교사에게는 없고'
4. 2단계: '일본에는 있고, 한국에는 없고', '십자가에는 있고, 교회에는 없고'



5. 3단계: '제트기에는 있고 비행기에는 없고', '오이에는 있고, 호박에는 없고'
6. 4단계: '총각에는 있고, 처녀에는 없고', '물에는 있고, 불에는 없고'
7. 5단계: '국물에는 있고, 밥에는 없고', '수영에는 있고, 헤엄에는 없고'
8. 학생들이 제시하는 예를 써주고 수업이 끝났는데도 모르는 학생은 답을 가르쳐 주지 않고 스스로 알아내도록 한다.

TES-2015

Ⅴ. 수업 끝나기 10분전- 놀이로 수업 마무리

하나의 내용이 끝나고 수업이 10분쯤 남았을 때 수업 내용도 정리하면서 즐겁게 마무리하는 놀이들이다.

[활동1] 입모양을 읽어요



어떻게 할까?

1. 배운 내용 중에서 중요하다고 생각하는 단어를 교사가 소리를 내지 않고 입모양을 움직인다.
2. 정답을 맞춘 학생은 앞에 나와 출제자가 된다.
3. 더 이상 출제할 것이 없으면 주제를 다양하게 해서 출제한다.
예) 출제자가 좋아하는 동물, 출제자가 가고 싶은 나라, 출제자가 좋아하는 음식

[활동2] 열 고개



어떻게 할까?

1. 그 시간에 배운 단어 중 중요하다고 생각하는 단어를 염두에 두고 열 고개를 진행한다.
2. 한명이 질문은 여러 번 할 수 있으나 정답은 한번만 말 할 수 있다.
3. 정답을 맞추면 정답자가 출제자가 되어 앞에 나와 출제한다.
4. 더 이상 출제할 것이 없으면 주제를 다양하게 해서 출제한다.
예) 출제자가 좋아하는 동물, 출제자가 가고 싶은 나라, 출제자가 좋아하는 음식

TES-2015

Ⅵ. 답임으로서 학급에서 하면 좋은 놀이들

[활동1] 3월 - 짝꿍 소개하기



어떻게 할까?

1. 3월을 시작하고 바로 짝꿍 소개하기를 한다.



2. 색지의 한쪽에는 짝꿍의 얼굴을 그리고, 나눠준 질문지를 보면서 짝꿍에 대한 소개 글을 적는다.
3. 3월 한 달 동안 교실 앞에 게시해 놓고 학생들이 읽어보면서 서로를 알아가는 기회를 준다.
4. 짝꿍을 자세히 소개한 학생에게는 가벼운 상을 줘서 칭찬한다.

[활동2] 4월 - 수호천사 놀이



어떻게 할까?

1. 4월부터 수학여행이 있는 5월까지 마니또 놀이를 한다.
2. 먼저 여학생이 자신이 지켜줄 남학생을 뽑고 비밀리에 잘해준다.
3. 옆에서 지켜보면서 남학생의 장점을 20가지 찾아낸다.
4. 2주일쯤 후에 자신이 뽑은 남학생의 장점 20가지를 적어내고 남학생들은 자신의 수호천사를 맞춘다.
5. 여학생이 끝나면 이번에는 남학생들이 자신이 지켜줄 여학생을 뽑고 여학생과 같은 단계를 밟는다.

TIP

여학생이 먼저 해야 놀이가 훨씬 깊이 있게 진행된다. 남학생들은 장난처럼 해서 여학생이 먼저 해야 보고 배운다.

6. 모두 끝나면 베스트 커플상을 주는데, 학생들이 원하는 선물을 쪽지에 쓰고 뽑게 한다.



이 활동을 하면?

이 놀이가 끝나면 학생들이 훨씬 주변 친구들을 더 챙기려 하고 서로 챙겨주는 것이 어색하지 않아 교실 분위기가 좋아진다. 또한 칭찬 20가지를 교실 앞에 게시해 놓으면 서로 칭찬하는 분위기가 된다.

[활동3] 6월, 10월, 12월 - 학급단합대회



어떻게 할까?

1. 학급 단합대회는 생일잔치를 겸해서 하면 좋고, 음식 만들어 먹기, 실내놀이, 실외놀이를 섞어서 하는 것이 좋다.
2. 실내 놀이로는 손님 모셔오기, 꿈꿈이 놀이가 인기 있다.
3. 실외 놀이는 런닝맨, 피구, 술래잡기 등이 있다.
4. 보통 교사가 한번 정도 진행해주고 두 번째 부터는 학생들이 진행하도록 한다.

[활동4] 방학 후 하면 좋은 놀이 - 손병호 변형 놀이



어떻게 할까?

1. 모두 다섯 손가락을 펴고 돌아가면서 자신이 경험 했던 것을 말한다.
2. 같은 경험이 있는 사람은 손가락을 접는다.
3. 남들이 안 했을 경험을 말해야 자신만 손가락을 접을 수 있어서 신기한 경험들이 나온다.
4. 손가락을 맨 먼저 접는 사람이 우승한다.



TES-2015

VIII. 마무리

수업 중에 학생들을 혼내는 교사가 있다.

“왜 집중 안하니?” “왜 옆어져 있어?” “또 잡담할래?”

이유를 몰라서 혼내는 걸까?

학생들은 수업 내용이 재미있고 자신에게 도움 된다면 대부분 참여한다. 이 참여를 유도하기 위해 교사들은 갖은 방법을 다 쓰지만 빠른 속도에 길들여진 학생들 마음을 잡기가 쉽지 않다. 학생들과 계속해서 소통하고 학생들의 반응을 살피면서 이론과 탐구, 놀이를 적절히 섞어서 수업한다면 학생들의 마음을 조금은 잡을 수 있지 않을까? 이를 위해 놀이하는 교사가 되려면 반드시 갖춰야 할 조건이 있다.

첫째. 교사가 먼저 놀아볼 것. 연수 등을 통해 먼저 놀아본 후에 놀이의 기분을 알면서 시행하면 자신감이 생긴다.

둘째. 학생들의 반응이 차가워도 용기를 가지고 계속 시도해 본다. 다섯 반 중에서 한 개 반 정도는 성공하고 내년에는 성공할 확률이 높아진다.

셋째. 놀이교사 모임에 나가거나 연수를 통해 계속해서 자극받고 새로운 놀이를 익힌다. 같은 놀이를 계속하면 학생들이 지루해 한다. (모임에 대한 정보는 연수 때 말씀 드릴게요. 힌트: [70808])

2016년에는 용기 있게 배운 내용 꼭 시도해 보기, 약속!!!!



📖 **짜꿍 소개하기 질문지**

제 친구는요?

다음 질문들 중 20개를 골라 친구 소개서를 만들어주세요. 다르게 만들어도 좋아요.♥

1. 너의 이름은? 이름에 얽힌 사연이 있어? 2. 언제 태어났어?
3. 너의 별명은? 왜 그렇게 붙여졌어?(없으면 지금 만들어)
4. 집은 어디야? 자세히 가르쳐 줘. 5. 전자 우편주소가 뭐야? 즐겨 쓰는 대화 이름이 있다면?
6. 우정이란 뭐라고 생각해? 이유는? 7. 사랑이란 뭐라고 생각해? 이유는?
8. 심심할 때 뭐해? 9. 좋아하거나 싫어하는 과목이 있다면? 이유는 뭐야?
10. 좋아하는 음식, 간식, 과일은?
11. 친구에게 추천하고 싶은 책, 영화, 게임은? 그 이유는?
12. 너의 보물 1호와 그 이유는? 13. 지금 가장 갖고 싶은 것은? 이유는?
14. 지금 널 가장 힘들게 하는 것은? 15. 어떤 때 스트레스를 받니? 그리고 화나면 어떻게 해?
16. 입버릇처럼 쓰는 말이나 자주 하는 너만의 특이한 행동은?
17. 최근에 부모님으로부터 칭찬이나 꾸중을 받은 적은? 왜?
18. 너랑 가장 친한 친구 다섯 명의 이름을 말해 줄래?
19. 친구들과의 추억을 이야기한다면 뭐가 있을까?
20. 넌 어떤 여자(남자)가 좋아? 이상형이라고나 할까?
21. 이성 친구와 사귀었다면 해 보고 싶은 것은? 22. 좋아하는 노래와 그 이유는?
23. 어른이 되었을 때 하고 싶은 일은? 이유는?
24. 자신의 잠버릇과 수면 시간은? 25. 힘든 일이 생기면 누구와 이야기하니?
26. 100만원이 생긴다면?
27. 동네에서 가장 유명한 곳이나 명물이 있다면?
28. 자신이 멋지다고 생각될 때는? 29. 잠이 안 올 때 뭐해?
30. 네가 바라는 학급의 모습은 어떤 것이야? 담임선생님께 바라는 점이 있다면?
31. 공부 말고 배우고 싶거나 지금 배우고 있는 것이 있다면?
32. 어떤 말을 들었을 때 제일 속상하니? 33. 자신이 초라하다고 생각될 때는?
34. 10대에 꼭 해야 할 일 세 가지만 고른다면? 그렇게 생각하는 이유도 말해 줘.
35. 자신이 좋아하는 인물은? 36. 네가 좋아하는 색깔과 그 색깔이 가장 잘 어울리는 것은?
37. 자신의 매력 포인트는? 38. 잘 가는 비밀 장소는? 39. 용돈은 얼마야? 주로 어디에 쓰니?
40. 주말에 뭐해? 41. 무인도에 간다면 꼭 챙겨갈 것 3가지?



눈이 번쩍하는 시범실험

한도움사이언스 연구소장 류성철

TES-2015

I. 들어가기

시범실험은 수업중 학생들에게 동기유발 소재로 매우 훌륭하다. 시범실험을 잘하려면 적절한 준비와 훈련된 연출이 필요하다. 그렇지만, 간단한 준비로 실험 자체의 효과만으로 학생들의 흥미를 불러 일으킬 수 있는 실험들도 있다. 과학교사라면 이 정도는 항상 준비되어 있고, 언제든지 사용할 수 있는 능력을 갖추면 좋을 그런 실험들을 소개하고자 한다. 극적인 변화가 있거나 자신의 경험과 지식으로 납득하기 어려운 신기한 현상을 보여주는 실험이 학생들의 호기심을 자극하고 학생들이 더 좋은 반응을 보인다.

이번 연수에서는 극적인 변화를 보여주는 부피 변화와 관련된 실험을 소개하고자 한다.

TES-2015

II. 활동

[활동 1] 알코올 권총



이 활동을 하면?

연소 반응에서 발생한 열에 의한 부피 변화를 확인할 수 있다.



무엇이 필요할까?

검정 필름 통 2개, 압전소자 점화기, 에틸알코올(스포이트)



어떻게 할까?

1. 구멍이 두 개 뚫려 있는 필름 통에 압전소자 점화기를 그림처럼 꽂아 연결합니다.

2. 압전소자 점화기의 금속 부분과 전선이 1cm 정도 떨어져 있도록 조절합니다. 점화기의 스위치를 눌러 불꽃이 튀는지 확인합니다.





3. 남아 있는 필름 통 하나를 점화기 필름 통 뒤에 바닥끼리 서로 붙이고 투명테이프로 고정하면 손잡이가 됩니다.



4. 점화기 필름 통에 알코올을 1~2 방울을 넣고 뚜껑을 닫습니다.

TIP

알코올을 많이 넣지 마세요.



5. 알코올이 잘 기화되도록 조금 흔들어 주고, 그림처럼 권총을 잡고 사람이 없는 방향으로 점화기 스위치를 누릅니다.

TIP

소리가 매우 크니 주변에 '발사'한다고 꼭 알립니다.



무엇을 조심할까?

1. 알코올의 양이 많다고 큰 소리를 내는 것은 아니니 알코올의 양이 많으면 뚜껑이 날아간 뒤, 불꽃이 나올 수 있다.
2. 사람이 있는 곳 또는 뚜껑이 날아가 부딪쳐서 손상을 줄 수 있는 방향(화분, 유리병, 창문, 형광등 등)은 반드시 피해야 한다.

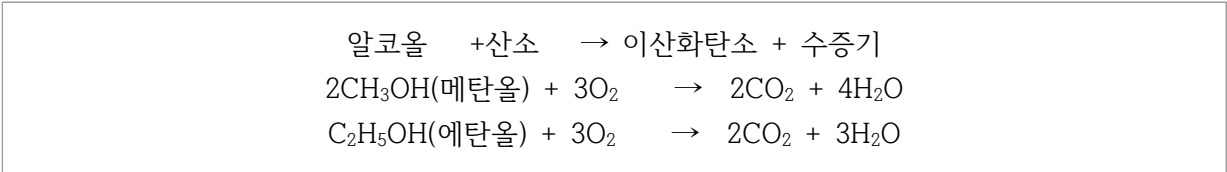


생각해보기

1. 알코올 1~2 방울의 연소가 큰 소리를 낼 수 있게 하는 요인들은 무엇일까?

연소에 의한 기체의 부피 팽창 - 열에 의한 부피 팽창, 연소에 의해 발생한 기체의 양, 적절한 압력 - 필름통 뚜껑의 결속력

2. 알코올의 연소에 의해 발생하는 기체는 무엇일까?





압전소자

압전소자는 신소재의 일종으로 압력을 가하면 높은 전압을 발생하는 물질이다. 압전소자는 압전(Piezoelectricity) 현상을 나타내는 소자이다. 예를 들면 수정, 전기석, 로셀염(Rochelle salt) 등이 있다. 압전 현상이란 어떤 종류의 결정판에 일정한 방향으로 압력을 가하면 판의 양면에 외력에 비례하는 양·음의 전하가 나타나는 현상인데, 1880년 프랑스의 자크 퀴리(Jacque Curie)와 피에르 퀴리(Pierre Curie; 1859~1906) 형제가 처음 발견하였다. 현재 가스레인지의 점화기, 라이터 점화기, 마이크, 스피커, 잉크젯 프린터 등에 사용되고 있으며, 고효율 소형 발전기에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 압전소자 점화기는 스위치를 누르면 높은 전압이 발생하며, 금속과 전선을 가까이 하면 높은 전압에 의해 전하가 방전되어 불꽃이 발생한다.

폭발이 일어나는 이유는?

알코올을 필름 통 안에 넣고 흔들어주면 알코올이 기화되어 그 안에 알코올 기체가 가득 차게 된다. 여기에 압전소자 점화기로 불꽃을 일으키면 알코올 기체가 불이 붙고, 알코올이 타면서 그 열로 인해 기체의 부피가 순간적으로 늘어나면서 필름통의 뚜껑이 소리를 내며 튀어나와 날아가게 된다. 발사될 때의 소리는 뚜껑이 얼마나 꼭 맞게 끼어있느냐에 따라 달라지는데, 뚜껑이 꼭 낄수록 소리는 크게 난다. 알코올을 많이 사용하면 뚜껑이 튀어나가고 난 뒤 남은 알코올에 불이 붙어 권총이 망가지게 되므로 반드시 소량만을 사용한다.

[활동 2] 사라진 물

이 활동을 하면?

고흡수성 수지의 성질을 확인할 수 있다.

무엇이 필요할까?

고흡수성 수지, 종이컵 3개, 물 약간

어떻게 할까?

1. 종이컵 3개를 준비한다.
2. 종이컵 하나에 미리 고흡수성 수지를 약간 넣어 놓는다.
3. 고흡수성 수지가 들어 있는 종이컵에 물을 1/3 정도 붓는다.
4. 종이컵 3개를 서로 자리를 바꾸면서 물이 들어 있는 종이컵을 찾아보라고 한다.
5. 물이 든 종이컵을 찾은 학생에게 확실한지 다시 물어보고, 앞으로 나오도록 해서 교사는 학생이 찾은 종이컵을, 학생은 다른 종이컵을 머리 위에 올려놓고 동시에 뒤집어 본다. 나머지 하나의 종이컵은 확인하지 않는다.

TIP
물이 들어 있는 종이컵 찾기는 너무 눈에 보이게 하거나, 너무 잘 해서 어느 컵인지 모르게 하면 안 된다. 찾을 수 있도록 적당한 선에서 한다. 보통은 그냥 열심히 하면 된다.
고흡수성 수지의 양과 물의 양은 사전에 연습이 되어 있어야 하며, 물을 흡수하는데 걸리는 시간도 사전에 확인해야 한다.



생각해보기

물이 사라진 이유는 무엇인가?

고흡수성 수지는 3차원 그물구조를 가지면서 다량의 친수기를 갖는 고분자로 물에 녹지는 않고 다량의 물을 흡수할 수 있는 물질이다. 자기 무게의 1,000배 이상을 흡수할 수 있는 놀라운 능력을 자랑한다. 물을 흡수하여 겔(gel)상태가 된다. 기저귀나 생리대 등에 가장 많이 쓰이고 있다.

[활동 3] 캔 혼내주기

이 활동을 하면?

물의 상태 변화에 따른 부피 변화와 대기압의 작용을 확인 할 수 있다.

무엇이 필요할까?

캔, 가스버너, 목장갑, 수조

어떻게 할까?

TIP

시범을 잘하기 위해서는 캔 속에 넣는 물의 양, 물이 끓어 충분히 수증기가 나온 상태를 파악하는 경험이 필요하다.

1. 물을 캔에 바닥을 덮을 정도 넣는다.
2. 가스버너 위에 캔을 올려놓고 물을 끓인다.
3. 수조에 찬 물을 1/2 정도 채워 준비한다.
4. (방법1) 물이 끓어 수증기가 충분히 나오면, 목장갑을 끼고 물에 적신 다음 뜨거운 캔을 잡고 뒤집어서(입구가 물에 잠기도록) 수조 속에 집어넣는다. 캔은 찌그러진다.
5. (방법2) 물이 끓어 수증기가 충분히 나오면, 목장갑을 끼고 물에 적신 다음 뜨거운 캔을 잡고 뒤집어서 고무판에 캔의 입구를 밀착시킨다. 이 때 고무판과 캔의 입구 테두리에 틈이 생기면 안 된다.

무엇을 조심할까?

1. 뜨거운 캔을 다룰 때, 집게를 잘 못 사용하면, 주변 학생들에게 위험할 수 있다. 그래서 목장갑을 끼고 목장갑을 물에 적신 다음 뜨거운 캔을 다루면 좀 더 안전하다.
2. 물을 가열할 때 알코올램프를 사용하지 않는 것이 좋다. 뜨거운 캔을 다루다가 알코올램프를 밀거나 떨어뜨려 더 큰 위험을 만들 수 있다.

생각해보기

1. 캔에 물을 조금 넣고 끓이는 이유는?


물이 많으면 물이 끓는데 시간이 많이 걸린다. 캔 속에 끓는 물이 많으면, 끓는 물이 쏟아질 때 화상의 위험이 있다. 물을 사용하는 이유는 물이 수증기로 상태가 변하면 부피가 약 1600배 정도 늘어나기 때문에 캔 속의 공기를 밀어내고 수증기로 캔을 가득 채울 수 있다.



2. 캔은 왜 찌그러지는가?


공기로 채워져 있던 캔이 물이 끓어 수증기로 가득 찬 상태에서 수조에 거꾸로 넣으면, 캔의 입구는 물로 막히고, 캔 속의 수증기는 온도가 내려가 물로 바뀐다. 캔 속의 기체가 줄어 캔 내부의 압력이 약해지고, 대기압 때문에 캔의 모든 방향에 누르는 힘이 작용하고 약한 부분이 먼저 찌그러지게 된다.

[활동 4] 오줌싸개인형

 **이 활동을 하면?**

온도에 따른 기체의 부피 변화와 압력의 관계를 확인할 수 있다.




 **무엇이 필요할까?**

오줌싸개인형, 수조, 전기주전자(커피포트), 종이컵 2개, 나무젓가락

 **어떻게 할까?**

1. 뜨거운 물 1/2 컵과 차가운 물 1/2 컵을 준비한다.
2. 뜨거운 물이 있는 컵 속에 인형을 넣고 물에 잠기게 한 다음, 기포가 빠져나오는 것을 확인한다.
3. 뜨거운 물 컵의 인형을 차가운 물 컵에 넣고, 인형이 차가워질 때까지 적당히 기다린다.
4. 인형을 물 컵에서 꺼내어 흔들어 보면 물이 들어 있는지 확인할 수 있다.
5. 수조 위 모서리에 나무젓가락을 걸쳐놓고 나무젓가락 위에 인형을 올려놓는다.
6. 뜨거운 물을 준비하고, 뜨거운 물을 조금씩 인형의 머리 위에 붓는다.
7. 인형이 뜨거워지면서 인형 속의 물이 밖으로 빠져나오면서 오줌을 싸는 것처럼 보인다.

 **무엇을 조심할까?**

뜨거운 물을 다루므로 화상에 조심한다.

 **생각해보기**

1. 처음에 뜨거운 물이 있는 컵에 인형을 잠기게 한 이유는?

인형의 온도를 높여 인형 속의 공기를 밖으로 빼내기 위해서.
온도가 올라가면 기체의 부피가 늘어나므로 늘어난 부피만큼 공기가 빠져나간다.

2. 차가운 물이 있는 컵에 인형을 담근 이유는?

인형 속으로 물을 넣기 위해서.
인형의 온도를 낮추면 인형 속의 공기의 부피는 줄어들고 부피가 줄어든 만큼 물이 인형 속으로 들어간다.



[활동 5] 꿈틀거리며 올라오는 거품



이 활동을 하면?

과산화수소가 촉매에 의해 분해되어 산소가 발생하는 것을 확인한다.



무엇이 필요할까?

500ml 페트병, 일회용 수저, 30% 과산화수소수, 아이오딘화칼륨 분말, 주방세제, 식용색소, 이쑤시개, 라이터, 일회용 비닐장갑

TIP

소독용 과산화수소수는 3% 용액이므로 실험이 되지 않는다. 약품용 30% 과산화수소수를 사용해야 한다.



어떻게 할까?

1. 실험하는 테이블에 신문지 또는 비닐을 깔아 놓는다.
2. 페트병을 신문지 위에 놓고 비닐장갑을 끼고 과산화수소수를 50ml 정도 넣는다. 과산화수소수는 손에 닿지 않도록 한다.
3. 주방세제를 조금 넣고, 식용색소를 1/4 수저를 넣는다. 준비 끝
4. 아이오딘화칼륨 가루를 1/2 수저를 넣는다. 반응이 일어나도록 기다린다. 반응이 일어나면 거품이 발생하고, 색 거품이 페트병 입구를 통해 올라온다. **거품을 만지면 안돼요!**
5. 거품 올라오는 것이 멈추면, 이쑤시개에 불을 붙여 **불씨를 만들고**, 불씨를 거품에 넣어 본다.
6. 거품에 흰 휴지를 대어 본다. 휴지의 색이 변할 것이다.



무엇을 조심할까?

1. 과산화수소수를 만지면 손이 하얗게 변하고 따갑다. 과산화수소수가 손에 닿으면 빨리 손을 씻도록 한다.
2. 아이오딘은 금속을 녹슬게 하고, 옷에 묻었을 때 옷 색깔이 변하고 지워지지 않는다. 거품이 옷이나 금속 기구에 묻지 않도록 한다.



생각해보기

거품을 발생시키는 기체는 무엇이며, 어떻게 확인할 수 있나?

기체는 과산화수소가 분해되어 나온 산소이며, 산소가 있으면 연소가 잘 되므로, 불씨를 넣어 보았을 때 불씨가 살아나는 것으로 확인할 수 있다.



뽀~한! 실험 다른설계

- 중학교 과학 교과서 화학 실험의 다른 설계 -

당곡고등학교 노기종

TES-2015

I. 들어가기

실험이란 다른 교과에서 볼 수 없는 과학영역만의 백미이다. 좀 더 고민을 하고 좀 더 주의를 기울이면 똑같은 주제와 비슷한 준비물을 가지고 학생들에게 다른 경험을 선사할 수 있다. 중학교 교과서 속 화학영역 실험 들 중에서 다른 실험 설계를 통해서 흥미와 학습효과를 높일 수 있는 방법에 대하여 고민했던 내용을 중심으로 아이디어를 공유하고자 한다. 모든 실험에 대한 제안에는 한계가 있어서 아래와 같이 몇 가지 실험주제를 선정하였다.

- 1학년 과학 : IV. 분자운동과 상태변화
 2. 확산과 분자운동 (암모니아와 염산의 반응)
 4. 기체의 압력과 부피의 관계(압력용기의 효율적 이용)
- 2학년 과학 : I. 물질의 구성
 1. 물질의 기본 성분
 - 3) 원소의 확인 (불꽃 반응)
 - V. 물질의 특성
 2. 혼합물의 분리
 - 4) 크로마토그래피를 이용한 혼합물의 분리
- 3학년 과학 : II. 화학반응에서의 규칙성
 2. 화학반응의 법칙
 - 3) 화학 반응식으로부터 알 수 있는 정보
 - 가. 과산화 수소의 분해 반응

TES-2015

II. 활동

[활동1] 기체의 확산과 분자운동



이 활동을 하면?

암모니아와 염화수소 기체의 확산 현상을 쉽게 이해할 수 있다.



무엇이 필요할까?

염산, 암모니아수 / 스포이트, 검은 도화지, 패트리 디시, 1L 눈금실린더

MSDS

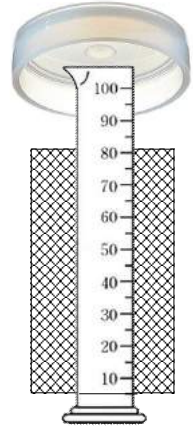
염 산 :

암모니아 :

어떻게 할까?

1. 1L 눈금실린더에 5mL정도의 암모니아수를 넣는다.
2. 패트리 디시의 중앙에 염산용액을 한 두 방울 떨어뜨린 후 재빨리 뒤집어 눈금실린더 위에 덮는다.
3. 검은 도화지를 뒷면에 대고 눈금실린더 내부의 변화를 관찰한다.

TIP
 암모니아 기체와 염화수소 기체가 반응하면 염화암모늄의 흰색 고체가 만들어진다.



무엇을 조심할까?

1. 염화수소산과 암모니아수는 모두 독성 물질이므로 취급에 유의하고, 환기에 힘쓴다.
2. 소량의 염산을 패트리 디시에 떨어뜨리고, 흘러내리지 않도록 빠르게 뒤집는다.
(비커를 뒤집어 바닥에 염산을 떨군 다음 패트리 디시에 묻혀 사용할 수도 있다.)



생각해보기

암모니아수와 염산 수용액의 위치를 바꾸어 실험하면 어떻게 될까?

[활동2] 진공 용기를 이용한 기체의 압력과 부피

이 활동을 하면?

압력 변화에 따른 기체의 부피변화를 쉽게 확인할 수 있다.
 (더불어 압력이 변하여도 액체의 부피는 거의 변하지 않는다는 것을 알 수 있다.)



무엇이 필요할까?

진공용기, 풍선2개, 초코파이 3개, 찰떡파이 3개, 필름 통 2개, 봉지캔디 10개, 주사기, 고무마개



어떻게 할까?

1. 초코파이를 3개이상 쌓아서 감압하면 더 극적인 팽창을 볼 수 있다.
2. 포장된 작은 사탕을 여러 개 넣고 감압을 하면 봉투를 터트릴 수 있다.
3. 초코파이의 봉지를 제거하지 않은 채로 넣어서 감압을 하면 봉투를 터트릴 수 있다.
4. 다른 회사의 초코파이를 각각 넣고 감압하면 머쉬멜로우 속 공기의 상대적인 양을 비교할 수 있다.
5. 초코파이와 찰떡파이를 넣고 감압하면 압력의 변화에 따른 기체와 고체의 차이를 확인할 수 있다.
6. 공기만 넣은 풍선과 물을 가득 채운 풍선을 넣고 감압하면 압력의 변화에 따른 기체와 액체의 차이를 확인할 수 있다. (같은 원리로 물을 넣은 필름통과 공기를 채운 필름 통을 넣고 하면 차이를 확인할 수 있다.)
7. 한쪽 끝을 막은 주사기를 넣고 감압하면 감압에 따른 기체의 부피변화 값을 눈으로 확인할 수 있다.



무엇을 조심할까?

1. 펌프를 수직으로 세워서 작동시켜야 고장의 위험이 줄어든다.
2. 먹을거리로 실험하는 경우는 진공 용기를 실험전에 깨끗하게 씻어서 준비한다.



생각해보기

1. 비닐봉지가 진공용기 안에서 터져도 소리가 잘 들리지 않는 이유는 무엇일까?



2. 펌프질을 하고나면 뚜껑을 손으로 당겨서 열 수 없는 이유는 무엇일까?

[활동3] 불꽃 반응 실험

이 활동을 하면?

스프레이식 불꽃 반응을 통해 금속 이온을 쉽게 구별할 수 있다.

TIP

연소에 사용하는 것은 에탄올이 좋으나 에탄올에는 이온결정의 용해도가 상대적으로 작아서 소량만 녹여야 스프레이가 막히는 것을 예방할 수 있다.

무엇이 필요할까?

에탄올, 금속이온 염(염화리튬, 염화나트륨, 염화칼륨, 황산구리)/ 분무기, 해부접시, 알코올 램프

MSDS

에탄올 :			
염화 리튬/ 염화 칼륨 :			
염화 나트륨 :			
황산 구리 :			

어떻게 할까?

1. 5mL의 물에 금속 이온 결정을 충분히 녹여 용액을 만든다.
2. 용액을 스프레이 통에 넣은 다음, 에탄올을 넣어 잘 섞는다.
3. 해부접시에 충분한 양의 물을 담고 중앙에 알코올 램프를 올려놓는다.
4. 해부접시로부터 관찰자들이 3M이상 떨어지도록 안내를 하고, 스프레이를 분사하여 금속의 불꽃 반응 색을 관찰한다.



무엇을 조심할까?

1. 스프레이에서 액체가 새는가의 여부를 확인한 다음, 50cm 이상 떨어진 거리에서 분사한다.
2. 연소에 의해서 알코올 램프가 과열될 수 있으므로 5회 이상 연속 분사를 하지 않도록 한다.

생각해보기

1. 금속 이온이 고유한 불꽃 반응 색을 나타내는 이유는 무엇일까?



2. 비금속 이온의 불꽃 반응색이 나타나지 않는 이유는 무엇일까?

[활동4] 눈 결정 크로마토그래피

이 활동을 하면?

종이 크로마토그래피의 원리로 수성사인펜의 색소를 분리할 수 있다.
더불어 예쁜 paper snow crystal을 얻을 수 있다.

TIP

가능한 어두운 색 수성 사인펜의 색소를 분리해야 다양한 색 분리를 볼 수 있다.

무엇이 필요할까?

가위, 연필, 비커, 거름종이, A4 종이, 페트리 디시, 수성사인펜 세트

어떻게 할까?

1. 거름종이(또는 A4 종이)를 눈결정 모양으로 오려낸다.
2. 눈 결정 모양의 거름종이를 편편하게 편 다음 가운데에 구멍을 뚫는다.
3. 다른 거름종이를 잘라서 동그랗게 만 다음, 눈결정 모양 거름종이 가운데 구멍에 끼운다.
4. 거름종이를 비커에 올려 가운데 심지가 비커의 물에 잠기도록 설치한다.
5. 용매에 젖은 거름종이가 비커 안으로 빠지지 않도록 페트리 디시로 위에서 눌러준다.

더불어 할 일 : paper snow crystal 만들기 (<http://snowflakes.barkleyus.com/>)

TIP

거름종이를 접으면 두께가 두꺼워져 자르기 어려우므로 가능한 큰 가위를 이용하여 자르면 좋다.





1. 컴퓨터를 활용하여 다양한 모양의 눈 결정을 구상 한다.
2. 완성된 디자인 틀을 거름종이에 옮겨 그리고 가위로 잘라서 수준 높은 눈결정 모양을 얻는다.



무엇을 조심할까?

1. 가운데 끼운 종이가 잘 빠지지 않도록 위에서 한번 접어주면 좋다.
2. 거름종이를 올려놓을 비커의 윗면에 물기가 묻어있지 않도록 하고, 거름종이에 용매가 흡수되면서 처지게 되면 비커 속으로 빠지므로 패트리 디시로 가장 자리를 눌러준다.



생각해보기

용매로 물을 사용하는 이유는 무엇이며, 용매가 달라지면 결과는 어떤 차이가 있을까?

[활동5] 과산화수소의 분해 반응



이 활동을 하면?

과산화 수소의 분해 반응을 통해 다양한 연출을 할 수 있다.

MSDS

과산화 수소 :				
아이오딘화 칼륨 :				
이산화 망간 :				



무엇이 필요할까?

과산화수소수(농도 30% 이상), 아이오딘화 칼륨, 이산화망간, 눈금 실린더(1L), 삼각 플라스크 (2L), 둥근바닥 플라스크(500mL), 수조, 깔개용 비닐, 신문지, 알루미늄 호일, 약수저, 액체 세제, 향, 접화기, 보안경, 수성물감 세트, 유리막대



어떻게 할까?

- 1-1. 알루미늄 호일로 둥근바닥 플라스크를 골고루 감싼다.
 - 1-2. 바닥에 신문지를 펴서 깔고 둥근바닥 플라스크에 과산화수소수를 100mL 정도 넣는다.
 - 1-3. 약수저로 이산화망간 한 수저를 둥근바닥 플라스크에 넣고 관찰한다.
- 2-1. 눈금 실린더의 바닥에서 1/10정도 높이에 긴 유리막대를 이용하여 수성물감을 일정한 간격으로 벽면에 바른다. (4가지 정도 색깔이 적당하다.)
 - 2-2. 눈금 실린더를 기울여 색소를 건드리지 않도록 조심해서 과산화 수소수를 100mL정도 넣는다.
 - 2-3. 눈금 실린더에 액체 세제를 10여 방울 넣는다.



- 2-4. 수조의 중앙에 눈금 실린더를 세우고 약수저로 아이오딘화 칼륨을 반수저 정도 넣고 관찰한다.
2-5. 만들어진 거품에 향의 불씨를 가져다 대어 보자.

- 3-1. 바닥에 깔개용 비닐을 깔고 그 위에 삼각 플라스크를 올려놓는다.
3-2. 삼각 플라스크에 과산화수소수를 200mL 정도 넣는다.
3-3. 삼각 플라스크에 색소 5g과 액체 세제를 10mL 정도 넣는다.
3-4. 아이오딘화 칼륨 한 수저를 넣고 관찰한다.



무엇을 조심할까?

1. 과산화 수소가 옷이나 피부에 묻지 않도록 유의하고 반드시 보안경을 착용한다.
2. 실험장치로부터 관찰자가 3M 이상 떨어져서 관찰 할 수 있도록 한다.



생각해보기

투명했던 과산화 수소 수용액이 반응 후에 연한 노란색으로 변하는 이유는 무엇일까?

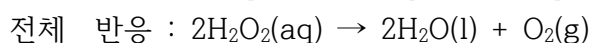
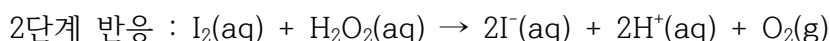
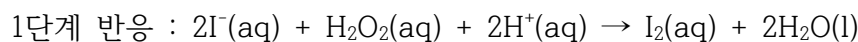
TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경

📖 과산화수소를 이용한 상처 소독

피부에 상처가 나면 과산화수소수로 소독하는 경우가 있는데 이때 사용하는 과산화수소는 2.5~3%를 포함하고 있으며 약품명으로 옥시돌이라고도 한다. 카탈레이즈와 같은 생체 촉매는 동식물계에 많이 포함되어 있어 대사 과정에서 생기는 유해한 과산화수소를 분해하여 물과 산소로 만들고, 그 산소를 산화 작용에 다시 제공하는 역할을 한다. 과산화수소가 소독 작용을 일으키는 이유는 피부 조직 내 카탈레이즈와 같은 생체 촉매에 의해 분해되어 생성된 산소가 피부 소독 작용을 하기 때문이다.

또한 아이오딘화 칼륨의 촉매반응에 의한 과산화수소의 분해반응은 다음과 같이 2단계로 이루어진다.

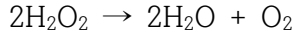


이 반응 과정에서 1단계에서 생성된 아이오딘이 완전하게 아이오딘화 이온으로 변화되지 못하게 되어 아이오딘화 칼륨을 촉매로 하는 과산화수소의 분해 과정에서 생성된 아이오딘의 노란색이 일부 나타나게 된다.

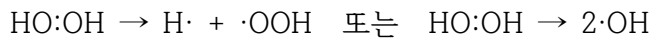


과산화 수소의 분해 반응

카탈레이즈는(Catalase)라는 단어 자체가 촉매 작용을 하는 효소라는 뜻으로 과산화수소를 분해하는 효소라는 뜻은 아니다. 카탈레이즈의 종류는 물론 나열할 수 없을 만큼 많이 있지만, 그 중에서 과산화수소를 분해하는 효소는 Peroxidase (퍼록시데이즈)로, 그 종류 역시 많이 있다. 그런데, 이 peroxidase가 없는 경우에는 과산화 수소의 분해 반응이 현저히 느려지기 때문에, 상대적으로 부반응식의 속도가 두드러지게 된다.



기본적으로 산소-산소 단일결합은 약한결합이며(146kJ/mol), homolytic하게 분해되어 라디칼을 형성하게 된다. heterolytic하게 분해되자니 O⁻는 안정하지만 O⁺는 매우 불안정하기 때문이다. 라디칼의 생성도, 수산화 라디칼을 두개 생성할 수도 있고, 퍼록시라디칼과 수소라디칼을 생성할 수 있는 homolysis가 있다.



이 라디칼이 유해하기 때문에, 생체 세포내에는 이 라디칼의 생성을 억제하기 위하여 생성되는 과산화수소를 바로 물과 산소로 전환시킬 수 있도록 peroxidase를 가지고 있다. 하지만 이 peroxidase 없이 그냥 과산화수소를 물에 녹여 놓은 수용액이 있다고 가정하면, 물론 아주 서서히 산소를 배출하는 반응도 진행되겠지만, 라디칼의 생성 반응도 상대적으로 두드러지게 일어난다.

[네이버 지식IN]

TES-2015

IV. 참고 자료

크로마토그래피는 누가 처음 실시했을까?

색소 물질을 흡착제에 의하여 분리하는 방법으로 색층 분석이라고도 부른다. 크로마토그래피는 20세기 초에 구소련의 식물학자인 미하일 츠베트에 의하여 발명되었다. 그는 식물의 잎에 함유되어 있는 엽록소를 분리하기 위하여 잘게 빻은 탄산칼슘을 채운 유리관에 식물 즙을 통과시켜 분리하였다. 이 때문에 크로마토그래피라고 불렸다(그리스 어에서 chromas는 '색'을, graphein은 '기록한다'는 것을 의미한다.).

크로마토그래피에는 종이 크로마토그래피, 얇은 막 크로마토그래피, 관 크로마토그래피 등이 있다. 먼저, 종이 크로마토그래피는 거름종이를 이용하며, 얇은 막 크로마토그래피는 알루미나(Alumina)나 고체의 고운 가루를 유리판에 얇게 입혀서 사용하였다. 관 크로마토그래피는 유리관 속에 알루미나를 채우고, 그 속을 분리하고자 하는 성분과 용매를 통과시켜서 혼합물을 분리하였다. 한편 크로마토그래피의 결과를 정량적으로 분석하기 위해서는 용매가 움직인 거리와 성분 물질이 움직인 거리를 측정하고 그 비를 낸다. 이를 R_f값이라고 하며, 이것은 물질에 따라서 고유한 값을 나타낸다.



$$R_f = \frac{\text{성분물질이 움직인 거리}}{\text{용매가 움직인 거리}}$$

크로마토그래피의 응용은 지난 40년 동안 폭발적으로 발전하였는데, 그 이유는 여러 가지 새로운 크로마토그래피법이 개발되었을 뿐 아니라 복잡한 혼합물을 분리하는 데 이 방법이 필요하였기 때문이다. 이 크로마토그래피를 이용한 연구로 많은 과학자들이 노벨상을 받았다. 현재 크로마토그래피는 지방, 금속 이온, 혈액, 소화 효소, 비타민, 당분 등을 분리하거나 확인하는 데 이용된다.

[네이버 지식백과]



학교 밖 과학교사

- 지역아동센터 봉사활동을 중심으로 -

태릉고등학교 박명순

TES-2015

I. 들어가기

산벚나무

도종환

나무는 희망에 대하여 과장하지 않았지만
 절망을 만나서도 작아지지 않았다.
 묵묵히 그것들의 한복판을 지나왔을 뿐이다.
 겨울에 대하여
 또는 봄이 오는 소리에 대하여
 호들갑 떨지 않았다.
 길이 보이지 않는다고 경박해지지 않고
 길이 보이기 시작했다고 요란하지 않았다.
 묵묵히 묵묵히 걸어갈 줄 알았다.
 절망을 하찮게 여기지 않았듯

희망도 무서워할 줄 알면서

지역아동센터 봉사활동과 인연을 맺은 지 5년째로 접어든다. 2011년 처음 봉사를 접할 때까지만 해도 봉사에 대해 시혜적 느낌으로 봉사를 시작하기가 다소 부담스러웠다. 하지만, 봉사를 시작하면서 봉사는 일방적 시혜라기보다는 쌍방향의 소통이라는 것을 깨닫게 되었다. 결코 봉사가 쉽고, 보람만 있다는 것은 아니다. 내가 마음을 다해 준비하면 학교에서 소통을 적게 했던, 조금은 소외되었던 아이들과 소통할 수 있는 기대감이 생긴 것이다. 이런 기대감으로 학교 과학 동아리 학생들과 적극적으로 과학 나눔 봉사활동을 시작하게 되었다. 봉사에 동참한 학생들 또한 봉사를 통해 자신을 성찰하고, 다른 사람들을 이해할 수 있는 힘이 조금씩 생겨남을 보여주었다. 하지만, 상대에 대한 이해가 부족한 봉사는 봉사자에게도, 센터의 학생들에게도 소통이 아닌 상처로 남을 수도 있다. 이번 주제에서는 지역아동센터에서 봉사를 시작하는 분들에게 어떻게 시작할지에 대해 안내하고자 한다. 그리고 그간 신과람과 사랑터가 연합하여 함께 한 봉사활동을 보며 지역아동센터의 봉사활동이 우리에게 어떤 의미를 주고 있는지를 같이 살펴보려고 한다.



TES-2015

II. 지역아동센터 봉사활동의 설계

지역아동센터는 빈곤으로 인해 자아존중감이 결여된 아동들의 보호뿐만 아니라 학습, 오락, 문화체험 등의 기회를 제공하여 자존감을 길러주며 환경에 적응할 수 있는 의지와 능력을 부여하는 사회 복지적 기능과 교육적 기능을 수행하는 장소이다. 하지만 지역아동센터에서 제공되고 있는 프로그램은 필요에 의해 계획되어진 전문적인 프로그램이라기보다는 재정 상태나 외부 지원, 환경적 상황에 의해 선택된 무계획적인 프로그램이 다수이며, 외부 봉사자에 의한 학습이 주로 이루어지고 있기 때문에 학습의 지속성을 이루기가 어려운 면이 있다. 이러한 특수성 때문에 지역아동센터에서 수업을 설계할 때에는 학교에서 수업 받는 상황만을 생각해서 준비하는 것이 아니라 조금 더 세밀한 준비가 필요하다.



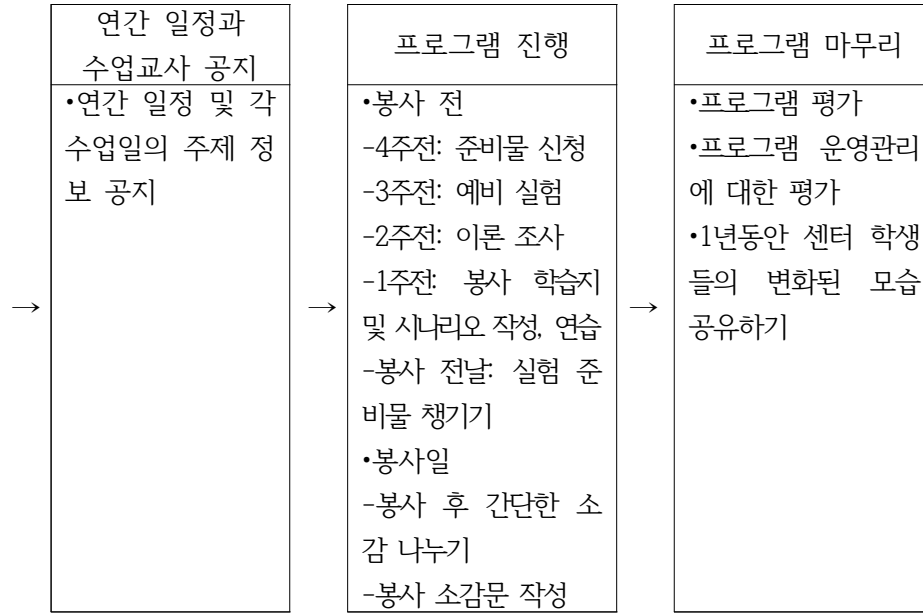
과학 나눔 봉사활동 운영 시 유의할 점

1. 지역아동센터와의 협력관계를 구축해야 한다.
2. 지역아동센터는 재원이 부족하므로 실험에 들어가는 재원을 확보해야 한다.
3. 지역아동센터는 대체로 소수 인원이며, 구성 학생의 학년이 다르다.
예) 1~3학년 10명, 4~6학년 10명 정도
4. 지역아동센터의 학생들은 대체로 많이 산만하며, 집중력이 약해 10분 이상 설명 듣는 것을 힘들어 한다.
5. 과학 수업의 특성 상 안전에 주의해야 한다.
6. 참여 의식 및 주인 의식이 부족하다.



학생 동아리 봉사활동의 설계

학생 동아리 봉사 사전 모임	지역아동센터 찾기	센터의 여건 확인	연간계획표 작성
<ul style="list-style-type: none"> •사전 봉사 교육 •프로그램 취지와 목적 설명 •봉사 희망 대상주기 결정(봉사를 처음 시작할 때에는 1개월에 1회가 적당함) 	<ul style="list-style-type: none"> •이동의 용이성-학교 인근의 지역아동센터 선택(걸어서 갈 정도이면 가장 좋음) •센터와 사전에 프로그램 요일과 시간, 프로그램 진행 대상자 조율(꼭 해당 학교급보다 낮은 단계를 선택할 것) 	<ul style="list-style-type: none"> •수업 대상(학년, 학생 수, 특징 파악) •강의실 여건(칠판, 책상, 컴퓨터, 전기, 물과의 접근성, 기초 문구류) •교통편 	<ul style="list-style-type: none"> •봉사 조 결정-봉사일 확정 (조원은 한조에 4~6명이 적당, 3개 조 이상이 돌아가면서 준비하는 것이 좋음) •봉사 주제 결정(관심 분야)



1. 학생 봉사 동아리 조직

대부분 과학 동아리 학생들이 봉사활동을 경험을 한 후에 조직하는 경우가 많다. 과학 동아리 차원에서 봉사활동이 진행되게 되면 준비하는 시간이 많이 소요되므로 부담을 갖는 학생들이 생길 수 있다. 따라서 학생들의 요구에 맞게 준비하기 위해서는 별도의 자율동아리로 운영하는 것이 더 효율적이다. 봉사를 희망하고자 하는 학생들은 본 프로그램의 취지와 목적을 규정하고, 봉사 희망 대상과 봉사 요일, 봉사 주기를 역량에 맞게 설계하는 것이 필요하다.

자원봉사자 활동수칙

- 자원봉사는 개인생활에 지장을 주지 않는 범위에서 이루어져야 하며, 일방적인 희생이 아니라 서로 도움을 주고받는 관계이다.
- 언제나 나를 기준으로 삼지 말고 상대방의 잣대로 재보며 생각하고 활동한다.
- 모든 인간은 나이, 성별, 종교, 신체적, 사회적, 경제적 조건에 관계없이 공평하며 다 같은 인격체라는 것을 명심한다.
- 자원봉사활동은 원칙적으로 무보수 활동이며, 실비도 수요기관의 여건에 의해 다르게 제공되는 것이므로 어떠한 경우에도 금품수수 및 요구행위를 하지 않는다.
- 개인의 생각이 옳다고 독단적으로 판단하거나 행동하지 않으며, 수요기관 및 단체의 지침을 우선시 하고, 새로운 해결방법이 필요하다고 생각될 때 수요기관 담당자는 센터 관리자와 먼저 상의한다.
- 봉사활동을 통해 알게 된 사실에 대해서는 비밀을 유지하며, 기관이나 다른 사람의 사생활을 침해하는 행동을 해서는 안 된다.
- 봉사활동 중에는 지나친 개인의 업적이나 잡담, 위화감을 조장하는 말을 삼가며, 남에게 방해를 주는 행동을 하지 않고, 봉사자 간에도 존대어를 쓴다.
- 봉사활동을 시작하기 전에는 활동시간과 장소와 활동내용, 필요지식과 훈련 등 준비를 철저히 해야 하며, 적어도 1년 이상 지속적인 활동을 할 각오로 최선을 다 한다



- 봉사자로서의 품위를 손상치 않는 옷차림과 지나친 사치성을 배제하고, 활동복을 깨끗이 손질하여 단정하게 착용하고 봉사에 임한다.
 - 자원봉사자는 봉사활동 시간을 철저히 지키며 약속을 지키지 못할 때에는 수요기관 담당자나 다른 봉사자에게 그 이유를 전화로 설명하고 양해를 구하며, 다음 일정에 대한 약속을 명확히 한다.
 - 자원봉사자는 항상 말과 행동을 겸손히 하고, 밝은 얼굴로 인사하며, 성실하고 책임감 있는 모습으로 활동한다.
 - 함께 봉사하는 봉사자들과 협력하여 맡은 책임을 다하며, 봉사자들의 단점보다는 장점을 찾아 긍정적인 봉사활동을 유도하고, 일방적인 지시 또는 강요를 해서는 안 된다.
 - 봉사활동이 끝나고 돌아가면서 개인 또는 팀, 단체 회원 간의 평가의 시간을 갖도록 하며, 더 나은 봉사활동이 되도록 서로 격려하고 권면한다.
 - 봉사활동 중에는 사적인 영업활동이나 개인의 이익을 위한 활동을 일제히 할 수 없으며 수요기관의 목적에 부합하고, 기관에서 요구하는 사항의 범위에서만 활동한다.
 - 자원봉사자는 결코 자신의 신분을 나타내는 수단이나 직업이 될 수 없으며, 봉사활동 시에만 봉사자로서의 자격을 갖는다.
 - 봉사활동에 대한 시간을 양심적으로 명확히 기록해야 하며, 수요기관 담당자의 확인을 받는다.
 - 수요처의 시설물과 비품을 아끼고, 수요처의 관리자의 허락없이 외부 유출을 해서는 안 된다.
 - 봉사자의 여건과 희망사항을 고려하여 센터에서 결정한 배치에 따라 활동하며, 항상 관리자에게 의견을 제시할 수 있다.
- 출처 : 서울시 자원봉사 기본교육

2. 지역아동센터 선택 및 봉사활동 장소의 수업 여건 확인

가. 여건에 맞는 지역아동센터 찾기

지역아동센터 중앙 지원단의 홈페이지를 이용해 학교에서 이동이 용이한 센터를 알아본다. 지역아동센터 중앙 지원단 홈페이지의 지역아동센터 찾기 기능은 지역별로 위치한 센터의 이름과 연락처, 주소 등이 있다. 봉사 동아리 팀장은 지역아동센터의 센터장님과 통화하여 간단하게 프로그램의 개요를 설명하고, 프로그램을 희망하는 센터와 함께 진행하면 된다. 이때, 센터에서도 자체 프로그램들이 있으므로 봉사자가 진행하고자 하는 요일과 시간을 먼저 조율해야 한다.



지역아동센터 중앙지원단 홈페이지

(https://www.icareinfo.info/NEW_USR_main.asp??=MAIN/index)



나. 지역아동센터의 방문을 통한 수업 환경 여건 확인

지역아동센터를 선택하면 해당 센터를 방문하여 수업할 학생들과 강의실 상황, 교통편 등의 정보를 확인한다.

제일 중요한 것이 수업할 학생들의 상황을 아는 것이다. 수업 전 수업할 학생 수와 학년, 성향 뿐 아니라 결손 가정 여부, 형제, 자매 등의 정보를 안다면 학생들을 이해할 수 있게 된다. 그리고 센터장과의 면담을 통해 수업에서의 꼭 필요한 규칙, 허용 범위 등이 정해진다. 또한 관계의 형성을 위해 센터에 학생들의 특성을 기재한 학생 사진 명렬을 요청한다.

수업할 강의실을 둘러볼 때에는 전기 사용 여부, 물과의 접근성, 칠판 비치 및 책상 배치, 컴퓨터 사용 가능 여부, 기초 문구류 비치 정도 등을 확인한다. 센터에서 프로그램에 지원할 수 있는 범위 및 학생 프로그램 보관 파일 제공 여부 및 수업 피드백 노트를 체크한다.

3. 지역아동센터 상황 공유 및 연간 계획 작성

센터와 협의된 내용 및 센터의 상황을 학생들과 공유하고 연간 계획을 작성한다.

공유 내용 - ① 수업 대상(학년, 학생 수, 전체 분위기), ② 수업 요일과 시간 ③ 센터 연락처 및 이메일
연간 일정표 작성 -봉사조 결정 및 학사 일정을 고려한 봉사 일자, 수업 활동 주제
봉사 학생 VMS ID 수합

4. 프로그램 진행

봉사활동은 봉사하는 학생이 주어진 시간을 책임지는 일이다. 따라서 봉사에 참여하는 학생들은 해당 실험의 준비 뿐 아니라 그 시간에 센터 학생들에게 어떤 변화를 요구하는지를 미리 생각해보아야 한다. 이때 요구되는 변화는 지식적 측면, 정서적 측면 등을 모두 고려할 수 있다. 첫 봉사 후에는 봉사학생들은 센터의 학생들과 래포가 형성되지 않았기 때문에 센터 학생의 행동을 이해하지 못하는 경우가 있다. 따라서 첫 봉사 후에는 봉사학생들과 봉사활동을 한 내용을 같이 나누는 활동과 반성적 사고를 할 수 있도록 소감문을 작성해보는 활동을 갖고 그에 대한 피드백을 해주는 것이 필요하다.

5. 프로그램 마무리

1년간 진행한 프로그램을 되돌아본다면 다음 프로그램을 진행할 때 도움이 된다. 또한 학생들의 성장을 같이 공유하는 것도 다음 해 봉사활동의 원동력이 된다.

<학생 봉사활동 예시>

과학실험봉사활동 계획서 예시		
봉사활동 기간	2012년 3월 ~	
활동일자	활동내용	봉사자
2012. 3. 26.	산화-환원 반응-은나무 만들기, 케미컬 밀링	A팀(5명)
2012. 4. 16.	빛-LED 형광보드 만들기	B팀(5명)
2012. 5. 21.	움직이는 철가루 플러버	C팀(5명)



2012. 6. 18.	빛-간이망원경 만들기	D팀(5명)
2012. 7. 30.	고분자 화합물-썸 블럭 만들기	A팀(5명)
2012. 9. 3.	반응열-불 없이 메추리알 삶기, 아이스크림 만들기	B팀(5명)
2012. 9. 17.	산염기와 지시약으로 만든 협동화	C팀(5명)
2012. 10. 22.	야광 팔찌 만들기	D팀(5명)
2012. 11. 5.	팬 플롯 만들기	A팀(5명)
2012. 11. 19.	진공청소기 만들기	B팀(5명)
2012. 12. 3.	전해질 라이트볼 만들기	C팀(5명)
2012. 12. 24.	프랙탈 카드 만들기	D팀(5명)
2013. 1. 7.	혜화동 과학관 견학	A,B팀(10명)
2013. 1. 21.	토피어리 만들기	C팀(5명)
2013. 2. 18.	과자 비누 만들기	D팀(5명)

TES-2015

Ⅲ. 과학 수업 봉사의 변화와 의미

지역아동센터 과학수업의 진행과정 - 활동 내용

- 2005년 성동외국인 근로자센터
수업대상 - 몽골출신의 외국인 근로자 2세인 초.중생
- 소외 계층 자녀(마포지역) 자녀들을 위한 과학 프로그램 운영(2008년)
수업대상 - 아현.공덕동 일대의 저소득층 자녀(초등학생)
- 2009년 마루아라 지역아동센터 겨울특강
마루아라 - 중랑구 신내동에 위치한 서울시립대의 종합사회복지센터
수업대상 - A반: 마루아라 지역아동센터의 초4,5학년생 7명
B반: 마루아라 지역아동센터의 예비중학 1,중1학년생 7명
- 2009년 상반기 마루아라 지역아동센터의 정기수업
수업대상 - A반(초5,6학년생 9명), B반(중학 1,2학년생 7명)
주제중심수업(마루아라와 함께한 빛 여행)
- 2010년 상반기 작은 도서관에서의 정기수업
수업대상- 수유동 작은 도서관의 중학생 6명
- 2010년 여름캠프(수유동 작은도서관 중 6명, 마루아라 23명)
- 2010년 하반기 마루아라 지역아동센터의 정기수업



- 수업대상 - A반(초5,6학년생 12명), B반(중학 2,3학년생 6명)
주제중심수업(전기)
8. 2011년 지역아동센터의 정기수업, 겨울캠프
(창의재단 지원) 소외계층 학생들을 위한 STEAM프로그램 발굴·운영과 전국적 확산을 위한 기반조성
신과람과 연합하여 세 군데 지역아동센터에서 수업을 진행함
수업대상 - 마루아라(중학생 6명), 망우(A반-초5,6학년생 12명, B반-중학생 8명), 구로합사람(초등학생 10명)
9. 2012년 지역아동센터의 정기수업, 여름겨울캠프
(창의재단 지원) 소외계층 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 고려한 STEAM 프로그램 개발·운영과 전국적 확산
수업대상 - 마루아라(초6(6명)+중2(3명)+중3(1명)), 망우(초 5~6, 10명), 구로합사람(초 5,6학년 10명), 사과나무(초3~초6 15명)
과학수업일기, 팀티칭
10. 다문화학당 과학 프로그램 운영(2012)
11. 2013 지역아동센터의 정기수업과 체험활동
(창의재단 지원) 소외계층 학생들의 과학적 의사소통 능력 향상을 고려한 STEAM 프로그램 개발·운영과 전국적 확산
수업대상 - 마루아라(중학생 7명), 망우(초 5~중학생, 13명), 사과나무(초3~초4 13명, 초5~중학생 13명), 열린공부방(중학생 8명), 전진상복지관(초 5~6, 19명)
“과학수업 시즌2_ 과학! 내가 제일 잘나가”: 학생들을 센터의 주인으로 세우기
수업에서 배운 실험과 내용을 토대로 학생들이 동생들에게 “수업발표”를 함
12. 2014 지역아동센터의 정기수업과 체험활동
(창의재단 지원) 소외 지역 학생들의 핵심역량 강화를 위한 과학 프로그램의 운영과 모델 개발 및 전국적 확산
수업대상 - 마루아라(초등 9명), 망우(초등 9명), 사과나무(초등 22명), 열린공부방(중등 11명), 전진상복지관(초등 15명), 아름다운 땅(초중등 7명), 합정방정환(중고등 16명), 삼장초등학교(경남 산청, 초등 30명)
지역아동센터용 과학콘텐츠 개발 및 운영 모델 개발
운영모델(방과후 프로그램 + 발표 프로그램 + 현장 체험 프로그램), 핵심역량 강화 과학 콘텐츠와 실험키트 6 세트 개발(교사용/학생용/실험 키트)
13. 2015 지역아동센터의 정기수업과 체험활동
(창의재단 지원) 소외지역 학생 대상의 과학프로그램 운영모델 적용을 통한 봉사자와 소외지역 학생의 핵심역량 강화 및 과학봉사 문화의 확산
수업대상 - 마루아라(초등 8명), 망우(초등 9명), 사과나무(초중등 21명), 열린공부방(중등 18명), 전진상복지관(초등 12명), 합정방정환(중고등 15명), 민들레 센터(초등 6명)
“소외계층 학생들의 핵심역량 강화를 위한 과학프로그램의 운영”에 관한 15차시의 과학교사연수프로그램



지역아동센터 수업의 변화

1. 두 교사모임의 연대

가. 두 단체가 연합해서 운영하는 데에서 오는 변화

사업의 규모 확장

- 2009,10: 마루아라 - 2011:3곳 - 2012:4곳 - 2013:5곳+a 등

수업형태의 변화 : 봉사활동학생동반 등

일반화, 체계화, 조직화 : □이질적인 두 단체가 활동하기 위해서는 의사소통의 문제 등을 적극적으로 고려해야 함. 이에 따라 회의록이 작성되고, 운영진이 가동되고, 계획과 평가의 과정을 거치게 되었으며 이 과정에서 일반화, 체계화, 조직화가 이뤄졌다.

2. 한국과학창의재단의 지원에 따른 변화

가. 한국과학창의재단의 과학문화 민 간활동 지원 사업으로의 선정

2011 하반기 '소외계층 학생들을 위한 STEAM 프로그램 발굴·운영과 전국적 확산을 위한 기반 조성'

2012 상반기 '소외계층 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 고려한 STEAM 프로그램 개발·운영과 전국적 확산'

2013 하반기 '소외계층 학생들의 과학적 의사소통 능력 향상을 고려한 STEAM 프로그램 개발·운영과 전국적 확산'

2014 '소외 지역 학생들의 핵심역량 강화를 위한 과학 프로그램의 운영과 모델 개발 및 전국적 확산'

2015 '소외지역 학생 대상의 과학프로그램 운영모델 적용을 통한 봉사자와 소외지역 학생의 핵심역량 강화 및 과학봉사 문화의 확산'

나. 한국과학창의재단의 지원에 따른 변화

재원이 필요한 활동까지 가능해짐

- 학생들의 체험학습 증가 - 세미나 등 자체 교사연수 등으로 역량강화 사업평가에 대비하는 과정에서 활동을 수치화, 계량화하는 작업이 이뤄짐. 이 과정에서 실천적 성격이 강한 이 활동이 연구의 성격을 보강하게 됨

변화의 결과

1. 수업일기 : 2012년 지역아동센터 수업의 주안점을 “학생들이 자신의 생각을 잘 드러낼 수 있도록 격려하자.”로 정하고 수업일기 공책을 제공함.
2. 팀티칭 : 지역을 중심으로 봉사활동 교사가 구성되면서 팀티칭이 가능해짐.
3. "과학수업! 내가 제일 잘나가" : 2012년 2학기 수업을 계획하며 센터의 아이들이 받는데 익숙하다는 문제 제기가 있었음. 아이들이 보다 능동적으로 할 수 있는 일을 모색하는 것이 필요하며 학생들에게 자신의 수업을 발표하도록 하자는 의견이 나옴. 2013년 활동의 주안점을 “학생들을 센터의 주인으로 세우기”로 정하고 수업일기와 함께 "과학수업! 내가 제일 잘나가" 를 진행함.



4. 2014년 지역아동센터 운영을 안내하는 매뉴얼과 보급형 활동자료 개발.
5. 2015년 지역아동센터 운영과 관련한 교사연수 구성.



📖 지역아동센터에서의 활동은 우리에게 어떤 의미를 주었는가

- 1. 학생들을 센터의 주인이 되게 하자
- 학생들을 학교의 주인이 되게 하자
- 2. 주인이 된다는 것은 무엇인가
- 3. 나는 무엇을 원하는가, 나는 무엇을 할 수 있을까

TES-2015

IV. 참고문헌

1. 한국과학창의재단(2012). 소외계층 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 고려한 STEAM 프로그램 개발·운영과 전국적 확산.
2. 한국과학창의재단(2013). 소외계층 학생들의 과학적 의사소통 능력 향상을 고려한 STEAM 프로그램 개발·운영과 전국적 확산.
3. 김남숙(2011). 비영리조직으로서 지역아동센터의 성공적 운영 전략을 위한 고찰. 한국경영교육 학회 추계학술발표대회논문집, 435~445.
4. 이향란(2007). 빈곤아동의 교육권 확보를 위한 지역아동센터의 역할. 전국교직원노동조합·사단법인 전국지역아동센터 공부방연합회 협동토론회 자료집. 35~38
5. 조선미, 이주연(2009). 전남대학교 생활과학연구소, 45~56.



MEMO



You are so lucky!



몸으로 표현하고 체득하는 물리

- 힘과 운동 -

덕수고등학교 안종제

TES-2015

I. 들어가기

1985년 ‘이집트 사람처럼 걷기(Walking Like a Egyptian)’라는 노래가 세계적으로 유행했었다. 많은 양의 데이터를 한 눈에 알아보기 좋게 나타내는 그래프를 이해할 때에도 그래프처럼 걸어가면서 창의적으로 즐겁게 놀아보자.



TES-2015

II. 활동

[활동1] 비접촉력(힘과 운동)



이 활동을 하면?

- 비접촉력이 무엇이고 어떤 종류가 있는지 몸으로 체험한다.
- 경험한 사실을 측정하고 분석하는 능력이 좋아진다.



무엇이 필요할까?

네오디뮴 자석(지름 30mm, 두께 5mm), 건전지(AA)



어떻게 할까?

1. 건전지를 여러 가지 높이에서 자유낙하 시키며 손으로 받는다.
2. (토의) 건전지를 받는 손이 느끼는 충격은 건전지의 높이와 관계가 있는가? 어떤 관계인가?

3. (토의) 낙하하는 동안 건전지에 작용하는 힘의 종류는 무엇이며, 건전지의 높이가 낮아지면서 그 힘의 크기는 변했을까? 그렇게 판단하는 경험적인 이유는 무엇인가?



- 1) 힘의 종류: ()
- 2) 낙하는 동안 힘의 크기는 (증가했다, 일정했다, 감소했다)
- 3) '2)'의 판단 이유(경험):

4. 주먹 안에 네오디뮴 자석 1개를 넣고 쓰러진 건전지를 주먹을 따라 굴러오게 하자. 단, 손이 건전지에 닿으면 안 된다.
5. 각 조에서 가장 빠르게 이동할 수 있는 선수를 뽑아 조별 시합을 한다. 1번만 기회를 준다.
6. (토의) 건전지에 작용하는 힘의 종류는 무엇이며, 건전지가 굴러가는 동안 자기력의 크기는 일정했을까? 무엇을 보고 그렇게 판단하는가?

TIP

자석이 금속이나 다른 자석에 날아가서 붙지 않도록 충분히 주의를 준다. 다음 조별로 1개씩 나누어 준다. 평가에 반영한다고 알려주는 것이 좋다.

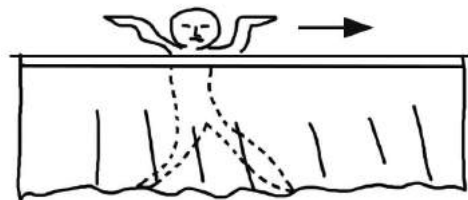
- 1) 힘의 종류: ()
- 2) 건전지가 굴러가는 동안 힘의 크기는 (증가했다, 일정했다, 감소했다)
- 3) '2)'의 판단 이유(경험):

[활동2] 그래프처럼 걷기



이 활동을 하면?

1. 힘과 운동의 관계를 실험적으로 확인하고 관찰한 것에 대하여 토론할 수 있다.
2. 운동과 관련된 그래프를 보고 그래프에 가깝게 걷는 것을 직접 보여줄 수 있다.



무엇이 필요할까?

다용도 빨래줄(10m), 검정색 원단(10m), 지철기(호치키스), 접착테이프

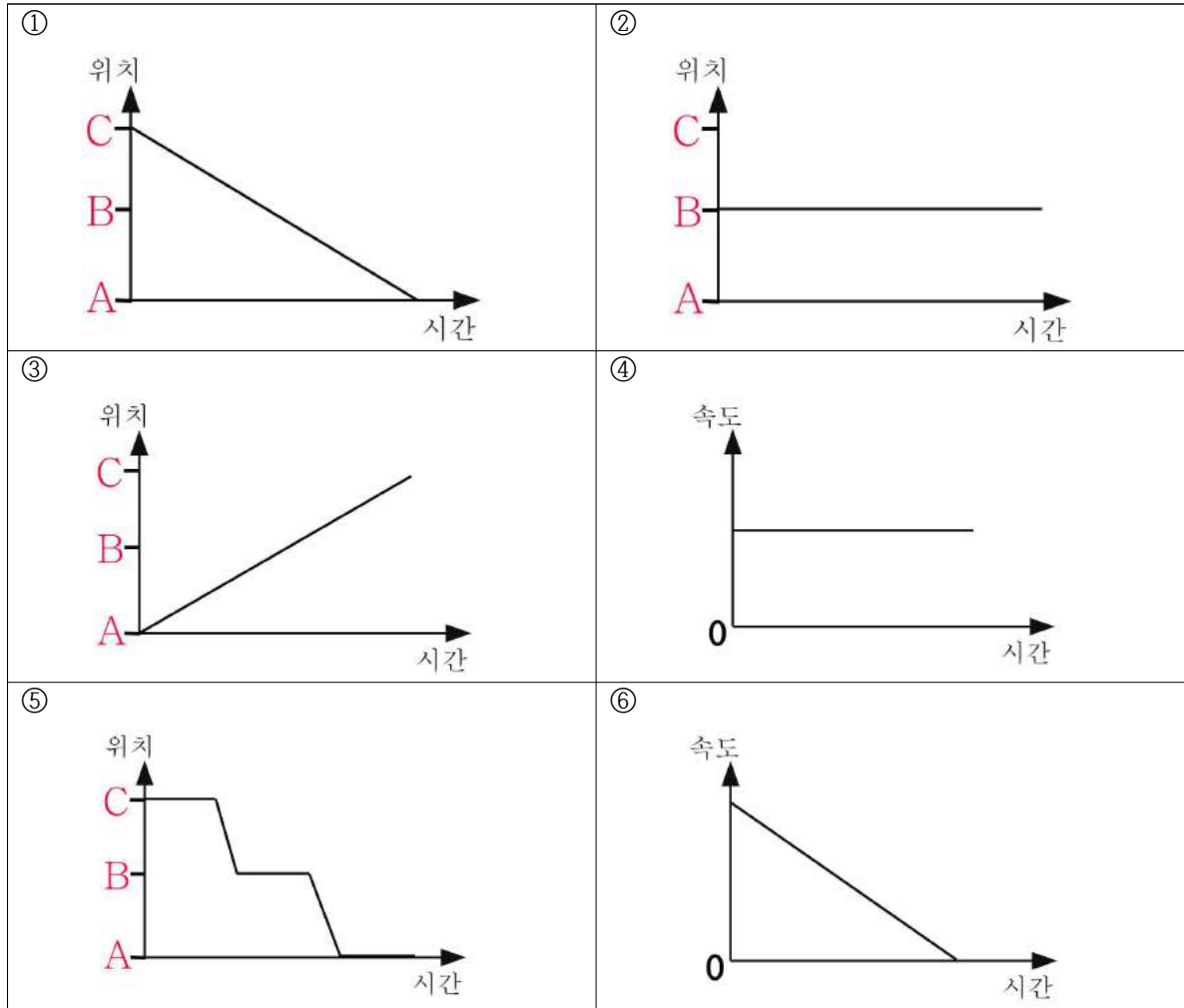


어떻게 할까?

1. 검정색 원단과 빨래 줄을 이용하여 무대를 만든다.
2. 조 대표가 가위 바위 보를 해서 그래프를 선택한다. 어느 그래프를 선택할 것인지는 조원들과 미리 의논하고 나온다.
3. 선택한 그래프처럼 무대에서 걸어갈 선수를 선발하여 걷게 한다.



(그래프 종류)



(평가표) - 표 안에 해당하는 조 번호를 적어 넣으시오.

평가 기준	상	중	하
그래프와 일치하는가?	정확했다	비슷했다	많이 달랐다
성실하게 걷는가?	노력했다	그저 그렸다	성의가 없었다



[활동3] 충격력 줄이기



이 활동을 하면?

1. 충격량과 충격력을 협업을 통하여 학습할 수 있다.
2. 충격력을 최소화하여 몸을 사용하는 요령을 터득할 수 있다.



어떻게 할까?

1. 다음 박스에 있는 말의 의미를 조원과 협력하여 이해하자(학습 역량).

물체가 충돌할 때의 충격량은 ‘작용한 힘의 크기’×(정지할 때 까지 접촉한 시간)이다.
따라서 정지할 때 까지 걸린 시간을 최대한 길어지게 바꾸면
충격에서 받는 힘의 크기를 최소화할 수 있다.

2. 같은 높이의 의자에서 뛰어 내린 사람이 바닥에 닿기 직전의 속력은 사람마다 다를까? 그렇게 생각하는 이유와 함께 적어보자.

3. 의자에서 뛰어내린 사람이 바닥에 닿는 소리는 작용한 힘의 크기에 따라 달라진다고 가정하자. 바닥에 닿는 소리가 가장 작게 들릴 수 있도록 뛰어 내릴 선수를 각 조에서 선발하여 비밀리에 훈련시킨 후 출전시킨다.
4. 맨 처음 듣게 되는 소리의 크기를 5라고 정하고 다음 선수의 소리들을 평가한다.

뛰어 내린 순서	1번째	2번째	3번째	4번째	5번째	6번째
바닥에 닿는 소리의 크기	5					

5. 비슷한 방법으로 충돌할 때의 충격력 크기를 감소시키는 경우는 무엇이 있을 지 의논하여 적어 보자(협업 능력).



무엇을 조심할까?

1. 몸을 사용하다가 다칠 가능성이 있는 약한 학생은 다른 친구의 활동을 관찰만 하도록 배려한다.
2. 조별 평가에서 좋은 결과가 나올 수 있도록 토론을 효과적이면서 적극적으로 진행한다.



생각해보기

1. 두 물체 사이에 접촉하지 않고도 작용할 수 있는 힘의 종류를 모두 적어 봅시다.

2. 물체에 일정한 모든 힘의 합이 일정한 크기로 계속 유지된다면 그 물체의 속력은 어떻게 되겠는가?

TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경



뉴턴의 운동 법칙

1. 뉴턴의 운동 제1법칙(관성 법칙)

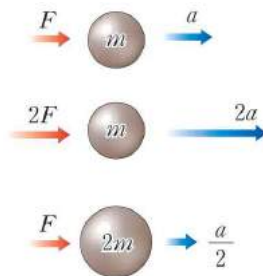
가. 관성 : 물체가 운동 상태를 유지하려는 성질

나. 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 일직선으로 등속 운동한다.

2. 뉴턴의 운동 제2법칙(가속도 법칙)

가. 운동하는 물체의 가속도(a)는 작용하는 힘(F)의 크기에 비례하고 질량(m)에 반비례한다.

$$a = \frac{F}{m}$$



▲가속도의 크기 변화

나. 힘은 질량과 가속도의 곱으로 나타낼 수 있다.

1) 힘의 단위 : $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$, N 등

2) 질량 1 kg인 물체에 1 N의 힘을 작용하면 물체의 가속도는 $1 \text{ m}/\text{s}^2$ 이 된다.

3. 뉴턴의 운동 제3법칙(작용 · 반작용 법칙)

가. 한 물체가 다른 물체에 힘을 작용하면 다른 물체도 그 물체에 같은 크기의 힘을 반대 방향으로 작용한다.



나. 작용 · 반작용과 힘의 평형 관계의 힘

- 1) 작용 · 반작용 : 두 힘이 같은 선상에 있으며, 크기는 같고 방향은 반대이다. 두 힘의 작용점은 각각 다른 물체에 있다.
- 2) 힘의 평형 : 두 힘은 같은 선상에 있으며, 크기는 같고 방향은 반대이다. 두 힘의 작용점은 한 물체에 있다.

📖 운동량과 충격량

1. 운동량 : 운동 중인 물체가 가지는 운동의 정도를 나타내는 물리량

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (\text{kg} \cdot \text{m/s})$$

가. 힘이 작용하여 물체의 속력이나 운동 방향이 변하면 운동량이 변한다.

나. 속도 변화량의 방향은 운동량 변화량의 방향과 같다.

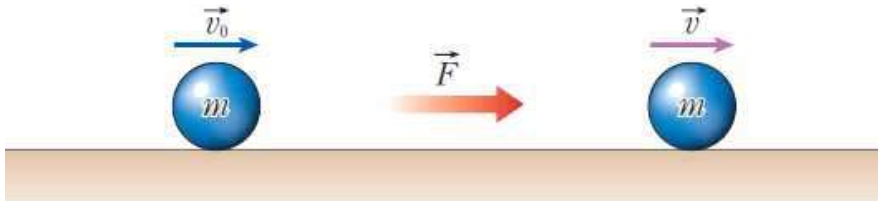
다. 운동량 변화의 방향은 작용한 힘의 방향과 같다.

2. 충격량 : 물체가 받은 힘과 힘을 받은 시간의 곱

$$\vec{I} = \vec{F}t$$

3. 충격량과 운동량의 관계: 물체가 받은 충격량은 운동량의 변화량과 같다.

$$\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \Delta\vec{p}$$

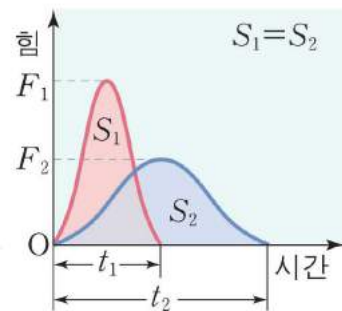


4. 충격력: 물체가 충돌할 때 받는 힘

단위 시간 동안의 운동량의 변화량과 같음 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

5. 충격량과 충돌 시간의 관계

- 충격량(S_1, S_2)이 같을 때 충돌 시간이 길수록 충격력이 작아짐





TES-2015

IV. 참고 자료

지식 습득의 방법

지식을 습득하는 방법에는 크게 8가지가 있다.

첫째, 권위주의적 방법이다. 이는 사회적 또는 정치적으로 지식을 산출할 수 있다고 인정되는 사람들의 권위에 의존하여 지식을 얻는 방법이다.

둘째, 신비적 방법이다. 초자연적 권위자 및 영매 등이 계시, 지시, 예언 등으로 말한 내용을 지식으로 받아들이는 방법이다.

셋째, 이성적 방법이다. 인간 본유의 이성의 작용으로 논리에 의하여 경험이나 증명없이 자명한 것으로 받아들이는 방법을 뜻한다.

넷째, 관습에 의한 방법이다. 사회적인 습관이나 관습에 의해 비판없이 그대로 수용하는 방법을 말한다.

다섯째, 상식으로 인정되고 있는 것을 받아들임으로써 지식을 습득할 수도 있다.

여섯째, 개인적인 경험으로 지식을 받아들일 수 있다. 부정확한 관찰, 과도한 일반화, 선택적 관찰, 시기상조적 결론, 비논리적 추론, 후광효과(Halo Effect¹⁾) 등 여러 가지 문제점을 야기한다.

일곱째, 대중매체에 의한 방법으로써, 이는 대중매체에 반영된 정보를 받아들이는 방법을 뜻한다.

여덟째, 과학적 방법이다. 이론-가설-관찰-일반화의 반복적 과정을 통하여 받아들이는 방법, 즉 논리성과 경험성의 일치적 검증을 통하여 받아들이는 방법을 말한다.

출처: 조사방법론_및_SPSS통계분석(이종환, 2013년, 5쇄)



MEMO



You are so lucky!



소화! 순환! 호흡! 배설!

- 동물과 에너지 -

문정고등학교 입학

TES-2015

I. 들어가기

2015 과학과 교육과정 중학교 (12) 동물과 에너지 단일에서는

우리 모의 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계가 어떻게 작동하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는지 이해함으로써 사람의 대사 과정에 대한 호기심을 갖도록 한다. 우리가 먹은 음식물이 소화계에서 영양소로 분해되고 순환계를 통해 온몸의 세포로 이동됨을 이해하도록 한다. 세포로 운반된 영양소는 호흡계에서 받아들인 산소에 의해 분해되어 에너지가 생성되고 이 과정에서 생긴 노폐물은 배설계를 통해 몸 밖으로 나오게 됨을 이해하도록 한다. 이처럼 소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 유기적 작용으로 생명 활동에 필요한 에너지를 얻게 됨을 이해하도록 한다.

라고 되어 있으며, 이를 위해 성취기준에 순환계의 구조와 기능의 이해, 호흡 기관의 구조와 기능의 이해, 배설 기관의 구조와 기능 알기 등을 제시하고 있습니다. 그리고 “동물이 세포 호흡을 통해 에너지를 얻는 과정을 소화, 순환, 호흡, 배설과 관련지어 설명할 수 있다.”라는 성취기준을 최종적으로 제시하고 있습니다. 2009 과학과 교육과정 중학교 “(11) 소화·순환·호흡·배설”에서 제시된 내용도 2015와 별반 다르지 않습니다.

중학교 교사 시절 이 단원을 가르치면서 느꼈던 문제는 학생들이 소화, 순환, 호흡, 배설의 관계를 통합적으로 이해하는 것이 쉽지 않다는 것이었습니다. 그래서 이 단원의 내용을 재미있게 활동하면서 통합적으로 생각할 수 있도록 몇 가지 활동 자료를 종합하면 제시하고자 합니다.

TES-2015

II. 활동

[활동1] 사람 장기 그리기



이 활동을 하면?

자신의 알고 있는 장기의 모습과 위치를 확인할 수 있다.

다른 사람이 알고 있는 장기의 모습과 위치를 비교할 수 있다.



무엇이 필요할까?

전지, 색연필 세트, 사인펜 세트, 연필, 지우개, 화이트 액

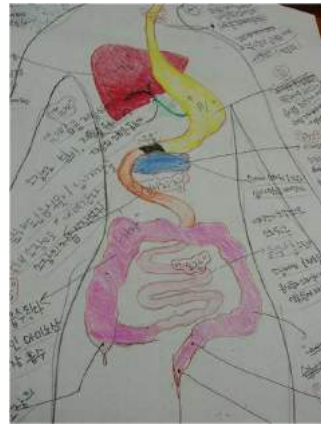
어떻게 할까?

1. 전지를 각 모둠별로 나누어준다.
2. 모둠 중 한 사람이 전지 위에 누워서 다른 조원이 전신을 그린다.
3. 사람의 실루엣 위에 각 소화기관을 그린다.
4. 책을 보지 않고 자신의 생각대로 각 소화 기관의 명칭과 작용을 적는다.
5. 발표자, 차트 들고 있는 사람 등 역할을 분담한 후 발표한다.
6. 다른 모둠이 발표했을 때 자신의 모둠에서 미처 생각하지 못했거나 잘못 그리고 설명한 내용을 정정한다.

TIP

이 활동은 오로지 자신이 알고 있는 선 개념을 확인하는 활동이므로 절대 다른 참고 자료를 보고 그려서는 안 된다. 학생들은 스마트폰, 교과서를 참고하여 그릴 수 있으므로 사전에 절대 보고 그리지 않도록 주시키는 것이 중요하다.

공자가 말하기를 “아는 것을 안다고 하고, 모르는 것을 모른다고 하는 것이 바로 ‘아는 것’이다.(子曰 知之爲知之 不知爲不知 是知也)”라고 하셨습니다. 자신이 모르 것을 직시할 수 있도록 하는 것이 이 활동의 목적이라 할 수 있습니다.



7. 발표가 끝나면 책을 보고 잘못된 내용을 정정한다.

무엇을 조심할까?

1. 모둠원과 토의하는 과정에서 수정할 내용이 생기므로 완성본이 나오기 전까지는 연필을 사용하여 그릴 수 있도록 한다.



2. 절대 스마트 폰, 인터넷, 교과서, 참고도서를 활용하여 그리지 않도록 한다.



생각해보기

1. 위치를 잘못 알고 있었던 장기는 무엇인가?

2. 기능을 잘못 알고 있었던 장기는 무엇인가?

[활동2] 인체 내부기관 해부 모형 만들기



이 활동을 하면?

1. 인체 내부기관 해부 모형을 만들 수 있다.
2. 인체 내부기관의 모양, 위치, 기능을 알 수 있다.
3. 인체 내부기관의 층상 구조를 알 수 있다.



무엇이 필요할까?

가위, 풀, 인체 내부기관 해부 모형 그림



어떻게 할까?

1. 각 기관의 모양을 가위로 대충 빨리 오려낸다.
* 주의 사항 : 4/4 바닥판은 절대로 오리지 않는다.
2. 잘라낸 기관을 4/4 바닥판에 아래 안쪽부터 14, 8, 7, 5, 4, 3, 1 순으로 차례로 배치한다.
3. 배치된 기관들의 탭 끝을 풀칠하고 해부 모형의 무늬에 잘 맞추어 14 → 8 → 7 → 5 → 4 → 3 → 1 순으로 바닥판에 붙인다.
4. 지시에 따라 4/4 바닥판에 있는 인체 기관 설명표의 [] 칸을 필기구로 쓴다.
5. 각 기관 안에 있는 [] 칸에도 번호에 따른 기관의 이름을 찾아 쓴다.
6. 4/4 바닥판에 자신의 이름을 써서 해부 재현 모형도를 완성한다.
7. 주변에 흩어진 종이 쓰레기를 치우고 공동 기구(풀, 가위)는 반납한다.

TIP

배치 순서가 매우 중요하므로 꼭 순서대로 배치할 수 있도록 한다. 그리고 풀칠할 때 탭 끝만 풀칠하여 붙여야 하는데 전체를 풀칠하여 붙이는 학생이 가끔 있다. 순회지도 하면서 이런 학생이 생기지 않도록 해야 한다.



무엇을 조심할까?

이 활동을 하고 나면 종이 쓰레기가 많이 나온다. 주변 정리를 잘 할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

생각해보기

인체를 배 쪽 부터 해부한다고 했을 때 나타나는 장기를 순서대로 나열해보자.

[활동3] 소화, 순환, 호흡, 배설의 통합적 이해

이 활동을 하면?

소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 유기적 작용으로 생명 활동에 필요한 에너지를 얻게 됨을 이해하도록 한다.

무엇이 필요할까?

그림, 펜, 상상력

어떻게 할까?

1. 오른쪽 그림을 보고 질문에 답한다.

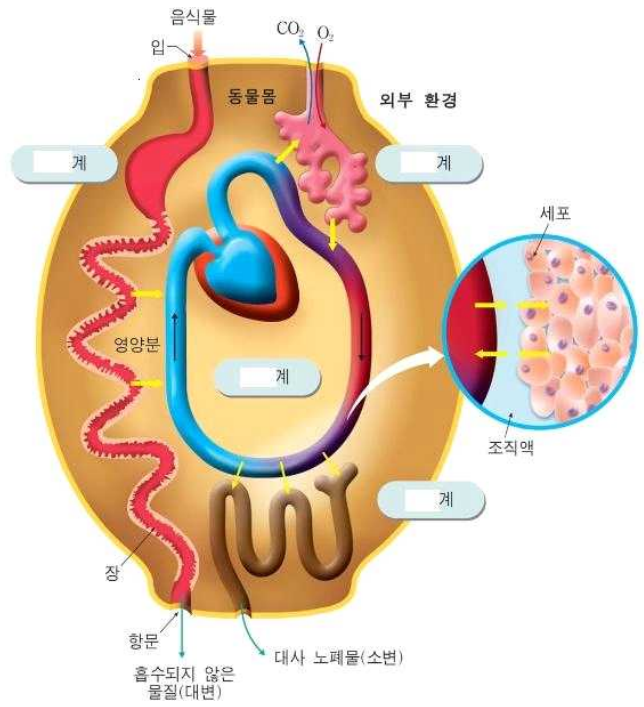
가. 빈칸에 알맞은 말은?

나. 외부와 직접적으로 통하지 않는 기관계는?

다. 소화계에서 순환계로 이동하는 물질은?

라. 호흡계에서 순환계로 이동하는 물질은?

마. 순환계에서 배설계로 이동하는 물질은?





생각해보기

1. '영양소의 여행'이라는 주제로 짧은 이야기를 만든다.

TIP

이야기를 만들 때 소화기관 외에 간, 심장, 폐, 신장이 모두 담길 수 있도록 한다.

TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경



인체에 대한 기억해 둘 만한 숫자

1. 뼈의 숫자 : 짝인 것은 2개로 치고, 전체 213개, 머리 7개, 귀 6개, 얼굴 15개, 척추 26개, 가슴 25개(갈비뼈 24개, 가슴뼈 1개, 물고기는 가슴뼈가 없다.), 윗팔 2개, 아래팔 4개, 손바닥 16개, 손 38개, 허리 2개, 윗다리 2개, 아랫다리 6개, 발등 16개, 중간 발 10개, 발가락 34개
2. 혈액의 전체량 : 체중의 7~8%(약 5ℓ)
3. 적혈구의 지름 : $\frac{1}{125}$ mm
4. 적혈구의 수 : 혈액 1mm³ 당 남자는 약 500만 개, 여자는 540만 개
5. 백혈구의 수 : 혈액 1mm³ 당 남자는 6,000 ~ 8,000개
6. 침 : 24시간동안 250~1,500g 분비
7. 식도의 길이 : 목구멍에서 위장 입구까지 25cm
8. 위의 용량은 약 800g, 위액은 하루에 1~1.5kg 분비, 위장의 길이는 27cm
9. 십이지장의 길이는 23cm, 소장(소장)의 길이는 6m, 대장의 길이는 1.5m
10. 쓸개즙 : 하루에 450~550g 분비
11. 폐활량 : 15~60세 평균 2,800cm³
12. 인간은 위와 비장(지라)의 50%, 간의 70%, 내장(소장, 대장)의 80%, 대뇌의 50%, 폐 한 개를 떼어내도 생존할 수 있다.
13. 인체의 감각기관은 피부가 50%, 눈이 40%, 청각·후각·미각이 10%를 차지한다.
14. 인간의 혈관을 한 줄로 이르면 120,000km로 지구를 3바퀴 감을 수 있다.
15. 무게로 본 인체 : 뇌 1.4kg, 심장 130g, 간 1.4kg, 지라 198g, 정소 2개 25g, 난소 7g, 자궁 60g, 유방 2개 100g, 이자 82g, 뼈 9kg, 폐 2개 900g, 신장 2개 290g, 방광 1.1kg



📖 혈액의 생성과 파괴

모든 혈구는 골수에서 생성된다. 어린 시절에는 뼈의 대부분에서 혈액을 생성하지만, 점점 나이가 들면서 혈액을 생성하는 뼈는 척추, 흉골, 늑골, 골반 및 상완과 다리의 약간의 뼈로 한정된다. 혈구를 생성하는 골수는 적색 골수라 불리며, 혈구를 생성하지 않는 골수는 황색 골수라 부른다.

모든 혈구 유형은 동일한 유형의 세포에서 나오며, 이를 다능성 조혈 줄기 세포라 한다. 이 세포 그룹은 각기 다른 유형의 혈구를 형성할 수 있으며 스스로를 다시 생산해낼 수도 있다. 이 세포는 이후 특정 유형의 혈구를 형성하는 줄기 세포를 형성한다.

적혈구는 혈류에서 평균적으로 120일간 생존합니다. 오래 되면, 간과 비장에서 파괴된다.

인간의 피가 붉게 보이는 것은 적혈구에 포함된 헤모글로빈 때문이다. 혈액에는 여러 가지 물질이 녹아 있어서 무색인 경우는 드물다. 척추동물의 혈액이 붉은색을 띠는 것은 주로 적혈구 속에 포함되어 있는 헤모글로빈 때문이다. 무척추동물 중에도 혈액이 붉은색을 띠고 있는 것이 있으나, 이것은 혈장 속에 붉은색의 혈색소가 포함되어 있기 때문이다. 혈액 속에 직접 녹아 있는 산소의 양만으로는 생명 활동에 충분하지 못하므로, 산소와 능동적으로 결합하여 보다 많은 산소를 운반하는 혈색소의 존재가 중요하게 된다. 이들 혈색소는 모두 금속 원소를 포함하고 있는 단백질로서, 산소 분압이 높은 호흡 기관에서 산소와 결합하며, 분압이 낮은 조직 세포에서는 산소를 해리하여 조직 세포에 방출하는 역할을 한다. 이와 같이 혈색소는 산소 분자를 주고받는 일을 하므로 '호흡 색소'라고도 한다. 척추동물의 혈색소는 적혈구 속에 헤모글로빈으로 함유되어 있으나, 무척추동물의 다른 종류의 혈색소는 혈장에 들어 있다. 동물의 혈색소에는 헤모글로빈·헤모시아닌·클로로크루오린·헤모에리드린 등 여러 가지가 있다. 갑각류 등의 피가 녹색으로 보이는 까닭은 헤모시아닌에 함유된 구리 때문이다.

두족류(오징어, 문어), 복족류(달팽이, 소라)와 같은 연체동물이나 대다수의 절지동물의 경우 혈색소는 헤모시아닌으로 이루어져 있다. 헤모시아닌은 두 개의 구리와 산소가 결합하여 체내에 산소를 운반한다. 산소를 얻게 되면 산화구리의 색인 푸르스름한 빛을 지니게 되고 산소를 잃으면 무색이 된다.

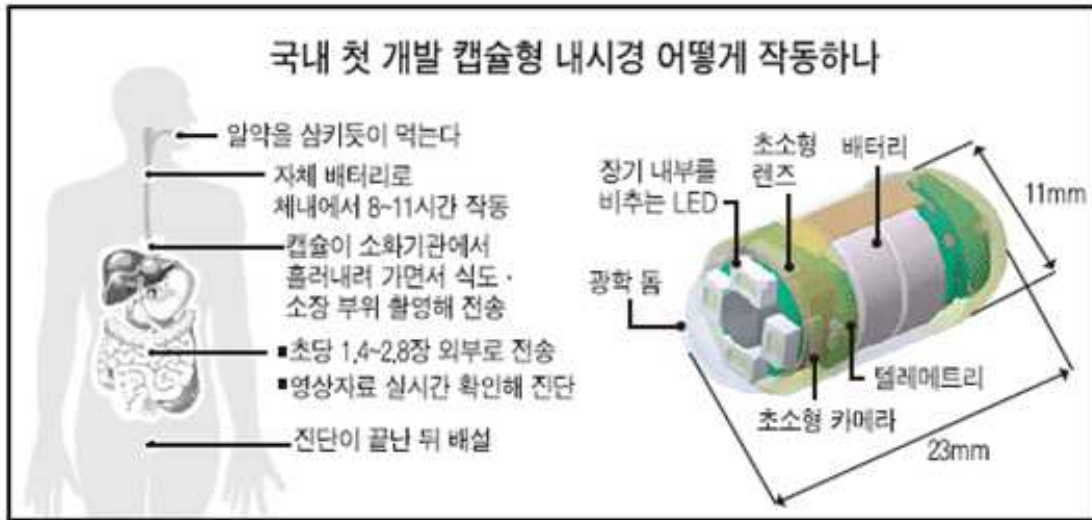
대부분의 연체동물은 헤모시아닌을 혈색소로 갖고 있으나 일부 종류는 헤모글로빈과 헤모시아닌을 모두 갖고 있는 경우도 있고 어린 때에는 헤모글로빈이 있다가 성체가 되면 헤모시아닌을 혈색소로 갖고 있는 경우도 있다. 한편 연체동물 중에서도 혈색소가 헤모글로빈인 경우도 있는데, 피조개, 꼬막과 같은 것이 대표적이다.

TES-2015

IV. 참고 자료

📖 캡슐형 내시경

일반적인 내시경은 몸의 안쪽까지 줄을 집어넣어야 하는 문제가 있어 환자를 매우 불편하게 했는데 2002년에는 미국의 필캠사에서 캡슐형 내시경을 개발했다. 그 기능을 개선하여 2011년에는 한국에서도 캡슐형 내시경이 개발되었다.



로봇에는 장기의 내부를 촬영할 수 있는 직경 1밀리미터 정도의 초소형 카메라를 비롯해 생체를 떼어내는 핀셋, 검진 의사에게 장기 내부 영상을 보내는 통신장비 등이 들어간다. 또 위속의 산도, 온도 등을 측정하는 장치도 있다. 그리고 의사가 손으로 암 덩어리를 만져 보는 것과 같이 로봇도 암 덩어리를 만져 병에 걸리지 않은 살보다 어느 정도 딱딱한지를 알아낼 수 있다.

로봇은 뱃속의 장기를 자유롭게 돌아다닐 수 있으므로 아픈 곳에 정확하게 주사를 놓고 혹은 잘라 내기도 할 것이다. 장기 내부에서 움직일 때는 지렁이처럼 몸통을 죽 늘였다가 다시 줄이는 방법을 사용한다. 내장 안은 좁고 미끄럽기 때문에 주변 벌레, 곤충의 이동원리를 응용해 사용한다. 물론 캡슐형 내시경이 지금도 없는 것은 아니다. 하지만 그것은 스스로 움직일 수 없고 입으로 삼키면 그냥 항문으로 나올 때까지 기다리는 것이기 때문에 로봇이라 하기는 어렵다.

📖 인공혈액

1. 혈액은 생명의 시냇물이다.

인체의 갖가지 활동은 산소 없이는 불가능하다. 예를 들어 뇌는 불과 3분 동안 산소의 공급이 정지된 것만으로 회복 불가능한 장애를 일으키고 만다. 그 산소를 인체 각부에 공급하고 있는 것이 혈액 속의 적혈구, 헤모글로빈이다. 물론 혈액의 작용이 산소를 운반하는 것만은 아니다. 혈액은 '생체의 내부 환경'이라고도 불리는데, 신체 각부의 기능에 큰 영향을 끼치고 있다. 산소 이외에도 소화기의 내벽을 경유해서 영양소를 운반하고, 또한 정맥류는 각부에서 발생한 이산화탄소와 노폐물을 회수한다. 각부의 모세혈관의 틈새에서는 혈장이 스며 나와 세포와 세포 사이를 채우고 있는 조직액에 더해진다. 조직액은 세포 사이를 순환한 다음 림프액을 거쳐 다시 모세혈관으로 돌아온다. 이 밖에 내분비선이 필요에 따라서 분비하는 호르몬을 각각 필요한 기관으로 운반한다. 백혈구와 항체는 전신의 혈관을 항상 순환해서 세균이나 이물의 침입에 대비하고 있다. 외상을 입었을 경우에는 즉각 혈소판이 모여서 상처를 막아 준다. 이들 갖가지 역할 외에도 혈액이 순환하는 것 자체가 온몸의 체온·수분·이온 농도를 일정하게 유지하는 구실을 하고 있다. 따라서 사고 등으로 대량의 출혈이 있을 경우에는 즉각 수혈이 필요하게 된다.

인공 혈액은 외과 수술에서 수혈 시에 혈액의 대용으로서 이용되는 액체이다. 대체 혈액이라고도 한다.

2. 인공 혈액에의 기대

수혈의 역사는 오래되었다. 이미 17세기에 실제로 수혈을 했다는 기록이 남아 있다. 그러나 당시에는 혈액형이 있다는 사실조차도 알려져 있지 않았으며, 동물의 피를 인간에게 수혈한다는 어처구니없는 일조차 있었다. 1901년, 오스트리아의 병리학자 란트 슈타이너가 ABO형의 혈액형을 발견하여 마



침내 근대적 수혈의 시대가 열렸다. 그러나 오늘날에 와서도 수혈 자체가 안고 있는 몇 가지 문제점은 남아 있다. 보존 혈액은 만성적으로 부족한 경향이 있으며, 혈액의 장기 보존에는 냉동 설비가 불가결하다. 수술 등으로 수혈이 필요한 경우에는 혈액은행에 연락하여, 환자의 혈액과 적합한지의 여부를 테스트한 다음 사용하도록 되어 있다. 문제가 되는 것은 큰 사고가 일어난 경우이다. 혈액의 수송, 혈액형의 체크 등으로 귀중한 시간이 불가피하게 소비되고 만다. 특히 RH⁻·AB형과 같이 매우 드문 혈액형(2000명에 한 사람)인 경우는 혈액 입수에 시간이 걸리는 경우가 많다. 그리고 대도시권 등은 공급 체계가 비교적 정비되어 있지만, 벽지 등에서는 입수하기까지 부득이하게 많은 시간이 걸린다. 또한 나라 밖으로 눈을 돌리면, 개발도상국 중에는 혈액은행 제도가 충분히 정비되어 있지 못한 나라도 많다. 가령 공급량이 충분하다 하더라도 혈청간염의 위험도 무시할 수 없다. 수혈을 받은 환자의 약 30%가 간장에 기능 장애를 일으키고 있는 것으로 추정된다. 그 중에는 근소하다고는 하지만, 생명의 위험에 관계되는 극증간염(劇症肝炎)인 경우도 있다. 그래서 인공 혈액에 대한 연구가 시작되었다. 혈액의 역할을 완전히 대행하는 인공 혈액은 지금 당장에는 무리이겠지만 그런대로 산소 운반 기능만이라도 대행할 수 있는 물질을 제조할 수 있다면, 구급 의료에 상당한 도움이 될 것이다.

3. 스프레이식 인공 혈구

1957년, 몬트리올 마기르 대학의 졸업반 학생이었던 토머스 창은 졸업 논문의 주제로 인공 혈구를 제작하였다. 1개의 향수 스프레이, 투과막(透過膜)의 재료가 되는 질산 셀룰로스 소량, 그리고 실험실에서 얻어 온 헤모글로빈 분자, 이것만 가지고 창은 실험에 착수하였다. 실험 방법 자체는 단순하다. 스프레이 속에 갖가지 비율로 섞은 헤모글로빈과 질산 셀룰로스의 혼합액을 넣고 바닥의 플레이트를 향해 분무(噴霧)한다. 창은 이 실험을 끈기 있게 조금씩 비율을 바꿔 가면서 수주일에 걸쳐서 계속하였다. 미세한 안개가 된 혼합액의 입자에서는 헤모글로빈이 중심에 모이고 둘레를 질산 셀룰로스의 피막(皮膜)이 싸는 모양이 된다. 이리하여 세계 최초의 인공 혈구(人工血球)가 탄생하였다. 헤모글로빈의 '마이크로 캡슐화'라 불리는 것으로, 헤모글로빈 분자를 중심으로 질산 셀룰로스의 투과막이 덮인 직경 1mm의 미립자(微粒子)이다. 물론 진짜 혈구(사람의 경우 6~9)보다 훨씬 거대하여 실제로 혈관 속에서 사용할 수는 없지만, 산소와 결합하기도 하고 분리하기도 하는 성질을 가지고 있다. 혈액의 산소 운반 기능을 인공물로 대체할 수 있는 가능성을 명백히 보여준 것이다. 토머스 창은 이 연구를 계기로 많은 연구자들이 본격적인 인공 혈액의 개발에 착수하였다.

4. 수중 생쥐 출현

1966년의 일이다. 미국 신시내티대학 내에 있는 L. C. 클라크 교수의 실험실에서 기묘한 일이 일어나고 있었다. 책상 위에는 투명한 액체를 가득 채운 비커가 놓이고, 그 속에 한 마리의 생쥐가 가라앉아 있었다. 자세히 보면 이 생쥐가 천천히 호흡을 하고 있는 것을 알 수 있다. 비밀은 비커를 채우고 있는 액체에 있었다. PFC(퍼플루오로 화합물)라 불리는 이 액체는 물에 비하여 20배 이상의 산소를 녹이는 성질이 있다. 혈액과 비교해도 그 산소 용해 능력은 약 2배이다. 그것이 마치 공기 중에서도 똑같이 생쥐의 폐에 산소를 공급하고 있었던 것이다.

5. 현재

인공 혈액이라고 하지만 현재로서는 산소 운반 기능을 대행하는 데 지나지 않으며, 정확하게는 '산소 운반성 혈장 증량제'라 불리고 있다. 산소 운반 기능에 한해서 보더라도 혈액과 똑같이 되지는 않아, 보통의 공기 호흡으로는 불충분하기 때문에 산소 텐트 등을 사용하여 산소의 농도를 충분히 높여 주어야만 한다. 더구나 전신에 산소를 공급하기 위해서는 혈액의 순환량을 일정하게 유지하면서 그 속에 포함되는 인공 혈액의 비율을 높게 하는 것이 바람직하다. 그러나 현재로서는 사용량을 절대 안전역에 한정하고 있는 실정이다.



좌충우돌 거꾸로 교실

- 2학년 화학1, 1학년 과학을 중심으로 -

경북고등학교 전화영

TES-2015

I. 들어가기

1988년 첫 발령을 받은 이후 2014년에 이르기까지 교단에 서있었던 25년 동안 무리 없이 즐겁게 수업을 해왔다. 수업 시간 중에 다양한 실험을 하고, 재미있고 의미 있는 이야기들을 들려주려고 애썼으며, 풍부한 시청각 자료를 찾기 위해 늘 노력하는 등의 모습 덕분인지 학생들과의 신뢰 형성에도 큰 어려움이 없었다. 수업 중 학생들의 표정, 연말 설문조사 결과, 졸업 후 찾아오는 제자들을 통해 들은 이야기들을 종합 해보았을 때 그렇게 생각한 것이 나쁜만이 아니라 학생들 또한 그랬다고 느꼈기에 스스로의 수업에 대해 어느 정도 만족을 해왔다.

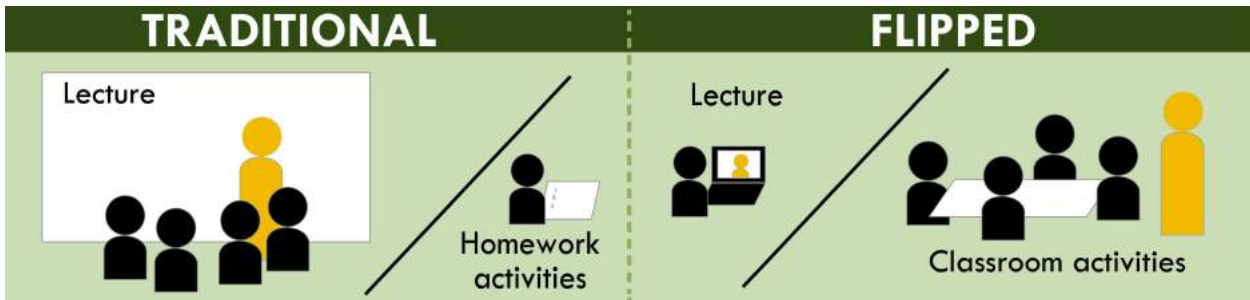
하지만 마음 한 쪽에는 늘 이런 생각이 자리 잡고 있었다. 이게 아닌데... 진정 멋진 과학 수업은 교사가 앞에서 강의를 하고 학생들은 앉아서 듣기만 하는 그런 모습은 아닌데... 그럼에도 불구하고 강의식 수업의 대안으로 제시된 협동학습, 토론 학습 등에 대한 두려움과 현실에 안주하고 싶은 마음 등으로 인해 선뜻 수업에 적용하지 못했다. 대입이 중요한 인문계 고등학교에서 다른 형태의 수업을 적용하는 것에 대한 부담감도 있었고, 성공적으로 대안적 수업을 하고 있는 사례를 접해본 적이 없다는 것도 원인 중 하나였으리라. 그런데 2012년 수석교사가 되어 경북고에 발령을 받게 되면서 수업 개선이 직업(?)이 되어버리는 상황에 접하게 되었다. 시범 실험, 스마트 교육만으로는 수업 개선이라고 말하기가 어렵게 되어버린 것이다. 그런 와중에 2013년 같은 학교에 근무하시던 물리선생님은 조별 수업을 전격 도입하여 수업을 진행하기 시작하셨다. 그 수업은 매우 인상적이었다. 교사가 심혈을 기울여 만든 활동지를 조별 토론을 통해 스스로 해결해나가는 학생들, 시간 내내 교실을 순회하며 학생들과 대화하거나 질문을 던지는 선생님의 모습을 보며 이런 수업이 가능하다는 것에 대해 깊은 감동을 받았다. 그리고 나도 한 번 해볼까? 하는 생각을 할 수 있게도 되었다.

2014년 3월 KBS 다큐 거꾸로 교실의 마법이 방송되었다. 뒤늦게 챙겨서 본 나는 신선한 감동을 받았다. 협력 학습의 문제점으로 지적되는 교사의 강의 부분을 동영상으로 극복하는 수업, 테크놀로지의 지원을 받는 수업, 아이들이 살아 움직이는 수업이 방송에서 그대로 방영되었다. 조별 협력 학습 도입을 두고 망설이고 있던 차에 기쁨을 부은 격이었고, 나는 4월 중순부터 거꾸로 교실을 전격 시작하였다. 누구의 도움도 없이 혼자 시작해 보낸 1년은 그야말로 삽질의 연속이었다. 성취도가 높은 학생들의 불만, 수업 준비량의 과다 등으로 만신창이가 되었던 첫째 거꾸로 교실은 2015년에 이르러 동료 교사와의 협업, 정교화 등을 거쳐 한결 업그레이드 되었다. 하지만 2년째에 이른 2015년 말 현재에도 결코 완벽하지 않다. 그럼에도 불구하고 나는 내년에도 거꾸로 교실을 계속하려고 한다. 이 방향이 옳다는 확신이 들었기에, 그 결과를 눈으로 보고 있기에 다시 강의 일변도의 수업으로 돌아갈 수 없게 되었다는 생각이다. 교직 생활 26년째에 시작된 수업 개선은 아직도 진행 중이다. 앞으로 나의 수업은 어떻게 변해갈까...

TES-2015

Ⅱ. 거꾸로 교실(Flipped Classroom)이란?

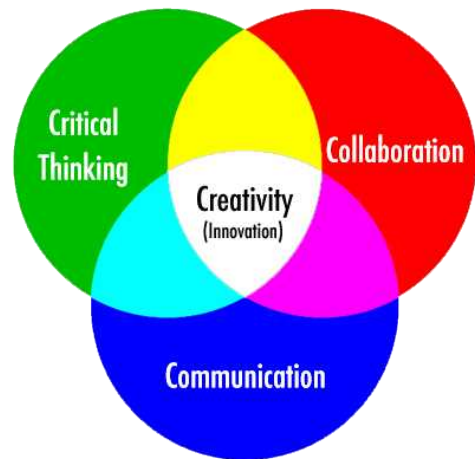
거꾸로 교실은 기본적으로 핵심적인 교과 내용을 교사가 제작한 동영상 등을 통해 학생들에게 수업 전에 미리 보고 오게 하고 수업 시간에는 질의, 응답이나 토론, 포레 학습, 팀별 활동 등 학생 중심 수업으로 바꿈으로써 기존의 수업 형식을 뒤집은 것이다.



거꾸로 교실은 교육 테크놀로지의 도움을 받아 고전적인 수업의 형식을 뒤집은 일종의 교육 혁신 모델이다. 교사가 강의를 교실 밖으로 이동하고, 기존에 집에서 이루어지던 과제 활동을 교실로 옮겼다는 점에서 전통적인 수업 방식을 뒤집은 수업 방식이라고 할 수 있다. 전통적인 수업에서 주를 이루던 교과의 핵심 내용을 교사가 동영상으로 제작해서 미리 학생들에게 학습하게 하고, 수업 시간에는 학생들의 이해도를 검토하거나 관련 학습 활동을 통해 심화 학습이나 응용 학습을 주로 하게 된다. 이 점에서 교육적 테크놀로지와 학생 활동 중심 학습은 거꾸로 교실을 구성하는 가장 핵심적인 요소이다.

그러나 동영상 제작과 이를 활용할 수 있는 기기의 존재가 새로운 수업과 학습을 가능하게 하였다는 점에서 자체의 동력이 있다고 할 수 있지만, 교육 테크놀로지는 수단적 의미를 지닐 뿐 그 자체가 교육을 바꾸어주는 기제는 아니라는 점에 주목할 필요가 있다. 따라서 단순히 스마트폰이나 아이패드 등의 디바이스를 학습에 적용하는 교육 방식이 아니다. 오히려 디바이스를 수단으로 하여 수업 방식을 교사 중심의 강의식 수업에서 학생 중심의 참여 학습으로 바꿈으로써 교실 수업의 혁신을 도모하는 것이 거꾸로 교실의 핵심이다.

21세기를 살아갈 학생들에게 교육에서 필수적으로 가르쳐야 할 것으로 4C를 든다. 협업(Collaboration), 창의력(Creativity), 비판적 사고력(Critical Thinking), 의사소통 능력(Communication)의 앞 글자를 따서 만든 4C는 교사 주도의 강의식 수업에서는 좀처럼 가르쳐지기 어려운 능력이다. 4개의 4C중 가장 기본은 협업이라고 한다. 협업을 하다 보면 자연스럽게 의사소통을 하게 되고, 이야기를 나누다보면 비판적 사고력이 증진될 수 있으며, 협업을 통해 무엇인가를 만들어가면서 창의력도 증진될 수 있다는 것이다. 따라서 수업 중에 학생들이 협업을 할 수 있도록 협력 학습을 허용하는 것은 매우 중요하다.



21st 세기 4C



또한 학습 후 기억에 대한 learning pyramid에서는 협력 학습이 단순히 4C의 증진에만 도움이 되는 것이 아니라 친구를 가르쳐봄으로써 가장 유의미한 학습을 할 수 있다는 것을 알 수 있다. 강의식의 유지 비율이 5%인데 비해 다른 사람을 가르쳐보는 방식은 90%의 유지 비율을 나타내고 있기 때문이다. 따라서 수업 중 학생들의 메타 인지를 자극하고, 유의미한 학습이 이루어지기 위해서 협력 학습은 필수적이다.



Source: National Training Laboratories, Bethel, Maine

Learning pyramid

거꾸로 교실은 이러한 이론적 배경을 바탕으로 교실에서 교사의 강의를 동영상으로 빼내고 수업 시간에는 학생들이 주인공이 되어 스스로 학습하고 서로를 가르쳐줌으로써 제대로 된 공부를 하도록 이끌어줄 수 있다. 기술의 발달에 힘입어 교사의 강의를 미리 제공하여 학생들이 예습을 할 수 있도록 디자인하고, 수업 시간을 학생들이 모두 사용할 수 있도록 만들어주는 플랫폼인 것이다.

TES-2015
Ⅲ. 준비와 실행

준비

1. 수업 동영상 제작 방법 검색 및 연습
 - 동영상 제작 방법은 매우 다양하며 컴퓨터, 스마트폰, 태블릿 등의 다양한 기기를 이용하여 제작할 수 있다.
2. 수업 동영상 업로드 플랫폼 결정
 - 유튜브로 정한다면 구글 계정을 만드는 것이 좋음
3. 학생들에게 거꾸로 교실 소개 준비
 - 지나치게 진지하게 접근하는 것 보다 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 맛보기 영상이 더 적절함
 - 수업 방법에 대한 소개 및 동영상 보고 WSQ 활동지 작성해보기 정도면 충분함.
 - WSQ(Watch, Summerize, Question) 활동지: 수업 동영상을 본 뒤 내용을 요약하고 관련 내용에 대한 질문을 만들어보게 하기
 - WSQ 활동지의 예: 2015년 경북고 과학A 수업에 사용한 WSQ



1. 보고, 정리하고, 질문하기(Watch, Summarize, Question)		
보기	 29차시-초전도체	https://goo.gl/D0XJin
정리 하기		
질문 하기		



실행

1. 제작한 수업 동영상 올리기

- 유튜브, 미래교실네트워크, 카페, 홈페이지, 블로그, 쌤빌 등을 이용
- 유튜브에 동영상을 올릴 때 미등록(공개, 비공개, 미등록의 옵션이 있음)으로 지정해두면, 그 주소를 아는 사람만 들어올 수 있음.
- 유튜브에 동영상을 올리려면 계정이 필요한데, 구글 계정과 연동되므로 구글 아이디, 패스워드로 사용하면 편리함.

2. 조 편성

- 학교 상황에 따라 다를 수 있으나 4인 1조를 넘지 않는 것이 좋을 것으로 생각됨.
- 조 편성 주기: 이것 또한 상황에 따라 다를 수 있으나, 정기 고사를 기준으로 1년에 4번 정도의 조 편성을 하는 것이 무난함.
- 조 편성 지침: 자유의사로 조 편성을 하도록 하되, 과목 성취도와 성향을 반영하는 것이 필요함
- 조 편성이 잘못 되었을 경우 조별 학습 자체가 불가능하므로 교사의 세심한 관찰을 바탕으로 조 편성을 조정할 필요가 있음.
- 현재 사용하는 조 편성 방법: 조장 후보자 추천 → 파트너 선택 → 남은 사람들이 원하는 조로 이동함(2014년), 꼬리에 꼬리 물기(2015년)

3. 활동지

- 학생들이 주도권을 가지고 스스로 조별 협동을 통해 학습이 이루어지기 위해서는 그것을 자극할 수 있는 활동지의 제작이 매우 중요함.
- 너무 자세히 안내하는 형식의 활동지보다는 빈 칸이 많아 학생들이 스스로 찾아 채울 수 있는 방식의 활동지가 학생들의 수업 참여도를 높여줄 수 있음.
- 핵심 개념 1,2개만 제시하고 교과서를 보고 그 개념에 대해 정리하도록 하는 방식의 활동지를



만들어 사용하는 경우, 학생들이 주체적으로 교과서를 읽고 개념에 대한 내용 정리를 하도록 할 수 있으며 교사의 활동지 제작 부담도 줄여줄 수 있음.

- 같은 과목을 가르치는 동료 교사와 협업을 하는 것이 가장 좋음.

4. 수업 동영상 보고 오게 하기

- 카페에 동영상을 올려두고 인증 댓글을 달도록 한 뒤 이를 수행평가에 반영
- 각 학급 별 단톡이나 밴드, 페이스북 등에 책임자를 두고 동영상을 보고 오도록 독려하게 함
- 활동지에 주소나 QR 코드를 인쇄해서 미리 나누어줌.
- 동영상을 보고 오지 않는 학생들에게 부정적으로 반응하기 보다는 보고 온 학생들에게 긍정적으로 반응하는 것이 훨씬 효과적임: WSQ 활동지는 동영상을 실제로 보고 온 학생들만 적도록 하고, 활동지를 검사할 때 WSQ 부분은 채점하지 말되 열심히 해온 학생들은 생활기록부에 따로 기록을 해주는 방법도 있음.
- 질문이 있는 교실과 연동하기: 질문 나누기 활동을 통해 적어온 질문을 서로 나누고 조의 질문 선정, 반 대표 질문을 선정하는 등의 활동으로 연결한 뒤 구체적 내용을 생활기록부에 기록해주는 방법도 있음.
- 생기부 입력 예> 질문 나누기 활동에서 '그래핀도 반도체처럼 불순물 도핑이 가능한가?', '우주에서도 과연 위치에너지가 적용이 되는가?'라는 질문으로 두차례에 걸쳐 오늘의 질문으로 선정되었으며, 차시에 그래핀 도핑 방법은 테이프로 떼어내는 방식에서는 불가능하지만 증착을 이용한 합성 방식에서는 도핑이 가능해서 붕소, 알루미늄 등을 도핑하여 전도도를 높이거나 금속을 도핑하여 성질을 개선하는 것이 가능하다는 내용을 조사하여 발표, 위치에너지에는 중력, 탄성력, 전기력, 자기력에 의한 것이 있는데, 우주에도 질량이 있는 천체들이 있기 때문에 중력에 의한 위치에너지가 존재한다는 내용을 조사하여 발표함.

5. 실험 수업에 사용하기

- 실험 활동을 설명하고 직접 과정을 보여주는 동영상을 올려두면 실험 수행이 한결 매끄러움.
- 거꾸로 교실 실행 초기에 사용할 경우 거부감이나 부담감을 줄일 수 있음.
- 모든 수업에 거꾸로 교실을 도입하지 않고 일부 수업에만 사용하고자 할 경우 매우 적합: 과목의 종류와 특성에 따라 거꾸로 교실 방식에 가장 적합한 종류의 수업에 적용

TES-2015

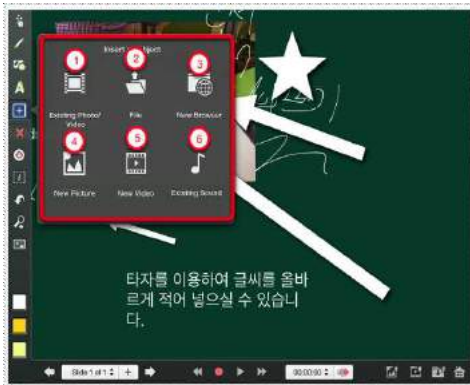
IV. 수업 동영상 찍기

수업 동영상의 질은 거꾸로 교실 수업 성공의 결정적인 요소가 아니다. 하지만 매 수업에서 가르쳐야 할 핵심적인 내용만을 추려 동영상으로 제작하고 이를 공개하여 학생들이 볼 수 있도록 해주어야 한다는 측면에서 수업 동영상의 찍을 때 심사숙고하지 않을 수 없는 것이 현실이다. 매 수업에 해당하는 동영상을 찍는다는 것은 보통의 부담이 아니므로 가능하다면 쉽게 할 수 있는 방법을 찾는 것이 중요하다. 동영상을 촬영하는 데 필요한 기기는 여러 종류가 있는데, 장기적으로 보았을 때 본인에게 가장 잘 맞는 기기와 프로그램을 선택하는 것이 유리하다.



스마트기기 이용

- 익스플레인 에브리씽 앱(explain everything)
 - 장점 : 애플, 삼성 태블릿 모두에 있으며 유료앱(약 3달러), but 애플용의 기능이 훨씬 탁월함. 동영상은 바로 유튜브와 연동되어 올라감, 마이크가 달린 이어폰으로 간편하게 녹화 가능
 - 단점 : 펜을 따로 구입해야하며, 정전식 펜촉 끝이 넓어 무딘 경우가 많음.
- 목스트라(Moxtra) 앱
 - 장점 : 스마트폰, 태블릿 모두에서 사용 가능하며 무료임, 동영상 파일의 크기가 작음.
 - 단점 : 반응 속도가 다소 느릴 때가 있으며, 외부 스피커를 통해 음성이 입력되어 이어폰으로 녹음할 수 없음.



(좌) 익스플레인 에브리씽 앱



(우) 목스트라 앱

컴퓨터 이용

- 오캠(혹은 반디캠, 안캠코더 등의 화면 녹화 프로그램)
 - 장점 : 컴퓨터에서 사용 가능하므로, 다양한 것들을 자유자재로 보여줄 수 있음.
 - 단점 : 오캠은 시간제한이 없음. 반디캠은 무료 버전의 경우 10분까지만 녹화 가능하고 동영상의 위 부분에 반디캠 로고가 박힘. 태블릿 PC가 아닌 경우 화면 부분 확대가 불가능하며 글씨를 쓰거나 그림을 그리기 어려움, 강사 얼굴 삽입 불가능함.
- 스크린캐스트 오매틱 사이트
 - 장점 : 컴퓨터에서 사용 가능하여 다양한 것들을 보여줄 수 있음. 강사 얼굴 삽입 가능. 15분까지 무료로 사이트에서 바로 촬영 가능하며 동영상 저장이 가능.
(<http://screencast-o-matic.com/>)
 - 단점 : 태블릿 PC가 아닌 경우 화면 부분 확대가 불가능하며 글씨를 쓰거나 그림을 그리기 어려움.
- 파워포인트 Mix 프로그램
 - 장점 : 파워포인트 2013 버전의 추가(Add in) 프로그램으로 ppt 파일에 강사 얼굴을 넣어 동영상 녹화가 가능함.
 - 단점 : 베타 버전이어서인지 다소 불안정함, 태블릿 노트북을 사용해도 슬라이드 안에서는 화면 부분 확대가 안 됨.



- 오피스믹스 다운 방법: <https://mix.office.com> 으로 들어가 다운로드 함. 마이크로소프트, 페이스북, 구글 계정으로 가능.
- 오피스믹스 사용 방법: mix 탭의 Record 버튼을 눌러 녹화하고 stop → close → Export to Video를 눌러 동영상으로 저장함.
- 참고: <http://wool.pe.kr/220003417917>



스크린캐스트 오매틱으로 녹화한 영상



ppt mix로 동영상 제작하는 화면



직접 촬영

- 장점 : 생동감 있는 교사의 모습을 보여줄 수 있으며 아이들의 집중도가 높음, 실험 등의 활동 소개를 할 때 과정을 직접 보여줄 수 있어 유용함.
- 단점 : 동영상 촬영 자체가 만만치 않음.



태블릿 노트북(아티브, 비보탭 등) 이용

- 장점: 스크린 부분 확대, 화면 필기 등이 자유로움. 컴퓨터를 사용하는 것이므로 다양한 것들을 자유자재로 보여줄 수 있음. MS 오피스 ppt 혹은 원노트(OneNote)로 파일을 불러와서 화면 녹화 프로그램(오캠 등)을 이용해 녹화하면 편리함.
- 단점: 태블릿 노트북 구입비용이 추가로 듬.



직접 동영상 촬영



윈도우 태블릿 + ppt + 오캠

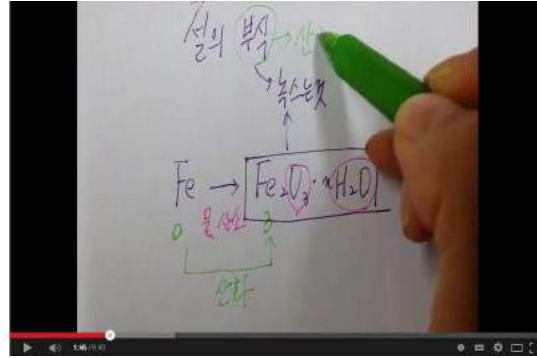


핸드폰 이용

- 장점 : 간편하게 촬영 가능하며, 개인 교수 느낌이 날 수 있음.
- 단점 : 화면이 다소 단조로워서 지루해지기 쉬움.



핸드폰 자바라 집게



핸드폰으로 촬영한 동영상

TES-2015

V. 미완의 혁명

2013년 부산의 몇 학교에서 실시된 거꾸로 교실의 효과에 대해 이민경(2014)은 다음과 같은 세 가지 측면으로 정리하고 있다.

첫째, 학생들에게 자기 페이스에 맞게 학습할 수 있는 기회를 제공함으로써 유의미한 성적 향상을 가져왔으며, 특히 사교육을 받을 수 없거나 학습 능력이 떨어지는 학생들에게 기회를 제공할 수 있다는 점에서 매우 주목할 만하다. 둘째, 수업 구조의 변화로 인해 학교 교실이 죽은 침묵의 공간에서 살아 있는 배움의 공간으로 회복될 가능성을 시사해준다. 셋째, 사회적 상호작용과 협력의 기회를 부여함으로써 교실이 경쟁과 적자생존의 장이 아니라 다양성을 배려하는 소통과 협력의 공간으로 재구조화될 가능성을 시사하고 있다.

그러나 실제로 4월 중순 이후 거꾸로 교실을 전격 도입하여 수업을 해본 경험에 의하면, 거꾸로 교실은 유일무이한 만병통치약이 아니며, 교사 개인이 혼자 준비하고 감당해서 실시하기에는 제법 부담이 큰 방식이고, 대입을 눈앞에 둔 인문계 고등학교 학생들에게는 그 효용 체감이 높지 않을 수 있다는 점을 지적하고 싶다. 가장 중요한 것은 교사의 신념이며 학생과의 관계 또한 매우 중요한 요소로 작용한다.



좋아진 점

1. 교사

- 수업에 대한 고민: 거꾸로 교실을 도입한 이후 수업에 대한 고민을 많이 하게 되었으며 수업 개선을 위해 매우 많은 노력을 기울이게 됨.
- 공부: 수업 동영상을 찍기 위해 예전에 비해 내용에 대한 공부를 예전에 비해 많이 하게 되고, 활동지 제작을 위해서도 많은 노력을 기울이게 됨.
- 수업 분위기: 조별로 열심히 토론하며 공부를 하고 있는 학생들을 보고 있으면 그 자체로



행복한 기분이 됨.

- 상호 작용: 카페를 통해서나, 조별 수업 시 교실 순회 지도를 통해서 학생들 개인과 접촉 할 기회가 많아졌고 상호 작용이 늘어나는 효과가 있음.

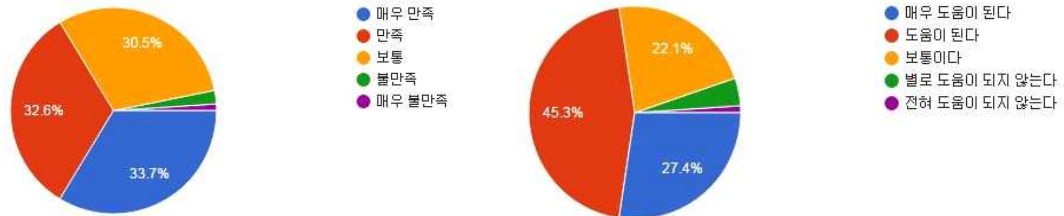
2.. 학생

- 수업 분위기: 다른 시간에 비해 수업 태도나 분위기가 매우 좋다고 느끼며, 특히 성취도가 우수한 반보다 그렇지 않은 반의 경우 그 정도가 두드러짐.
- 학습: 모든 학생들에게는 아니지만, 이 방식의 수업에 대한 호감을 표시하는 학생들이 있음.
- 친구들끼리 서로 가르쳐주는 문화가 조성됨 : 2학기 중간고사 성적 향상자 중 여러 명이 같은 조 친구에게 배워 큰 도움이 되었다고 발표함.

4. 거꾸로 교실용 수업 동영상에 화학 공부에 도움이 되었습니까? 5. 조별 학습은 화학 공부에 도움이 되었습니까?



2014년 12월 말에 실시한 설문 조사 결과의 일부



거꾸로 교실로 수업이 진행되었는데, 수업에 대해 어떻게 생각하시나요?

수업 동영상은 공부에 도움이 되었습니까?

2015년 12월 말에 실시한 설문 조사 결과의 일부

3. 하위권 학생들의 성적 향상: 중하위권 학생들의 약진

- 2014년 이과 중 꼴찌반이었던 학급의 성취도가 1등반을 넘음.
- 2015년 1학년 중 꼴찌반이었던 학급의 성취도가 중간으로 올라옴.

힘든 점

1. 교사

- 수업 동영상 및 활동지 제작의 부담: 주 3회 수업 시간에 해당하는 수업 동영상과 활동지를



제작하는 것이 쉽지 않음.

- 수업 진도: 조별 활동 위주의 수업을 하다 보니 수업 진도를 빠르게 나가기가 어려움.
- 학생 학습 정도 확인의 어려움: 학생들 전체적으로 어느 정도의 학습에 도달했는지 파악하기가 어려움.
- 학습 내용의 과다: 한 시간 내에 가르쳐야 할 수업 내용이 과다하여 친절한 동영상 제작이 어렵고, 그로 인해 동영상을 봤어도 별 도움이 안 된다는 의견이 상당수 제기됨.
- 수업 방식 변화에 대한 학생들의 불만 토로: 무엇을 배웠는지 모르겠다는 불만이 제기되고 학생들의 선택 편향이 커지는 것에 대한 부담감이 큼.
- 수업 동영상과 수업 사이의 접점 찾기: 조별 토론을 통해 학습을 하도록 하는 것이 수업의 목적이려면 결론에 해당하는 내용을 미리 설명하는 수업 동영상의 존재 의미는 무엇인가?
- 수업 동영상을 보고 오지 않는 학생들: 초기에는 대부분의 학생들이 보고 왔으나 계속 이어 지기가 쉽지 않음.

2. 학생

- 수업 동영상을 미리 보고 오는 게 귀찮고 자꾸 잊어버림.
- 교사의 설명을 듣는 것이 개인의 학습에 더욱 효율적이고 편함.
- 조별 활동의 부담 : 리더에 해당하는 학생들의 경우 특히 심함.
- 수업 시간에 무엇을 배웠는지 잘 모르겠음.

2014년 4월 중순에 시작한 거꾸로 교실은 내게 있어 아직도 진행 중인 변화이다. 그리고 그것은 교사에게 뿐 아니라 학생들에게도 마찬가지다. 어떤 학생들에게는 긍정적으로, 어떤 학생들에게는 부정적으로 느껴지는 새로운 시도, 거꾸로 교실. 2014년 이후 현재까지 거꾸로 교실을 진행 해온 경험에 의하면 분명한 장점과 주의할 사항이 있다는 생각이 든다. 그리고 무엇보다 중요한 것은 교사 자신의 확신과 신념, 그리고 학생들에게 그 확신이 전달되어 학생들의 동의를 얻는 것의 중요성이다. 교사 자신의 확신이 없다면 이 수업 방식을 도입하여 실행할 동력을 잃게 되고, 학생들의 변화가 아니면 그 동력을 이어나가기가 어렵기 때문이다.

교직 경력 26년 차에 접어들어 처음으로 수업 방식을 엄청나게 바꾸었다. 아직도 갈 길은 멀고, 첫술에 배부르지는 않지만 그럼에도 적어도 한 가지는 얻었다는 생각이 든다. 수업을 바꿔볼 수 있었다는 것, 그리고 그것을 통해 다음에도 그런 용기를 낼 수 있을 거라는 스스로에 대한 믿음이 바로 그것이다.

TES-2015

VI. 참고문헌

1. 거꾸로 교실(Flipped classroom)의 효과와 의미에 대한 사례 연구, 2014, 이민경, 한국교육 제 41권 제 1호 87-116
2. KBS 파노라마 21세기 교육혁명, 미래교실을 찾아서, 2014
3. KBS 다큐 거꾸로 교실의 마법, 1000개의 교실, 2015
4. 미래교실 네트워크 <http://www.futureclass.net/index.do>



주사위 놀이로 배우는 물의 여행

- 물의 순환과 분포, 워터 소믈리에 체험 -

경북고등학교 서윤희

TES-2015

I. 들어가기

지구과학은 학문의 특성상 실험이 용이하지 않다. 탐구 대상의 시간 및 공간적 규모가 매우 다양하고(방사성 동위원소~우주), 변인통제가 어렵다. 통제를 한다고 해도 재현하기 어렵다(화산, 지진 등). 또한 접근하기 어려운 영역이 많고(지구 내부, 심해저, 대기 상층, 우주 등), 통합적이고 국제적인 협력이 필요하다. 따라서 지구과학 분야는 실험보다는 자료해석이나 모델링을 활용하여 현상을 이해하는 탐구가 대부분이다. 본 탐구도 물의 여행 게임을 통해 지구계에서 수권을 이루는 ‘물’의 순환과 분포를 체험으로 이해해보려는 활동이다.

2016학년도부터 전면 시행되는 자유학기제의 취지를 살려 간단한 주사위 게임과 모둠 토의를 통해 물의 순환과 분포를 이해하고, 더불어 워터 소믈리에(water sommelier, 물맛감별사) 체험을 통해 수자원의 활용과 새로운 직업에 대해 경험할 수 있는 기회를 제공한다. 중학교 1학년 지구계/수권의 구성과 순환, 중학교 2학년 기권에서의 물질과 에너지 순환(탄소 순환), 고등학교 과학 지구계, 지구과학 I 행성으로서의 지구 단원에 적용할 수 있다.

TES-2015

II. 활동

[활동1] 물의 여행 주사위 놀이



이 활동을 하면?

지구에서 물이 존재하는 곳이 다양함을 느끼고, 물의 순환 과정이 어떻게 일어나는지 직접 경험할 수 있다. 모둠 친구들과의 토의를 통해 물의 순환과 분포에 대해 이해할 수 있다.



무엇이 필요할까?

9종의 주사위, 9종의 표시판, 9종의 스티커(또는 도장), 12색 사인펜(1인당 1색 사용), 풀, 여행 기록지



어떻게 할까?

1. 내가 ‘물 분자’가 되어 여행하게 될 것임을 인식한다. ‘나는 물이다!’를 다 같이 두어 번 외



치면 놀이에 대한 기대감을 키울 수 있다.

2. 내가 원하는 장소에 가서 여행을 시작한다. 단, 모든 장소에서 여행을 준비하는 물 분자 수는 같다. 만약 여분의 물 분자가 생기면 바다로 보낸다.

3. 여행 출발지에서 해당 장소의 스티커를 모은다. 이때 스티커의 앞면에 사인펜으로 '1'이라고 쓴다.

4. 여행지에 놓여 있는 주사위를 굴러 다음 여행지를 확인하고 이동한다. 이때에도 해당 여행지의 스티커에 몇 번째 장소인지 앞면에 숫자를 쓰고 스티커를 모은다.

5. 1인당 최대 20개의 스티커를 모으면 여행이 끝난다. 배경음악이 끝나면 모두 제자리로 돌아가 활동지 끝에 있는 여행기록지에 스티커를 순서대로 붙인다.

TIP

스티커가 아닌 도장을 활용할 경우, 여행 기록지를 가지고 다니면서 순서대로 도장을 찍으면 된다.



무엇을 조심할까?

1. 바다나 구름 같은 특정 지역에는 학생들이 몰릴 수 있다. 온 순서대로 질서를 지켜 놀이에 임할 수 있도록 지도한다. 또한 바다나 구름을 교탁이나 구석 자리로 배치하는 것이 좋다.
2. 교실을 돌아다니면 자연스럽게 소란스러워진다. 특히 바다에 한 번 빠지면 쉽게 헤어 나오지 못해 화를 내거나 짜증을 낼 수 있다. 주변 학급에 방해가 될 수 있으므로 미리 주의를 준다. 가능하면 과학실을 활용하면 좋다.



생각해보기

1. 지구에서 물이 분포하는 곳은 어디일까?

2. 물이 많이 분포하는 곳을 순서대로 나열하면?

3. 물이 오래 머무는 곳을 순서대로 나열하면?

4. 지구에서 실제 물의 분포와 우리의 결과를 비교해보자.

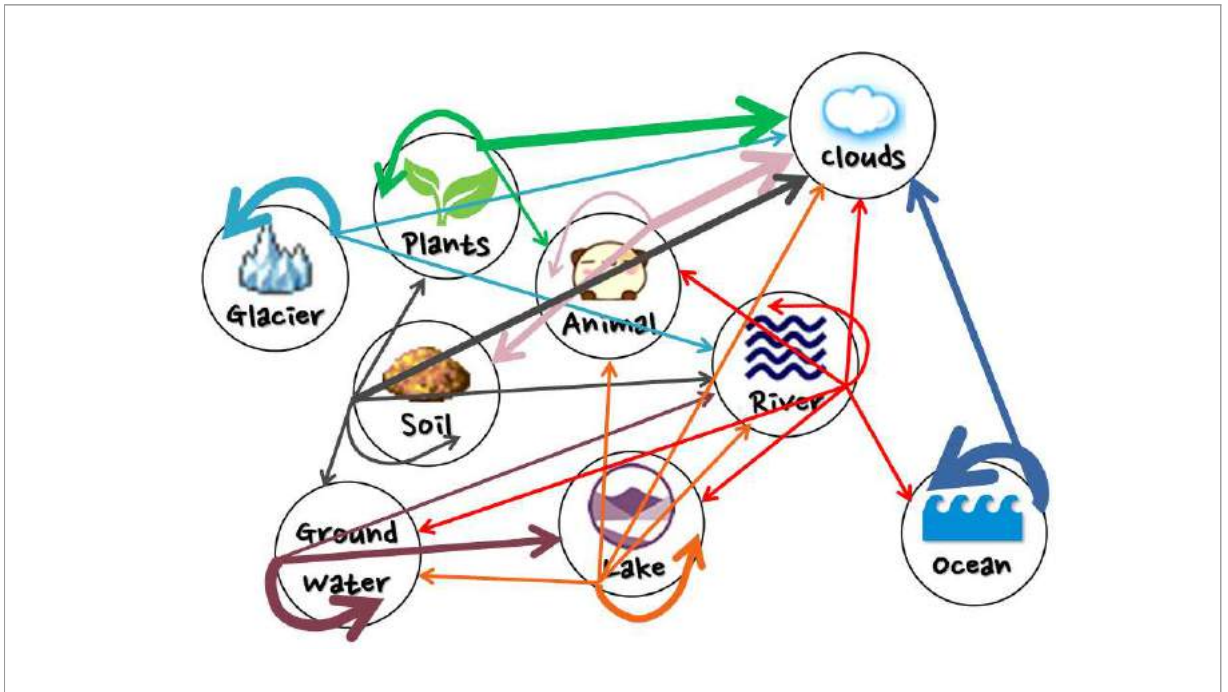


5. 지구에서 실제 물의 분포와 우리의 결과를 다를 것이다.
그 이유는 무엇일까? 모둠 친구들과 토의해보자.

TIP

정답이 정해져 있지 않으므로 브레인스토밍처럼 토의 내용을 모두 기록하도록 한다. 모둠별 발표 때에도 모든 내용을 공유한다.

6. 9종의 주사위가 모두 다르게 구성되어 있다. 주사위의 경로를 분석해보자. 과학자들이 주사위를 이렇게 만든 이유를 모둠 친구들과 토의해보자.



[활동2-1] 물의 여행 정리1 : 물의 여행 경로 재구성하기

이 활동을 하면?

모둠 친구들과의 간단한 활동을 통해 물의 순환에 대해 이해할 수 있다.

무엇이 필요할까?

물의 순환 그림판(전지 1/2 크기), 12색 사인펜



어떻게 할까?

1. 물의 순환 그림판과 개인 여행 기록지를 준비한다.
2. 모두의 여행 기록을 물의 순환 그림판에 한 번에 표시한다. 각자 색을 정해 사인펜을 들고 여행 순서대로 장소에 숫자를 쓰고 화살표로 연결한다.



무엇을 조심할까?

모든 친구들과 경로가 겹쳐도 됨을 미리 알려주고, 어디에 붙여하는지 질문이 많은데 고민할 수 있도록 한다. (예를 들어, 생물권은 공간상 다른 권역과 겹치므로 어디에 붙이든 괜찮다.)

생각해보기

1. 오늘 내가 마신 물은 어디에서 왔을까? 그 시작을 찾아보자.


2. 오늘 내가 마신 물은 어디로 갈까? 그 끝을 찾아보자.

3. 아주 오래 전 공룡의 몸에서 나온 오줌은 어디로 갔을까?




4. 물의 여행을 마친 후 소감을 정리해보자. (알게 된 점, 느낀 점 등)

[활동2-2] 물의 여행 정리2 : 나의 여행기(에세이) 쓰기

 **이 활동을 하면?**

내가 가진 모든 과학개념을 정리할 수 있다. 과학 글쓰기를 경험할 수 있다.

 **무엇이 필요할까?**

여행 기록지, 필기구, 공책(또는 보고서 용지)

TIP

과학개념을 최대한 활용할 수 있도록 격려하고, 하나를 서술할 때에도 가능한 구체적으로 표현할 수 있도록 지도한다.

 **어떻게 할까?**

1. 지금까지 알고 있는 모든 과학개념과 상상력을 버무려 여행기록지를 참고하여 여행기를 쓴다.
2. 친구들과 여행기를 돌려 읽고 소감이나 조언을 댓글로 달고, 정해진 방식으로 평가한다.

 **수행평가 Tip**

1. 1차시 놀이, 2차시 글쓰기, 3차시 댓글 달고 평가로 진행하였다.
2. 최저 분량을 정해서 그 이상으로 창작하면 만점으로 채점하였다.
3. 가장 창의적인 글은 빨간 종이, 가장 과학적인 글은 노란 종이, 가장 문장력이 좋은 글은 초록 종이에 글쓴이의 이름을 적게 하여 투표 결과를 생활기록부 특기사항에 기록해주었다.



학생 작품 예시

1. 교육청 영재교육원 중학교 3학년

<h3 style="text-align: center;">혜빈</h3> <ul style="list-style-type: none"> 주위에 내리 쏘는 별개와 그곳에서 생선과 소멸을 반복하는 나와 같은 물이었다. 조금씩 활발해지며 몸이 조금씩 무거워지기 시작했다. 우리들이 모여 있으니 굉장히 희뿌옇게 보였다. 임의로 들어온 뿔 긴 관을 통해 도탄한 곳은 커다란 복은 움직이기 가능했다. 뿔나 기관이 흐를 뿔 그것들과 이통한 곳은 간, 그러나 좁은 관이었다. 	<h3 style="text-align: center;">경모</h3> <ul style="list-style-type: none"> 그곳에서 일어 붙었다가 다시 떨어지면서 녹아 속에서 미세립과 세균들과 친구하고 있던 갑자기 중하는 소리가 울리며 접분이 밀려왔다. 그리고 결국 다시 바다로 다시 바다에 떨어졌잖아 하면 한탄을 하는 도중 어떤 관이 나를 빨아 들어더니 수질향상처리관을 거쳐 나와 염화나트륨만 남았다. (수소폭탄으로...)
<h3 style="text-align: center;">하림</h3> <ul style="list-style-type: none"> 하수구를 빨리 들어갔다. 여러 수도시설을 거쳐 강으로 왔다. 습습 몸이 가벼워지더니 하늘 위로 날아올랐다. 높은 곳이라 추워서 우리는 서로 모여 있었다. 무거워지면서 다시 떨어지기 시작했다. 꿈기 중 먼지와 만난 우린 날씨가 추워져 눈 결정으로 변했다. 	<h3 style="text-align: center;">현욱</h3> <ul style="list-style-type: none"> 일반형 물체가 내리는 빛으로 하늘로 올라가다가 다시 떨어졌다. 땀속 고속도로를 타고 친구가 많은 강으로 가게 날개로 이동하던 중 유성이 떨어지며 나를 하늘로 바람에게 전화를 걸었고 그는 나를 데리고 올라갔다가 인도양에 멈춰놓았다.

2. 중학교 1학년

The image shows a student's handwritten work. On the left is a page from a travel diary titled '〈물 (삼재미)의 여행 일기〉 6'. The text describes a journey from a water tap to a river, then to the sea, and finally to a water treatment plant. The student uses various colors and underlines to highlight key parts of the journey. On the right is a flowchart titled '물 (삼재미)의 여행 일기' with 12 numbered steps. Each step is accompanied by a simple drawing illustrating the water's path: 1. 물탱크에서 나오기, 2. 수도관을 따라가기, 3. 수도꼭지 아래에서 나오기, 4. 수도관을 따라가기, 5. 수도관을 따라가기, 6. 수도관을 따라가기, 7. 수도관을 따라가기, 8. 수도관을 따라가기, 9. 수도관을 따라가기, 10. 수도관을 따라가기, 11. 수도관을 따라가기, 12. 수도관을 따라가기. The flowchart uses arrows to show the sequence of events and includes small drawings of water droplets, pipes, and a water tap.



[활동4] 워터 소물리에(물맛 감별사) 체험하기

이 활동을 하면?

다양한 물을 직접 감별해보고 물의 순환 경로와 연결하여 우리가 마시는 물이 이동하는 경로에 대해 유추할 수 있다. 또한 워터 소물리에(물맛 감별사)라는 직업에 대해 알아보는 기회를 갖는다.

무엇이 필요할까?

수원지가 다른 여러 종류의 물(예: 초정탄산수, 예비양, 평창수, 삼다수, 천년동안 등), 컵, 전기전도도 측정기, 소쿠리, 필기구, 물맛 평가지

어떻게 할까?

1. 수원지가 다른 4~5종류의 물을 마셔본다. 물을 마실 때는 관찰 → 냄새 맡기 → 맛보기(후각, 미각) 순으로 천천히 음미한다.
2. 물맛 평가지에 물맛 순위, 각각의 물맛을 표현해본다.
3. 각 물의 전기 전도도를 측정하여 기록하고, 예상 이름을 써본다.
4. 물마다 맛이 다른 이유를 물의 여행 경로와 연결 지어 생각해본다.
5. 앞으로 물을 어떤 기준으로 선택해야 할지 모둠 친구들과 토의해본다.
6. 활동 소감을 정리한다.

무엇을 조심할까?

1. 전기 전도도 측정 전에 충분히 물맛을 확인하도록 한다.
2. 가능한 컵은 개인용으로 준비한다. (위생, 감염 예방 차원)

생각해보기

1. 내 입맛에 가장 맛있는 물은? 물맛 순위를 기호로 쓰고 각각의 물맛을 표현해보자.

순위	기호	물맛 표현하기
1		
2		
3		
4		
5		
6		



2. 전기 전도도를 측정하여 기록하고, 예상 이름을 써보자.

순위	전기 전도도	예상 이름
1		
2		
3		
4		
5		
6		

3. 물맛이 달라지는 원인은 무엇일까? 모두 친구들과 토의해보자.

4. 기호별 물의 이름과 종류, 물이 우리에게 오기까지의 과정을 간단하게 정리해보자.

순위	이름	종류	과정
1			
2			
3			
4			
5			
6			

5. 앞으로 어떤 물을 소비하는 것이 좋을까?

6. 물맛 감별사 체험을 마친 후 소감을 정리해보자. (알게 된 점, 느낀 점 등)



TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경

물은 끊임없이 순환한다.

물의 순환은 시작과 끝이 없다. 태양이 물을 데우면 물은 수증기가 되어 대기에 올라가면서 차가워져 구름으로 응축된다. 구름 입자가 비나 눈으로 다시 지상에 떨어지면 일부는 만년설이나 빙하로 쌓였다가 녹아 땅 위를 흐르거나 바로 땅이나 강으로 떨어져 바다로 흘러간다. 그러나 대개는 침투 과정을 통해 땅속 깊이 스며들어 지하수를 새로 보충한다. 지하수는 땅의 틈새로 들어가 호수와 민물로 합쳐지고, 지표와 가까워서 흘러나온 지하수는 지표수와 합쳐져 다시 바다로 스며든다. 도시에서 도로를 내기 위해 토지를 절단하면 도로 비탈면에서 지하수가 스며 나와 지표수로 흐르다가 하천으로 흘러들어가는 것을 볼 수 있다. 이러한 물의 순환은 바다, 빙하, 호수나 강처럼 지구상의 각 저수 영역에 머물며 생태계에 중요한 영향을 미친다. 우리가 마시는 물이 지구의 저수 영역에 얼마나 머무는지 알고 있는가? 물은 공기 중에서 9일, 흙 속에서 1~2개월 동안 머무른다. 강과 눈 속에 2~6개월가량 머물고, 호수에는 50년에서 100년 동안 머물러 있다. 빙하나 얇은 지하수 속에 수백 년을 머무르는 물은, 바다 속에서 3천 년이 넘는 시간을 보낸다. 깊은 지하수 속 차갑고 순수한 물은 우리의 상상을 넘어 1만 년이 넘는 긴 시간 동안 저장된 물이다. 이처럼 우리가 마시는 깨끗한 물은 지구의 각 저수 영역에서 며칠 혹은 수만 년에 걸친 긴 시간 동안 머물고 순환하여 공급되는 것임을 기억할 필요가 있다. 이것은 시공간적으로 인간이 통제할 수 있는 영역을 넘어서, 전 지구적인 차원의 경이롭고 장엄한 일이라고 할 수 있다.

* 출처: 가치를 꿈꾸는 과학교사모임(2011), 『정답을 넘어서는 토론학교 과학(토론으로 들여다 본 과학의 두 얼굴)』, 87~88쪽, 우리학교

TES-2015

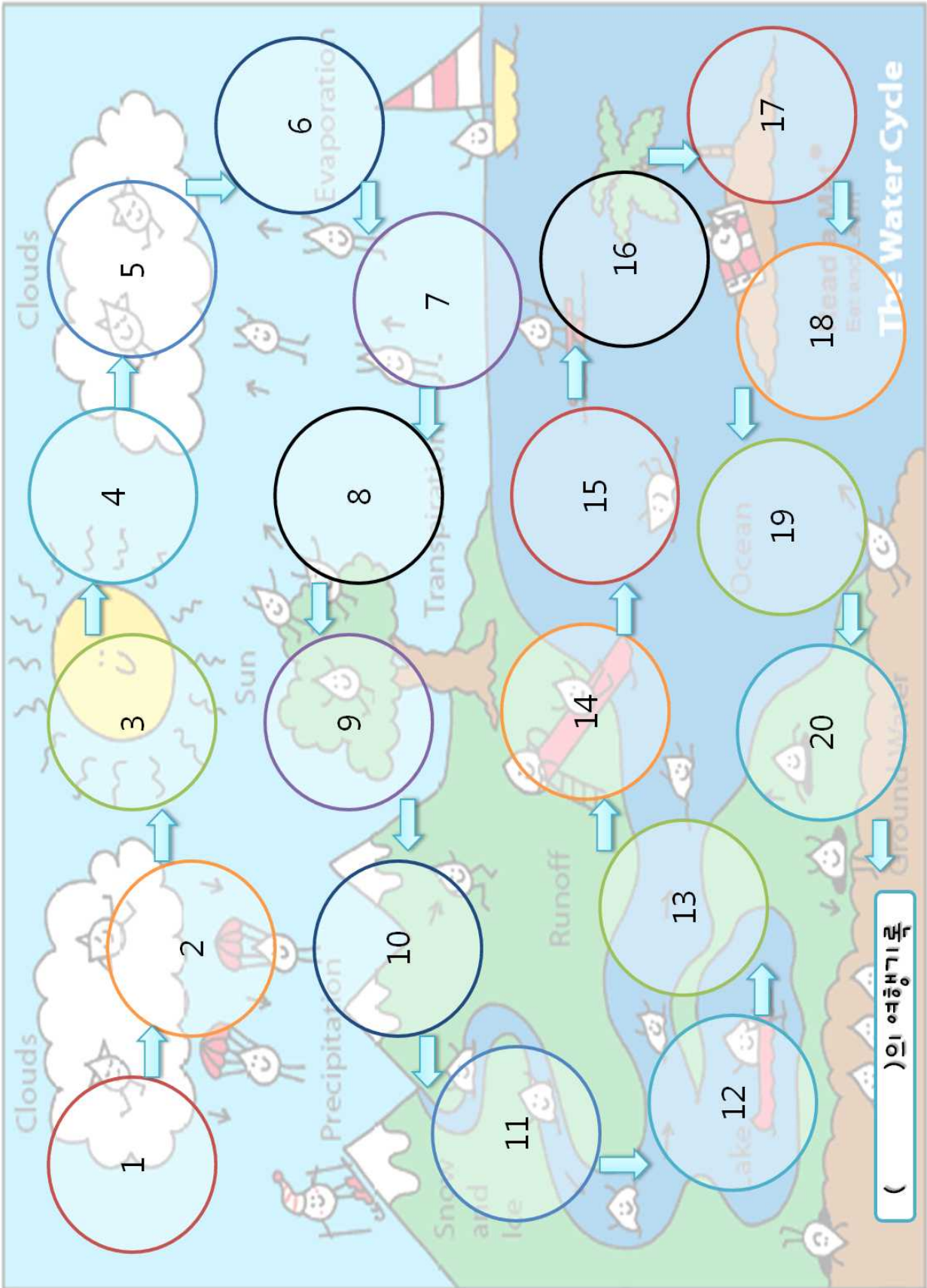
Ⅳ. 참고 자료

물맛 감별사도 있어요.

맛의 세계는 다양하면서도 주관적이다. 누구나 자신만의 절대치를 갖고 있다. 맛 감별사들은 제각각인 맛의 공통점을 찾아 대중에게 제시하는 맛 ‘길라잡이’다. 다만 과거에는 맛 감별사가 맛을 품평하는 역할에 그쳤지만 최근에는 품평의 결과로 제품을 생산하는 데 사용한다. 맛 감별사가 선택한 가장 이상적인 맛을 모델로 제품을 대량 생산하는 것이다. 이들의 맛 감별 능력이 절대적으로 필요한 곳은 주로 먹거리 회사, 그것도 장이나 김치, 커피 등 미묘한 맛의 차이가 발생하는 업종이다. 가장 좋은 맛의 조합을 발견하더라도 매일매일 양념이나 젓갈, 그리고 원두의 상태에 따라 맛이 달라질 수 있기 때문이다. 타사의 신제품이 나올 때마다 가장 좋은 맛을 두고 경쟁해야 하는 것도 이 업종들이 감별사들의 ‘혀’에 절대적으로 기대고 있는 이유다. 우리가 주식으로 삼고 있는 밥맛을 가장 잘 아는 이는 한식당 주방장이 아닌 밥솥 제조사의 연구원들이다. 이들은 가장 좋은 밥맛을 연구하기 위해 하루에 10공기 이상 맛본다. 잘된 밥은 달착지근하고 고소한 냄새가 나는 반면, 열이 너무 많이 가해지거나 부족했을 때 비린내가 난다는 게 이들의 전언이다.

최근에는 물맛 감별사도 나왔다. 과거 일본처럼 탄산수, 빙하수, 해양심층수, 광천수 등 다양한 종류의 물이 국내에서도 수입되고 있고, 이를 구분해서 일반 고객들에게 소개하기 위해서다. 서울 소공동 프라자호텔 등 호텔 레스토랑과 더불어 최근 생기기 시작한 ‘워터카페’에서 다양한 물의 세계를 접할 수 있다. 물맛을 보는 방법은 와인과 유사하다. 상쾌함과 맑음, 둔탁함, 감칠남, 짹짹 등 다섯 가지 맛으로 구분한다. 가장 맛있게 물을 마실 수 있는 온도는 11도 정도다.

* 출처: 이두걸 기자, 「물맛 감별사도 있어요」, 서울신문(2008년 9월 13일자)





뇌 과학의 기초, 뇌 해부 실험

김포고등학교 김미정

TES-2015

I. 들어가기

매년 3월 셋째 주에 세계 57개국에서 동시에 세계뇌주간행사(World Brain Awareness)가 열린다. 이는 세계에서 동일한 기간에 대중에게 뇌 과학에 대해 쉽게 접근할 수 있도록 알리며 이해를 넓히기 위해 열리는 행사로 우리나라도 함께하고 있다. 또한 고등학생 대상의 뇌과학올림피아드도 매년 뜨거운 관심 속에 열리고 있고, 서점에도 뇌 과학을 키워드로 하는 책들이 점점 늘어나고 있다. 뇌 과학이 전문 연구자들에게서 일반 대중에게로 퍼져나가고 있는 것이다.

뇌 과학에 대해 이해하고자 할 때 우선 뇌를 구성하는 각 부분의 구조를 정확하게 알고 있어야 할 것이다. 양이나 소의 뇌는 비교적 손쉽게 구입하여 해부 실험을 할 수 있지만 가격에 대한 부담으로 선뜻 시도하기에는 어려움이 있으며, 자료도 부족하여 각 부분을 정확하게 구분하여 이해하기도 쉽지 않다. 이번 뇌구조 조립과 양뇌 해부 활동을 통해 학생들이 뇌 과학에 대한 관심을 키울 수 있도록 이끌 수 있는 역량을 키워보도록 하자.

TES-2015

II. 활동

[활동1] 4D 퍼즐로 알아보는 뇌구조



이 활동을 하면?

4D프레임을 이용하여 뇌의 전체 구조를 맞춰보고 해체하는 과정에서 뇌의 부위별 위치와 특징을 익혀볼 수 있다.



무엇이 필요할까?

뇌 모형 4D프레임



어떻게 할까?

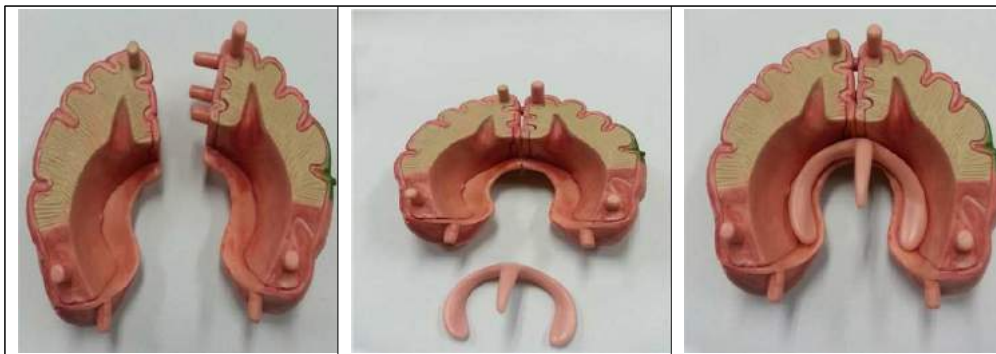
1. 다음 사진 순서대로 뇌 구조 모형을 맞춰보고 각 부분의 명칭을 알아보자.



- 1) 뇌실(투명)이 포함된 뇌간(간뇌, 중뇌, 뇌교, 연수)에 기저핵(붉은색)과 섬엽을 조립하여 연결한다.



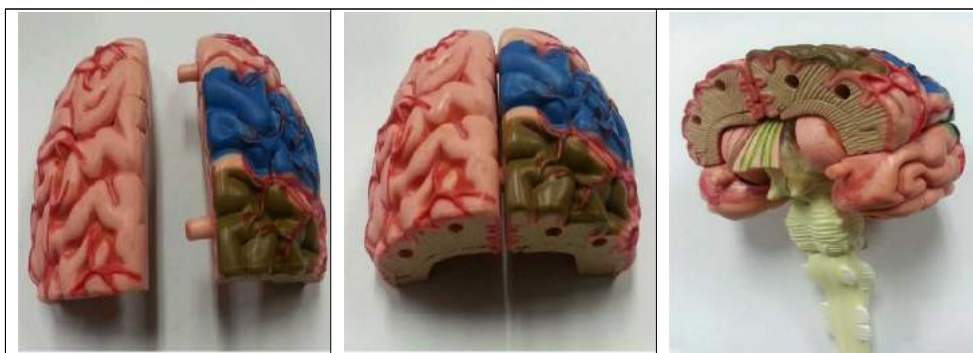
- 2) 뒷통수엽과 관자엽의 안쪽에 둘레계통(갈고리모양)을 위치시킨다.



- 3) 1)과 2)를 연결하고 가운데에 뇌량(초록색 줄)을 위치시킨다.

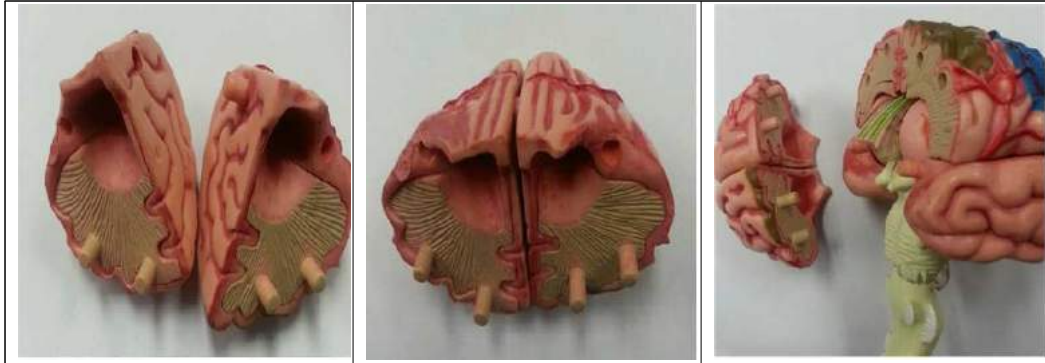


- 4) 위쪽 대뇌피질을 연결한 후 3)의 위쪽에 올려서 조립한다.

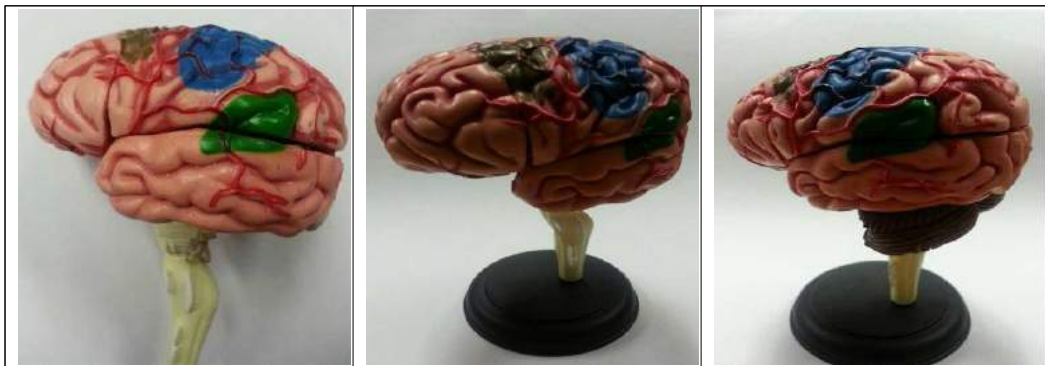





5) 전두엽 부분을 연결한 후 4)의 앞쪽에 연결하여 조립한다.



6) 5)를 고정판에 꽂은 후 소뇌(진한 갈색)를 연결하여 완성한다.

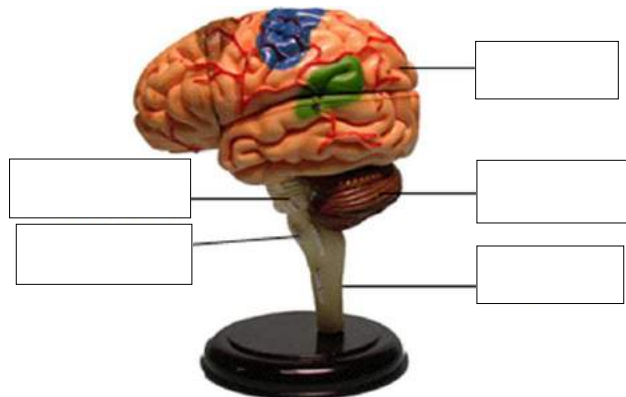


 **무엇을 조심할까?**

1. 돌레계통과 뇌량을 빼고 조립하는 경우가 많으므로 정확한 부위에 넣어서 조립하도록 한다.
2. 조립과정에 다소 뻑뻑하여 잘 끼워지지 않는 부분이 있을 때 힘을 세게 주어 억지로 맞추지 않고 조금씩 맞춰나가도록 한다.

 **생각해보기**

1. 조립이 완성된 모형의 각 부분의 명칭을 적어보도록 하자.





[활동2] 양뇌 해부 실험

이 활동을 하면?

해부용 양뇌를 해부하면서 각 부위의 실제 구조와 특징을 직접적으로 경험할 수 있다.

무엇이 필요할까?

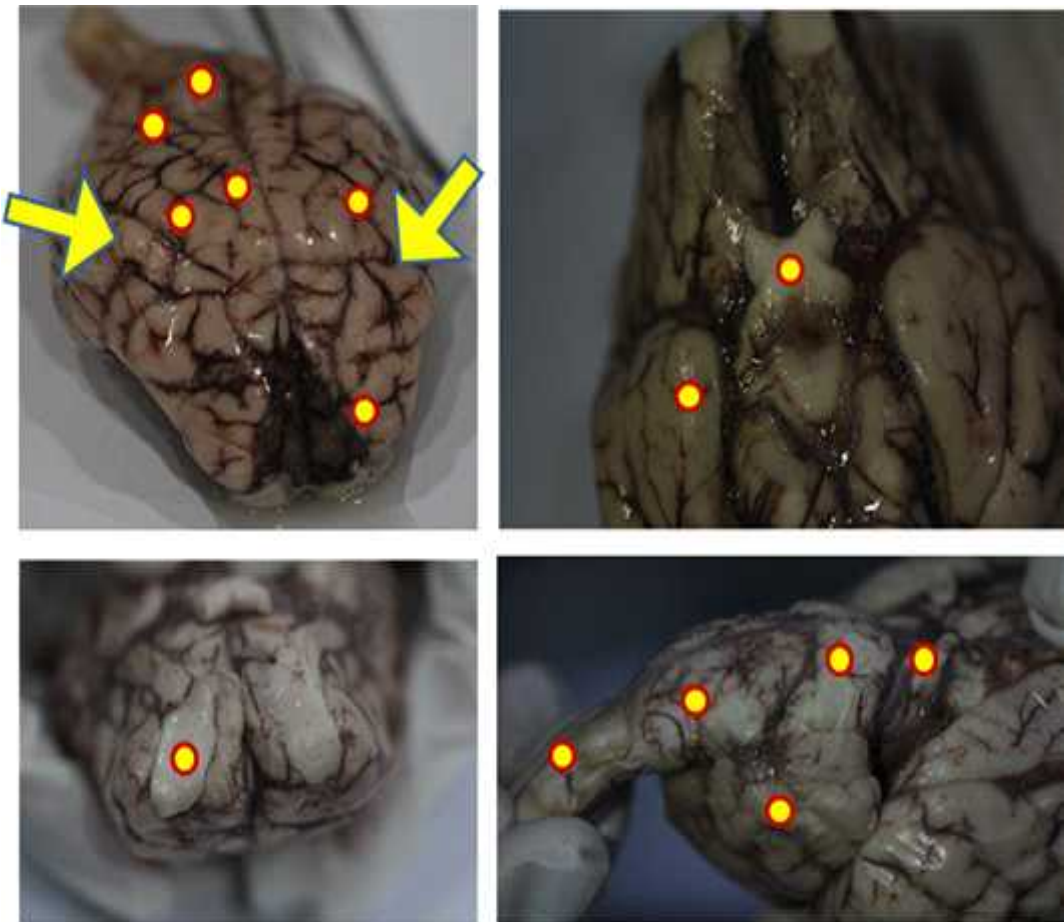
해부용 양뇌, 보안경, 1회용 장갑, 해부접시, 해부용 메스, 해부가위, 해부침, 핀셋, 진주핀

어떻게 할까?

1. 외형 관찰 : 비닐에서 양뇌를 꺼낸 후 키친타월이 깔려있는 해부 접시에 올려놓은 후 관찰을 실시한다.

가) 배측과 복측을 관찰하여 다음 명칭에 해당하는 부위를 찾아서 각 부분의 명칭을 적어 보자.

좌반구, 우반구, 이마엽, 마루엽, 뒷통수엽, 고랑, 이랑, 시신경교차, 관자엽
후각망울, 척수, 연수, 뇌교, 중뇌





나) 대뇌와 소뇌 사이를 벌려가며 뇌실과 송과체를 찾아보자.

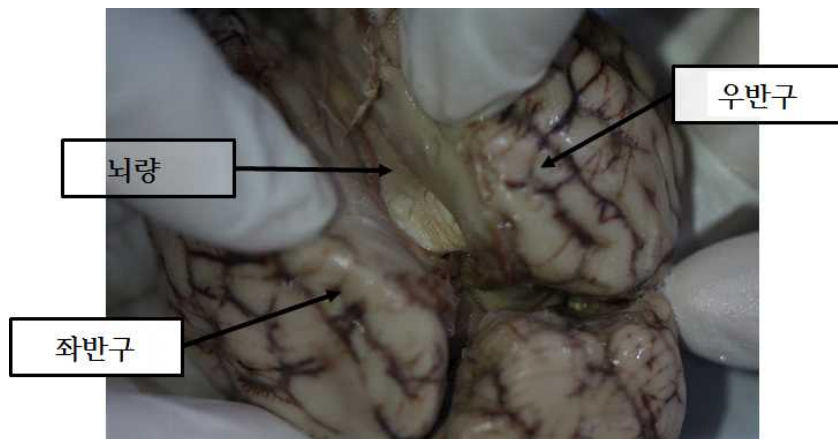


다) 관자엽를 양쪽으로 벌려서 대뇌에 감싸여 있는 간뇌를 확인해보자.



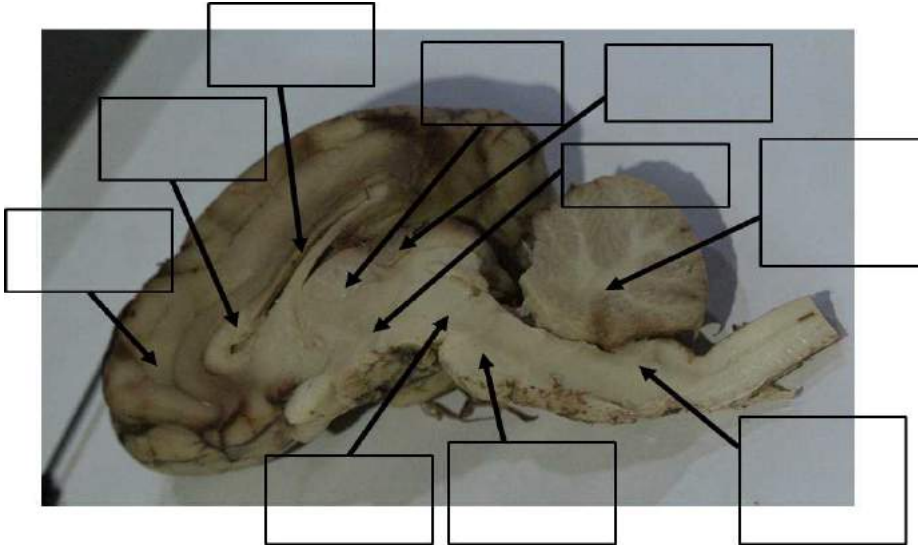
2. 가운데 절단면 관찰

가) 좌우반구 사이에 손을 넣어 두 반구 사이를 벌려서 뇌량을 확인하고, 메스를 이용하여 뇌량부터 잘라나가며, 뇌간과 소뇌까지 절개한다.





나) 뇌량, 시상, 시상하부, 전두엽, 두정엽, 후두엽, 송과체, 중뇌, 뇌교, 연수 및 척수와 소뇌의 회백질과 백질을 각각 해당 부위에 적어보자.



3. 사선 절단면 관찰 : 사선으로 절단하여 대뇌 기저핵 및 해마체를 관찰한다.



무엇을 조심할까?

해부용 양뇌 보존액이 피부나 눈에 닿으면 위험하므로 보안경과 일회용 장갑을 착용한다.

생각해보기

대뇌 피질의 고랑과 이랑 구조는 사람마다 동일할까? 그 이유는?

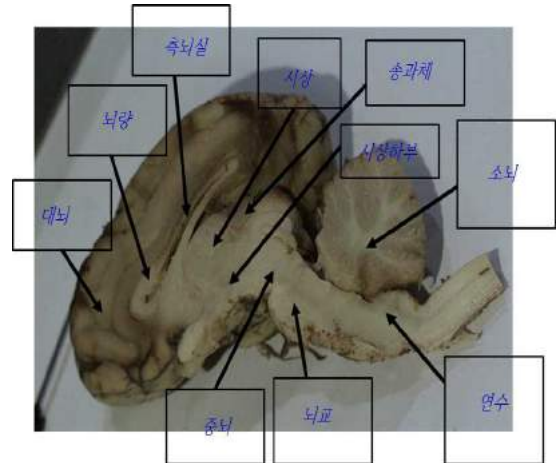
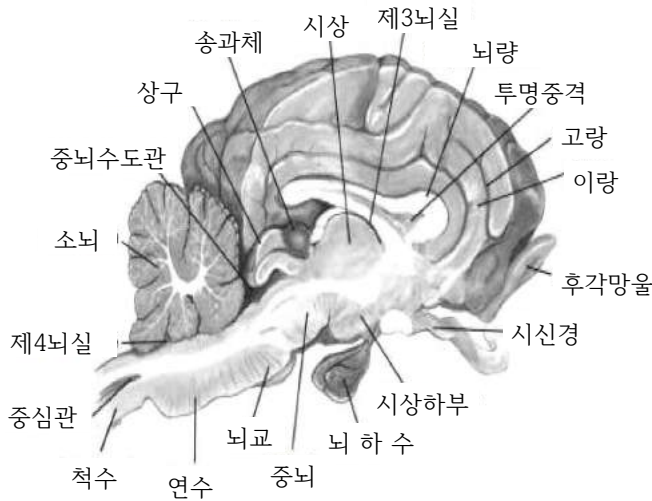


TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경

📖 뇌의 구성

뇌는 신경 세포들이 모여서 큰 덩어리를 이루고 있으면서 동물의 중추 신경계를 관장하는 기관이다.



인간의 경우 성인의 뇌 무게는 약 1,400g-1,600g 정도이며, 뇌를 구성하는 세포는 약 1조 개이고, 이중 1000억 개 정도가 신경세포라고 한다. 뇌는 크게 대뇌, 소뇌, 뇌간의 세 부분으로 구분되며 다시 뇌간은 간뇌, 중뇌, 뇌교, 연수의 4부분으로 구분된다.

1. 대뇌

대뇌는 대뇌피질(이마엽, 관자엽, 마루엽, 뒷통수엽), 둘레계통, 기저핵으로 구성되며 외형관찰에서는 대뇌피질만 관찰할 수 있다. 대뇌피질은 이랑과 고랑이 분명한 주름진 모습으로 좌우반구로 나뉘며 뇌량에 의해 연결되어 있다.

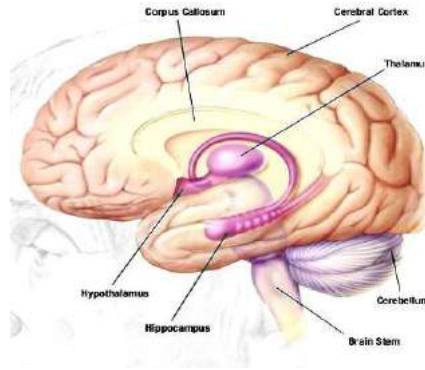
◦ 이마엽 : 기억력·사고력 등의 고등행동을 관장하며 다른 연합영역으로부터 들어오는 정보를 조정하고 행동을 조절한다. 또한 추리, 계획, 운동, 감정, 문제해결에 관여한다.

◦ 마루엽 : 체감각 피질과 감각연합영역이 있어 촉각, 압각, 통증 등의 체감각 처리에 관여하며 피부, 근골격계, 내장, 미뢰로부터의 감각신호를 담당한다.

◦ 관자엽 : 청각연합영역과 청각피질이 있어 청각정보의 처리와 감정, 사실적 기억, 시각적 기억 정보를 처리한다. 오른쪽 관자엽이 손상된 환자는 비언어적 청각자극에 대한 해석능력을 상실한다. 왼쪽 관자엽이 손상되면 언어의 형성과 기억, 인지능력에 크게 방해받는다.

◦ 뒷통수엽 : 시각연합영역과 일차시각피질이라고 하는 시각중추가 있어 시각정보의 처리를 담당한다. 눈으로 들어온 시각정보가 시각피질에 도착하면 사물의 위치, 모양, 운동 상태를 분석한다. 여기에 장애가 생기면 눈의 다른 부위에 이상이 없더라도 볼 수 없게 된다.

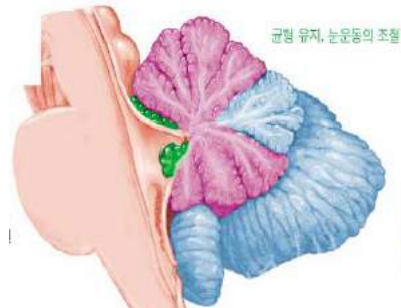
기저핵은 운동기능의 조절과 관련이 있고, 둘레계통은 대뇌에서 가장 원시적인 부분으로 공포와 같은 감정반응을 담당하며 편도체, 띠이랑, 해마 등을 포함한다. 해마는 학습의 기본이 되는 단기 기억과 장기 기억을 담당하고 있다.



대뇌와 두레계통의 위치

2. 소뇌

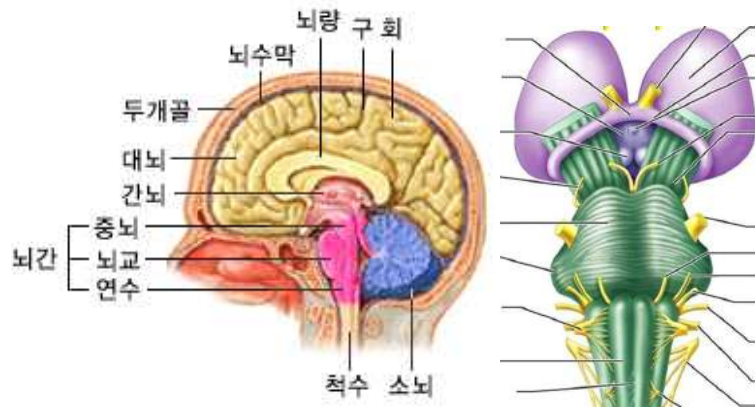
소뇌는 대뇌의 아래쪽에 위치하며 가로 10cm, 세로 5cm, 높이 3cm, 무게는 약 150g 정도로 뇌 전체의 약 10%이다. 하지만 소뇌에는 뇌 신경세포의 절반 이상이 밀집되어 있다고 한다.



소뇌의 모습과 단면

3. 뇌간

뇌간은 간뇌, 중뇌, 뇌교, 연수를 통틀어서 말하며 생명기능을 조절하는데 중요한 기능을 담당하고 있다.



뇌간과 뇌간의 위치

중뇌는 상구와 하구로 나눌 수 있는데, 상구는 주로 시각에 관여하는 부분이고 하구는 주로 청각에 관여하여, 귀에서 들어온 신호는 here를 한 번 거쳐 대뇌로 향하게 된다. 중뇌의 대뇌각, 흑질, 적핵 등의 구조는 소뇌와 함께 운동에 관련된 신호를 대뇌에서 척수로 전달하는 역할을 맡고 있다.

뇌교는 중뇌와 연수 사이에 존재하며 앞쪽으로 돌출되어있다. 뇌교의 주요 작용은 소뇌와 대뇌

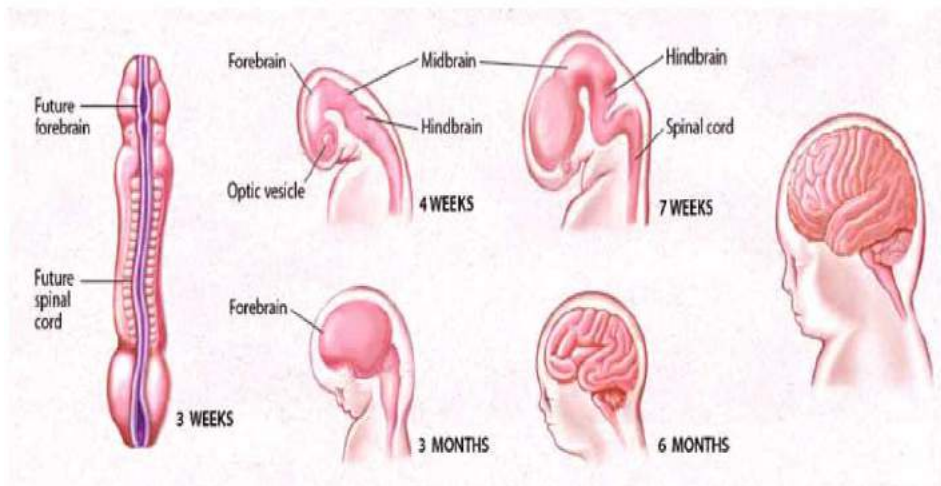


사이의 정보전달을 중계하는 것이다.

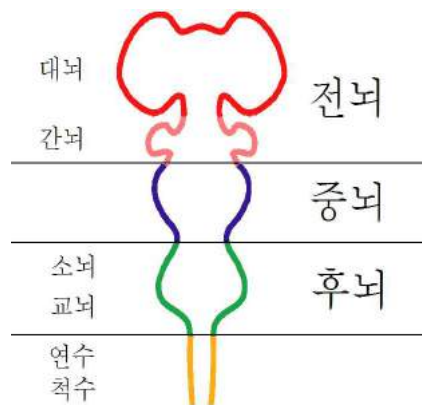
연수는 뇌간 중 가장 아래쪽에 위치하며 척수와 곧바로 연결되어 있고 호흡이나 혈액 순환을 조절한다. 연수에서 나가는 신경은 뇌 전체에서 나가는 뇌신경 12쌍 중 8쌍에 달하며 이들은 동물의 생존을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

📖 뇌의 발생과정

발생 초기의 배아에서는 신경계가 될 세포들은 외배엽의 평평한 지역에 위치한다. 발생이 진행되면 외배엽 부분에 길다란 홈이 파이며, 이 홈을 따라 주위의 신경판 세포들은 배아의 속으로 빨려들어가며 서로 융합하여 신경관을 형성한다.



이 신경관의 내강은 속이 빈 채로 중추신경계의 중심 체강을 이루게 되고, 신경관을 둘러싸고 있는 세포들은 뇌실막 상피세포로 분화하거나 미분화 신경줄기세포로 남아있게 된다. 신경관의 가장 바깥층 세포들은 중추신경계의 뉴런이나 신경교세포가 된다. 신경판의 양쪽 가에서 유래되는 신경능선세포는 말초신경계의 체성신경계를 이루는 감각뉴런과 운동뉴런을 이루게 된다.



인간 발생에서는 4주까지 신경관의 앞부분이 전뇌와 중뇌와 후뇌로 나뉜다. 후뇌 쪽에 있는 신경관 뒷부분은 척수가 된다. 발생이 계속 되면 대뇌의 성장이 급속도로 빨라져 뇌간을 뒤덮는다. 발생 후 6주 정도 되면 중추신경계는 대뇌, 간뇌, 중뇌, 소뇌, 교뇌, 연수, 척수의 뇌의 7개 주 부분을 형성하게 된다. 또한 중심 체강은 속이 빈 뇌실로 확장하기 시작하여 2개의 측뇌실과 2개의 하향뇌실(제3뇌실, 제4뇌실)로 발달하게 된다. 신경관의 중앙강은 척수의 중심관으로 발달한다.



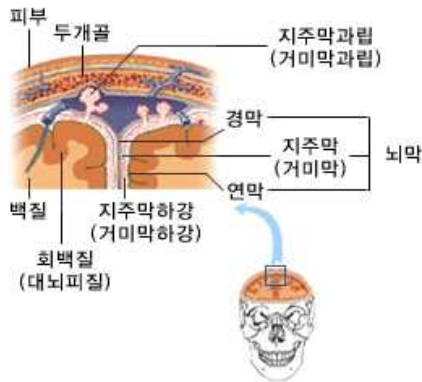
대뇌는 11주 정도에 다른 부분에 비해 현저하게 확장되며, 출생 시에는 뇌에서 가장 크고 분명한 구조를 이루어 간뇌, 중뇌, 교뇌를 둘러싸게 된다.

출처 | 위키백과

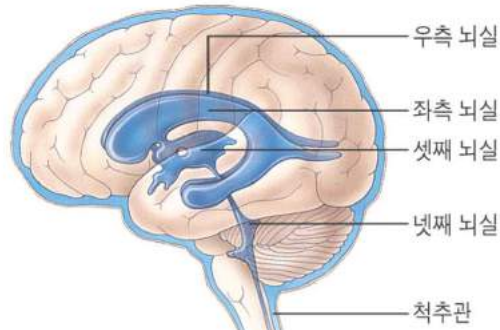
📖 뇌의 보호와 양분 공급-뇌막과 뇌척수액

뇌는 두개골이라고 하는 단단한 뼈에 의해 보호되고 있으며, 두개골 아래에는 경막, 거미막, 연막으로 세 겹의 뇌막이 뇌를 감싸고 있으며 연막과 거미막 사이에는 뇌 척수액이 있다. 뇌의 세 종류 뇌실에 분포된 혈관으로부터 뇌 척수액이 만들어지고 뇌척수액과 혈액사이의 물질교환으로 뇌에 양분이 공급된다.

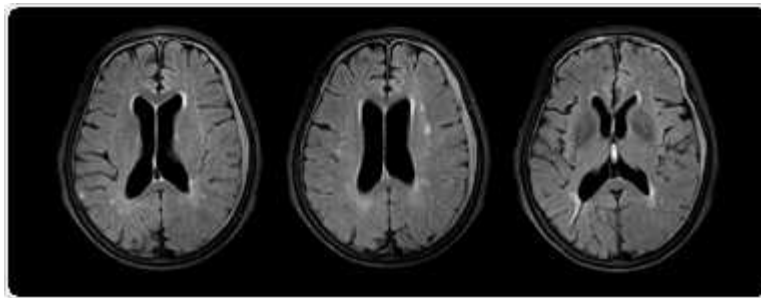
뇌 모세혈관의 내피세포는 뇌척수액과 혈액사이에서의 물질 이동을 까다롭게 제한하는데 혈액 내의 신경전달물질의 조절이나 독소로부터의 뇌 보호 등 기능적 장벽의 역할을 하는 뇌혈관장벽이 되어준다.



두개골과 뇌막



뇌 척수액을 생산하는 뇌실 세 부분



MRI 사진으로 보는 뇌실

TES-2015

IV. 참고 자료

뇌를 구성하는 세포



뇌를 구성하는 세포들 ①뉴런, ②돌기교세포, ③미엘린, ④별교세포, ⑤뇌혈관, ⑥미세교세포
이미지 출처 | 위키미디어

뇌 안에는 약 1조 개의 세포가 있다. 이 중 약 1000억 개가 신경세포(neuron)이다. 신경세포는 전체 뇌세포의 10%에 불과한 셈이다. 그렇다면 나머지 90%는 어떤 세포일까. 바로 교세포이다. 뇌를 구성하는 세포는 신경세포(neuron)와 교세포(neroglia cell)로 나뉜다. 신경세포에 비해 교세포의 수가 훨씬 더 많다. 교세포의 종류는 다시 크게 세 가지로 나눌 수 있는데, 돌기교세포, 별교세포, 미세교세포가 그것이다.

돌기교세포는 말초신경의 뉴런 축삭을 감싸는 슈반세포와 중추신경의 뉴런 축삭을 감싸는 희소돌기아교세포로 나눌 수가 있다. 이 희소돌기아교세포의 수는 가변적이어서 학습이 일어날 때 그 수가 증가한다는 연구 보고가 있다. 다음으로 별교세포는 뇌혈관장벽(Blood-Brain Barrier)을 구성하는 교세포로 모세혈관 내피세포와 연결을 형성하여 양분을 끌어오는 역할을 한다. 뇌혈관장벽(Blood-Brain Barrier)은 뇌척수액과 혈액을 분리시키는 장벽으로 높은 선택적 투과성을 갖고 있어 몸의 주요 조절 중추를 세균 등과 같은 혈액으로 운반될 수 있는 병원체와 혈액 내의 잠재적인 위험 물질로부터 격리시키는 역할을 한다. 마지막으로 미세교세포는 뇌 속에 침입한 세균이나 바이러스를 없애는 역할을 담당한다.



📖 생각을 읽다-BMI(Brain-Machine Interface), BCI(Brain-Computer Interface) 기술



BMI무선칩이 이식된 실험견



뇌파를 감지하는 헤드셋



뇌파로 즐기는 게임

BMI 또는 BCI는 두뇌와 기계를 연결해서 두뇌로 직접 컴퓨터나 기계를 조작하려는 인터페이스 체계를 말한다. 현재 BMI 기술은 선진국에서도 21세기 100년에 걸친 10대 신기술, 국내 과학계에 서도 10대 미래유망기술 중 단연 첫째로 선정됐을 정도로 그 중요성을 인정받고 있다.

현재 연구 중인 BCI는 마음을 읽는 기적의 장치 같은 것이 아닌, 뇌파나 뇌세포의 전기적 신호를 읽어서 그 중 특정 패턴을 입력 신호로 읽어 들이는 형식이다. 신호 해석의 정밀도와 속도에 따라 구현할 수 있는 정도가 크게 달라진다.

뇌파를 읽기 위한 방법으로 삽입형 BCI, 부분적 삽입형 BCI, 비삽입형 BCI로 나눌 수 있다. 삽입형 BCI의 경우 좀 더 정밀한 조작이 가능하다. 국내에서는 한림의대 신형철 교수팀이 개의 뇌에 무선칩을 이식하여 먹이 그릇을 마음대로 움직이게 하는 것을 비롯해서 간단한 언어표현이 가능할 정도까지 구현한 성과를 얻었다. 비삽입형 중 비교적 간단한 것으로 헤드셋 형태로 개발되어 간단한 게임을 즐길 수 있는 정도는 이미 상용화되어 있다. 뇌과학 연구는 여러 분야에서 이루어지고 있다. 몇 년 후면 의식의 비밀이 꽤 많이 풀려있을 것으로 기대된다.



51:49를 너머 속의함

- 속의형 과학토론수업 -

삼각산고등학교 김경태, 김추령, 최문진

TES-2015

I. 속의란

국어사전에서 ‘속의’를 찾아보면 깊이 생각하며 충분히 논의함 이라고 되어 있다. 생각과 의논을 깊이, 충분히 실행하는 과정의 필요성이 대두된 데에는 다면화된 가치가 뒤엉켜 충돌하고 있는 현실을 반영하는 것이다.

속의성이란 다수결의 원칙이 다수의 독재로 변질되는 것을 예방하고, 학습과 토론, 다양한 의견 교환을 통해 시민의 이성적, 합리적 판단과 능력을 배양하고, 오류를 수정하며, 의사결정을 변화시키는 동태적인 과정이라고 할 수 있다.(Dryzek, 1996).

복잡하게 얽힌 이해관계들로부터 파생된 사회적 갈등을 풀어 나가는데 51:49에 의한 다수결 원칙은 힘을 발휘하지 못한다. 오히려 갈등은 증폭될 수 있다. 따라서 속의를 통한 의사결정과정의 필요하게 된다. 이러한 속의성은 타인과의 상호작용을 통해 경험적 성찰과 반성적 사고를 거듭함으로써 어떠한 사안을 심의하고 소통하는 절차 중심의 민주적 시민성을 고양시킨다.(Parkinson, 2004) 사회는 복잡계이다. 다원화된 이익집단들의 등장과 복잡한 이해관계가 얽혀있으며, 정부와 국민, 중앙과 지방간의 다양성과 창의성, 효율성과 생산성을 가속화 시킬 수 있는 방안으로 시민들의 성찰성과 집합적 지성을 토대로 시민참여를 극대화하고 기존의 대의 민주주의와 참여민주주의가 지닌 한계를 극복하려는 속의민주주의(deliberative democracy)의 역할이 강조되고 있다(김환석, 2010)

교실에서도 이것은 동일하게 적용이 된다. 과학기술 관련 쟁점(SSI)에 대해 학생들의 의사결정을 탐색하는데 있어 종종 다양하고 다면화된 가치의 충돌로 학생들의 의사결정에 참여하는 것에 곤혹감을 느끼게 하거나 토론의 결과를 엉뚱한 방향으로 끌고 가 경제적 실용주의 노선으로 타협을 해버리기도 한다. 그렇다면 속의를 통해 이러한 문제를 어떻게 해결 할 수 있을까?

TES-2015

II. 속의의 과정과 집단지성의 형성

속의는 교실환경에서 어떻게 학습을 일으킬까? We are smarter than me. 우리는 나보다 똑똑하다. 레비(Levy, 1997)에 따르면, 누구나 어떤 무엇을 알고 있기 때문에 완전한 지식은 공동체, 인류 전체에 퍼져있다고 주장한다. 사회 구성원들 개개인마다 가지고 있는 지성의 영역이 골고루 분포되어 있어 이러한 개개인의 지성이 모여져 집합적 지성으로 형성되는 과정이란 단순한 지식의



총합을 넘어서 도덕적, 윤리적 판단까지도 포괄한다고 강조하였다. 집합적 지성이란 독립성과 분권화를 보장하는 고도의 민주주의 속에서 균중이라고 불릴 만한 불특정 다수가 특정 이슈에 지대한 관심을 갖고 이에 대해 효율적, 효과적으로 논의하고 협동함으로써 생성된 지적 능력이자 문제 해결 능력이다.(Levy, 1997; Rowley, 2007)

숙의는 협업을 전제로 하며 이 과정에서 활발한 상호작용이 이루어져 전체가 아우러지는 지식에 도달하게 된다. 이때 이러한 지식을 집단지성 혹은 집합적 지성이라고 한다. 이러한 지식의 생성과정은 산술적인 합산이 아니라 모듬에 모여 있는 개체수의 합을 뛰어 넘는 창의적 사고의 발현, 창발의 과정이다. 생각을 모으고, 모은 생각들을 서로 공유하고 그 바탕위에 활발한 상호작용을 통해 새로운 생각이 만들어 진다. 예를 들어 쌀이 술이라는 부가가치가 큰 물질로 전환되는 과정을 살펴보자. 쌀은 누룩과 만나 상호작용을 한다. 쌀이 홀로 있거나 누룩이 아무리 많이 있다 해도 술이 될 수 없다. 둘의 상호작용이 있을 때 누룩의 균들에 의한 발효과정을 통해 쌀은 알코올이라는 새로운 형질을 얻게 되는 것이다. 이렇게 활발한 상호작용이 일어나는 숙의의 과정에서 학생들의 창의적 생각은 확장이 이루어질 수 있을 것이다.

최근 들어 복잡계를 글로벌 패러다임이라고도 한다. 이러한 복잡계 이론을 학교 교육 현장에 적용하는 경우도 드물지 않다. 교실에서 이루어지는 수업 과정도 복잡계로 볼 수 있다. 생태계의 먹이사슬은 복잡하게 얽혀있고, 또 얼마나 복잡하게 얽혀 있느냐에 따라 그 생태계의 건강성이 판단되기도 한다. 하지만 생태계는 단순하게 영겨있는 것이 아니다. 생태계를 이루는 각 개체는 상호작용을 통해 공존하고 있으며, 생태계에서는 개체 하나 하나가 중요한 의미가 있고, 그 개체들이 얼마나 많은 연결점을 갖고 있느냐가 생태계의 수준을 결정하는 것이다. 여기에서 연결점이란 단순한 교차가 아니라 상호작용과 협업이 일어나는 점이어야 할 것이다. 교실에서의 중층의 토의 학습은 이런 연결점을 활성화시키는 과정이다. 또한 숙의형 토의 토론은 ‘배움’을 만들어 낸다.

스탠포드 대학의 피쉬킨과 서스킨 등은 ‘숙의 여론 조사’ 연구를 수행한 바 있다. 이들은 오프라인과 온라인을 통해, 사안에 대한 숙의 후 투표를 하는 방식으로 실험을 진행했는데, 대부분 숙의의 두 효과가 발견되었다. 첫째는 참가자들의 의견 변화이고 다른 하나는 참가자들의 지식수준의 향상이다. 숙의 후 참가자들은 주어진 사안에 대해 지식수준이 높아졌을 뿐 아니라 찬반양론에 대한 균형 잡힌 시각을 갖게 되었다. 아래 표는 국내에서 이루어졌던 숙의과정을 통한 여론 조사의 결과이다. 아래 표를 통해서도 숙의를 시행하기 전과 후의 결과의 차이가 나는 것을 알 수 있다.

삶을 팍팍하게 만드는 문제(사전조사%)	입론(%)	상호토론 후 투표(%)
경제불안과 고물가로 인한 생활고 (45.4%, 사전 조사에선 물가와 경제불안정이 각각 30.6% 와 14.8%)	8	16
청년의 총제적인 취업만(13.5%)	11	29
입시위주 교육과 과도한 사교육비(14.7%)	19	25
소통이 부족한 지역정치(0%)	8	7



선진화되지 못한 복지문화(4.2%)	28	7
육아지원 시스템 부족(6.9%)	2	2
농촌지원책 부족(0%)	5	6

표 92 500인의 원탁 2012 한국을 말하자(2012 경상남도)

제1주제 외도동에 살면서 가장 불편한 점은?	사전조사(%)	상호토론 후 투표(%)
비행기 소음	26	18
교통 환경	22	28
생활 문화 편의시설 부족	9	31
원주민 이주민 간 갈등	6	3
부족한 교육시설(학교)	5	21
개발제한으로 인한 불편	4	0
불친절한 공무원	1	0
없다	26	0
제2주제 외도동 발전을 위해 필요한 일은?		
주민 편의시설 제고	14	4
주민 간 소통 기회 마련	10	12
친환경개발(주변 하천 개발 포함)	12	21
학교 증설	10	41
도로 및 교통 개선	5	19
치안 강화	2	0

그림 93 함께 그리는 외도동의 미래(2013년 제주시 외도동 마을 토론)
 제주도 외도동은 공항 인근 마을로 항공기소음 문제가 심각한 지역,
 원도심과 신도심 사이의 원주민과 이주민 사이의 생활갈등 존재

TES-2015

Ⅲ. 속의형 토의 수업 사례

교실에서 적용해 보았던 토의 수업 중 속의형에 해당하는 것을 정리하여 보면 월드카페, 속의형 여론 조사, 합의회의 등을 들 수 있다.

각각은 모두 중층의 토의과정을 통해 협업에 기초한 경험적 성찰과 반성적 사고를 거듭하면서 상호 소통하는 방식이다. 월드카페는 몇 번의 자리이동을 통해 순식간에 사고의 크기를 키울 수 있으며, 카페라는 이름이 지시하듯 편안한 분위기에서 토의보다는 대화형식을 취하며 개방적인 사고의 발산이 일어날 수 있도록 한다. 합의회의는 각각의 역할에 충실하게 토의를 하되 다른 계층의 입장을 충분히 경청하고 수용하여 합의에 이르도록 한다. 속의형 여론 조사는 사고의 축진을 위한 적당한 토론 도구를 활용할 수 있으며, 시간이 걸리더라도 모든 사람이 돌아가며 충분히 자신의



의견을 방해받지 않고 이야기하는 조건을 만들어야 한다.

	월드카페	숙의형 여론 조사	합의회의
장점	개방적 ,역동적 ,자유로운 이동, 편안한 분위기, 대화, 낙서	누구나 이야기하게 된다. 이야기 할 시간이 충분히 있다.	구조화된 토론으로 월드카페와 타운홀 미팅방식의 장점을 일부분 흡수하며 토론의 논점이 명확해 진다.
발문 및 토의 주제	해결책을 찾는 것을 주문하는 발문이어야 한다. 원전에 대한 찬성반대등과 같은 것은 월드카페의 토의 주제가 되기 힘들며, 이럴 경우 원전을 폐기할 경우 어떻게 해야 안정적인 전력공급이 가능하도록 할 수 있을까? 라는 형태로 발문을 수정 변형하여야 한다.	주제와 관련된 다양한 설문을 작성한다. 설문은 가능한 사전에 공개하지 않도록 하며, 모든 숙의 과정이 끝난 후 설문을 공개하여 응하도록 한다. 이때 인터넷 설문조사 사이트를 통해 실시간 결과를 집계하고 확인할 수 있다.	논쟁이 되는 주제의 사용이 가능하다. 단, 여러 역할과 입장에서 논쟁점에 대한 차별적 입장을 갖도록 사전에 준비를 해야 한다. 이후 이 논쟁점이 몇 차례의 차별적 형식의 회의를 통해 수정 보완된 후 합의된 의견이 도출 되도록 한다.
tip	자연스러운 분위기를 위해 환경의 구축이 필요(카페와 같은 음악, 약간의 먹을거리, 낙서)하다. 교실에서는 이동의 혼선을 피하기 위해 약간의 장치를 하면 좋다.	사고를 확장시키기 위한 토론도구를 적절하게 개발해야 한다. 퍼실리테이터의 역할이 중요하다. 충분히 존중하고 경청하고 의사개진이 방해받지 않는 환경을 만들어야 한다.	전문가와 시민의 이분화된 구도로 구조화 하거나 각계각층의 다양한 역할로 몇 개의 모둠으로 구조화할 수 있다.
협업 및 상호작용	문제해결을 해야 하는 미션이 분명하게 있고, 테이블을 몇 번 이동하면서 이동한 토론자에 의해 혹은 자리를 지키는 호스트에 의해 이전의 토의 내용이 자연스럽게 축적 반영되면서 상호작용과 협업이 일어난다.	모둠원들의 의견 과정에 개입하여 논쟁하지 않는다. 모두의 의견을 충분히 경청하게 하며, 이 경청과 발표의 과정에서만 상호작용이 일어나도록 한다.	각계각층의 역할을 맡은 구성원들이 헤쳐모이는 1,2차 회의를 통해 자신들의 주장을 수정하며 최종 합의문을 작성하는 과정에서 상호작용이 일어난다.



TES-2015

정말 사소하지만 결정적인 것들

토론 수업을 1년 내내 진행한다고 말을 하면 “에이 ~ 뽕” 이라고 생각을 한다. 하지만 그게 그리 어려운 것은 아니다. 그리고 1시간 내내 토론 수업을 하는 것을 아니다. 하지만 결국은 1시간 내내 토론을 위한 수업을 하는 것은 맞다. 도입에 필요한 강의를 하고 토론이 가능하도록 사전에 알아야 할 기본 개념을 전달하고 그리고 토론을 본격적으로 하거나 혹은 그 과정 중에 계속 되는 발문을 던지고 그 발문에 발표를 하고 그 발표에 꼬리를 이은 발표를 하고, 혹은 모둠별로 제대로 준비된 탐구 토론학습을 하고. “뽕”은 아님 썸이다. 그렇게 하려면 정말 사소하지만 중요한 것들이 있다.

1. 시작이 중요하다

3월에 아이들과 만날 때가 가장 중요하다. OO 교사의 수업은 이렇게 진행된다는 것을 한 달 동안 꾸준히 반복해서 설명하고 강조하고 패턴을 익히도록 해야 한다. 그래서 3월은 좀 힘들지만 일정한 시간이 지난 후 부터는 의례 그래 왔기 때문에 익숙하게 토론을 진행한다.

2. 잘 뽑은 사회자가 수업을 구출한다.

토론수업의 장점 중 가장 고마운 것은 모둠별 토론수업을 통해 여러 명의 보조교사를 저절로 얻는 것이다. 즉, 모둠을 나누게 되면 그 속에서 사회자를 선정해야 한다. 자발성에 기초하고, 물론 이 학생들에게는 적절한 인센티브를 준다는 것을 사전에 공지해야 한다. 물론 사회자가 처음 부터 사회를 잘 보는 것은 아니다. 따라서 별도의 사회자 교육 시간을 가져야 한다. 각반의 사회자들을 모아놓고 사회자 실습을 시키는 것이다. 이렇게 훈련된 사회자는 책임감과 끈기와 몇 가지의 기술을 가진 퍼실리테이터로 거듭나게 된다. 교사 혼자 30여명의 학생을 책임지는 것이 아니라 이제는 좀 가볍게 수업을 진행할 수 있다.

3. 학생들과 눈을 맞추지 마라.

전체 학생들과 발표를 중심으로 한 토론을 할 때는 무엇보다도 발표하는 학생들과 눈을 맞추지 않은 것이 필요하다. 어른이나 학생이나 다중 앞에서의 발표는 무척이나 떨리는 순간이며, 그 순간 자신을 바라보는 교사의 눈빛이 이상하게 흔들리게 되면 발표하는 학생 자신의 머릿속에 세워 두었던 논리가 와르르 무너지고 만다. 그래서 전체 토론에서 학생들이 발표를 할 때는 교사는 어느 구석에 가서 등을 보이고 서 있는 것이 좋다. 그 순간 눈을 맞출 곳이 없어진 발표자는 자연스럽게 동료 학생들을 쳐다보며 발표를 하게 되고 자신감을 잃지 않고 미리 세워둔 자신의 논리를 포기하지 않고 끝까지 세워나갈 수 있게 된다.

4. 완전한 문장구조를 가진 ‘사람의 말’로 발표를 하게 해라

학생들은 언제부터인가 단어 몇 개로 자신의 의견을 말하는 게 습관이 되어 버렸다. 특히 수업시간이 더 그렇다. 아마도 수업 시간에 쫓긴 교사들이 충분히 아이들의 발표가 완전히 끝날 때까지 기다려 줄만한 시간이 없었던 것 도 한 원인이 될 것이다. 어쨌든 아이들은 발표를 문장이



아닌 단어 몇 개의 조합으로 끝내려고 한다. 이것을 막아야 한다. 발표와 말하기는 처음부터 잘 하는 것은 아니다. 여러 번의 반복적인 교정과 훈련에 의해서 되는 것이니 만큼, 사전에 학생들에게 발표는 꼭 ‘~입니다’로 끝나야 함을 주지시키도록 하자.

5. 낙서는 아이들의 마음을 열어 준다.

B4이상 되는 종이를 테이블에 깔아 놓고 색연필을 한 세트씩 조별로 나눠주고 토론을 시작한다. 자연스럽게 낙서를 하면서 토론을 하게 한다. 참여도가 조금 떨어지는 친구들도 낙서를 하면서 자연스럽게 참여를 하게 된다. 또 자신의 머릿속의 생각을 자연스럽게 낙서 맵으로 엮어 내게 되어 생각정리에도 도움이 된다.



6. 토론은 듣는 것에서부터 시작된다.

동료 학생들의 발표를 잘 들어야 토론이 이루어진다. 하지만 교사의 말도 잘 안 들리는 학생들에게 동료들의 발표를 잘 들으라고 한다고 해서 들을 수 있는 게 아니다. 그래서 친구들의 발표를 듣고 오류를 찾아내어 다시 발표를 하는 학생에게는 2배의 인센티브를 준다. 이렇게 듣는 훈련을 시킨다.

7. ‘선생님’을 부르는 모둠은 감점이라는 강수로

모듬별로 토론을 할 때나 모듬 실험을 할 때는 절대로 ‘선생님’을 부르지 못하게 한다. 학생들이 선생님을 불러야할 궁금증이나 의문을 자신이 속한 모듬의 학생들에게 던지는 바로 그 지점에서 부터 토론이 시작되는 것이다. 그런데 많은 수의 학생들은 좀 더 빠른 지름길로 가려고 선생님을 부른다. 그러니 지름길을 찾는 학생들이 생기지 않도록 하고 모듬 원들에게 질문을 하고 의문을 말하게 해야 한다. 그러자면 선생님을 부르는 그 순간 바로 “번호가 몇 번이지? 감점.”

8. 모듬나누기

모듬을 2개의 형식으로 나눈다. 우선 성적분포가 고르게 된 것과 동일 성적 집단으로 나눈 것이다. 수업은 크게 개념전달이 중심인 경우와 토론을 통해 심화하거나 의사결정 혹은 활동을 해야 하는 경우가 있다. 개념전달이 중심인 경우는 보조교사의 도움이 가장 절실하다. 그러므로 조금 더 수업을 잘 이해할 수 있는 학생들이 모듬에 한명정도는 있는 것이 도움이 된다. 하지만 이 경우 무임승차 자가 꼭 발생하게 된다. 그래서 개념이해가 중심이 아닌 수업의 경우는 그 과목의 성취도가 낮은 학생들끼리 모듬을 만들어 활동을 진행하도록 해보는 도전도 의미가 있다. 한번은 실험수업을 성취도가 낮은 학생들끼리 모듬을 만들어 진행했는데, 욕설이 난무하고 몇 번을 뒤집어엮더니 한 학생이 묶은 염산에 손가락까지 담그며 싸움을 했다. 그렇지만 결국은 실험을 완벽하게 해 내고 보고서까지 제출하였다. 물론 이 경우 학생들과 라포가 형성된 후 왜 이런 모듬의 구

과학년 9학년(과학기)

구분	성적	성취도	성취도	성취도	성취도
1	90	90	90	90	90
2	80	80	80	80	80
3	70	70	70	70	70
4	60	60	60	60	60
5	50	50	50	50	50
6	40	40	40	40	40
7	30	30	30	30	30
8	20	20	20	20	20
9	10	10	10	10	10
10	0	0	0	0	0



성을 하여 수업을 하게 되었는지 그 이유를 납득시킬 수 있어야 할 것이다. 부진한 학생들도 스스로의 힘으로 완성되어 가는 활동을 보며 자신감이 생기는 것을 발견할 수 있었다.

9. 모바일로 토론 내용 전송하기

모둠별 토론의 세밀한 평가가 필요한 경우는 토론을 스마트폰으로 녹음을 한 후 메일로 전송하는 방식을 택하기도 하였다. 귀가시간에 심심치 않은 들을 거리가 되어주기도 한다.

10. 2, 3개 학급의 합반 수업으로 학기말 토론 축제를 열어보자

토론을 잘 활용하면 학기말 평가가 모두 끝난 어수선한 학기말의 분위기에서 의미와 재미를 동시에 잡을 수 있는 토론 축제를 열 수 있다. 예를 들어 학교 내에 2, 3개 반이 함께 들어갈 수 있는 공간에서 합반으로 여러 사람과 만나는 토론방식을 택하여 진행할 수 있다. 예를 들어 월드카페, 토론 배틀, 눈덩이 토론 등이다. 또 디베이트를 했었다면, 별도의 준비 없이도 기존의 토론 디베이트에서 우승한 팀으로 다시 대표 디베이트 수업을 강당 등에서 진행할 수 있다.

11. 토론 주제 및 발문이 정말 중요

찬반을 묻는 것인지 아니면 해결책이나 합의를 요구하는 것인지 토론 주제에 따라 또 토론 방법에 따라 맞춤형 형식이 있다. 또한 같은 주제라도 발문을 어떻게 했느냐에 따라 토론의 성패가 갈릴 수도 있다. 예를 들어 월드카페와 같은 형식에서 찬반을 묻는 것은 와인을 접시에 따라 마시는 것과 같다. 월드카페와 같이 다중지성에 의지할 수 있는 형식은 어려운 문제의 해결책을 구하는 것이 필요할 때 적당한 방식이 된다. 또 짝을 바꾸어 토론 배틀을 진행하는데 해결책을 묻는 것은 빵빵하게 부풀어 곧 하늘로 올라갈 풍선에 구멍을 내는 것과 같다. 이때에는 좀 더 분명한 찬성과 반대로 나누어서 토론의 발문을 정해야 하는 것이다.



문제적 치즈님, 동물권을 숙의하다

- 합 의 회 의 -

삼각산고등학교 김경태, 김추령, 최문진

TES-2015

I. 잠깐, 들어가기 전에

먼저 두 가지 질문을 던져 보려고 한다. 치즈님이라는 신조어를 탄생시킨 대한민국에서 치킨은 밥 다음으로 선호하는 기호 식품이라고 해도 과언이 아니다. 지금 학교의 학생급식 식단표를 살펴보자. 한 달 동안 육류가 들어가 있지 않은 식단이 하루라도 있을까?(삼각산고 2015년도 11월 급식표를 가지고 학생들과 찾아본 결과 없었다) 그런데 여기서 더 중요한 점은 치즈님에 열광하는 청소년들에게 치킨은 닭이 아니라는 것이다. 치킨은 얼마 전까지 살아있었다는 증거를 완벽하게 없앤 채, 마트의 진열장에 깔끔하게 진열되어 있는 상품이라는 것이다. EU에서는 2012년부터 회원국의 산란계의 배터리케이지 사육을 전면 중단하고 있다. 그러나 국내에서는 소비되는 계란의 95%가 배터리케이지 방식으로 사육된 산란계에서 생산된 것이다.

첫 번째 질문이다. 이 내용을 가지고 여러분이 수업을 할 때 학대 받는 닭의 영상을 활용할 것인가?

생물 관련 수업에서 동물권 다루려고 했을 때 가장 쉽게 선택하는 방법은 고발 프로그램 식의 접근이다. 공장식 축산 농가에서 학대받고 있는 닭의 충격적인 영상을 학생들에게 보여주는 것이다. 그런데 문제는 이 충격 동영상은 순간적인 효과는 있을지 모르겠지만 학습자의 인식을 바꾸어 실천을 조직하지는 못하는 듯하다. 엄청난 고발 영상이 퍼졌음에도 밍크코트와 여우 목도리를 소장하고 싶은 욕망이 사그라지지 않는 것과 마찬가지로인 것이다. 그렇다면 동물권 수업을 통해 실제로 과도한 육식위주의 식단을 줄이는 실천이 가능하게 하려면 보다 이성적인 접근을 해야 하는 것 아닐까?

이제 두 번째 질문이다. 동물권 관련 수업에서 당연히 토의토론은 빠질 수 없다. 그런데 어떻게 진행할까? 닭공장이나 닭농장이냐를 가지고 토론 베틀을 진행해서 49 : 51 로 결정되면 전체 학생들은 닭공장을 반대하고 닭공장에서 나온 닭고기나 계란의 섭취를 하지 말아야 한다는 것일까? 그 결정을 학생들은 얼마나 받아들일 수 있을까? 다른 입장을 가진 사람들과의 상호작용이 충분히 일어나야 하고, 여러 의견들이 진지하게 검토되고 수용되는 속에서 우리에게 맞는 실천적 대안이 나올 수 있도록 토의를 조직해야 하지 않을까?



TES-2015

II. 수업 구성

대략 한 주제를 가지고 10차시 이내의 수업시간을 배정한다. 수업의 플롯은 다음과 같이 간략하게 나타낼 수 있다. 이 가운데 주제와 관련된 실험 과 수행평가를 배치한다.

도입 → 전개 → 문제점 공유 → 토의 토론

도입에서는 학생들의 관심을 ‘확~’끌어당길 만한 내용을 배치한다. 가능한 허구가 아닌 학생들이 공감할 수 있는 시공간에서 일어나는 사건을 모티브로 활용한다. 전개에는 보통 이 문제를 접근할 때 필요한 과학적 개념을 교과서에서 발췌하거나 혹은 추가 보완하여 탐구 토론 활동지를 만들어 모둠 토론 수업으로 진행한다. 세 번째 문제점 공유는 과학 관련 사회·윤리적 쟁점을 공유하는 것이다. 가능하면 쟁점의 찬성과 반대쪽의 다양한 입장과 상황이 충분히 전달되도록 한다. 그리고 마지막으로 이 쟁점에 대해 충분한 상호작용이 일어나는 토의 토론을 진행하도록 한다.



1차시-게임으로 시작해서 사회정치문제 분석까지

학생들에게 익숙한 치킨 브랜드로 빙고게임을 진행한다. 화면으로 치킨 브랜드를 빠르게 보여준 후 빙고 게임 판을 각자 구성하도록 한 후 빙고게임을 진행한다. 신나게 게임을 한 후 4인 1조 모듬별로 포스트잇을 주고 아래의 주제로 여러 생각의 조각들을 적어서 모아 분류하게 한다.

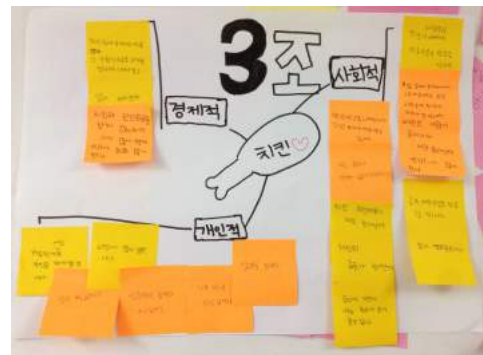
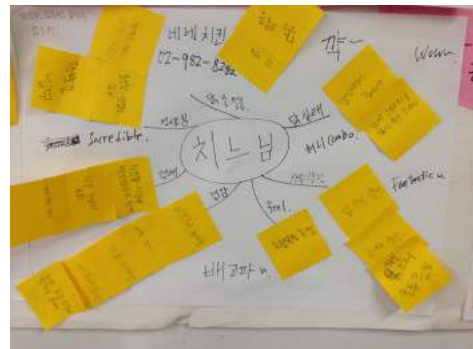
<과도하게 발달한 치킨 산업이 한국사회에 미치는 여러 영향에 대해 논하시오>

● 활동지 : 도입 빙고게임 과 사고의 확산

< 수업에서 사용한 활동지 일부 >

조가 한 편이 되어 555 빙고를 해봅시다!
게임부터 보여주는 화면을 김동해서 보세요!! 20개의 치킨 프랜차이즈가 쓰여있어요!
10칸에 하나도 빠짐없이 채워주세요!! 조별 협동이 중요~
남은 5칸은 조별로 자신들이 알고있는 치킨 프랜차이즈 이름을 적어주세요. 이 5칸의 일치는 조마다 다르겠죠?
5줄 빙고를 제일 먼저 완성한 조에게는 간식(이~음용 빙고 부르는 순서는 조 대표의 가위바위보로 정합니다.)
20개 가맹점 이름을 모두 채워봤나요? 원하면 한 번 더 보여주세요!

< 포스트잇 활동 결과물 >





2차시~4차시 - 과학 수업답게, 개념 학습

관련단원 : 융합과학 단원 V. 인류의 건강과 과학 기술 2. 과학 기술과 건강 1. 영양과 에너지
 관련단원의 내용을 기본으로 하며 치킨이라는 식품과 인간의 건강과 관련이 되는 포화지방산과 트랜스 지방산에 대한 이해를 할 수 있도록 학습내용을 구성하였다.

● 2차시 ~4차시 수업 : 과학적 개념 학습	
< 학생 활동지 제목 >	< 중심 내용 >
마른 몸 뚱뚱 한 몸 건강한 몸	<ul style="list-style-type: none"> • 거식증으로 사망한 이사벨 카로 이야기 • 잘 못된 다이어트 방법 탐구하기 • 요요현상, 나의 체질량 지수 구하기 • 기초대사 량이란
음식이 에너지가 되기까지	<ul style="list-style-type: none"> • 3대영양소와 3부영양소의 특징 및 역할 • 섭취한 열량 구하기 • 활동으로 소비한 열량 구하기 • 권장 식단 구성하기
물질대사와 세포 호흡	<ul style="list-style-type: none"> • ATP • 이화 작용과 동화 작용
여러 가지 지방산	<ul style="list-style-type: none"> • 고등어 기름, 오리기름이 돼지고기 기름과 다른 이유는? • 포화지방산과 불포화 지방산 • 트랜스 지방 • BBQ치킨은 올리브오일을 사용한다고?



5차시~7차시 - 닭 공장이나 닭 농장이나 토론을 위한 학습

공장식 축산이란 무엇이고 어떤 점이 문제가 되는지 또 동물복지 양계 농법이란 어떤 식으로 이루어지는 것인지에 대해 학습을 한다. 단, 이때 폭력적 영상 등에 노출되어 합리적 이성적인 사고가 일어나기 전에 혐오감으로 문제 자체를 덮어 버리지 않도록 주의 한다. 가능한 두 가지 양계방법에 대해 객관적인 접근이 가능하도록 한다. 또한 치킨이 닭이라는 생명을 가진 조류의 일종임을 인식할 수 있는 수업을 배치한다.

● 5차시 ~7차시 수업 : 닭공장이나 닭농장이나 토론을 위한 학습	
< 학생 활동지 제목 >	< 중심 내용 >
나의 건강검진표 이해하기	<ul style="list-style-type: none"> • 콜레스테롤의 종류 • 알코올성 지방간 • 고지혈증 이란? • 급식식단(1개월 분)에서 육류가 없는 날 찾아보기
치킨 맑고 닭	<ul style="list-style-type: none"> • 동물 분류학상 닭(조류)에 대한 생물학적 소개



	<ul style="list-style-type: none"> • 닭의 해부도에서 소화기관 이해하기-닭똥집의 오해 • 야생 닭의 행동 특성-알을 품는 본능, 헛대 등 • 닭의 배란 주기
닭에 관한 거의 모든 것	<ul style="list-style-type: none"> • OX 퀴즈를 통한 공장식 축산 양계농법에 대한 소개 • OX 퀴즈를 통한 동물복지 양계 농업에 대한 소개
수행평가 학생 평가회	<ul style="list-style-type: none"> • 수업초반에 학생들이 모둠별로 선택한 주제에 대해 조사를 실시하여 제출한 탐구내용 포스터 전시회 개최 : 1학년 전체 학급의 작품을 한 곳에 전시한 후 각 반의 학생들이 관람하며 우수작을 선정하도록 한다. • 포스터 관람을 통해 동물권 및 기타 토의에 필요한 폭넓은 지식을 얻을 수 있다.

TES-2015

II. 닭공장이나 닭농장 이냐. 그것이 문제로다



가상의 상황 설정

아래와 같은 가상의 상황을 설정했다.

- 해당 국가 : 닭치국
- 축산 농가 구조개선 역사 : 정부의 공장식 축산 농가 부양정책으로 가구당 마리 수는 증가하고 가구 수는 줄어들어 현재와 같은 공장식 축산구조가 자리를 잡았다. 이를 통해 닭고기의 가격이 싸지고 공급 물량이 늘어나면서 치킨 수요가 급증하여 한국사회에서는 우리를 절대 배신하지 않는다면 전설속의 치즈님이 등장하게 된다.
- 국제 사회의 제재 : EU가 동물의 권리가 보장되지 않은 닭고기 및 계란에 대한 무역 금지 조치를 취하게 되었다.

그러나 우리나라는 그동안 정부의 지원정책에 의해 규모가 큰 축산농가가 축산업의 중심역할을 하게 되었고, 이러한 영향으로 값싼 양질의 단백질을 국민들에게 공급할 수 있었다. 그러나 배터리 케이지 방식의 공장식 축산은 세계적인 동물학대의 비난 여론에 몰리게 되었다. 이를 지속할 경우 우리나라에 상당한 무역제재를 통한 손해를 감수해야할 형편이다. 공장식 축산을 중단하고 동물복지 축산방식을 선택할 경우 닭고기의 원가상승으로 치킨의 소비자 가격 또한 상당한 폭으로 상승하게 될 것이다. 온 국민이 열광하는 치즈님의 존재가 위협에 처하게 된다는 것이다. 이 상황을 어떻게 해결해야 할 것인가?



동물의 5대 자유

2014년 개정 동물보호법

동물의 5대 자유를 보장해야 한다.



- 배고픔과 목마름으로 부터의 자유
- 고통과 질병으로 부터의 자유
- 정상적인 활동의 자유
- 공포와 불안으로 부터의 자유
- 불편으로 부터의 자유



아래의 문제점을 해결 하시오.

- 닭치국이 가지고 있는 밀집사육의 문제점을 해결하라. 단. 아래의 조건을 만족해야 한다.
- 가. 우리 축산업의 경쟁력을 가능한 유지해야 한다.
 - 나. 국민의 건강 증진을 적극적으로 고려해야 한다.
 - 다. 사육 동물의 복지를 최선을 다해 고려해야 한다.






합의회의

* 본 사진은 같은 방식으로 진행한 다른 수업의 모습임

<p>의견 세우기 4인 1조 모둠별 책상에는 역할 뜻말이 놓여 있다. 책상위에 있는 각자 원하는 색깔카드를 선택한다. 카드의 내용중에 자신의 입장을 세우는데 도움이 될 만한 것을 찾아 본다. 돌아가며 자신의 생각을 이야기 하며 의견을 세워본다</p>	<p>합의회의 자기 선택한 색깔이 지정된 그룹으로 이동을 한다. 동일한 색깔의 사람들이 모이게 되면 총 8명의 찬성반대의 입장을 같은 사람들이 모이게 된다. 1차 - 돌아가며, 자신의 입장이 무엇인지 설명한다. 이때 절대 반대를 하거나 다른 의견을 내어서는 안된다. 1차는 충분히 자신의 의견을 이야기 하는 시간이다. 각 색깔팀의 사회자를 선정한다 (청소년 그룹이 사회자를 맡도록 해도 된다)</p>	<p>2차 의견 나누기 2차 해결책을 찾는 회의이다. 주의 할 것은 찬성 반대를 하는 토론이 아니라 각자의 입장의 차이를 줄여서 해결책을 찾는 것이다. 해결책은 하나여도 좋고 다양한 영역에서 여러개 가 나와도 좋다.</p>	<p>Right Now 지금 당장, 우리가 할 수 있는 해결책 하나를 채택하여 결의를 하도록 한다.</p>
--	--	---	--

<p>① 역할별 이름표 부착 (이름표의 색이 각각 R, G, B, Y) 각자 자기가 맡은 역할의 이름표를 부착하고 있다</p> 	<p>② 1차 역할별 회의 동일한 역할을 맡은 학생들이 모여 자신들의 입장을 정리하고 있다.</p> 	<p>③ 이동 1차 시민 합의회의를 위해 테이블의 R, G, B, Y 색을 찾아 이동하고 있다.</p> 
--	---	--



<p>④ 1차 시민합의회의 1차 시민합의회의에서 각계각층이 자신의 입장을 주장하고 있다.</p> 	<p>⑤ 2차 역할별 회의 같은 역할을 맡은 학생들이 1차 합의회의 후 다시 모여서 1차 합의회의에서 나왔던 의견들을 공유하며 수정 의견을 정리하고 있다.</p> 	<p>⑥ 2차 시민 합의 회의 2차 시민합의회의의 멤버들의 최종 의견을 사회자가 합의문 작성을 위해 녹취하고 있다.</p> 
---	---	--

단계	중심 내용	방법 및 내용	준비
각 역할별 모임	다양한 역할별로 모임을 갖음	토론 카드를 활용하여 각 역할별 입장을 정리한다.	토론 카드 준비
1차 합의회의	입장차이 확인 및 토의	각계각층이 모여서 각 역할별 입장을 주장한다. 입장을 차이점은 무엇이고 동일한 점은 무엇인지 인식한다. 입장을 차이를 확인하기 위한 약간의 논쟁적 토론이 진행될 수 있다.	사회자와 기록자 선정
2차 역할별 모임	초기 입장에서 수정 가능한 부분 수정	각계각층이 모여 이루어진 토의 내용을 서로 공유하며, 수용 가능한 입장은 어떤 것이 있는지, 어떤 부분을 수용해야 할지에 대해 논의를 하고 수정입장을 정리한다.	
2차 합의회의	쟁점부분에 대한 수정 의견	수정입장을 가지고 다시 1차 토론에서 쟁점이 되었던 부분을 어떻게 조정할 지에 대해 논의를 한다. 합의된 부분을 정리한다. 합의문을 작성할 대표를 선발한다.	
합의문작성	선발된 학생들이 모둠별로 각각의 합의문을 작성	합의문을 작성한다.	합 의 문 양 식
합의문 공유		완성된 합의문을 발표하거나, 부착한다.	



MEMO



위험한 실험

- 수소를 이용한 여러 가지 실험 -

송문고등학교 전석천

TES-2015

I. 들어가기

수소는 우주 내에 가장 많이 존재하는 원소이며 가장 가벼운 물질이다. 또한 연소하면 공해가 없는 물을 만들고, 핵융합에 의해 엄청난 에너지를 발생하고 있다. 이렇게 수소가 지니고 있는 무한한 잠재 에너지에 의해 현재는 커다란 관심의 대상이 되는 물질이다. 이 수소를 만드는 방법을 알아보고, 수소를 이용한 다양한 실험을 통해 수소의 성질을 탐구해보자.

TES-2015

II. 활동

[활동1] 수소를 만들어보자.



이 활동을 하면?

금속과 산이 반응하여 수소가 발생함을 확인할 수 있다.



무엇이 필요할까?

<마그네슘 리본, 알루미늄 판, 아연판, 철판, 구리판, 시험관 5개, 0.5M-염산용액, 스포이트, Y자형 시험관, (구멍있는)고무마개, T자 유리관<대신 가지달린 시험관과 고무마개>, 고무관, 가는 유리관, 굵은 유리관, 비커, 비눗물, 보안경



어떻게 할까?

1. 마그네슘 리본, 알루미늄 판, 아연판, 철판, 구리판을 같은 크기로 잘라 묶은 염산이 들어있는 시험관에 넣어 반응되는 정도를 비교해 보자.
2. Y자형 시험관 마그네슘 리본을 5cm 정도 넣고, 다른 쪽에는 1M - 염산 10mL를 넣는다.
3. 유리관과 고무관이 연결된 고무관을 연결한다.
4. 고무관 끝에 연결된 유리관을 비눗물에 담근다.
5. Y자형 시험관을 기울여 반응을 시켜보자.
 - 기체를 이용하여 비눗방울을 만들어보자.



- 비눗방울이 공중으로 날아올라가는 과정을 살펴보자

6. 이 비눗방울에 불을 붙여보자. - ⊗⊗ 비눗방울이 만들어지면 수소발생장치를 치우고 비눗방울에 불을 붙여보도록 한다.
7. 실험대 위에 비눗물을 묻히고 그 위에 비눗방울을 만들어보자. - 비눗방울이 어떻게 변하고 있는지 살펴보자. 크기의 변화를 살펴려면 어떻게 해야 하는지 생각해보자.
8. 실험대 위에 만들어진 비눗방울이 30초 정도 지난 후 불을 붙여보자. 바로 만들어진 비눗방울과 차이점은 무엇일까?

<시범실험 1> 수소 기체가 발생되는 곳에 긴 유리관을 끼운 후, 여기에 직접 불을 붙인다.

이렇게 불이 붙은 유리관에 더 굵고 긴 유리관 끼우면 어떤 변화가 있는지 살펴보자.

<시범실험 2> 수소 기체가 채워진 풍선에 압전기로 점화를 시켜보자. 그 결과는?

다시 이 풍선에 공기를 조금 넣고 다시 압전기로 점화시키면 그 결과는?

공기 대신 순수한 산소를 넣은 후 압전기로 점화시키면 그 결과는?

<시범실험 3> 위의 불이 붙은 유리관에 차가운 비커를 대어보자. 비커의 표면에 어떤 변화가 있는지 살펴보자.



무엇을 조심할까?

1. 염산은 강한 산이다. 피부에 묻었을 경우 많은 물로 씻어야한다.
2. 발생하는 수소에 직접 불을 붙이는 것은 매우 위험하다. 확실한 상태인지를 확인한 후 실험해야한다.



생각해보기

1. 어떤 금속에서 수소가 더 잘 발생하는가? 금속과 산의 반응의 차이가 나는 이유를 적어 보자.

2. 모든 금속은 산과 반응하여 수소를 발생할까? 모든 산은 금속과 반응하여 수소를 발생할까? 그렇지 않다면 그 이유를 서술하여 보자.

3. <시범 실험>에서 수소가 연소하는 관에서 소리가 나는 원리를 적어 보자.



4. <시범 실험>에서 수소가 들어있는 풍선이 점화장치에 의해 불이 붙지 않는 이유를 서술하여 보자.

[활동2] 달걀 수소 폭탄

이 활동을 하면?

달걀껍질 속에 들어있는 수소가 들어있는 수소가 시간차이를 가지고 폭발하는 이유를 알 수 있다.

무엇이 필요할까?

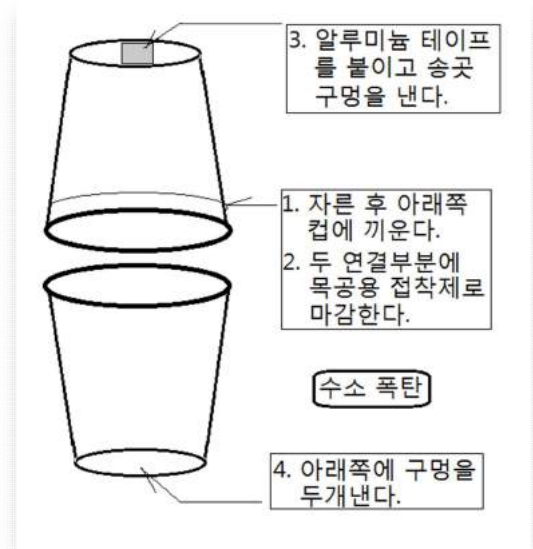
가스 점화기(라이터), 달걀, 작은 종이컵(소주 컵), 큰 종이컵, 칼, 가위, 목공용 접착제, 알루미늄 테이프, 송곳, 보안경

어떻게 할까?

1. 달걀의 위와 아래 부분에 2~3mm 정도의 구멍을 만들고 안에 있는 내용물을 꺼낸다.
2. 여기에 물을 넣고 잘 흔들어 깨끗이 씻은 후 잘 닦아둔다.
3. 이렇게 준비된 달걀껍질의 위쪽 구멍을 손가락으로 막고 상방치환으로 수소를 가득 채운다.
4. 달걀을 종이컵 위에 세우고, 위쪽의 구멍의 손가락을 떼 후 여기에 불을 대어본다. 시간이 지난 후 어떤 결과가 나타나는가?

<대체 실험>

1. 종이 소주 컵의 위 부분을 잘라낸다.
2. 다른 종이컵 위부분과 에 잘라진 부분이 서로 연결되도록 하고 여기를 목공용 접착제로 마감하여 기체가 새지 않도록 한다.
3. 종이컵의 바닥에 알루미늄테이프를 붙인다.
4. 종이컵의 바닥에 송곳 구멍을 만든다. - 알루미늄테이프에는 한 개, 다른 쪽에는 두 개의 구멍을 만든다.
5. 접착제가 마르면 알루미늄테이프의 구멍을 손가락으로 막고 위로 향한 상태에서 아래쪽 구멍으로 수소를 채운다.(상방치환)
6. 수소가 채워진 상태로 구멍을 잘 막고 이 컵을 바닥에 놓은 상태에서 알루미늄의 구멍에 가스 점화기의 불을 갖다 댈다. - 불을 대기 전까지 손가락을 떼지 않도록 한다.





7. 어떤 결과가 일어났는가?
8. 이와 같은 결과가 일어나는 것에 대해서 적어보자.



무엇을 조심할까?

- 달걀껍질을 이용할 경우에는 뚫린 구멍이 막혔나, 뚫렸나를 잘 확인해야한다.
- 이 실험은 달걀껍질이나 소주 컵으로 만든 수소 폭탄이라도 수소가 완전히 채워져야 한다.



생각해보기

1. 이 실험에서 만들어진 수소폭탄이 시간적 차이를 두고 폭발이 일어나는 이유는 무엇일까?

2. 이 실험에서 만들어진 수소폭탄의 시간적 차이를 일으키는 요인은 무엇인지 적어보자.

[활동3] 수소폭명기



이 활동을 하면?

1. 수소가 폭발을 일으키는 위력을 느낄 수 있다.
2. 물의 전기 분해 반응을 이해할 수 있다.



무엇이 필요할까?

송곳, 가위, 필름통, 전원장치<또는 사각형 6V 건전지>, 집게전선, 나사못, 드라이버, 가는 PVC 관, 롱노우즈 플라이어, 보안경



어떻게 할까?

1. 필름통의 몸통에 나사못을 두 개 꽂는다.
2. 뚜껑에 송곳으로 구멍을 낸 후 비닐관을 꽂는다. - 이때 비닐관이 막혀있는지 확인하여보자, 또한 비닐관이 구멍에 헐겁게 끼워지지 않도록 하자,
3. 필름통에 증류수를 넣은 후 필름통에 꽂힌 나사못에 전원장치의 전선을 연결한다.
4. 전원장치에 전원을 켜 필름통 안의 변화를 살펴본다.
5. 기체의 발생을 확인한 후 비닐관이 연결된 뚜껑을 닫는다.
6. 비닐관을 비눗물이 들어있는 비커에 담근다.



7. 기체의 발생되는 정도를 1분간 기록해보자.
8. 필름통 안의 증류수에 수산화나트륨을 2g 넣고 뚜껑을 닫아 위와 같은 방법으로 물을 전기분해 해보자.
9. 발생하는 기체의 양은 증류수만 사용했을 경우와 어떤 차이가 있는가?
10. 발생하는 기체에 의해 만들어진 비눗방울이 충분히 많아졌을 경우 이 비눗방울을 약손가락으로 떠서 불을 붙여보자.
11. 새롭게 만들어지는 비눗방울을 약손가락으로 떠서 불을 붙여보자.
12. 처음에 연소반응과 나중의 연소반응의 차이점은 무엇인가?
13. 비눗방울의 연소 시 큰 폭발이 일어난다면 새롭게 만들어진 비눗방울을 여러 개를 모아 약손가락에 떠둔다.
14. 1분 쯤 지난 후 비눗방울에 불을 붙여보자. 폭발이 일어났을 때에 비하여 어떤 차이가 있는가?



무엇을 조심할까?

1. 수산화나트륨은 강한 염기성물질이다. 피부나 옷을 심하게 상하는 성질을 가지고 있다. 따라서 피부나 옷에 묻은 경우에는 흐르는 물로 5분간 씻도록 한다.
2. 발생하는 비눗방울은 폭발력이 매우 크다. 약손가락에 담겨질 만큼만 반응시키도록 하자. 많은 양을 반응시킬 경우 매우 위험할 수 있으니 절대로 많은 양을 반응시키지 않도록 한다.
3. 가는 비닐관이 막힌 경우 전기분해과정에서 용기 내 압력을 형성시켜 용기의 폭발로 이어질 수 있다. 반드시 비닐관이 막히지 않도록 해야겠다.

생각해보기

1. 증류수만으로는 전기분해를 하는 경우와 수산화나트륨을 넣고 전기분해를 하는 경우의 차이점을 적어보자. 또 그렇게 차이가 나는 이유를 무엇일까?

2. 수산화나트륨 대신 소금을 이용하면 어떤 변화가 일어날까? 또한 황산구리 용액과 염화구리 용액으로 전기분해 한다면 어떤 차이가 일어날까?



TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경

수소의 발생과 연소

수소 기체는 금속과 산을 반응시키면 얻을 수 있다. 이때 금속의 종류에 따라 수소가 발생하는 정도가 다른 것을 볼 수 있다. 이것은 금속의 반응성의 차이가 되겠다. 마그네슘은 다른 금속에 비해 반응성이 매우 커서 산과의 반응으로 빠르게 수소 기체가 발생한다. 또한 구리는 산과 반응하여 수소기체를 발생하지 않는다. 이것은 구리가 수소보다 반응성이 더 작기 때문이다. 또한 물을 전기분해하면 (-)극에서 수소가 (+)극에서 산소가 발생한다.

수소는 공기보다 가볍기 때문에 수소 기체가 들어있는 비눗방울은 공기 중에 높이 날아올라가는 것을 볼 수 있다. 수소 발생 장치에서 처음에 나오는 수소 기체는 공기와 혼합된 상태로 발생되기 때문에 공기보다 가볍더라도 비눗방울의 질량 때문에 쉽게 떠오르지 않는다. 따라서 공기가 충분히 빠져나온 후 수소 기체만 나온다고 한다면 이때 만들어지는 비눗방울은 공중에 잘 떠오를 수가 있다. 또한 이렇게 수소가 채워진 비눗방울에 불을 대면 비눗방울이 터지면서 나오는 수소에 불이 붙는 것을 볼 수 있다. 그러나 공기가 많이 섞인 상태에서 불을 붙이게 되면 큰 폭발이 발생하는데 이는 공기 중 산소와 수소가 혼합된 상태에서는 반응이 폭발적으로 일어나게 되기 때문이다. 수소는 산소와 혼합비율이 작아도 폭발이 일어나는 특성을 가지고 있어 수소 기체에 불을 붙이는 경우에는 매우 조심스럽게 진행해야한다. 즉 혼합기체에 불을 붙이는 경우에는 적은 양만 사용하고 또한 수소 기체 발생장치를 불에서 멀리 떼어놓는 것이 좋겠다.

비눗방울 속의 수소는 비누막을 통해 서서히 빠져나가게 되는데 이런 과정이 일어나면 비눗방울이 점차로 작아지는 것을 볼 수 있다. 또한 이 과정에서 적은 양의 공기도 들어가게 되어 수소와 공기의 혼합 상태가 되면 여기에 불을 붙였을 때 더 큰 폭발음을 일으키면서 수소가 연소되는 것을 볼 수 있다. 또한 수소가 너무 많이 빠진 상태에서 불을 붙이게 되면 수소의 연소는 볼 수 없게 된다.

수소가 공기와 혼합된 상태에서는 폭발적으로 반응하나 수소만으로는 반응을 일으키지 않는다. 따라서 수소가 들어있는 풍선에 압전기의 전기를 작동시켜도 풍선은 터지지 않는다. 그러나 여기에 공기를 넣고 반응시키면 폭발로 이어지게 된다. 수소와 산소가 섞인 상태라면 더욱 큰 폭발로 이어질 것이다.

수소는 연소하여 수증기를 만든다. 따라서 수소의 불꽃 위에 차가운 비커를 놓으면 발생한 수증기가 응결되어 물방울로 맺히는 것을 볼 수 있다.

달걀 수소 폭탄

수소 기체는 공기보다 가볍기 때문에 채워진 그릇에서 위쪽의 구멍으로 빠져나오게 된다. 이때 기체가 빠져나온 것만큼 아래쪽으로는 공기가 들어가게 된다. 이 과정에서 수소와 공기가 혼합되게 되고 혼합된 상태의 기체가 나오는 순간 수소와 공기의 혼합 기체는 빠르게 반응하면서 폭발로 이어지게 되는 것이다. 따라서 수소 기체가 나오는 속도와 공기가 혼합되는 정도에 따라 폭발로 이어지는 시간이 다르게 된다. 또한 수소가 가득차지 않은 상태에서 불을 붙이는 경우에도 바로 폭발로



이어지기도 한다. 그러나 이 정도의 수소의 공기와 혼합기체가 폭발하는 것은 큰 위험은 없다. 다만 소리가 예상보다 크기 때문에 소음에 조심하는 것이 좋겠다.

수소 폭발기

수소와 산소가 반응하여 물이 되는 반응 부피비는 2 : 1이 완전한 반응비율이나 혼합비가 이보다 더 적어도 반응 시 폭발로 이어진다. 이와 같이 수소가 폭발을 일으킬 수 있는 비율을 폭발명기라고 한다. 물을 전기분해하면 수소와 산소가 발생한다. 이때 발생하는 수소와 산소의 부피비는 2 : 1이다. 따라서 이 비율로 반응하여 완전한 물이 되는 것이고 완전히 반응하기 때문에 큰 폭발로 이어진다. 이 비율로 혼합된 수소-산소의 비눗방울에 불을 대어주면 큰 폭발이 일어나고, 아주 시끄러운 폭발음을 들을 수 있다. 따라서 절대로 많은 양을 반응시키지 않도록 해야 하겠다. 또한 이 혼합비율로 들어있던 비눗방울을 오랫동안 두면 비눗방울의 막을 통해 수소 기체가 쉽게 빠져나가게 되어 혼합비율이 아주 적게 된다. 그러면 이 비눗방울은 큰 폭발로 나타나지 않게 되는 것이다.



위험한 실험

- 황과 인을 이용한 여러 가지 실험 -

송문고등학교 전석천

TES-2015

I. 들어가기

황과 인은 우리 몸을 이루는 매우 중요한 원소이다. 이 물질을 이용한 실험은 대부분 위험하기 때문에 잘 다루지 않는다. 중요한 원소로서의 황과 인을 탐구해보고 왜 위험한 물질인지를 알아보자.

TES-2015

II. 활동

[활동1] 황의 성질을 알아보자.



이 활동을 하면?

황의 다양한 구조를 생각해 볼 수 있다. 또한 황의 동소체를 생각해 볼 수 있다.



무엇이 필요할까?

시험관, 시험관집게, 황, 스포이트, 핀셋, 라이터, 약손가락, 알코올램프, 비커, 페트리 접시, 이황화탄소, 톨루엔, 보안경



어떻게 할까?

● 황의 녹는점 실험

1. 약손가락 2개 정도 분량의 황을 시험관에 넣고 고무마개로 시험관 입구를 약하게 막는다.
2. 위의 황을 알코올램프의 약한 불로 아주 천천히 가열한다. 이때 황이 녹기 시작하면 시험관을 잘 흔들어준다.
3. 황이 완전히 녹으면 황이 녹은 용액을 조금 더 가열한다. - 이때의 점성이 변화되는 것을 잘 살펴보자.
4. 황을 다시 더 가열하여 완전히 녹은 상태가 될 때까지 가열하여본다.
5. 황의 용액이 식어지면서 나타나는 변화도 다시 살펴보도록 하자.



● 황의 결정 만들기

1. 황 5g을 시험관에 넣고 톨루엔 10mL를 가한다.
2. 더운 물을 이용하여 시험관의 톨루엔을 가열하여 황이 용해되도록 한다.
3. 이 용액이 식어 결정이 생기는 것을 관찰하자.
4. 또 다른 시험관에 이황화탄소 용액 5mL를 넣는다.
5. 여기에 황을 녹여 포화되도록 한다.
6. 이 용액을 페트리 접시에 붓고 후드에 넣어서 이황화탄소를 증발시킨다.
7. 3와 6에서 생긴 결정의 모양을 살펴보자.



무엇을 조심할까?

1. 황을 너무 강하게 가열하지 않도록 한다. 이 경우 연소가 일어나 유독성 가스인 이산화황이 발생할 수 있다.
2. 톨루엔이나 이황화탄소는 유독성 가스를 발생한다. 환기가 잘되는 곳에서 실험하도록 하자.



생각해보기

1. 황을 가열하면 어떻게 되는가? 이런 변화는 어떻게 설명할 수 있을까?

2. 우리의 실험에서 만들어진 황의 결정 모양을 적어보자. 결정 모양이 다른 것은 어떤 차이 때문일까?

[활동2] 붉은인의 성질과 흰인의 제조



이 활동을 하면?

붉은인과 흰인의 차이점을 알 수 있다. 또한 이들은 동소체임을 알 수 있다.



무엇이 필요할까?

시험관, 시험관집게, 스포이트, 핀셋, 라이터, 약순가락, 1구 고무마개, 유리관, 스탠드, 클램프, 알코올램프, 비커, 가위, 페트리 접시, 눈금실린더, 붉은인, 이황화탄소, 톨루엔, A4 용지(이면지도 됨), 성냥, 염소산칼륨, 여과지, 황보안경



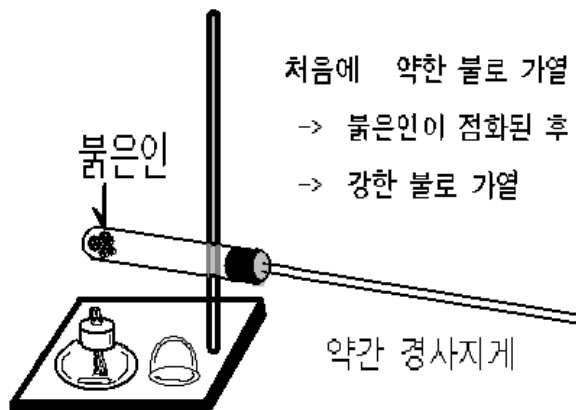
어떻게 할까?

● 붉은인의 성질

1. 붉은인을 이황화탄소에 녹여보자.<시범실험>
2. 붉은인을 핀셋으로 조금 집어 불을 붙여본다.<시범실험> - 아주 조그만 연소시켜보고 환기가 잘되는 곳에서 실험하도록 하자.
3. 적은 양의 붉은인을 종이에 약손가락으로 문질러 바른 후 그 위에 안전성냥을 그어보자.
- 종이 절대로 많은 양이 묻지 않도록 한다.
4. 붉은인과 염소산칼륨은 1 : 1 비율로 섞은 후 마찰시켜본다. <시범실험>- 절대로 많은 양을 하지 않도록 합시다. 또한 붉은인과 염소산칼륨을 섞을 때 마찰이 발생하지 않도록 조심한다.
5. 붉은인이 묻은 종이를 조금 자른 후 동전 위에 뒤집어 올려놓고 불을 붙인다. 불이 완전히 꺼진 후 동전 위에 남은 붉은 빛의 물질을 손가락 끝에 문힌 후 손가락을 비벼보자.- 이때 툼툼이 손가락을 벌려 연기가 발생하는지 살펴보자. 실험이 끝난 후 깨끗이 씻도록 하자.
6. 붉은인을 핀셋으로 조금 집어 염소가 들어있는 병 속에 넣어보자. - 염소의 발생은 뚜껑이 있는 음료수 병<대략 200mL 정도>의 바닥 한쪽에 염소산칼륨을 한 손가락 넣고 약간 기울여 반대쪽에 진한 염산을 1mL 정도 넣는다. 그 후 뚜껑을 가볍게 닫고 병을 기울여 염산과 염소산칼륨이 반응하도록 하여 만든다. 반응에 의해 발생하는 염소기체가 많아질 것을 대비하여 후드에서 실험한다.

● 흰인의 제조<시범 실험>

1. 붉은인 약 1g을 시험관에 넣는다. 이때 붉은인이 흐트러지지 않도록 시험관을 바닥에 두드려 모은다.
2. [그림1]과 같이 붉은인이 있는 부분을 약간 위로하고 시험관의 입구를 약간 낮게 한 후 시험관을 50cm이상의 유리관을 끼운 고무마개로 막는다.



[그림 1] 흰인의 제조 장치

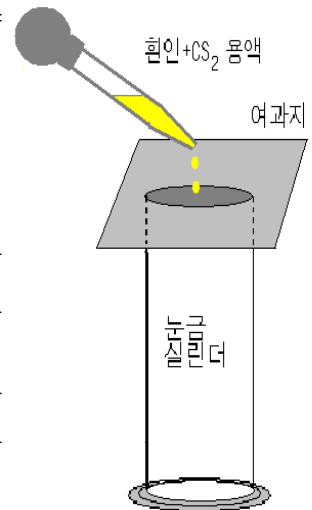
3. 붉은인이 있는 부분을 약한 불로 서서히 가열한다. - 이때 붉은인이 연소하여 흰 연기를



- 발생하나 조금 후 꺼진다. 연소가 멈추면 이때부터 붉은인을 썬 불로 가열한다.
4. 붉은인을 조금 썬 불로 가열하여 붉은인이 없어질 때까지 가열한다. - 이때 시험관의 입구에는 황색의 물질이 만들어진다.
 5. 시험관이 충분히 식을 때까지 기다린다.
 6. 시험관이 충분히 식었으면 더운물이 들어있는 비커에 시험관을 뒤집어 입구가 먼저 물에 잠기도록 하여 담근다.
 7. 황인이 녹아 비커의 바닥에 모이면 굳어지기 전에 큰 덩어리가 되지 않도록 핀셋을 이용하여 작게 만든다.
 8. 황인이 식어 굳어졌으면 작은 조각 하나를 핀셋으로 들어 공기 중에 놓아보자. - 흰 연기가 발생하면 잘 만들어진 것이다. 연기가 발생하는 것을 확인한 후 다시 비커의 물속에 넣어둔다.

● 황인의 성질과 황린을 이용한 화학반응<시범실험>

1. 황인을 물속에서 꺼내어 여과지로 잘 닦는다. - 황인은 손으로 직접 만지지 않도록 한다. 화상의 위험이 있다.
2. 시험관에 황인을 넣은 후 이황화탄소를 넣는다. - 황인 1g과 이황화탄소 5mL를 넣는 것이 좋은 것으로 되어있다. 황인의 질량을 재는 작업이 물속에서 실시되어야하기에 불편한 점이 많다. 미리 1g 정도가 되도록 준비된 황인을 만들자.
3. [그림2]와 같이 눈금실린더에 여과지를 올려놓고 2.의 황인+이황화탄소용액을 몇 방울 떨어뜨린다. - 여과지를 눈금실린더에 올려놓고 살짝 눌러 눈금실린더의 자국이 생기도록 하고 그 자리에 흰인-이황화탄소 용액을 떨어뜨린다. 용액은 여과지에 표시가 난 부분이 덮일 정도만 떨어뜨린다.
4. 여과지 위의 용액이 마를 때까지 기다린다. 변화되는 모습의 관찰이 중요하다. - 이 반응에 유독성 기체가 발생하므로 환기가 잘되는 곳에서 실험한다.
5. 굵기가 다른 눈금실린더를 이용하여 같은 방법으로 실험하여 보자.



[그림2] 흰인의 화학반응

무엇을 조심할까?

1. 인의 연소 시 발생하는 기체는 오산화인으로 위독한 가스임으로 환기가 잘되는 곳에서 실험한다.
2. 이황화탄소는 유독성 가스를 발생하므로 환기가 잘되는 곳에서 실험한다.
3. 흰인은 자연 발화되는 물질이므로 물속에 보관한다.
4. 붉은인과 염소산칼륨은 혼합물은 매우 위험하며 폭발 반응을 보인다. 절대로 많은 양이 섞이도록 하지 않는다.
5. 흰인을 만드는 과정에 사용된 시험관은 환기가 잘되는 곳에 보관하여 시험관에 묻은 흰인이 자연 산화될 때까지 며칠을 기다린 후 물로 닦는다.



6. 흰인의 이황화탄소 용액은 증발하면서 발화하는 성질이 있다. 남은 용액은 화재에 유의하여야하며 함께 모아 안전하게 처리하도록 하자.

생각해보기

1. 이 실험에서 황린+이황화탄소가 묻은 여과지에서 불이 붙은 원리를 적어보자.

2. 이 실험에서 눈금실린더의 크기에 따라 다른 소리가 나는 이유를 적어보자.

TES-2015

Ⅲ. 이론적 배경

황의 특성

1. 황의 녹는점 변화 분자 모양

원자번호 16, 원자량 32.064인 황은 8개의 원자가 왕관 모양으로 연결된 분자모양을 이루고 있다. 온도가 높아져 분자 간 인력이 약해져 액체로 되나 조금 더 열을 가하게 되면 분자를 이루는 결합이 끊어져 사슬모양으로 변하게 된다. 이때 점성이 커지는 것으로 판단된다. 더욱 열을 받게 되면 분자의 운동에너지가 커지고 액체의 점성은 작아진다. 더욱 심하게 열을 가하면 2원자 분자의 기체상태의 황 증기가 만들어진다.

녹는점	끓는점	밀도
사방황 112.8℃	끓는점 444.6℃	사방황 2.07g/cm ³ (20℃)
단사황 119℃		단사황 1.96g/cm ³ (20℃)

2. 황의 동소체

황은 단사황 사방황 고무모양 황으로 구분되는 동소체를 가지고 있는데 단사황은 액체상태의 황을 서서히 냉각할 때 얻어지는데, 이것은 긴 바늘모양 결정으로 이루어져 있다. 그것은 96~119℃에서 안정하나, 실온에서는 서서히 사방황으로 변한다. 뜨거운 용융된 황을 찬 물에 붓거나 해서 갑자기 냉각하면 고무모양 황 또는 점성황이라고 하는, 부드러우며 끈적끈적하고 유연한 비결정성 덩어리가 얻어진다. 사방황과 단사황은 이황화탄소에 잘 녹지만, 고무모양 황은 잘 녹지 않는다.

순수한 황은 부서지기 쉬운 무미·무취의 연한 노란색 고체로서 전기전도도가 작고 물에 녹지



않는다. 황 원소는 몇 가지 다른 형태로 존재하는데, 그 중 가장 중요한 것은 사방결정 및 단사 결정 형태이다. 실온에서 안정한 사방황은 보통의 막대황, 황화(黃華 : 증기가 냉각되어 직접 고체가 되는 승화에 의해 얻어지는 미세하게 쪼개진 형태)와 많은 천연 황을 포함하고 있다. 단사 황은 액체상태의 황을 서서히 냉각할 때 얻어지는데, 이것은 긴 침상형 결정으로 이루어져 있다. 그것은 96 ~ 119°C에서 안정하나, 실온에서는 서서히 사방황으로 변한다.

인의 특성

인은 1669년 독일의 H.브란트가 은을 금으로 바꾸는 액체를 만들려고 공기를 차단하고 오줌[尿]을 강열했을 때 발견하였으며 흰인·붉은인·검은인의 3가지로 산출되며 약 10개의 동소체가 있다. 흰인은 독성이 매우 강하여 아주 위험한 물질이며, 공기 중에서 서서히 산화하며 자연 발화하는 특성이 있다. 따라서 흰인은 물속에 보관한다. 흰인은 산화되면서 빛을 내기도 하는데 이 빛을 인광이라고 한다. 붉은인 자연발화하거나 인광을 내지 않는다. 흑연과 같이 검은인은 흰인을 고압 처리하여 만들며 화학적으로 가장 반응성이 작다. 흰인은 3가지 동소체 가운데 가장 반응성이 크며 연막탄 원료 및 소이탄 등 군사용으로 쓰이며 붉은인은 안전성냥의 마찰 부분을 만드는 데 쓰인다. 위의 실험에서 사용된 흰인-CS₂ 용액을 여과지에 묻혔을 때 CS₂가 증발하고 여과지에 남아있는 흰인이 자연발화하게 된다. 이때 실린더 안에 채워진 이황화탄소의 증기가 공기와 혼합되어 연소되면서 폭발로 이어지는 것으로 여겨진다. 실린더의 길이와 굵기에 따라 나오는 소리가 재미있다.

클라크수 0.08로, 제11위의 풍부한 원소이다. 흙원소물질로는 자연계에서 발견되지 않으나, 화합물로는 널리 분포해 있다. 즉, 인산염 광물로서 산출되고, 또 화산암에는 소량이, 바닷물 속에도 미량이 함유되어 있다. 생물과도 매우 밀접한 관계가 있는데 식물에는 0.2~0.8% 함유되어 있다. 동물에는 뼈·이 등의 주요 성분이고, 또 피틴·인지질·인단백질·핵산 등 각종의 중요한 유기화합물로서 체내에 함유되어 있다.

도깨비불이라고 하는 것은 자연 상태에서 인을 포함하고 있는 동물이나 식물의 성분 중에서 인화합물이 인화수소로 변하여 공기 중에 뿜어져 나오고 인화수소가 자연 발화되면서 발생하는 빛이 아닌가 생각하고 있다.



MEMO



You are so lucky!



신나는 과학을 만드는 사람들 직무연수 특강
2016년 1월 29일(금)

숫자에 속아 위험한 선택을 하는 사람들

- 환자 의사가 건강 통계 이해하기

황 승 식

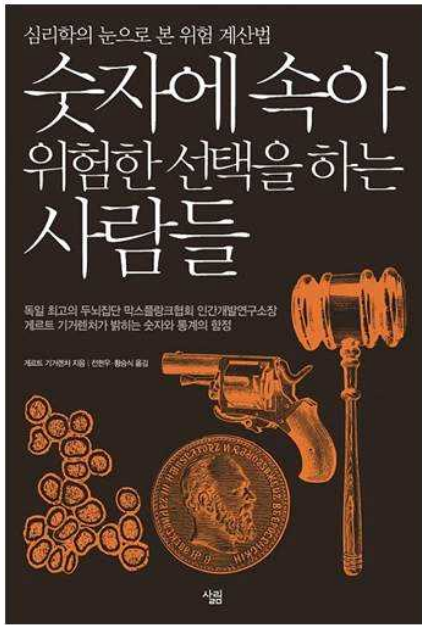
인하대학교 의학전문대학원 사회의학교실

cyberdoc@inha.ac.kr, @cyberdoc73

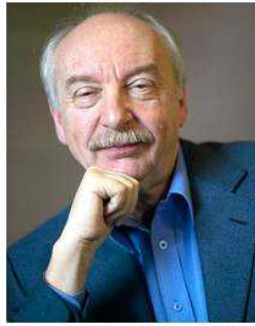
세상에 확실한 것은 죽음과 세 금 밖에 없다.

벤저민 프랭클린





『숫자에 속아 위험한 선택을 하는 사람들』(전현우, 황승식 옮김, 도서출판 살림, 2013년)



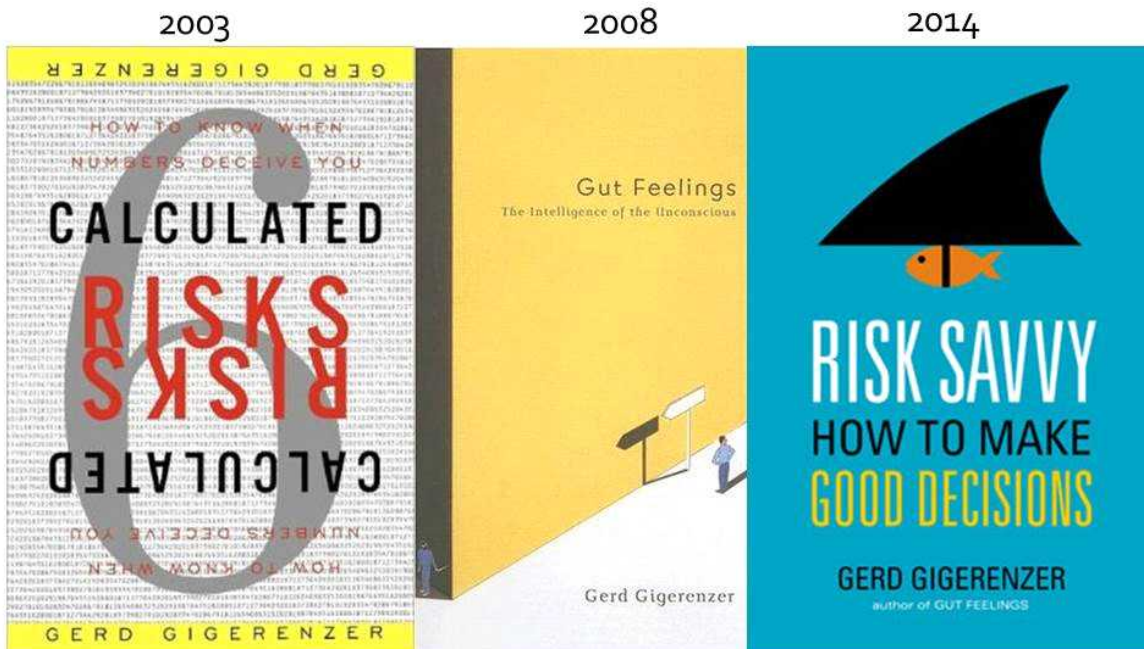
게르트 기거렌처
(1947~)
막스플랑크협회 인간개발연구소장

- 계산맹(innumeracy)의 특징
 1. 확실성에 대한 환상
 2. 위험에 대한 무지
 3. 잘못된 위험 소통
 4. 흐릿한 사고

2016-01-29

3

기거렌처 위험 3부작



2016-01-29

4



기거렌처 위험 3부작



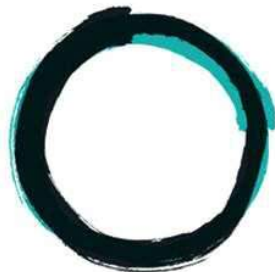
2016-01-29

5

Better Doctors, Better Patients, Better Decisions: Envisioning Health Care 2020



EDITED BY
Gerd Gigerenzer and
J. A. Muir Gray



STRÖNGMANN FORUM REPORTS

- 책임 편집자
 - Gerd Gigerenzer, J.A. Muir Gray
- The MIT Press, 1st edition (March 25, 2011)

2016-01-29

6



Helping Doctors and Patients Make Sense of Health Statistics

Gerd Gigerenzer,^{1,2} Wolfgang Gaissmaier,^{1,2} Elke Kurz-Milcke,^{1,2} Lisa M. Schwartz,³ and Steven Woloshin³

¹Max Planck Institute for Human Development, Berlin; ²Harding Center for Risk Literacy, Berlin; ³The Dartmouth Institute for Health Policy and Clinical Practice's Center for Medicine and the Media, Dartmouth Medical School

SUMMARY Many doctors, patients, journalists, and politicians alike do not understand what health statistics mean or draw wrong conclusions without noticing. Collective statistical illiteracy refers to the widespread inability to understand the meaning of numbers. For instance, many citizens are unaware that higher survival rates with cancer screening do not imply longer life, or that the statement that mammography screening reduces the risk of dying from breast cancer by 25% in fact means that 1 less woman out of 1,000 will die of the disease. We provide evidence that statistical illiteracy (a) is common to patients, journalists, and physicians; (b) is created by nontransparent framing of information that is sometimes an unintentional result of lack of understanding but can also be a result of intentional efforts to manipulate or persuade people; and (c) can have serious consequences for health.

The causes of statistical illiteracy should not be attributed to cognitive biases alone, but to the emotional nature of the doctor-patient relationship and conflicts of interest in the healthcare system. The classic doctor-patient relation is based on (the physician's) paternalism and (the patient's) trust in authority, which make statistical literacy seem unnecessary; so does the traditional combination of determinism (physicians who seek causes, not chances)

What can be done? We discuss the importance of teaching statistical thinking and transparent representations in primary and secondary education as well as in medical school. Yet this requires familiarizing children early on with the concept of probability and teaching statistical literacy as the art of solving real-world problems rather than applying formulas to toy problems about coins and dice. A major precondition for statistical literacy is transparent risk communication. We recommend using frequency statements instead of single-event probabilities, absolute risks instead of relative risks, mortality rates instead of survival rates, and natural frequencies instead of conditional probabilities. Psychological research on transparent visual and numerical forms of risk communication, as well as training of physicians in their use, is called for.

Statistical literacy is a necessary precondition for an educated citizenship in a technological democracy. Understanding risks and asking critical questions can also shape the emotional climate in a society so that hopes and anxieties are no longer as easily manipulated from outside and citizens can develop a better-informed and more relaxed attitude toward their health.

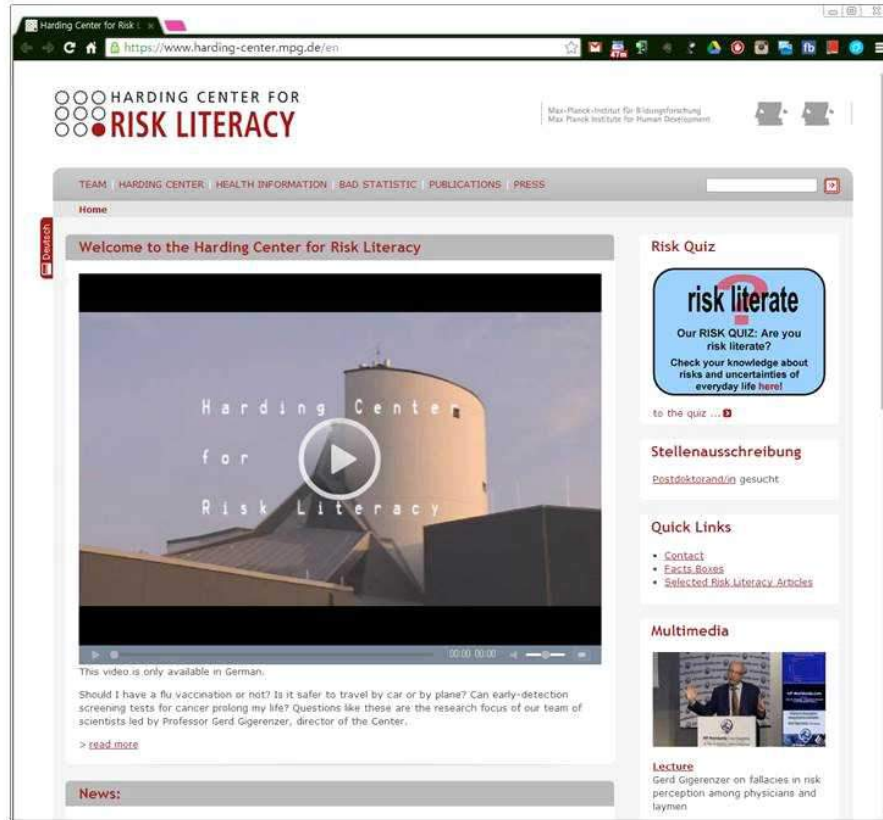
2016-01-29

7



2016-01-29

8



2016-01-29

9

사례 1

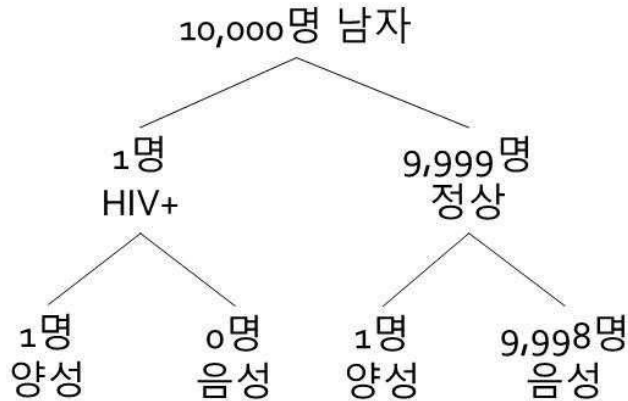
- 저는 동성애자도 아니고 마약도 하지 않으며 수혈 받은 적도 없는 30대 남성으로 얼마 전 헌혈을 했더니 AIDS 양성 반응이 나왔습니다. 저는 AIDS에 걸린걸까요?
 1. 고위험이 아닌 성인 남성 AIDS 유병률 0.01%
 2. HIV 검사(웨스턴 블롯) 민감도 99.99%, 위양성률 0.01%
 - 민감도: 실제로 질병이 있는 사람에서 검사 결과 양성 나올 확률
 - 위양성률: 실제로 질병이 없는 사람에서 검사 결과 양성 나올 확률

2016-01-29

10



자연 빈도 이용(선별검사)



$$p(\text{HIV+}|\text{검사+})=1/(1+1)=50\%$$

2016-01-29

11

의사가 확실성의 환상을 만드는가?

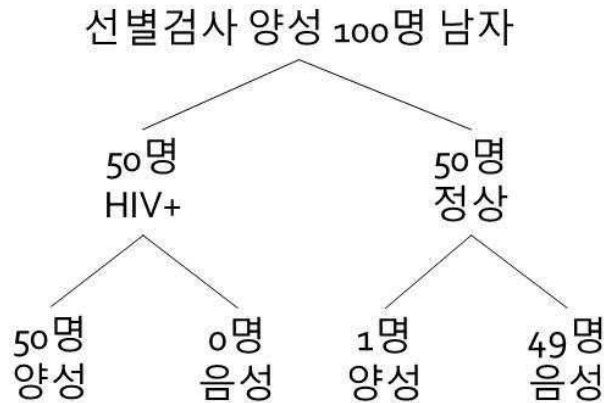
- 플로리다에서 헌혈 혈액 ELISA 검사 결과 양성 반응을 보인 22명의 헌혈자 중 7명이 자살했다는 충격적 결과 발표
 - 전직 플로리다 주 상원의원 Lawton Chiles가 1987년 AIDS 학술회의에서 보고
1. 1만 명의 저위험 행동 동성애 남자에서 HIV 유병률은 1명
 2. 웨스턴블롯은 민감도와 특이도(1-위양성률)가 약 99.99%로 매우 높음.
 3. 선별검사 양성인 남자에서 실제 HIV 감염 확률은 50%가 되지 않음.

2016-01-29

12



자연 빈도 이용(재검사)



$$p(\text{HIV+}|\text{검사+})=50/(50+1)=98\%$$

2016-01-29

13

사례 2

- 의사가 검사의 민감도와 특이도를 이해하는가?
- 어떤 지역에서 유방촬영술을 이용해 유방암 검진을 수행한다고 가정하자. 이 지역에서 여성에 대한 정보는 다음과 같다.
 1. 어떤 여성 인구집단에서 유방암이 있을 확률(유병률)은 1%
 2. 유방 촬영술의 민감도는 90%, 위양성률은 9%

2016-01-29

14



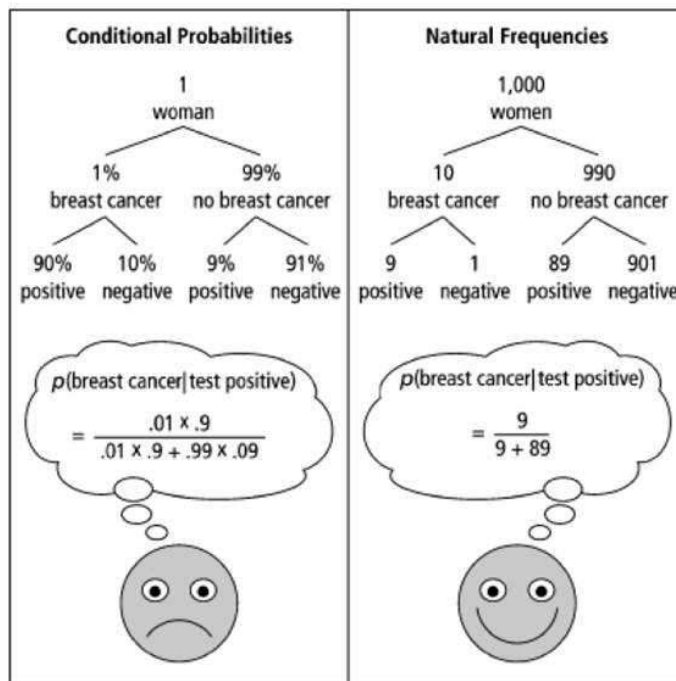
- 유방촬영술 결과 양성이 나온 여성 중 몇 명이 실제로 유방암이 있겠는가?

1. 10명 중 9명
2. 10명 중 8명
3. 10명 중 1명
4. 100명 중 1명

2016-01-29

15

유방암 검진: 자연 빈도 이용

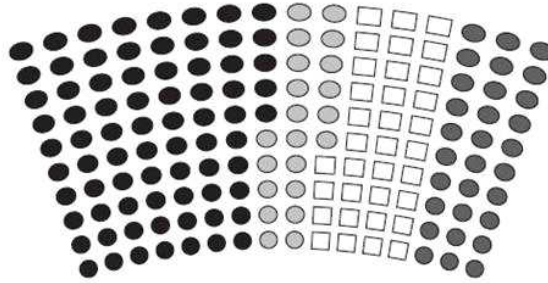


2016-01-29

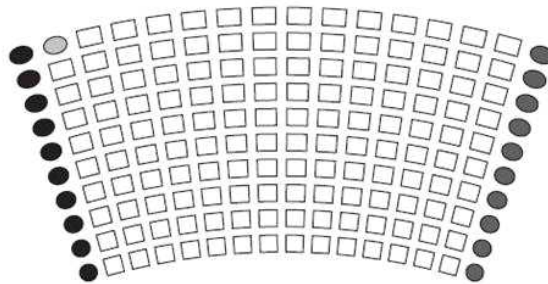
16



Doctors before training



Doctors after training



2016-01-29

17

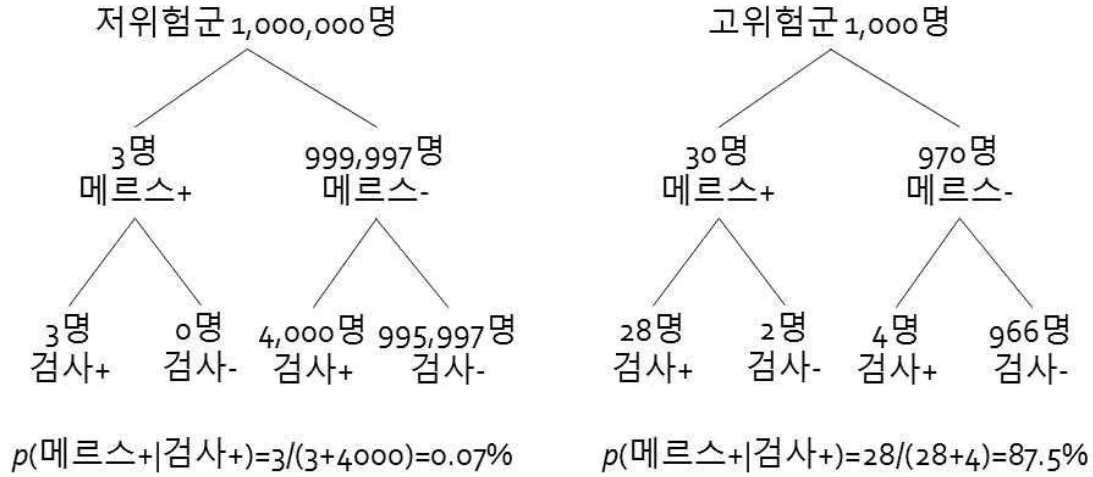
- 대부분의 의사가 검사의 양성 예측도의 개념을 모르고 판정을 못내림.
 - 연구 참여 의사 중 18%만 확률 정보로 양성 예측도를 추론(Casscells 등 1978)
 - 100명의 의사 중 95명이 유방촬영술 양성 이후 유방암 확률을 과대추정(Eddy 1982)
 - 산과 전문의 21명 중 단 1명만 다운 증후군 검사 양성 이후 실제 확률 추정 가능

2016-01-29

18



메르스 검사 예측도: 자연 빈도 이용



1. 메르스 유병률: 저위험군 0.0003%, 고위험군 3%
2. 메르스 검사(ICA) 타당도: 민감도 93.9%, 위양성률 0.4%
3. 정보 출처: <http://www.mers.go.kr>, <http://goldbio.blogspot.kr/2015/06/blog-post.html>

2016-01-29

19

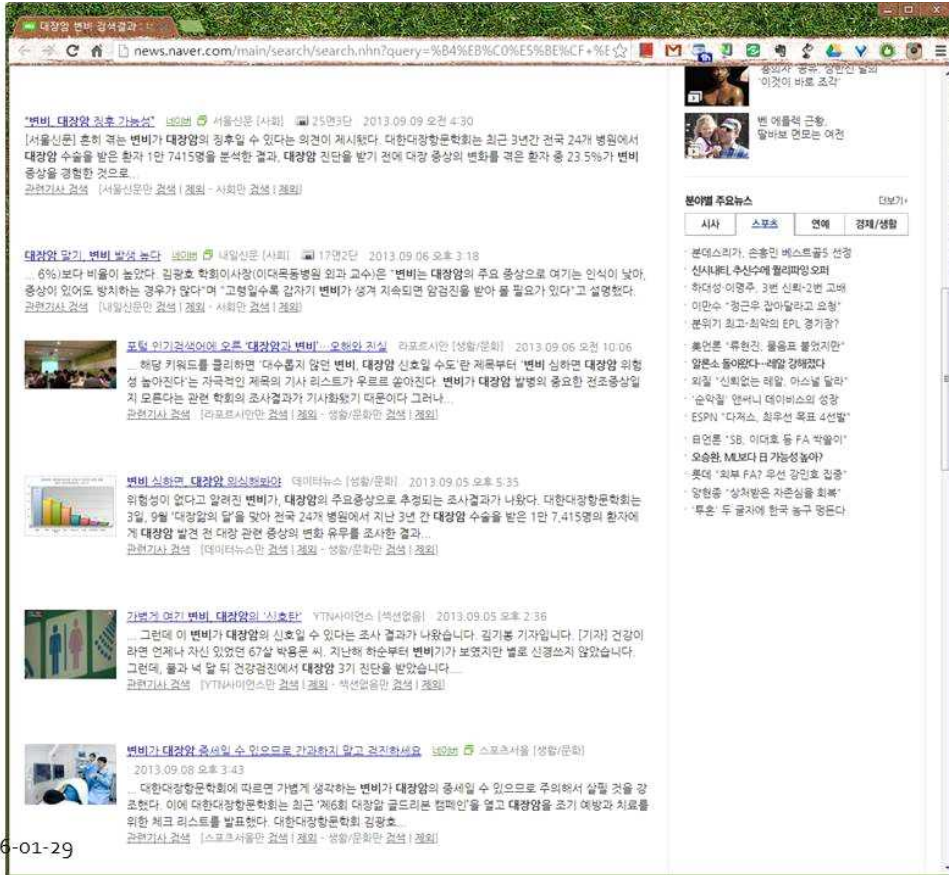
사례3. 변비가 대장암 전조 증상?

대한대장항문학회 '대장암 골드리본 캠페인' 기자간담회 자료(2013년 9월 4일)

- 전국 24개 대학병원에서 대장암으로 수술 받은 환자 1만7,415명 환자 중 변비 증상 경험 환자 수는 2,069명(23.5%)
- 여성 및 고령의 대장암 환자일수록 변비가 나타난 확률이 높음
- 변비를 대장암의 주요 증상으로 추정하면서 변비가 심한 60세 이상 성인은 반드시 대장 내시경을 받을 필요

2016-01-29

20

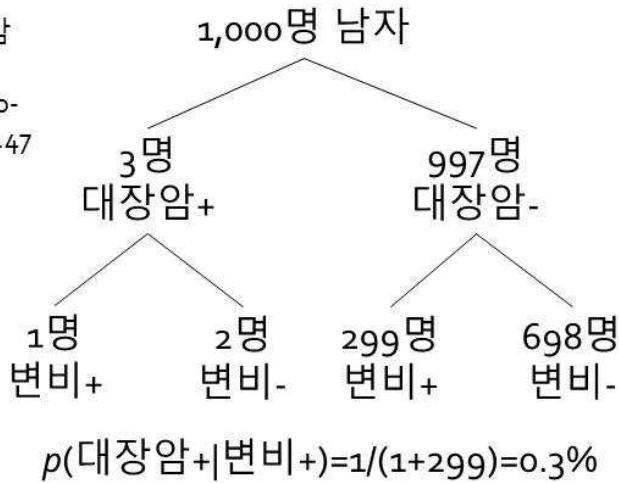


2016-01-29

21

변비와 대장암 자연 빈도 이용

- ① 우리나라 남성 대장암 유병률: 0.3%
- ② 변비 증상 민감도 0.00-0.51, 위양성률 0.10-0.47



참고문헌:

1. 게르트 기거렌처(전현우·황승식 옮김), 『숫자에 속아 위험한 선택을 하는 사람들』, 살림출판사, 2013년
2. 보건복지부·중앙암등록본부, <2010년 국가암등록통계>, 2012년
3. Jellema P *et al.*, Value of symptoms and additional diagnostic tests for colorectal cancer in primary care: systematic review and meta-analysis, *BMJ* 2010;340:c1269

2016-01-29

22



사례 4



- 저는 어머니께서 난소 암에 걸려 57세에 별세 하셨고, 최근 유전자 검사 받은 결과 BRCA1 유전자 변형이 있음을 알았습니다. 제가 유방 암에 걸릴 위험은 어느 정도이고, 예방적 유방 절제술을 받을 경우 이해 득실에 대해 알고 싶습니다.

2016-01-29

23

HOME PAGE TODAY'S PAPER VIDEO MOST POPULAR U.S. Edition ▾ SUBSCRIBE NOW Log In Register Now Help

The New York Times

The Opinion Pages


Search Opinion

WORLD U.S. N.Y. / REGICBUSINESSTECHNOLOGSCIENCE HEALTH SPORTSOPINION ARTS STYLE TRAVEL JOBS REAL ESTA' AUTOS

OP-ED CONTRIBUTOR
My Medical Choice
 By ANGELINA JOLIE
 Published: May 14, 2013 1712 Comments

LOS ANGELES

[Enlarge This Image](#)



Loren Capelli

MY MOTHER fought cancer for almost a decade and died at 56. She held out long enough to meet the first of her grandchildren and to hold them in her arms. But my other children will never have the chance to know her and experience how loving and gracious she was.

We often speak of "Mommy's mommy," and I find myself trying to explain the illness that took her away from us. They have asked if the same could happen to me. I have always told them not to worry, but the truth is I carry a "faulty" gene, BRCA1, which sharply increases my risk of developing breast cancer and ovarian cancer.

My doctors estimated that I had an 87 percent risk of breast cancer and a 50 percent risk of ovarian cancer, although the risk is different in the case of each woman.

Only a fraction of breast cancers result from an inherited gene mutation. Those with a defect in BRCA1 have a 65 percent risk of getting it, on average.

FACEBOOK TWITTER GOOGLE+ SAVE EMAIL SHARE PRINT REPRINTS

MOST EMAILED **RECOMMENDED FOR**

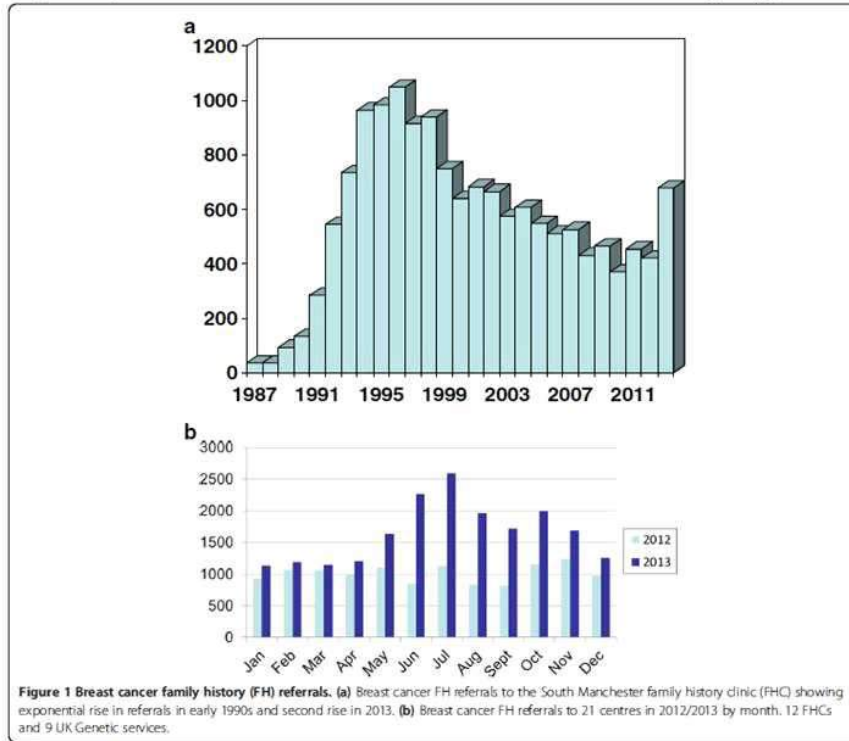
- ARTS | WESTCHESTER
A Tour of the Heavens Gets an Upgrade
- LETTERS
Deciding Where to Set the Limits on Surveillance
- ESSAY
The Poetry of the Trading Floor, Going Beyond Bears and Bulls
- I.O.C. Official Criticizes Slopestyle
- N.H.L. Teams Suffer Olympic Blues
- OP-ED CONTRIBUTOR
Big Bang to Little Swoosh
- Reactions
- Russia Plotting for Ukrainian Influence, Not Invasion, Analysts Say
- U.S. and NATO Warn Russia Against Further Intervention in Ukraine
- In East Ukraine, Protesters Seek

2016-01-29

24



Evand DGR et al. The Angelina Jolie effect: how high celebrity profile can have a major impact on provision of cancer related services. *Breast Cancer Research* 2014;16:442



2016-01-29

25

경향신문 2014년 9월 1일자

“이 싸움 이기면 유전자에 걸린 수천건 특허도 없앨 수 있겠다 생각”

유전자 특허 무료소송 이끈 여성 과학자 타니아 시몬첼리

“다윗이 골리앗을 이겼다.” 여성 과학자 타니아 시몬첼리 미 백악관 과학기술정책국 법의학 부담당관(사진)은 지난 7월 15일 경향신문과 만나 이렇게 말했다. 그는 자연스럽게 타고난 DNA(디옥시리보핵산·세포의 핵 안에서 생물의 유전 정보를 보관하는 물질)는 특허 대상이 될 수 없다는 지난해 6월 미국 연방대법원 판결을 받았다. 세계 최초의 유전자 특허 무료 판결이다. 시몬첼리는 “판결을 준비할 때 누구도 우리가 재판에서 승리할 수 있을 것이라고 말하지 않았다”며 “우리는 이명 높은 가림과 싸워 이겼고 미국 사회의 변화를 이끌어낼 것”이라고 밝혔다. 미국 시민자유연맹 등 시민단체는 유전자 분석 업체 미라미드 지네틱스(Myriad Genetics)가 가지고 있는 유방암과 난소암 발병에 영향을 미치는 유전자 2개(BRCA1, BRCA2)의 특허권을 취소해 달라고 특허권 취소소송을 냈다. 미국 연방대법원은 민중영지회 로고 소송 판결을 내렸다. BRCA1과 BRCA2 유전자는 자연적으로 타고난 것이기 때문에 특허 대상이 될 수 없다고 본 것이다. 이 판결은 자연발생적 유전자에 수천 개의 특허를 남겼던 미국 사회에 경종을 울렸다. ‘세기의 재판’으로 불리며 5년간 미국 사회를 떠들썩하게 했던 이 재판은 2004년 시몬첼리가 활동하던 시점으로 시작했다. 그를 미국 워싱턴 백악관 인근 식당에서

국제 언론 최초로 만났다. 시몬첼리는 이 인터뷰가 개인의 생각을 밝힌 것일 뿐 백악관 공식 의견이 아니라고 전제된 뒤 인터뷰에 응했다.

역행 돌진 미라미드 지네틱스

BRCA1과 BRCA2 유전자는 지난해 미국 영화배우 앤젤리나 졸리 때문에 유명해졌다. 당시 졸리는 이 두 유전자 검사를 했고 유전적으로 유방암에 걸릴 확률이 높아 예방적 자궁에서 수술을 결심했다고 밝혔다. 당시 사람들은 졸리의 유방 제거 수술에 관심을 가졌다. 잘라내는 유방암 유전자 검사비용이 터무니없이 비싸다는 메시지를 주고 싶어 했다. 그는 지난해 5월 뉴욕타임스에 실은 기고문에서 “매년 유방암으로 45만8000명이 목숨을 잃는데 주로 중·후진국 사람들이”라며 “많은 여성에게 BRCA1과 BRCA2의 검사비용이 장벽”이라고 적었다. 한국에서는 의료보험 혜택을 받아 검사비용이 수십만원 선이지만 미국에서는 4000달러(약 400만원)에 달한다. 1000달러(100만원)면 개인 전체 유전자 2개를 검사하는 비용이 4000달러에 비해 적은 이유를 특허 때문이다. 특허 보유 업체인 미라미드 지네틱스가 유전자 검사를 독점하고 있었기 때문이다. 시몬첼리는 2004년 미국 시민자유연맹과 과학 전문가들 활동하면서 유전자 특허



앤젤리나 졸리 때문에 알려진 BRCA1, BRCA2 유전자 미 연방대법 “특허 대상 아니다”

특허 때문에 검사비용 천정부지 2004년 ‘세기의 재판’ 홀로 시작 계란으로 바위 치기 우러 달고 네이처 ‘올해의 인물’에도 선정

문제를 공론화하기 위해 노력했다. 그러나 쉽지 않았다. 200명이 응답은 조적에서 과학 전공자는 그뿐이었다. 조적의 절반을 차지하는 변호사들 어느 누구도 ‘유전자’에 대해 알지 못했다. 그는 3년간 변호사와 행정 직원들을 설득했다. 세미나를 열어 문제점을 알리기 위해 고군분투했다. 유전자 특허로 인한 피해에 대한 공감대가 이뤄지지 못했기 때문이다. 그는 “고급급 변호사가 유전자 특허의 문제점을 깨닫은 뒤 화를 내면서 재판을 당장 시작하자고 협상을 내리겠다”고 회고했다. ‘계란으로 바위 치기’가 될 것이라는 주변의 우려가 컸다. 풍부한 자본력을 바탕으로 최상위 변호사들을 규명한 법원에 소송을 걸어 싸워야 했다. 미라미드 지네틱스는 세계 3대 로펌 중 하나인 존슨 데이(Johnson Day)를 변호인단으로 선임했다. 시몬첼리는 “처음부터 이길 수 있는 재판이라고 생각하지 않았다”며 “만만치 않은 싸움”이라고 말했다. 과학자들은 소송 취지에 동감하지만 대부분 무관심을 표했다. 시몬첼리는 “과학자들 가운데 상당수가 기업을 상대로 하지 않았기 때문”이라고 설명했다. “그때도 25명의 과학자가 전술서를 써줬고 20개 단체가 소송에 참여하는 등 시간이 지나자 분위기가 달라졌다”고 말했다. 참여자들 중에는 미라미드 지네틱스의 유전자 특허 독점으로 연구에 제약이 받았거나 실제 그들로부터 소송을 당한 과학자들도 있었다.

미국 시민자유연맹측이 소송 상대로 미라미드 지네틱스를 지목한 것도 이 때문이다. 시몬첼리는 “미라미드 지네틱스는 BRCA1과 BRCA2 유전자 특허를 이용한 임상 연구를 할지여 막았고, 정보를 공유하겠다는 처음 약속도 지키지 않는 등 생물학계와 의학계에서 악명이 높았다”며 “이 회사와 싸워 이기면 타고난 유전자에 걸린 수천 건의 특허도 자연스럽게 무효가 될 것이라고 예상했다”고 말했다. 2009년 재판이 시작했다. 2010년 뉴욕 연방법원은 특허가 무효라는 판결을 내렸지만, 2011년 연방소회합소법원은 원심을 파기했다. 결국 소송은 연방대법원까지 올라갔고 긴 논쟁 끝에 2013년 6월 13일 9명의 판사 만장일치로 미국 시민자유연맹이 승리를 거뒀다. 국제 유명 학술지 ‘네이처’는 소송에 공헌한 시몬첼리를 2013년을 ‘올해의 인물’로 선정했다. ‘데이터 공유 움직임’ 판결 이후 세계적으로 BRCA1, BRCA2 유전자 진단 자료를 공유하려는 움직임이 일고 있다. 판결 이전에는 미라미드 지네틱스가 진단을 독점했고 자료를 공개하지 않았기 때문에 불가능했던 일이다. 최근 1년간 미국 국립생물정보센터가 개발한 유전자 공공 데이터베이스인 ‘클린버’(ClinVar)에는 BRCA1, BRCA2와 관련된 돌연변이 데이터가 계속 축적되고 있다. 공공 데이터가 확보되어 유방암에 대한 학계 연구가 가능하고 진단 기술도 다양하게 개발될 수 있다.

학술지 네이처는 6월 10일 “학계에서는 일반적으로 축적된 데이터가 미라미드 지네틱스가 가지고 있는 데이터의 3분의 1 수준에 육박하는 것으로 보고 있다”며 “미라미드 지네틱스가 더 이상 유방암 유전자 진단을 독점하지 못하자 진정 열매들이 생겨났고 이를 열매가 데이터 공유에 적극 나서고 있다”고 보도했다. 지난 3월 ‘세계 유전학 보건연맹(Global Alliance for Genomics and Health)’은 런던에서 회의를 열고 유전학자와 의사가 광범위한 데이터베이스를 구축하기로 의견을 모았다. 이 데이터베이스는 ‘BRCA 플랜지’로 명명됐다. 유럽연합(EU)이 자금을 지원하고 네덜란드 연구진이 운영을 맡을 예정이다. 아직 길 멀다. 미라미드 지네틱스가 유방암 유전자 검사에서 수백만 달러에 130만달러를 독점하고, 진단 키트를 개발하거나 BRCA1이나 BRCA2 유전자 검사를 연구하려는 벤처업체에 소송을 걸고 있기 때문이다. 시몬첼리는 “현재 미라미드 지네틱스의 대응은 아주 비겁하고 생각한다”며 “그러나 그 회사가 일삼는 소송은 이길 가능성이 희박하고 이 또한 곧 지나갈 것으로 생각한다”고 말했다. 시몬첼리는 “어느 누구도 문제를 인식하지 못했지만 그 판결 이후 미국 사회에 이렇게 큰 문제가 있었다는 사실을 알릴 수 있게 됐다”며 “백악관에서도 유전자 검사 등에 대해 특별한 가이드라인을 만드는 연구를 지속할 것”이라고 말했다. 위상진 | 목정민 기자 mok@yonhyang.com

2016-01-29

26



표. 예방적 유방절제술 결과 유방암 사망의 감소 (Hartmann 등, 1999)

치료	사망(여성 100 명 당)	
	고위험군	중등도 위험군
예방적 유방절제술	1	0
대조군	5	2.4

- 이득 표현 방법(고위험군)
 1. 절대 위험 감소: 여성 100명 당 4명(4%) 감소
 2. 상대 위험 감소: 80% (절대 위험 감소 4명/ 대조군 5명) 감소
 3. 치료 필요 환자수: 25명을 시술하면 1명 사망 예방 (100/4)

2016-01-29

27

사례 5

- 제 어머니께서 최근 유방촬영술을 받으라는 권고를 받았습니다. 어머니 연세는 55세고, 가족 중에 유방암 환자는 없었으며, 유방암을 시사하는 어떤 증상도 없었습니다. 어머니는 선별검사가 효과적일지 의문을 갖고 계십니다. 하지만 저는 어머니 연령대에 유방촬영술을 받는 편이 바람직하다고 생각하는데 유방촬영술의 득실에 대해 알고 싶습니다.

2016-01-29

28



유방 촬영술을 통한 유방암 조기 발견

○ ○ ○ ○ 계산맹 퇴치를 위한
○ ○ ○ ● 하딩센터

검사를 받은 50세 이상 여성을 평균 10년간 관찰

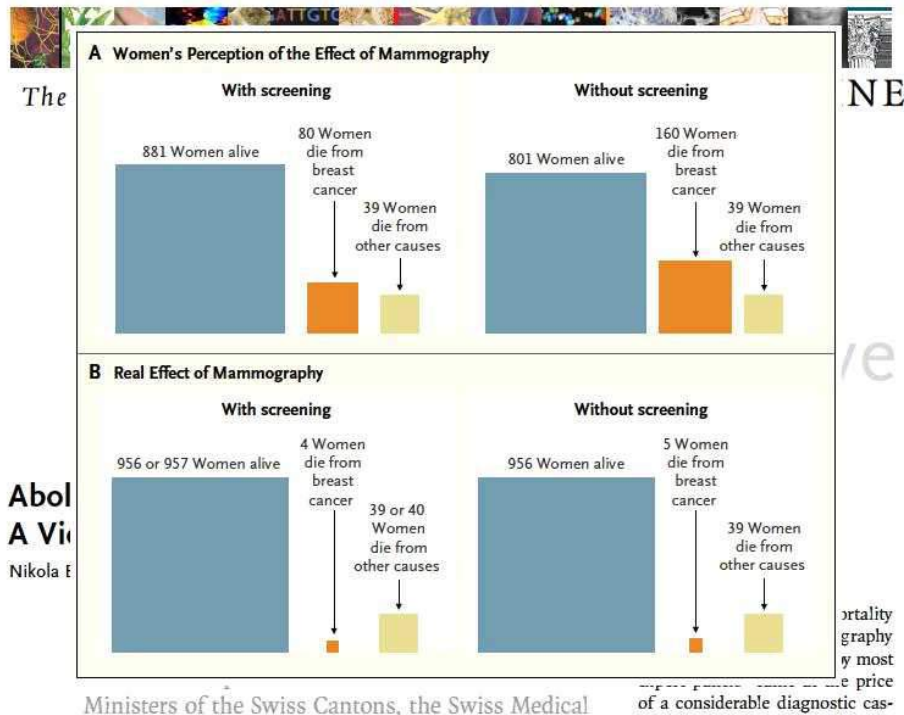
	비수진자 1000명	수진자 1000명
이득		
유방암으로 사망한 여성의 수	5	4*
암으로 사망한 여성의 수	21	21
부작용(피해)		
거짓양성 판정, 조직 검사나 정신적 스트레스를 경험한 여성의 수	-	100
유방 전 절제술이나 부분 절제술 같은 불필요한 수술을 받은 비진행성 암이 있는 여성의 수	-	5

* 수진자 1000명(50세 이상)중 4명이 10년 이내에 유방암으로 사망했다는 뜻이며, 이는 비수진자 중 사망한 숫자보다 1명이 적은 것이다.
* 50세 이상 여성에 관한 데이터가 없는 경우는 40세 이상 여성에 관한 숫자를 이용했다.

출처 : Gøtzsche, P. C., Nielsen, M.(2011). Cochrane database of systematic reviews(1) : CD001877.

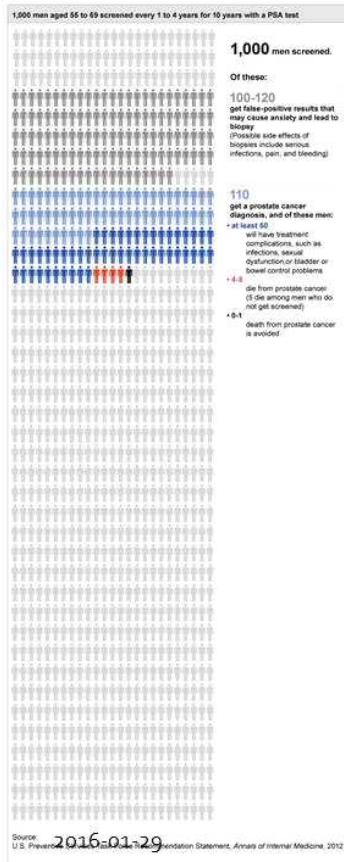
2016-01-29

29



2016-01-29

30



인포그래픽: 전립샘암 PSA 선별검사의 득실

출처: US PSTF, NCI Cancer Bulletin 2012;9(23):12

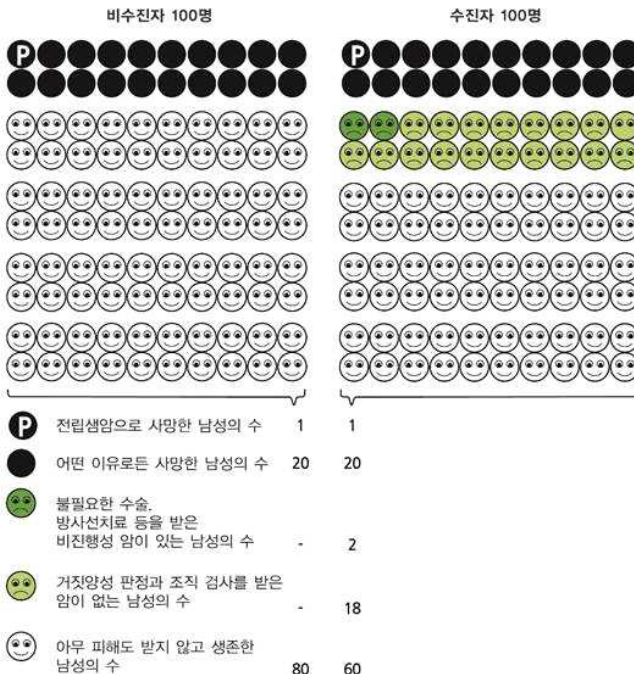
55세부터 69세의 남자 1천 명이 매 1년부터 4년 간격으로 10년 간 PSA 검사를 받을 경우

- 선별검사를 받은 **1,000명** 중
- **100~120명**이 위양성 결과로 불안을 느끼고 조직검사 수행(조직검사로 인한 부작용으로 심각한 감염, 통증, 출혈 등)
- **110명**이 전립샘암 진단
 - **최소 50명**이 합병증(감염, 성기능 장애, 방광이나 장 조절 문제 등) 치료
 - **4-5명**이 전립샘암으로 사망(선별검사를 안받은 남자 중 5명이 사망)
 - **0~1명**이 전립샘암으로 인한 사망 예방 가능

PSA 검사와 DRE를 통한 전립샘암 조기 발견

숫자는 10년간 검사에 참여 혹은 참여하지 않은 50세 이상 남성의 수를 나타낸다.

○ ○ ○ 계산맹 퇴치를 위한
○ ○ ● 하딩센터





option grid



Prostate Specific Antigen (PSA) test

Use this grid to help you and your healthcare provider decide whether or not you will have a prostate specific antigen (PSA) test. This test measures the amount of activity in your prostate. Men usually consider this test when they are aged 50 or older.

Frequently asked questions	Having a PSA test	Not having a PSA test
If my PSA level is high, what are the chances that I have prostate cancer?	30 in every 100 men with a high PSA level (30%) have prostate cancer. Other causes of a high PSA level are inflammation and infection.	If you choose not to get the PSA test then you will not know your PSA level.
If my PSA level is normal, can I be sure that I don't have prostate cancer?	No, you cannot be sure. About 15 in every 100 men (15%) with a normal PSA level do have prostate cancer.	If you choose not to get the PSA test then you will not know your PSA level.
Will getting the PSA test reduce my risk of dying from prostate cancer?	At most, 1 death is prevented for every 1000 men who get the PSA test (0.1%). 4 in every 1000 men who get the PSA test (0.4%) still die from prostate cancer.	5 in every 1000 men who do not get the PSA test (0.5%) die from prostate cancer.
What are the advantages?	If you are found to have an aggressive cancer you could benefit from early treatment. 33 in every 100 prostate cancers found (33%) are aggressive. 10 in every 100 aggressive cancers treated (10%) will benefit from early treatment.	You will avoid the risks associated with the biopsies and treatments that could follow an abnormal PSA test.

2016-01-29

33

사례 6



- “나는 5-6년 전에 전립선 암에 걸렸습니다. 물론 저는 신의 가호로 생존했고, 이 자리에 섰습니다. 미국에서 전립샘암 환자의 생존율이 얼마인지 아십니까? 82퍼센트입니다. 영국은 얼마인지 아십니까? 국가의료제도가 그렇게 잘되어 있는데 고작 44퍼센트입니다.

- 루돌프 줄리아니, 전 뉴욕 시장, 2007년 선거 운동 광고 중

2016-01-29

34



의사가 5년 생존율을 이해하는가?

- 선별검사 이득은 가끔 5년 생존율의 변화로 표현
 - 더 높은 생존율이 항상 환자가 더 오래 생존함을 의미하지는 않음.
 - 5년 생존율의 변화와 사망률의 변화는 상관성이 없음($r=0.0$)(Welch 등 2000)
 - 조기 발견 바이어스(lead-time bias)와 과잉진단 바이어스(overdiagnosis bias)의 결과

2016-01-29

35



출처 : Gigerenzer, G., Gaissmaier, W., Kurz-Milcke, E., Schwartz, L. M., and Woloshin, S. (2007). Helping doctors and patients to make sense of health statistics, *Psychological Science in the Public Interest* 8, 53-96

2016-01-29

36



비수진자



수진자



출처 : Gigerenzer, G., Gaissmaier, W., Kurz-Milcke, E., Schwartz, L. M., and Woloshin, S. (2007). Helping doctors and patients to make sense of health statistics. *Psychological Science in the Public Interest* 8, 53-96 37

2016-01-29

- 정기적인 선별검사를 받은 매 1천 명 당 얼마나 많은 사망을 예방할 수 있는지 질문
 - 5년 생존율을 제시한 경우
 - 평균 150명의 사망을 예방한다고 답변
 - 실제 SEER 사망 감소는 0명
 - 사망률을 제시한 경우
 - 한 명을 제외한 모든 의사가 사망 예방 없음을 이해
 - 최종적으로 두 명의 의사만 조기 발견 바이어스의 개념을 이해했지만, 아무도 과잉진단 바이어스는 이해 못했음.

2016-01-29

38



사례 7

- 혈중 지질이 높는데 Lipitor®를 처방 받으면 뇌졸중 위험이 얼마나 줄어드는지 알고 싶습니다.

- Lipitor®는 뇌졸중 빈도를 1,000명 당 28명에서 15명으로 감소시킨다고 알려져 있다.
- 상품명: Lipitor®, 성분명: Atorvastatin, 제조사: 화이자



2016-01-29

39

의사가 상대 위험 감소를 이해하는가?

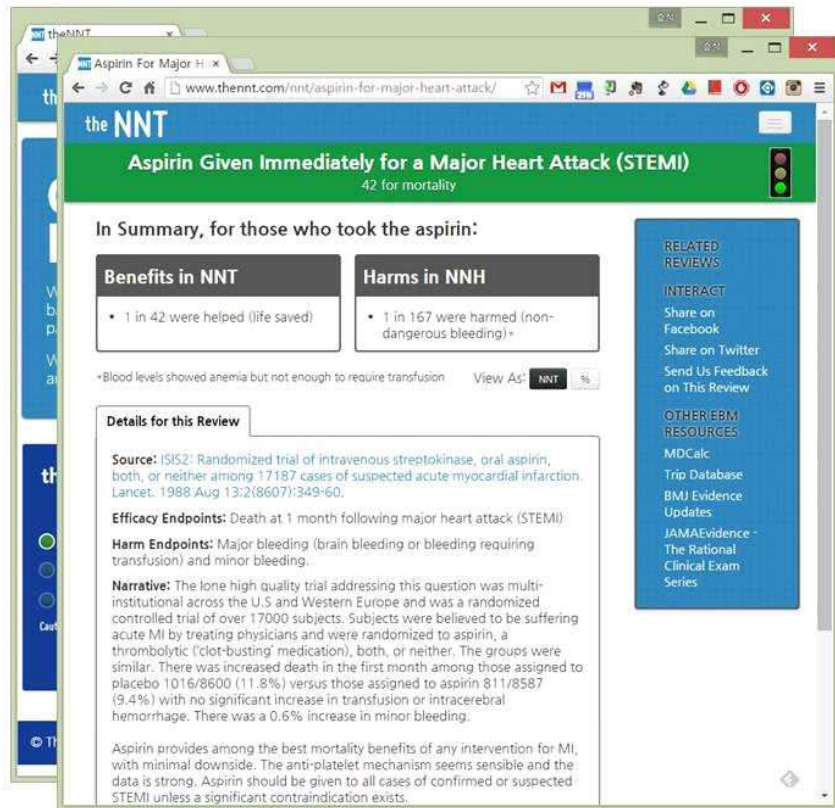
- Lipitor의 뇌졸중 예방 효과 사례
 1. 상대위험감소: Lipitor는 뇌졸중으로 고통받을 가능성을 약 48% 줄인다.
 2. 절대위험감소: Lipitor는 뇌졸중으로 고통받을 가능성을 1천명당 약 28명에서 약 15명으로 줄인다(1천명당 13명 또는 1.3%)
 3. 치료필요환자수: 1명의 뇌졸중을 예방하기 위해, 77명에게 Lipitor를 처방할 필요가 있다.

2016-01-29

40



theNNT.com
<http://www.thennt.com>

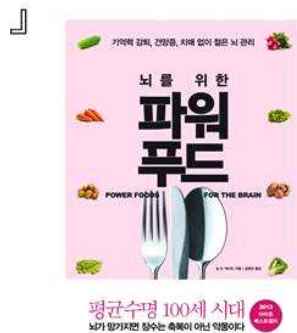


2016-01-29

41

사례 8

- 뇌졸중 예방에 관한 한, 정말 좋은 것은 사과와 배다. 하루에 평균 사과 하나를 먹는 사람들은 뇌졸중 위험을 50퍼센트 이상 줄일 수 있었다. - 닐 D. 버나드, 『뇌를 위한 파워푸드』



2016-01-29

42



Colors of Fruit and Vegetables and 10-Year Incidence of Stroke

Linda M. Oude Griep, MSc; W.M. Monique Verschuren, PhD; Daan Kromhout, MPH, PhD;
Marga C. Ocké, PhD; Johanna M. Geleijnse, PhD

Background and Purpose—The color of the edible portion of fruits and vegetables reflects the presence of pigmented bioactive compounds, (eg, carotenoids, anthocyanidins, and flavonoids). Which fruit and vegetable color groups contribute most to the beneficial association of fruit and vegetables with stroke incidence is unknown. Therefore, we examined associations between consumption of fruit and vegetable color groups with 10-year stroke incidence.

Methods—This was a prospective, population-based cohort study, including 20 069 men and women age 20 to 65 years and free of cardiovascular diseases at baseline. Participants completed a validated, 178-item food frequency questionnaire. Hazard ratios (HR) were calculated for stroke incidence using multivariate Cox proportional hazards models adjusting for age, sex, lifestyle, and dietary factors.

Results—During 10 years of follow-up, 233 incident cases of stroke were documented. Fruits and vegetables were classified into 4 color groups. Medians of green, orange/yellow, red/purple, and white fruit and vegetable consumption were 62, 87, 57, and 118 g/d, respectively. Green, orange/yellow, and red/purple fruits and vegetables were not related to incident stroke. Higher intake of white fruits and vegetables was inversely associated with incident stroke (Q4, >171 g/d, versus Q1, ≤78 g/d; HR, 0.48; 95% CI, 0.29–0.77). Each 25-g/d increase in white fruit and vegetable consumption was associated with a 9% lower risk of stroke (HR, 0.91; 95% CI, 0.85–0.97). Apples and pears were the most commonly consumed white fruit and vegetables (55%).

Conclusions—High intake of white fruits and vegetables may protect against stroke. (*Stroke*. 2011;42:3190-3195.)

Key Words: fruit ■ vegetables ■ stroke ■ prospective cohort studies ■ epidemiology

2016-01-29

43

Table 3. Hazard Ratios and 95% Confidence Intervals of Stroke Incidence by Quartiles and per 25-g/d Increase of Fruit and Vegetable Color Group Intake of 20 069 Dutch Participants*

Characteristic	Quartiles of Fruit and Vegetable Color Group Intake				P for Trend	Per 25 g/d Increase
	Q1†	Q2	Q3	Q4		
White						
Median, g/d	57	98	142	216		
Cases, n	75	62	54	42		233
Model 1	1.00	0.81 (0.58–1.13)	0.71 (0.50–1.00)	0.54 (0.37–0.79)	0.001	0.93 (0.89–0.98)
Model 2	1.00	0.88 (0.62–1.23)	0.78 (0.54–1.13)	0.60 (0.40–0.91)	0.01	0.95 (0.90–0.99)
Model 3	1.00	0.83 (0.59–1.18)	0.70 (0.48–1.04)	0.48 (0.29–0.77)	0.002	0.91 (0.85–0.97)

CI indicates confidence interval; AMI, acute myocardial infarction; BMI, body mass index.

*Hazard ratios (95% CI) were obtained from Cox proportional hazards models. Model 1 was adjusted for age and sex (n=20 069). Model 2 was the same as model 1 with additional adjustments for energy intake (kcal), alcohol intake (3 categories), smoking status (5 categories), educational level (4 categories), dietary supplement use (yes/no), use of hormone replacement therapy (yes/no), family history of AMI (yes/no), body mass index (kg/m²), (n=19 819). Model 3 was the same as model 2 with additional adjustment for intake of whole grain foods (g/d), processed meat (g/d), fish (quartiles), and mutually for intake of the sum of the other fruit and vegetable color groups (g/d), (n=19 819).

†Reference group.

2016-01-29

44



- 가장 적게 먹는 사분위구간(Q₁)에 비해 가장 많이 먹는 사분위구간(Q₄)의 위험비가 0.48
 - 이 결과를 토대로 "하루 평균 사과를 하나 먹는 사람들은 뇌졸중 위험을 50퍼센트 이상 줄일 수 있었다"고 설명
- Q₁에서 뇌졸중 발생은 75명이고 Q₄에서는 42명. 절대 위험도 감소는 1천 인-년 당 0.7명
 - 인용문처럼 풀어 쓰면 "하루 평균 사과 하나를 먹는 사람 천 명 중 한 명에서 뇌졸중을 예방할 수 있다"로 설명.

2016-01-29

45

사례 9

- "당신이 Prozac[®]을 먹으면, 30%-50%에서 조루나 성욕 감퇴 등 성기능 문제가 생길 수 있습니다."
- Prozac[®]을 처방 받은 환자는 의사의 설명을 듣고 무슨 생각을 할까?



2016-01-29

46



단일 사건 확률

- “당신이 Prozac[®]을 먹으면, 30%~50%에서 조루나 성욕 감퇴 등 성기능 문제가 생길 수 있습니다.”
 - 많은 환자는 자신의 성생활 시도 중 30%~50%에서 성기능 문제가 생길 수 있다고 생각
 - “Prozac[®]을 먹는 환자 10명 중 3~5명에서 성기능 문제가 생길 수 있다.”는 의미
 - 단일 사건 확률보다 빈도로 설명

2016-01-29

47

원인

- **기초 계산능(Basic Numeracy)**
 - 단순 스케일에 대한 검사로 기초 계산능 평가
 1. 백분율을 숫자로 환산
 2. 숫자를 백분율로 환산
 3. 우연에 의한 결과에 익숙한 정도
 - 72%의 의사만 세 질문에 정확하게 답변
 - 가장 어려워 한 작업은 1천 명 당 1명을 백분율로 변환하는 과정으로, 4명 중 1명이 틀림.

2016-01-29

48



원인

• 의학 학술지와 의료 유인물

- 의학 학술지가 연구 결과를 발표할 때 상대위험감소와 같은 불투명한 보건의료 통계를 사용
- Nuovo, Melnikow, Chang 2002
 - Ann Intern Med, BMJ, JAMA, The Lancet, NEJM에 실린 359편의 무작위 시험 논문 분석 결과
 - 단 25편만 절대위험감소를 보고, 25편 중 14편만 치료필요 환자수를 포함
 - 약 7%의 논문만 투명한 방식으로 결과를 보고
- Sedrakyan과 Shih 2007
 - BMJ, JAMA, The Lancet 2004~2006년 논문 분석 결과
 - 약 절반이 절대 위험이나 투명한 빈도 데이터를 보고하지 않음.

2016-01-29

49

원인

• 부적당한 틀짜기

- 이득은 큰 숫자로(상대 위험도 감소), 손해는 작은 숫자로(절대 위험도 증가)
- 미국예방서비스특별위원회 2002
 - 이득: "S자 결장경 선별검사가 범위 내 발생한 암으로 인한 사망의 59%를 감소시켰다."
 - 손해: "천공은 S자 결장경 검진을 받은 1,000명에서 10,000명 당 약 1명에서 발생했다."
- Sedrakyan과 Shih 2007
 - 대부분 경우 이득은 상대 위험으로, 손해는 절대 빈도로 제시

2016-01-29

50



위험 상대주의(Risk relativism)



- <역학의 철학> 9장. 위험 상대주의, 교호작용, 물리학의 그림자

요약
어떤 역학자들은 위험의 척도로 "상대(relative)"를 "절대(absolute)"보다 선호하는 경향을 확인(하고 탄식)해왔다. 이 장에서 우리는 이와 같은 경향과 가능한 정당화를 검토할 것이다.

2016-01-29

51

원인

- 의학교육
 - 두 명의 학생이 있다. 한 명은 생물학 전공이고, 한 명은 의학 전공이다. 전화번호부를 암기하라고 시켰다. 생물학 전공 학생이 묻는다. "왜요?" 의학 전공 학생이 묻는다. "언제까지요?" (기거렌처, <지금 생각이 답이다>, 259쪽)

2016-01-29

52



원인

• 의학 교육

- Gigerenzer 2007
 - 미국의학교육학회에 의과대학 교육에서 통계맹 문제 해결을 위한 교육 계획 문의 → 없음.
- Wegwarth 2011
 - 미국내과학회와 135개 의과대학에 의학 통계학과 위험소통 과정에 대한 시험이 있는지 이메일 문의 → 3%만 임상 역학 과정 있고 위험소통은 전무
- 미네소타 의대
 - 2010/11 생물통계학과 위험 관리에 대한 과정 전환

2016-01-29

53

현황

- 의료계의 시한폭탄 세 가지(Gigerenzer 2014)
 1. 방어적 의료 행위 실시(자기 방어)
 2. 의료 통계 이해력 부족(계산맹)
 3. 가치보다 이익 추구(이해 상충)

2016-01-29

54



대책

• 의과대학생과 의사가 의학 통계를 이해하도록 교육

- 문제 해결 방식으로 통계학 교육
- 통합 교육
 - 시드니 대학교(PEARLS program)
 - 맨체스터 대학교(BestBets)

2016-01-29

55

대책

• 의과대학생과 의사에게 위험 소통 기법을 교육

1. 절대 위험과 상대 위험
 - 오해를 피하기 위해 모든 의사와 의과대학생은 절대 위험과 상대 위험의 차이를 알아야
2. 자연 빈도로 설명
3. 단일 사건 확률보다는 빈도로 설명

2016-01-29

56



의료에서 통계맹 탈출을 위한 최소 지식

- 불확실성을 갖고 살아간다는 사실을 터득
 - 확실한 것은 없고 위험이 제로도 아니므로, 위험을 받아들일만한지를 이해
- 모든 위험에 관해 물어야 할 질문들
 - 위험이 무엇인가? 사망? 유병? 증상 발생?
 - 시간 단위는? 10년 내로? 평생?
 - 얼마나 큰가? 절대 빈도로!
 - 50대 흡연 여성이 10년 내로 심장병으로 사망할 위험은 1,000명 중 13명
 - 나한테 적용되는가? 연령, 성별, 생활 습관 등.

2016-01-29

57

의료에서 통계맹 탈출을 위한 최소 지식

- 선별 검사
 - 선별 검사는 이득과 손해가 함께 있음을 이해
 - 선별 검사는 거짓 양성과 거짓 음성이라는 두 종류의 오류가 가능함을 이해
 - 민감도, 특이도, 기타 조건부 확률을 자연 빈도로 변환하는 방법을 이해
 - 검진의 목적이 단순히 조기 발견이 아니라 사망 감소나 삶의 질 개선임을 이해

2016-01-29

58




의료에서 통계맹 탈출을 위한 최소 지식

- 치료
 - 치료는 전형적으로 이득과 손해가 있음을 이해
 - 이득은 위험 감소, 손해는 약물이나 수술의 치명적인 부작용
 - 이득과 손해의 크기를 이해
 - 치료를 받거나 받지 않았을 때 결과를 항상 절대 위험 (상대 위험이 아닌)으로 질문
- 숫자 이면의 과학에 대해 질문
 - 근거의 품질은?
 - 이해 상충은 있는지?

2016-01-29

59

의료의 통계맹: 정보 접근성

- 코크란연합(Cochrane Collaboration) 
 - 보건의료의 효과와 근거에 관한 최신 정보를 제공하는 국제기관
 - 1993년에 설립되어 120개국 이상의 31,000명의 전문가로 구성된 조직
 - 보건의료 분야에서 양질의 체계적 고찰인 코크란리뷰를 생성하여 이를 널리 보급하는 데 목적
 - 무작위 임상시험 논문들에 관한 세계 최대의 데이터베이스인 "센트럴(CENTRAL)"을 운영
 - 코크란 리뷰에 한국어 초록 제공

2016-01-29

60



2016-01-29

61

의료의 통계맹: 정보 접근성

- 의료 기록에 대한 무료 접근
 - 많은 국가에서 환자들은 자신의 의료 기록조차 마음대로 열람할 수 없음.
 - 병력 정보에 대한 접근은 민주 사회에서 기본권이 되어야 함.
 - 환자들이 자신의 의료 기록에 접근할 수 있도록 '정보 혁명'이 필요함.

2016-01-29

62

의료의 통계맹: 정보 접근성

- 의학 학술지에 대한 무료 접근
 - 의사들도 의학 학술지에 대한 무료 접근 권한이 없어서 관련 근거를 모르는 상황이 많음.
 - 네이처, 사이언스, 엘스비어, 스프링거 등 출판사는 과학 학술지에 대한 접근을 막고 있음.
 - 디지털 시대에 거대 출판사들은 저작권료를 챙기고, 도서관에 엄청난 구독료를 부과함.
 - 오픈 액세스 확산 운동
 - 퍼블릭 라이브러리 오브 사이언스 PLOS Open for Discovery

2016-01-29

63



2016-01-29

64



의료의 통계맹: 민주적 이상

- 물리학과 생물학과 같은 다양한 분야의 과학과 같이 통계적 사고의 혁명적 확산이 모든 의사에 이르고 있지는 않음.
- 의사의 통계맹은 주로 환경의 문제로 마인드의 문제는 아님.
- 통계능의 꿈은 환자-의사 간 의사 소통뿐 아니라 민주주의 기능 강화에도 근본적.

2016-01-29

65

참고문헌

1. Broadbent A. (2013). Philosophy of Epidemiology. New York, NY: Palgrave Macmillan
2. Gigerenzer G. (2002). Calculated Risks: How to Know When Numbers Deceive You. New York: Simon & Schuster
3. Gigerenzer G, Gaissmaier W, Kurz-Mileke E, Schwartz LM, Woloshin S. (2008). Helping Doctors and Patients Make Sense of Health Statistics. Psychological Science in the Public Interest, 8(2), 53-96.
4. Gigerenzer G, Muir Gray JA. (2012). Better Doctors, Better Patients, Better Decisions: Envisioning Health Care 2020. Cambridge, MA: MIT Press
5. Gordis L. (2008). Epidemiology, 4th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier
6. Katz D, Elmore JG, Wild DMG, Lucan SC. (2013) Jekel's Epidemiology, Biostatistics, Preventive Medicine, and Public Health, 4th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier
7. Katz MH. (2006) Study Design and Statistical Analysis: A Practical Guide for Clinicians. New York: Cambridge University Press
8. Poole C. (2010) On the Origin of Risk Relativism. Epidemiology, 21(1):3-9

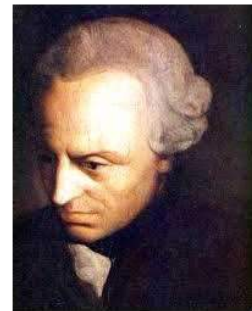
2016-01-29

66



과감히 알려고 하라!

임마누엘 칸트



2015 신나는 실험 즐거운 수업, 신과람 직무연수

발행인 | 전화영

발행일 | 2016년 1월 21일

발행처 | 신나는 과학을 만드는 사람들

웹 사이트 | <http://tes.or.kr>

연수운영 | 이세연, 지재화, 김동건, 이화신, 김지혜