

과학학습지도사례연구대회/ 과학실험기구개발대회

- | | |
|-------------|-----|
| 1. 월촌중학교 | 김승철 |
| 2. 봉계초등학교 | 송관선 |
| 3. 서울신중초등학교 | 장영규 |
| 4. 금락초등학교 | 류금희 |
| 5. 부강중학교 | 김수영 |
| 6. 거원중학교 | 박영미 |
| 7. 반포고등학교 | 조경주 |
| 8. 서울우암초등학교 | 이숙형 |
| 9. 온정초등학교 | 이삼도 |
| 10. 대안여자중학교 | 문충식 |
| 11. 공릉중학교 | 백종민 |
| 12. 보평고등학교 | 천명기 |



발 간 사

한국과교총에서는 매년 우리 학생들이 과학 교육과정을 이수하면서 가지는 과학적 상상력이나 호기심에 도전해 볼 수 있는 여러 창의력 신장 관련 대회를 열고 있습니다. 이들 대회는 전국의 숨은 과학 인재를 발굴하고 그들의 역량을 표출할 수 있는 기회가 되고 있으며, 학교 과학교육에 활력을 불어 넣어 주고 있습니다. 또한 학습 과정에서 자연발생적으로 갖게 되는 지적 호기심에 도전하는 활동의 장을 열어 주고 있습니다.

과학적 호기심을 풀어나가는 과정에서 우리 학생들이 보여주는 손재주는 과학적 현상의 증명뿐 아니라 예술성을 담고 있는 경우도 많습니다. 손재주도 과학적 실력이 되고 있으며 수공능력에 따라 실험 설계가 다양하게 나오는 것을 볼 수 있습니다.

최근에 화두가 되고 있는 융합과학(STEAM)은 말 그대로 과학과 기술, 인문학이 접목되어 새로운 장을 열어가고 있습니다. 이는 과학이 이들 분야에서뿐만 아니라 융합인재 육성에 있어서도 중심적인 역할을 한다는 것을 의미하는 것으로, 새로운 문화를 창출하고 문화유산을 이해하는 데도 과학은 큰 힘이 되고 있습니다.

이제 우리 교육은 과학의 이러한 기능으로 볼 때 교육과정 운영에 있어서 창의력과 인성을 갖춘 창의 인재로서 융합 인재 양성을 목표로 하면서 일로매진하고 있습니다. 창의적 미래 인재는 학문의 벽을 융합하고 뛰어넘는 데서 나올 수 있기 때문입니다.

이번에 발간되는 자료집은 우리 미래 과학 꿈나무들이 여러 과학탐구 과정에서 보여주는 창의적 산물을 기록으로 남기고 전파하기 위하여 대회별로 정리한 것입니다. 학교 밖 과학 체험 활동을 비롯하여 우리가 실천할 수 있는 저탄소 녹색성장 자료들이 포함되어 있습니다. 지식과 정보는 공유할수록 힘이 커진다고 합니다. 학교 현장에서 많은 활용을 기대합니다.

2012. 12.

한국과학교육단체총연합회 회장 **이규석**



차례

2012 종합보고서 3

▣ 발간사

1. 월촌중학교 김승철	
[체험활동 나눔을 통한 창의적 수업 모형연구]	1
2. 봉계초등학교 송관선	
[Storytelling 프로그램을 통한 흥미로운 물의 여행]	35
3. 서울신중초등학교 장영규	
[개별화 자료 활용으로 창의성을 기르자]	61
4. 금락초등학교 류금희	
[생활 속 숨은 과학 찾기로 물의 세계로 풍덩~]	81
5. 부강중학교 김수영	
[눈으로 보는 소리(과동 STEAM 학습지도안)]	107
6. 거원중학교 박영미	
[놀이동산 만들기]를 통한 창의적인 '역학적 에너지의 전환' 수업연구]	129
7. 반포고등학교 조경주	
[효과적인 발효 실험을 위한 큐네 발효관의 개선 및 적용]	159



8. 서울우암초등학교 이숙형
[쉽고 재미있게 효과적으로 탐구 할 수 있는 연소 실험 기구 개발] 183

9. 온정초등학교 이삼도
[빛의 성질 탐구 다용도 암막상자] 211

10. 대안여자중학교 문충식
[주변 환경의 상을 볼 수 있는 다기능 눈 모형 개발] 233

11. 공릉중학교 백종민
[밀고 당기는 힘을 재는 겸용 용수철 저울의 제작] 259

12. 보평고등학교 천명기
[위도별 푸코진자 진동면 회전주기 측정장치] 279

과학학습지도사례연구대회

● 과학학습지도사례연구대회 ●

체험활동을 통한 창의적 수업 모형 연구

월촌중학교 교사 | 김승철



I

연구의 필요성 및 목적

1. 선행 연구 및 필요성

본교가 위치하는 지역적 특성을 살펴보면 대체로 습득하는 지식의 양은 많지만, 학교수업에서는 성적에는 관심이 많으면서도 대체로 학습 열의가 없는 편이다. 이렇게 사교육을 받는 학생들은 입시를 겨냥한 문제 풀이 방식의 학습으로 능력이 떨어질 뿐 아니라 선행학습 위주여서 학교 현장에서의 수업에의 학습 의욕 결여, 매너리즘, 주의 산만, 소극적인 수업태도, 진로에 대한 정체감 상실 등 부정적 영향을 주게 된다는 것을 알게 되었다.

‘15분 예습형 학습’(2005, 홍미상) 책에 의하면 선행학습은 학교 공부를 비효율적으로 만드는 주범이지만 예습은 효율을 극대화하는 공부비법이다. 예습을 하고서 수업을 들으면 학습 내용 정리가 되어 수업의 집중도가 높아지고 따라서 집중력도 길러진다. 공부 잘하는 아이들의 공통점을 조사해보면 하루 15분 예습, 책을 많이 읽기, 창의성 교육 등이 공통적으로 소개되고 있다.

과학교육의 특성(조희형, 최경희, 2005)은 학습자 스스로의 탐구하는 과정을 중시한다. 효과적인 학습이 이루어지기위해서 학습동기를 유발하고 이를 통해 학습자들이 학습에 능동적으로 참여하게 하는 것이 매우 중요하다. 즉, 지적인 결과에 의하여 학습내용을 습득하는 것 보다 동기유발에 의한 학습자의 능동적인 참여가 더욱 강조된다. 이를 위해 교과 내용을 재구성한 체험학습 활동을 학생들 스스로 준비 발표하는 수업을 제시하고자 한다. 학습자의 능동적 참여를 위한 방법으로 체험학습을 강조하는데 체험학습을 수행한 학생들의 과학 태도 변화가 그렇지 않은 학생들보다 유의미 차이가 있었다. 즉, 체험학습을 통한 과학에 대한 흥미, 과학에 관련한 활동 흥미, 호기심, 협동성, 자신성, 끈기, 창의성 등에서 커다란 차이가 있다고 보고되고 있다.(염경화,2007)

‘창의성을 키워주지 못하는 학교에는 미래가 없다’ (이범, 2011)에서 한국교육의 한계와 주입식 교육의 문제점을 언급하였는데 창의성은 학업 흥미도에 비례하는 것으로 학생들이 직접 참여하는 교육 방향으로 나아가야 한다고 주장하고 있다.

Haglund(1981)은 전통적 교육은 인지, 기억 추상화된 기호의 사용 등에 의존하여 우뇌 기능이 약화되어 있으므로 교육 현장에서 추상화된 기호에만 의존할 것이 아니라 이야기 완성하기, 구체적 사물 다루기 등 적절한 교수 전략을 사용함으로써, 좌우 뇌의 균형적 발달을 가져올 수 있고 학생들이 알고자 하는 자연

적 욕구의 만족을 촉진할 수 있을 것이라고 제안하였다.

2. 연구의 목적

선행 연구에 의하면 체험활동이 과학적 탐구능력, 흥미, 협동성, 창의성 등을 증진시킨다는 학습 사례들이 많이 제시되어 있었다. 즉, 학생들이 직접 준비하는 과정이 포함된 체험활동이 학습 동기 유발 효과 및 흥미, 호기심, 협동성, 창의성을 증진시키는 효과가 있다는 것이다.

자기 주도적 학습을 위한 주5일제 체험학습 프로그램 개발(권성훈, 2009)에 의하면 가정에서 체험학습의 중요성을 인식하고 적극 지원할 수 있도록 보다 적극적인 홍보가 이루어져야 하겠고, 또한 주5일수업제에 의한 토요일 휴업일은 학교의 시간과 공간적 제약을 벗어나 가정에서 창의적으로 주제를 정하고 실천하여 자기 주도적 학습 방법을 익혀 나가는 시간임에도 불구하고 학생들은 무의미한 시간을 보내고 있는 것이 현실이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 가정, 학교, 사회가 협동하여 학생들의 창의성과 자기 주도적 학습력을 기를 수 있는 프로그램을 개발하고 인프라를 구축해 나가는 노력을 해 나갈 때 진정한 토요일 휴업일이 자리를 잡아갈 것이다.

과학 수업은 모든 단원의 수업이 실생활과 연관되어 있다. 그렇기 때문에 실생활 체험과 관련한 수업 계획을 적절하게 재구성한다면 교실 현장에서도 자기 주도적 창의 학습을 할 수 있을 것으로 생각된다. 이를 위하여 수업에 앞서 사전 학습을 통하여 학생들에게 학습 주제에 관련된 용어 및 체험 예시 자료를 미리 안내하여 체험활동을 준비하게 한다. 본사에서 현장 체험활동 나눔을 통한 마인드맵 작성 발표로 이루어지는 창의적 수업 모형을 제시하고자 이 연구를 하게 되었다.

II 연구의 설계

1. 체험활동을 통한 창의적 수업 모형 개요

가. 주제에 따른 체험활동 안내 자료 제시

본시 학습에 앞선 사전학습으로 각 단원별 주제와 주제 관련 과학용어를 제시하고 그에 맞는 실생활 체험 예시를 안내하여 2주일간의 준비 기간을 둔다.

(예시) 차시주제 : 크로마토그래피에 의한 색소 분리

관련 용어 : TLC판, 초코볼, 형광펜, 크로마토그래피, 도핑테스트

체험 예시 : 운동선수의 도핑테스트, 혈액 및 소변 검사, 식품류의 농약성분 검사, 크로마토그래피로 작품 감정, 분필의 색소 전개, 꽃잎의 색소

나. 체험활동의 유형

- 1) 가족여행 체험 : 주5일수업제가 실시되면서 현장 체험 활동이 증가 추세에 있다. 가족 여행을 할 기회가 있을 때 여행지의 여건을 고려한 체험활동을 구상한 후 적절한 체험활동을 할 수 있다. 초등학교의 가정체험학습 활동에 관한 연구(이미정,2006)에 의하면 계층에 관계없이 가장 많이 하는 체험 활동은 가족여행이며, 다음으로 친척집 방문, 영화관람 등의 순으로 나타났다.
- 2) 체험활동 기관 : 우리가 사는 지역과 학습 주제에 맞는 활동을 탐색하여 체험할 수 있는 창의체험활동기관을 이용할 수 있다.

- 창의인성교육넷:

(<http://www.crezone.net>)

- 창의적체험활동→창의체험자원지도
- 대상, 영역, 활동 순서로 체험 자료 검색
- 창의적체험활동 → 주5일수업제프로그램
- 주5일수업제 안내 자료 검색



- 유스내비(<http://www.youthnavi.net/>):

유스내비 → 서울유스맵 자료 검색

- 국립중앙과학관

국립서울과학관(<http://www.ssm.go.kr>)

전국 지역별 과학관

- 과학전시관

- 탐구학습관 등 검색

- 3) 실생활 체험 : 학생 개개인이 체험활동을 위하여 시간과 장소를 물색하지만 여러 가지 여건상 체험에 어려움이 있을 수 있다. 일부 학생들은 학원 수강 등의 이유로 외부의 체험활동 프로그램을 이용할 수 없는 경우도 있어 이러한 프로그램을 안내하였다. 가정에서 부모님 또는 친척들의 도움을 받아 쉽게 체험할 수 있는 예시자료를 학습 주제에 알맞게 준비하여 체험활동을 경험하게 한다. (예) 요리 체험, 집안의 시설 및 기구를 이용한 체험, 가족친지의 경험담을 통한 체험, 근린 공원 등 체험, 친척 전화 인터뷰, 병원 간병 체험, 부모님 직장체험 등

- 4) 간접 체험활동: 해외 또는 극지방 등 체험 장소에 직접 갈수 없는 경우의 실제 현장체험자와 인터뷰, 전화 통화, 이메일 수신, 인터넷을 이용한 자료수집 체험 등

2. 용어의 정의 및 연구의 제한

가. 주제 관련 용어 및 체험활동 예시

체험활동을 위하여 주제별로 학습 내용과 관련이 있는 과학 용어를 제시하고, 체험활동을 할 수 있는 예시 자료를 안내함으로써 체험활동에 부담을 느끼는 학생들에게 좀더 구체적으로 체험활동 프로그램을 수행할 수 있도록 하는 단계이다. 선생님의 지시와 안내 없이 학생 개개인이 다가가지 못하였던 분야의 체험을 구체적으로 안내해 줌으로써 학생들의 자기주도적 활동이 이루어지도록 돕는다.

나. 실생활체험프로그램

실생활 체험 프로그램이란 학교 현장 이외의 다른 유관기관을 이용하지 않으면서도 학생들이 가정과 실생활에서 자주 접하였던 사례들을 과학개념과 연관하여 관찰하고 체험하게 한 후 그 결과를 나눔으로써 수업에 적용할 수 있도록 하는 창의적인 활동 단계이다. 실생활에서 겪었던 일이지만 이러한 체험이 나에게 소중한 것이고 남에게 발표하였을 때 서로 공감할 수 있는 좋은 학습활동임을 알게 하는 자기주도적 학습프로그램이다

다. 마인드맵

마음속에 생각하고 있는 것을 간단한 그림과 기호, 상징을 사용하고 색깔로 강조하며 짧은 낱말을 가지고 나뭇가지와 같은 가지를 그려서 그 위에 빠르게 표현하는 것으로 좌·우뇌 기능을 모두 활용하는 시각적인 도식이다. 마인드맵은 그것을 읽거나 작성하는 사람의 창의력을 자극할 수 있는 여러 가지 요소를 가지고 있는 학습 기법 중 하나이다.(강호감·김남일·하정원,1996)

체험활동 발표와 나눔 활동 후에 선생님의 안내에 따라 핵심 주제로부터 소주제 단위로 그물망(방사형) 가지를 그려나가면서 가지 끝에 핵심 사항들을 각자 나름대로 정리한다. 정리하는 방식은 학생들의 개성에 따라 자유롭게 표현할 수 있도록 하고 특별히 수업 주제와 동떨어진 개념이 있을 때에는 선생님의 조언에 따라 스스로 고쳐나가도록 하였다. 이와 같은 마인드맵 활동은 좌뇌(논리·분석력)와 우뇌(가지 끝에 색과 그림을 이용해 내용 그려나가기)를 동시에 작용하게 한다. 결국 양쪽 뇌가 모두 활성화돼 교류함으로써 기억 및 학습 효과가 높아지게 된다.

라. 연구의 제한점

본 연구는 서울 양천구 ○○중학교 3학년 과학수업에서의 체험활동 프로그램으로써, 초·중·고 학교 급별 또는 지역적 특성에 따른 제한이 있을 수 있다. 따라서 학교 여건 및 지역적 특성을 고려하여 생활체험활동 및 나눔 프로그램을 재구성하여 자발적인 소그룹 활동이 이루어질 수 있도록 학습의 특성 파악이 먼저 이루어져야 할 것이다.

3. 체험활동 보고서 작성 안내

- 체험활동 및 보고서 작성은 체험활동을 포함하여 30분 이내로 마칠 수 있도록 지도하되, 보고서 내용과 형식에 대하여는 제한을 두지 않는다.

※ 예시 자료 : 체험활동 보고서

소속 이름	○○중학교 3학년 반 번 이름 : ()		
일시 /장소	2012. . .		
소단원	크로마토그래피에 의한 혼합물 분리		
학습 주제	도핑테스트 체험(예시)		
검 색 어	주제 관련 용어	TLC판, 초코볼, 형광펜, 크로마토그래피, 도핑테스트	
	체험 활동 예시	운동선수의 도핑테스트, 혈액 및 소변 검사, 식품류의 농약성분 검사, 크로마토그래피로 미술 작품 감정, 분필의 색소 전개, 꽃잎의 색소	
내용	- 체험한 내용을 형식에 구애받지 않고 작성하되, 친구들에게 쉽게 소개할 수 있을 수준 정도로만 정리하도록 하여 작성에 대하여 제한을 두지 않도록 한다. (A4용지 1매를 제공하되 체험 활동 사진자료가 있으면 첨부) - 발표 시간은 1-2분 이내로 하여 여러 학생들의 체험 활동을 소개하도록 한다. - 발표 내용보다는 발표한 회수를 기록하여 수행평가의 태도점수에 반영함. (단, 창의적인 체험학습의 경우는 학급별로 우수작을 선정하여 가산점 및 상품을 제공함)		
느낀점	과학적 지식과 탐구원리가 아닌 체험활동을 통하여 느낀 점, 배울만한 점을 솔직하게 기록한다.		
참고 자료	○○○연구소 자료집, 도서 ○○○, 인터넷 사이트		

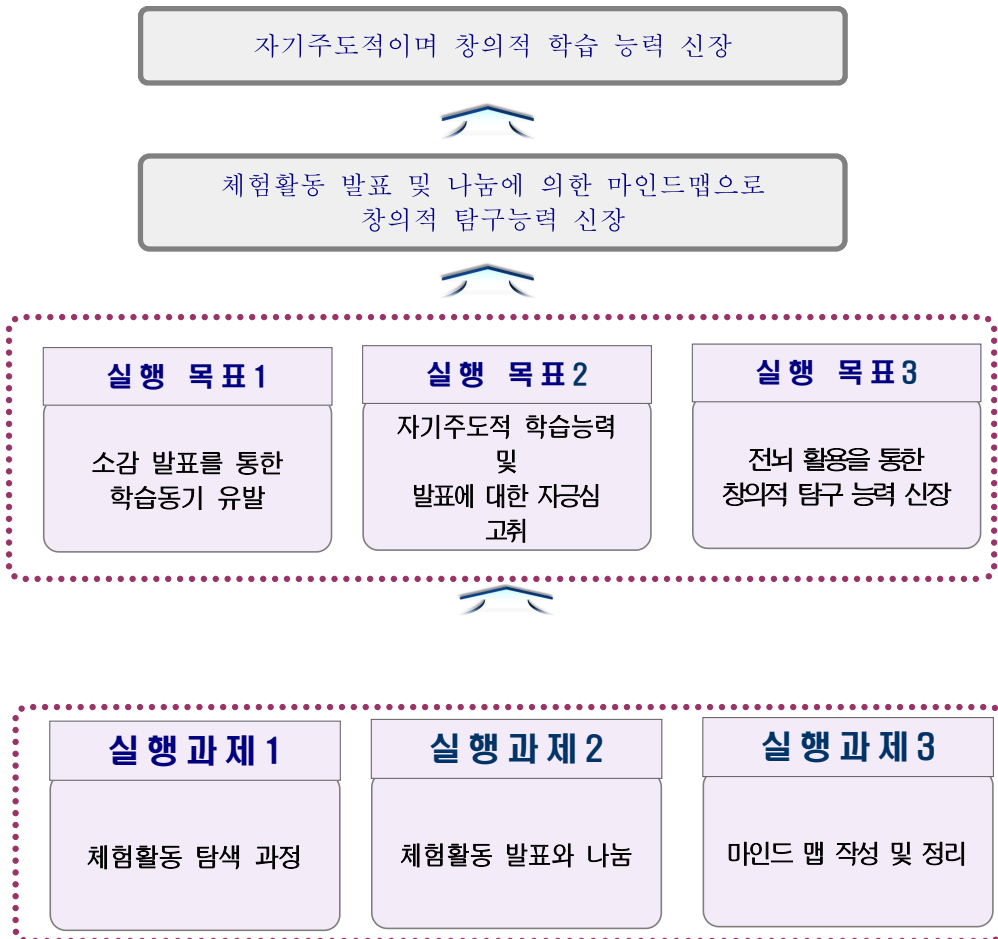
4. 체험학습 활동 안내 매뉴얼

학년초 과학 수업시간에 체험학습 활동을 시작하기 위하여 안내할 때 학생들에게서 공통적으로 나오는 질문을 『Q & A』 매뉴얼로 정리하였습니다.(붙임생략)

5. 체험활동의 특징 및 방향

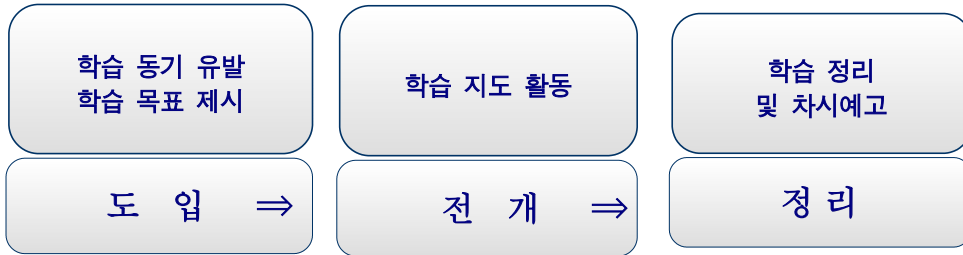
- 가. 체험활동은 학생들이 선호하는 현장체험, 실생활 체험이 되도록 한다.
- 나. 누구나 자발적으로 참여할 수 있고 경쟁보다는 협력하여 최선의 답을 찾아가는 과정 속에서 성취감을 갖도록 하는 활동이다.
- 다. 학습 주제와 관련한 활동을 구체적으로 안내하여 모든 학생들이 쉽게 참여할 수 있는 프로그램이 되도록 한다.
- 라. 성적이 낮아 자존감이 부족한 학생들일지라도 적극적인 참여 기회를 제공한다.
- 마. 체험활동 후에 마인드맵 그리기로 이어지게 하여 창의적 수업을 지향한다.

6. 연구의 실행과제 설정

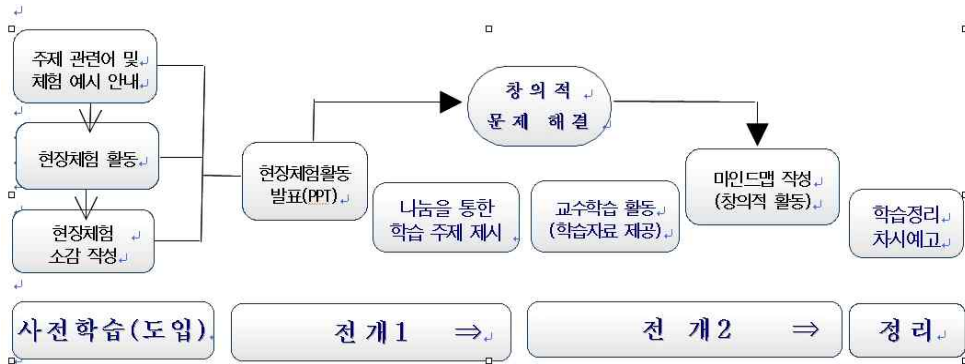


7. 기존 수업과 체험활동을 통한 창의적 수업 모형 비교

가. 기존 일반 수업 모형



나. 체험활동을 통한 창의적 수업 모형



Ⅲ 연구의 실제

1. 연구 개요

- 가. 주제 : 체험활동을 통한 창의적 수업 모형 연구
- 나. 연구 기간 : 2012년 4월 ~ 8월
- 다. 연구 대상 : 중학교 3학년(9학년) 과학수업 담당 학급
- 라. 단원명 : Ⅱ. 물질의 특성

2. 연구절차

가. 연구 대상 학급 현황

서울시 양천구에 소재한 Y중학교 3학년 각 두 학급씩을 실험학급과 비교학급으로 구분하여 선정하였다. 실험학급 대상 인원은 70명(남 : 27명, 여 : 43명)이었고 비교학급 대상 인원은 70명(남 : 29명, 여 : 41명)이었다.

나. 연구 방법

1) 학급 평균성적 비교 : 체험활동 이전과 이후인 중간고사와 기말고사 학급 평균 성적을 비교

2) 연구 설문지 분석

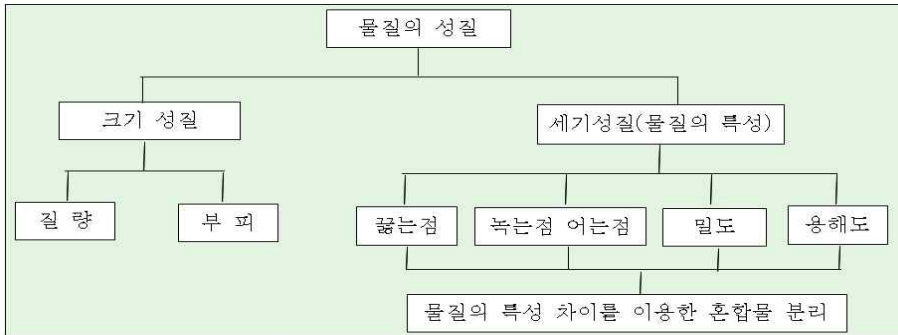
본 연구에 대한 평가는 학생들이 체험활동 수업을 마친 직후 직접 작성한 <불임>평가 설문지로 평가하여 통계 분석하기로 한다.

다. 연구 추진 일정

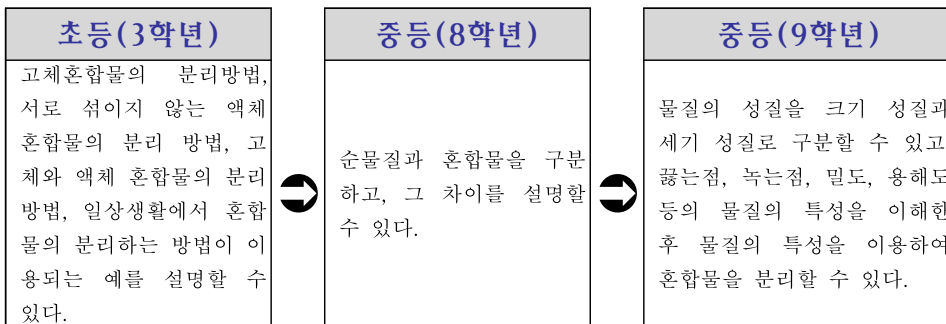
절차	추진내용	연구기간(2012.03-08)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
주제 설정 및 계획	· 관련이론, 선행연구 분석		○	○										
	· 연구 기초 자료 조사			○	○									
	· 연구주제 설정 및 실행과제 선정			○	○									
연구 실행	· 학생 실태 분석			○	○	○								
	· 체험활동 프로그램 운영			○	○	○	○	○						
	· 학습활동을 위한 프로그램 구안 및 활동 교재 제작				○	○	○	○	○					
	· 학습자료 제공 및 평가 실시				○	○	○	○	○					
	· 수업 자료 및 활동지 제작				○	○	○	○	○					
결과 분석	· 대상 학생 사후 검사							○	○	○				
	· 보고서 작성								○	○				
	· 보고서 제출 및 정리 평가								○	○	○			

3. 연구 단원 개관

가. 단원 내용



나. 단원의 개념 구조



4. 단원 지도 계획(II단원. 물질의 특성)

소단원	차시	기간	학습 내용	비고 (체험활동)
1. 크기 성질과 세기 성질	1/17	4월 4주	물질의 성질 중에 물질의 양에 따라 달라지는 것과 그렇지 않은 것이 있음을 알 수 있다. [탐구] 같은 온도의 물을 더할 때의 부피와 온도	
2. 질량과 부피 측정 방법 알기	2/17	5월 1주	여러 가지 물질의 질량과 부피를 정확히 측정하고 밀도의 정의를 이해할 수 있다.	
3. 물질의 밀도	3,4/17	5월 3주	질량과 부피로 물질의 무거운 정도 비교하여 물질의 정의를 이해하고 적용할 수 있다. [탐구] 고체의 부피는 어떻게 측정할 수 있나요? [체험 과학] 여러 가지 물질의 밀도 비교 [생활 속의 과학] 물고기와 잠수함은 어떻게 물에 뜨나?	체험 소감 발표
4. 물질의 끓는점과 녹는점	5,6/17	5월 1주 5월 2주	여러 가지 물질의 끓는점을 알고 물질을 구별하는 특성임을 이해한다. [SOS] 압력솥의 원리는 무엇인가? [보고 생각하기] 얼음과 나프탈렌을 가열과 냉각시킬 때	체험 소감 발표

소단원	차시	기간	학습 내용	비고 (체험활동)
5. 물질의 용해도	7/17	5월4주	물질이 다른 물질에 녹는 정도를 이해하고 물질의 특성임을 안다. [탐구] 온도에 따라 고체의 용해도는 어떻게 달라질까? [10분 탐구] 온도에 따른 기체의 용해도	체험 소감 발표
6. 물질의 특성을 이용한 우리 생활	8/17	6월1주	여러 가지 물질들은 특성에 따라 어떻게 사용되고 있는지 알아 본다. [역사 속의 과학] 탄산음료 이야기 [체험 과학] 탄산음료 만들기 [창의적 문제 해결력] 기름으로 오염된 바다를 구하라!	
7. 혼합물을 분리 하는 이유	9/17	6월2주	[보고 생각하는] 페니실린의 발견과 분리 [과학 기술 사회] 바닷물에서 식수 얻기	
8. 밀도 차이를 이용한 분리	10/17	6월3주	[보고 생각하는] 플라스틱 조각 분리하기 [탐구] 물과 식용유는 어떻게 분리할 수 있을까?	체험 소감 발표
9. 끓는점 차이를 이용한 분리	11,12/17	6월4주	[보고 생각하는] 수돗물에서 증류수 얻기 [탐구] 물과 에탄올 혼합물은 어떻게 분리할까? [SOS] 기체 혼합물도 끓는점 차이로 분리할 수 있나? [역사 속의 과학] 역사 속의 증류 기술	체험 소감 발표
10. 용해도 차이를 이용한 분리	13,14/17	7월1주	[탐구] 염화 나트륨과 모래 혼합물은 어떻게 분리할까? [탐구] 질산 칼륨과 염화 나트륨 혼합물은 어떻게 분리할까? [SOS] 분별 결정에서 어떤 물질이 고체로 석출되나요?	체험 소감 발표
11. 크로마토그래피를 이용한 분리	15/17	7월2주	[탐구] 검은색 수성 사인펜의 색소는 어떻게 분리할까? [SOS] 크로마토그래피는 어떤 원리로 혼합물을 분리하나요? [과학 기술 사회] 크로마토그래피의 이용 [체험 과학] 알록달록 티셔츠 만들기	체험 소감 발표
12. 혼합물 분리의 이용 <본시학습>	16/17	7월3주	우리들의 생활 속에서 혼합물을 분리하는 이용되는 여러 가지 방법을 알아본다. [탐구] 일상생활에서 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 어떻게 분리할까?	체험활동에 대한 PPT 자료 발표 <본시학습 >
대단원 마무리	17/17	7월3주	단원 정리 및 소감 [과학 글쓰기] 페트병을 재활용하면 어떤 점이 좋을까?	

5. 연구 실행 과제

가. 실행 과제 1: 체험활동 탐색과정 (학습동기유발)

1) 체험활동 탐색과정의 개요

- 가) 체험활동 안내 : 단원 학습 최소 2주 전에 학생들에게 안내하도록 한다. 제시된 체험활동 매뉴얼에 있는 순서대로 체험활동이 왜 필요한지, 어떤 이론적인 점이 있는지, 어떻게 체험주제를 정하고 발표하는지를 안내하여 체험활동을 준비하게 한다.
- 나) 체험활동 탐색 : 체험활동 예시자료를 참고로 체험 주제와 장소를 선정한다.
- 다) 체험활동 실행 : 계획한 체험활동을 가족, 친구와 함께 또는 개인적으로 체험활동을 진행하되, 체험 및 보고서 작성시간이 30분 이내에 끝날 수 있도록 지도한다.
- 라) 체험활동 소감 발표 : 발표자는 수업 전날까지 선생님께 미리 신청하도록 한다(USB 또는 e-mail). 체험활동에서 느낀 소감을 주제에 맞게 도입 단계에서 발표하여 학습 동기 유발 자료로 활용한다. 발표 내용은 체험 과정보다는 체험을 통하여 느낀 점 및 알게된 점을 발표한다(1분이내).

2) 체험활동 주제 안내 자료 : 2단원. 물질의 특성

소단원	학습 내용	학습 주제 관련 용어	체험 예시
8. 밀도를 이용한 혼합물 분리	간장과 식용유 분리하기를 통하여 밀도 차이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.	뜨고 가라앉는 것은 밀도 차이 섞이지 않는 액체 혼합물 섞이지 않는 고체 혼합물	간장과 식용유의 분리 플라스틱 조각의 분리 원유 유출 사고 사금 채취, 신선한 달걀 고르기 고추기름으로 태양만들기 혈액 원심분리(병원), 재활용 분리
9. 끓는점 차이를 이용한 혼합물 분리	물질의 끓는점은 세기성질로 물질의 특성임을 알 수 있다. 증류와 분별 증류를 구분할 수 있다.	물의 끓는점 액체의 끓는 점 비교 증류수와 에탄올, 가지달린 시험관, 끓임쪽 증류, 분별증류	식용유를 이용한 튀김 요리 에탄올의 끓는점 실험 감압용기를 이용한 끓는점 실험 높은 산에서 밥 짓기(설익은 밥) 압력솥을 이용한 요리 원유의 분별증류(정유회사), 증류탑 탁주에서 청주 만들기
10. 녹는점은 물질의 특성인가?	물질의 녹는점은 세기성질로 물질의 특성임을 설명할 수 있다.	고체의 가열과 냉각 곡선 녹는점, 어는점 비교	금속활자 제작(밀납과 금속) 로르산, 팔미르산, 아스피린의 녹는점 비교 녹는점이 높은 것을 이용(주방기구) 녹는점이 낮은 것을 이용(퓨즈)

소단원	학습 내용	학습 주제 관련 용어	체험 예시
11. 용해도를 이용한 혼합물 분리	용해도는 세기성질로 물질의 특성이며 용해도 차이를 이용하여 물질을 분리할 수 있다. 분별 결정과 재결정을 구분하여 설명할 수 있다.	용해, 용질, 용매, 용액 용해도의 차이, 용해도곡선과 온도 포화용액, 불포화용액 소금의 용해도 거름, 분별결정, 재결정	소금, 질산칼륨, 스테아르산의 용해 용해도 곡선 결정 석출 기체의 용해도, 사이다의 기포 고체의 용해도, 염전에서 소금 생산 천일염과 목은 천일염(간장)
12. 크로마토그래피에 의한 혼합물 분리	크로마토그래피를 이용하여 색소를 분리할 수 있다.	TLC판, 초코볼, 형광펜 크로마토그래피	운동선수의 도핑테스트 혈액 및 소변 검사 식품류의 농약성분 검사 크로마토그래피로 미술 작품 분필의 색소 전개, 꽃잎의 색소
13-14. 생활 속 혼합물의 분리 및 분리설계 <학습단원>	일상생활에서 혼합물을 분리하는 방법들을 알 수 있다. 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리하는 실험을 설계할 수 있다. [생활 속 과학] 자원의 재활용	브라질 땅콩 효과 진동 효과 추출	쌀과 콩의 진동 효과 레이콘의 회전 튀밥 속 탁구공 마술 녹차의 추출 커피 만들기(더치 커피) 생활 속에서 혼합물을 분리하는 다양한 방법 찾기 (생명 빨대로 식수 해결)

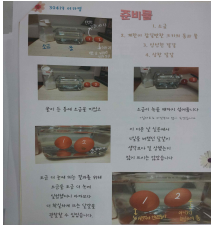
3) 차시별 체험활동 소감 발표 학생의 주제 현황

※ 차시별 수업 전일까지 신청한 학생(5명 이내)으로 제한하며, 수업 시작할 때 주제마다 1분 이내로 발표합니다.

소단원	차시	학습 내용	체험활동 소감 발표 주제 (수업 도입 부분)
1. 크기 성질과 세기 성질	1/17	물질의 성질 중에 물질의 양에 따라 달라지는 것과 그렇지 않은 것이 있음을 알 수 있다.	
2. 질량과 부피 측정 방법 알기	2/17	여러 가지 물질의 질량과 부피를 정확히 측정하고 밀도의 정의를 이해할 수 있다.	
3. 물질의 밀도	3,4/17	질량과 부피로 물질의 무거운 정도 비교하여 물질의 정의를 이해하고 적용할 수 있다.	신선한 달걀 고르기 혈액형 원심분리 물 위에 10원짜리 동전 띄우기
4. 물질의 끓는점과 녹는점	5,6/17	여러 가지 물질의 끓는점을 알고 물질을 구별하는 특성을 이해한다.	용광로에서 쇠물 녹이기(간접체험) 식초를 이용한 치즈 만들기
5. 물질의 용해도	7/17	물질이 다른 물질에 녹는 정도를 이해하고 물질의 특성을 안다.	사이다의 특 쏘는 맛이 오래 가려면
6. 물질의 특성을 이용한 우리생활	8/17	여러 가지 물질들은 특성에 따라 어떻게 사용되고 있는지 알아본다.	

소단원	차시	학습 내용	체험활동 소감 발표 주제 (수업 도입 부분)
7. 혼합물을 분리하는 이유	9/17	우리 생활 속에서 혼합물을 분리하는 이유를 알아본다. • 바닷물에서 식수 얻기	
8. 밀도 차이를 이용한 분리	10/17	밀도차이를 이용한 혼합물 분리의 예를 설명할 수 있다. • 물과 식용유는 어떻게 분리할 수 있을까?	물엿, 식용유, 간장의 밀도차이 비교 각테일 올리고당, 포도씨유의 밀도차 비교 밀도로 물질을 구별할 수 있을까?
9. 끓는점 차이를 이용한 분리	11.12 / 17	끓는 점 차이를 이용한 분리를 설명할 수 있다. • 물과 에탄올 혼합물은 어떻게 분리할까? • 역사 속의 증류 기술	막걸리에서 청주 만들기
10. 용해도 차이를 이용한 분리	13.14 / 17	용해도 차이가 있는 큰 두가지 이상의 혼합물을 분리하는 방법을 설명할 수 있다. • 염화 나트륨과 모래 혼합물은 어떻게 분리할까?	소금과 쌀의 혼합물 분리 염전에서 천일염 만들기 모래와 소금 혼합물 분리 티백에서의 녹차 추출
11. 크로마토그래피를 이용한 분리	15/17	크로마토그래피를 이용한 혼합물 분리방법과 그 예를 설명할 수 있다. • 크로마토그래피의 이용	크로마토그래피에 의한 잎의 색소 분리 도핑테스트에 의한 약물 추출
12. 혼합물 분리의 이용 <본시학습단원>	16/17	우리들의 생활 속에서 혼합물을 분리하는 이용되는 여러 가지 방법을 알아본다. • 일상생활에서 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 어떻게 분리할까?	<본시학습 > 체험 소감 발표학생 중 선정된 학생의 조별 PPT 시연 발표
대단원 마무리	17/17	단원 정리 및 소감	

4) 체험활동 소감발표 수업지도안(학습 동기 유발)

단원		II. 물질의 특성		3학년 과학	
소단원		7. 밀도를 이용한 혼합물의 분리		차시	10/17
학습목표		뜨고 가라앉는 것은 밀도의 차이를 나타내는데, 이러한 밀도 차이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.			
학습 단계	학습 과정	교수학습 과정		자료 및 지도 상의 유의점	
도입 (5분)	<p>출석확인 학습목표 제시</p> <p>체험소감 발표</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 곰국 위로 떠 오른 지방을 걷어내는 사례 → 생활 속에서 밀도의 차이를 이용한 혼합물 분리 방법에는 어떤 것이 있을까? • 체험활동 소감 발표하기(신청학생만 발표함) <p><발표예시> 신선한 달걀 고르기 체험 밀도가 큰 소금물에 달걀이 뜨는 원리를 이용하여 신선한 달걀과 오래된 달걀을 구분하는 실험을 직접 집에서 체험하였다. 상한 달걀은 수분이 빠져나가 그 빈공간이 공기로 채워져 밀도가 작아진다는 원리도 함께 알게 되어 흥미로운 실험이었다. 또 상한 달걀은 공기 뿐 아니라 내부에서 생긴 기체도 포함된다는 것을 알게 되었다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 이 시간에는 생활 속에서 나타나는 밀도차이를 이용한 혼합물 분리에 대하여 공부하도록 합니다. 		<ul style="list-style-type: none"> • 밀도의 차이에 따른 혼합물 분리 방법에 대하여 답변 유도 • 체험 소감을 조용히 경청하고 기록한다. 궁금한 점은 손들고 질문한다. 	
전개 (34분)	<p>탐구 학습 활동</p>	<ul style="list-style-type: none"> •간장과 식용유의 혼합물을 분별 깔때기를 이용하여 분리해 보도록 지도한다. 간장과 기름 같이 서로 섞이지 않는 액체는 분별 깔때기를 이용해서 간단하게 분리할 수 있음을 설명한다. •물에 녹지 않으면서 밀도가 다른 두 가지 고체 물질을 분리하는 방법은? 두 고체의 중간 정도 밀도를 갖는 적당한 용매를 이용하여 분리할 수 있음을 설명한다. •밀도 차이를 이용한 혼합물의 분리가 생활에서 이용되는 예를 학습해본다. - 유조선에서 유출된 기름의 확산 방지 - 사금 채취 - 원심 분리기를 이용한 혈액의 분리 - 불순물이 섞인 쌀에서 돌 골라내기 		<ul style="list-style-type: none"> •간장과 식용유의 경계면의 액체는 따로 받아서 모으도록 지도하고, 유리 제품인 분별 깔때기는 주의해서 다루도록 한다. •서로 섞이지 않는 액체를 분리하는 경우 양이 적을 때는 스포이트를 이용할 수도 있다. •밀도 차이를 이용한 혼합물의 분리 사례에 대하여 질문과 답변을 통한 토의 활동 	
정리 (3분)	<p>학습내용 정리</p>	<ul style="list-style-type: none"> •뜨고 가라앉는 밀도 차를 이용하여 물질을 분리할 수 있음을 강조한다. 서로 섞이지 않는 액체를 분리하는 방법과 밀도가 다른 고체 혼합물을 분리하는 방법을 정리해 본다. •밀도 차이를 이용한 혼합물 분리의 예를 정리한다. 		<p>혼합물 분리 예시 자료 사진과 자료를 화면에 보여주고 질문하게 한다.</p>	
평가 및 과제(2분)	<p>마무리 풀이</p>	<ul style="list-style-type: none"> •우유 속에 섞여 있는 유지방을 분리하는 방법에 대해 토의해본다. 			
차시예고 (1분)	<p>차시학습</p>	<ul style="list-style-type: none"> •물질의 특성인 끓는점에 대해 학습한다. 			

5) 체험활동 소감 발표 내용 (체험활동 보고서 및 소감 학생 자료)

	<p>「생활 속 혼합물의 분리 체험」 식초를 이용하여 치즈 만들기</p> <p>우유에 산성인 식초를 넣고 가열하여 단백질이 응고되는 원리를 분리해 보는 체험활동으로 치즈를 만드는 원리를 알 뿐 아니라 간단한 준비물로도 생활에 직접 이용할 수 있어 의미있고 유익한 활동이 되었다고 생각한다.</p> <p>초등학교 때 콩으로 두부 만들었던 기억이 났는데 두부만드는 과정보다 더 쉽고 재미있었다. 식초와 우유를 이용하여 단백질이 분리되는 것은 신선한 체험으로 우유에 있던 물이 단백질로부터 분리되는 것을 본 것도 흥미로웠다.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>「생활 속 혼합물의 분리 체험」 브라질 망콩효과</p> <p>쌀과 콩을 유리병에 넣고 섞은 후 계속 흔들었지만 아랫부분이 좁아서 그런지 실험이 안 되어 당황하였다. 그래도 밥 먹으면서도 흔들고, TV보면서, 쉬지 않고 흔들다보니 콩이 걸러져서 기쁘고 신기했다. 가족들은 시끄럽다고 그만하라고 했지만...</p> <p>실험이 끝나고 다시 쌀과 콩을 분리하기 위해 큰 그릇에 넣었을 때도 흔들어주면 콩이 위로 올라와 쉽게 콩을 걸러내어 정리할 수 있었다.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

나. 실행과제 2: 체험활동 발표와 나눔(자기주도학습 능력 신장)

1) 체험활동 발표와 나눔 개요

가) 체험활동 발표(PPT) 주제 선정 : 『실행과제1』에서의 체험활동소감 발표 작품 중에서 『본시학습』 체험활동 발표(PPT) 학생을 선정한다.

나) 발표자 선정 기준.

- ① 본인이 실제로 체험 활동한 내용인가?(인터넷이나 참고서적에서 인용한 것 제외함)
- ② 소감 발표 내용이 학습 차시의 주제와 관련된 활동인가?
- ③ 체험 내용이 창의적인가?
- ④ 체험 활동의 소감 내용이 솔직한가?
- ⑤ 체험 소감 발표자가 많을 경우 창의성, 과학성, 노력성 우수 작품을 선정한다.

다) 체험활동에 대한 프레젠테이션(PPT) 자료 준비 안내

- ① 『본시학습』 시간에 발표자로 선정된 학생에게 다음의 발표 안내 자료와 같이 안내한다.
- ② 체험활동 소감 내용을 양식에 맞게 정리함으로써 자기주도적 학습 능력을 배양한다.
- ③ 주제별로 7~10명 정도로 선정하되, 1인당 1분 이내 분량의 발표를 하도록 안내한다.
- ④ 학생들이 제작한 PPT 파일을 수업 시간 교사용 컴퓨터에 저장한 후 수업 당일 발표하도록 한다.
- ⑤ 학급별 우수작품은 별도로 안내된 상품을 제공할 수도 있다.(수행평가 발표영역에 반영 가능)

라) 체험활동 발표 및 나눔 효과 : 자기주도적 학습 능력 및 발표를 통한 자긍심 갖게 한다.

체험활동보고서 PPT 발표 안내

1. 발표 방법 안내

- 체험활동 보고서 자료를 파워포인트(PPT) 자료에 맞게 편집 제작한다.
- PPT자료 발표

2. 파워포인트 제작 : 슬라이드를 4-5개 이내로 제작한다.(예시)

<p>주제명 : 소단원 : 3학년 ○반 ○○번 이름 : ○○○ ○○중 학교</p>	<p>체 험 내 용 소 개 (5줄 이내로 요약)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ ◆ ◆ ◆ ◆ <p>(사 진 자 료 는 별 도 슬 라 이 드)</p>
<p>느 낀 점 (2-3가 지 정 도)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ ◆ ◆ 	<p>알 게 된 점 (체 험 하 지 못 한 친 구 에 게 말 하 고 싶 은 것 들)</p>

3. 발표 및 답변 시간 : 1분 이내

4. 참고사항

- 1) 학급별 우수작품은 소정의 상품을 제공함.(또는 수행평가 발표영역에 반영)
- 2) 보낼 곳 : 과학선생님 이메일 : 연락처 HP :

2) 3학년 과학과 체험활동 발표를 위한 본시학습 지도안

단원	II. 물질의 특성		
소단원	14. 생활 속 혼합물의 분리		
학습 목표	생활 속에서 혼합물을 분리하는 데 이용되는 방법을 알 수 있다.		
학습 단계	학습 과정	교수학습 과정	자료 및 지도 상의 유의점

<p>도입 (3분)</p>	<p>출석확인 학습동기 유발 학습목표 제시</p>	<p>• '브라질 땅콩 효과'를 시범실험으로 보여줌으로써 호기심을 유도한다. 생활 속에 유사한 예는 어떤 것이 있는지 질문한다. • 우리생활 속에서는 이와 같이 다양한 혼합물 분리 방법이 있음을 설명하고 학생들이 생활체험을 통하여 준비한 자료를 발표하도록 안내한다.</p>	<p>- 콩밥을 했을 때 콩이 위로 물리는 현상 - 통을 심하게 흔드는 것보다 작은 진동을 계속 주는 것이 효과적임 - 학생들은 질문에 답한다.</p>
<p>전개 (17분)</p>	<p>탐구1 (체험학습 PPT보고서 발표)</p>	<p>[탐구] 일상생활에서 물질의 특성을 이용한 혼합물 분리방법에는 어떤 것이 있을까? 주제별로 준비된 발표 순서대로 듣고 질문할 수 있도록 지도한다.</p> <p>• 발표 및 유인물 작성 안내 -준비한 체험활동 PPT자료를 순서대로 발표합니다. -발표시간 및 발표 요령, 강조사항 등을 설명하고, 듣는 학생들은 제공된 학습 유인물에 요점 정리 및 질문사항을 메모하고 질문하도록 안내한다.. • 체험학습 보고서를 발표한다.(PPT 발표 1분씩) (주제, 소단원, 내용 요약, 느낀점 등)</p> <p>1) 밀도차에 의한 혼합물 분리 신선한 달걀고르기, 혈액의 원심분리, 올리고당,포도씨유의 밀도차 비교, 밀도차에 의한 액체 속 고체의 밀도 순서 알아보기</p> <p>2) 끓는점차이를 이용한 혼합물 분리 포스크건설 Oil sand Project의 분별증류 체험용광로 속 쇳물 녹이기</p> <p>3) 용해도 차이를 이용한 혼합물 분리 소금과 쌀 혼합물분리, 천일염 만들기, 맛이 좋은 녹차 추출</p> <p>4) 크로마토그래피 크로마토그래피에 의한 잎의 색소 분리 도핑테스트에 의한 약물 검출</p>	<p>• 학생들이 발표 내용을 듣도록 한다. (학습 유인물 배부 및 메모) • 체험 유형별로 학습 자료를 유인물에 정리한다. - 주제, 내용 및 느낀점을 발표자별로 한 두줄의 분량으로 정리한다. - 발표 내용 중 궁금한 사항은 발표 직후 손을 들고 질문한다.</p>
<p>20분</p>	<p>탐구2 (모둠별 마인드맵 작성)</p>	<p>• 발표한 내용에 대하여 짧게 판서 요약한 후 마인드맵을 작성하도록 안내한다. <모둠별 토의> → <주제별 판서 요약> →<한가지 주제 선택> → <마인드 맵 작성> • 마인드맵 작성 과정을 돌아보면서 지도한다.</p>	<p>• 모둠별로 서로 토의하면서 체험활동 내용 중에서 하나의 주제를 골라 마인드맵을 작성하게 한다. • 순회하면서 주제에서 벗어나지 않도록 지도하고 느낌을 표현하도록 안내한다.</p>
<p>정리 (3분)</p>	<p>학습내용 정리</p>	<p>•마인드맵 작성 발표 : 작성한 마인드맵 중에서 내용 정리 및 창의적인 작품을 몇 작품 소개하면서 다양한 혼합물 분리 방법을 정리한다.</p>	<p>• 마인드맵 우수작품을 함께 감상하고 느낌을 서로 이야기 한다.</p>
<p>평가 및 과제(2분)</p>	<p>평가 및 차시 학습</p>	<p>•혼합물 분리의 종합정리 및 평가 문제 풀이</p>	

3) 크로마토그래피 체험에 대한 PPT 발표 자료(학생 발표 자료 사례 : 박○○)

<p style="text-align: center;">크로마토그래피 <박○○></p> 	<p style="text-align: center;">실험 순서</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 거름종이를 꽃모양으로 오린다 2. 꽃모양 거름종이에 사인펜으로 여러 색깔을 칠한다 3. 비커 위에 올려놓고, 물을 3방울 떨어뜨린다 
<p style="text-align: center;">크로마토그래피 실험 재료</p>	<p style="text-align: center;">크로마토그래피 실험 순서</p>
<p style="text-align: center;">실험 결과</p> 	<p style="text-align: center;">느낀점 & 알게된점</p> <ul style="list-style-type: none"> • TLC가 있었으면 사인펜의 색깔 분리 변화를 좀 더 관찰할 수 있었을 텐데 아쉽다 • 색소마다 이동속도가 다르다는 점이 참으로 신기했다 • 검정색이 많은 색깔로 나누어 지는 것을 보지 못해서 아쉽다 • 검정색이 제일 색깔 분리가 많이 된다 • 흡착력이 큰 색소는 이동속도가 느리다
<p style="text-align: center;">크로마토그래피 실험 결과</p>	<p style="text-align: center;">체험에서 느낀 점&알게된 점</p>

을 위한 자료가 된다.

4) 체험보고서 내용 작성 및 발표 (학생 보고서 사례)

<체험보고서 자료 >

브라질땅콩효과

3학년 ○반 ○○○


- 마트에서 산 땅콩캔을 흔들고 캔을 열었더니, 더 큰 것이 위에 더 작은 것이 아래에 있었다.그래서 내가 제일 먹고 싶어하는 큰 땅콩이 제일아래에 있는 불상사가 생겼다. 그래서 병에 큰콩, 쌀, 작은 콩을 넣고 흔들었는데 같은 결과가 나왔다.
- 브라질땅콩효과 : '브라질땅콩 효과'란 다양한 크기의 입자가 섞인 알갱이 물질을 흔들고 섞었을 때, 결국에는 가장 큰 물체가 표면 위로 떠오르는 현상이다.
- 브라질 땅콩 효과의 원인
 1. 간단한 설: 입자들이 진동할때 생기는 틈사이로작은 크기의입자가들어가게되고다시 진동이 이어져 작은 입자가 큰 입자 사이로 계속해서 빠져나가게 되어, 결과적으로 큰 입자가 떠오르게 되는 것이다.
 2. Shinbrot와 Muzzio의 설 : 다른 물리학자 Shinbrot와 Muzzio는 무거운 물체는 관성이 크기 때문에 흔들 때마다 부드럽게 약간씩 들러지게 되고, 이때 주변에 있는 가루가 이 물체의 밑으로 들어갈 수 있게 되어 결국은 위로 밀려 올라간다는 것이라고 주장했다. 가벼운 물체는 주변의 입자들과 비슷하게 쉽게 흔들리게 되고 따라서 주위의 입자들이 밑으로 흘러 들어갈 기회가 적어진다는 것이다.
- 3. 대류설 : 땅콩을 흔들면 땅콩들의 대류(convection)가 일어나는데, 용기 벽 주변의 좁은 띠와 같은 영역에서는 물질들이 계속 가라앉는 곳이 생기고, 용기 벽에서 떨어진 곳에서는 물질들이 위로 올라가게 된다는 것이다. 즉, 큰 땅콩들은 용기 벽 주위에 형성된 가라앉는 좁은 띠에 비해서 너무 크기 때문에 가라앉지 못하고 위에 갇혀 버리게 된다는 것이다

● 실생활에서의 이용

전세계 시멘트 회사에서만 추가적으로 지출하는 돈이 66조억원, 이 현상으로 인해 원가의 40%에 해당하는 돈이 지출되는 것이다. 브라질 땅콩효과가 우리 실생활에서 적용되는 예로는, 제약회사에서 잘 섞어놓은 가루약을 차로 장시간 운반하고 나면 크기별로 층이 생겨 낭패를 보게 된다. 아침식사로 우유에 타먹는 시리얼이나 시멘트 재료를 운반할 때 가벼운 것이 아래에 있는 것 등이 다 레미콘 회전도 해당된다. 그리고 로또 역시 우리 눈으로 같아 보이는 공의 크기가 조금만 달라도 브라질 땅콩 효과가 나타나 몇몇 공들이 올라와서 압력을 넣어 추첨하는 기계로 바뀌었다고 한다.

알게된점과 느낀점

- 브라질 땅콩 효과는 중력을 거스르는 반중력 효과이고, 아직까지 과학자들 사이에서도 명확하게 설명될 수 없다고 한다. 그렇게 간단해 보이는 현상이 아까 3가지 이론 외에도 다른 물리학자들은 입자 하나하나로 봐서 고비성, 멈춤각, 마찰력 등의 내용으로도 설명할 수 없는 미스터리한 현상이라는 것이 신기하다.
- 브라질땅콩효과를 보면서 당연히 무거운 것이 아래로 가라앉을 거라 생각했는데, 그렇지 않다는 것이 놀라웠다.
- 또한, 브라질땅콩효과가 공사장, 레미콘, 땅콩, 분말, 약 , 로또 등 실생활과 밀접하게 연관되어 있다는 사실도 신기하다.



IV 연구의 결과 및 교육적 효과

1. 연구대상자의 특성

본교에서 수업을 하는 3학년 학급을 대상으로 실험학급과 비교학급을 다음과 같이 구분하였다. 실험그룹 대상 인원은 70명(남 : 27명, 여 : 43명)이었고 비교그룹 대상 인원은 70명(남 : 29명, 여 : 41명)이었다.

체험활동		구분	학생 수		비 고
			학급별(남/여)	소계	
실험그룹	3반	35명(14/21)		70명	
	4반	35명(13/22)			
비교그룹	1반	35명(15/20)		70명	
	2반	35명(14/21)			
계		140(56/84)		140명	

2. 정기고사 결과: 정기고사(중간, 기말)의 평균점수를 비교하면 기말고사 평균점수가 중간고사에 비하여 8.4점 하락한 것을 볼 수 있는데 실험그룹의 평균 감소치가 6.7점으로 비교그룹의 감소치인 10.1점에 비하여 적은 것으로 나타났다. 이것은 ‘물질의 특성’ 단원을 포함한 체험활동 수업 이후에 실시한 기말고사의 평균점수가 중간고사에 비하여 실험그룹이 비교그룹보다 높다는 것으로 실험그룹의 성적이 향상되었다는 것을 의미한다.

체험활동		구분	정기고사				비 고
			중간(4.27-5.1)		기말(7.10-7.13)		
			학급평균	그룹평균	학급평균	그룹평균	
실험그룹	3반	73.4	75.4	67.3	68.7	▽ 6.7	
	4반	77.3		70.0			
비교그룹	1반	72.0	73.4	61.0	63.3	▽10.1	
	2반	74.9		65.5			
평균		•	74.4	•	66.0	▽ 8.4	

3. 체험활동 수업 참여 여부에 따른 과학수업 참여도 및 만족도 차이에 관한 설문조사 결과

가. 설문 목적 및 개요

본 설문은 체험활동을 응용한 수업에 참여 여부(참여, 비참여)에 따른 과학수업의 참여도와 만족도 차이를 알아보기 위한 목적으로 시도되었다.

2012년 5월7일부터 7월19일까지 본교 3학년 학생 중 체험활동을 응용한 수업에 참여한 2개 학급 70명과 체험활동을 응용한 수업에 참여하지 않은 2개 학급(기존 수업 방식) 70명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 설문 회수 결과 체험활동 응용 수업 참여/비참여 각각 66명씩 회수되어 이 설문 결과를 바탕으로 통계처리를 하였다.

나. 통계 방법

본 연구에 사용된 통계 분석 방법은 다음과 같다. 체험활동을 응용한 수업에 참여 경험 여부에 따른 과학 수업의 참여도 차이는 빈도분석 방법을 이용하였으며, 전체적인 과학수업 만족도 차이는 독립표본 t-test(Independent Samples t-test)를 이용하였다. 본 연구는 통계 프로그램은 SPSS 18.0을 사용하여 분석 하였다.

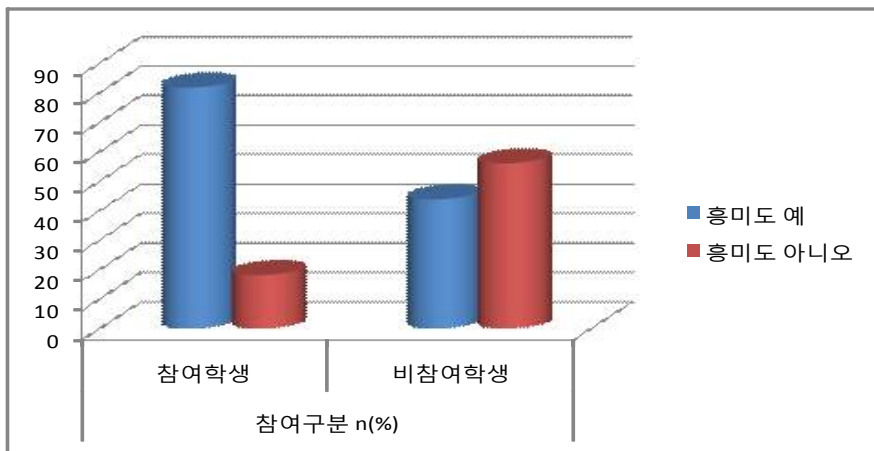
다. 연구 결과

1) 체험활동을 응용 수업 참여 여부에 따른 과학수업 참여도 차이

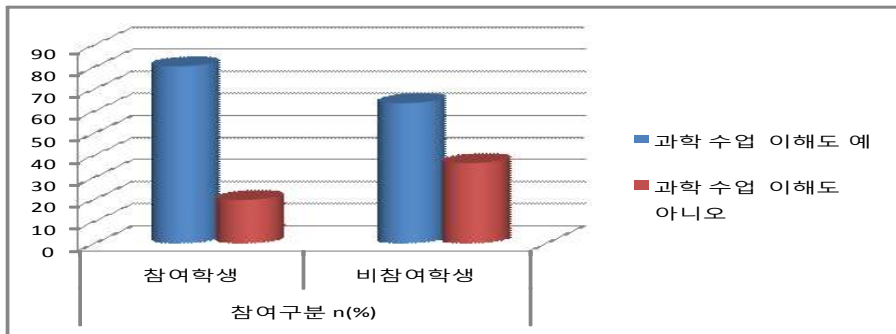
체험활동을 응용한 수업 참여 여부에 따른 과학수업의 참여도 차이를 살펴본 결과는 <표>와 같다. 과학수업의 전반적인 흥미도는 체험활동을 응용한 수업에 참여한 학생 54명(81.8%), 비참여 학생 29명(43.9%)이 '예'라고 응답하였으며, 체험활동 응용 수업을 진행한 '물질의 특성' 단원에 대한 이해도는 참여 학생의 경우 53명(80.3%), 비참여 학생 42명(63.6%)이 '예'라고 응답하여 체험활동을 응용한 수업의 흥미도와 단원 이해도가 높은 것으로 나타났다. 과학 수업 참여 후 창의적인 생각 유발은 참여 학생 42명(63.6%), 비참여 학생 26명(39.4%)으로 참여 학생의 창의성 유발이 높게 나타났다. 체험을 응용한 과학 수업의 참여 경험은 참여 학생 34명(51.5%), 비참여 학생 31명(47.0%)으로 나타났으며, 기존의 수업 방식과 체험활동을 응용한 과학수업의 선택 결정에 대하여 본 연구의 체험을 응용한 과학 수업에 참여 희망 선택 학생 55명(83.3%), 비참여 희망 학생 48명(72.7%)이 체험을 응용한 과학 수업을 선택한다고 응답하였다.

<표> 체험활동을 응용한 수업 참여 경험에 따른 과학수업 참여도 차이(빈도분석)

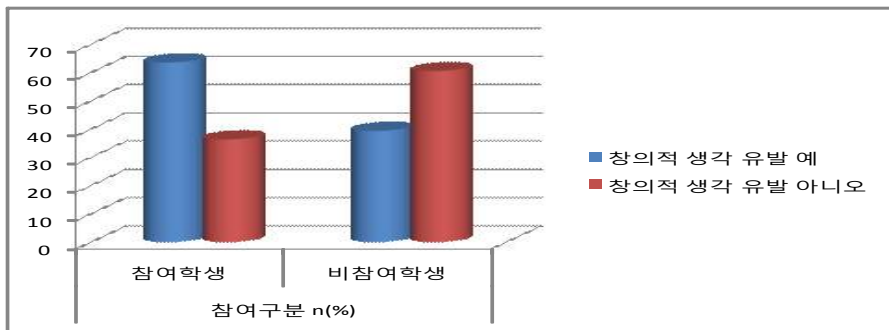
과학수업 참여도		참여구분 n(%)	
		참여학생	비참여학생
과학 수업의 흥미도	예	54(81.8)	29(43.9)
	아니오	12(18.2)	37(56.1)
과학 수업 내용 이해도	예	53(80.3)	42(63.6)
	아니오	13(19.7)	24(36.4)
과학수업 참여 후 창의적 생각 유발	예	42(63.6)	26(39.4)
	아니오	24(36.4)	40(60.6)
체험을 응용한 과학 수업 참여 경험	있다	34(51.5)	31(47.0)
	없다	32(48.5)	35(53.0)
수업 형태 선택 희망	기존 과학수업	11(16.7)	18(27.3)
	체험응용 과학수업	55(83.3)	48(72.7)
전체		66(100.0)	66(100.0)



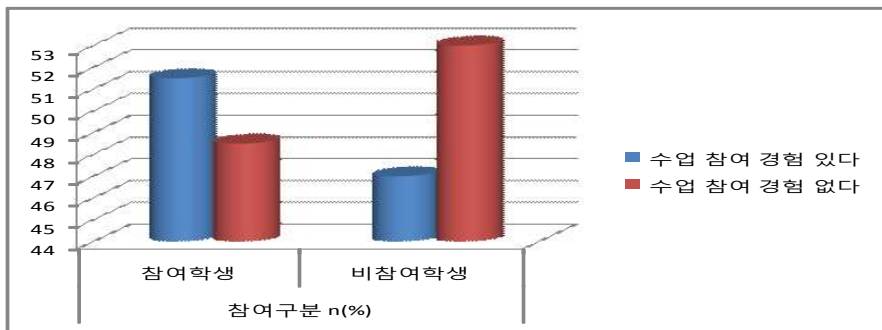
[과학수업 흥미도]



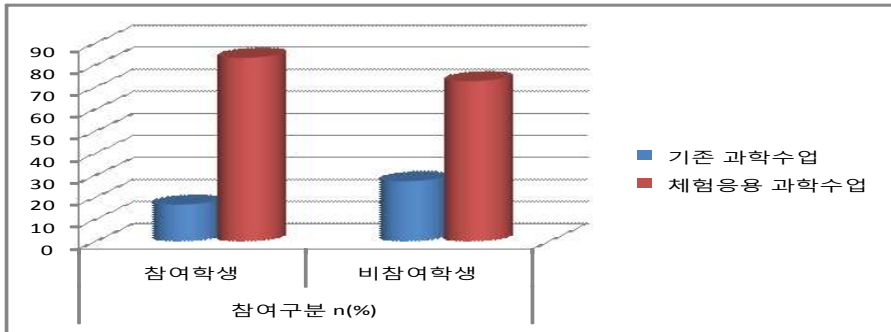
[과학수업 이해도]



[과학수업 참여 후 창의적 생각 유발]



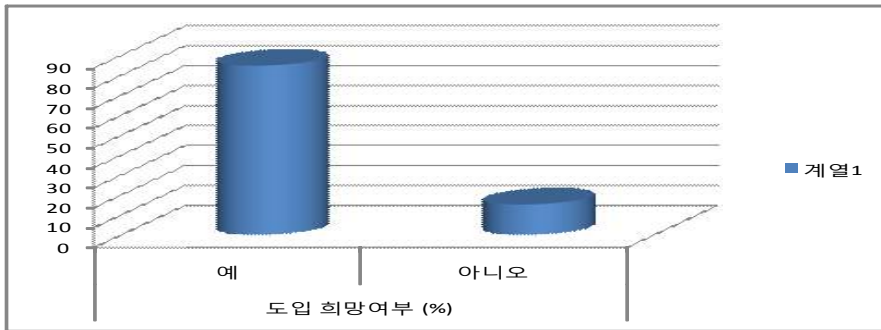
[체험을 응용한 과학 수업 참여 경험]



[수업 형태 선택 희망]

2) 체험활동을 응용한 수업의 타 교과목 도입 희망 여부

체험활동을 응용한 수업을 참여한 학생 66명을 대상으로 타 교과목의 체험 활동 응용 수업의 도입 희망 여부를 평가 한 결과 ‘예’라는 응답이 56명 (84.8%)으로 나타났다



[체험활동을 응용한 수업의 타 교과목 도입 희망 여부]

3) 체험활동을 응용 수업 참여 여부에 따른 전체적인 과학수업 만족도 차이

체험활동을 응용한 수업 참여 여부에 따른 과학수업에 대한 전체적인 만족도를 1-5단계의 척도로 평가한 결과는 <표 >와 같다. ‘과학수업이 재미있었다’의 문항에 대하여 체험활동 참여 학생은 3.44±1.010점, 비참여 학생은 2.62±1.250점으로 참여 학생의 흥미도가 높은 것으로 나타났으며(t=4.137, p<0.001), ‘과학 원리가 이해하기 쉬웠다’ 문항은 체험활동 참여 학생은 3.36±1.062점, 비참여 학생은 2.79±.953점으로 참여 학생의 과학 원리의 이해도가 높은 것으로 나타났다(t=3.279, p<0.001). ‘과학 수업시간 중 조별활동이 좋았다’의 문항은 체험활동 참여 학생은 3.41±1.176점, 비참여 학생은 2.88±1.431점으로 참여 학생의 조별활동 만족도가 높은 것으로 나타났으며(t=2.326, p<0.05), ‘수업 중 자발적으로 활동하는 것이 좋았다’의 문항은 체험활동 참여

학생은 3.03 ± 1.022 점, 비참여 학생은 2.85 ± 1.180 점으로 참여 학생의 자발적으로 활동의 참여도가 높게 나타났으나($t=0.946$) 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

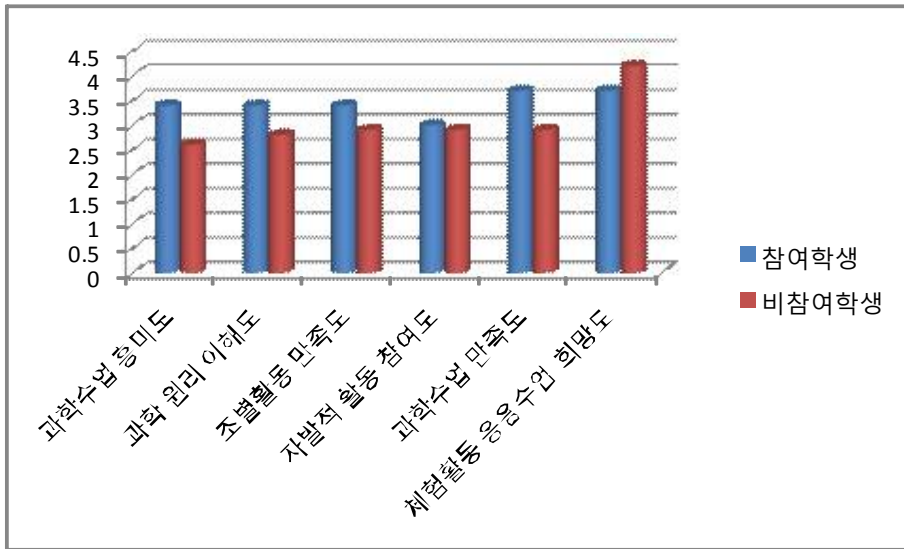
‘과학 수업에 대하여 만족한다’의 문항은 체험활동 참여 학생은 3.70 ± 1.022 점, 비참여 학생은 2.86 ± 1.021 점으로 참여 학생의 과학 수업에 대한 만족도가 높은 것으로 나타났으며($t=4.685$, $p<0.001$), ‘앞으로 체험활동을 응용한 수업을 희망한다’의 문항은 체험활동 참여 학생은 3.70 ± 1.136 점, 비참여 학생은 4.23 ± 1.064 점으로 비참여 학생의 체험활동을 응용한 수업 희망도가 높게 나타났다($t=-2.767$, $p<0.01$).

<표> 체험활동 수업 참여 여부에 따른 과학 수업 만족도

체험활동 수업 참여 여부		Mean±SD	t	p
과학수업이 재미있었다. (흥미도)	참여 학생	3.44 ± 1.010	4.137***	0.000
	비참여 학생	2.62 ± 1.250		
과학 원리가 이해하기 쉬웠다 (이해도)	참여 학생	3.36 ± 1.062	3.279**	0.01
	비참여 학생	$2.79 \pm .953$		
과학 수업시간 중 조별활동이 좋았다. (조별활동 만족도)	참여 학생	3.41 ± 1.176	2.326*	0.022
	비참여 학생	2.88 ± 1.431		
수업 중 자발적으로 활동하는 것이 좋았다(자발적 활동 참여도)	참여 학생	3.03 ± 1.022	0.946	0.346
	비참여 학생	2.85 ± 1.180		
과학 수업에 대하여 만족한다. (과학수업 만족도)	참여 학생	3.70 ± 1.022	4.685***	0.000
	비참여 학생	2.86 ± 1.021		
앞으로 체험활동을 응용한 수업을 희망한다.(체험활동 응용수업 희망도)	참여 학생	3.70 ± 1.136	-2.767**	0.006
	비참여 학생	4.23 ± 1.064		

※ 독립표본 t-test, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

결론적으로 과학수업의 흥미도, 과학원리의 이해도, 과학수업의 조별활동, 과학수업의 만족도는 체험활동 수업 참여 활동의 만족도가 높은 것으로 파악되었으며, 체험활동을 응용한 수업 희망도는 비참여 활동의 희망도가 높게 나타나 체험활동 수업 참여에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.



[체험활동 수업 참여 여부에 따른 과학수업 만족도 비교] * 척도(1-5)

4) 체험활동을 통하여 느낀 점이나 선생님께 하고 싶은 말

체험활동에 참여한 학급의 설문지를 작성한 결과 66명 작성자 중에서 이 항목을 응답한 학생은 27명이었다. 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

가) 체험활동에 대하여 긍정적인 소감 내용

체험활동을 부담스럽지 않게 할 수 있어서 좋았다. 집에서 실험할 수 있다는 것이 왠지 뿌듯하였고 결과를 얻었을 때 참 좋았다. 집에서 가족의 도움을 받아서 체험함으로 가족에 대한 고마움을 느끼는 시간이 되었다. 체험활동 발표도 괜찮지만 좀더 자유로운 수업이었으면 좋겠다. 발표했을 때 상품이 푸짐하였으면 좋겠다. 체험활동이 수행평가에 어느 정도 들어가는지 미리 안내하면 참여도가 좀더 높아질 것 같다.

나) 학습에 의욕은 있으나 체험활동에 대하여는 소극적인 소감 내용

시간이 부족하여 직접 체험 발표하는 것보다 다른 친구의 소감이나 발표를 보는 것이 좋다. 체험활동은 좋은데 활동 이전에 수업 내용에 대하여 먼저 이해하는 것이 필요하다고 생각한다. 체험활동이 지루하지는 않았지만 크게 도움이 되는지는 잘 모르겠다.

V

결론 및 알게 된 점

1. 결론

과학수업에 체험활동 응용 수업을 실시한 후 나타난 결론은 다음과 같다.

가. 중간고사와 기말고사 비교 : 체험활동 이후에 실시한 기말고사 평균성적을 중간고사와 비교한 결과 체험활동 참여학급이 비참여학급보다 상대적으로 향상된 것으로 나타났다.

나. 설문조사에 따른 과학수업 참여도 차이

- 1) 참여학급의 과학수업 흥미도, 수업 내용 이해도는 비참여학생들보다 높은 것으로 나타나 체험 활동을 응용하는 수업이 좀더 확대하도록 하였으면 한다.
- 2) 과학수업 후 창의적인 생각 유발은 참여 학급이 비참여 학급보다 높은 것으로 나타나 창의성 유발에 긍정적 영향을 미쳤음을 확인할 수 있었다.
- 3) 체험활동을 응용한 과학수업의 참여를 원하는가에 대하여는 참여 학급과 비참여 학급 모두 높게 나타나 학생들이 지식 전달의 수업보다는 수업시간에 참여하고 활동하는 것을 원한다는 것을 알 수 있었다.
- 4) 체험활동 응용 수업을 실시한 학생들은 다른 교과목에도 적용하기를 희망하는 학생들이 희망하지 않는 학생들보다 많았다.

다. 설문조사에 따른 과학수업 전체 만족도 차이

과학수업에 대한 전체적인 만족도를 1-5단계의 척도로 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 전체적인 과학수업의 흥미도, 전반적인 과학수업의 이해도, 조별 활동의 만족도는 참여학급이 비참여학급보다 유의미한 수준에서 높게 나타났다.
- 2) 수업시간의 자발적 참여도는 참여학급이 비참여학급보다 높게 나타났으나 통계적 차이는 없었다.
- 3) 전체적인 과학수업의 만족도는 참여학급이 비참여학급보다 유의미한 수준에서 높게 나타났다.
- 4) 체험활동을 응용한 수업을 희망하는 정도는 높게 나타났으나 비참여 학급이 참여학급보다 더 높은 것으로 보아 학생들은 보다 새로운 수업 방법을 더 많이 원한다는 것을 알 수 있었다.

2. 알게 된 점

체험활동 응용 수업을 통하여 과학수업에 흥미도 증가 및 수업 내용에 대한 이해도와 만족도가 높아진 것을 확인할 수 있었다. 또한 체험활동 결과를 발표하는 수업에 대하여도 긍정적으로 생각한다는 것을 확인할 수 있었다. 이상의 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 도출할 수 있다.

- 가. 체험활동을 응용한 수업을 통하여 학생들이 과학 수업에 호기심과 기대감을 갖고 임하게 되어 수업참여도와 수업분위기 조성에 기여한다.
- 나. 직접 체험활동을 수행하고 찝막한 소감 발표만으로도 학습 동기 유발에 효과적이었음을 알게 되었다.
- 다. 단원 종합 정리를 위한 체험학습 발표 수업을 통하여 자기주도적 학습 능력이 향상되어 수동적으로 듣고 이해하는 수준에서 보다 능동적으로 생각을 발표할 수 있게 되었다.
- 다. 소단원 및 단원 내용별로 체험활동 자료를 제작하여 발표수업, 마인드맵 작성 등으로 교과별로 창의적 체험 활동을 진행할 수 있다.
- 라. 체험활동을 통하여 과학 원리를 나 혼자만 아는 것이 아니고 느낀 소감을 다른 학생들에게 알려줌으로써 학습 동기 부여를 유발하고, 흥미도와 이해도가 증가하며, 창의적인 생각을 유발시켰다. 이러한 연구 결과는 학교 현장에서의 정규교육보다 많은 시간을 투자하여 학원 등 사교육에 몰입하는 요즘의 교육 풍조에 경종을 울려줄 것이라고 생각된다. 집중적인 선행학습이나 반복학습보다는 학생들이 스스로 생활 주변의 손쉬운 체험 활동을 하게 되면 자기 주도적이고 창의적인 학습 능력을 키우게 될 것이라고 사료된다.
- 마. 자기주도적 수업으로 정착하기 위해서는 학생 눈높이에서 학생들 스스로 협동하며 준비할 수 있는 자발적인 방과후 동아리 활동 등 여유 있는 시간 활용을 위한 실험 시설 등의 학교 교육 여건이 개선되어야 하겠다.
- 사. 재미있고 다양한 체험 활동 응용 수업자료를 교과별로 재구성하고 매뉴얼로 제공함으로써 체험활동의 학습동기 유발 및 자기주도적 학습 능력의 향상을 기할 것으로 생각된다. 앞으로도 체험활동을 수업에 적용하는 연구와 관심이 계속 되어야 하겠다.

※ 참고 문헌

1. 강호감, 김남일, 하정원(1996b). 창의력 계발을 위한 자연과 학습에서의 마인드 맵의 활용. 한국초등과학교육학회지. 15(2), 293-303
3. 강호감·최선영(2002). 창의력을 계발하기 위한 과학과 교수학습 방법. 인천 교육대학교 「과학교육논총」 Vol.14 pp1~16
4. 권성훈(2009). 자기 주도적 학습을 위한 주5일제 체험학습 프로그램 개발. 진주교육대학교 교육대학원. 초등실과 교육전공
5. 박지연(2012). 창의경영학교의 창의적 체험활동 프로그램 개발연구: 효 체험 활동을 중심으로. 인하대학교 교육대학원 석사학위 논문
6. 엄경화(2007). 체험학습이 중학생의 과학태도 변화에 미치는 영향. 연세대학교 교육대학원 석사학위 논문
7. 이미정(2006). 초등학생의 가정체험학습 활동에 관한 연구. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문
8. 이범(2011). '창의성을 키워주지 못하는 학교에는 미래가 없다'. 서울특별시 과학전시관. 서울과학교육, 통권 8호 p29-32,
9. 정진수, 마이클, 매튜스, 신동훈 (2007). 과학적 가설 생성의 인지적 요소와 감성 요소의 인과적 상호작용에 관한 모형 개발. 한국생물교육학회지. 35(4)
10. 조희형, 최경희(2005). 과학교육의 이론과 실제. 서울: 교육과학사.
11. Haglund, E.(1981). A Closer Look at the Brain as Related to the Teachers and Learners. Peabody Journal of Education, 3, 225-234
12. Rosenzweig, M. R., Breedlove, S. M., & Watson, N. V. (2005). Biological psychology: An introduction to behavioral and cognitive neuroscience, (4th ed.), Sinauer associate, Inc.
13. 홍미상(2005). '보통아이 우등생 만드는 15분 예습형 학습(도서)'. 화니박스
14. 창의인성교육넷 (<http://www.crezone.net>)
15. 유스내비 (<http://www.youthnavi.net/>)
16. 국립중앙과학관 (<http://www.science.go.kr>)
17. 국립서울과학관(<http://www.ssm.go.kr>)

※ 설문지 양식 및 체험활동 사진 자료 <붙임1-4> 생략

● 과학학습지도사례연구대회 ●

Storytelling 프로그램을 통한 흥미로운 물의 여행

봉계초등학교 교사 | 송관선



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

“선생님, 전 문제집으로 다 공부하고 왔어요.”

“선생님, 과학은 너무 외우기 힘든 과목이에요.”

“선생님, 작년에 과학실에 한번도 안갔어요. 올해는 실험 많이 해요.”

이제 과학을 일년 남짓 배운 아이들이 과학이라는 학문을 접하는 생각은 대체로 이러했다. 어떻게 하면 과학이 문제집에서 배우는 어려운 과목이 아닌 재미있고 우리 생활 주변에서 일어나고 있는 일이라는 것을 이해시킬 수 있을까?

지식 기반의 미래 사회를 대비하기 위한 과학과 교육과정 개정의 기본 방향은 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 사람, 모험심이 있고 변화에 적극적으로 대처할 수 있는 사람, 호기심과 관심을 가지고 당면한 문제를 끈기있게 해결할 수 있는 사람을 기르는 것이다. 여기에서 핵심은 학생이 학습에 능동적으로 참여하고 호기심과 관심, 흥미를 가지고 몰입할 때 당면한 문제를 끈기있게 창의적으로 해결할 수 있다는 것이다. 이에 본 연구는 다음과 같은 핵심 필요성에 의하여 시작되었다.

“물의 상태변화”에 대한 흥미와 적극적인 몰입

▶ 어떻게 하면 더 쉽고 재미있게 아이들이 호기심과 관심을 가지고 **몰입**하며 ‘물의 상태변화’에 대한 탐구과정을 거치게 할 수 있을까?

효과적이고 적극적인 과학 탐구과정 요구

▶ 어떻게 하면 더욱 효과적이고 적극적인 방법으로 **과학적 사고력과 합리적인 판단력**을 기르게 하여 “물의 순환”에 대한 과학적 원리를 이해하고, **과학 탐구능력**을 향상시킬 수 있을까?

실생활에서 “물의 상태변화”를 과학적 방법으로 해결

어떻게 하면 일상생활 속에서 “물의 상태변화” 현상을 이해하고 과학적인 방법으로 접근하는 **과학적 태도와 능력**을 길러줄 수 있을까?

이에 storytelling과 함께하는 과학 수업을 구안, 적용하여 “물의 상태변화”에 보다 흥미롭게 접근하여 자연스럽게 과학적 탐구 능력을 신장시키고자 하였다.

이와 더불어 storytelling을 통해 배우는 과학으로 “과학은 어렵다”, “과학의 원리 이론은 실험실에서만 볼 수 있다”는 인식을 줄이고 “과학은 흥미있고 재미있는 것이며 나도 할 수 있다.”는 자신감과 친근감을 주어 학생으로 하여금 **몰입 과학학습**을 할 수 있게 하고, ‘과학은 생활에서 볼 수 있고 생활에서 사용할 수 있다’는 **과학의 실용성**을 느끼게 할 수 있을 것이다.

2. 연구의 목적

본 수업 연구는 과학 storytelling 프로그램을 통하여 학생들의 물의 여러 가지 형태에 대한 과학적 흥미와 호기심을 더욱 유발하여, 쉽고 재미있는 접근으로 궁극적으로 과학교육의 목표인 과학탐구능력을 신장시키기 위함이며, 그 구체적인 목적은 다음과 같다.

가. 교육과정 분석을 토대로 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원의 **storytelling 프로그램을 구안**하고

나. 실제 수업에 storytelling 프로그램을 적용하여 쉽고, 재미있게 ‘**물의 여러 모습**’에 대한 **올바른 개념**을 형성하고,

다. 실생활 속에 ‘물의 여러 가지 형태’를 이용한 **과학적 문제를 합리적으로 해결하려는 태도와 능력**을 함양하게 하여 궁극적으로 **학생들의 과학 탐구 능력**을 신장시키고자 한다.

II. 주제 해결을 위한 탐색







1. 실태분석 및 시사점

가. 과학적 학습 능력 실태

구분	진단결과	결과 해석	지도 대책												
과학 학습 흥미도	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th>구분</th><th>N</th><th>%</th></tr> <tr><td>좋아한다</td><td>6</td><td>60</td></tr> <tr><td>그저 그렇다</td><td>3</td><td>30</td></tr> <tr><td>좋아하지 않는다.</td><td>1</td><td>10</td></tr> </table>	구분	N	%	좋아한다	6	60	그저 그렇다	3	30	좋아하지 않는다.	1	10	대다수 학생들은 과학교과를 좋아하고 있으나, 몇몇 학생들은 과학을 좋아하지 않는다.	과학교과를 지속적으로 좋아하게 하고, 재미있는 과학이라는 인식을 심어줄 수 있는 동기유발 전략이 필요하다.
구분	N	%													
좋아한다	6	60													
그저 그렇다	3	30													
좋아하지 않는다.	1	10													
과학 이야기 학습 인식	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th>구분</th><th>N</th><th>%</th></tr> <tr><td>재미있다</td><td>7</td><td>70</td></tr> <tr><td>해보고 싶다</td><td>2</td><td>20</td></tr> <tr><td>교과서로만 학습</td><td>1</td><td>10</td></tr> </table>	구분	N	%	재미있다	7	70	해보고 싶다	2	20	교과서로만 학습	1	10	과학이야기를 좋아하고 해보고 싶다는 학생이 90%로 과학을 좋아하는 학생보다 과학이야기를 좋아하는 학생의 비율이 더 높다.	과학이야기 자료를 개발하고, 이를 활용한 과학 수업으로 학생들에게 흥미를 가져올 수 있는 전략이 필요하다.
구분	N	%													
재미있다	7	70													
해보고 싶다	2	20													
교과서로만 학습	1	10													

나. '모습을 바꾸는 물' 단원에 대한 선수학습 능력 실태

방법	지필평가(지식이해), 관찰법(기능, 태도)					
내용	Storytelling 프로그램의 적용을 위해 지식이해, 기능, 태도의 3영역으로 나누어 '모습을 바꾸는 물' 단원에 대한 선수학습 능력실태를 분석하였다.					
진단 결과	검사 내용			실태		
				상	중	하
	지식 이해	'물의 상태변화'에 대해 들어본 적 있나?		2	6	2
		물의 액체, 고체, 기체 상태의 모습을 알고 있나?		2	3	5
	기능	다양한 감각기관을 이용하여 과학적으로 관찰할 수 있나?		1	1	8
		그래프나 표를 보고 앞으로의 변화를 논리적인 뒷받침을 들어 예상할 수 있나?			2	8
태도	모습을 바꾸는 물 단원에 흥미를 갖고 있나?		4	5	1	
	물의 상태변화를 실생활에 활용할 태도를 가지고 있나?		2	2	6	

결과 해석	<p> 지식이해면 : 학생들이 물의 상태 변화에 대하여 들어보았으나, 그 내용을 정확하게 알지 못하는 경우가 대부분이다.</p> <p> 기능면 : 과학적인 관찰을 할 수 있도록 안내하는 수업이 필요하며 그래프나 표를 보고 앞으로의 변화를 논리적으로 추론하는 능력도 절실히 요구된다.</p> <p> 태도면 : 모습을 바꾸는 물 단원에는 높은 흥미를 보이나, 이를 실생활과 연결하려는 태도는 더욱 요구된다.</p>
지도 대책	<p> 지식이해면 : 학생들이 물의 상태변화에 대하여 어렴풋이 알고 있는 과학개념을 정확하게 알게 하고, 오개념까지 바로잡아주어야 한다.</p> <p> 기능면 : 과학 탐구 능력 배양을 위해 과학하는 방법에 대한 안내가 필요하다.</p> <p> 태도면 : 평소에 과학지식과 실생활에서의 현상들을 연결시켜 사고해 보는 습관을 기를 수 있도록 한다.</p>

다. 실태분석을 통한 중점 노력 내용

물의 여행 학습 능력	Storytelling 활동
<ul style="list-style-type: none"> ◇ 기초학습능력을 향상시키고 수준별 개별학습을 실시 ◇ 개인별 탐구능력 분석 결과, 탐구 능력신장을 위한 다양한 학습 활동들을 통하여 부족한 개인별 과학탐구능력을 신장시켜야 함 ◇ 물의 상태변화를 직접 관찰, 실험하면서 자연의 변화에 대하여 흥미와 호기심을 갖도록 함 ◇ 물의 변화 모습과 우리 생활과의 관련성을 찾아 활용하게 함 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Storytelling 활동으로 과학에 대한 흥미와 호기심을 가지고, 자신이 주인공인 이야기로 과학에의 몰입까지 이끌고자 함 ◇ Storytelling 활동으로 자신의 지식을 논리적으로 구성하고 과학적 비판성을 기르고자 함 ◇ Storytelling 활동을 통하여 과학지식 및 과학적 태도가 우리 생활에서 직접 발현될 수 있도록 연결시키고자 함

2. 용어의 정의

가. Storytelling 프로그램 이란

- 1) '과학과 학습에 학생이 흥미를 갖고 적극적으로 참여하도록 하기 위해, storytelling 활동을 학생들이 가진 과학적 경험과 실생활을 토대로 재창조·재구성하여 학생의 탐구력과 사고능력 증진 및 과학에 대한 호기심 및 흥미유발을 위한 과학영역의 교수·학습 자료, 과정 및 계획'을 총칭한다.
- 2) 이는 4학년 과학교육과정을 기초로 하고 있으며 적극적인 탐구활동을 위한 동기부여, 지속적인 탐구활동을 위한 창의적 학습 등을 과학적으로 재구성하여 수업에 투입한다.
- 3) Storytelling 프로그램은 발견학습과 STS학습에 기반을 두고 과학 탐구 과정에 이야기를 과학적으로 재구성하여 투입, 최종적으로 실생활에 적용해 스스로 과학적인 문제를 창의적으로 해결하는 단계를 거친다.

나. 과학 탐구능력 이란

과학에서 탐구는 기존의 지식에 기초하여 의미를 탐색하고 공유하는 과정을 사용하여 새로운 지식을 쌓는 활동을 의미한다. 그리고 넓은 의미에서 볼 때 과학 탐구 능력이란 과학 개념과 원리를 확인하고 구성하기 위해 관찰하고 실험하고 설계하는 능력 뿐만 아니라 과학적 지식을 응용하여 새로운 과학적 문제를 해결하려는 문제 해결 능력을 포함한다. 즉, 기존의 지식과 과학의 과정 및 기능을 활용하여 새로운 지식을 쌓는 일련의 총체적인 활동을 할 수 있는 능력을 의미한다.

Ⅲ. 연구의 실제

■ 1. 연구 주제

과학 수업 개선을 위한 수업 모형 및 학습 자료 개발

■ 2. 연구 기간 : 2012년 4월 ~ 11월

■ 3. 연구 대상 : 4학년 1학기 4. 모습을 바꾸는 물

■ 4. 연구의 절차

단계	절차	추진내용	기간(월)					
			3	4	5	6	7	8
계획	문헌 연구 및 이론적 배경 정립	참고 문헌 및 자료 준비						
		선행 연구 고찰						
	연구 계획 수립	실태 조사 및 분석						
		연구 문제 추출 연구 계획서 작성						
실행	연구의 실천	실행 과제 1의 실천						
		실행 과제 2의 실천						
		실행 과제 3의 실천						
		실천과정 수정 및 보완						
평가	연구 결과 평가	연구 결과 검증 및 분석						
		수정 보완						

5. 연구의 중점 실행과제 설정



실행과제 1

Storytelling 프로그램 적용을 위한 여건(환경) 조성

1. Storytelling 프로그램 적용을 위한 교수·학습 자료
2. Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습훈련
3. Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 환경 조성

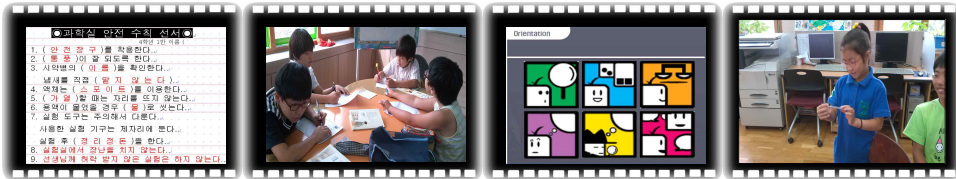
가. Storytelling 프로그램 적용을 위한 교수·학습 자료 준비

자료 투입 상황	Storytelling 프로그램 적용을 위한 교수·학습 자료				활용시 기대 효과
문제상황 제시	동기유발 자료	활동안 내	과학역 할극 배경판	협동 학습 칠판	과학적 상황 제시 동기지속 요소제공
실험방법	마인드 맵설명	실험 계획판	모둠 실험계획	실험 제시어	활동을 과학적으로 재구성되게 함
탐구활동	탐구 카드	실험 결과판	실험 바꾸니	실생활 카드	동기지속 활동을 통한 탐구활동이 되게 함
창의적 적용 및 평가	내가 만든 과학이야기	골든벨 판	○× 장갑	자기 평가판	창의적인 적용 및 긍정적 피드백 제공 효과



나. Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 훈련

영역	Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 훈련 방법
기초탐구 능력훈련	◇ 과학실 안전수칙 훈련 : 과학실 안전 수칙 선서 및 방법 훈련 ◇ 기초탐구능력 훈련 : 기초탐구능력 배양 체험
창의적인 다양한 발표훈련	◇ 릴레이 발표 : 줄따라 돌아가며 학생 모두가 발표함 ◇ 생각 수신호 발표 : 한학생이 발표하면 같은 생각은 V표시, 보 충은 집게손가락 표시, 다른 생각은 손바닥 신호
모둠토의 훈련	◇ 짝토의 : 짝끼리 간단하게 토의, 자신의 생각을 이야기함 ◇ 모둠 피라미트 토의 : 짝토의 결과, 좀더 좋은 의견이라고 생 각되는 의견을 선정, 모둠 토의에 반영하고, 모둠별로 가장 좋은 의견을 선정, 전체 토의에 참여함



다. Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 환경 조성

영역	Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 환경 조성			활용시 기대 효과
탐구능력향상 환경조성	탐구놀이 코너 만들기	실험관찰 코너 만들기	스스로 챙기는 실험바구니	늘 과학 활동을 접하게 되어 과학적 호기심 신장
과학에 대한 태도 환경조성	와글와글 과학이야기	과학 도서관		과학에 대한 긍정적 태도 형성
관찰환경 및 자신감 형성	살아있는 동식물 관찰장	탐구활동 명예의 전당	생각다지기 포트폴리오	관찰물을 접하면서 내적 동기유발 및 강화



실행과제 2

모습을 바꾸는 물 단원에 적용할 Storytelling 프로그램 구안·개발

1. Storytelling 탐구학습 모형의 구안

2. 교육과정 분석 및 차시별 Storytelling 프로그램

1. Storytelling 탐구학습 모형 구안

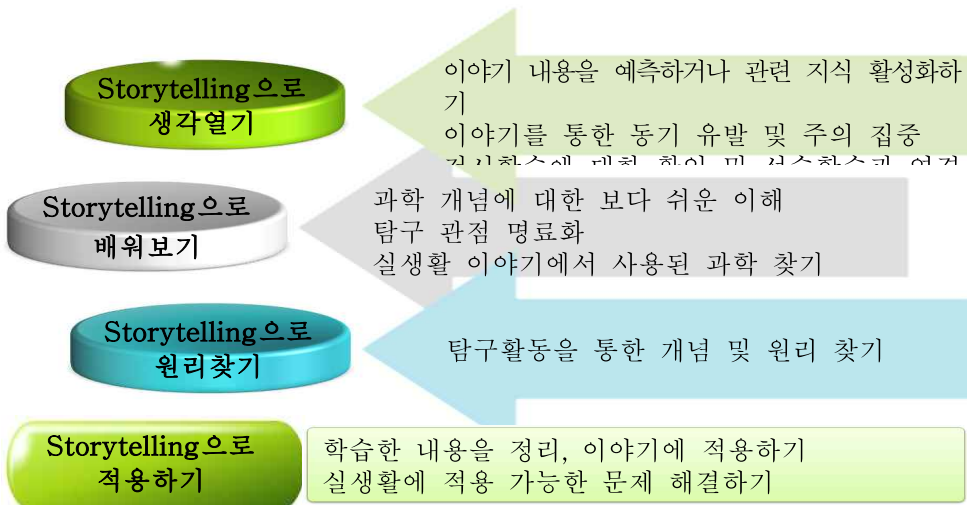
가. Storytelling 탐구학습 모형 구안의 근거

과학 학습 활동은 학생에게 의미있는 상황에서 단편적인 지식이 아닌 통합적이고 실제적인 상황을 통해 제공되어야 한다. 따라서 과학 Storytelling 활동에서는 실제와 유사한 상황을 자연스럽게 연출하고, 학생들에게 다양하게 생각할 수 있는 근거를 제공하는 맥락, 과학지식, 흥미·과학적 호기심·탐구심을 자극할 수 있는 유머를 포함하도록 했다.

나. Storytelling 탐구학습 모형 구안의 과정

Storytelling을 수업을 활용한다고 하는 것은 수업의 모든 단계가 Storytelling으로 이루어진다는 것이 아니라 교수·학습 활동 속에 Storytelling이 적절하고 효과적으로 투입되는 것을 말한다. 또한 Storytelling을 과학 수업에 활용하기 위해 해당 단원의 Storytelling자료에 적용할 수 있는 활동지를 개발하였다. 이는 4학년 1학기 과학 교사용 지도서를 바탕으로 4학년 수준에 맞도록 쉽고 재미있는 내용으로 선정하고, 1차시 내에 충분한 Story가 될 수 있도록 구성하였다. 특히, 학생들 사이에서 인기가 좋은 TV프로그램 <김병만의 정글의 법칙>의 주인공을 데려와 전체 내용을 전개하였다.

다. Storytelling 탐구학습의 단계



2. 교육과정 분석 및 재구성

가. Storytelling 프로그램 적용을 위한 교육과정 분석·재구성 기준

차시별 과학 Storytelling 자료는 4학년 1학기 과학 교사용 지도서를 바탕으로 4학년 수준에 맞도록 쉽고 재미있는 내용으로 선정하고, 1차시 내에 충분한 이야기가 될 수 있도록 구성하였다.

나. Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 활동의 재구성

차시	현행 차시의 학습 주제	학습 용어	Storytelling 프로그램 적용을 위한 재구성한 학습활동
1/11	▶ 물의 세가지 상태 알기	얼음 수증기	▶ 병만족의 우주친구 ▶ 지구에 있는 물 ▶ 우주친구의 행성을 살려라 ▶ 북극곰을 구하라
2/11	▶ 물이 소중한 이유 알기	민물	▶ 병만의 회상 ▶ 물을 안 아끼는 사람들에게
3/11	▶ 물과 얼음 관찰하기	언다 녹는다	▶ 투명한 보석이야기 ▶ 투명한 얼음 언기 ▶ 석빙고 이야기
4-5/11	▶ 물이 얼때의 무게와 부피 변화 알아보기		▶ 광희의 장독깨기 ▶ 광희에게 한마디
6/11	▶ 얼음이 녹을 때의 무게와 부피변화 알아보기		▶ 광희와 요쿠르트 ▶ 병만 족장의 말씀
7/11	▶ 물이 증발할 때의 변화 알아보기		▶ 리키의 연못
8/11	▶ 물이 끓을 때의 변화 알아보기	증발	▶ 화가 난 병만족장
9/11	▶ 수증기가 응결할 때의 변화 알아보기	끓음	▶ 병만의 손님 ▶ 병만에게 한마디
10/11	▶ 물의 순환에 대하여 알아보기	물의 순환	▶ 방울이 이야기 ▶ 방울에게
11/11	▶ 되짚어보기/확인하기/과 학글쓰기		▶ 방울이 이야기 뒷부분 써보기 ▶ Storytelling에 어울리는 삽화 그리기

다. Storytelling 프로그램 적용을 위한 학습 자료 개발

학습 자료 개발 내용 - Storytelling 삽화를 PPT로 제작

주인공 캐릭터 소개, 이야기 배경 등의 PPT를 통해 학생들의 흥미 유발, 과학적 상상력 자극, 역할 놀이의 자료, 내용 이해 등에 도움을 주었다.

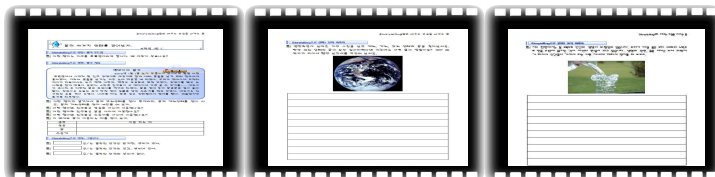


<1차시 인물소개> <푸른별 지구> <북극곰 구하기>

학생들은 Storytelling 삽화를 제시하였을 때 더 많은 흥미와 재미를 느꼈고, 이해를 잘 하였다. 또한 적절한 양의 삽화를 제시하여 학생들의 추리력과 상상력을 촉진하도록 하였다.

학습 자료 개발 내용 - Storytelling 활동지 개발

Storytelling 모형에 맞는 활동지를 개발하여 학생들의 Storytelling을 활용한 과학 수업에 도움을 주었다.



Storytelling으로 똑똑! 생각 두드림 >> Storytelling으로 쑥쑥! 생각 자람
 >> Storytelling으로 아하! 그렇구나 >> Storytelling으로 반짝! 꼬마 과학자


학생들의 Storytelling 활동지를 통하여 과학적 지식의 이해도를 알아보고, 학생들의 사고의 흐름을 글로 나타내어 그 개념을 좀더 명확하게 할 수 있었다.


실행과제 3 Storytelling 프로그램을 적용한 다양한 물의 변화 탐구활동 전개

차시별 Storytelling 프로그램 탐구 활동

가. 차시별 Storytelling 프로그램 탐구 활동

Storytelling 프로그램 1차시

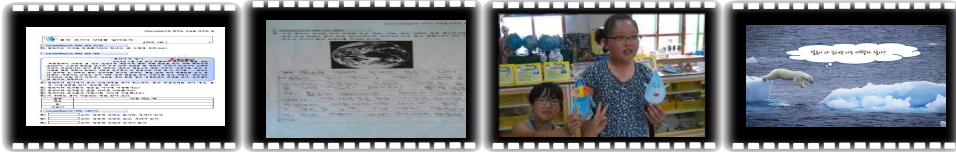
 단원 동기유발 Storytelling 자료

안녕? 여러분, 내 이름은 김병만이야, 내가 누군지 알지?
 나는 그 유명한 병만족 족장 김병만이라고~ 
 우리 병만족은 그동안 사막을 무대로 생활하다 이번 시즌에 이동할 장소를
 찾으려고 지구 사진을 펼쳤지, 근데 깜짝 놀랐어, 지구 사진을 통해 보니 지
 구는 유난히도 푸른별이라서 말이야, 사실 지난번에는 PD가 가라는 사막으
 로 무턱대고 가게 되어서 우리 지구 사진을 보지 못했었거든, 너희들은 지
 구가 우주에서 보면 어떤 색인지 아니? 뭐? 알고 있는데 놀랍지 않다고? 그
 럼 내가 이웃 별 사진을 보여줄게, 어떤 점이 다르니? 왜 다른지 알겠니?
 오늘 수업을 통해서 우리가 얼마나 훌륭한 별에 살고 있는지 알았으면 해~

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성	
		프로그램명	내용 요약
우리주변에서 물 찾아보기	Storytelling으로 생각열기	병만족의 우주친구	우주친구가 거처온 행성들 사진과 지구의 사진 비교하기
물의 세가지 상태 알아보기	Storytelling으로 배워 보기	지구에 있는 물	우리 주변의 물을 찾아보고 3학 년 때 배운 물질의 세가지 상태 와 연계하여 물의 상태에 대하여 알아보기
상태에 따라 물 분류하기	Storytelling으로 과학원리 찾기	우주친구의 행성을 살려라	우주 친구의 일기를 제시하여 생활에서 물의 상태변화에 따라 이용되는 예를 분류하여 찾기
	Storytelling 적용하기	북극곰을 구하라	지구의 고체상태인 얼음이 녹았 을 때 지구의 모습을 상상하고, 얼음이 물로 상태가 변화한 것을 현실 세계의 문제와 연결시키기

‘모습을 바꾸는 물’ Storytelling 자료에 있는 과학 내용을 살펴보면 1차시 병만족의 우주친구에서는 우주에서 본 지구의 사진을 제시하였다. 지구에는 아주 많은 물이 있어 우주에서 보면 파랗게 보이고, 일명 ‘물의 별’, ‘푸른별’ 이라고 한다. 병만족의 우주 친구의 일기에서는 우리 주변의 물은 고체, 액체, 기체의 세가지 상태로 존재하는 것을 알고 우리 생활에서 각각 어떻게 이용되는지를 배울

수 있는 자료이다. ‘북극곰을 구하라’는 온난화 현상으로 극지방의 얼음이 녹는다는 뉴스를 지구의 사진과 함께 보여주면서 고체인 얼음이 녹으면 어떻게 될 것인지 과학적으로 추측하여 이야기를 쓰게 하는 활동이다.



<1차시 학습지>



물의 세가지 상태를 알아보자.

4학년 1반 ()

Storytelling으로 똑똑! 생각 두드림

■ 병만이는 지구를 푸른별이라고 합니다. 왜 그렇게 부르나요?

Storytelling으로 쏙쏙! 생각 자람

병만이의 일기



2012년 1월 1일 눈이 무릎까지 쌓이도록 펄펄 내림 황악산에 올라갔다. 그런데 일출을 보기는 커녕 눈에 파묻힐 뻔 하였다. 우리가 꼭대기에 도착하자마자 하늘에서는 눈이 펑펑 내렸고, 계곡은 얼음으로 덮혀 있었다. 진연이를 닮은 눈사람을 함께 만들어 놓았다. 4학년 친구들이 산 꼭대기에 가면 볼 수 있기를..... 예진이가 준비해 온 따뜻한 물로 코코아를 먹기로 하였다. 물을 컵에 붓자 몽글몽글 김이 올라왔다. 진연이는 오늘도 코가 막혀 컵에 얼굴을 박고 수증기를 쏘고 있었다. 예진이는 차가워진 손을 쥘어 녹였다. 내려갈 때는 퐁퐁 얼은 빙판길에서 썰매를 탔다. 피곤했지만 즐거운 하루였다.

- 병만이의 일기에서 물의 고체상태를 찾아 동그라미, 물의 액체상태를 찾아 세모, 물의 기체상태를 찾아 네모를 해 보자.
- 병만이와 친구들은 얼음을 어디에 이용했나요?
- 병만이와 친구들은 물을 어디에 이용했나요?
- 병만이와 친구들은 수증기를 어디에 이용했나요?
- 이 밖에도 물이 이용되는 예를 찾아 보자.

종류	이용 되는 예
얼음	
물	
수증기	

Storytelling으로 아하! 그렇구나

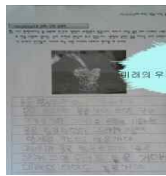
- 은/는 일정한 모양은 없지만, 부피가 있다.
- 은/는 일정한 모양도 있고, 부피가 있다.
- 은/는 일정한 모양과 부피가 없다.

Storytelling으로 꼬마 과학자

Storytelling 프로그램 2차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
물이 소중한 이유 알아보기	Storytelling으로 생각열기	우리가 사용하는 물을 아껴써야 하고 민물이 무엇인지 예상하기
수돗물의 사용량 조사하기	Storytelling으로 배워 보기	실생활에서 물을 사용한 이야기 하기 광희가 물을 가져가는 것을 병만이가 왜 말렸는지에 대해 과학적 지식을 바탕으로 까담알기
수돗물의 절약 방법 토의하기	Storytelling으로 과학원리 찾기	양치시 ‘컵을 사용할 때’와 ‘수도꼭지를 틀어놓고할 때’의 물의 양을 비교하여 물 절약의 중요성과 방법을 제시하고, 우리 생활에서 물 절약할 수 있는 방법을 찾기
	Storytelling 적용하기	물의 소중함과 물을 아끼는 방법에 대하여 편지글 쓰기

병만이의 이야기는 우리가 사용하는 물은 무한한 자원이 아니기 때문에 아껴야 하는 것을 깨닫게 하고 민물이 무엇인지 예상하게 하는 활동이다. 적용하기에서는 학생들이 오늘 배운 과학 내용을 정리하는 활동으로 물의 소중함과 물을 아끼는 방법 등을 다시 한번 생각하게 하는 활동이다.



EDU Storytelling으로 생각열기 자료

병만이의 회상~

병만 : 내가 사막을 떠난건 더 이상 사막에서는 살수가 없었기 때문이야, 원래 사막의 오하시스에서도 사람들이 모여 살 수가 있었어, 사람들이 쓸 수 있는 물이 풍족했기 때문이야, 그런데 사람들이 여러 가지 이유로 물을 낭비해서 이제 오하시스에서 쓸 수 있는 물이 거의 없어, 나무들도 죽어갔지, 우리가 떠난 뒤로 어떻게 되었을까?

광희 : 여기 바닷물을 보니 이 바닷물로 오하시스를 다시 살리고 싶다는 생각이 들어, 우리 부족이 바닷물을 옮겨 오하시스를 다시 살리자, 그래, 저기 나무로 물통을 만들자,

병만 : 설마 바닷물을 오하시스로 들고 가려는건 아니지?

광희 : 왜, 들고 가면 안돼? 이게 주인인어?

병만 : 아니야, 이물은 민물이 아니라서 니가 들고 가도 소용이 없을 거야, 못 믿겠으면 한번 마셔봐

광희 : (물을 조금 마시고 인상을 쓰며) 으악! 튼튼, 물이 왜 이렇게 짜,

병만 : 바닷물은 짜서 동물, 식물 모두에게 이용되기 힘들어, 오하시스를 살리려면 민물을 들고 가야해,

광희 : (작은 소리로 머리를 긁적이며)민물이 뭐지?

Storytelling 프로그램 3차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
	Storytelling으로 생각열기	병만이의 사라져버린 투명한 보석이야기를 통해 투명한 보석이 무엇인지 예상하기
냉동실 안의 물체 관찰하기 물과 얼음 관찰하기	Storytelling으로 배워 보기	냉장고와 냉동실 물체 비교, 물과 얼음을 직접 관찰하여 차이점 알기
	Storytelling으로 과학원리 찾기	병만이의 주머니에서 얼음은 왜 물이 되었을까요? 질문을 통해 열을 받으면 얼음이 녹는다는 것과 동굴이 냉동실 역할을 한 것을 통하여 언다라는 개념을 확실히 하기
	Storytelling 적용하기	우리조상들이 여름에도 얼음을 얻을 수 있는 방법찾기

하룻밤 이야기는 얼음은 온도가 올라가면 녹아 물이 되는 것을 학습하게 하는 활동이다. 또한 학생들에게 동굴의 온도가 낮고 몇몇의 동굴을 냉장고로도 이용 가능한 사실을 알려주는 역할을 한다. 투명한 얼음과 흰 얼음의 차이에 대해 학생들에게 과학적으로 관찰 및 사고할 수 있는 기회를 주는 이야기이다. 나아가 얼음 속 기체를 제거하는 방법을 논리적인 방법으로 찾게 한다. 마지막으로 석빙고 이야기를 통해 학생들에게 한국 과학에 대한 자긍심을 가질 수 있도록 한다.



EDU Storytelling으로 생각열기 자료

나그네 병만이는 밤에 산길을 걷다 길을 잃었어요, 몇 시간을 헤매고 있는데 왁자지껄한 소리와 불빛이 보이는게 아니겠어요, 병만이는 '살았구나' 라고 생각하고 불빛을 따라갔더니 동굴에서 원주민들이 축제를 벌리고 있었어요, 동굴은 아름답고 투명한 보석과 멋진 하얀 보석들이 가득했지만 몹시도 으스스~ 추웠어요, 원주민 중 한명이 병만이를 발견하고 "이 동굴에 온 것을 비밀로 한다면 함께 있어도 좋소," 라고 허락해주었어요, 병만이는 신나게 놀고 난 후 '내일 마을로 돌아가면 광희를 데리고 이곳에 있는 보석들을 모두 가져가 팔아야지,' 라는 생각을 하며 보석하나를 슬쩍 주머니에 넣고는 그만 잠이 들어버렸어요,
 다음날이었어요, 병만이가 일어나자 원주민들도, 축제를 한 흔적도 사라져 버리고 없었어요, 주머니의 보석도 사라지고 바지만 축축하게 젖은 병만이는 어리둥절했습니다, 그제서야 주변을 살피니 얼음들만 덩그러니 있더라구요~

Storytelling 프로그램 4-5차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
물이 얼때의 무게와 부피변화 예상하기	Storytelling으로 생각열기	광희의 장독 갠 사건의 역할극을 통해 물이 얼면 부피가 변한다는 것을 예상하기
물의 얼때의 무게와 부피변화 관찰하기	Storytelling으로 배워 보기	물이 얼기전과 물이 언 후의 무게와 부피 변화를 관찰하기 광희에게 장독이 왜 깨어졌는지를 알려주는 편지를 써서 실험 결과 정리하기
물이 얼때의 무게와 부피변화 설명하기	Storytelling으로 과학원리 찾기	물이 얼 때 부피가 변하는 예 찾기, 물이 얼 때의 부피, 무게의 관계를 정리하기
우리 주변에서의 예 찾아보기	Storytelling 적용하기	물이 얼어도 장독이 깨지지 않도록 할 수 있는 다양한 방법을 찾아보기

광희의 실수는 물이 얼음이 되면 부피가 변한다는 사실을 바탕으로 한 이야기이다. 장독이 깨진 이유를 예상하게 한 뒤 실험을 통하여 정확한 결론을 내려 문제를 해결할 수 있도록 했다. 광희에게 한마디는 장독이 깨지지 않도록 할 수 있는 방법을 다양하게 찾을 수 있도록 한다.



광희야, 물이 얼면 부피가 늘어나기 때문에 장독이 깨어진 거야.



EDU Storytelling으로 생각열기 자료

광희 : (두팔로 어깨를 감싸며) "어, 정말 추운 밤이다."
(물을 장독대에 가득 붓고 뚜껑을 덮은 뒤) "내일 병만족장에게 물 받아놓았다고 칭찬받겠구나!"
(휘파람을 불며 퇴장하고 옆에 리키도 광희를 따라 사라진다.)

병만 : (깨진 장독을 보며 화난 목소리로) "광희, 이게 뭐니, 이번에 내가 서울 컬렉션에서 비싸게 주고 산 신상 장독이 깨졌잖니!"

광희 : (당황하며 머리를 긁적이며) "어, 어제는 괜찮았는데..... 제가 갠건 아닌 것 같은데요~"

병만 : "니가 안깨진! 내가 추운 시베리아에서 장독대에 물 가득 넣고 뚜껑 덮으면 안된다고 몇 번이나 말했니? 어휴, 이거 웅기 장이 만든 한국의 혼이 든 신상 장독인데....."

광희 : (흐쩍이며 눈물을 닦으며) "족장, 죄송해요."

병만 : "정말 리키 반만 달아도 저리 멍청하진 않을 텐데, 쫓쫓쫓."

리키 : (영영 울고 있는 광희에게 가서) "광희야, 울지마. 내가 범인을 잡아 니가 죄가 없는걸 족장에게 말해줄게."

광희 : (계속 흐쩍거리며) 고마워,

Storytelling 프로그램 6차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
얼음의 무게와 부피 측정하고 녹을 때의 변화 예상	Storytelling으로 생각열기	공공 언 요쿠르트가 다음날 아침 녹아 부피가 줄어든 것을 보고, 누군가 먹었을 것이라는 오해 풀기
얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰	Storytelling으로 배워 보기	누가 범인인지와 함께 실험 결과를 예상하고, 실험을 통해 물과 얼음의 부피와 무게의 관계 알기
얼음이 녹을 때의 무게와 부피변화 설명	Storytelling으로 과학원리 찾기	얼음과 물의 부피와 무게 관계를 정리하고, 광희의 의심이 잘못된 것임을 주장하기
	Storytelling 적용하기	얼음이 물에 뜨기 때문에 수중생물들이 겨울을 날 수 있음을 알기

광희와 요구르트는 얼음이 녹아 물이 되면 부피가 줄어든다는 과학적 사실을 바탕으로 한 이야기이다. 물이 얼음이 되면 부피가 증가한다는 것에서 추론하여 문제를 해결할 수 있다. 또한 이런 활동으로 과학적 비판성을 기를 수 있다. 병만 족장은 같은 무게일 때 물에 비해 부피가 큰 얼음은 물에 뜬다. 강이나 호수에 생긴 얼음은 차가운 외부 공기와 물이 닿는 것을 차단하여 수중 생물들이 무사히 겨울을 나는 것을 도와준다.



EDU Storytelling으로 생각열기 자료

광희는 친구가 된 옆부족에서 염소 젖으로 만든 공공 언 요쿠르트를 얻었어요. 요쿠르트 껍질이 볼록하게 부풀어 오를 정도로 가득 담겨 있어 광희는 행복했답니다. '내일 녹여서 맛있게 먹어야지~'

다음날 아침 일어나 보니 요쿠르트는 녹아있었지만 누가 먹었는지 가득 차 있지 않았어요. '이상하다. 뚜껑을 뜯은 흔적은 없는데.....'

광희는 옆에서 자고 있는 병만족장을 보며 '그래, 병만족장이라면 흔적을 남기지 않고 요쿠르트를 먹을 수 있을 거야' 라고 생각했어요.

"족장, 내 요쿠르트 훔쳐 먹었지?"

"뭔 소리 하노? 나 진짜 안 먹었거든, 누가 나의 무죄를 밝혀주세요."

Storytelling 프로그램 7차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
물이 증발할 때의 변화 예상	Storytelling으로 생각열기	리키네집의 말라버리는 연못이야기로 증발이 잘 일어나는 상황을 예상하기
물이 증발할 때의 변화 관찰	Storytelling으로 배워 보기	증발은 눈에 보이는 갑작스러운 변화보다 천천히 변화하기 때문에 전날 아이들과 실험장치를 하고 이것을 함께 확인하여 증발 현상을 알기
물이 증발할 때의 변화 설명	Storytelling으로 과학원리 찾기	증발의 정의와 예 찾아보기, 리키의 연못에서 증발의 조건을 유추하기
우리 주변에서 볼 수 있는 예 찾기	Storytelling 적용하기	잠을 자다 이불에 실수한 병만돼지, 위기를 모면할 방법 찾기 증발이 잘 일어나지 않는 리콩의 연못을 제시, 리콩의 연못은 어떤 조건에 있는지 유추하기

리키의 고민은 증발이 잘 일어나는 조건을 알게 한다. 증발이 직감적으로 무엇인지 사고할 수 있도록 한다. 또한 이것을 바탕으로 증발이 잘 일어나지 않는 조건도 말할 수 있도록 한다.




EDU Storytelling으로 생각열기 자료

리키네 집 연못에는 아주 많은 생물들이 있습니다. 팔짝팔짝 개구리, 반짝반짝 금붕어, 화려한 연꽃..... 이 연못은 아주 멋진 곳이라 이웃 친구들도 매우 부러워하고 리키와 식구들도 자신들의 연못을 매우 자랑스러워 했지요, 연못은 햇빛은 따뜻하고 시원한 바람도 잘 불어 연못 생물들이 살기에는 안성맞춤이었습니다. 연못 밖은 건조하긴 했지만 연못 생물들은 물속에서 지내니 별 걱정도 없지요,

그런데 이 연못의 단하나의 문제점은 비가 오지 않으면 금방 연못이 마른다는 거예요, 이번에도 한달 동안 비가 오지 않아 연못물이 많이 줄어 연못 생물들과 리키의 걱정이 이만저만이 아닙니다.

Storytelling 프로그램 8차시


교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
물이 끓을 때의 변화 예상하기	Storytelling으로 생각열기	광희가 병만 족장을 화나게 하여 열이 난 병만 족장의 이마에 라면 끓일 물을 올려 그 물이 어떻게 될지 예상하기
물이 끓을 때의 변화 관찰하기	Storytelling으로 배워 보기	끓는다, 김난다, 열난다 라는 단어에 어떤 연관성이 있는지 살피고 실험을 통해 파악하기
물이 끓을 때의 변화 설명하기	Storytelling으로 과학원리 찾기	끓음이라는 용어 도입, 생활에서의 예 찾아보기
우리 주위에서의 예 찾아보기	Storytelling 적용하기	화가 날 때 증발이라는 단어를 사용하지 않고 끓는다는 단어를 사용하는지에 대하여 생각해 보고 두 과학 현상의 차이 알기

 Storytelling으로 생각열기 자료

오늘도 병만족장은 광희 때문에 화가 잔뜩 났습니다. 광희가 병만 족장이 새로 고안해 지어놓은 집을 무너뜨렸기 때문이지요. 병만 족장이 "내 최신 공중부양 집! 아! 머리에서 열난다. 끓는다, 끓어," 라고 소리치자 광희가..... 생략

Storytelling 프로그램 9차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
차가운 주스가 든 유리컵 주변의 변화 예상하기	Storytelling으로 생각열기	병만 족장의 주스컵 이야기를 통하여 차가운 주스가 든 유리컵 주변의 변화의 원인을 예상하기
차가운 주스가 든 유리컵 주변의 변화 관찰하기	Storytelling으로 배워 보기	컵에 물이 맺힌 이유를 예상하고, 깨끗한 컵에 찬물을 넣어 물방울이 맺히는 것을 관찰하기
수증기가 응결할 때의 모습의 변화 설명하기	Storytelling으로 과학원리 찾기	응결의 뜻을 정확하게 정리하고 우리 생활 속에서 볼 수 있는 응결의 예를 찾아보기
우리 주변에서의 예 찾아보기	Storytelling 적용하기	어떻게 하면 컵에 이슬이 안 맺히게 할 수 있을까에 대하여 토론하기

 Storytelling으로 생각열기 자료

병만 족장의 집에 족장이 좋아하는 아이유가 놀러 왔어요. 병만 족장은 아주 기뻐합니다. 그런데 아주 더운 여름날이어서 아이유의 이마에는 땀이 송글송글 맺혀 있었어요. 병만 족장은 집에서 제일 예쁜 유리컵을 씻어 휴지로 깨끗이 닦은 후 냉장고에서 시원한 주스를 꺼내 유리컵에 부어 아이유에게 주려고 했어요. 그런데 분명 깨끗이 닦은 컵인데 물방울이 맺혀 있는게 아니겠어요? 그래서 병만 족장은 다른 컵을 꺼내 씻고 물기를 닦고 다시 주스를 부었어요.
그런데 무슨 일인지 또 물방울이 맺힌게 아니겠어요? 병만족장은 '주스 잔이 깨져서 주스가 센 걸까? 두 개다 깨진 걸까?' 라고 생각했습니다.

Storytelling 프로그램 10차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
	Storytelling으로 생각열기	방울이가 ‘물의 순환’에 따라 다양한 곳에 여행을 다니는 이야기를 노래로 제시
물의 순환 이해하기	Storytelling으로 배워 보기	물 표면에서 몸이 점점 가벼워지면서 하늘로 가는 현상, 하늘로 올라가면 다시 통통해져서 작은 물방울이 되어 하늘에 떠 있는 것 등을 통해 증발, 응결 등의 개념을 확인하고 헤어진 물방울 친구와 다시 만나는 과정을 통해 ‘물의 순환’을 제시
물의 순환의 예 알아보기	Storytelling으로 과학원리 찾기	앞에서 학습한 물, 수증기, 응결, 증발, 물의 순환 등의 과학 용어들을 정리
물의 순환에 의한 자연현상 찾아보기	Storytelling 적용하기	방울이가 하늘로 잘 올라갈 수 있는 방법 알기

이제껏 학습한 물의 특성을 바탕으로 ‘물의 순환’에 대해 학습하는 차시이다. 학생들이 이제까지 학습한 내용들을 상호 연관하여 하나의 스토리로 조직할 수 있도록 하였다.

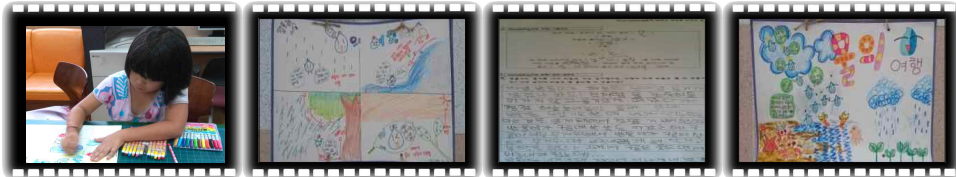


EDU Storytelling으로 생각열기 자료

안녕? 친구들? 내 이름은 방울이야, 성은 물!
 나는 친구들과 같이 여행 중이었어, 같이 산의 계곡에서부터 내려왔지, 그러다가 강을 거쳐 지금은 바다에 있어, 같이 여행한 친구 중에 헤어진 친구도 있고 새로 만난 친구도 있어, 땅에서 온 친구, 식물에서 온 친구, 호수나 강에서 온 친구 등 다양한 친구들을 새로 만났어, 친구들은 물 표면에 나가면 몸이 점점 가벼워지면서 하늘로 가곤 해, 처음에 난 몸이 가벼워져 하늘로 올라가는 친구들을 보고 무서워서 하늘로 가지 않으려고 물 속 깊이 들어갔어, 그런데 어느날 계곡물에서 하늘로 올라가 다시는 못 볼 줄 알았던 친구를 다시 만났어, 친구는 아주 재미있는 여행 이야기를 많이 해 주었어, 친구는 몸이 가벼워 하늘로 올라가면 다시 통통해져서 작은 물방우리 되어 하늘에 떠 있는다고 했어, 시간이 더 지나 좀더 통통해지면 큰 물방울로 변해서 땅으로 떨어져 계곡부터 강을 거쳐 바다까지 여행 왔다고 해, 다시 하늘로 갈 거라고 씩씩하게 말하는 친구가 부러웠어, 나도 가고 싶긴 한데 아직은 좀 무서워, 앞으로 나의 여행은 어떻게 될까?

Storytelling 프로그램 11차시

교과서 기본과정	Storytelling 과정	Storytelling 프로그램 적용 재구성
되짚어보기	Storytelling으로 생각열기	앞에서 학습한 과학 용어들을 간단한 이야기만 들기로 정리
확인하기	Storytelling으로 배워 보기	방울이가 '물의 순환'에 따라 다양한 곳에 여행을 다니는 이야기를 모둠 역할극이나 글로 표현하기
과학 글쓰기	Storytelling 적용하기	방울이의 여행 뒷이야기를 글로 표현하기



어느 날, 방울이는 하늘로 올라갈 용기가 생겼나 봐요. 햇빛이 쨍쨍하고 구름 없이 맑은 날, 전처럼 물 깊숙이 들어가지 않고 힘껏 몸을 띄워서 점점 하늘 높이높이 올라갔다. 방울이는 무섭긴 하지만 날 수 있다는 것이 너무도 가슴이 뛰게 하였다... 생략

IV. 연구의 결과 및 교육적 효과

1. 과학 탐구 능력 및 과학적 태도의 변화

학생들의 과학 학습에 대한 흥미도, 과학 Storytelling 수업에 대한 흥미도, 과학 Storytelling 활동에 대한 흥미도에 대해 조사 분석하였다.

가. 과학 학습에 대한 흥미도

순	설문문항	연구 전(명,%)					연구 후(명,%)				
		매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	전혀 아니다	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	전혀 아니다
1	나는 과학이 좋다	1	1	5	2	1	2	3	4	1	
2	나는 과학은 어려워서 싫다	1	2	2	5			1	3	4	2
3	나는 과학 공부가 어렵긴 하지만 흥미가 있다		3	2	3	2	2	4	3	1	
4	나는 과학을 잘 할 수 있을 것 같다		2	4	2	2	2	4	3	1	
5	수업에 적극적으로 참여한다	1	1	5	2	1	4	2	3	1	

전반적인 과학 학습에 대한 흥미도가 올라간 것을 알 수 있다. 남학생들은 과학을 좋아하는 편이었으나, 그렇지 않았던 여학생들도 과학학습이 어렵긴 하지만 흥미가 생겼다라는 문항에 그렇다라고 대답하였다. 과학 교과에 대한 성취도를 묻는 문항에서도 잘 할 수 있을 것 같다고 대답하는 학생들이 많아져 과학교과에 대한 긍정적인 사고를 불러온 것을 알 수 있다.

나. 과학 Storytelling 수업에 대한 흥미도

순	설문문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	전혀 아니다
1	Storytelling으로 배우는 과학 수업은 재미있었나요?		9 (90%)	1 (10%)		
2	Storytelling으로 배우는 과학 수업이 어려웠나요?		1 (10%)	1 (10%)	6 (60%)	2 (20%)
3	Storytelling으로 배우는 과학 수업에 열심히 참여하였나요?	2 (20%)	6 (60%)	2 (20%)		
4	Storytelling으로 배우는 과학 수업이 공부에 도움이 되었나요?	4 (40%)	6 (60%)			
5	Storytelling으로 배우는 과학 수업을 앞으로 계속 하고 싶은가요?	4 (40%)	5 (50%)	1 (10%)		

과학 Storytelling 활동 수업이 재미있다고 답한 비율은 100%로 모든 학생들이 흥미와 관심을 가지고 있었다. 또한 Storytelling으로 배우는 과학 학습이 어려웠냐는 질문에 80%의 학생들이 아니라는 대답, 어렵다고 한 학생은 Storytelling 쓰기활동은 어려웠지만 Storytelling 듣기 활동은 재미있었다고 대답하였다. 대부분의 학생들이 Storytelling 과학 수업에 대해 긍정적인 태도를 가지게 되었으며 수업태도도 좋아졌다. 특히 과학교과를 싫어하고 그 성취도 다소 미약한 학생이 과학을 흥미로워하기 시작했다는 점이 개인적으로는 큰 성과였고 뿌듯한 결과라고 생각한다.

다. 과학 Storytelling 활동에 대한 흥미도

과학 Storytelling 활동 중 학생들이 가장 재미있고 즐겁게 생각되는 활동을 하나씩 선택하도록 한 결과이다.

순	설문문항	학생수(명)	비율(%)
1	Storytelling 듣기	5	50%
2	Storytelling 읽기	1	10%
3	Storytelling 쓰기	0	0%
4	Storytelling 삽화 그리기	2	20%
5	Storytelling 짝과 역할놀이 및 역할극	2	20%

학생들은 Storytelling 활동 중에서 짝과 역할놀이 및 역할극을 좋아하였고 그 다음으로는 Storytelling 듣기였다. 역할놀이 및 역할극은 짜여진 각본에 맞추지 않고 자신이 생각해서 Story를 구성할 수 있어서 역할놀이가 좋았다고 한다. Storytelling 듣기는 병만죽의 캐릭터를 살린 유머와 듣고 난 뒤에 간단한 문제를 맞추는게 재미있었다고 대답하였다.

2. Storytelling 과학 학습의 교육적 효과

- 가. 과학 Storytelling 프로그램은 학생들에게 과학 학습에 대한 동기를 부여해 주며 이해하기 쉬운 사실과 개념들을 제시하여 과학 수업을 좀더 효과적으로 이어갈 수 있게 하였다.
- 나. 학생들의 풍부한 상상력을 북돋고 창의성 신장에 기여하였다.
- 다. 과학 Storytelling 수업은 상황 안에서 과학적 지식이 사용되거나 연결되어 있기 때문에 학생들은 과학을 좀 더 친숙하게 생각하게 되고 실생활과 과학이 밀접하게 연관됨을 실감하게 되었다.
- 라. 과학에 대한 자신감이 높아졌다. 학생들의 수업 발표나 토의 참여 등의 태도를 긍정적으로 만들어 수업에 적극적으로 참여할 수 있게 하였다.
- 마. 과학에 대한 흥미와 자신감, 태도가 좋아짐에 따라 탐구 능력과 과학지식도 함께 상승하였다.

V. 내일의 꼬마 과학자를 꿈꾸며

과학 Storytelling 프로그램을 활용하여 보다 흥미있고 자연스런 학습 내용과 풍부한 상황을 제공함으로써 학습 내용을 보다 쉽게 기억하게 할 수 있었다. 또한 Storytelling이 지닌 특성인 내용의 전개, 학습자에게 친숙한 상황과 등장인물, 실생활의 유의미한 소재의 사용은 학생들의 과학에의 몰입으로 통하는 하나의 문이 되었다. 이를 통하여 과학 탐구 능력의 향상과 더불어 생활 속 과학적 태도를 함양할 수 있다고 본다.

앞으로 더욱 발전된 과학 Storytelling 수업을 위하여 학생들에게 과학의 친근감과 더불어 정확한 과학적 안목을 기를 수 있는 이야기 속의 예들을 제시할 수 있도록 이야기 속의 과학적 지식이나 오류에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

참고문헌

- 교육부 (2010). 초등학교 4학년 1학기 과학교과서. 교육과학기술부.
 교육부 (2010). 초등학교 4학년 1학기 과학과 교사용 지도서. 교육과학기술부.
 이경미 (2008). 초등학교 과학 수업에서 동화를 활용하는 전략의 개발과 적용. 경인교육대학교 석사학위 논문.
 이현정 (2011) 과학 이야기 활동을 통한 과학 수업의 효과. 서울교육대학교 석사학위 논문.
 한혜원 (2012) 아이의 마음을 흠치는 스토리텔링 전략.
 박인기, 이지영 (2012) 스토리텔링으로 도전하는 수업기술의 무한 솔루션. 경인교육대학교 부설 원격교육·연수원.

● 과학학습지도사례연구대회 ●

개별화 자료 활용으로 창의성을 기르자.

- 지표면의 변화를 중심으로 -

서울신중초등학교 교사 | 장영규



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

4학년 1학기 2단원 지표의 변화는 학생들이 이해하기 어려운 단원이지만 우리의 생활과 밀접한 관계가 있다. 흙은 모든 식물과 동물이 살아가는 터전이며 생명의 근원이기 때문이다. 지표의 변화는 긴 시간 동안 이루어지는 과정으로 관찰을 통해 지표의 변화 모습을 알아보는 것은 어렵다. 따라서 다른 탐구 방법이 필요한 단원이다.

모형실험이나 조사학습, 추리, 예상 등의 활동을 통해 흙의 생성 과정, 물에 의한 지표면의 변화, 파도에 의한 지형의 변화 등을 탐구할 수 있다. 모형 실험으로 물이나 파도에 의한 피해를 줄이기 위한 방법 등을 생각해 볼 수 있으며 실생활에 적용할 수 있는 방안을 찾아보는 활동을 할 수 있다.

과학적 탐구와 창의적 사고가 자연스럽게 발산하며 개인 및 모둠활동에서도 다양하고 폭넓은 과학적 의식의 확산을 위한 과학수업의 변화를 꾀하고자 과학과 수학, 그리고 과학과 기술/공학의 융합적 과학수업을 이끌어 가야 할 필요가 있다. 따라서 4학년 1학기 ‘지표의 변화’ 단원에서 기존의 모형실험의 단점을 보완한 새로운 학습자료를 활용하여 과학과 기술/공학의 융합을 통한 수업을 진행하고 과학학습에서도 과학과 수학 영역의 교차적인 활동을 수시로 취할 수 있으며 융합인재교육의 목적을 달성하기 위해 실생활에서도 변화를 줄 수 있도록 수업방법을 개선하고자 하였다.

2. 연구의 목적

2007년 개정 과학과 교육과정의 목표는 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르는 데 있다.

과학적 소양은 과학의 기본 개념, 과학의 본성, 과학자의 연구 윤리, 과학과 사회와의 관계, 과학과 인간의 상호 연관성, 과학과 기술에 대한 이해를 전제로, 이는 과학에 대한 이해, 대중 매체에 나타난 과학 관련 내용의 진실성을 확인할 수 있는 능력, 그리고 사회에서 과학 활동의 연관성과 중요성을 평가할 수 있는 능력 등을 포함하고 있다.

본 연구에서는 궁극적인 목표인 과학적 소양 함양을 위해 자기주도적으로 학습할 수 있는 자료를 개발하여 이를 적용하려고 한다. 실생활과 분리된 학습이 아닌 경험과 관련된 학습을 통해 탐구능력을 기를 수 있는데 주안점을 두고 있다.

II. 연구의 설계

1. 연구 주제

개별화 자료 활용으로 창의성을 기르자.

2. 연구 기간 : 2012년 3월 ~ 2012년 10월

3. 연구 대상 : 초등학교 4학년 과학

4. 연구과제 선정

가. 연구과제 1

과학과 교육과정을 분석하여 지도 내용을 추출하고
탐구활동 자료를 개발한다.



실천 과제	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4학년 과학과 교육과정 분석을 통한 지도요소 추출 및 주제 선정 <ul style="list-style-type: none"> - 탐구활동학습을 위한 내용 및 지도요소 추출 - 탐구활동 프로그램을 위한 차시 선정 2. 탐구활동 프로그램을 위한 자료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 차시별 탐구활동 자료 개발 - 차시별 탐구활동 내용 개발
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

나. 연구과제 2

개발 자료를 적용할 수 있는 학습 모형을 구안·수업에 적용하여
창의성을 신장시킨다.



실천 과제	<ol style="list-style-type: none"> 1. 창의성 신장을 위한 수업모형 선정 <ul style="list-style-type: none"> - CPS모형 교수·학습 과정의 흐름 2. 적용을 위한 기본 학습 및 환경조성 활동 전개 3. 창의성 신장을 위한 프로그램 전개 <ul style="list-style-type: none"> - CPS모형 교수·학습 과정안 예시 - 교수·학습 활동 과정에 적용
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ⅲ. 연구의 실제

1. 연구 과제 1

과학과 교육과정을 분석하여 지도 내용을 추출하고
탐구활동 자료를 개발한다.

가. 실천과제 1

4학년 과학과 교육과정 분석을 통한 지도요소 추출 및 주제 선정

1) 4학년 과학과 교육과정 분석

4학년 교육과정 중 지구과학 영역과 관련된 단원은 1학기 2단원 지표의 변화이다. 모두 10차시로 구성되어 있으며 각 차시별 주제는 다음과 같다.

중단원	차시	학습 주제
소중한 자원, 흙	1~2	여러 가지 흙에 대해 알아보기
	3	식물이 잘 자랄 수 있는 흙 알아보기
	4	흙은 어떻게 만들어졌는지 알아보기
	과학이야기	소중한 흙 지키기
변화하는 땅	5	지표가 오랜 시간 동안 어떻게 달라졌는지 알아보기
	6~7	물에 의한 지표의 변화 알아보기
	8~9	강의 상류에서 하류로 가면서 지표가 어떻게 달라지는지 알아보기
	10	파도가 치는 바닷가 주변 알아보기
	과학이야기	바닷속 탐사선, 해미래

2) 지도차시 선정 및 학습 전략 세우기

차시	창의성 신장을 위한 학습 전략
1~2	여러 가지 흙을 개별로 관찰할 수 있는 개별화 자료를 개발한다.
3	개별화 자료를 이용하여 식물이 잘 자랄 수 있는 흙을 관찰하고 관찰한 것을 다양한 방법으로 표현할 수 있도록 한다.
4	흙이 만들어지는 과정을 이야기로 만든다. 흙이 만들어지는 과정을 움직임을 이용하여 조별로 만들고 발표할 수 있는 기회를 가진다.
과학이야기	소중한 흙 지키기:< 우리 지역의 산사태 > 2011년 우면산 산사태 - 발생 현황 - 원인 - 예방
6~7	물에 의한 지표 변화를 실험할 수 있는 장치를 개별화 자료로 제작한다. 제작한 자료로 실험하고 효과적으로 개선할 수 있는 방향으로 설계할 수 있도록 한다. 설계한 것을 다시 제작하여 지표 변화 재실험하기
8~9	강의 상류에서 하류로 가면서 지표가 어떻게 달라지는지 별도로 제작한 유수대를 활용하여 실험을 통해 알아본다.
과학이야기	바닷속을 탐사하면 어떤 모습일지 서로 이야기하도록 한다. 바닷속 지표를 공학적으로 모형을 만들어 상호간에 측정하여 게임을 통하여 융통성과 정교성을 기르는 창의성을 신장한다.

나. 실천과제 2

탐구활동 프로그램을 위한 자료 개발

1~3차시

흙을 개인별로 관찰할 수 있도록 뚜껑이 있는 페트리 접시에 여러 가지 흙을 넣어 학생들이 관찰할 수 있도록 한다. 페트리 접시 위에 놓을 수 있는 돋보기를 추가하여 학생들이 쉽게 알갱이의 크기나 색깔 등을 볼 수 있도록 한다. 6홉판을 이용하여 여러 가지 흙을 넣어 모둠별로 흙을 비교할 수 있도록 자료를 활용한다.

순서	장면	설명	비고
1		흙이 6개인 6홉판을 준비한다.	6홉판은 scc의 일종으로 개별 실험에 용이하다.
2		학생들이 손수 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 흙을 선택하도록 한다.	산흙, 화단흙, 부엽토황토, 모래, 운동장흙 (황토를 모래속흙으로교체)
3		피장낭콩을 6홉판에 각각 한 개씩 넣는다.	피장낭콩의 상태가 일정하도록 건강한 콩을 선별한다.
4		각각의 흙에 6 종류의 흙을 담아 강낭콩을 뒀다.	흙이 작은 이유로 흙을 떠담는 도구로 차수저를 준비한다.

2단원 지표의 변화 1~3차시의 경우 여러 가지 흙의 종류와 종류별로 식물이 잘 자라는 흙을 알아보는 내용으로 약간 변형하여 보았다. 왜냐하면 3단원 식물의 한살이의 5~6차시의 경우에서 보는 바와 같이 학생들이 직접 식물을 심고 자라는 과정을 관찰하여 강낭콩이 잘 자랄 수 있는 조건과 그 조건 중의 변인들을 알아보고 차시수업이므로 동시에 적용해볼 수 있는 차시통합적 요소가 들어 있기 때문이다.

6~7차시

철재 유수대는 준비하는 교사와 실험하는 학생 모두에게 적합하지 않는 자료이다. 활동의 성격상 대표 실험이 될 수 밖에 없고 조건을 변화시켜 실험하기가 어려운 자료이다. 따라서 개인용 유수대를 활용하는 것이 바람직하다고 판단하여 수업방법의 개선을 꾀하였다. 여러 가지 변인을 조절하여 반복하여 실험할 수 있도록 변화를 주려고 한다. 기존의 유수대를 수업에 활용하였을 때 나타나는 문제점은 다음과 같다.

- ① 유수대에 담아두는 많은 양의 흙을 준비하기가 힘들다.
 - ② 유수대의 기울기 때문에 유수대 2개를 가지고 실험을 하는 과정에서도 상류, 중류, 하류의 세 가지 특성을 한꺼번에 이해시키기가 쉽지않다.
 - ③ 유수대에 아동이 직접 물을 부어 자연에서 내리는 빗물을 연상케 하는데 외부의 힘에 의한 낙수가 자연스럽지 못하다.
 - ④ 기울기를 조절할 때 벽돌과 같이 무거운 물체로 꼭 대야 할 필요는 없다.
 - ⑤ 벽돌을 구하기가 쉽지 않고 옮길 때 무거워서 안전사고의 위험이 많다.
 - ⑥ 벽돌을 여러 개 쌓아 놓은 상태에서 유수대를 고정하기가 쉽지 않다.
 - ⑦ 철재로 만들어져 있기 때문에 습기에 약하고 보관시 녹스는 경우가 있어 이듬해과학수업에 사용하기가 곤란하다.
 - ⑧ 유수대가 아동들이 다루기에는 너무 크고 무거워서 운반하기가 어렵다.
- 는 단점이 두드러져 이에 대한 개선이 필요하였다.

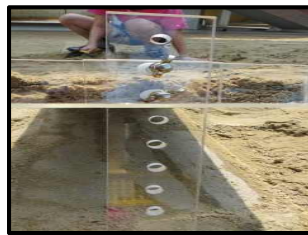
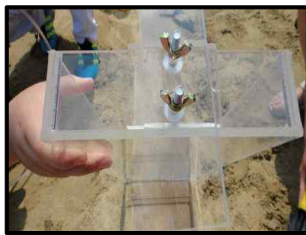
1) 1차 유수대의 사용과 보완점



1차 유수대는 높낮이 막대들을 높낮이 조절용으로만 사용하고 물의 유입을 쉽게 하기 위해 유입구를 만들어서 실험을 하였으나 위 오른쪽 그림과 같이 유수대 속의 흙이 기울기가 중간인 경우에도 흙이 한꺼번에 휩쓸려 내려가 버려 실험이 제대로 되지 않았다. 또다시 보완해야 할 점을 분석하였다.

- ① 유입구의 구멍이 일정하여 조정이 필요하다.
- ② 물의 흐름을 위해 나사를 풀고 죄는 작업으로 실험의 연속성이 떨어진다.
- ③ 높낮이 조절 막대에 나사가 하나로 되어 있어 불안정하여 두 개를 대도록 한다. 또한 물의 공급에 높낮이를 자유자재로 할 수 있게 한다.
- ④ 물의 공급을 전기 모터를 이용하여 자동으로 하려고 시도하려 하나 운동장 수업에 전기사용은 원래 취지에 어긋나서 포기하고 사이펀 원리를 이용하여 물을 공급하는 것이 합리적이다.

2) 2차 개별화 자료 제작



1차로 만든 유수대가 물유입구를 통해 지나친 양의 물이 들어와서 쉽게 지표가 휩쓸려버리는 단점을 보완하여 높낮이 조절막대를 단순히 높낮이 조절용으로 하기 보다 구멍을 만들어 물의 유입을 용이하게 하였으며 원래 있던 물유입구대를 떼어내고 그만큼 흙의 양을 더 넣을 수 있도록 하였다.

2. 연구과제 2

개발 자료를 적용할 수 있는 학습 모형을 구안·수업에 적용하여 창의성을 신장시킨다.

가. 실천과제 1

창의성 신장을 위한 수업모형 선정

CPS 수업모형 단계와 수업내용을 살펴보면 다음과 같다.



나. 실천과제2

적용을 위한 기본 학습 및 환경조성 활동 전개

창의성을 기르기 위해 본 연구자는 기본 학습 훈련은 3월과 4월 기간에 발표자의 질문이나 발표를 제대로 듣기 연습을 집중적으로 실시하였다. 상호 존중과 배려심을 기르며 상대방의 의견을 듣고 자신의 생각을 비교하는 습관을 들이도록 하였다. 과학과 수업시에는 조별 학습을 위해 4인, 6인 구성 모둠학습형태를 만들도록 사전 연습을 하며 상점제도 도입하여 습관화 되도록 하였다. 교실 및 과학실이나 강당 밑 공간에서도 자연스럽게 전환할 수 있도록 하였다.

또한 과학학습의 효과적인 이해와 탐구를 위한 환경을 조성하였다. 교실내에 폐CD를 활용한 CD팽이, 태양관측을 위한 디스켓 필름, 학급발명품, 과학탐구대회 참가용 재료 및 컴퓨터 본체 해체물 등 과학과 발명작품을 전시하여 탐구심 증진에 도움이 되도록 하였다.

다. 실천과제 3

창의성 신장을 위한 프로그램 전개

1) CPS 모형 교수학습 과정안

1~2 차시

제재: 흙의 종류와 씨앗의 자람 과정

6흙판을 각기 다른 흙을 담아 씨앗의 생장을 한 눈에 쉽게 보고 비교하기

단 원	2. 지표의 변화 3. 식물의 한살이	학습내용	흙의 종류와 씨앗의 자람	차시	2/11
학습일시	2012. 5. 18(목) 1교시	학습방법	모듬 발견 학습	대상	4-5 아동
학습주제	흙의 종류와 씨앗의 자람 관찰하기			장소	4-5 교실
학습목표	흙의 종류에 따라 강낭콩이 자라는 과정을 관찰하며 그 차이를 알 수 있다.				
학습요소	학습단계	창의적 문제 해결 활동		창의적사고	시간(분)
문제발견	관심영역발견	T: 우리 주변의 흙의 종류를 파악하기 S: 화분 흙, 산 흙, 운동장 흙, 모래-일반적인 흙 부엽토, 모래속 흙 - 실험을 위한 흙		호기심	5분
	자료발견	T: 여러 가지 흙에 씨앗을 심기 위한 도구들 알기 S: 화분, 흙, 모종삽, 씨앗, 물뿌리개 등		정교성	
	문제발견	T: 씨앗을 튀우기 위한 실험을 하기 위해서 다른 자료를 바꾸려고 한다면 가장 먼저 바꿔야 할 것의 순위 S: 화분→물뿌리개→씨앗→흙(동일하게 넣을 것)→모종삽			5분
아이디어 생성	아이디어발견	T: 화분의 문제를 해결하라. S: 일반 화분은 크기가 다양하고 일정하지 않을 수 있다. 무겁다, 돈이 들어간다, 공간이 필요하다. 해결- 실험용은 6흙판을 사용한다. 개인용은 페펫병 한 개를 잘라 화분을 만들어 사용하도록 하며 성장과 관리하는 개인이 기록한다. T: 물뿌리개 문제를 해결하라. S: 일반 물뿌리개는 물이 나오는 부분이 너무 많다. 돈이 들어간다. 화분크기에 맞춰야 한다. 해결- 작은 페펫병의 밑부분을 필요로 하는 만큼 송곳 으로 구멍을 뚫어 개인별로 사용하도록 한다. T: 씨앗의 문제를 해결하라. S: 씨앗을 구입해야 한다. 튼튼할 것-생장의 조건이 같을 것 해결-시골에서 생산된 강낭콩을 꼬투리째 갖고 온다. T: 흙의 공급을 해결하라. S: 학급아동들의 사는 구역에 맞춰 학교에서 준비되는 흙을 제외 한 것만 2~3인이 한 팀으로 안전하게 전 모듬의 양만큼 준 비해 오도록 한다.		탐구심 자발성 호기심 개방성 응용성 정교성	15분
		해결방안발견	T: 합리적인 실험과정을 만들어 실행하도록 한다. S: 실험 자료를 제출한다. ◦ 준비해 온 흙을 종류별로 제시한다. ◦ 6흙판 뚜껑에 담은 흙의 이름을 적어둔다. ◦ 6흙판에 강낭콩 씨앗을 담는다. ◦ 플라스틱 수저로 적혀진 흙에 흙을 담는다. ◦ 각 흙별로 어린이용 빈 약통으로 물을 공급한다. T: 개인용 화분을 만들어 생육용으로 기른다. S: 개인용의 화분을 만드는 과정을 협의한다. ◦ 페 펫병 한 개를 자르기 ◦ 뚜껑 부분을 뒤집어 적당한 돌을 넣고 일정한 길이의 형질이 나 거즈를 길게 하여 넣은 뒤 흙을 약간 담기		탐구심 자신감 자발성 집중성 정교성

		<ul style="list-style-type: none"> 강낭콩을 넣은 뒤 약간 누르고 그 위에 흙을 다시 담기 페트병 아랫 부분에 물을 담아 페트병 윗부분이 뒤집혀 포개어지도록 하기 		
	수용방안발견	T: 6흙판 실험용과 개인용 화분을 기르는 데서 배우는 점 S: 생명력, 관찰력, 정성과 사랑 주기, 근면한 관찰 및 기록 화분에 규칙적으로 물주기, 물 갈아주기, 아기처럼 대하기, 배려심, 좁은 학급공간에 대한 이해심 등	자발성 집중성 민감성	5분
실행자료				

3 차시

제재: 흙의 종류와 씨앗의 자란 결과

	1,3조	4,5조	2,6조
조별 실험 장면			
변인 통제	강낭콩이 자라는데 필요한 흙의 종류와 햇빛이 잘 들어오는 운동장쪽으로 6흙판을 두어 실험하였다.		

흙의 종류가 화단흙, 산흙, 운동장흙, 모래, 부엽토, 모래속흙의 6가지 흙에 담은 강낭콩 씨는 씨앗자라는 속도가 조별로 다 같진 않았다. 다만 모래속흙과 모래에서 강낭콩 씨앗이 더 빨리 자랐다. 흙판의 깊이가 깊은 편이 아니며 햇빛을 잘받아 받아하는데 시간이 가장 적게 걸렸다. 이 과정을 보고 학생들이 빨리 자란 순서와 왜 그렇게 되었는지 원인분석을 통해 관찰, 추리력을 기르도록 하였다.

운동장흙	모래속흙	화단흙
개인적 관찰내용		
<input type="checkbox"/> 강낭콩이 자란 순서 처음예상(추리): 결과(관찰): 이유:		<input type="checkbox"/> 흙 종류와 영양분의 차이에 따라 자란 정도 영양분있는 흙: 영양분없는 흙: 식물생장과 영양분의 관계:
산흙	부엽토	모래

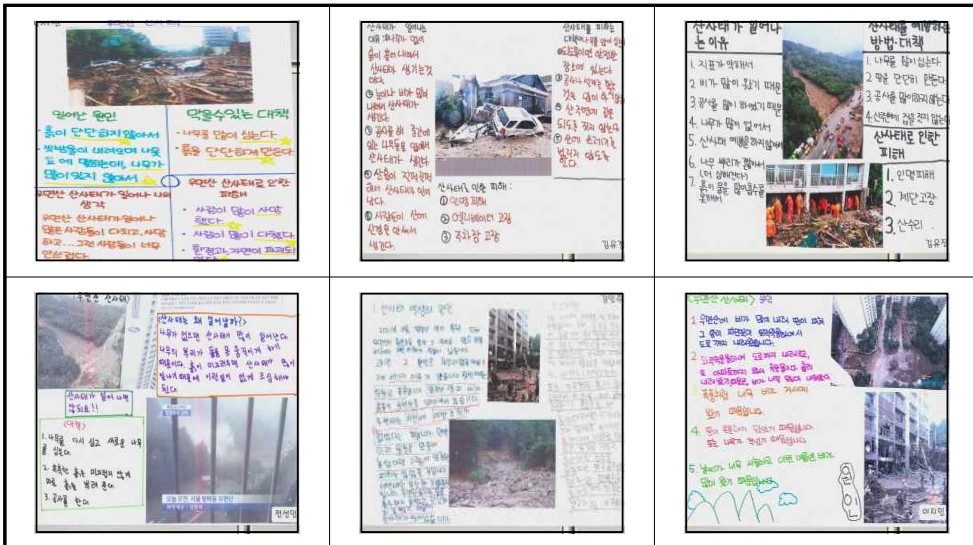
개별화 자료를 통해 흙의 종류별로 강낭콩 씨앗이 자라는 모습을 보고 자라는 순서를 미리 예상한 것과 결과를 비교 분석하면서 개인의 관찰력과 분석력을 신장시키도록 하였다. 실제로 나타난 씨앗의 발아모습에서도 씨앗의 성장을 위한 영양분있는 흙과 영양분없는 흙을 구분하도록 하였다. 그러나 이 실험에서 다루는 핵심은 6흙판의 다양한 이용이기 때문에 짧은 기간과 6흙판의 흙이 작다는 조건으로 흙의 완전한 비교는 곤란하다는 점을 분명히 지적하였다.

과학이야기

제재: 소중한 흙 지키기

<탐구토론 학습>

2011년 우면산 산사태를 사례로 도입하여 발생의 원인과 발생후 결과를 알아보고 자연현상에 대한 피해와 우리의 생활과의 관계를 알아보고 산사태의 예방에 관한 우리의 자세를 중심으로 개인별로 자료를 수집하여 발표하며 전체적인 문제해결 방법을 택하는 수업을 실시하였다. 탐구토론 학습의 순서는 주제 제시 → 발표 → 질의 및 문답 → 추가 보충 1 → 추가 보충 2의 순서로 진행하여 이해도를 높였다. 서로 의견교환하면서 융통성, 창의성의 어느 면이 신장되는 기회를 가졌다. 토의 자료를 조사하여 만들었다. 정보를 얻거나 교환할 수 있도록 조별 대표가 발표를 할 경우 참신한 질의에는 가점(+)을 주고 중복의 경우 감점(-)을 부여하며 질의응답이 충실한 부분에 적극성을 주도록 하여 토론학습이 활기 있었다.



2) 개별화 자료 - 유수대를 활용한 실험

□ 실험준비



(유수대, 호스, 주전자, 모종삽)



(기울기를 달리 한 세 유수대)

□ 실험과정

기울기에 따른 지표의 변화를 알아보는 것은 기울기에 의해 물의 흐름이 빠르고 완만하며 높낮이 조절막대를 사용하여 조절이 가능하다. 모형실험에서는 유수대의 기울기가 급한 것은 상류를 의미하고 낮은 것은 하류를 의미한다.

3) 기울기에 따른 지표의 변화

■ 아크릴 유수대의 실험 장면

<p>유수대 3개를 준비하여 기울기를 달리하여 동시에 물의 유입을 가능하도록 한다. 기울기에 따라 지표의 변화를 한눈에 쉽게 알아볼 수 있다.</p>		
<p>기울기가 낮은 경우</p>	<p>기울기가 중간일 경우</p>	<p>기울기가 높은 경우</p>

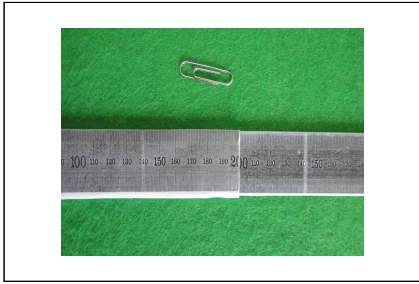
기울기가 낮은 유수대에서 지표는 주로 퇴적작용을 기울기가 높은 경우는 지면이 패이는 모습을 볼 수 있었다. 기울기가 중간인 유수대에서는 지표면이 깎여서 지표면의 예리한 침식작용을 쉽게 볼 수 있었다.

과학이야기

바닷속 지형을 만들고 상호 측정하여 그리기

단 원	2. 지표의 변화	학습내용	바닷속 지형 알기	차 시	과학이야기
학습일시	2012. 7. 3(화) 5~6교시	학습방법	블럭학습, 협동학습	대 상	4-5 아동
학습주제	바닷속 지표 모형 만들고 다른 모듬의 지형 재기			장 소	과학실
학습목표	바닷속 지표의 모형을 만들고 다른 모듬의 지형을 재어볼 수 있다.				
학습요소	학습단계(시간)	창의적 문제 해결 활동		창의적사고	자료
문제발견	관심영역발견 (5분)	T: 바닷속 지표를 알아보기 위한 도구는 어떻게 준비할 수 있을 것인가? S: 규모가 큰 경우-탐사선의 측정, 규모가 작을 경우-긴 줄에 돌을 달아 떨어지는 거리재기		호기심 탐구심	탐사선 사진
	자료발견 (5분)	T: 바닷속 지표의 측정이 쉽지 않은 이유 대기 S: 물을 모두 퍼낼 수 없다. 돌이나 거대 암석이 줄을 묶어 걸릴 수 있다 바닷속 지면이 단단하지 않으면 측정이 다를 수 있다		상상력 집중성	
	문제발견 (5분)	T: 수조에 물을 담아 바닷속 지표를 재는 방법의 개선유도 S: 수조에 모형만들기를 미리하고 나중에 찰흙을 붙이는 작업을 달리하는 사전사후 작업 바꾸기		유추성	
아이디어 생성	아이디어발견 (15분)	T: 다양한 창의성으로 문제를 해결하기 위한 방법을 모듬별로 모두 알아내어 발표하기 S: ◦ 모형을 미리 그림으로 그린다 ◦ 모형을 수조의 벽면에 붙인다 ◦ 수조의 반을 가르도록 한다-하드보드 이용하기 ◦ 수조의 속을 먹물로 검게 만들어 물속을 보이지 않게 한다 ◦ 수조 속을 재는 자를 자율적으로 재도록 한다 ◦ 다른 모듬의 바닷속 모형을 알기 위해 공정성을 갖기 위해 일정한 지점을 수조 위에 기록해 둔다		독창성 정교성 자발성	수조 찰흙 하드보드 드지 테이프 먹물
	해결방안발견 (40분)	T: 수조의 반을 하드보드를 붙일 때 찰흙을 이용하여 틈새가 생겨 물이 새어 나가거나 들어가지 않도록 한다 모듬을 바꿔 측정 게임을 하기 위해 처음 물의 깊이를 재어 두도록 한다. S: 1모듬↔6모듬, 2모듬↔5모듬, 3모듬↔4모듬으로 측정을 하되 미리 각 모듬에서 측정해 둔 기록지를 담임에게 제출하여 공정성을 기하도록 한다.		개방성	모듬별 모형 기록지 자
실행계획	수용방안발견 (10분)	T: 바닷속 지표의 모양을 알아보기 위해 게임을 할 때 다른 수업과 다른 점 알아보기 S: ◦ 수업이 게임식이었다는 점 ◦ 모형의 틀을 미리 기록하고 만들어서 다른 모듬이 확인할 수 있도록 한 점 ◦ 수조의 반을 이용한 점 ◦ 일반 자보다 따로 만든 하드보드자와 롤링자를 이용하여 깊이를 잴 수 있었던 점 ◦ 모듬의 협동을 통해 작업활동을 한 점 ◦ 좀더 정밀하게 측정을 하도록 시간을 오랫동안 한 점 ◦ 여러 모듬을 모두 측정할 수 있도록 보관을 할 수 있도록 모형을 단단히 만든 점 ◦ 바닷속을 측정하기 위한 도구가 다양하고 발명을 통하여 측정을 더욱 쉽게 할 수 있는 계기가 된 점		독창성 개방성 응통성 자신감 탐구심	
	평가계획	바닷속 지표의 모형을 자율적으로 만들고 다른 모형을 정확하게 재는 방법을 알고 있는가?			

이 학습모형은 융합인재교육(STEAM)의 수업 모형 중 과학과 수학 및 공학적 요소를 합한 수업형태이다. 과학수업에 있어 바닷속 지표의 모양을 상상력을 동원하여 조별로 만든다. 조별 상호간에 바닷속의 깊이를 재기 위해 수학학습에도 이용할 수 있고 더하기 발명기법을 사용한 바느질 용구를 개량하여 만든 발명품으로 측정하도록 하였다. 융합인재교육(STEAM)의 수업모형 또한 중요하며 수업별로 창의적 모형학습을 적절히 적용할 경우 수업의 질과 효과가 증배된 것으로 사료된다.



<과학이야기-바닷속 탐사> 바닷속 모형만들기와 측정하기

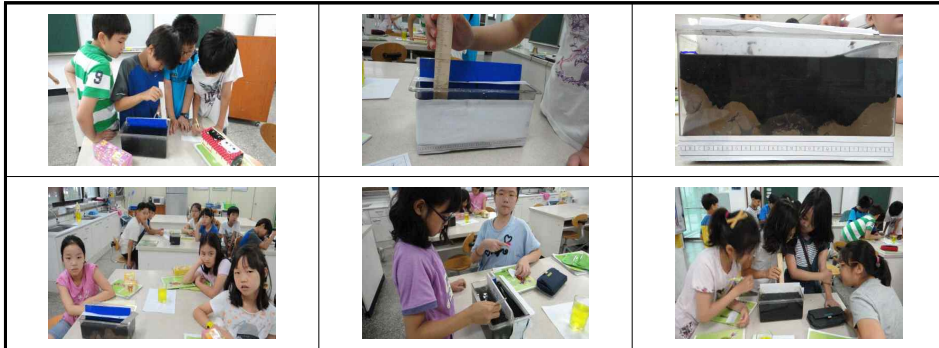
1) 바닷속 모형 만들기 과정

		
바닷속지표의 모양을 그린다.	찰흙으로 모형을 만든다.	수조의 반에 모형을 붙인다.
		
바닷속 지표의 깊이를 잴다.	지표의 부분을 다듬는다.	깊이 잴 지점에 기호를 붙인다.

2) 모형 만들기 완성

3) 측정하기 게임



4) 결과

모둠	지점										제작팀
	A	C	E	G	I	K	M	O	Q	S	
7/5											김○진 장○나 박○진 나○원
1제작	7.5	7.4	4.6	8	8.1	3.3	8.2	8	4.5	4.5	
6실험	4	5	5	8.5	8.5	6	7	7	7.5	6.5	
오차	3.5	2.4	-0.4	-0.5	-0.4	-2.7	1.2	1	-3	-2	
2제작	2	5.5	7	5	8	7.5	7.5	9	8.5	6.5	장○주 이○민 강○주 홍○진
5실험	6.4	6.1	6.5	6	6	5.5	6.5	5.7	4	6.5	
오차	-4.4	-0.6	0.5	-1	2	2	1	3.3	4.5	0	
3제작	2	1.5	1	2.5	3	3.6	4	5	4.3	2.7	이○민 민○림 전○민
4실험	9	9	7.5	7.5	7.5	8	7	7	7	7.5	
오차	-7	-7.5	-6.5	-5	-4.5	-4.4	-3	-2	-2.7	-4.8	
4제작	6.9	7	4.5	5.6	8	8.2	5.7	5.8	7.8	5.8	이○성 이○석 김○경 오○정
3실험	8	6	5	6.5	2.5	4	8	5.5	5	7	
오차	-1.1	1	-0.5	-0.9	5.5	4.2	-2.3	0.3	2.8	-1.2	
5제작	3.5	3	3.2	3.9	3	4.5	3.2	5	5.7	1.5	박○성 최○수 박○윤 김○진
2실험	3	3.4	5.5	5.7	6	6	6.2	7.4	7.6	6.2	
오차	0.5	-0.4	-2.3	-1.8	-3	-1.5	-3	-2.4	-1.9	-4.7	
6제작	2	2.5	3	5	6.5	5.5	3.5	4	5	4.5	유○민 김○민 정○우 정○준
1실험	6.5	6.7	4.3	4	3.5	3.6	7	7.1	7.1	7.2	
오차	-4.5	-4.2	-1.3	1	3	1.9	-3.5	-3.1	-2.1	-2.7	




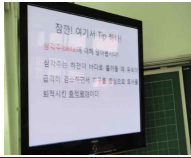





창의탐구수업

제재: 자유탐구 진행

< 탐구 발표 >

1) 개인 창의탐구학습 발표

창의탐구학습은 개인이 지표의 변화 단원을 배우는 과정에서 물에 의한 지표면의 변화를 관찰한 후 탐구내용을 발표하도록 하였다. 조별로 다양한 방법으로 발표하는 기회를 주었다.

			
<p>※실험 방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 유수대의 농도를 조절한다. 2. 유수대의 상층 부분을 이용하여 흙을 만든다. 3. 유수대의 상층 부분을 불투명하게 또는 투명하게 한 용액에 물을 붓기 없이 내려오는 현상을 관찰한다. 4. 변화를 관찰한다. 5. 변화가 관찰된 후, 유수대의 흙(모래)을 빼내고 물로 씻어낸다. (반복) 	 강의 상류 - 활발한 침식작용	 강의 중류 - 활발한 운반작용	 강의 하류 - 계속되는 퇴적작용
 1-2-3번	 물이 흐르는 속도는 가장 빨랐다.	<p>※ 유수대의 기울기가 높아서 침식작용이 가장 잘 나타났다.</p> <p>※ 유수대의 물이 넘지기 전까지의 시간이 가장 짧았다.</p> <p>※ 물의 세기가 세서 유수대의 바닥이 보였다.</p>	<p>실험 후기</p> <p>※ 강의 상류나 중류 같은 경우는 위험하기 때문에 직접 요양봉인 관찰하기 어렵기 만 유수대에서 축소시킨 모습을 관찰하니 강의 모습을 잘 관찰할 수 있고 유수대에서의 실험이 더 익숙해져서 좋은 경험이었을 것 같다.</p>

학생발표 예시자료이다. 실험을 철재 유수대를 사용하여 나타난 결과를 PPT로 작성하여 자신의 관찰내용을 발표하였으며 1차와 2차에 걸친 철재 유수대의 지표의 변화 과정에 초점을 맞추어 발표하였다. 3차는 수월하게 실험과정과 실험결과를 확인할 수 있었다. 발표자의 노력과 의욕에 대한 다른 아동들의 반응이 도전정신을 불러 일으키는 계기가 되었던 시간이었다.

2) 조별 창의탐구활동 전개



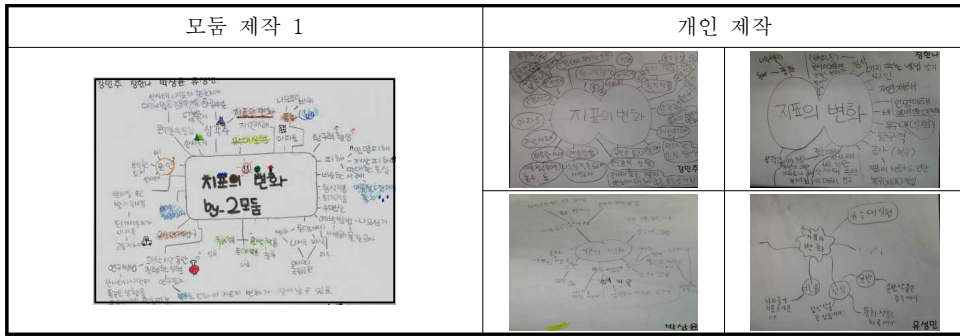
3) 조별 창의탐구활동 발표

각 그룹은 4인 1조로 편성하여 지표의 변화를 배우는 과정에서 아크릴 유수대를 수업에 활용하여 물흐름에 의한 지표의 변화를 관찰한 내용을 발표하도록 하였다. 자발적이며 자율적인 발표가 어느 수업과 달리 적극적인 참여가 돋보였다. 아크릴 유수대와 같이 동일한 실험도구를 사용하더라도 조별로 나타난 실험결과가 미세하게 다르며 침식된 부분과 퇴적의 모양과 양이 각기 다르므로 조별 발표에 대한 질의가 많은 점이 다른 수업과 차이로 보였다.

4) 지표의 변화 마인드맵 활동 발표

개인별로 마인드맵을 작성한 뒤 모둠별로 개인 마인드맵을 살펴본 후 기본적인 사고의 기준틀을 잡고 개인의 생각 중에서 추가로 새롭고 창의적이며 발전적인 용어와 의미를 담고 있는 것을 모둠 마인드맵으로 작성하도록 하였다. 개

인의 부족한 부분을 채워주고 나은 점을 제시한다는 점에서 과학수업의 자신감과 협동심을 쉽게 키울 수 있어서 매우 긍정적인 결과를 보였으며 과학 및 수학과목 등은 원리과 이치를 따지고 어려운 용어를 쉽게 통할 수 있도록 할 때 더욱 유익하다.



IV. 연구의 결과 및 제언

1. 연구결과

가. 창의성 측정

창의성 측정은 4월 중순에 실시하였다. 측정도구는 창의성 재단에서 검증받은 39문항을 측정도구로써 적용하였다. 다만 그대로 적용하기 곤란한 4개 문항을 삭제하고 35문항을 채택하였다. 통계기법은 대응표본 T-검정을 사용하였다.

1) 사전측정결과

학습형태가 완전히 정착되지 않은 학년초에 설문을 실시하였기 때문에 문항별로 하나씩 연구자가 읽어가며 설문에 올바르게 체크하도록 설명하였다. 한 문항당 4점씩 배점하여 35문항 평균이 88점으로 나타났다.

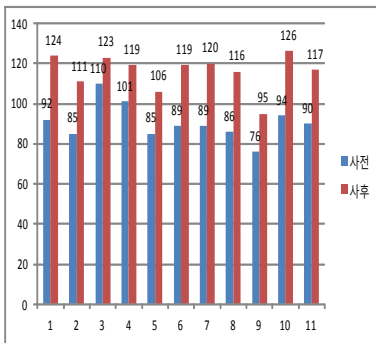
60점 이하가 1명, 70점대가 3명, 80점대가 10명, 90점대가 5명, 100점대가 3명이며 가장 높은 아동은 110점으로 확인되었다.

2) 사후측정결과

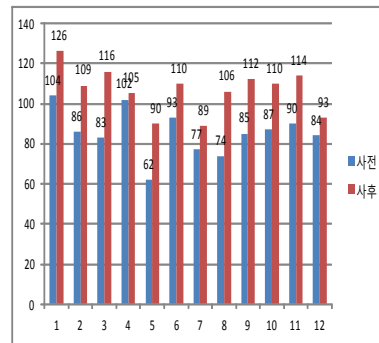
사후결과는 사전설문을 할 때와 달리 설문에 대한 설명을 하지 않았다. 학습의 운영형태에 익숙해지고 자율적으로 잘 적응하여 설문은 각자 스스로 실시하도록 하였다. 여전히 설문에 응할 때 개인별로 의문이 들어 문항을 이해하지 못했을 때 부분 설명을 하였다.

자신에 대한 측정을 할 때 자신감을 갖고 스스로 정확하게 판단하도록 하였다. 80점대가 1명, 90점대가 3명, 100점대가 4점, 110점대가 10명으로 나타났으며 120점대가 5명으로 나타났다.

사전사후차	0~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31 이상	합계(명)
상승	1	1	2	3	5	6	5	23
하강								



<사전·사후 통계 그래프-남자 >



<사전·사후 통계 그래프-여자>

3) 대응표본검정 통계

대응표본검정은 동일 집단내에서 두 개의 검정변수에 대한 평균의 차이가 통계적으로 유의한가를 검정하고자 할 때 이용하는 통계기법이다. 유의확률이 .050 이하 일 경우에만 평균이 동일하다는 귀무가설이 기각되어 유의하다고 볼 수 있다. 따라서 35문항 중 세 문항에서만 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

나. 수업 후 학생 소감

지표의 변화를 한 눈에 알아보기 쉽도록 직접 제작한 우수대를 통한 실험수업으로 과학에 흥미와 재미를 갖게 되고 창의적인 생각을 더욱 갖게 된 점이 엇보이다. 아동들은 다루기 쉽고 간편한 학습자료를 활용하는 것이 학습에 도움이 된다는 점을 소감에 나타나고 있다.

2. 결론

- 가. 개별화 자료인 6홈판을 활용하여 6종류 흙에 자라는 강낭콩 씨앗의 생장을 한 눈에 알아보고 쉽게 분석할 수 있었다. 또한 강의 수업대신 자기주도적인 관찰학습을 하여 과학적 탐구력 중 관찰, 자료 분석 능력이 향상되었다.
- 나. 개별화 자료는 흙의 종류와 식물의 생장을 한눈에 알아보는데 쉬웠다.
- 다. 새로 제작된 우수대는 기존의 우수대보다 무게가 적게 나가고 크기가 작으며 안전사고를 예방하고 정리정돈에 간편하여 스스로 실험을 할 수 있다.
- 라. 새로운 우수대 제작에 학생들이 직접 참여하여 지표의 변화를 알아보는 실험활동에 보다 적극적으로 참여하였다.
- 마. 스팀학습모형을 자유탐구에 적용하여 학생들이 바닷속 깊이를 재는 수업에 활용하기 위해 늘임자와 바느질자를 발명하였다. 과학/공학/수학을 융합한 수업이 되었다.
- 바. CPS 학습모형은 융합인재교육(STEAM)요소를 갖고 있어 특히 발명요소가 든 단원수업에 창의성 신장에 효과적이었다.

3. 제언

본 연구자는 초등학교 4학년 1학기 지표의 변화 단원을 지도하며 개별화 자료를 활용하여 창의성 신장을 꾀하고자 수업을 진행하였으나 본 연구에 대한 미흡한 부분이 있어 다음과 같이 제언하고자 한다.

- 가. 개별화 자료를 제작하여 연구학급에만 적용하였기 때문에 일반화하기 위해 다른 학급에도 많이 활용할 수 있기를 바란다.
- 나. 창의성 신장 측정 검사지의 세 문항이 과학적 소신, 과학적 상상력, 자율성을 묻는 데서 유의미하지 않은 이유를 별도로 분석해 볼 필요가 있다.
- 다. 단원별로 알맞은 개별화 자료를 제작하기 위해서는 지구과학영역뿐 아니라 모든 영역에도 내용분석을 하기를 바란다.
- 라. 과학학습의 원리탐구와 이해증진을 위해서 게임과 놀이를 동반한 학습이 되도록 학생들의 호기심을 자극하는 학습방법이 필요하다.
- 마. 차시를 구분하는 학습과 차시를 통합하는 학습 중 단원별로 어느 방법이 과학적 호기심과 흥미증진에 도움이 되는지 연구할 가치가 있다.

● 과학학습지도사례연구대회 ●

생활 속 숨은 과학 찾기로 물의 세계로 풍덩~

금락초등학교 교사 | 류금희



I. 주제 선정 배경

1. 연구의 필요성

“물은 너무 많아요. 비가 오면 또 부족한 걸 채우잖아요.”

“물에도 과학이 있나요? 물에 대해서 한 단원이나 배워요.”

쉽게 접하는 물에 대한 4학년 아이들의 생각은 이러했다. 학습에 대한 흥미나 동기가 없는 아이들이 생각하는 교과서 속 주요 내용을 외우는, 어렵고 딱딱한 과목인 과학을 재미있다고 깔깔대며 엉덩이를 들썩이며 과학의 원리를 이해하게 만들 수는 없을까?

과학과는 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결하는 데 필요한 **과학적 소양**을 기르기 위한 교과이다. 간과하기 쉬운 일상생활 속에서의 과학과 관련된 문제를 슬기롭게 해결하고 합리적인 판단과 의사 결정력을 기를 수 있는 교육이 되어야 한다.

그러기 위해 과학교과에 대하여 아이들이 흥미를 가지고 자발적으로 학습 할 수 있도록 프로그램을 만들어 학생들이 어려워하는 ‘과학은 과학일 뿐!’이라는 교과서 속에 갇혀 있는 과학을 생활 속으로 끌어내어, 자연현상에 대해 알고 이해하고자 하는 호기심에서 출발하여 스스로 의문을 가지고 답을 찾아내는 탐구과정을 통하여 과학적 소양을 신장시킬 수 있다. 이에 본 연구는 다음과 같은 필요성에 의하여 시작하였다.

‘물’에 대한 흥미와
적극적인 관심
요구

‘물의 상태 변화’에 대한 흥미와 호기심을 가지고
적극적으로 탐구과정에 참여할 수 있을까?

지속적인 동기의
유발로
과학탐구능력 요구

과학에 대한 동기를 유발하여 동기를 지속시킬 수
있는 프로그램을 적용하여 과학적 사고력과 과학탐
구능력을 신장시킬 수 있을까?

생활 속에서
‘물의 상태변화’를
과학적으로 해결
요구

일상생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 ‘물의 상태변
화’에 대한 문제를 과학적인 방법으로 해결할 수
있게 하여 과학적 소양을 길러 줄 수 있을까?

따라서 학생의 수준을 고려하고 흥미와 호기심을 자극하며, 과학 교과를 생활의 장면과 결합하여 학습의 동기를 재미있게 지속할 수 있는 생활 속 과학 원리 찾기 프로그램을 구안, 적용하여 ‘물’에 대해 흥미롭게 접근하여 자연스럽게 과학적 소양을 신장하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 수업 연구는 동기 지속 교수·학습 전략을 통하여 학생들의 물에 대한 흥미와 호기심을 유발하여, 쉽고 재미있는 접근으로 생활 속에 숨어있는 과학 원리를 찾는 과학적 소양을 신장시키기 위하여, 그 구체적인 목적은 다음과 같다.

가. 교육과정 분석을 토대로 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원에 맞는 동기 지속 교수·학습 전략을 통한 숨은 과학원리 찾기 프로그램을 구안하여

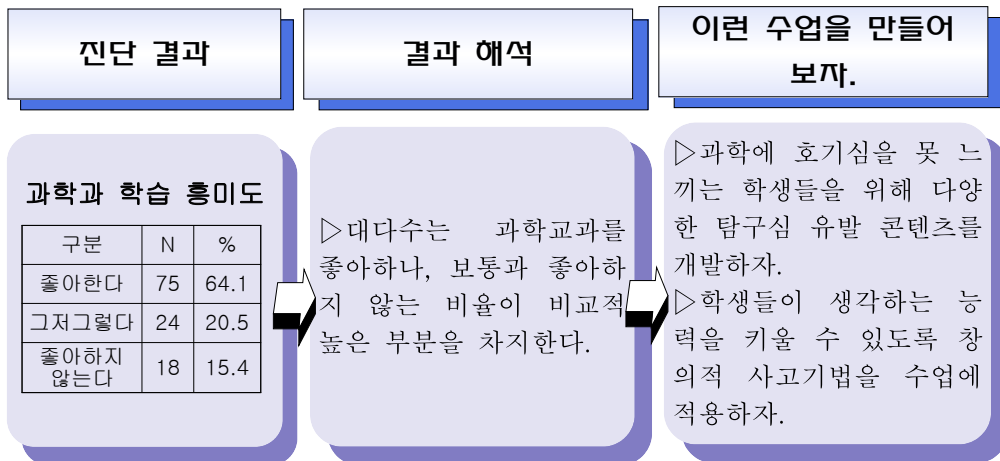
나. 실제 수업에 숨은 과학원리 찾기 프로그램을 적용하여 ‘물’에 대해 관련 교과와 연계하여 흥미롭게 접근하고

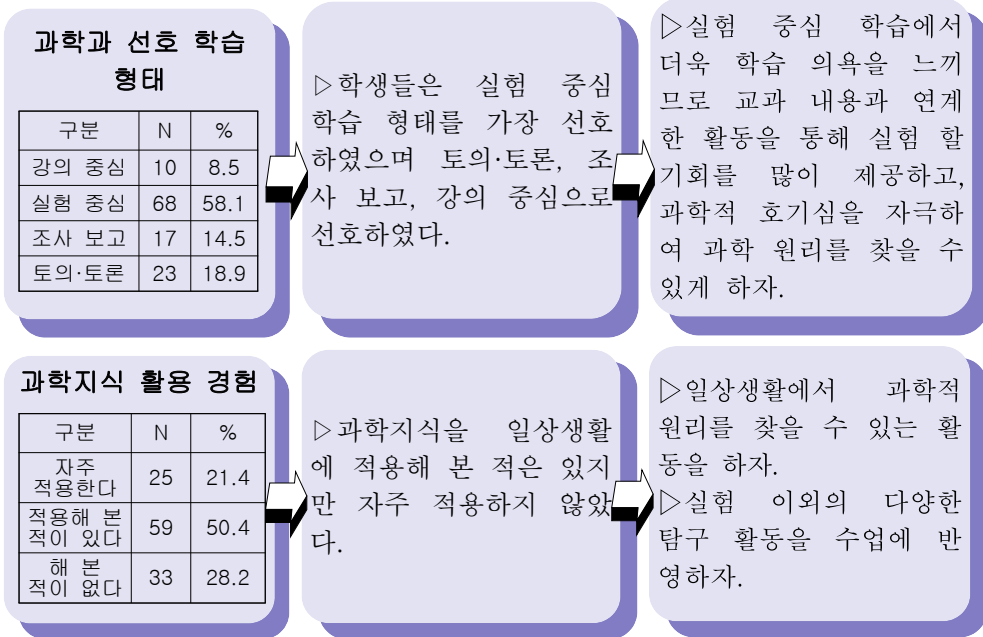
다. 실생활 속에서 ‘물’을 이용한 과학적 문제를 합리적으로 해결하려는 태도와 능력을 함양하게 하여 학생들의 과학적 소양을 신장시키고자 한다.

II. 주제 해결을 위한 탐색

1. 실태분석 및 시사점

가. 과학과 학습 능력 실태





나. 숨은 과학 찾기 프로그램 수업을 위한 사전 교육환경 SWAT 분석



다. 학습동기 검사

사전 사후 학습동기 검사 도구는 학습자 개인의 일반적인 학습동기를 측정하는 검사 도구인 CIS 검사지에서 19문항을 추출한 후, 각 문항을 초등학교 4학년 수준에 맞게 재구성한 것으로 5단계 척도로 검사하였다.

학습동기	과학과 학습동기 유발 정도	응답비율(%)
주의집중		68%
관련성		54%
자신감		71%
만족감		65%

라. 실태분석을 통한 중점 노력 내용

모양을 바꾸는 물 학습능력	숨은 과학 찾기 활동
<ul style="list-style-type: none"> 물에 대한 흥미를 유발시키고, 다양한 학습활동을 통하여 과학탐구능력 신장 재미있고 즐겁게 물 단원을 학습하고, 실생활에 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 학습동기를 높이기 위한 활동 전개 실생활에서 과학적 탐구심을 높이기 위해 과학적 흥미, 호기심 자극

2. 이론적 배경

가. 학습 동기

학습 동기는 학습자가 학습을 선택하고 지속하려는 욕구로 학습자 스스로 학습활동을 하도록 하는 내적 동기와 학습활동을 촉진하는 외부의 자극을 통해 학습 욕구가 생기는 외적 동기로 나눌 수 있다.

나. 동기 지속 교수·학습 전략

학습동기를 유발하는 요인을 활용하여 동기를 지속시키는 교수·학습 전략이다.

<표 1> 동기 지속 교수·학습 전략의 적용 방법

단계 방법	교 수		
	도입	전개	마무리
1	탐색하기	사고하기	정리하기
2	탐색하기	사고하기→해보기	정리하기
3	탐색하기	사고하기→되어보기	정리하기
4	탐색하기	사고하기→해보기→되어보기	정리하기

탐색하기는 학습자 스스로 주위 환경을 탐구하고 탐색하여 볼 기회를 제공함으로써 학습에 대한 흥미의 생성과 호기심을 유지한다.

사고하기는 학습자에게 인지갈등 상황을 제공함으로써 학습자가 불일치에 따른 흥미를 느끼게끔 자극하는 과정으로 학습 동기를 더욱 발전시키고 유지시킨다.

해보기는 학습된 지식이나 기술을 적용해 볼 수 있게 모의상황이나 게임 등을 해보는 것으로 자신감이나 만족감을 향상시킬 수 있다.

되어보기는 학습자가 직·간접으로 어떤 상태를 경험하게 되는 단계이며 학습 동기가 최고조로 지속되는 상태로 실제로 수업에 몰두하게 된다.

정리하기는 동기지속을 마무리하는 단계로 학습자의 학업수행과 결과에 대한 인지적 평가와 기타 내적 보상을 통해 다음 차시로 학습동기를 지속시킨다.

다. 숨은 과학 찾기

일상생활에서 과학과 관련된 문제를 슬기롭게 해결하고, 합리적인 의사결정을 내리는 과학적 응용 능력인 과학적 소양을 신장시키는 것을 숨은 과학 찾기라고 이름 지었다.

숨은 과학 찾기 프로그램은 동기지속 학습모형에 기반을 두고, 과학탐구과정에서 학습자의 동기를 유발시켜 스스로 다양한 문제 해결 전략을 찾아보게 하여, 최종적으로 실생활에 적용해 과학적인 문제를 창의적으로 해결하는 것이다.

Ⅲ. 주제 해결을 위한 연구의 설계

1. 연구 대상 : 금락초등학교 4학년 117명(남61명, 여56명)
2. 연구 기간 : 2012.3.~2012.8.
3. 관련 단원 : 4학년 1학기 4. 모습을 바꾸는 물
4. 연구의 절차

단계	절차	추진내용	기간(월)					
			3	4	5	6	7	8
계획	문헌 연구 및 이론적 배경 정립	· 참고문헌 및 자료 준비	■					
		· 선행 연구 고찰	■					
	연구 계획 수립	· 실태 조사 및 분석		■				
		· 연구 문제 추출		■				
		· 연구 계획서 작성		■				
실행	연구의 실천	· 운영과제 1의 실천				■		
		· 운영과제 2의 실천				■		
		· 운영과제 3의 실천					■	
		· 실천과제 수정 및 보완					■	
평가	연구 결과 평가	· 연구 결과 검증 및 분석						■
		· 수정 보완						■

5. 연구의 중점 실행과제 설정

숨은 과학 찾기를 통한 과학탐구능력 신장

숨은 과학 찾기 프로그램으로
생활 속의 과학적 흥미와 호기심 유발로 물의 성질 알기

실행과제 1
숨은 과학 원리 찾기
프로그램 적용을 위한
여건 조성

실행과제 2
'모습을 바꾸는 물'
단원에 필요한 프로그램
구안·개발




실행과제 3
숨은 과학 원리 찾기
프로그램 적용한
다양한 '물'

IV. 주제 해결을 위한 계획

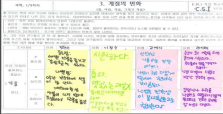


실행과제 1 숨은 과학 원리 찾기 프로그램 적용을 위한 **여건**

1 학습 자료 마련하기

가. 인터넷 동영상 자료




자료 주제	동영상 출처	동영상 소개	관련화면
「물과 환경-담수는 왜 중요할까요?」	olleh tv school	지구상의 물 3%정도를 차지하는 민물의 소중함과 활용을 보여줌	
「물이 되어서」	olleh tv school	물의 순환에 대해서 알아보기 위해서 프리즐 선생님은 아이들과 함께 물방울이 됨	
「솔방울로 날씨를 알 수 있다?!」	ebs-키득 키득 실험실	날이 맑을 때에는 벌어지고, 습기가 있으면 오므라드는 솔방울로 증발에 대해 알려줌	

나. 생활 속 과학 학습지

활용 기대효과	학습지 개발 사례	활동 장면
<ul style="list-style-type: none"> ● 과학적 호기심 함양 ● 창의적 사고력 증진 	물의 필요성 P.M.I 활동하기 (팀별로 정한 물에 대한 좋은 점, 나쁜 점, 흥미로운 점)	
<ul style="list-style-type: none"> ● 과학 탐구능력 발달 ● 상호작용력 향상 	단서를(사진) 관찰하고 물의 특징이 같은 것끼리 분류하여 같은 색깔 칠하기	
<ul style="list-style-type: none"> ● 문제해결력 신장 ● 과학사랑 내실화 	과학 개념 글쓰기	

2 학습 방법의 훈련

가. 생활 속 과학 프로그램 적용을 위한 학습훈련

영역	훈련 방법	활동 사진
● 릴레이 발표	학생들이 차례대로 자신의 의견을 발표함	
● 끼리끼리 발표	질문에 대해 발표할 사람은 모두 일어나고 한 학생이 발표하면 같은 생각은 앉고 다른 생각은 발표	
● 발표 수 신호	일반적인 훈련 <ul style="list-style-type: none"> ● 남의 말을 들을 때는 요점을 메모하며 듣는다. ● 사실과 의견을 구별하여 듣는다. ● 6하 원칙에 맞게 말한다. (누가, 언제, 어디서, 무엇을, 어떻게, 왜) 의견을 말할 때 <ul style="list-style-type: none"> ● ~에 대해서는 ~이라고 생각합니다. ● ~와 ~는 다른데, 그것은 ~라고 생각합니다. ● 그 까닭은 ~ 때문입니다. 질문할 때 <ul style="list-style-type: none"> ● ~와 ~를 보면 이해가 잘 안 되는데 그렇게 생각한 이유를 말씀해 주십시오. ● ~은 어째서 그렇게 됩니까? ● ~과 ~에 대하여 질문하겠습니다. 보충할 때 <ul style="list-style-type: none"> ● 그런 것의 보기를 들면 ~입니다. ● 지금 설명한 것 외에도 ~한 것이 있습니다. ● ○○와 ○○의 생각을 정리해 보면 ~이라고 할 수 있다고 생각합니다. 	  

영역	훈련 방법	활동 사진
● 짝 토의	짝끼리 간단하게 토의하거나, 자신의 생각을 짝에게 서로 이야기 해 봄으로써 전체 학습에서 발표 시 더욱 자신감을 갖고 자신의 의견을 내세울 수 있는 기회 제공	
● 토의 · 실험 모둠 발표	모둠원이 각자의 발표 카드를 제시하고 발표 발표 내용을 먼저 발표하고 싶은 사람이 발표 다음 발표 시 먼저 발표한 사람은 발표 기회 없음	
● 과학 도서 활용	학교 도서관의 과학 도서를 학년 수준에 맞게 선정하여 책을 읽고 느낌을 e-독서친구 사이트에 올리기	

나. 기타자료

자료 소개	활용 효과	관련화면
<p><과학동화></p> <p>● 「방울이의 물 여행」은 생태계에서 물이 상태변화하는 모습을 동화로 보여준다.</p>	과학적 상황 제시 동기자극 요소 제공	
<p><과학골든벨 정답판></p> <p>● 아스테이저로 표면이 되어 있어 지속적 사용이 가능한 골든벨 게임 자료이다.</p>	놀이, 게임 활동으로 과학적 사고 자극	
<p><OX 퀴즈 게임></p> <p>● 물과 얼음 단원의 학습 내용을 정리하는 OX 퀴즈 파워포인트</p>	놀이, 게임 활동으로 과학적 사고 자극	
<p><암호풀기게임></p> <p>● 물의 끓음 원리가 담긴 쪽지를 찾아야 한다. 그리고 쪽지를 글자 순서대로 배열해 암호명을 푸는 게임 자료이다.</p>	놀이, 게임 활동으로 과학적 사고 자극	
<p><미션쪽지></p> <p>● 미션쪽지(주제와 관련된 과학신문 내용을 요약)를 보고 사건의 주제를 추측하게 하는 자료이다.</p>	놀이, 게임 활동으로 과학적 사고 자극	
<p><과학 아줌마 손인형></p> <p>● 안에 종이를 넣었다 뺐다 하도록 재사용이 가능하게 제작된 역할극 자료이다.</p>	어려운 과학 원리를 쉽게 재구성하여 설명하여 호기심 자극	
<p><사고력 스펙론></p> <p>● 모형 조립을 할 수 있게 구성된 자료로 사고력, 창의력 향상 교구이다.</p>	물 분자가 어는 과정에서 부피가 커지는 과정 이해	

다. 기타 훈련

- 가. 다양한 발표 훈련-릴레이 발표, 생각 그물 발표 등
- 나. 모듈 토의 훈련-신호등 토의, 실험 결과 발표 등
- 다. 모듈별 역할 훈련-이끌이, 나눔이, 깔꿈이, 기록이 등

**실행과제
2**

'모습을 바꾸는 물' 단원에 필요한 프로그램 구안 · 개발

- 1. 숨은 과학 찾기 동기지속 학습 모형의 적용 근거
- 2. 숨은 과학 찾기 동기지속 학습모형

1. 숨은 과학 찾기 동기지속 학습 모형의 적용 근거 · 과정

가. 교육과정 속 근거

❁ 과학과의 목표
 자연 현상과 사물에 대해 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기른다.

1. 과학의 기본 개념을 이해하고, 자연 탐구와 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다.
2. 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 일상생활의 문제 해결에 이를 활용한다.
3. 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양한다.
4. 과학, 기술, 사회의 상호 작용을 인식한다.

나. 숨은 과학 찾기에 동기지속 학습 모형 적용의 과정

❁ 학습자 스스로 주위 환경을 탐색하고 동기를 유발시킨 다음에 학습자 스스로 질문을 만들어 보며, 학습된 지식이나 기술을 적용해 보는 모의 상황과 맞닥뜨려 실제로 해 보는 과정에서 동기를 다음 차시로 지속시켜 그 속에 숨어 있는 과학 원리를 찾아내려 동기지속학습 모형을 적용하였다.

다. 숨은 과학 찾기에 동기지속 학습 모형의 단계



2. 숨은 과학 찾기 동기지속 학습 모형

동기지속 학습모형을 적용하기 위해 각 단계별로 다양한 활동들이 필요했다.

교수법 단계		주요 교수·학습 내용	관련 MI 활동
도입	1. 탐색하기 (exploring)	-호기심과 동기유발을 위한 학습 자료 제공 -학습 문제 제기 -학습문제해결 의욕(동기) 고취 -도해조직자(graphic organizer)의 활용	언어적 지능 중심 활동
		특징: 학습자가 학습할 문제를 인식하고 관심을 가짐으로써 학습에 대한 흥미와 동기를 가지도록 유발하는 전략	
전개	2. 사고하기 (thinking)	-학습 내용과 개념을 설명, 제시 -학습 문제의 조건과 정보를 파악 -다양한 문제 해결 전략과 해결책 토의 -브레인스토밍 -인지갈등 유발	논리 수학적 지능 중심 활동
		특징: 학습한 내용을 이용하여 해결할 수 있는 문제 상황을 제시함으로써 배운 내용을 바탕으로 사고하는 기회를 제공하는 전략	공간적 지능 중심 활동
	3. 해보기 (doing)	-학습내용과 개념의 인지적 강화 -자료 관찰을 통해 규칙성, 경향성 발견 -규칙성을 언어 혹은 수학적으로 표현 -간단한 해보기 활동을 통하나 개념 재확인	신체운동감각적 지능 중심 활동
		특징: 다양한 감각을 이용해 학습 내용과 관련된 활동에 직접 참여하고 조작함으로써 학습에 흥미를 가지고 더욱 몰입하도록 하는 전략	음악적 지능 중심 활동
4. 되어보기 (being)	-학습 내용과 개념을 체득화 -역할놀이 -유도된 공상	대인간 지능 중심 활동	
	특징: 학습 내용과 관련된 인물이나 사물이 되어 보고 학습 내용을 떠올리며 활동함으로써 학습 내용을 체득할 수 있는 전략	개인내 지능 중심 활동	
마무리	5. 정리하기 (ending)	-학습 내용과 개념의 확대 적용 -새로운 상황에서의 문제해결전략 찾기 -간략하고 다양한 평가	자연 탐구적 지능 중심 활동
		특징: 학습을 마무리하고 학습 내용과 개념을 다른 상황에 확대하여 적용함으로써 학습에 의미를 부여하고 가치를 느끼게하는 전략	

3. 교육과정 분석 및 재구성

가. 숨은 과학 찾기 프로그램 적용 위한 교육과정 분석 및 재구성

1) 숨은 과학 찾기 프로그램 적용 위한 교육과정 분석 및 재구성 기준

- 가) 다른 학습 내용에 비해 아동의 흥미가 다소 떨어질 수 있는 내용을 재구성한다.
- 나) 주의집중을 유발, 유지할 수 있게 재구성한다.
- 다) 과학 원리를 생활과 관련지어 해보기 할 수 있는 내용으로 재구성한다.
- 라) 학습문제 의문을 가지고 스스로 문제를 생각하고 원리, 개념, 결과를 찾을 수 있게 재구성한다.
- 마) 교육과정에 제시된 필수 탐구내용을 기본으로 하여 심화, 보충될 수 있는 내용을 생활과 관련지어 재구성한다.

2) 숨은 과학 찾기 프로그램 적용 위한 학습 주제의 재구성

활동주제	이렇게 펼칩니다
1 물의 상태 변화 -영화 속 과학 찾기	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 수업 전 영화와 만나 동기유발 팽파 ✳ 영화 속 과학 찾기 ✳ 시나리오 다시 쓰기
2 물이 소중한 이유 -광고하기	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 물 부족 뉴스 시청하기 ✳ 수돗물 아껴 쓰는 방법 신호등 토의하기 ✳ 물 절약 광고하기
3 물과 얼음 관찰 -개념 글쓰기	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 얼음 폭탄 게임 ✳ 얼음 한살이 발표 ✳ 물과 얼음 상태 변화 개념 글쓰기
4 얼음이 얼 때 무게 무게와 부피 변화 -항아리를 깬 범인 찾기	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 물이 가득 든 항아리를 깬 범인 찾기 ✳ 얼음 구조 따라잡기
6 얼음이 녹을 때 무게 무게와 부피 변화 -튜브형아이스크림의 비밀	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 튜브형아이스크림을 가득 채우지 않아요. ✳ 눈금실린더를 이용하여 실험하기
7 물의 증발 -물이 되어 역할극	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 빨래 건조와 물의 증발 ✳ 물이 증발하는 모습 협동화 그리기
8 수증기 응결 -컵라면의 수증기 응결	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 생활 속 응결 예 찾기 ✳ 냉장고 광고 만들기
9 물의 순환 -움직이는 과학책 만들기	<ul style="list-style-type: none"> ✳ 물의 순환 송 부르기 ✳ 입체 과학책 만들기

4. 차시별 프로그램 구안

가. 동기 지속 교수·학습 전략을 적용한 학습 단위 지도 계획

차시	학습 주제	교수·학습 활동	동기 지속 활동	관련다중 지능활동
1	물의 세 가지 상태 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·우리 주변에서 물 찾아보기 ·물의 세 가지 상태 알아보기 ·상태에 따라 물 분류하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·애니메이션 보며 물의 상태 변화 살펴 보기 ·지구의 모습이 파란색을 띠는 이유 ·영화 속 과학 찾아 시나리오 다시 쓰기 ·물의 변신은 무죄 ·주변에서 물의 세 가지 상태 찾기 ·시나리오 발표하기 ·물의 상태에 대한 ○× 퀴즈 	<ul style="list-style-type: none"> ·언어 적 지능 중심 활동 ·대인 간 지능 중심 활동
2	물이 소중한 이유 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·물이 소중한 이유 알아보기 ·수돗물의 사용량 조사하기 ·수돗물의 절약 방법 토의하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·사람들이 느끼는 것 찾기 ·생존 게임으로 물의 중요성 생각하기 ·스티커 붙이기로 알아 본 내가 하루 동안 사용한 물의 양은? ·물을 아껴 쓰는 방법 줄줄이 토의 ·물의 절약 방법 광고하기 ·물이 소중한 이유 자기평가 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인 간 지능 중심 활동 ·논리 수학적 지능 중심 활동 ·언어 적 지능 중심 활동
3	물과 얼음 관찰하기	<ul style="list-style-type: none"> ·물과 얼음을 관찰하여 다른 점 설명하기 ·물과 얼음의 상태 변화 원인 설명하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·지금 먹을 수 있는 생수병 고르기 ·냉동실이 궁금해 ·얼음 폭탄 게임하기 ·얼음 한살이 나타내기 ·물과 얼음의 상태변화가 나타나는 과학 개념 글쓰기 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인 간 지능 중심 활동 ·개인 내 지능 중심 활동 ·언어 적 지능 중심 활동
4,5	물이 얼음이 얼 때의 무게와 부피 변화 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상하기 ·물이 얼 때의 무게와 부피 변화 관찰하기 ·물이 얼 때의 무게와 부피 변화 설명하기 ·우리 주변에서 물이 얼 때의 변화에 대한 예 찾아보기 	<ul style="list-style-type: none"> ·겨울철 수도관이 터지는 이유는? ·냉동실의 초대받지 않는 손님 ·소금은 요술쟁이 ·효과적인 단열법은? ·겨울철 (장독)이 되어 부피 변화 설명하기 ·겨울철 부피 변화가 일어나는 곳 협동화 그리기 ·겨울철 호수에서 물고기가 얼어 죽지 않는 까닭 ·스페론 활용하여 얼음 구조 따라잡기 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인 간 지능 중심 활동 ·개인 내 지능 중심 활동 ·언어 적 지능 중심 활동 ·공간 적 지능 중심 활동

차시	학습주제	교수·학습 활동	동기 지속 활동	관련다중 지능활동
6	얼음이 녹을 때 무게와 부피 변화 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기 ·얼음이 녹을 때의 부피 변화를 증거를 들어 설명하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·튜브형 아이스크림이 녹은 사진을 보며 가득 채워져 있지 않은 이유 알기 ·얼음의 무게와 부피 관찰 ·얼음이 녹은 후 무게와 부피 관찰 ·아이스크림 회사 사장되어 용량 결정하기 ·튜브형 아이스크림이 가득 채워지지 않는 이유 알아보기 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인간 지능 중심 활동 ·개인내 지능 중심 활동 ·언어적 지능 중심 활동
7	물이 증발할 때의 변화 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·물이 증발할 때의 변화를 관찰하여 설명하기 ·우리 생활에서 물이 증발하는 예 찾아보기 	<ul style="list-style-type: none"> ·거름종이에 분무기로 물을 문힌 후 변화된 내용 브레인스토밍하기 ·증발로 얻은 물건 전시회 관람하기 ·증발의 예를 찾아 협동화 그리기 ·증발의 예를 릴레이 발표하기 ·모둠별 물방울 빨리 말리기 게임 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인간 지능 중심 활동 ·개인내 지능 중심 활동 ·언어적 지능 중심 활동
8	물이 끓을 때의 변화 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·물이 끓을 때의 변화를 관찰하여 설명하기 ·우리 주위에서 물이 끓는 현상을 찾아 이야기하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·요리사가 되어 메추리알과 물을 넣고 끓이기 ·물이 끓을 때 변화 예상하기 ·물이 끓을 때 변화 관찰하고 마인드 맵으로 나타내기 ·요리사가 되어 물이 끓을 때 일어나는 변화 설명하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인간 지능 중심 활동 ·개인내 지능 중심 활동 ·언어적 지능 중심 활동
9	수증기 응결할 때의 변화 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·수증기가 응결할 때의 변화를 관찰하기 ·우리 주위에서 응결의 예를 찾아 설명하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·차가운 콜라병의 표면에 달라붙은 물방울이 어떻게 생겼는지 예상하기 ·아이스맨이 되어 응결 역할극하기 ·응결의 개념 글쓰기 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인간 지능 중심 활동 ·개인내 지능 중심 활동 ·언어적 지능 중심 활동
10	물의 순환에 대해 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ·물의 순환 과정에 대하여 이해하기 ·우리 주변에서 볼 수 있는 물의 순환 과정을 예를 들어 설명하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·물의 순환송 부르기 ·신기한 스쿨버스 시청 ·물의 순환 보드게임 ·물의 순환을 다양한 방법으로 표현 ·내용정리 발표하기 	<ul style="list-style-type: none"> ·대인간 지능 중심 활동 ·개인내 지능 중심 활동 ·언어적 지능 중심 활동
11	되짚어 글쓰기	보기/확인하기/과학		

실행과제 3 '숨은 과학 원리 찾기 프로그램' 적용한 다양한 물 탐구활동 전개

1 차시별 숨은 과학 찾기 프로그램 활용 방법

가. 1차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 푼! 푼!

- ❶ 우리 주변에서 물 찾아보기
- ❷ 물의 세 가지 상태 알아보기
- ❸ 상태에 따라 물 분류하기

- ❶ '물'관련 애니메이션 보며 영화 속 과학 찾기
- ❷ 물의 변신은 무죄
- ❸ 시나리오 쓰기
- ❹ 물 상태 ○× 퀴즈

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물의 상태가 변하는 모습 보며 호기심 가지기	탐색하기	애니메이션 보며 물의 상태변화 살펴보기
전개	<ul style="list-style-type: none"> ◦우리 주변에서 물 찾아보기 ◦물의 세 가지 상태 알아보기 ◦상태에 따라 물 분류하기 	사고하기	지구의 모습이 파란색을 띠는 이유는?
		사고하기	물의 변신은 무죄 -전기포트에 물과 얼음을 넣고 가열하기
		사고하기	영화 속 과학 원리 찾기 -물의 상태 변화 모습하는 과학 원리 찾아 릴레이 발표하기
		해보기	카드의 짝을 찾아 물의 상태별로 분류하기 게임하기
		되어보기	애니메이션의 주인공이 되어 시나리오 다시 쓰고 발표하기
마무리	물의 세 가지 상태 정리하기	정리하기	물의 상태에 대한 ○× 퀴즈

3) 활동 모습



나. 2차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

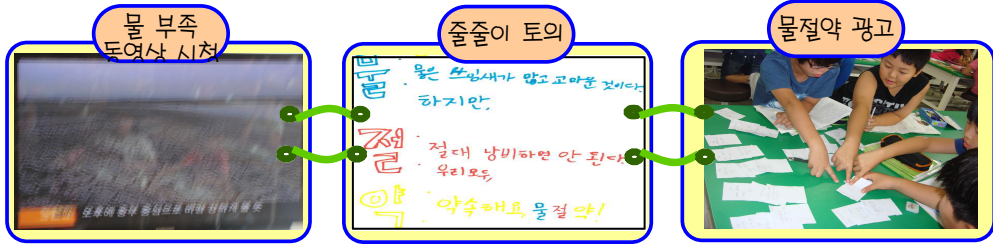
숨은 과학 찾기로 호기심 푼! 푼!

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 물이 소중한 이유 알아보기 ② 수돗물의 사용량 조사하기 ③ 수돗물의 절약 방법 토의하기 | <ul style="list-style-type: none"> ① 물 부족 뉴스 시청하기 ② 생존 게임 ③ 물 아껴 쓰기 줄줄이 토의 ④ 물의 절약 방법을 광고로 나타내기 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물 부족 상황 알아보기	탐색하기	사람들이 느끼는 것 찾기 - 물이 부족한 현실의 뉴스 동영상보기
전개	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물이 소중한 이유 알아보기 ◦ 수돗물의 사용량 조사하기 ◦ 수돗물의 절약 방법 토의하기 	사고하기	생존 게임으로 물의 중요성 생각하기 - 풍랑을 만난 배의 생존자가 되어 - 생존에 관련된 카드 중 필요 없는 것 하나씩 버리기 - 마지막에 남는 것과 이유 발표하기
		사고하기	스티커 붙이기로 알아 본 내가 하루 동안 사용한 물의 양은? - 한 컵을 스티커 한 개로 계산 - 전날에 사용한 물의 양 스티커로 붙여오기 - 내가 사용한 물의 양 발표하기
		해보기	물을 아껴 쓰는 방법 줄줄이 토의 - 각자 다양한 방법을 post-it에 기록 - 모듈별로 같은 생각끼리 줄로 잇기 - 다양한 의견, 공통적인 의견 정리하여 발표
		되어 보기	물의 절약 방법 광고하기 - 퀴즈, 노래, 삼행시, 짧은 광고 등
마무리	물이 소중한 이유 정리하기	정리하기	물이 소중한 이유 자기평가

3) 활동 모습



다. 3차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 푼! 푼!

- ❶ 냉동실 안의 물체 관찰하기
- ❷ 물과 얼음 관찰하기
- ❸ 손바닥 위에 올려놓은 얼음 관찰

- ❶ 먹을 수 있는 물 선택하기
- ❷ 냉동실안 탐색하기
- ❸ 얼음 폭탄 게임
- ❹ 얼음 한살이 발표하기
- ❺ 물과 얼음 상태 변화 개념 글쓰기

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물과 얼음 관찰하기에 호기심 가지기	탐색하기	어느 쪽 생수병 물을 지금 먹을 수 있을까? - 얼린 생수병, 상온에 둔 생수병 - 지금 먹을 수 없는 이유 발표하기
전개	· 냉동실 안의 물체 관찰하기 · 물과 얼음 관찰하기 · 손바닥 위에 올려놓은 얼음 관찰하기	사고하기	무엇의 모습일까요? - 냉동실에 있던 물건 일부분 보여주기 - 냉동실 안의 물체 공통점 예상하기
		해보기	얼음 폭탄 게임 - 모둠원 끼리 손바닥 위에 돌아가며 얼음 관찰하기 - 손바닥 위의 얼음이 다 녹기 전에 물과 얼음의 다른 점을 하나씩 이야기 - 얼음이 다 녹았을 때 이야기한 사람이 물 닦고 정리하기
		되어보기	얼음 한살이 - 손바닥 위의 얼음이 되어 물이 되어 가는 과정을 나타내기
마무리	물과 얼음 관찰한 것 정리하기	정리하기	개념 글쓰기 - 물과 얼음의 상태가 변하는 원인

3) 활동 모습



라. 4·5차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

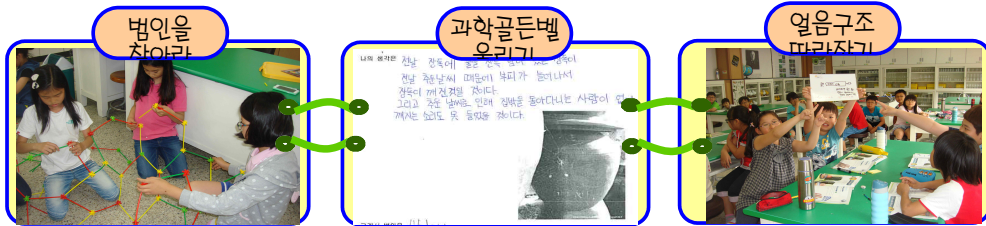
숨은 과학 찾기로 호기심 특! 특!

<ul style="list-style-type: none"> ❶ 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상하기 ❷ 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 관찰하기 ❸ 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상설명하기 ❹ 주변에서 예 찾아보기 	<ul style="list-style-type: none"> ❶ 배불뚝이 음료수병은 무죄 ❷ 항아리를 깬 범인 찾기 ❸ 전자저울 사용법 익히기 ❹ 얼음 한살이 발표하기 ❺ 얼음 구조 따라잡기
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물이 얼 때의 무게와 부피에 호기심 가지기	탐색하기	배불뚝이 음료수병의 변신은 무죄 - 왜 배불뚝이가 되었을까?
전개	<ul style="list-style-type: none"> • 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상하기 • 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 관찰하기 • 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상설명하기 • 우리 주변에서의 예 찾아보기 	사고하기	항아리를 깬 범인은 누구일까? - 겨울철 물이 가득 들어 간 항아리가 깨지는 이유 예상하기 - 물이 얼면 부피는 어떻게 될까? - 물이 얼면 무게는 어떻게 될까?
		해보기	전자저울 사용법 익히기
		해보기	물을 가득 넣고 뚜껑을 닫은 페트병 얼리기 - 하루 전 실험하기 - 무게 재어보기 - 부피 관찰하기 - 무게와 부피 예상하기 - 과학골든벨
마무리	물이 얼 때의 무게와 부피 정리하기	정리하기	스페론 활용 얼음 구조 따라잡기 - 배불뚝이 음료수병의 물이 얼음이 될 때의 무게와 부피 변화

3) 활동 모습



마. 6차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 특! 특!

- ① 얼음의 무게와 부피 측정하고 녹을 때의 변화 예상하기
- ② 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기
- ③ 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 설명하기
- ④ 주변에서 예 찾아보기

- ① 튜브형 아이스크림 관찰
- ② 얼음의 무게와 부피 관찰
- ③ 얼음이 녹은 후 무게와 부피 관찰
- ④ 아이스크림 회사 사장되기
- ⑤ 튜브형 아이스크림이 가득

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	얼음이 녹을 때의 무게와 부피에 호기심 가지기	탐색하기	녹은 튜브형 아이스크림은 왜 가득 차 있지 않을까?
전개	<ul style="list-style-type: none"> ·얼음의 무게와 부피 측정하고 녹을 때의 변화 예상하기 ·얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기 ·얼음이 녹을 때의 무게와 부피 설명하기 ·우리 주변에서의 예 찾아보기 	사고하기	얼음이 녹기 전과 후의 무게와 부피는 어떻게 될지 예상하기 -얼음이 녹을 때 부피는 어떻게 될까? -얼음이 녹을 때 무게는 어떻게 될까?
		해보기	얼음의 무게와 부피 측정하기 -얼음이 언 눈금실린더에 높이 표시하기 -얼음이 녹을 때 높이 예상하기 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 측정하기 -눈금실린더 얼음이 녹았을 때 높이 표시하기 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 설명하기 -부피의 개념 정리하기
		되어보기	아이스크림 회사의 사장이 되어보기 -신개발 튜브형 아이스크림의 용량 결정하기
마무리	정리하기	정리하기	튜브형 아이스크림이 녹으면 가득 채워져 있지 않은 이유 이야기하기

3) 활동 모습



바. 7차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 특! 특!

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 얼음이 증발할 때의 변화 예상하기 ② 얼음이 증발할 때의 변화 관찰하기 ③ 얼음이 증발할 때의 변화 설명하기 ④ 주변에서 예 찾아보기 | <ul style="list-style-type: none"> ① 물 묻힌 거름종이 빨리 말리기 ② 두 비커의 변화 예상, 관찰 ③ 증발로 얻은 물건 전시회 관람 ④ 프라이팬의 물 가열하며 증발 증발의 예 찾아 협동화 그리기 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물이 증발할 때의 변화에 호기심 가지기	탐색하기	물 묻힌 거름종이 빨리 말리기 게임하기 - 거름종이의 물은 어디로 갔을까
전개	<ul style="list-style-type: none"> • 물이 증발할 때의 변화 예상하기 • 물이 증발할 때의 변화 관찰하기 • 물이 증발할 때의 변화 설명하기 • 우리 주변에서 예 찾아보기 	사고하기	두 개의 비커의 같은 양의 물을 넣고 창가에 두고 어떤 변화가 생길지 예상하기 - 뚜껑이 있는 비커의 변화 - 뚜껑이 없는 비커의 변화 - 비커의 안쪽 벽, 뚜껑에 붙은 변화 관찰
		사고하기	물 묻힌 거름종이의 물은 어디로 갔을까? 뚜껑이 없는 비커의 물은 어디로 갔을까? 프라이팬의 물은 어디로 갔을까? - 증발이라는 용어 사용하여 설명하기
		해보기	증발로 얻은 물건 전시회 관람
		해보기	증발의 예를 찾아 협동화 그리기 - 포스트잇을 사용하여 생활 속 증발 장면을 하나씩 그리기 - 모둠별로 모아 붙여 설명하기
마무리	물이 증발할 때의 변화 정리하기	정리하기	개념 글쓰기 - 물이 증발할 때의 과학 개념이 담긴 글쓰기

3) 활동 모습



사. 8차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 특! 특!

<ul style="list-style-type: none"> ① 얼음이 끓을 때의 변화 예상하기 ② 얼음이 끓을 때의 변화 관찰하기 ③ 얼음이 끓을 때의 변화 설명하기 ④ 주변에서 예 찾아보기 	<ul style="list-style-type: none"> ① 요리사가 되어 메추리알과 물을 넣고 끓이기 ② 물이 끓을 때의 변화 마인드 맵으로 나타내기 ③ 요리사가 되어 물이 끓을 때 일어나는 변화 설명하기
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물이 끓을 때의 변화에 호기심 가지	탐색하기	나는 요리사! -물이 끓을 때 기포가 생기는 이유는
전개	<ul style="list-style-type: none"> • 물이 끓을 때의 변화 예상하기 • 물이 끓을 때의 변화 관찰하기 • 물이 끓을 때의 변화 설명하기 • 우리 주변에서의 예 찾아보기 	사고하기	냄비에 물과 메추리알을 넣고 가열하여 끓을 때 어떤 변화가 생길지 예상하기
		사고하기	물이 끓을 때의 변화 관찰하고 마인드 맵으로 설명하기 -물 속의 변화 -물 표면의 변화 -물 표면 위쪽의 변화
		해보기	물이 끓었을 때의 상태 변화에 대해 발표하기
		되어보기	요리사가 되어 물이 끓을 때 일어나는 현상 모둠 원에게 설명하기
마무리	물이 끓을 때의 변화 정리하기	정리하기	물이 끓는 현상과 이용하는 예 발표하기 -물이 끓는 경우 찾아보기

3) 활동 모습



아. 9차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 특! 특!

- ① 얼음이 응결할 때의 변화 예상하기
- ② 얼음이 응결할 때의 변화 관찰하기
- ③ 얼음이 응결할 때의 변화 설명하기
- ④ 주변에서 예 찾아보기

- ① 차가운 콜라병의 표면 관찰하기
- ② 콜라병의 물방울은 어디서 온 것인지 예상하기
- ③ 아이스맨이 되어 응결의 상황 역할극으로 나타내기
- ④ 개념 글쓰기

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	수증기가 응결할 때의 변화에 호기심 가지기	탐색하기	차가운 콜라병 표면에 어떤 변화가 생길 것인가?
전개	<ul style="list-style-type: none"> ·물이 응결할 때의 변화 예상하기 ·물이 응결할 때의 변화 관찰하기 ·물이 응결할 때의 변화 설명하기 ·우리 주변에서의 예 찾아보기 	사고하기	차가운 콜라병에 달라붙은 물방울은 어디서 온 것인지 예상하기
		사고하기	그 물방울이 어떤 액체인지 알아보기 위한 방법을 설명하기 -물방울의 맛 -물방울의 색 -물방울의 냄새
		되어보기	아이스 맨의 활약 -아이스맨이 되어 응결 역할극하기 -라면, 목욕탕, 구름 등의 상황에 맞게 역할극하기
마무리	수증기가 응결할 때의 변화 정리하기	정리하기	개념 글쓰기 -응결을 경험하였던 것을 과학 개념 글쓰기

3) 활동 모습



자. 10차시

1) 학습주제 해결을 위한 핵심 활동 분석

교과서 기본 과정

숨은 과학 찾기로 호기심 특! 특!

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 물의 순환 이해하기 ② 물의 순환에 대해 알아보기 ③ 물의 순환에 의한 자연현상 찾아보기 | <ul style="list-style-type: none"> ① 물의 순환송 부르기 ② 신기한 스쿨버스 시청 ③ 물의 순환 보드게임 ④ 물 순환을 다양하게 표현하기 ⑤ 과학 골든벨 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2) 숨은 과학 찾기 활동 방법

교수 단계	교수·학습 활동	교수 단계	동기 지속 활동
도입	물의 순환에 호기심 가지기	탐색하기	물의 순환송 부르기
전개	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 순환 이해하기 • 물의 순환에 대해 알아보기 • 물의 순환에 의한 자연현상 찾아보기 	사고하기	신기한 스쿨버스 시청 - 물의 순환에 대해 이해하기
		사고하기	우리 주변에서 일어나는 물의 순환 보드 게임하고 릴레이 발표하기 - 여러 상황에서 물의 순환이 되도록 카드 오려 붙이기
		해보기	물 순환을 다양한 방법으로 발표하기 - 동화 만들기 - 노래로 표현하기 - 역할극하기
마무리	물의 순환 정리하기	정리하기	물의 순환 정리 발표하기 - 물의 상태 변화와 순환에 관한 발표하기

3) 활동 모습



V. 주제 해결의 현장 적용 성과 검증

1 과학 학습 동기의 변화

사전 검사 결과 학습동기 검사의 하위 요인인 주의집중도를 묻는 문항 6개 평균이 68%로 비교적 흥미 있는 과목으로 과학을 인식하였다. 관련성은 54%로 과학 수업시간에 배우는 내용을 생활과 관련짓기를 어려워했다. 수업 시간에 노력하면 잘 할 수 있다는 자신감이 71%로 나타났다. 과학 수업의 만족감은 65%로 나타났다.

사후 검사 결과 주의집중, 관련성, 자신감과 만족감이 향상된 것을 볼 수 있었다.

학습동기		과학과 학습동기 유발 정도
주의집중	사전	
	사후	
관련성	사전	
	사후	
자신감	사전	
	사후	
만족감	사전	
	사후	

VI. 생활 속에서 과학을 찾았어요.

본 수업 연구는 생활 속에 숨어있는 과학 원리 찾기 프로그램을 통하여 학생들의 물에 대한 흥미와 호기심을 유발하여, 쉽고 재미있는 접근으로 과학탐구능력을 신장시켜

- 가. 흥미와 호기심을 통하여 ‘물’과 관련된 개념을 이해하였다.
- 나. 흥미롭게 탐구과정을 거치면서 생활 속에 숨어 있는 과학 원리를 이해하였다.
- 다. 실생활 속에서 ‘물’ 소중함을 알고 아껴 쓸 것이다.
- 라. 흥미롭고 탐구적인 다양한 프로그램을 통하여 과학 탐구 능력이 향상되었다.

※ 참고문헌

- 교육과학기술부(2010). 초등학교 교과서 과학(4-1). 금성출판사.
- 교육과학기술부(2010). 초등학교 교사용 지도서 과학(4-1). 금성출판사.
- 조영진(2010). 초등학교 과학 수업에서 학습자의 동기 유발 활동을 구조화한 동기지속 교수-학습 전략의 개발과 적용. 경인교육대학교 석사논문.

● 과학학습지도사례연구대회 ●

눈으로 보는 소리 (파동 STEAM 학습 지도안)

부강중학교 교사 | 김수영



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

미래에는 창의력과 과학기술 경쟁력이 요구되는 만큼 과학교육의 방향이 창의력과 문제 해결력의 신장을 통해 과학적 소양을 기르는 것이라고 할 수 있다.

그러나 현재 학교에서는 학생의 수준 차이를 고려하지 못한 획일적인 이론 위주의 수업, 문제풀이, 과학 법칙의 암기로 이루어지고 실험활동을 한다 해도 요리책처럼 주어진 레시피 대로 수행하는 실험을 하다 보니 창의력이 향상되지 못하고 학생들은 과학 수학을 어렵고 재미없는 교과로 인식하게 되었다.

과학-기술-수학-예술 간의 연계성이 부족하다 보니 학교생활이 어렵고 재미없다고 생각하여 인성도 피폐해져서 학교폭력, 수업시간 잠자기, 따돌림과 같은 학교 문제가 발생하고 있다.

학교생활이 행복하고 재미있으며 창의력과 인성 두 마리 토끼를 다 잡을 수 있는 방법은 없을까?

스티브잡스가 “창의성은 경험을 연결시켜 새로운 것들을 합성하는 능력이다”라고 한 것은 융합적 사고의 중요성을 강조한 것이라고 본다.

과학 기술 뿐만 아니라 상상력과 예술적 감성을 겸비한 능력있는 사람을 키워내려면 융합적 능력을 계발시켜야 한다.

학생 스스로 학습을 주도하는 창의 융합형 과학기술 인재를 양성하기 위해 생활주변에서 쉽고 재미있는 소재를 찾아 학생들 스스로 설계하고 실행함으로써 문제 해결 능력을 증진시키고 급변하는 시대에 적응할 수 있는 능력을 향상시키며 종합적으로 사고할 수 있는 융합형 인재를 양성하기 위해 창의적 수업 방법을 고안하고자 본 연구에 착수하게 되었다.

2. 연구의 목적

눈으로 보고 손으로 만지며 오감을 통해 느끼는 과학실험을 통해 학생들이 마음껏 즐기는 가운데 저절로 과학의 기본 원리를 깨달아가는 수업은 없을까?

과학을 어려워하는 학생들을 위하여 쉽고 재미있는 STEAM 과학 수업을 통하여 학생 스스로 주도하고 팀원들 끼리 협력하여 프로젝트를 수행하는 가운데 과학 탐구력을 증진 시키고 융합형 과학으로 놀며 작품을 만들어 가는 과정에서 저절로 창의력을 증진시키고 바른 인성을 찾는 수업이 절실히 요구된다.

과동 특히 음파는 일상생활과 매우 밀접한 물리현상인데 많은 학생들이 어려워하는 단원이다. 소리는 눈에 보이지 않기 때문에 더 어렵게 생각하는 경향이 있는데 본 연구에서는 여러 가지 도구를 통해 소리를 만들어 확인해 보고 자신만의 악기를 만들어 연주해 보며 컴퓨터의 소리 프로그램을 통해 음파와 과동의

개념을 확실히 하는 STEAM 학습 지도안을 구안하여 적용하고자 한다.
 과학과 예술, 피타고라스의 수학적 음계, 기술이 융합된 재미있는 학습에 중점을 두고 창의력과 문제해결 능력의 신장을 연구의 목적으로 설정한다.

II. 연구의 설계(이론적 배경 등)

1. 연구 주제

눈으로 보는 소리 (STEAM 파동 학습 지도안)

2. 연구 기간 : 2012년 4월 ~ 12월

3. 연구 대상 : 8학년 과학 (중학교 2학년1반)33명

4. 연구방법

가. 연구 과제 선정

창의력과 문제해결 능력 신장을 위한 프로젝트 학습을 기반으로 STEAM 과학 수업(파동)을 연구 과제로 선정하였다.

나. 연구 계획 수립

단계	절 차	추진 내용	기 간
계획	운영계획서 작성	· 운영계획서 작성 · 학생 면담	2012. 3. 2 ~2012. 4. 14
	구안	· 단위별 지도 계획 구안 · 학습지도 내용 구안	
	지도 시간 확보	· 정규교육과정과 방과후 시간을 활용하여 최대 시간 확보	
실행	학습활동 실행	· 과학 교과시간에 적용 · 개발 활동시간에 적용 · 방과후학교에 적용 · 학생관찰 · 창의 인성교육에 적용 · 동아리 활동에 적용 · 방학중 과학동산에 적용 · 학생, 학부모 면담 · 과학체험학습 활동에 적용	2012. 4. 15 ~2012. 10. 30
평가 정리	결과 분석	· 중간 기말평가 분석 · 성취도 평가 분석 · 수행 평가 분석	2012. 08. 1 ~ 2012. 08. 30
	결과 정리 결과보고서 제출	· 결과 정리 · 결과보고서 제출	2012. 08.20 ~2012. 09.01
	운영 자료 정리 및 추수 지도	· 활동 자료 정리 · 교과, 활동 자료 정리 · 추수 지도	2012. 12. 1 ~2012. 2. 28
	운영 결과 반성	· 운영과제 결과 분석 및 재구성	2013. 2.

다. 기초 문헌 및 이론적 배경

1). STEAM 수업

기존의 교육이 지식과 개념을 위계에 따라 순서대로 배우는 것이라면 과학(S) 수학(M) 공학(E) 기술(T) 예술(A)을 융합하여 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제 해결력을 배양하는 교육을 뜻한다.

학생이 문제 해결 필요성을 구체적으로 느낄 수 있는 상황제시, 학생 스스로 문제 해결 방법을 찾아가는 창의적 설계, 학생이 문제를 해결하였다는 성공의 경험을 통해 새로운 문제에 도전하게 하며 과학기술 분야에 대한 흥미, 동기를 부여하게 된다.

교과내 수업형 : 하나의 중심 교과에 과학, 수학, 기술, 공학, 예술 연계

교과 연계 수업형 : 주제 중심으로 관련된 여러 교과를 연계

교육과정 재구성, 창의적 체험활동, 방과후학교 활용형 : 주제 중심으로 전체 교육과정을 재구성하거나 별도의 프로그램 개발

나. 2009 개정교육과정의 과학교육

2009 개정교육과정의 과학과 목표는 “ 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기른다. ” 라고 하고 있다.

지식 기반의 미래 사회를 대비하기 위한 과학교육의 기본 방향으로 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 사람, 모험심이 있고 변화에 적극적으로 대처할 수 있는 사람, 호기심과 관심을 가지고 당면한 문제를 끈기 있게 해결할 수 있는 사람을 기르기 위한 방향으로 설정하고 있다. 과학 기술 시대가 요구하는 창의성 신장과 과학에 대한 관심과 흥미 등 정의적 특성을 제고할 뿐만 아니라 세계화에 대비한 교육을 준비해야한다.

- 1) 과학의 기본 개념을 이해하고 자연탐구와 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다.
- 2) 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 일상생활의 문제 해결에 이를 활용한다.
- 3) 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양한다.

2. 연구 내용

수업모형은 창의력과 문제해결 능력 신장을 위한 프로젝트 학습에 기반을 둔 융합형 학습모형을 적용하여 탐구학습 지도안을 구안한다.

파동은 수면파를 제외하고는 눈에 보이지 않기 때문에 학생들이 어려워하는 단원이다.

따라서 중과 횡과를 이용한 다양한 프로젝트를 수행하면서 저절로 쉽게 학습할 수 있도록 한다.

- ▶ 노래하는 고속도로: 바닥에 흙을 파 다른 주파수를 발생시켜 노래가 들리는 고속도로
- ▶ 속도 위반 차량을 잡는 카메라
- ▶ 실로폰을 연주하며 음의 높이에 따른 파동을 눈으로 볼 수 있는 장치
- ▶ LED 광섬유 램프
- ▶ 초음파로 보는 태아의 모습
- ▶ 빛과 과학의 만남 - 사진
- ▶ 라디오 방송 AM, FM은 어떤 모양의 파동인가?
- ▶ 무지개의 일곱 색깔, 과학상상 그림의 아름다운 색
- ▶ 전자렌지 : 전자파로 익히는 음식
- ▶ 신나는 사물놀이 연주의 음파

IV. 운영의 과제

모든 학생들이 단기간에 학습능력과 창의력을 증진시킨다는 것이 매우 어려운 일이므로 3가지의 운영 과제를 설정하였다.

1. '운영 과제 1'의 설정

운영 과제 1

과학 학습력과 창의력 향상을 위한 여건을 조성한다.

- 가. 정규 교육과정에서 과학시간 최대 확보와 계발활동반을 개설한다.
- 나. 정규 교육과정외에 방과후학교, 동아리 활동(4-H녹색환경봉사반), 방학중 과학동산, 과학체험학습을 개설한다.
- 다. 연간 활동 계획을 수립한다.

2. '운영 과제 2'의 설정

운영 과제 2

과학 활동에 대한 프로그램을 구안한다.

- 가. 재미있는 소재로 STEAM 과학 교수-학습 과정안 구안
- 나. 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 실험 위주의 활동 지도안 구안
- 다. 4-H녹색환경봉사반을 개설하여 청소년동아리활동을 활성화 시킨다.
- 라. 에코 싸이클반을 개설하여 창의 인성교육을 실천한다.

3. '운영 과제 3'의 설정

운영 과제 3

구안한 STEAM 탐구학습 지도안과 활동지도안을 교과 시간, 방과후교육, 계발활동, 동아리 활동에 적용하여 창의력 향상과 바른 인성을 함양한다.

- 가. 교과 시간과 계발활동에 적용한다.
- 나. 방과후교육, 녹색과학교실, 동아리활동, 체험학습에 적용한다.
- 다. 방학중 과학동산에 적용한다.
- 라. 실험활동이 어렵거나 위험한 실험은 EBS 과학실험실을 활용한다.

V. 운영의 방법

1. 대상 및 기간

가. 대상 : 2학년 1반 33명

나. 기간 : 2012.04.01.~2012.12.28

2. 운영 절차

<표-9> STEAM 과학 학습 지도 운영 절차

단계	절 차	추진 내용	기 간
계획	운영계획서 작성	<ul style="list-style-type: none"> · 운영계획서 작성 · 학생 면담 	2012. 3. 2 ~2012. 4. 14
	구안	<ul style="list-style-type: none"> · 단원별 지도 계획 구안 · 학습지도 내용 구안 	
	지도 시간 확보	<ul style="list-style-type: none"> · 정규교육과정과 방과후 시간을 활용하여 최대 시간 확보 	
실행	학습활동 실행	<ul style="list-style-type: none"> · 과학 교과시간에 적용 · 계발 활동시간에 적용 · 방과후학교에 적용 · 학생관찰 · 창의 인성교육에 적용 · 동아리 활동에 적용 · 방학중 과학동산에 적용 · 학생, 학부모 면담 · 과학체험학습 활동에 적용 	2012. 4. 15 ~2012. 10. 30
평가 정리	결과 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 중간 기말평가 분석 · 성취도 평가 분석 · 수행 평가 분석 	2012. 08. 1 ~ 2012. 08. 30
	결과 정리 결과보고서 제출	<ul style="list-style-type: none"> · 결과 정리 · 결과보고서 제출 	2012. 08.20 ~2012. 09.01
	운영 자료 정리 및 추수 지도	<ul style="list-style-type: none"> · 활동 자료 정리 · 교과, 활동 자료 정리 · 추수 지도 	2012. 12. 1 ~2012. 2. 28
	운영 결과 반성	<ul style="list-style-type: none"> · 운영과제 결과 분석 및 재구성 	2013. 2.

VI. 운영과제의 실행

1. 운영과제 1의 실행

운영 과제 1

융합 과학 학습 지도를 위한 인프라 구축 및 여건을 조성한다.

위와 같은 운영과제를 실행하기 위하여 다음과 같이 계획을 수립하여 실천하였다.

실행 내용

- 가. 학생 면담과 진단평가, 관찰을 통하여 학생들의 수준을 진단한다.
- 나. 정규교육과정과 방과후학교 시간을 최대한 확보한다.
- 다. 연간 지도 계획을 수립하고 STEAM 연수를 이수하여 교사의 역량을 강화한다.

가. 학생 면담, 관찰을 통하여 학생들의 수준을 진단하고 개인별로 기록한다.

<표-11> 나. 주제 중심형 STEAM 학습 주제 목록

순	학 습 주 제	STEAM	핵심 요소
1	마찰력	STEM	학생들의 오개념을 분석하여 개념 잡기
2	파동 (波動 wave)	STEAM	나만의 악기 만들기
3	땅콩의 열량 측정	SM	땅콩 1개가 내는 열량 측정
4	자전거로 달리는 속력	STEM	자전거의 구조, 속력
5	24절기	SM	NIE 교육
6	천연염색	STA	녹차, 소목, 양과껍질, 밤껍질 염색
7	풍향 풍속계 만들기	STE	풍향계 풍속계 만들기
8	눈으로 보는 파동	STEAM	파동을 눈으로 볼 수 있는 장치 만들기
9	다빈치 장갑차 만들기	STEAM	다빈치가 고안한 장갑차
10	나의 혈액형 판정	STEAM	표준혈청을 이용한 검사
11	나의 적혈구 백혈구 관찰	STEAM	적혈구 백혈구 관찰
12	지구의 반지름 구하기	STEAM	햇빛은 평행, 엇각, 도형
13	별자리 시계 만들기	STEAM	별의 일주 운동
14	소화관 T셔츠 만들기	STEAM	음식의 소화과정, 소화샘
15	호흡 원리 유리병	STEAM	호흡 원리
16	바나나속의 영양분 찾기	STE	정색 반응 - 영양소검출
17	solar system	STEAM	태양계를 이루는 행성
18	오줌 여행	STEM	소변이 배출되기까지
19	옥시크린을 분해하는 촉매	STE	옥시크린-생체촉매로분해
20	화장품 로션 만들기	STEM	자연 화장품 만들기
21	아스피린 만들기	STEM	에스테르 반응

다. 과학탐구반 연간 계획

<표 -12> 과학탐구반 교수-학습 지도 연간 계획

차시	학 습 주 제	원리	STEAM	학 습 내 용
1	오징어 해부	무척추동물	STA	무척추동물의 구조
2	미스터 도플러	도플러 효과	STEAM	소리가 가까이 오면 크게 들림
3	DNA 모델 만들기	DNA 모형 제작	STEAM	DNA 구조와 유전물질 이해
4	숨어있는 지문찾기	지문 찍어 보기	STEAM	지문은 사람마다 다르고 불변
5	샤를의 법칙	오줌싸개 인형 만들기	STEAM	샤를의 법칙을 이용해 오줌싸개 인형 만들기
6	그린 발전기	패러데이 법칙	STEAM	패러데이 법칙을 이용해 발전기 만들기
7	거대한 땅이 움직인다!	베게너의 대륙이동설	SEA	모형으로 만드는 대륙이동설
8	깨끗이 깨끗이	진공청소기	STEAM	페트병 진공 청소기 만들기
9	벌거벗은 나무잎	잎의 구조	STA	잎살 제거
10	눈으로 보는 이산화탄소	이산화탄소 관찰	STEAM	드라이아이스로 이산화탄소 관찰
11	반짝 반짝 빛나는 글씨	형광	STEAM	형광 카드 만들기
12	태양으로 그리는 그림	감광지	SAM	감광지로 만든 그림 카드
13	테셀레이션	테셀레이션	STEAM	각의크기 대칭과 변환 합동
14	태양전지 멜로디	태양전지 (광전효과)	STEAM	태양전지를 이용한 벨
15	멸종위기의 생물	멸종위기의 생물	STEAM	환경 보전
16	UV 년 누구니	광변색 염료	STEAM	자외선 목걸이
17	하늘 높이 더멀리	작용 반작용	STEAM	로켓 만들기
18	광섬유 램프	전반사 이용	STEAM	빛은 직진, 굴절, 반사 이용
19	눈으로 보는 방사선	방사선 관찰	STEAM	원자력 발전
20	고체 연료로 달고나 만들기	연료	STE	고체 연료 만들기

2. 운영과제 2의 실행

운영 과제 2

STEAM 파동 과학 교수-학습 과정안을 구안한다.

실행 내용

가. STEAM 파동 과학 교수-학습 과정안 구안

나. 계발활동 및 동아리 활동 지도안 구안

다. 창의적 과학 동아리를 조직 및 프로젝트를 수행할 팀을 구성한다.

가. STEAM 파동학습 지도안 구안

눈으로 보는 소리

STEAM 과학 학습 지도안

수업자 성명 (김수영)



1. 프로젝트 수업 개요

교육과정	프로젝트 수업 아이디어
<ul style="list-style-type: none"> - 본 프로젝트는 교육과정 중 중학교 8학년 파동 단원에서 음파에 대해 학생들이 “체험하는 학습(hands-on)”의 탐구활동을 고려하여 구상한 것이다. - 본 프로젝트 학습은 공동의 그룹화 전략 활용, 협동학습에서의 개인적인 책임성과 목표를 향한 긍정적인 상호의존성을 바탕으로 음파는 진동에 의해 발생하는 파동이며 목소리를 통한 언어의 소통, 음악, 방송 등에서 활용됨을 알고 학생들과 다양한 악기를 만들어 연주해 봄으로서 과정 중심의 교수학습활동을 구현하고자 한다. 	<p>노래하는 고속도로 청원-상주 간 고속도로를 달리 노라면 동요(자전거)가 “따르릉 따르릉 비켜 나세요” 하고 울려 퍼지는 경험을 하게 됩니다. 이것은 특정 음에 해당하는 주파수를 낼 수 있도록 일정 간격으로 흠을 파 놓은 것인데요. 차가 이 흠을 지날 때 바퀴가 바닥과 닿으며 진동이 발생하고 일정한 음의 주파수를 발생시켜 음악이 나오도록 한 것입니다. ‘솔’ 음을 내려면 주파수가 784Hz/s 가 되어야 합니다.</p>

실생활 중심의 수업 시나리오

(1) 프로젝트 기반학습

- 정형화된 실험보다 토의 과정 및 문제해결 과정을 강화하여 학생들이 배운 내용을 토대로 스스로 생각하고 의견을 종합하여 기획하고 창의적인 과학 산출물을 제작한다.
- 분절된 소단원 학습 보다는 단원 전체의 맥락 속에서 매 차시의 개념과 학습 활동을 연계하여 과학 개념 및 원리, 이론들을 구조화한다.
- 의사소통능력, 학습 내용의 모형화 및 도식화, 확산적 사고력, 비판적 정보의 평가, 창의적인 일반화 능력 배양을 강화한다.

(2) 학생 주변의 소재 활용

- 과학 원리를 생활주변에서 찾아 일상 생활 속의 궁금증과 주제들을 또래 집단과 함께 이야기 나누고, 그 문제들에 대한 과학적 해결 과정 및 탐구 능력을 배양한다.
- 나만의 악기를 고안하여 좋아하는 곡을 연주해 보며 융합 과학을 통해 음파의 과학적 원리와 악곡을 연주함으로써 음의 수학적 원리를 이해하고 악기를 만드는 과정에서 기술을 익히게 된다.

프로젝트 수업 목표

(1) 교과내용 관련

- 파동의 발생, 파동의 종류, 파동의 반사, 굴절을 이해할 수 있다.
- 소리의 3요소를 설명할 수 있다.

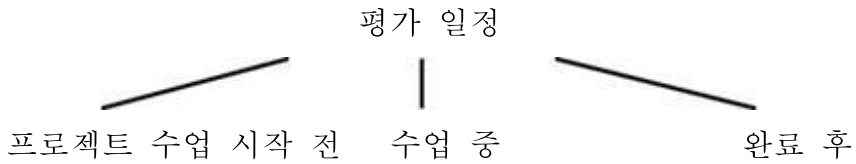
(2) 학생 산출물

- 조별 탐구 활동을 통해 음파를 발생시킬 수 있는 악기를 제작하고 그 원리 에 관하여 토의한 자료를 발표한다.
- 조별로 제작한 결과물을 이용하여 악곡을 연주한다.

학습촉진질문	
본질적 질문	소리는 어떻게 발생하는가?
프로젝트 질문	음파는 어떻게 생겼을까?
교과내용 질문	1. 음파의 발생 2. 음파의 전파 3. 소리의 3요소 : 소리의 세기, 높이, 맵시 4. 음파의 반사(메아리)

차시별 수업 내용 정리
<p>(1차시) 음파는 어떻게 발생할까?</p> <p>학습 테마 : 음파는 어떻게 발생하고 어떤 모양일까?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소리를 발생시켜 음파는 파동임을 설명할 수 있다. ○ 조별로 역할을 분담하여 악기 제작을 위한 설계도를 제작한다. ○ 만든 악기로 악곡을 연주하기 위해 조별 협의 실시. ○ 만든 악기의 과학적 원리를 발표하기 위하여 토의한다. <p>학생 활동 및 산출물 : 조별로 악기를 만들어 연주하기</p>
<p>(2차시) 소리의 전파와 음파의 모양은?</p> <p>학습 테마 : 소리의 발생과 전파 과정 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 감압 용기를 이용하여 진공상태에서 소리를 들어본다. ○ 소리는 매질(공기, 물 등)을 따라 전파됨을 안다. <p>학생 활동 및 산출물 :</p> <p>‘프레지(Prezi.com) 프로그램’을 이용하여 지난 시간의 산출물을 스크랩 이미지를 이용하여 음파의 발생과 전파 과정을 설명할 수 있는 프레젠테이션 제작하기</p>
<p>(3차시) 학생 활동 및 산출물 : 프레지를 활용한 프리젠테이션 발표하기</p> <p style="padding-left: 40px;">조별로 제작한 악기를 이용하여 연주하기</p> <p style="padding-left: 40px;">악기의 원리를 설명하기</p>

2. 평가 계획



<ul style="list-style-type: none"> ○ 기초 과학 용어 테스트 ○ 8학년 선수학습 진단 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학습 내용 형성 평가 ○ 발표, 참여 및 협동 피드백 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 프로젝트 산출물 평가 ○ 프로젝트 활동 피드백 평가
--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

프로젝트 단계	평가 관점	평가 방법	평가 척도
계획	-프로젝트주제의 창의성	발표 관찰	3, 2, 1
	-계획의 과학성 및 체계성	계획서 검토	3, 2, 1
	-계획의 구체성	계획서 검토	3, 2, 1
과제 수행	-탐구 수행의 지속성 및 성실성	-중간보고서 검토	3, 2, 1
	-탐구 수행에서의 협동성	-면담, 관찰	3, 2, 1
	-계획 대비 추진 정도	-중간보고서 검토	3, 2, 1
결과 발표	-결과 발표 내용의 정확성	-프로젝트 결과물 관찰/검토	3, 2, 1
	-발표 내용에 대한 동료 학생의 호응도	-프로젝트 결과물을 이용한 발표 관찰/검토	3, 2, 1
	-발표 방법의 창의성	-프로젝트 결과 평가	3, 2, 1

나. 개발활동 과정안

3. 운영과제 3의 실행

운영 과제 3

구안한 탐구학습 과정안을 과학 활동에 적용한다.

실행 내용

가. 정규 교육과정의 교과 시간과 계발활동에 적용한다.

나. 동아리 활동에 적용한다.

다. 방학중 과학동산에 적용한다.

라. 방과후학교 생활과학반에 적용한다.

눈으로 보는 소리 (파동 STEAM 교수-학습 과정안)

1. 수업 적용 전략_ 진행 일정

- 가. 팀 구성 : 4인 1조
- 나. 수업 방법 : 창의력과 문제해결 능력 신장을 위한 프로젝트 기반학습(PBL)
- 다. 기간 : 45분 수업 × 3차시
- 라. 안내 및 준비 자료

교사 안내 및 준비 자료	학생 안내 자료	평가 안내 자료
1. 프레지 프로그램 사용 2. 과학 영상 자료 및 사물놀이 악기 3. 소리공학자 배명진 4. 학습 내용 ppt 및 요약지 준비 5. 프레지로 흥미유발자료 제 작 6. 학생 조별 악기 제작 7. 소리 프로그램 활용	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 과학영상자료 : 음악고속도로 </div> 1. 개념 및 이론 학습 요약지 2. 프레지 프로그 램 활용 안내지	1. 학습 내용 형성 평가지 2. 탐구활동 피드백 평가지 3. 프로젝트 수업의 팀별/ 개인별 수행 평가지

7가지 무지개 색깔과 마찬가지로 음계의 구분은 소리의 음높이에 의해 구분된다. 즉, 사람의 목소리에 맞춘 세 번째 옥타브의 음계를 예로 들어 보면, 도음은 131Hz, 레음 147Hz, 미음 165Hz, 파음 175Hz, 솔은 196Hz, 라음 220Hz, 시음 247Hz 등으로 주파수에 따라 음계를 구분하게 된다.

마. 프로젝트 단계 및 진행 활동

프로젝트 활동 전		
차시	교사	학생
1차시	<ul style="list-style-type: none"> ○음악 고속도로 동영상 제시 ○소리굽쇠를 진동시켜 소리를 발생시키고 진동시킨 소리 굽쇠를 물에 담가 파동이 발생함을 확인시킨다. ○프로젝트 수업 안내 <ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트에 대해 프레젠테이션을 활용하여 수업의 목표와 학생들의 결과물에 대해 설명 - 조별로 창의적 제작 ○흥미유발 자료 소개 : 프레지 활용 ○프레지 프로그램 사용방법 안내 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 음악 고속도로(청원-상주 간)에서 동요 자전거가 흘러나오는 것을 시청한다. ○ 소리 굽쇠의 진동을 손으로 느껴보고 소리를 들어본다. ○ 소리굽쇠가 물에 만든 파동을 눈으로 확인한다. ○사물놀이 악기를 두드려 진동과 소리가 함께 생기는 것을 확인한다. ○모둠 구성 역할 분담 ○프레지 프로그램 연습
프로젝트 활동 중		
	교사	학생
2차시	<ul style="list-style-type: none"> ○횡파, 종파 등 과학개념 및 이론 학습 ○탐구활동안내 <ul style="list-style-type: none"> : 물결파, 음파, 햇빛 초음파, 전자렌지, 쓰나미 - 주도적인 탐구활동이 원활하게 진행되고 있는지를 확인, 탐구 방향이 적절한지 점검하기 위해 모둠별로 활동 <ul style="list-style-type: none"> 계획서를 작성하도록 하고 모듬장이 이를 간단한 Ppt자료를 활용하여 발표하게 함 - 활동 계획의 문제점을 다른 모듬원들이 지적하도록 유도 <ul style="list-style-type: none"> 조별 악기 제작을 완성할 수 있도록 지도 - 교사는 프로젝트의 학습목표를 효율적으로 구현할 수 있도록 조언함 	<ul style="list-style-type: none"> ○7학년배 배운 지진파의 P파 S파 상기 ○탐구활동 계획서 작성 ○조별 계획서 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> - 발표와 토의, 피드백 과정을 거치면서 모듬별 계획에 수정이 필요한 경우 모듬원의 토의를 거쳐 수정하도록 함 ○현악기, 관악기, 타악기 등 조별 악기 제작
프로젝트 활동 후		
	교사	학생
3차시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학생들의 프로젝트 수행 결과물을 정리 및 발표 ○ 학습 내용 개별평가 및 팀별 탐구활동 종합 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○프로젝트 학습 내용 정리 및 학습목표 재확인 ○프로젝트 학습 종합 평가

본 프로젝트는 교육과정 중 중학교 8학년 과학 교과서의 'VI. '파동'단원의 소단원인 '소리'를 이해하기 위해 프로젝트 기반학습(PBL)의 탐구활동을 고려하여 구상한 것이다.

- 빛과 소리는 파동(wave)이며 확산적 학습활동이 필요하다.
- 본 프로젝트 학습은 공동의 그룹화 전략 활용, 협동학습에서의 개인적인 책임성과 목표를 향한 긍정적인 상호의존성을 바탕으로 초음파, 방송, 빛에 의한 색, 사진, 소리에 대하여 자유롭게 토의할 수 있는 학습 자료를 학생들과 함께 만들어 봄으로서 창의력과 문제해결력을 신장하는 교수학습활동을 구현하고자 한다.

<표-13> 활동 내용

활동	내 용	STEAM
활동1	소리의 원리 찾기	ST
활동2	매질이 없다면 소리가 들릴까? 진공용기 속에 손전화를 넣고 걸어본다.	ST
활동3	초음파로 찍은 태아 사진 진동수가 20000Hz이상인 초음파로 찍음	STE
활동4	파동으로 익힌 음식 - 전자레인지, 인덕션 레인지	STEA
활동5	여러 가지 진동 만들기	STEA
활동6	조별로 악기 만들기	STEAM
활동7	악기 연주하기, 원리 발표하기	STA

Ⅶ. 연구의 결과 및 교육적 효과

1. 연구의 결과

- 가. 음파는 눈에 보이지 않기 때문에 학생들이 이해하기 매우 어려운 단원인데 다양한 방법을 통해 눈으로 확인할 수 있도록 하며 특히 학생들이 만든 악기를 가지고 음악을 연주해 봄으로써 재미있고 쉽게 학습할 수 있도록 탐구 학습 과정안을 구안하였다.
- 나. 과학, 수학, 공학, 기술, 예술을 융합한 STEAM 과정안을 구안하여 적용함으로써 학생들이 흥미있게 적극적으로 탐구활동에 참여하게 되었다.
- 다. 조별 프로젝트를 완성하는 과정에서 창의성이 크게 향상되었다.
- 라. 스스로 해냈다는 작은 성취를 통해 자신감과 새로운 탐구활동을 해보려는 의지가 향상되었다.
- 마. 교실에 앉아 교사의 강의만 경청할 때에는 쉽게 잊어버리는 경향이 있는데 학생 스스로 생각하고 만들어 가는 과정에서 확실한 개념이 정립되었다.
- 바. 다른 학생들의 결과물을 자신과 비교해 보고 더 잘 해보려는 의지가 강해졌다.
- 사. 과학과 수학, 공학이 융합되고 거기에 예술이 어우러져서 더욱 멋진 결과물이 탄생되는 과정에서 공부 특히 과학은 어려운 교과가 아니라 재미있는 교과라는 것을 느낄 수 있다.

2. 교육적 효과

- 가. 학생들이 조별 프로젝트를 계획하고 생각을 모아 구상하여 진행하며 결과물을 만들고 발표함으로써 과학 수업에 대한 관심과 집중도를 높여 과학 수업의 성취도를 높일 수 있다.
- 나. 조별 과제를 수행하는 동안 급우들과 서로 돕고 어려움을 함께 하면서 자연스럽게 급우들 간에 우정이 돈독해진다.
- 다. 학생들 스스로 연구하는 동안 창의성이 향상된다.
- 라. 어려움을 해결하는 과정에서 인내하고 고통을 극복하는 방법을 알게 된다.
- 마. 급우들 앞에서 자신의 결과물을 발표하는 과정에서 발표력이 향상된다.
- 바. 다른 급우들의 결과물을 보며 자신의 것과 비교해 봄으로써 더 나은 방향으로 발전하는 계기가 될 수 있다.

VIII. 기타 연구 제목

1. 교과 교육 연구(창의적 교육 활동)
2. 영어로 진행하는 과학수업
3. 학습부진 지도 실천사례 연구

● 과학학습지도사례연구대회 ●

「놀이동산 만들기」를 통한 창의적인 ‘역학적 에너지의 전환’ 수업 연구

거원중학교 교사 | 박영미



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

역학은 오래전에 정립된 전통적인 과학의 한 분야로서 과학적 소양의 기초이면서 최신 첨단과학의 출발선이 되는 과학의 가장 중요한 한 분야이다. 따라서 과학 교과 내용에 빠짐없이 포함되어왔고 안정적인 이론을 바탕으로 단순한 탐구수업을 통한 지식전달이 오랫동안 지속되어 왔다. 그러나 교사가 준비한 실험장치로 정해진 틀 안에서 진행되는 수업은 현실세계와 떨어져서 동기유발을 시키지 못하고 있다. 결국 과학교사들이 그토록 학생들에게 교육시키려고 했던 탐구력을 기르는 초기단계에서 과제를 접근시키는데 외면을 당해왔고 학년이 올라갈수록 과학의 물리분야에 대한 소외는 점점커지고 있는 실정이다.

특히, 역학적 에너지의 전환은 활동성이 많은 남학생이 일상생활 속에서 비교적 쉽게 경험할 수 있는 물리현상으로서 몇 가지의 예를 제시하면 나름대로 이해하는 경우도 있지만 대다수의 정적인 여학생들은 움직임에 대한 경험도 부족하여 지식을 구조화하는데 어려움을 느끼고 있다.

또한 많은 학생들은 이론적 습득과는 별개로 실생활에서 역학적 에너지 전환을 경험한다고 해도 그 순간 과학적 개념과 연관시켜 생각하거나 이론을 이용하여 활동을 발전시키는 과학의 생활화가 이루어지지 않고 있다.

최근 세계 교육의 흐름은 ‘창의적 융합인재 육성’으로 전환하고 있다. 우리나라에서도 2009 개정 과학과 교육과정에서 본격적인 ‘융합형’ 교육을 통해 모든 학생들에게 현대 과학의 의미, 가치, 역할을 이해시키는 동시에, 완성도 높은 심화 교육을 통해 미래 과학기술 사회가 요구하는 높은 수준의 창의성과 인성을 고루 갖춘 합리적 인재를 양성하는 것을 목표로 하고 있다.

우리의 ‘융합교육’은 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) 교육으로 과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구능력과 과학적 태도를 함양하고 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는데 필요한 과학적 뿐만 아니라 융합적 소양을 갖추기 위해서는 과학이 일상생활과 밀접하게 관련되어 있음을 알게 하여 과학에 대한 가치와 유용성을 제고하고 타 교과 관련성을 강조하여 과학에 대한 흥미를 증진시켜야 한다는 것이다.

이러한 미래지향적인 과학교육의 목표를 충족시키기 위하여 역학적 에너지의 전환에 대한 체험을 교실로 끌어들이며 개념을 경험과 연계시키고, 학생 주도적으로 문제를 해결하는 수업방법을 사용하여 발산적이고 열린 답을 향해 창의적인 수업설계를 해야 한다. 이때 이를 기반으로 흥미도와 집중도를 향상시키기 위하여 단순히 과학 지식뿐만 아니라 수학, 기술, 공학, 예술적 지식을 융합적(STEAM)으로 사용하도록 다교과적인 수업이 필요하다.

따라서 「놀이동산 만들기」 주제를 선정하여 구체적인 상황을 제시하고 역학적 에너지 전환 개념을 융합적으로 접근하여 창의적으로 문제를 해결함으로써 과학 효능감과 자신감, 과학에 대한 흥미를 증진시키고 과학학습에 대한 동기를 유발하여 역학적 에너지 전환의 개념 이해를 포함한 과학적 탐구능력과 융합교육을 포함한 과학관련 태도를 신장시키고자 하는 방향으로 실천하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트학습을 통해,

첫째, 역학적 에너지 전환에 관한 개념을 효과적으로 변화시키자 한다.

둘째, 학생들의 과학 관련 태도를 긍정적으로 변화시키고자 한다.

3. 용어의 정의

가. STEAM교육 : 「놀이동산 만들기」 프로젝트수업을 수행할 때 과학 과목을 중심으로 기술, 공학, 예술, 수학 교과와 내용을 상호 관련시켜서 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 인재를 양성하는 교육이다.

나. 프로젝트학습 : 역학적 에너지 전환 단원의 융합적인 접근을 위해서 「놀이동산 만들기」 주제로 프로젝트학습을 수행하여 학습자의 내적 동기를 유발시켜서 창의적으로 문제를 해결하고 협동심을 길러주는 교수-학습 활동이다.

다. 과학적 탐구능력 : 「놀이동산 만들기」 모형을 설계하고 제작할 때 역학적 에너지 전환 단원의 기본 개념과 탐구적인 요소를 활용할 수 있는 능력으로써 사전·사후 검사에서 과학적 탐구를 바탕으로 한 문제를 해결할 수 있는 능력을 말한다.

라. 과학 관련 태도 : 「놀이동산 만들기」의 감성적인 체험으로 과학에 대한 흥미를 향상시키고 역학적 에너지 전환 개념의 융합적 접근하여 긍정적인 태도 변화를 이끌고 학생 스스로 설계·제작하면서 창의성 교육에 대한 가능성을 찾아보려고 하였다.

II. 연구의 설계

1. 연구 주제

「놀이동산 만들기」를 통한 창의적인 ‘역학적 에너지의 전환’ 수업 연구

2. 연구 절차

가. 연구 대상 : 9학년(중학교 3학년) 과학

나. 연구 기간 : 2012년 3월 ~ 8월

다. 관련 단위 : 3.일과 에너지 (2)역학적 에너지의 전환

라. 연구 절차

단계	절차	추진내용	기간(월)					
			3	4	5	6	7	8
계획	문헌연구 및 이론적 배경 정립	▶ 참고문헌 및 자료 준비	√					
		▶ 선행 연구 고찰	√					
	연구 계획 수립	▶ 실태 조사 및 분석	√	√				
		▶ 연구 문제 추출	√	√				
		▶ 연구 계획서 작성	√	√				
실행	연구의 실천	▶ 실행과제 1의 실천	√	√	√	√	√	√
		▶ 실행과제 2의 실천	√	√	√	√	√	√
		▶ 실행과제 3의 실천	√	√	√	√	√	√
		▶ 실천과정 수정 및 보완	√	√	√	√	√	√
평가	연구 결과 평가	▶ 연구 결과 검증 및 분석					√	√
		▶ 수정 보완	√	√	√	√	√	√

3. 실험 설계

본 연구는 단일집단 사전 사후검사 설계를 사용하였다.

O ₁		O ₂
	X ₁	O ₄
O ₃		O ₅

- X₁ : 프로젝트학습 활동
- O₁ : 학업성취도 사전검사
- O₂ : 학업성취도 사후검사
- O₃ : 과학관련 태도 사전검사
- O₄ : 과학관련 태도 사후검사
- O₅ : 프로젝트학습 반응도 검사

4. 이론적 배경

가. 과학 교과와 교육과정

1) 성격

‘과학’에서는 자연 현상과 사물을 이해하고, 자연을 탐구하고 일상생활 문제를 해결하는 데 필요한 탐구 능력과 문제 해결력을 기를 수 있도록 탐구 활동 중심의 학습 방법을 활용한다. 그리고 단편적인 지식의 획득보다는 기본 개념의 통합적 이해의 토대 위에 일상생활에서 부딪히는 문제를 창의적으로 해결하는 능력을 기르는 데 중점을 둔다.

과학 학습에 대한 학습자의 흥미와 동기를 유발할 수 있도록, ‘과학’에서 다루는 주요 개념은 학습자의 경험과 밀접한 관련이 있는 상황 속에서 다루어질 수 있도록 한다. 그리고 학습한 지식과 탐구 방법을 일상생활이나 사회 문제 해결에 활용할 수 있는 기회를 제공함으로써 과학의 가치를 인식할 수 있도록 한다.

2) 목표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다.

3) ‘역학적 에너지 전환’ 관련 내용 체계

영역 \ 학년	3학년	4학년	5학년	6학년
운동과 에너지	· 자석의 성질 · 빛의 직진	· 무게 · 열전달	· 물체의 속력 · 전기 회로	· 에너지 · 자기장 · 빛
영역 \ 학년	7학년	8학년	9학년	10학년
운동과 에너지	· 힘과 운동 · 정전기	· 열에너지 · 빛과 파동	· 일과 에너지 · 전기	· 물체의 운동 · 전자기

나. STEAM교육

1) STEAM 교육의 정의

STEM은 1990년대 Ramaley가 최초로 사용한 용어로, 미국과학재단(NSF)에서 과학(S), 기술(T), 공학(E), 수학(M)의 약칭으로써 교육 정책이나 교육 관련 연구에서 사용하던 것으로 교과 간의 통합적인 접근을 의미한다. 우리나라의 STEAM 교육은 기존의 STEM 교육에 Arts를 포함하여 과학·기술·공학적인 지식과 인문사회적인 지식 및 예술적 감각으로 대중으로부터 공감대를 이끌어낼 수 있도록 하는 창의적인 교육으로서 창의성을 사회적으로 바르게 실현할 수 있는 따뜻한 인성을 지닌 융합인재 양성을 위한 개념으로 확장된 것이다.

2) STEAM교육의 필요성 및 적용

교육과학기술부는 우리나라 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재 양성을 위해 초·중·등 교육 단계에서 STEAM교육을 통해서 과학-기술-공학-수학의 학습 내용을 핵심 역량 위주로 재구조화하여, 과목 간 연계와 예술적 기법을 접목하는 정책을 제안하였다. 즉, 융합교육을 통해서 학생들에게 과학기술에 대한 꿈과 비전을 제시하고, 흥미와 이해를 높임으로써 우리나라 과학기술교육이 가진 문제를 해결하고자 한 것이다.

백운수 외(2011)는 우리나라 교육사회 환경에 적합한 4C-STEAM 교육을 제안하였다. 4C-STEAM 교육은 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육이다. 이때 핵심역량(4C)은 융합적 지식 및 개념 형성(Convergence)과 창의성(Creative)을 가지고 다른 사람과의 소통(Communication)과 배려(Caring)이다.

다. STEAM 교육을 위한 교수-학습 모형

1) 문제해결학습

문제를 해결하는 과정에서 반성적 사고의 작용으로 새로운 지식이나 능력·태도를 습득시키는 학습방법이다. 문제해결학습에서 교재는 문제의 형식으로 제시되는데 문제유형에 따라 2가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는 문제해결법으로서 주로 사회생활속의 현실 문제를 거론하는 문제단원에 대하여 전개된다. 다른 하나는 프로젝트 방법이다. 이는 실천적 행동에 의하지 않으면 해결할 수 없는 문제를 다루는 작업단원에 대하여 전개되는 것이다.

2) 프로젝트학습

문제 해결 학습이 언어활동과 사고 활동으로 제한되어 있다는 단점을 보완하기 위해 고안된 것으로 문제 해결 학습에서 한 단계 더 발전시킨 학습방법인 것이다. 여러 학자들의 의견을 종합하여 프로젝트 학습을 정의해볼 때 프로젝트 학습은 '소집단 혹은 전체의 아동들이 학습할 가치가 있는 특정 주제에 대한 심층 연구로서, 서로 협력하면서 심층적으로 연구하는 목적 지향적 학습활동'이다. 프로젝트학습의 교육적 효과는 학습자의 내적 동기를 유발시키며, 학습과정에서 생기는 만족감이나 학습의 결과로 얻게 되는 성취감 등을 얻을 수 있고, 학습자의 책임감을 길러주며, 학교와 사회의 관련성을 인식하게 되고 문제 해결력을 길러주고, 다양한 탐구활동과 표현 활동 능력을 길러 주며 사고의 유연성을 길러준다.

Ⅲ. 연구의 실제

1. ‘역학적 에너지 전환’의 기존 수업 분석

가. 운동에너지

- 질량과 속력이 다른 실험용 수레가 운동하다가 책 사이에 끼워 놓은 자에 부딪쳐서 자에게 하는 일의 양을 비교하기[금성][미래엔]
- 질량과 속력이 다른 실험용 수레가 나무 도막에 부딪쳐서 나무 도막에게 하는 일의 양을 비교하기[비상교육][두산동아]
- 빗면 레일에서 쇠구슬을 굴러 아래에 있는 나무 도막을 밀 때 속력에 따른 쇠구슬이 나무도막에 하는 일의 양을 비교하기[두배의]
- 빗면에서 실험용 수레를 굴러 아래에 있는 나무 도막을 밀 때 속력에 따른 쇠구슬이 나무도막에 하는 일의 양을 비교하기[천재교육][동화사]

나. 위치에너지

- 빗면 레일에서 쇠구슬을 굴러 아래에 있는 나무 도막을 밀 때 쇠구슬이 나무도막에 하는 일의 양을 비교하기[금성][두산동아]
- 용수철을 압축시켰다가 놓을 때 나타나는 현상을 관찰하면서, 용수철을 변형시키면서 일을 할 때 저장되는 에너지 알아보기[금성][미래엔]
- 추를 떨어뜨려 집게에 끼운 나무도막에 하는 일의 양을 비교하기[두배의][천재교육][미래엔][동화사][비상교육]
- 추를 실에 매달아 비스듬히 들어 올렸다 놓았을 때, 추가 바닥에 놓인 나무 도막과 충돌하면서 나무 도막을 미는 일을 비교하기[미래엔]
- 고무줄과 나무막대를 이용하여 물체를 쏠 수 있는 투척기를 설계한 후 직접 만들기[비상교육]

다. 역학적 에너지의 전환

- 스키선수가 리프트를 타고 올라갔다가 스키를 타고 내려오는 과정에서 일어나는 스키선수의 위치에너지와 운동에너지 변화에 대해 토의하기[금성]
- 스노보드 선수가 높은 곳으로 뛰어 올랐다가 다시 내려오는 모습을 일정한 시간 간격으로 촬영한 모습 분석하기[비상교육]
- 추와 실을 이용하여 진자를 만들고 추를 가만히 놓은 후 추의 운동을 관찰하여, 역학적 에너지의 보존에 대해 관찰하기[금성]

- 마분지(쫄대)로 구슬이 한 바퀴 돌 수 있는 미니 롤러코스터를 만들고 관찰하기[두배의][천재교육][동화사][두산동아]
- 낙하하는 쇠구슬(테니스공)의 두 지점에서 위치와 속력을 측정하여 위치에너지와 운동에너지를 계산하여 역학적 에너지의 전환과 보존을 알아보기 [천재교육][미래엔]
- 진자의 운동으로 보고 에너지의 전환과 보존 분석하기[두배의][미래엔]
- MBL장치로 낙하하는 공의 역학적 에너지 변화 그래프 분석하기[비상교육]
- 놀이터에서의 에너지 전환 탐구 토의하기[두산동아]

라. 에너지 보존 법칙

- 생활주변에서 볼 수 있는 여러 가지 운동에서 역학적 에너지의 전환과 보존에 대해 토의하기[금성]
- 마른 모래를 통에 넣어 흔들어서 온도변화를 측정하기[미래엔][동화사]
- 손발전기로 알아보는 에너지 보존[천재교육]

마. 분석

운동에너지와 일의 관계에 관한 탐구실험은 수레가 자 또는 나무도막에 하는 일을 측정하거나 쇠구슬이 나무도막에 하는 일을 측정하여 운동에너지와 질량, 운동에너지와 속력과의 관계를 알아보았다. 중력에 의한 위치에너지는 빗면의 쇠구슬이 나무도막에 일을 하거나 자유낙하 하는 추가 나무도막에 일을 하여 위치에너지와 질량, 위치에너지와 높이와의 관계를 알아보았다. 탄성력에 의한 위치에너지는 용수철을 압축시켰다가 놓아서 나무도막에 일을 하게 하였다. 역학적 에너지 전환 실험은 높은 곳에서 낙하하는 물체의 속력을 구간별로 측정하여 위치에너지가 운동에너지로 전환되는 것을 확인하거나 롤러코스터를 만들어서 전환 관계를 알아보았다.

융합기반 수업에서도 조건이 통제되어있는 탐구 수업으로 독립변인과 종속변인간의 관계를 명확히 하는 이론적인 기초를 다지고, 이것을 기반으로 새로운 장치를 창작하여 적용해 본다면 역학적 에너지 전환 관련 개념을 깊이 있게 이해할 수 있을 것이다.

기존의 수업에 간단하게 만드는 롤러코스터가 있으므로 좀 더 다양한 역학적 에너지 전환 원리를 이용하는 놀이 기구를 더해서 놀이동산을 기획하고 설계하고 제작하는 프로젝트 수업을 하면, 문제해결력과 협동심, 인성 등을 갖춘 융합적인 소양을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

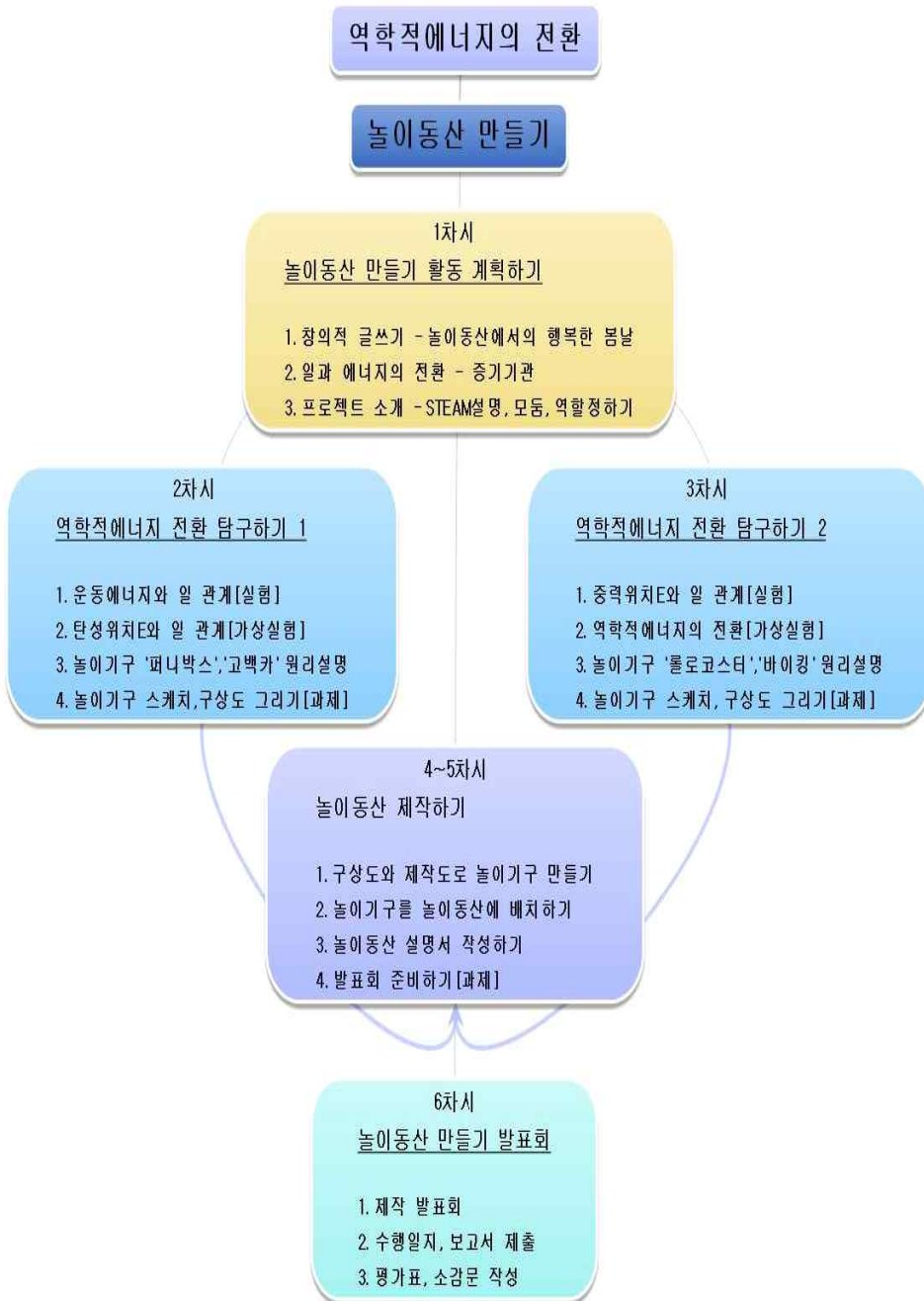
2. 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트 학습 활동 계획 수립
가. '역학적 에너지의 전환'의 STEAM 교과 분석

활동	교과	내용	3학년 교과서 단원
놀이동산 만들기 1. 롤러코스터 2. 바이킹 3. 고백카 4. 퍼니박스	과학	▶ 운동에너지 ▶ 위치에너지 ▶ 역학적 에너지 전환 ▶ 에너지 보존 법칙	일과 에너지
	기술	▶ 기계요소 ▶ 운동장치의 구상과 설계 ▶ 운동장치 제작과 평가	전자 기계 기술
	공학	▶ 공식화	.
	예술	▶ 공간 속의 입체 구성 ▶ 색채, 모형	표현
	수학	▶ 위치에너지 계산 ▶ 운동에너지 계산 ▶ 역학적 에너지 전환 계산	일차함수 이차함수 이차방정식

나. 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트 수업 모형

「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트 학습 모형						
단계	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
	준비하기	주제 결정하기	활동 계획하기	탐구하기	제작하기	마무리하기 평가하기
활동 목표	환경 조성	STEAM 주제 선정	놀이동산 만들기 활동 계획하기	역학적 에너지 전환 탐구하기	놀이동산 제작하기	놀이동산 만들기 발표회
차시	0차시	0차시	1차시	2~3차시	4~5차시	6차시
활동 내용	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 환경 조성 창의적 발표와 토론 훈련 	<ul style="list-style-type: none"> 융합인재 STEAM의 중요성 적합주제 선정 	<ul style="list-style-type: none"> 창의적 글쓰기 에너지 전환 예시 프로젝트 소개 	<ul style="list-style-type: none"> 운동E, 위치 E 실험 놀이기구 원리 설명 역학적 에너지 전환 실험 	<ul style="list-style-type: none"> 놀이기구 만들기 놀이동산에 배치 설명서 작성하기 	<ul style="list-style-type: none"> 발표회 일지, 보고서 제출 평가, 소감문 작성




다. STEAM 프로젝트학습 흐름도




3. 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트 학습 적용

가. STEAM 프로젝트 학습 환경 조성

1) 과학실 환경 조성

V자형 자리배치	CEO 명패 활용	과학 도서 배치
		
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 창의적 발표와 시범실험, 모둠활동이 시간 내에 쉽게 변화시킬 수 있음 ▶ 학생들 서로에게 의견을 발표하는 배치가므로 토론을 위해 적합함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 삼각형 모양의 학생 개인의 명패를 두고 발표함으로써 자신감과 책임감 있게 발언함 ▶ 명패의 뒷면은 학생이 멋진 발표를 했을 때 도장을 찍어주어 발표를 독려함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 주제에 따른 과학지식이 그림과 함께 잘 설명된 과학 잡지의 하이라이트 시리즈 준비 ▶ 과학 관련 도서 중 ‘이번 주의 도서’ 선정하여 홍보

2) 창의적인 사고와 토론을 위한 훈련



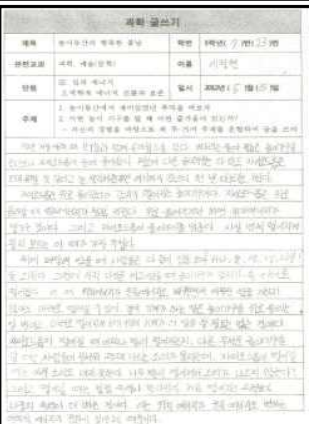
창의적 발표	토론	모둠별 역할 담당
		
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 교사의 열린 발문으로 문제 인식 및 창의적 의견 발표 ▶ 교사의 발표내용 이어주기 질문으로 점차적으로 발전해서 최선의 의견 얻기 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 모둠 활동에서 협동성이 강조됨 ▶ 모둠에서 양보와 타협을 통하여 최선의 의견내기 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 모둠원의 능력과 특기에 맞는 분야의 탐색 ▶ 모둠의 단합을 위한 모둠명 짓기

나. 「놀이동산 만들기」 수업 적용

1) 활동계획하기(놀이동산 만들기 활동 계획하기) : 1차시

단계	학습과정	교수 · 학습활동		시간	자료 및 유의점
		교사	학생		
도입	선수 학습	<ul style="list-style-type: none"> • 빗면의 일 1.힘과 이동거리는 어떤 차이가 있는가? 2.일의 원리란 무엇인가? 	<ul style="list-style-type: none"> • 질문에 대답 	5분	<ul style="list-style-type: none"> • PPT
	단원 연계	<ul style="list-style-type: none"> • 단원연계 1.빗면을 타고 올라 간 레일위의 수레는 어떻게 될까? 	<ul style="list-style-type: none"> • 질문에 대한 토론 - 교사의 시범실험을 보면서 대답 또는 질문 		<ul style="list-style-type: none"> • 빗면
전개	학습 목표 일과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 본시 학습목표 제시 - 프로젝트의 필요성 • 롤러코스터 동영상 1.롤러코스터에서 열차는 왜 움직일까? -여러 학생들의 의견을 조합하고 발전시켜 답을 유도함 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습목표 인지 • 시청 후 토론하기 1.에너지과 일의 전환 관계 -다른 학생들의 의견을 듣고 답을 함 	10분	<ul style="list-style-type: none"> • PPT • 인터넷 EBRD
	창의적 글쓰기	<ul style="list-style-type: none"> • ‘놀이동산의 행복한 봄날’ 1.글쓰기 작품 발표 2.놀이기구가 움직이는 원리를 일과 에너지 관계로 설명하면? 3.재미있으면서도 무서운 순간은 언제인가? 	<ul style="list-style-type: none"> • [과제]글쓰기로 토론하기 1.글을 발표한다. 2.일과 에너지의 전환 관계로 설명한다. 3.위치와 속력, 주변 상황으로 설명한다. 	15분	<ul style="list-style-type: none"> • 발표는 수행평가에 반영
정리	프로젝트 소개	<ul style="list-style-type: none"> • ‘놀이동산 만들기’ 1.프로젝트학습 안내서 2.융합인재교육(STEAM)의 의미와 필요성 설명 	<ul style="list-style-type: none"> • 안내서 설명 듣기 1.궁금한 것은 질문 	10분	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 안내서
	마무리 과제 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 일과 에너지 1.에너지란 무엇인가? 2.일과 에너지의 관계는? • [과제]모둠역할 정하기 	<ul style="list-style-type: none"> • 질문에 대한 답 • 프로젝트 안내서 참조 	5분	<ul style="list-style-type: none"> • PPT • 과제지

<p>융합인재교육의 의미와 필요성</p> 	<p>놀이기구(롤러코스터) 동영상</p> 
<p>2012년도 융합인재교육 파이오니어 양성과정 연수자료 p.21~22</p>	<p>EBRD-EBS클립뱅크>과학>롤러코스터 변천과정 (http://www.edrb.co.kr)</p>

<p>프로젝트 안내서</p> 	<p>모둠별 담당 역할</p> 	<p>과학글쓰기</p> 
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>글쓰기 발표</p> 	<p>글쓰기 발표에 대한 토론</p> 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) 탐구하기((역학적 에너지 전환 탐구하기 1) : 2차시

단 계	학습 과정	교수 · 학습활동		시간	자료 및 유의점
		교사	학생		
도 입	선수 학습 학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> 일과 에너지 1.에너지란 무엇인가? 2.일과 에너지의 관계는? 본시 학습목표 제시 과학적 원리의 탐구가 놀이기구 이해에 중요함 	<ul style="list-style-type: none"> 질문에 대답 - 전체 또는 개별 학습목표 인지 		<ul style="list-style-type: none"> PPT 자료
전 개	운동 에너지 와 일	<ul style="list-style-type: none"> [실험]목표와 과정 소개 1.독립변인, 종속변인 찾기 2.변인통제의 필요성 인지 3.실험실시 후 결과 얻기 - 운동에너지와 일 관계 - 질량, 속력과 에너지 관계 함수의 세계 동영상 [가상실험]사이언스올 이동준의 자바실험실 	<ul style="list-style-type: none"> [실험] 1~2.교과서 실험안내: 변인 찾아서 대답 3. 조별실험 실시 -보고서, 그래프작성 -그래프의 수학적해석 ● 화면을 보면서 변인 간의 관계를 파악 	20분	<ul style="list-style-type: none"> [실험] ● 교과서 ● 보고서 ● 인터넷 ● 인터넷
	탄성 위치E 프로 젝트	<ul style="list-style-type: none"> 1.일이 용수철에 에너지로 축적되고 압축된 용수철이 다시 나무도막에 일을 하 는 과정을 제시하고 질문 2.용수철에 저장된 에너지 양을 결정하는 것은? 탄성력에 의한 위치E 와 관련된 놀이기구 설명 -[시범실험]프로젝트에 사 용할 용수철을 이용하여 실험하고 관련 놀이기구 ‘퍼니 박스’ 설명 - 고무줄의 탄성E 로 움직이 는 놀이기구 ‘고백카’설명 	<ul style="list-style-type: none"> 1.사람이 한 일로 용 수철에 에너지가 생기 고 이것이 나무도막에 일하는 과정을 단계적 으로 이해하고 발표 2.용수철 압축된 정도 ● 설명을 듣는다. -재료의 탄성정도와 크기를 기록한다. -재료의 모양과 크기 를 기록한다. 	5분	<ul style="list-style-type: none"> [시범 실험] ● 재료 제시
정 리	마무리 과제 제시	<ul style="list-style-type: none"> 운동E와 질량, 속력관계 탄성위치E와 용수철의 압축 정도는? [과제]놀이기구 ‘퍼니박 스’와 ‘고백카’의 구상도와 설계도 그리기 	<ul style="list-style-type: none"> 질문에 대한 답 모둠에서 정한 역 할에 따라 과제수행 	5분	<ul style="list-style-type: none"> PPT ● 과제지

<h3 style="margin: 0;">탄성에 의한 위치에너지 가상실험</h3>	<h3 style="margin: 0;">그래프의 수학적 해석</h3>
<p>사이언스올>이동준의 JAVA실험실>용수철 진자의 수평운동 (http://www.scienceall.com)</p>	<p>EBRD-EBS클립뱅크>수학>생활 속에서 찾아보는 함수의 세계 (http://www.edrb.co.kr)</p>

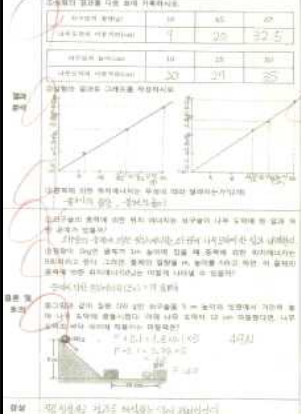

<h4 style="margin: 0;">운동에너지 탐구보고서1</h4>	<h4 style="margin: 0;">운동에너지 탐구보고서2</h4>	<h4 style="margin: 0;">고백카 구상도</h4>

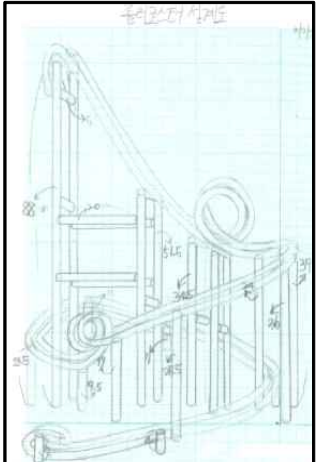
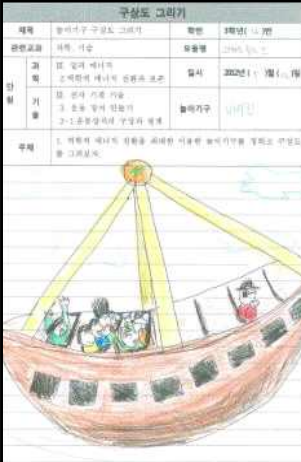
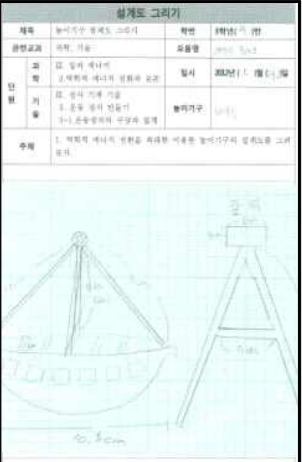
<h4 style="margin: 0;">고백카 설계도</h4>	<h4 style="margin: 0;">퍼니박스 구상도</h4>	<h4 style="margin: 0;">퍼니박스 설계도</h4>

3) 탐구하기(역학적 에너지 전환 탐구하기 2) : 3차시

단 계	학습 과정	교수 · 학습활동		시간	자료 및 유의점
		교사	학생		
도 입	<p>선수 학습</p> <ul style="list-style-type: none"> 운동에너지와 탄성위치E <ul style="list-style-type: none"> - 운동E와 질량, 속력관계 - 탄성위치E와 용수철 압축 정도는? <p>학습 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> 본시 학습목표 제시 과학적 원리의 탐구학습이 놀이기구 이해에 중요함 	<ul style="list-style-type: none"> 질문에 대답 <ul style="list-style-type: none"> - 전체 또는 개별 학습목표 인지 	3분	<ul style="list-style-type: none"> PPT 자료 	
전 개	<p>위치 에너지와 일</p> <ul style="list-style-type: none"> [실험]목표와 과정 소개 <ol style="list-style-type: none"> 1.독립변인, 종속변인 찾기 2.변인통제의 필요성 인지 3.실험실시 후 결과 얻기 <ul style="list-style-type: none"> - 위치에너지와 일 관계 - 질량, 높이와 위치E 관계 [실험] 빗면을 굴러내려오는 공의 역학적E 전환 <ul style="list-style-type: none"> - 두 지점의 높이에 따른 속력을 측정하여 각 지점의 위치E와 운동E 계산 그래프의 수학적 해석 <ul style="list-style-type: none"> -수학적 용어로 설명 <p>역학적 에너지 전환</p> <ul style="list-style-type: none"> 역학적 에너지 전환과 관련된 놀이기구 설명 <ul style="list-style-type: none"> -프로젝트에 사용할 재료를 제시하고 관련 놀이기구 ‘롤러코스터’와 ‘바이킹’설명 [시범실험] 진자의 운동 수학, 기술, 미술지식 이용 <p>프로젝트</p>	<ul style="list-style-type: none"> [실험] <ol style="list-style-type: none"> 1~2.교과서 실험 안내를 보고 변인들을 찾아 대답 3. 조별실험 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 보고서, 그래프 작성 - 질문에 대한 답 [실험] <ul style="list-style-type: none"> - 각 지점의 위치E와 운동E의 합으로 역학적 에너지의 전환과 보존 확인 1차 함수, x축, y축, 1:1 대응 설명을 듣는다. 재료의 모양과 크기를 기록한다. 역학적E 전환과 보존 분석하기 수학적 계산과 기술의 계획 실천, 미술 심미성 	<p>30분</p> <p>10분</p>	<ul style="list-style-type: none"> [실험] 교과서 실험 보고서 [실험] 인터넷 재료 제시 시범 실험 	
정 리	<p>마무리</p> <ul style="list-style-type: none"> 위치E와 질량, 높이관계 역학적 에너지 보존 법칙 <p>과제 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> [과제]놀이기구 ‘롤러코스터’와 ‘바이킹’의 구상도와 설계도 그리기 	<ul style="list-style-type: none"> 질문에 대한 답 모둠에서 정한 역할에 따라 과제수행 	2분	<ul style="list-style-type: none"> PPT 과제지 	

바이킹의 수학적 원리	롤러코스터의 수학적 원리
	
<p>00:02:53 00:06:02</p>	<p>00:03:42 00:06:02</p>
<p>EBRD-EBS클립뱅크>수학>생활 속에서 찾아보는 함수의 세계(http://www.edrb.co.kr)</p>	

위치에너지 탐구보고서1	위치에너지 탐구보고서2	롤러코스터 구상도그리기																								
<p style="text-align: center;">실험보고서</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>제목</td> <td>위치에너지의 측정</td> <td>목적</td> <td>2012년 1학기 3학년 1학년 1학년</td> </tr> <tr> <td>인원</td> <td>1명</td> <td>일시</td> <td>2012년 1월 10일</td> </tr> <tr> <td>재료</td> <td>탄력 고무줄, 자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통, 고무줄, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통</td> <td>장비</td> <td>자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통</td> </tr> <tr> <td>준비물</td> <td>탄력 고무줄, 자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통</td> <td>실험방법</td> <td>1. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 2. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 3. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.</td> </tr> <tr> <td>실험결과</td> <td>탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.</td> <td>실험결과</td> <td>탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.</td> </tr> <tr> <td>실험소감</td> <td>탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.</td> <td>실험소감</td> <td>탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.</td> </tr> </table>	제목	위치에너지의 측정	목적	2012년 1학기 3학년 1학년 1학년	인원	1명	일시	2012년 1월 10일	재료	탄력 고무줄, 자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통, 고무줄, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통	장비	자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통	준비물	탄력 고무줄, 자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통	실험방법	1. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 2. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 3. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	실험결과	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	실험결과	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	실험소감	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	실험소감	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	<p style="text-align: center;">위치에너지 탐구보고서2</p> 	<p style="text-align: center;">롤러코스터 구상도그리기</p> 
제목	위치에너지의 측정	목적	2012년 1학기 3학년 1학년 1학년																							
인원	1명	일시	2012년 1월 10일																							
재료	탄력 고무줄, 자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통, 고무줄, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통	장비	자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통																							
준비물	탄력 고무줄, 자, 가위, 실, 끈, 물, 종이컵, 물통	실험방법	1. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 2. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 3. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.																							
실험결과	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	실험결과	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.																							
실험소감	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.	실험소감	탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다. 탄력 고무줄을 적당한 길이로 잘라준다.																							

롤러코스터 설계도그리기	바이킹 구상도	바이킹 설계도
<p style="text-align: center;">롤러코스터 설계도그리기</p> 	<p style="text-align: center;">바이킹 구상도</p> 	<p style="text-align: center;">바이킹 설계도</p> 

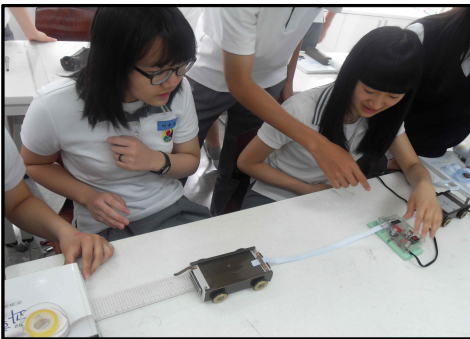
모둠별 역할담당 정하기



놀이동산 구상 회의



운동에너지 탐구 실험1



운동에너지 탐구 실험2



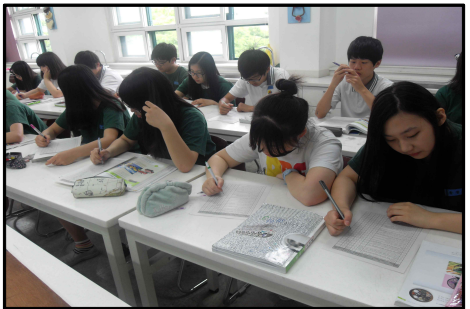
위치에너지 탐구 실험1



위치에너지 탐구 실험2



과학관련 태도 검사



프로젝트 일정 정하기



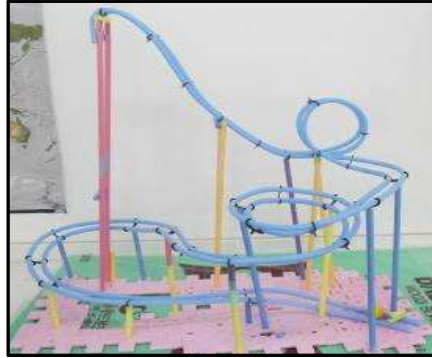
) 표현하기(놀이동산 제작하기) : 4~5차시

단계	학습과정	교수 · 학습활동		시간	자료 및 유의점
		교사	학생		
도입	수선 학습 학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 위치E와 역학적E 전환 - 위치E와 질량, 높이관계 - 역학적 에너지 보존 법칙 • 본시 학습목표 제시 - 역할에 충실하도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 질문에 대답 - 전체 또는 개별 • 학습목표 인지 		<ul style="list-style-type: none"> • PPT
전개	놀이 기구 종류	<ul style="list-style-type: none"> • 놀이기구의 종류 1. 모듈별 필수 종목 <ul style="list-style-type: none"> - 롤로 코스터 - 바이킹 - 퍼니박스 - 고백카 2. 모듈별 선택 - 역학적E를 이용한 1~2가지 추가 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈별 놀이기구 - 선택한 놀이기구 확인 - 모듈장의 지시에 따라 작업위치 정하기 - 모듈토의에서 나온 모듈의 주안점 확인하기 	10분	<ul style="list-style-type: none"> • PPT
	만들기	<ul style="list-style-type: none"> • 놀이기구 만들기 - 구상도와 제작도 확인 - 탐구와 수학적 계산을 바탕으로 만들기 - 안전성, 실용성, 심미성을 고려하여 만들기 	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈별 만들기 - 조용하고 차분하게 대화하며 만들기 - 의문사항은 교사의 조언을 구한다. 	50분	<ul style="list-style-type: none"> • 안내서
	배치	<ul style="list-style-type: none"> • 놀이동산 설명서 작성 • 놀이기구 배치 - 정해진 놀이동산의 크기에 맞게 모든 놀이 기구를 배치 - 옮기는 동안 변형된 부분을 바로 잡기 - 놀이동산 부속기구 완성 	<ul style="list-style-type: none"> • 설명서 역할담당작성 • 모듈장의 중추적 역할로 모든 놀이기구들이 조화롭게 배치 - 놀이기구 작동 안정성 확인 - 실제놀이동산과 비교 	20분	
정리	마무리 과제 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 각 놀이기구의 역학적E 전환을 설명하시오. • [과제]발표회 준비하기 - 발표회는 '프로젝트의 꽃'임을 강조함 	<ul style="list-style-type: none"> • 질문에 대한 답 • 모듈별 토의 - 발표회 형식 정하기 - 준비시간 정하기 		<ul style="list-style-type: none"> • PPT • 과제지

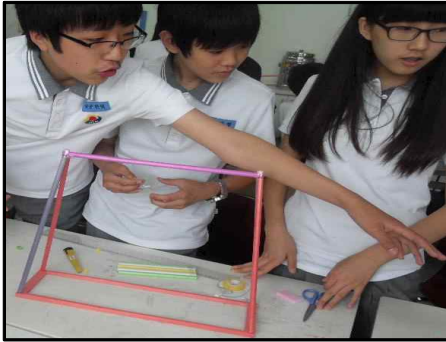
롤러코스터 제작과정



롤러코스터 완성품



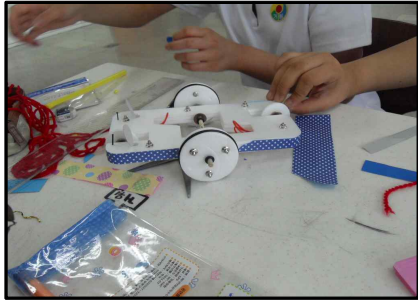
바이킹 제작과정



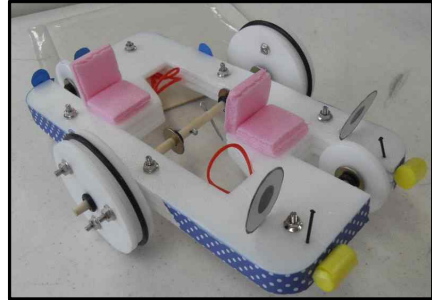
바이킹 완성품



고백카 제작과정



고백카 완성품



퍼니박스 제작과정



퍼니박스 완성품



프리젠테이션 형식 발표



제작 설명회 형식 발표



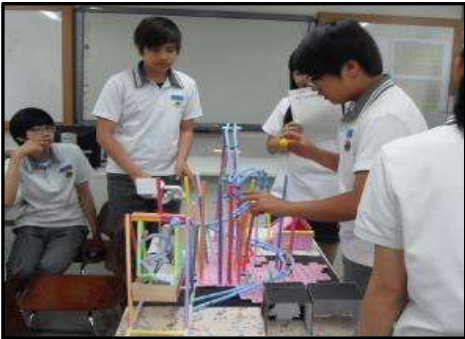
뉴스보도 형식 발표



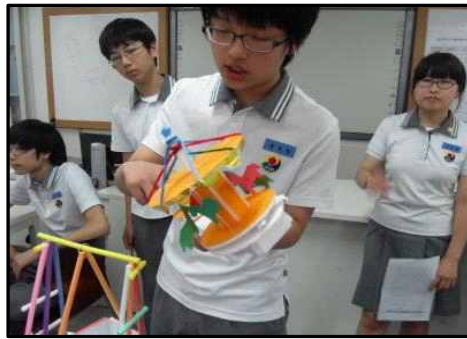
만담 형식 발표



놀이기구 작동 시연



회전목마 설명



퍼니박스 설명



프로젝트 평가



Ⅲ. 연구 결과 및 해석

1. 검증내용 및 방법

영역	평가내용	문항수	배점	분석방법
학업성취도	위치에너지	3	100	사전검사 사후검사
	운동에너지	2		
	역학적 에너지 전환	5		
과학관련태도	과학 흥미	4	100	사전검사 사후검사
	융합 교육	4		
	창의적 활동	2		
프로젝트학습 반응도	효과성	1	.	사후면담 분석
	장점	1		
	단점	1		
	개선·보완	1		

2. 연구결과 및 해석

가. 학업성취도 분석

학업성취도에 대한 사전·사후검사의 총 점수 변화 및 영역별 점수 변화를 다음과 같이 분석하였다.

성별	학생수	평균	
		사전검사	사후검사
남학생	17	53	77
여학생	15	49	79
계	32	51	78

학업성취도 총 점수

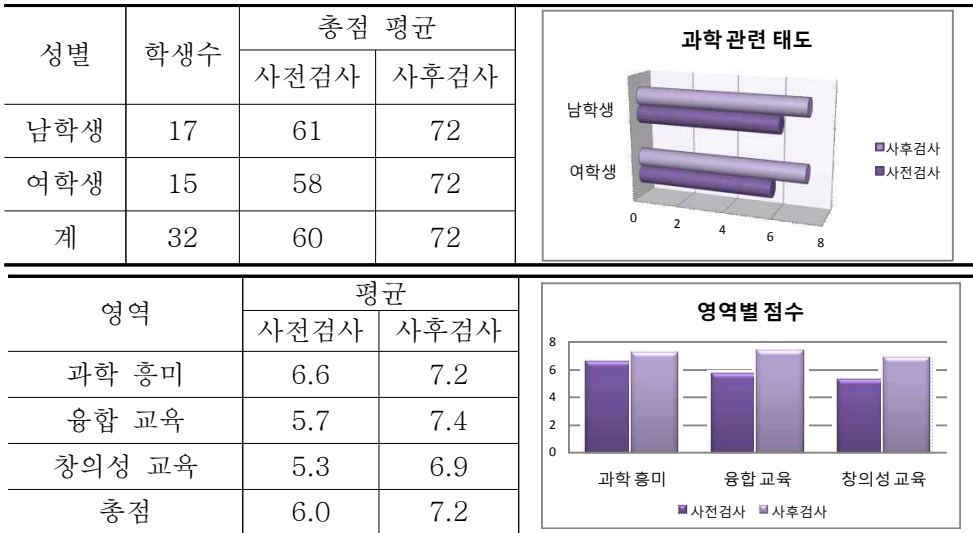
영역	평균	
	사전검사	사후검사
위치에너지	5.7	7.9
운동에너지	5.0	8.1
역학적E 전환	4.8	7.6
계	5.1	7.8

영역별 점수

성별과 영역별로 약간의 차이가 있으나, 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트 학습을 통해 역학적 에너지 전환에 대한 개념의 성취수준이 향상되었다.

나. 과학관련 태도 분석

과학관련 태도에 대한 사전·사후검사의 총 점수 변화 및 영역별 점수 변화를 다음과 같이 분석하였다.



「놀이동산 만들기」 STEAM프로젝트 학습이 학생들의 과학 관련 태도를 향상 시켜서 학생들에게 과학에 대한 흥미를 향상시키고 융합교육에 대한 인식정도를 증가시키고 창의성 교육에 대한 좀 더 생각하는 계기가 되었다.

다. 프로젝트 학습 반응도

「놀이동산 만들기」를 주제로 역학적 에너지 전환을 STEAM프로젝트로 수업한 것에 대한 반응도를 알아보기 위해 학생들과 교사들을 대상으로 면담한 결과, 놀이동산 만들기 STEAM프로젝트 학습이 역학적 에너지 전환 개념을 탐구적인 측면에서만 가르치는 것을 넘어 융합교육으로 시도한 것은 효과적이었고 과학관련 태도의 향상에도 긍정적이었다. 다만 새로운 형태의 수업이 더욱 발전하기 위해서는 융합 교육의 지속적인 적용과 평가체제의 확립, 교사의 전문성 확보를 위한 노력이 요구된다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

학교 교육 현장에서 역학적 에너지 전환단원의 교육 활동은 교사 중심의 이론 위주의 강의식 또는 계획된 단순한 실험으로 이론을 확인하는 탐구수업활동에서 벗어나, 실생활 기반의 문제를 학생 스스로 탐구하고 융합 교육적으로 해결하는 과정에서 과학적인 개념이나 원리를 구체적으로 이해하고 추론하여 실생활에 적용하는 STEAM 프로젝트 활동을 통한 학생 중심의 교육활동 전개로 학생들의 탐구능력과 과학적 소양 능력을 신장시킬 수 있도록 하는 방향으로의 교수학습 활동을 전개할 필요가 있다.

본 연구는 중학교 3학년 역학적 에너지의 전환 단원과 관련해 「놀이동산 만들기」 주제를 중심으로 다교과적인(STEAM)방면에서 모두가 협력하여 창의적 설계가 이루어지고 작품을 완성하고 발표를 수행하는 과정에서 역학적 에너지 전환에 관한 개념 변화와 과학 관련 태도를 향상시키는 방안으로 프로젝트학습을 적용한 후 다음과 같은 결론을 내렸다.

첫째, 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트를 활용한 교수방법은 역학적 에너지 전환에 관한 개념변화에 효과적인 접근이라고 할 수 있다. 융합기반 학습은 창의적 설계가 포함되므로 기존의 탐구기반 학습에 비해 학습자의 사고과정에서 학습 내용을 실질적인 것과 연계하여 좀 더 적극적으로 문제를 해결할 수 있는 환경을 만들어준다. 융합수업과정에서 경험하는 감성적인 체험은 문제를 현실의 본인 것으로 인식하게 되므로 과제에 대한 몰입과 집착력이 커지므로 과학 탐구력도 증가하게 되는 것이다.

둘째, 「놀이동산 만들기」 STEAM 프로젝트를 활용한 교수방법은 학생들의 과학 관련 태도를 긍정적으로 변화시키는 데 효과가 있었다. 융합교육적인 접근은 일상의 문제를 해결하는데 다각적인 방면으로 탐구하고 해석하고 창작하는 것을 습관화하여 융합적 소양을 향상시킨다. 뿐만 아니라 그 과정에서 과학지식을 활용하여 과학의 효능감을 증대시키고 과학에 대해 긍정적으로 인식하게 한다. 감성적인 체험은 과학학습이 의무로 이행하는 일이 아니라 즐기며 참여하는 놀이로 접근하게 하므로 과학에 대한 흥미를 향상시킨다. 그리고 놀이동산 만들기의 설계와 제작 과정에서 융합적 지식을 배경으로 한 창의성에 대한 인식을 갖는 계기가 되었다.

2. 제언

중학교 3학년 과학의 역학적 에너지 전환 단원과 관련해서 「놀이동산 만들기」 STEAM프로젝트 수업을 적용하여 학생들의 개념변화와 과학 관련 태도를 향상시키고자하는 연구 결과를 토대로 이 연구와 관련된 후속 연구를 위해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

가. 「놀이동산 만들기」 수업은 역학적 에너지 전환을 융합 교육적으로 접근하여 과학탐구력과 관련 태도에 효과적이라는 결과를 얻었다. 따라서 중학교 교과 내용에서 수준 있고 심도 있는 융합교육을 지속할 수 있는 적합한 주제를 선정하여 적용하는 연구가 추가적으로 시도될 필요가 있다.

나. 「놀이동산 만들기」 프로젝트학습에서 학생 평가는 탐구실험 평가들을 기본으로 제한을 두고 하였기 때문에 융합교육에 맞는 타당성 있고 세분화된 새로운 평가들의 개발이 필요하다.

다. STEAM 교육은 교사가 과학 이외에 교과에 대한 소양을 갖추고 있을 때 보다 높은 수준의 교육이 이루어지므로 교사의 융합인재교육에 대한 전문성을 확보할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다.

라. 과학과목은 전통적으로 여학생들의 선호과목이 아니다. 그러나 직업적인 측면에서도 여학생들의 과학인재 개발과 지원을 통해서 인적자원을 확장시켜야하고 이번 프로젝트 학습에서 여학생들에게 좀 더 효과를 보인 만큼 STEAM학습의 장기적인 연구를 통해 진로선택과의 연관성을 알아보는 연구가 필요하다.

과학실험기구개발대회

● 과학실험기구개발대회 ●

효과적인 알코올 발효 실험을 위한 큐네 발효관의 개선 및 적용

반포고등학교 교사 | 조경주



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

제7차 교육과정에서 효모의 알코올 발효 실험은 고등학교 과학의 「물질 대사」 - 「무산소 호흡」 단원에서, 생물 II의 「물질 대사」 - 「호흡」 단원에서 다루어지고 있고, 개정 교육과정에서는 생명 과학 I의 「항상성과 건강」 - 「세포의 생명 활동」 단원에서, 생명 과학 II의 「세포와 물질 대사」 - 「호흡」 단원에서 다루어지고 있다. 또한 전문교과 생명 과학 실험 교과서의 「알코올 발효 실험」에서도 다루어지고 있다.

알코올 발효 실험은 산소가 없는 상태에서 효모가 당을 분해하면 어떤 물질이 생성되는지를 알아보는 실험이다. 이 실험에서 발생하는 기체의 종류 및 기체의 양을 측정하기 위해서 큐네 발효관을 이용한다. 큐네 발효관을 이용한 알코올 발효 실험이 이처럼 고등학교 교육과정에서 중요하게 다루어지고 있지만 실제 큐네 발효관을 이용한 알코올 발효 실험을 수행하는 데는 해결해야하는 문제점이 있다. 특히 온도를 유지하거나 온도를 변화시키면서 수행하는 발효 실험은 매우 어렵다. 그 까닭은 큐네 발효관이 가지는 구조적인 문제점 때문에 그러하다.

발효 실험은 35℃ 정도에서 수행했을 때 가장 반응이 활발하게 일어나는데 이 온도가 상온인 경우는 거의 없다. 보통 교육과정상 발효 실험은 4월 초에 수행하도록 되어있는데, 이때의 기온은 10~15℃ 정도이기 때문에 항온수조를 이용하여 실험을 실시해야만 한다. 그런데 항온수조에 발효관을 넣었을 때 효모 발효액의 일부만 수조에 잠겨 전체적으로 온도를 맞추기 어렵고, 반응도 느리게 일어나 정해진 실험 시간 내에 실험 결과를 얻기 어렵다. 또한 받침대가 좁은 발효관은 수조 내에서 뜨기 때문에 쓰러지는 문제점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 큐네 발효관의 구조를 개선하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 고등학교 과학 교육과정 일정(4월 초)에 맞추어 온도에 따른 효모의 알코올 발효 속도 비교 실험 및 호흡 기질에 따른 효모의 알코올 발효 속도 비교 실험을 효과적으로 수행하고, 정해진 실험 수업 시간 내에 실험을 완료하여 교수학습 목표를 달성하기 위하여 큐네 발효관을 개선한 새로운 발효관 개발에 목적을 둔다.

II. 연구의 설계

1. 연구 교과(영역) : 생물Ⅱ, 생명과학Ⅱ

2. 연구 단위

교육과정	영역	연구 단위
제7차 교육과정	고등학교 생물Ⅱ	II. 물질 대사 2. 호흡 - 무기 호흡
개정 교육과정	고등학교 생명과학Ⅱ	I. 세포와 물질 대사 2. 세포와 에너지 - 발효

3. 연구 주제 : 효과적인 알코올 발효 실험을 위한 큐네 발효관의 개선 및 적용

4. 연구 대상 : 12학년(고등학교 3학년)

5. 연구 기간 : 2012년 4월 1일 ~ 8월 31일

6. 연구 절차

단계	내용	일정
연구 계획 수립	·실험기구 개발 방향과 적용 방법 구성 ·연구활동 계획서 작성 및 제출	4월 01일 ~ 4월 30일
기초 자료 수집	·제7차 교육과정과 개정 교육과정 분석 ·생물, 생명과학 교과서 내용 분석 ·기존 연구 및 개발 자료 수집, 분석	5월 01일 ~ 5월 31일
실험기구 개발	·기존 실험에서 파악된 문제점을 토대로 다양한 개선된 발효관 개발 ·개선한 발효관 비교 분석 및 검토 ·관련 교과 교사 및 교수 자문	6월 01일 ~ 6월 30일
실험기구 적용	·고등학교 3학년 대상으로 개발한 발효관을 적용한 실험 수행 ·적용 결과 분석 및 개선점 도출 ·관련 교과 교사 조언 청취 및 반영	7월 01일 ~ 7월 31일
연구 결과물 정리	·연구 보고서 작성 ·CD제작 ·연구 결과물 제출	8월 01일 ~ 8월 31일 9월 14일(금)

Ⅲ. 연구의 실제

1. 기존 발효관(큐네 발효관)을 이용한 현행 발효 실험

가. 현행 발효 실험의 탐구 활동지 - 교과서 내용

제 학년	반 번	모듬(조)	이름	2012년 월 일 요일	교시
실험 목표	효모가 산소가 없는 상태에서 포도당을 분해하여 어떤 물질을 생성하는지 알 수 있다.				
준비물	건조효모, 증류수, 10% 포도당 용액, 10% 수산화칼륨(KOH) 용액, 큐네 발효관, 스포이트, 솜				
과정	<ol style="list-style-type: none"> 10% 포도당 용액 50mL에 건조 효모 2g을 넣고 유리 막대로 저어 준다. 발효관에 효모가 들어 있는 포도당 용액을 발효관에 채운다. 맹관부에 기포가 들어가지 않도록 발효관을 세운 다음 입구를 솜으로 막고 채워 둔다. 맹관부에 축적되는 기체의 부피를 5분 간격으로 측정한다. 솜마개를 빼고 냄새를 맡아 본다. 팽대부의 용액을 덜어 내고, 10% 수산화칼륨(KOH) 용액 5mL를 넣은 후 발효관 입구를 막아 잘 흔든 다음 변화를 관찰한다. <div style="text-align: center;"> <p>발효관에 용액을 넣는다. 발효한다. 팽대부의 용액을 덜어낸다. 수산화칼륨 용액을 기한다.</p> </div>				
연구	<ol style="list-style-type: none"> 발효관의 맹관부에 발생한 기체는 무엇인가? 시간에 따라 발효관에 발생한 기체의 양은 어떻게 변하는가? 효모를 첨가한 포도당 수용액에서는 어떤 냄새가 나는가? 				

나. 기존 발효관(큐네 발효관)을 이용한 실험 사진



다. 문제점

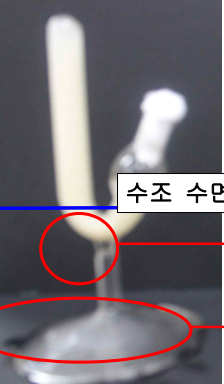
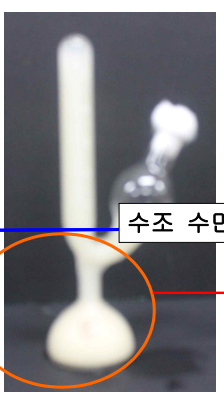
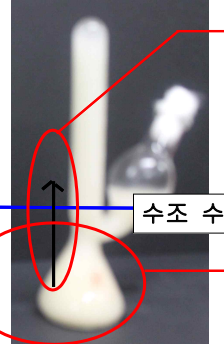
고등학교 1시간 수업 시간은 50분이며, 이에 따라 50분 내에 발효 실험을 마치기 위해서는 도입(실험 과정 설명) 10분, 전개(효모액 준비 10분, 실험 수행 20분) 30분, 결과 및 정리 10분의 시간이 필요하다.

따라서 발효 반응의 결과는 최소한 실험 시작 20분 후에는 나타나야 실험 수업을 효과적으로 완료할 수 있다.

- 1) 발효 실험은 교육과정상 4월 초에 수행되는데, 이때의 평균 기온은 10℃ ~ 15℃ 정도이기 때문에 발효 반응이 거의 일어나지 않는다.
- 2) 실험 시기를 조정하여 실온 25℃ 정도일 때 실험을 수행하여도 반응의 정도가 20분이 지나도 미미하므로 효과적인 실험 수업을 할 수 없다.
- 3) 결국 정해진 시간 내에 실험 수업을 하기 위해 발효관을 항온수조에 넣어 발효가 잘 일어나는 온도(35℃ 정도)로 맞추어야 한다. 이때 기존 발효관(큐네 발효관)은 포도당과 효모의 혼합액이 거의 수조에 잠기지 않기 때문에 반응이 매우 느려 20분 내에 효과적인 결과를 얻기 힘들다.
- 4) 받침대가 좁은 기존 발효관은 발효관을 항온수저에 넣었을 때 발효관이 뜨면서 넘어지는 등 안정성이 떨어진다.
- 5) 기존 발효관은 받침대의 목 부분이 가늘어서 부러지기 쉽다.
- 6) 심화 실험으로 기질에 따른 발효 속도 비교 실험을 수행할 수 없다.

2. 1차 개선한 발효관

가. 1차 개선한 발효관의 설계

기존 발효관	문 제 점
	<p>· <u>항온수조에 포도당과 효모액의 혼합액이 들어 있는 발효관이 거의 잠기지 않아서 온도 조절이 되지 않고 반응이 매우 느리다.</u></p> <p>· 목이 가늘어 부러지기 쉽다. · 현재 사진과 같이 넓은 받침대로 개선된 것도 있으나, 이전 발효관은 받침대가 좁아 수조에서 쓰러지는 경우가 많다. <받침대는 지지 역할 외에 특별한 것은 없음></p>
개선한 발효관1	개 선 점
	<p><단점: 목이 가늘어 부러지거나 안정성이 부족></p> <p>· <u>항온수조에 포도당과 효모액의 혼합액이 많이 잠기도록 발효관의 받침대 부분에 용액을 담는 공간을 만든다.</u>(잠기는 부분의 부피 25mL)</p>
개선한 발효관2	개 선 점
	<p>· <u>맹관부가 있는 발효관과 받침대 부분의 공간이 일직선이 되게 조정하여 발생하는 기체가 화살표와 같이 바로 위 쪽 맹관부로 많이 갈 수 있도록 만든다.</u></p> <p><단점 : 목이 가는 발효관1의 단점을 보완했으나 받침대 부분이 작아서 안정성 부족></p> <p>· <u>발효관1과 같이 항온수조에 혼합액이 많이 잠기도록 발효관의 받침대 부분에 용액을 담는 공간을 만든다.</u>(잠기는 부분의 부피 25mL)</p>

나. 기존 발효관과 1차 개선한 발효관 1, 2를 이용한 비교 실험

1) 실험 수업의 실제

- 가) 단원명 : 제12학년(고3) 생물Ⅱ, 물질 대사, 호흡 중 발효
- 나) 실험 주제 : 효모에 의한 알코올 발효
- 다) 수업 대상 학급 : 3학년 3개반(106명)
- 라) 수업지도안

단원	II. 물질 대사 3. 호흡 [탐구] 알코올 발효 주제 : 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용한 발효 실험의 비교
실험 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 발효 실험에서 반응의 최적 온도를 알 수 있다. • 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용한 비교 실험에서 온도에 따라 반응 결과가 잘 나타난 발효관을 알 수 있다.

(1) 도입

(가) 시간 : 10분

(나) 학습내용 : 출석확인, 동기유발, 실험목표 확인, 실험과정 설명

교수-학습 내용	
교사	학생
<ul style="list-style-type: none"> • 실험 목표 설명 • 실험 과정 설명 <ul style="list-style-type: none"> - 항온수조의 온도를 15℃, 25℃, 35℃로 맞추어 놓는다. - 생효모 50g을 증류수에 녹여 500mL의 효모액을 만든다.<주의 : 건조효모는 반응이 잘 일어나지 않으므로 생효모를 사용> - 기존 발효관과 개선한 발효관 1, 2에 10% 포도당 용액과 효모액을 1 : 1로 섞은 혼합액을 각각 넣는다. - 맹관부에 기포가 들어가지 않도록 발효관을 세운 다음, 입구를 솜으로 막고, 각 온도에 해당하는 항온수조에 넣는다. - 각 발효관에서 발생된 기체(CO₂)의 양(mL)을 5분마다 측정하여 기록한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 실험 목표를 인식한다. • 실험 과정을 숙지한다. • 실험 재료 및 기구가 실험과정 중 어디에 쓰이는지 확인한다.

(2) 전개

(가) 시간 : 30분

(나) 실험 형태 : 모둠별(조별) 활동(6~7명 한 조)

(다) 실험 수행 : 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용한 비교 실험

교수-학습 내용	
교사	학생
<ul style="list-style-type: none"> 실험 과정에 따라 실험을 하도록 지시하고, 순회하면서 학생들의 실험 활동을 돕는다. 	<ul style="list-style-type: none"> 실험 보고서를 참고하여 실험 과정에 따라 실험 활동을 한다. 실험 결과를 보고서에 기록한다.

(라) 실험 활동 과정과 관찰된 발효관

항온수조	효모액 만들기	혼합액을 발효관에 붓기
		
15°C에서 반응 전 모습	25°C에서 반응 전 모습	35°C에서 반응 전 모습
		
35°C에서 반응 후 모습	실험 보고서 작성	실험 보고서 작성
		

<사진 왼쪽부터 기존 발효관(큐네 발효관), 개선한 발효관1, 개선한 발효관2>

<※ 실험 결과 기록 시 주의사항>

반응 초기에 발생한 기체의 부피를 잴 수 없는 경우는 정성적인 기록으로, 반응이 진행되어 부피를 잴 수 있는 경우는 정량적인 값을 기록할 수 있도록 한다.

(마) 실험 결과 및 연구

결과	<ul style="list-style-type: none"> • 0℃에서의 실험은 시간이 50분이 지남에도 반응이 일어나지 않았고, 45℃ 이상에서의 실험은 반응이 미미하여 기록하지 않았다. • 실험 결과는 모듬별 각 온도에서 실시한 평균값이다. • 정해진 실험 수업 시간을 고려하여 반응 결과 발생하는 기체의 양을 5분마다 20분까지 측정하여 기록하는 것으로 하였으나, 각 발효관의 반응 차이를 더 보기 위하여 35분까지 측정하였다. • 반응이 적어 발생한 기체의 부피를 잴 수 없는 경우는 -, +로 표시하고, (-)은 반응 없음, (+)의 개수가 많을수록 기포 발생이 많은 것을 의미한다. 																												
	<p>• 각 온도에서의 실험 결과<실험실 기온 : 25℃></p> <p>1. 15℃에서 각 발효관에서 발생된 기체(CO₂)의 양(mL)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간(분)</th> <th>큐네 발효관</th> <th>개선한 발효관1</th> <th>개선한 발효관2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>10</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>15</td><td>+++</td><td>++</td><td>+</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.2</td><td>+++</td><td>++</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.5</td><td>0.2</td><td>+++</td></tr> <tr><td>35</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>0.1</td></tr> </tbody> </table>	시간(분)	큐네 발효관	개선한 발효관1	개선한 발효관2	5	-	-	-	10	+	-	-	15	+++	++	+	20	0.2	+++	++	30	0.5	0.2	+++	35	1.0	0.5	0.1
	시간(분)	큐네 발효관	개선한 발효관1	개선한 발효관2																									
	5	-	-	-																									
10	+	-	-																										
15	+++	++	+																										
20	0.2	+++	++																										
30	0.5	0.2	+++																										
35	1.0	0.5	0.1																										
<p>2. 25℃에서 각 발효관에서 발생된 기체(CO₂)의 양(mL)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간(분)</th> <th>큐네 발효관</th> <th>개선한 발효관1</th> <th>개선한 발효관2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>10</td><td>+</td><td>++</td><td>+</td></tr> <tr><td>15</td><td>++</td><td>+++</td><td>++</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.8</td><td>1.3</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>35</td><td>1.5</td><td>2.2</td><td>1.2</td></tr> </tbody> </table>	시간(분)	큐네 발효관	개선한 발효관1	개선한 발효관2	5	-	-	-	10	+	++	+	15	++	+++	++	20	0.1	0.2	0.1	30	0.8	1.3	0.5	35	1.5	2.2	1.2	
시간(분)	큐네 발효관	개선한 발효관1	개선한 발효관2																										
5	-	-	-																										
10	+	++	+																										
15	++	+++	++																										
20	0.1	0.2	0.1																										
30	0.8	1.3	0.5																										
35	1.5	2.2	1.2																										
<p>3. 35℃에서 각 발효관에서 발생된 기체(CO₂)의 양(mL)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간(분)</th> <th>큐네 발효관</th> <th>개선한 발효관1</th> <th>개선한 발효관2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td>10</td><td>+</td><td>0.1</td><td>+++</td></tr> <tr><td>15</td><td>+++</td><td>0.5</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.3</td><td>3.0</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.5</td><td>7.0</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>35</td><td>3.8</td><td>11.0</td><td>8.0</td></tr> </tbody> </table>	시간(분)	큐네 발효관	개선한 발효관1	개선한 발효관2	5	-	+	+	10	+	0.1	+++	15	+++	0.5	0.2	20	0.3	3.0	2.5	30	1.5	7.0	5.5	35	3.8	11.0	8.0	
시간(분)	큐네 발효관	개선한 발효관1	개선한 발효관2																										
5	-	+	+																										
10	+	0.1	+++																										
15	+++	0.5	0.2																										
20	0.3	3.0	2.5																										
30	1.5	7.0	5.5																										
35	3.8	11.0	8.0																										
연구	<p>1. 반응이 가장 빠르게 일어난 온도는 어떻게 되는가? → 35℃</p> <p>2. 반응이 가장 빠르게 일어난 발효관은 어떤 것인가? → 35℃에서 개선한 발효관1이 가장 빠르고, 개선한 발효관2 > 기존 발효관(큐네 발효관)의 순이다.</p>																												

(3) 실험 결과 해석 및 정리

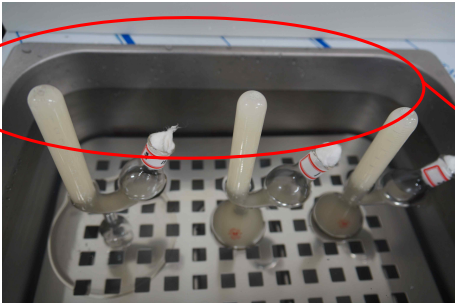
(가) 시간 : 10분

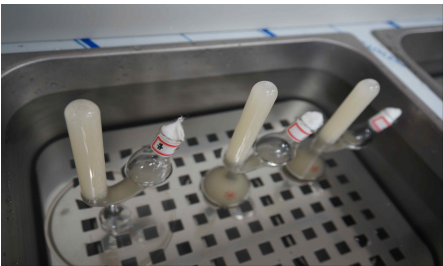
(나) 학습내용 : 실험 결과 해석, 실험 기구 및 주변 정리

교수-학습 내용	
교사	학생
<ul style="list-style-type: none"> · 실험 결과에 대하여 토의하도록 지시한다. · 토의한 내용을 정리하여 발표하도록 한다. · 토의 내용을 종합하고 실험 결과에 대한 정리를 한다. · 실험 기구 및 주변을 정리하도록 지도한다. . 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 결과에 대하여 토의한다. · 토의한 내용을 정리하여 발표한다. · 실험 보고서 작성을 마무리한다. · 실험 기구 및 주변을 정리한다.

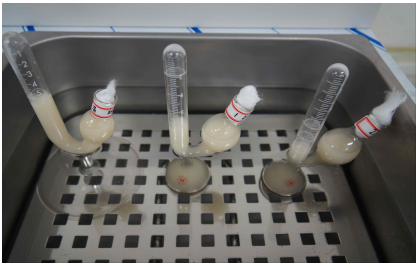
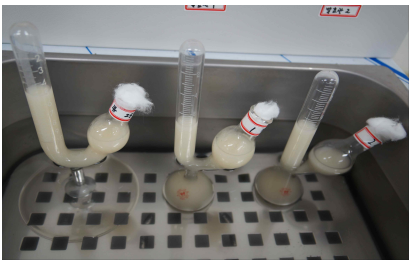
(다) 실험 결과 해석

<사진 왼쪽부터 기존 발효관, 개선한 발효관1, 개선한 발효관2>

15℃에서 20분 경과 모습	결과 및 해석
	<ul style="list-style-type: none"> · 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양은 미미하다. · 35분 경과시 발생하는 기체의 양은 적은 양이지만 기존 발효관 > 발효관1 > 발효관2의 순이다. => 개선한 발효관보다 기존 발효관에서 반응이 많이 나타난 이유는 기존 발효관이 개선한 발효관보다 수조에 잠긴 부분(온도가 낮음)이 적고, 잠기지 않은 발효관이 외부 기온의 영향을 받았기 때문으로 생각된다.

25℃에서 20분 경과 모습	결과 및 해석
	<ul style="list-style-type: none"> · 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양이 적기 때문에 상호 비교하기에는 미흡하다. · 35분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이가 어느 정도 나타나며, 발생된 기체의 양은 개선한 발효관1 > 기존 발효관 > 개선한 발효관2의 순이지만 그 차이는 크지 않다.

<사진 왼쪽부터 기존 발효관, 개선한 발효관1, 개선한 발효관2>

35℃에서 30분 경과 모습		결과 및 해석
유형 1		<ul style="list-style-type: none"> · 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이를 구분할 수 있다. · 30분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이가 더욱 확실하게 나타나며, 발생한 기체의 양은 개선한 발효관2 > 발효관 1 > 기존 발효관의 순이다. · 유형 1과 같은 실험 결과가 전체 실험 조(5개 조) 중 1개 조에서 나타났다.
유형 2		<ul style="list-style-type: none"> · 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이를 구분할 수 있다. · 30분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이가 더욱 확실하게 나타나며, 발생한 기체의 양은 개선한 발효관1 > 발효관 2 > 기존 발효관의 순이다. · 유형 2와 같은 실험 결과가 전체 실험 조(5개 조) 중 4개 조에서 나타났다.



<사진 왼쪽부터 기존 발효관, 개선한 발효관1, 개선한 발효관2>

유형 1과 2의 실험 결과 차이가 생기는 이유 - 추론	
	<ul style="list-style-type: none"> · 이 실험 결과에 영향을 미치는 변인(뒤에 언급)은 매우 많기 때문에 유형 1과 2의 결과 차이가 나타났다고 볼 수 있는데, 대부분의 실험 결과가 유형 2와 같이 나왔으므로 유형 2의 실험 결과를 유의미한 실험으로 받아들였다. · 개선한 발효관1과 2는 수조에 잠긴 부분의 용량이 25mL로 같지만, 발효관2는 발생한 기체가 바로 맹관부로 이동할 수 있는 구조로 개선한 발효관 2가 1보다 더 빠른 반응이 나타날 것으로 예상하였으나 결과는 반대였다. 이는 수조에 잠긴 부분의 표면적이 발효관1이 2보다 커서 열 전달이 혼합액에 더 빨리 이루어짐으로써 반응이 더 빨리 일어난 것으로 추론하였다.

(라) 실험상의 문제점

1. 실험 결과에 영향을 미치는 변인이 너무 많아 이들을 모두 통제하고 실험하는 것은 불가능하다.

이 실험은 발효관의 구조와 온도에 따른 발효 실험이므로 발효관의 구조와 온도는 독립 변인(조작 변인)으로 변화시키는 변인이지만, 나머지 변인은 통제해야만 실험 결과를 보다 정확하게 얻을 수 있다.

온도에 따른 발효 실험에서 실험 결과에 영향을 미치는 변인들을 살펴보면, 다음과 같다.

① 발효관의 구조(모양), ② 효모액과 포도당 용액의 농도와 양, ③ 항온수조의 온도 유지 범위와 수조 내 물의 양, ④ 냉·온방 장치의 가동 여부에 따른 실내 온도 차이, ⑤ 발효관에 혼합액을 넣을 때 시간에 따른 온도 변화, ⑥ 기타

2. 발효관의 온도를 유지하기 위해서는 발효관 전체가 수조에 잠기고 뚜껑이 닫혀야 한다.

발효관의 구조상 발효관의 일부분만 수조에 잠길 수밖에 없으며, 또한 발효관의 높이가 높아서 수조의 뚜껑을 닫을 수 없는 것이 문제이다. 특히, 기존 발효관(큐네 발효관)은 수조에 거의 잠기지 않기 때문에 바깥 기온에 더 많은 영향을 받는 것으로 실험 결과가 나타났다. 개선한 발효관은 받침대 부분이 혼합액을 담은 용기 역할을 함으로써 온도 조절을 다소 쉽게 하고 발효 반응이 보다 빠르게 일어나도록 기대한 것이다.

3. 개선한 발효관 1, 2의 안정성에 문제가 있었다.

15℃, 25℃일 때는 20분 경과 시에도 모든 발효관에서 반응 결과가 분명하게 나타나지 않았다. 다만 35℃일 때 20분 경과 시 개선한 발효관에서 반응의 결과가 분명하게 나타나는데, 그 이후에는 반응이 매우 빨리 일어나 혼합액이 팽대부로 빠르게 이동하면서 발효관의 무게 중심이 변하여 개선한 발효관의 일부가 넘어지는 안정성 문제가 야기되었다. 또한, 발효관 1은 목이 가늘어 다룰 때 파손의 우려도 있다.

(라) 결론 및 제언

1. 개선한 발효관 1이 다른 발효관에 비해 발효 반응에 최적인 온도를 알 수 있는데 유용하다.

이 실험의 목표는 발효 반응의 최적 온도를 찾고, 최적 온도에서 어떤 발효관이 교육과정에 부합한 실험 수업을 할 수 있는가에 있다.

온도에 따른 발효 실험을 정확하게 수행하기 위해서는 실험 결과에 영향을 미치는 변인이 통제되어야 하는데 이 실험에서는 변인이 많고, 통제 또한 어렵다. 그런데, 개선한 발효관1은 다른 발효관에 비해 온도에 따른 발효 반응의 결과가 분명하게 나타나므로 발효 반응에 최적인 온도를 알 수 있는데 가장 유용하다.

2. 개선한 발효관 1이 다른 발효관에 비해 고등학교 50분 실험 수업에 가장 적합하다.


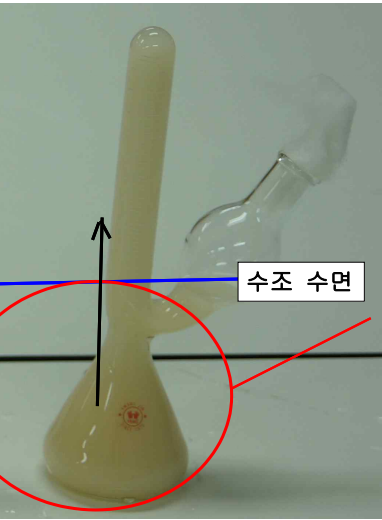
앞에서 언급한 바 있듯이, 고등학교 1시간 수업 시간은 50분이며, 이에 따라 50분 내에 발효 실험을 마치기 위해서는 도입(실험 과정 설명) 10분, 전개(효모액 준비 10분, 실험 수행 20분) 30분, 결과 및 정리 10분의 시간이 필요하다. 따라서 발효 반응의 결과가 최소한 실험 시작 20분 후에는 나타나야 실험 수업을 완료할 수 있다. 15℃, 25℃일 때는 20분 경과 시에도 모든 발효관이 분명한 실험 결과가 나타나지 않았다. 다만, 35℃일 때 20분 경과 시 발효관 1이 다른 발효관에 비해 반응의 결과가 가장 분명하게 나타났다.

3. 개선한 발효관 1보다 반응이 빠르고, 안정성도 갖춘 새로운 발효관의 개발이 필요하다.

앞에서 언급했듯이 개선한 발효관 1이 발효관 2보다 반응이 빠른 이유는 발효관 1의 혼합액이 발효관 2보다 수조에 잠긴 부분의 표면적이 더 넓어서 열 전달이 더 빠르기 때문으로 추론한 바 있다. 이러한 점을 반영하여 발효 실험을 보다 효과적으로 수행하기 위해서는 수조에 잠긴 부분의 표면적을 더 넓히고 안정성도 부여하는 새로운 발효관 개발이 필요하다.

3. 2차 개선한 발효관

가. 발효관의 비교 및 2차 개선한 발효관의 설계

기존 발효관	1차 개선한 발효관1	1차 개선한 발효관2	2차 개선한 발효관3
			
2차 개선한 발효관 3		개 선 점	
		<ul style="list-style-type: none"> • 개선한 발효관 1의 단점인 목을 없애고 발효관 2와 같이 맹관부가 있는 발효관과 받침대 부분의 공간이 일직선이 되게 하여 발생하는 기체가 화살표와 같이 위 쪽 맹관부로 많이 이동할 수 있도록 만든다. • 받침대 부분의 공간을 1차 개선한 발효관보다 크게 하여 안정성을 부여하고, 항온 수조에 혼합액이 많이 잠기게 하여(발효관 1, 2는 25mL, 발효관 3은 45mL) 잠긴 부분의 표면적이 발효관 1보다 넓게 함으로써 발효 반응이 빨리 일어나도록 기대한다. 	

나. 기존 발효관, 1차 개선한 발효관1, 2차 개선한 발효관3을 이용한 비교 실험

1) 실험 수업의 실제

- 가) 단원명 : 제12학년(고3) 생물Ⅱ, 물질 대사, 호흡 중 발효
- 나) 실험 주제 : 효모에 의한 알코올 발효
- 다) 수업 대상 학급 : 3학년 3개반(106명)
- 라) 수업지도안

단원	Ⅱ. 물질 대사 3. 호흡 [탐구] 알코올 발효 주제 : 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용한 발효 실험의 비교
실험 목표	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용하여 발효 반응에 최적의 온도를 알 수 있다. · 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용하여 최적 온도에서 가장 실험 수업에 적합한 발효관을 알 수 있다.

(1) 도입

(가) 시간 : 10분

(나) 학습내용 : 출석확인, 동기유발, 실험목표 확인, 실험과정 설명

교수-학습 내용	
교사	학생
<ul style="list-style-type: none"> · 실험 목표 설명 · 실험 과정 설명 <ul style="list-style-type: none"> - 항온수조의 온도를 15℃, 25℃, 35℃로 맞추어 놓는다. - 생효모 50g을 증류수에 녹여 500mL의 효모액을 만든다. - 기존 발효관, 1차 개선한 발효관 1, 2차 개선한 발효관 3에 각각 10% 포도당 용액과 효모액을 섞은 혼합액을 넣는다. - 맹관부에 기포가 들어가지 않도록 발효관을 세운 다음, 입구를 솜으로 막고, 각 온도에 해당하는 항온수조에 넣는다. - 각 발효관에서 발생된 기체(CO₂)의 양(mL)을 5분마다 측정하여 기록한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 목표를 인식한다. · 실험 과정을 숙지한다. · 실험 재료 및 기구가 실험과정 중 어디에 쓰이는지 확인한다.

(2) 전개

(가) 시간 : 30분

(나) 실험 형태 : 모둠별(조별) 활동(6~7명 한 조)

(다) 실험 수행 : 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용한 비교 실험

교수-학습 내용	
교사	학생
<ul style="list-style-type: none"> · 실험 과정에 따라 실험을 하도록 지시하고, 순회하면서 학생들의 실험 활동을 돕는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 보고서를 참고하여 실험 과정에 따라 실험 활동을 한다. · 실험 결과를 보고서에 기록한다.

(라) 실험 활동 과정과 관찰된 발효관

실험 활동	실험 활동
	
실험 활동	향온 수조와 발효관
	

<사진에서 왼쪽부터 기존 발효관(큐네 발효관), 개선한 발효관 1, 개선한 발효관 3>

<※ 실험 결과 기록 시 주의사항>

반응 초기에 발생한 기체의 부피를 잴 수 없는 경우는 정성적인 기록으로, 반응이 진행되어 부피를 잴 수 있는 경우는 정량적인 값을 기록할 수 있도록 한다.

(마) 실험 결과 및 연구

결과	<ul style="list-style-type: none"> • 0℃에서의 실험은 시간이 50분이 지남에도 반응이 일어나지 않았고, 45℃ 이상에서의 실험은 반응이 미미하여 기록하지 않았다. • 실험 결과는 모듬별 각 온도에서 실시한 평균값이다. • 정해진 실험 수업 시간을 고려하여 반응 결과 발생하는 기체의 양을 5분마다 20분까지 측정하여 기록하는 것으로 하였다. • 반응이 적어 발생한 기체의 부피를 잴 수 없는 경우는 -, +로 표시하고, (-)은 반응 없음을, (+)의 개수가 많을수록 기포 발생이 많은 것을 의미한다. 																				
	<ul style="list-style-type: none"> • 각 온도에서의 실험 결과<실험실 기온 : 25℃> 																				
	<p>1. 15℃에서 각 발효관에서 발생한 기체(CO₂)의 양(mL)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간(분)</th> <th>큐네 발효관</th> <th>1차 개선한 발효관1</th> <th>2차 개선한 발효관3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>+++</td> <td>++</td> <td>++</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0.3</td> <td>+++</td> <td>+++</td> </tr> </tbody> </table>	시간(분)	큐네 발효관	1차 개선한 발효관1	2차 개선한 발효관3	5	-	-	-	10	+	-	-	15	+++	++	++	20	0.3	+++	+++
	시간(분)	큐네 발효관	1차 개선한 발효관1	2차 개선한 발효관3																	
5	-	-	-																		
10	+	-	-																		
15	+++	++	++																		
20	0.3	+++	+++																		
<p>2. 25℃에서 각 발효관에서 발생한 기체(CO₂)의 양(mL)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간(분)</th> <th>큐네 발효관</th> <th>1차 개선한 발효관1</th> <th>2차 개선한 발효관3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>++</td> <td>++</td> <td>++</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>+++</td> <td>+++</td> <td>+++</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table>	시간(분)	큐네 발효관	1차 개선한 발효관1	2차 개선한 발효관3	5	-	-	-	10	++	++	++	15	+++	+++	+++	20	0.1	0.2	0.5	
시간(분)	큐네 발효관	1차 개선한 발효관1	2차 개선한 발효관3																		
5	-	-	-																		
10	++	++	++																		
15	+++	+++	+++																		
20	0.1	0.2	0.5																		
<p>3. 35℃에서 각 발효관에서 발생한 기체(CO₂)의 양(mL)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간(분)</th> <th>큐네 발효관</th> <th>1차 개선한 발효관1</th> <th>2차 개선한 발효관3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>-</td> <td>++</td> <td>+++</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>++</td> <td>0.1</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>+++</td> <td>0.7</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0.3</td> <td>3.8</td> <td>9.6</td> </tr> </tbody> </table>	시간(분)	큐네 발효관	1차 개선한 발효관1	2차 개선한 발효관3	5	-	++	+++	10	++	0.1	0.4	15	+++	0.7	2.2	20	0.3	3.8	9.6	
시간(분)	큐네 발효관	1차 개선한 발효관1	2차 개선한 발효관3																		
5	-	++	+++																		
10	++	0.1	0.4																		
15	+++	0.7	2.2																		
20	0.3	3.8	9.6																		
연구	<p>1. 반응이 가장 빠르게 일어나는 온도는 어떻게 되는가? → 35℃</p> <p>2. 반응이 가장 빠르게 일어나는 발효관은 어떤 것인가? → 35℃에서 개선한 발효관3이 가장 반응이 빠르게 일어났으며, 개선한 발효관1 > 기존 발효관(큐네 발효관)의 순이다.</p>																				

(3) 실험 결과 해석 및 정리

(가) 시간 : 10분

(나) 학습내용 : 실험 결과 해석, 실험 기구 및 주변 정리

교수-학습 내용	
교사	학생
<ul style="list-style-type: none"> • 실험 결과에 대하여 토의하도록 지시한다. • 토의한 내용을 정리하여 발표하도록 한다. • 토의 내용을 종합하고 실험 결과에 대한 정리를 한다. • 실험 기구 및 주변을 정리하도록 지도한다. . 	<ul style="list-style-type: none"> • 실험 결과에 대하여 토의한다. • 토의한 내용을 정리하여 발표한다. • 실험 보고서 작성을 마무리한다. • 실험 기구 및 주변을 정리한다.

(다) 실험 결과 해석



<사진 왼쪽부터 기존 발효관, 1차 개선한 발효관 1, 2차 개선한 발효관 3>

15°C에서 20분 경과 모습	결과 및 해석
	<p>• 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양은 적은 양이지만 <u>기존 발효관 > 1차 개선한 발효관1 ≒ 2차 개선한 발효관3의 순이다.</u></p> <p>=> 개선한 발효관보다 기존 발효관에서 반응이 많이 나타난 이유는 기존 발효관이 개선한 발효관보다 수조에 잠긴 부분이 적고, <u>잠기지 않은 발효관이 외부 기온의 영향을 받았기 때문</u>으로 생각된다.</p>

<사진 왼쪽부터 기존 발효관, 1차 개선한 발효관 1, 2차 개선한 발효관 3>

25°C에서 20분 경과 모습	결과 및 해석
	<p>• 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이가 어느 정도 나타나는데, 발생한 기체의 양은 <u>1차 개선한 발효관1 > 기존 발효관 > 2차 개선한 발효관3의 순이지만 그 차이는 크지 않다.</u></p>

<사진 왼쪽부터 기존 발효관, 1차 개선한 발효관 1, 2차 개선한 발효관 3>

35℃에서 15분 경과 모습	결과 및 해석
	<p>· 15분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이가 확실하게 나타나며, 발생된 기체의 양은 2차 개선한 발효관3 > 1차 개선한 발효관1 > 기존 발효관의 순이다.</p>
35℃에서 20분 경과 모습	결과 및 해석
	<p>· 15분과 20분 사이에 반응이 매우 빠르게 일어난다. · 20분 경과시 각 발효관에서 발생하는 기체의 양 차이가 더욱 확실하게 나타나며, 발생된 기체의 양은 2차 개선한 발효관3 > 1차 개선한 발효관1 > 기존 발효관의 순이다.</p>

(라) 결론 및 제언

1. 2차 개선한 발효관3이 안정성도 우수하고 교육과정상 고등학교 1시간 실험 수업을 수행하는 데 가장 적합하다.
 고등학교 1시간 수업 시간은 50분이며, 이에 따라 50분 내에 발효 실험을 마치기 위해서는 도입(실험 과정 설명) 10분, 전개(효모액 준비 10분, 실험 수행 20분) 30분, 결과 및 정리 10분의 시간이 필요하다. 따라서 발효 반응의 결과가 최소한 실험 시작 20분 후에는 나타나야 실험 수업을 완료할 수 있다. 그런데, 2차 개선한 발효관3은 35℃일 때 시간이 지남에 따라 다른 발효관에 비해 반응의 결과가 가장 분명하게 나타났다.
2. 2차 개선한 발효관3을 이용하면 온도에 따른 발효 실험을 정량적으로 수행할 수 있으며, 35℃에서 기질(포도당, 설탕, 갈락토오스)에 따른 발효 실험도 좋은 결과를 얻을 수 있다고 본다.
3. 2차 개선한 발효관3은 새로 개발된 기구로 경제성이 다소 떨어지지만 다량 보급된다면 경제성도 좋아질 수 있다고 본다.

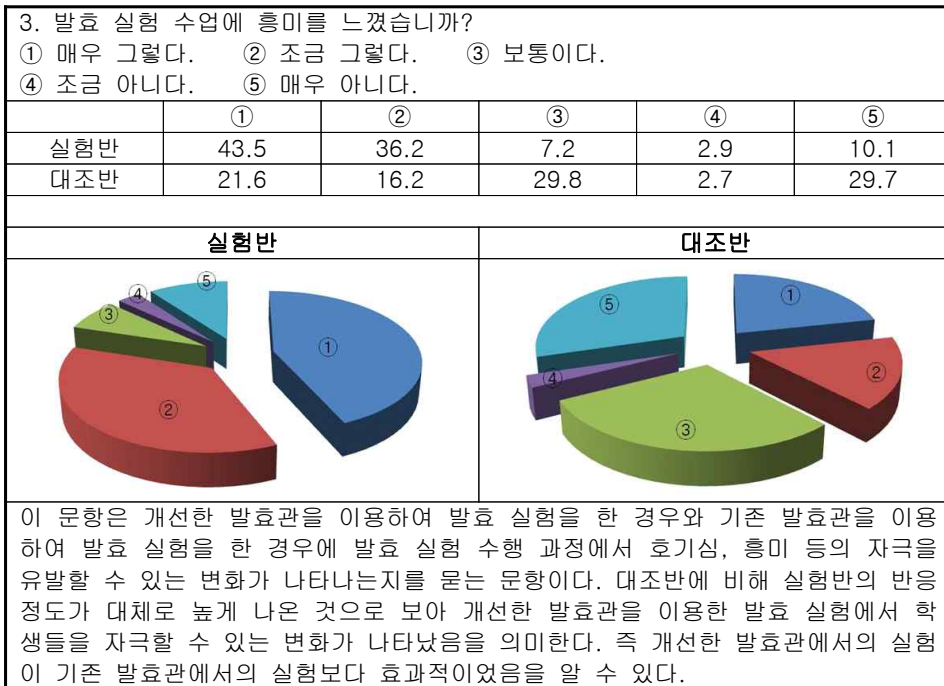
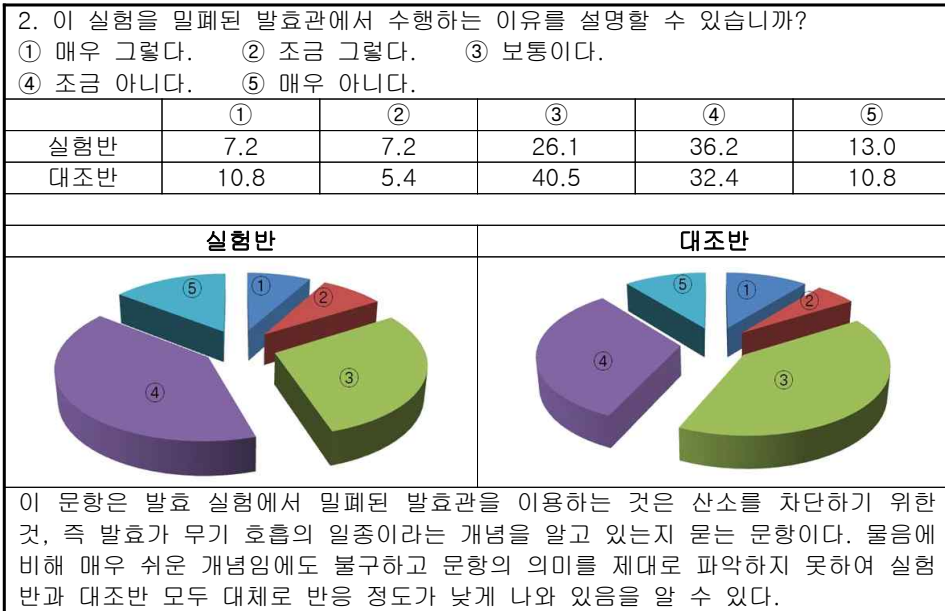
4. 실험 수업 시간 적용 결과 비교

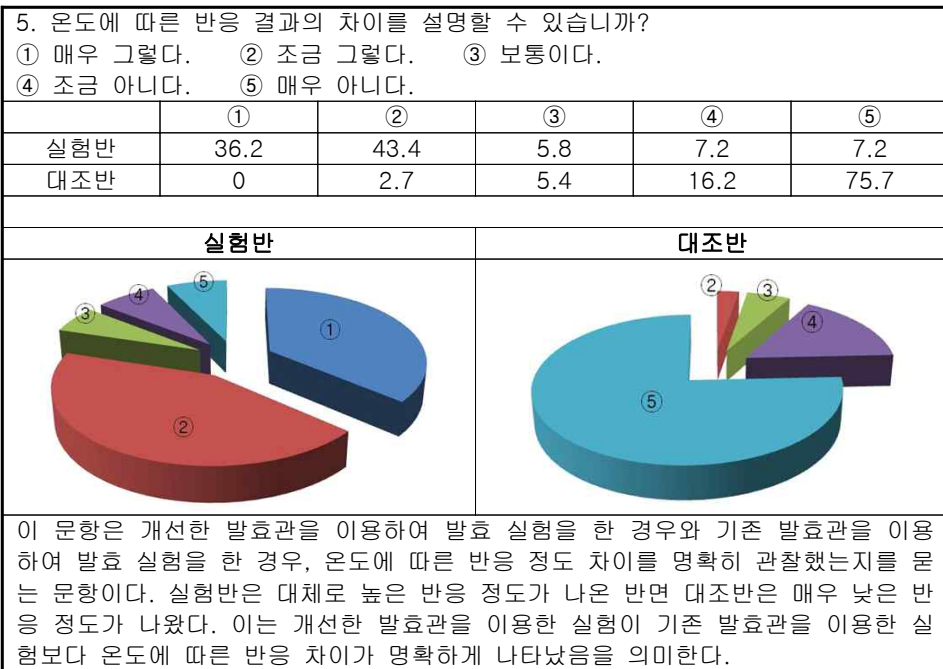
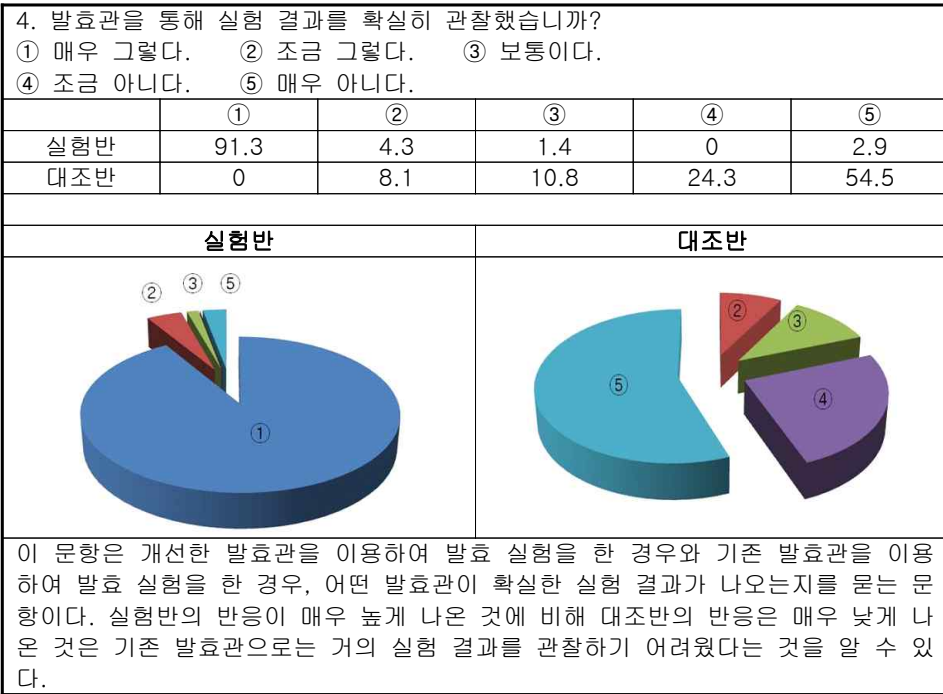
가. 비교 대상 학급

- 1) 실험반 : 3학년 10반(36명), 3학년 11반(33명)을 대상으로 기존 발효관과 개선한 발효관을 이용하여 발효 결과를 비교하는 실험 수업을 진행함
- 2) 대조반 : 3학년 9반(37명)을 대상으로 기존 발효관으로만 교과서 내용 그대로 발효 실험 수업을 진행함

나. 문항별 설문조사 결과 비교

1. 발효 실험 결과 발생하는 기체는 무엇입니까?					
① 이산화탄소(CO ₂) ② 일산화탄소(CO) ③ 산소(O ₂)					
④ 질소(N ₂) ⑤ 암모니아(NH ₃)					
	①	②	③	④	⑤
실험반	81.2	1.4	7.2	2.9	7.2
대조반	78.4	2.7	8.1	2.7	8.1
실험반			대조반		
<p>이 문항은 개선한 발효관을 이용하여 발효 실험을 한 경우와 기존 발효관을 이용하여 발효 실험을 한 경우에 발생하는 기체의 종류를 알고 있는지를 묻는 문항이다. 즉 알코올 발효의 개념을 알고 있는지를 묻는 문항이다. 평소 수업 내용을 알고 있는 학생이라면 답할 수 있는 관계로, 실험반과 대조반의 차이가 거의 나지 않는 것을 알 수 있다.</p>					





V. 활용 및 교육적 효과

1. 활용

- 가. 개선한 발효관을 항온수조와 함께 이용하면 교육과정에 따라 4월 초에도 1시간 분량의 수업 시간 내에 발효 실험을 효과적으로 수행할 수 있다.
- 나. 개선한 발효관을 이용하여 온도에 따른 발효 실험 비교를 효과적으로 수행할 수 있다.
- 다. 개선한 발효관을 이용하여 기질에 따른 발효 실험 비교를 효과적으로 수행할 수 있다.
- 라. 개선한 발효관을 이용하면 발효 과정에서 다량의 기체가 발생하여 맹관부에 많이 포집되므로 KOH를 이용하여 기체가 이산화탄소(CO₂)임을 쉽게 확인할 수 있다.

2. 교육적 효과

- 가. 개선한 발효관은 반응이 빨리 일어나기 때문에 실험 수업에 대한 학생들의 흥미를 유발할 수 있다.
- 나. 학생들의 호기심을 자극하여 앞으로 학습하게 될 실험에 대한 관심과 집중도를 높일 수 있다.
- 다. 효과적인 실험 수업이 이루어져 교과 개념을 확실히 이해하고 생물 수업의 성취도를 향상시킬 수 있다.

● 과학실험기구개발대회 ●

쉽고 재미있게 효과적으로 탐구 할 수 있는 연소 실험기구 개발

서울우암초등학교 교사 | 이숙형



I. 기구 개발의 필요성 및 목적

1. 기구 개발의 필요성

2007 개정 교육과정에서 과학과의 주된 교육 목표는 ‘과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 탐구능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르는 것이다.

과학과 교육 목표에 도달하기 위해서는 학생들이 과학에 대한 다양한 호기심과 창의성을 신장하기 위한 교육과정의 효율적인 운영에 있다. 과학과 학습에서는 학생들이 과학적인 탐구를 통해 과학에 대한 관심과 흥미를 가지고 다양한 과학 활동을 통해 ‘꼬마 과학자’가 되어 보도록 교과서의 편찬과 실험 기구를 제공해야 된다.

그러나, 현재 대부분의 교과서들과 실험 교재들은 탐구 문제를 직접 제시하고 지극히 제한된 단순한 실험 자료와 방법을 제시하고 있어서 학생들에게 스스로 흥미와 의문을 발상하고 탐구할 수 있는 기회를 제공하지 못하고 있다. 재미있고 의미 있는 탐구활동이 이루어질 수 있게 하려면 현장에서 교사들이 교과서에 제시된 실험을 그대로 적용하는 것보다는 현장의 여건과 학생의 수준을 감안하여 재구성하여 가장 효과적인 과학과 학습이 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다.

6학년 2학기 4단원 연소와 소화에서는 연소의 개념, 연소의 조건과 연소 후 생성 물질, 소화의 조건 등을 학습한다. 이러한 학습 과정을 통하여 학생들에게 연소와 소화에 대한 기본 개념을 이해시키고, 관찰, 추리, 변인 통제, 결론 도출, 의사소통 등의 탐구능력을 발달시키도록 되어 있다.

우리의 생활과 우주를 지배하는 여러 가지 법칙 중에는 초와 관계되지 않은 것이 하나도 없다고 할 정도로 촛불의 물리적·화학적 변화를 관찰하는 것은 과학적 탐구에서 아주 적당하고 효과적인 주제이다.

하지만 교과서와 교사용 지도서에서는 제한된 실험 자료와 방법만을 제시하고 있어 학생들의 탐구능력과 태도를 기르기에는 미흡하다.

이에 본 연구자는 6학년 2학기 연소와 소화 단원의 초의 연소를 지도하는 데 있어서 교과서의 제시된 실험 기구와 문제점을 찾아서 개선하여 학생들이 보다 흥미와 호기심을 가지고 재미있게 효과적으로 탐구할 수 있도록 실험기구를 개발하고자 연구하였다.

2. 기구 개발의 목적

본 연구는 초등학생들이 초의 연소 시 공기(산소)의 필요성과 대류현상(공기의 흐름)을 쉽고 재미있게 관찰하면서 효과적으로 탐구할 수 실험 관찰 기구 개발에 목적을 둔다. 이를 달성하기 위한 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 첫째, 교과서의 실험기구의 문제점을 정확하게 분석하고**
둘째, 쉽고, 재미있게, 효과적으로 연소를 관찰할 수 있는
실험관찰기구를 개발하여
셋째, 연소와 소화에 대한 바른 개념을 갖는다.

II. 기구 개발의 근거

2011학년도부터 5,6학년도 2007 개정 교육과정이 적용되어 2007 개정 과학과 교육과정의 내용과 특징을 분석하여 개정 교육과정의 방향에 맞추어 자료를 개발하였다. 2009 개정 교육과정도 총론만 개정되었기 때문에 각론인 초등학교 과학과 교육과정은 2007 개정 과학과 교육과정과 내용상에는 변동이 없기 때문에 본 자료는 2007, 2009 개정 교육과정에 모두 활용 가능하다. 먼저, 2007 개정 과학과 교육과정의 특징과 자료 적용 단위를 분석하면 다음과 같다.

1. 2007 개정 과학과 교육과정의 특징

가. 목표

자연현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기른다.

나. 성격

- 1) 과학적 소양을 기르는 데 목적을 둔다.
- 2) 학년과 영역 간에 내용의 중복을 피하고 내용의 심화가 체계적으로 이루어지도록 한다.
- 3) 과학에 대한 흥미와 탐구기능을 강화하기 위하여 ‘자유탐구’를 설정한다.
- 4) 과학적 탐구능력과 태도의 함양, 의사소통을 강조한다.

- 5) 과학적 사고력과 창의적 문제 해결 능력 함양을 강조한다.
- 6) 과학, 기술, 사회(STS)의 상호관계 파악을 강조한다.

다. 내용

- 1) 내용 수준을 조정하여 발달 단계에 적합한 유의미한 학습 경험을 제공한다.
- 2) 나선형 교육과정의 정신을 살리되 내용의 중복을 피하고 학습량을 감축한다.
- 3) 유사한 내용으로 구성된 단원은 통폐합한다.
- 4) 필수 탐구 활동만 제시하고 학교 여건에 따라서 나머지 탐구활동을 수행할 수 있도록 한다.
- 5) 실생활과 관련된 주제를 중심으로 학생의 흥미를 제고한다.

라. 교수 학습 방법

- 1) 창의성 신장을 위한 지침을 추가한다.
- 2) 심화·보충 학습 관련 부분은 내용에 제시하지 않고, 교수·학습 방법 측면에서 교사가 수준별 학습을 지도할 수 있도록 진술한다.
- 3) 자유 탐구에 대한 내용을 처음 도입하고 지도 방법을 구체적으로 제시한다.
- 4) 과학 글쓰기와 토론을 추가한다.

2. 관련 단위 분석

가. 단위

학년	초등학교 6학년 2학기
단원	4. 연소와 소화
주제	<ul style="list-style-type: none"> • 초가 탈 때 나타나는 현상 관찰하기 • 초의 연소와 공기의 흐름 이해하기 • 물질의 발화점에 대하여 알아보기 • 물질의 연소 전후의 변화 관찰하기 • 소화의 방법 이해하기
쪽수	교과서 136~147쪽, 실험관찰 64~73쪽

나. 단원 학습 내용

- 1) 연소 시 산소가 있으므로 연소되는 것을 실험을 통해 설명할 수 있다.
- 2) 공기 중에 산소의 양을 관찰하고 설명할 수 있다.
- 3) 향의 연소 시 연기의 흐름을 관찰하고 대류를 설명할 수 있다.
- 4) 연소로 인해 생기는 새로운 물질을 실험을 통해 확인 할 수 있다.

다. 단원 학습 계열

선수학습	이 단원의 학습	후속학습
과학(3)	과학(6-2)	과학(10)
<p>▣ 액체와 기체</p> <p>- 액체와 기체의 개념</p>	<p>■ 연소와 소화</p> <p>-물질이 탈 때 나타나는 현상</p> <p>-연소의 정의 및 연소의 필요한 조건</p> <p>-연소와 소화의 관련성</p> <p>-화재의 발생 시 대처 요령과 소화기 사용법</p>	<p>▣ 여러 가지 화학 반응</p> <p>-화학 반응 전후 물질의 화학적 변화</p>
과학(4)		
<p>▣ 물의 상태 변화</p> <p>- 물의 상태 변화</p>		
과학(6)		
<p>▣ 여러 가지 기체</p> <p>- 산소와 이산화탄소의 성질</p>		

라. 단원 지도상 유의점

- 1) 이 단원의 실험은 주로 불을 사용하기 때문에 화재가 나지 않도록 주의하며, 화재가 날 것을 대비하여 미리 물걸레나 소화기 등을 준비하여 실험하도록 한다. 또한 드라이아이스는 맨손으로 만지지 않도록 주의한다.
- 2) 공기의 양에 따른 초의 연소 시간 비교 실험과 물체가 타기 시작하는 온도를 비교하기 위한 실험 설계 시 변인 통제의 필요성을 인식하게 한다.
- 3) 물질이 연소한 후에는 연소된 물질과는 성질이 다른 새로운 물질이 만들어진다는 것에 초점을 맞추어 학습할 수 있도록 지도한다.
- 4) 소화기 사용 방법을 알고, 직접 사용해 봄으로써 화재 발생 시 학생들이 직접 사용할 수 있는 능력을 갖게 한다.
- 5) 증거물이나 감식 지표를 활용하여 산불의 진행 방향을 추리하게 한다.

Ⅲ. 기구 개발 과정 및 실태분석

1. 기구 개발 과정

기구 개발 구상 및 제작 과정	시기(2012년)						
	3	4	5	6	7	8	9
기존 자료의 문제점 분석 및 대안 구상	↔						
선행자료·참고자료 검토 및 계획서 작성	↔						
실험 기구 구안 및 개발		↔					
실험 기구 제작 및 실험			↔				
전공 지도위원 자문 후 기구 수정 보완					↔		
실험 기구 적용 및 검증						↔	
보고서 작성 및 수정 보완						↔	
실험기구, 보고서 오류 점검 및 최종본 제출						↔	
실험기구 제작 최종 점검 및 발표 준비						↔	

2. 실태 분석

본 자료 적용 대상 학생과 지도 교사의 실태를 분석하기 위하여 설문지 조사를 실시하였다.

가. 실태분석 방법

[표 1]

< 실태 분석 방법 >

대상	실태 분석 내용	도구	조사대상	시기	처리방법
학생	<ul style="list-style-type: none"> • ‘연소와 소화’ 단원의 흥미도 • 실험, 탐구에 대한 흥미도 • 실험, 탐구에 대한 이해도 	자기 평가 설문지	본교 6학년 25	2012. 4	문항별 응답률을 백분율로 환산
교사	<ul style="list-style-type: none"> • ‘연소와 소화’ 단원 지도상의 애로점 • 연소 지도의 문제점 • 교과서 실험 자료의 문제점과 개선점 	설문지	교사 20명	2012. 4	문항별 응답률을 백분율로 환산

나. 실태 분석 결과

[표 2]

<교사 실태 분석 결과>

분석 내용		분석 결과						
• 단원 지도상의 애로점	교재내용이 어려움	20%	실험 관찰 자료가 부족함	35%	실험 관찰이 정확하지 않고 어려워져 개념 암기위주로 지도함	20%	학생 흥미도 관심 저하	25%
• 연소와 소화 관찰 지도상의 문제점	탐구방법을 제대로 지도할 수가 없음	20%	학생들의 관찰 및 탐구가 미흡함	38%	재미있게 관찰, 탐구할 수 있는 자료가 필요함	42%	문제없음	0%
• 교과서 실험 자료의 문제점과 개선점 (자유 서	▶ 흥미로운 실험 단원임에도 실험관찰 자료가 부족하여 개념 위주로 소홀히 다루어지고 있으며 학생 흥미도가 낮은 편임 ▶ 교과서의 실험 자료가 너무 간단하여 효과적인 탐구방법 지도에 다양한 실험 자료가 필요함 ▶ 연소 시 산소가 필요하다(없어진다)는 현상을 관찰 할 수 있는 실험 기구가 필요함							

[표 3] <학생들의 연소와 소화 관찰 수업에 대한 실태 분석> (N=25)

설 문	응 답	결 과	
		N	%
1. '연소와 소화' 단원의 실험과 탐구를 잘 할 수 있었나?	① 그렇다	7	28
	② 보통이다	10	40
	③ 그렇지 않다	8	32
2. 교과서 '연소와 소화'를 통한 실험은 재미있게 효과적으로 잘 되었나요?	① 그렇다	6	24
	② 보통이다	12	48
	③ 그렇지 않다	7	28
3. 연소시 산소가 필요함을 실험을 통해 알 수 있었는가?	① 그렇다	8	32
	② 보통이다	7	28
	③ 그렇지 않다	10	40
4. 대류현상(공기의 흐름)을 잘 알고 설명할 수 있는가?	① 그렇다	6	24
	② 보통이다	8	32
	③ 그렇지 않다	11	44
5. 실험, 탐구할 수 있는 재미있는 다양한 실험기구가 필요하다고 생각하나?	① 그렇다	17	68
	② 보통이다	4	16
	③ 그렇지 않다	4	16

다. 학생들의 실태 결과에 따른 문제점 분석

- 1) 연소와 소화 단원의 탐구능력과 태도 신장을 위한 효과적인 실험기구의 개발이 필요하다.
- 2) 대류현상(공기의 흐름)을 잘 이해하고 설명 할 수 있도록 학습하기 위한 추가 실험기구의 개발이 필요하다.
- 3) 학생들은 연소와 소화 단원에서 재미있게 효과적으로 실험하고 탐구할 수 있는 다양한 실험기구 개발이 필요하다

IV. 기구 개발의 실제

1. 기존 교과서의 실험 기구

가. 촛불을 집기병으로 덮고 관찰하기

현행 교과서 및 교사용지도서의 초의 연소 지도 방법

학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 초가 연소하기 위해서 산소가 필요하다는 것을 설명할 수 있다. • 공기의 양에 따른 연소 시간을 비교할 수 있다. • 촛불이 잘 타기 위해서는 공기의 흐름이 중요하다는 것을 설명할 수 있다.
준비물	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 초, 고무찰흙, 점화기, 집기병, 모양은 같고 크기가 다른 아크릴 통 2개
실험방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) 고무찰흙으로 초를 고정하고 촛불을 켜 다음, 집기병으로 덮으면 불꽃이 어떻게 되는지 관찰하여 봅시다. 2) 초 두 개에 불을 붙인 다음, 크기가 다른 아크릴 통으로 촛불을 덮어 봅시다. 크기를 다르게 하는 까닭을 생각하여 보고, 촛불이 꺼지는 데 걸리는 시간을 비교하여 봅시다.
관찰 내용 및 기록방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) <그림1> 촛불을 집기병으로 덮었을 때, 불꽃이 꺼지는 까닭을 설명하여 봅시다. 2) <그림2> 아크릴 통의 크기를 다르게 했을 때, 촛불이 꺼질 때까지 걸리는 시간이 다른 까닭을 설명하여 봅시다.



<그림1> 촛불을 집기병으로 덮었을 때
게 했을 때



<그림2> 아크릴 통의 크기를 다르



지도상의 문제점

- 1) 초가 연소하기 위해서 산소가 필요하다는 것을 정확히 이해하기 어렵다.**
 - 집기병 속에 공기(산소)의 존재를 가시적으로 확인할 수 없으므로 초가 연소하기 위해서 산소가 필요하다는 것을 정확히 인지하지 못하고 오개념을 가질 수 있다.
- 2) 일정한 크기의 2개의 아크릴 통 실험으로 정확한 연소시간 측정이 어렵다.**
 - 바닥면 사이가 밀폐되지 않으면 공기가 유입될 수 있어 불이 꺼지는 시간이 다를 수 있다. 또 초의 굵기와 길이, 심지의 크기 등 변인 통제가 제대로 되지 않을 경우 시간 측정이 정확하지 않을 수 있다.
- 3) 집기병 실험시 안전 사고의 위험(화상)이 있다.**

집기병을 손으로 잡고 촛불을 덮고 가열된 집기병을 들게 됨으로서 화상의 위험이 있다.
- 3) 과학에 대한 다양한 호기심과 창의성을 신장하기 위한 자료가 필요하다.**
 - 초등학교 발달단계에서 가장 높은 학년과 과학교과서의 마지막 단원에서 다루어지므로 보다 흥미와 호기심을 유발하고 탐구능력을 신장할 수 있는 기구가 필요하다.

나. 촛불이 꺼지지 않고 계속 탈 수 있는 구멍의 위치 찾아보기(연소와 대류)

현행 교과서 및 교사용지도서의 연소 지도 방법

준비물	<ul style="list-style-type: none"> ▸ 구멍 뚫린 아크릴 통, 셀로판테이프, 향, 보안경, 고무관
실험방법	<p><그림3>아크릴 통 속의 촛불이 꺼지지 않고 잘 탈 수 있는 까닭을 공기의 흐름과 관련지어 설명하여보자.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 구멍 뚫린 아크릴 통을 셀로판테이프로 막습니다. 2) 셀로판테이프를 하나씩 떼면서 아크릴 통에서 촛불이 꺼지지 않고 계속 탈 수 있는 구멍의 위치를 찾습니다. 3) 찾은 구멍 가까이에 향불을 대 보고, 향 연기의 움직임을 관찰하여 그림을 그려 봅시다.
관찰 내용 및 기록방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) 아크릴 통 속의 촛불이 꺼지지 않고 잘 탈 수 있는 까닭을 공기의 흐름과 관련지어 설명하여 봅시다. 2) 낙엽을 태우거나 아궁이에 불을 붙일 때, 바람을 불어 넣어 불씨를 살리는 까닭을 설명하여 봅시다.



지도상의 문제점

- 1) 공기의 양을 조절하거나 공기의 흐름 확인이 어렵다.**
 - 촛불이 잘 탈 수 있는 두 개의 구멍 중 아래쪽 구멍의 위치가 촛불의 위치 보다 아래쪽 혹은 위쪽 등 다양하지 않아 대류현상을 정확히 이해하는데 혼란이 있다.
- 2) 공기의 흐름(대류현상)의 설명을 위한 기초 지식 설명이 어렵다.**
 - 교실 천정은 아파트 천정 보다 높은 이유, 옛날 집이 천정이 낮은 이유 등 생활과 관련지어 설명할 기초 지식이 부족하다.
- 3) 굴뚝을 높이 하는 이유를 설명하기 어렵다.**
 - 옛날 주택에서 아궁이는 낮은 곳에 있고, 굴뚝은 높이 설치하는 이유를 설명할 기초 지식이 부족하다.

2. 개발한 실험 기구

개발 하나

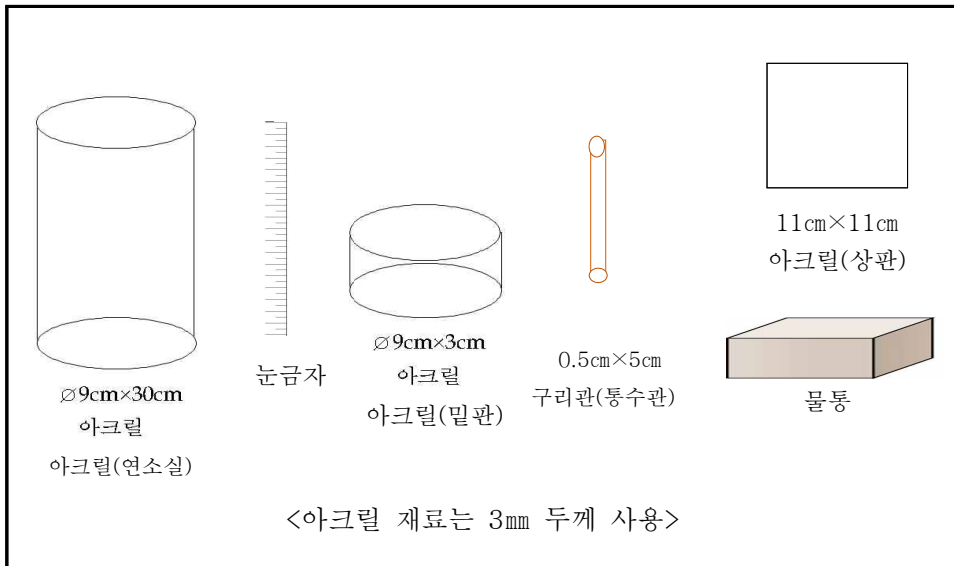
초의 연소시 산소량을 측정하는 실험 기구

가. 준비물

- 원통아크릴 $\varnothing 9\text{cm} \times 30\text{cm}$ 크기 1
- 원통아크릴 $\varnothing 9\text{cm} \times 3\text{cm}$ 크기 1, 아크릴 판 $11\text{cm} \times 11\text{cm}$ 1,
- 구리관 $\varnothing 0.5\text{cm} \times 5\text{cm}$ (물 통수관) 1
- 높이 5cm 정도의 양초 1, 라이트 1
- $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 10\text{cm}$ (높이)의 물통 1
- 붉은 색 물감, 1리터 물, 종이 찰흙 적당량(밀폐용)
- 30cm 종이 눈금자 1, 아크릴용 접착제 1, 오공본드 1
- 색연필 1, 향불용 향 3가닥

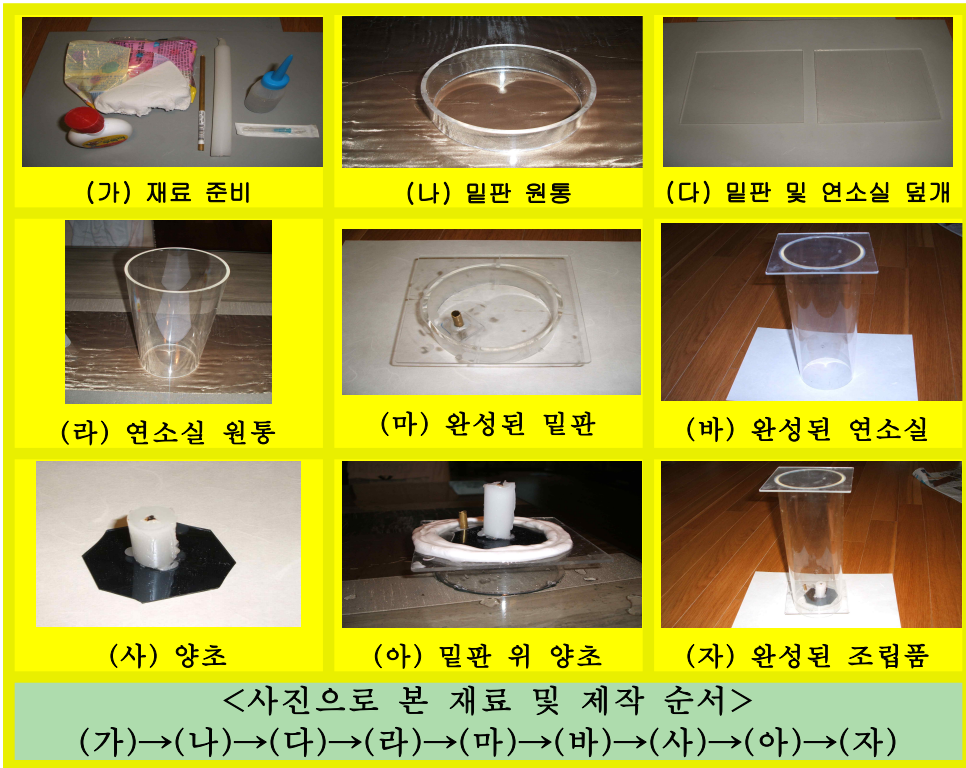
나. 제작방법

- 1) 기구의 부품 설계도를 그린다.



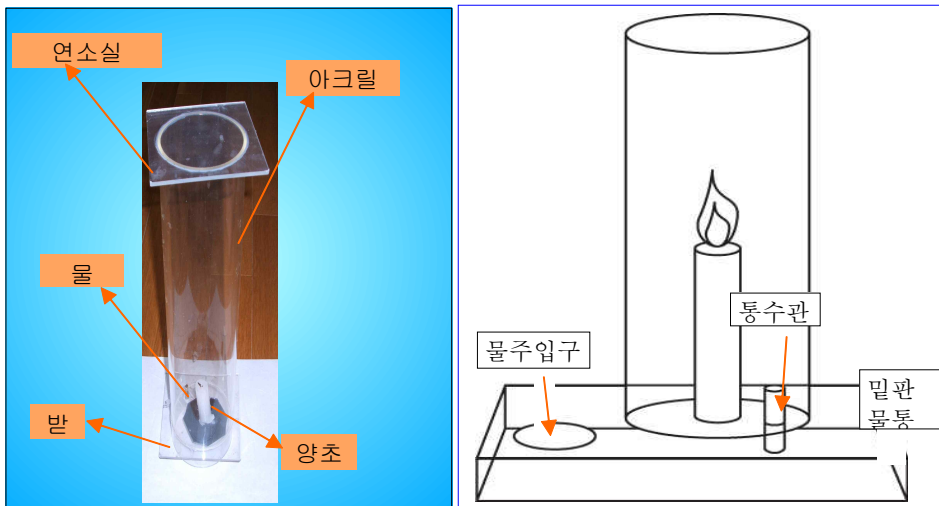
<그림 4> 개발 실험기구 설계도

- 2) 연소에 의한 변화를 관찰 할 수 있도록 투명 아크릴을 재료로 사용한다.
- 3) 아크릴, 구리관 등의 재료를 이용하여 설계도의 도면 크기에 따라 잘라 각 부품을 준비한다.
- 4) 연소를 시킬 수 있는 공간을 확보하기 위하여 아크릴 원통($\varnothing 9\text{cm} \times 30\text{cm}$)의 한쪽 면에 아크릴판($11\text{cm} \times 11\text{cm}$)을 아크릴 접착제로 부착한다. 그리고 공기가 새지 않게 밀폐시키기 위해 접착 부분에 오공본드로 확인 접착하여 연소실을 만든다.
- 5) 연소실은 윗면만 밀폐되어 있어, 밑면과 연소실을 밀폐시켜줄 아크릴 밑판 만든다. 아크릴판($11\text{cm} \times 11\text{cm}$)에 아크릴 원통($\varnothing 9\text{cm} \times 3\text{cm}$)을 아크릴 접착제로 부착한다. 아크릴 원통 부착은 아크릴 밑판의 강도를 높이기 위해서 부착한다.
- 6) 밀폐된 연소실의 양초가 타면서 산소가 연소되어 줄어드는 산소만큼 물을 구리관을 통해서 연소실로 흡수할 수 있도록 아크릴 밑판에 $\varnothing 0.5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 인 구리 관을 끼워 연소실로 물을 흡수할 수 있도록 한다.
- 6) 연소 시 연소실에 공기가 들어오지 못하도록 밑판에 고무 찰흙으로 연소실과 밑판을 밀폐시킨다.
- 7) 양초를 밑판에 고정시킬 수 있는 $4.5\text{cm} \times 4.5\text{cm}$ 크기 아크릴판을 만들고 양초를 녹여 아크릴판 위에 양초를 고정시킨다.
- 8) 산소가 줄어드는 만큼 붉은색 물감이 연소실에 공급될 수 있는 $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 10\text{cm}$ (높이)의 통을 준비한다.
- 9) 연소실에 붉은색 물감이 흡수된 양을 측정할 수 있게 종이 눈금자 2개를 만들어 코팅하여 양쪽에 붙인다(부피와 높이 측정 눈금자).
- 10) 학생들에게 흥미와 신기함을 불러일으킬 수 있도록 투명 아크릴과 눈에 잘 구별되는 붉은 색 물감을 사용하였다.



<그림 5> 개발 실험기구 제작 순서

다. 개발 실험기구 명칭 및 설계도



<그림 6> 개발 실험기구 모양과 명칭

개발 실험기구 설계도

라. 실험·관찰 방법

- 1) 물감 그릇에 받침대 흡수관이 충분히 물에 잠길 정도의 붉은색 물감을 그릇에 붙는다.
- 2) 붉은색 물감 위에 받침대를 올려놓는다.
- 3) 양초를 고정시킨 플라스틱을 받침대 위에 놓는다.
- 4) 양초에 불을 붙인다.
- 5) 받침대 위에 연소실과 받침대를 밀폐시키기 위해 고무찰흙을 잘 편다.
- 6) 양초를 연소실로 덮는다.(연소실과 받침대 사이를 잘 밀봉되게 연소실을 살짝 눌러 준다.)
- 7) 연소실의 촛불이 약해지면서 연소실로 붉은 물감이 흡수된다.
- 8) 양초에 불을 붙인 다음부터 관찰 사항을 기록지에 기록한다.

마. 개발 실험기구로 초의 연소 관찰 모습



<그림10> 연소되는 산소 양과 물기둥의 높이 측정

<p><실험소감문> 선생님께서 직접 만드신 연소실험기구로 실험을 하였다. 훌륭한 실험기구였다. 물통 안의 유리판위에 놓은 초에 불을 붙이고 아크릴 통으로 덮었더니 촛불이 꺼지면서 옆에 있던 짧은 가는 관으로 물이 빨려 들어왔다. 참 신기했다. 이 실험을 한 결과, 불은 산소가 있어야 된다는 사실을 알게 되었다. 내 생각에는 산소가 주던 압력으로 인해 관이 있어도 들어 올 수 없었던 물이 산소가 사라지자 물이 올라온 것이라는 생각이 든다. 그럼 이산화탄소는 압력을 주지 않는지의 문이 들기도 하다. - 김** -</p>	<p>물감실험은 처음 해보는 것이다. 참 신기했다. 물통에 빨간색 물을 조금 넣었다. 그 위에 양초를 세우고 촛불을 켜다. 그리고 촛불위에 관을 덮으니 물이 올라오고 촛불은 이미 꺼져 있었다. 그리고 한번 올라온 물은 다시 빠져나오지 않았다. 나는 이 실험을 몇 번 반복했지만 결과는 똑같았다. 공기가 생각해보니까 불이 꺼지는 이유는 산소가 없기 때문이다. 그럼 산소가 연소되면 진공이 되면 불려올 원리처럼 물체가 빨려들어간다. 이 현상은 진공과 비슷해서 물이 차오르는 이유는 연소 동안이 진공이 되었기 때문인 것 같다. 이 실험은 정말 신기했고 집에서 또 다시 해보고 싶었다. - 정** -</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<표4>

연소 관찰 학습지(1)

연소로 공기는 얼마나 줄어들까요?			
단원	4. 연소와 소화	차시	/
학습주제	연소에서 산소가 얼마나 연소되나 알아보기	학습모형	발견학습모형
학습목표	연소실에 촛불이 연소하면서 얼마나 많은 산소가 연소 되었는지 알 수 있다.		
준비물	연소실, 촛불, 붉은 물감		

활동 안내

- ▶ 연소실과 촛불 받침대와 밀폐되었는지 확인하기
- ▶ 연소실 안의 양초에 불을 붙이고, 연소된 산소만큼의 물이 흡수되는지 확인하기
- ▶ 흡수한 물의 양을 측정하여 연소실 안에 있었던 산소의 양 알아보기

실험 방법

1. 흡수될 물을 쉽게 알아 볼 수 있게 붉은 물감을 넣어 붉은 물을 만든다.
2. 양초를 놓은 밀판에 고무 찰흙을 평탄하게 잘 펴 놓는다.
3. 밀판과 밀판 위에 양초를 붉은 색의 물이 담긴 그릇의 물 위에 놓는다.
4. 밀판 위의 양초에 불을 붙이고 불이 세질 때 까지 기다린다.
5. 불이 세지면 밀판 위에 한쪽이 밀폐된 연소실로 덮는다.
6. 일정한 수초만 지나면 밀판에 있는 구리관을 통해 붉은 색의 물감이 연소실로 흡입된다.
7. 연소실에 산소가 완전 연소되면 연소실의 붉은 물감의 높이를 측정한다.

실험 결과

산소의 양 측정 결과

연소실과 밀판 사이의 밀폐 재료로 고무 찰흙을 이용하면서 연소실을 눌러 주었을 경우 연소실에 산소가 얼마나 연소된 것으로 나타나는지 측정해 봅시다..

결과 정리

밀판 밑에 있는 붉은 색의 물이 어떻게 연소실로 올라 왔는지 생각해 봅시다.

개발 실험기구로 관찰 후 소감

심화 탐구 문제

공기 중에 포함된 산소는 약 21%입니다. 정확하게 빨간 물이 올라 오지 않는 이유를 좀 더 알아보시다.

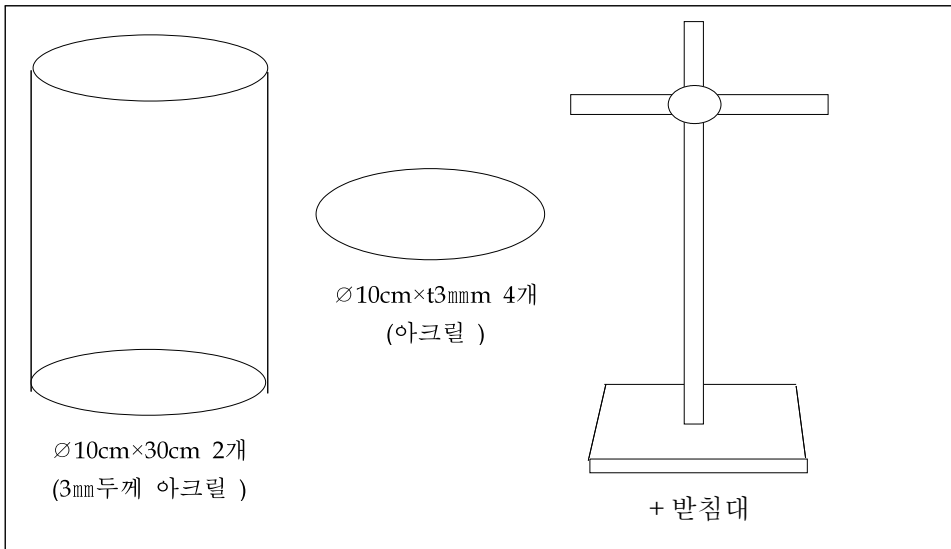
개발 들 **연소와 산소**

가. 준비물

- 원통아크릴 $\varnothing 10\text{cm} \times 30\text{cm}$ 크기 2
- 아크릴 판 $\varnothing 10\text{cm} \times t 3\text{mm}$ 크기 2
- 원통아크릴 $\varnothing 10\text{cm} \times t 3\text{mm}$ 크기 2(연소실 뚜껑)
- 아크릴용 접착제 1, 오공본드 1, 밀폐용 고무찰흙 약간
- 향, 라이트 1, 높이 10cm정도의 양초 2
- +받침대 1
- 산소 발생기 1, 이산화탄소 발생기 1

나. 제작방법

1) 기구의 설계도를 그린다.



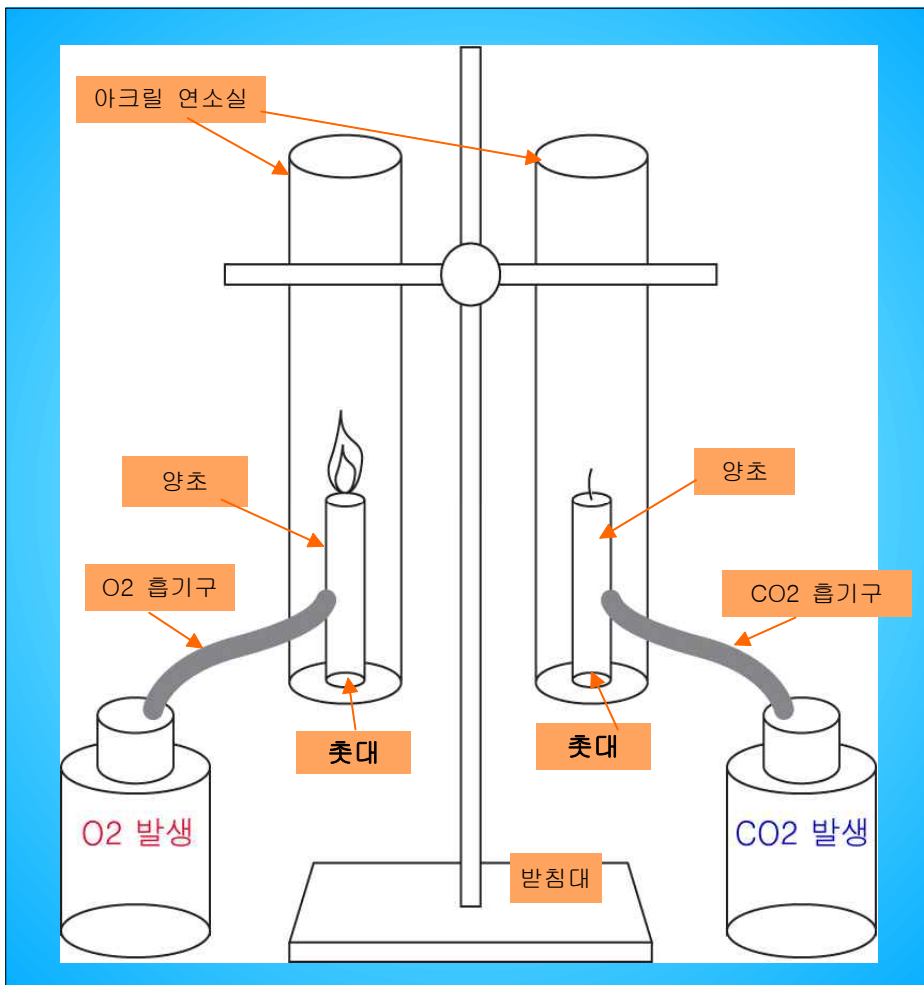
<그림 6> 개발 실험기구 설계도

- 2) 연소에 의한 변화를 관찰 할 수 있도록 투명 아크릴 재료를 사용한다.
- 3) 아크릴 원통 및 판재를 이용하여 설계도의 도면에 따라 잘라 각 부품을 준비한다.
- 4) 연소실 공간을 확보하기 위하여 아크릴 원통($\varnothing 10\text{cm} \times 30\text{cm}$)의 한쪽 면

에 아크릴판($\varnothing 10\text{cm} \times t 3\text{mm}$)을 접착제로 부착한다. 그리고 공기가 새지 않게 접착 부분에 오공본드로 확인 접착하여 연소실을 만든다.

- 5) 촛불을 넣고 연소실을 밀폐 시켜줄 아크릴 뚜껑을 고무찰흙으로 밀폐 시킨다.
- 6) 한쪽 연소실은 양초 연소 시 산소 발생기로 산소를 공급되게 한다.
- 7) 다른 한쪽 연소실은 양초 연소 시 이산화탄소 발생기로 이산화탄소를 공급되게 한다.

다. 실험기구 특징과 설명



<특징>

- 1) 연소실 한쪽은 산소를 공급한다(예:이산화망가니즈+뭍은 과산화수소)
- 2) 연소실 다른 한쪽은 이산화탄소를 공급한다(예:드라이아이스).
- 3) 촛불을 넣은 후 고무 찰흙으로 뚜껑을 밀폐시킨다.

☞ 교과서의 실험기구는 촛불이 연소하는 데 공기가 필요하다는 정도로 학생들이 인지한다. 하지만 연소에는 공기가 필요한 것이 아니라 엄밀하게 말하면 산소가 필요하다. 본 연구자가 만든 실험기구는 연소시 산소가 필요하고 이산화탄소는 소화 작용한다는 것을 쉽게, 재미있게, 정확한 관찰을 가지적으로 가능하게 한다. 따라서 연소와 소화에 대한 학생들에게 오개념이 아닌 바른 개념을 가지도록 하는 실험기구이다.

라. 실험 방법

- 1) 한쪽 연소실에 초를 촛대에 꽂은 다음 불을 붙인 다음 밀폐시킨다.
- 2) 다른 쪽 연소실에도 초를 촛대에 꽂은 다음 불을 켜고 밀폐시킨다.
- 3) 산소를 발생시키고 고무관을 연결한다.
(예: 이산화망가니즈 + 뭍은 과산화수소수,
감자 또는 오이+ 뭍은 과산화수소수 등 이용)
- 4) 다른 한쪽 연소실에는 이산화탄소를 공급한다.
(예: 드라이아이스)
- 5) 어느 쪽 촛불이 꺼지지 않고 계속 타는지 관찰한다.
- 6) 어느 쪽 촛불이 꺼지는지 관찰한다.
- 7) 관찰 및 탐구한 과정과 결과를 활동지에 기록한다.

[실험 소감문]

나는 3차시 이번 연소 실험에서 가장 기억에 남는 실험은 산소발생장치를 이용한 실험이다. 이산화망가니즈에 뭍은 수산화나트륨을 섞으면 산소가 발생된다는 게 신기했다. 산소발생장치를 이용한 이 실험에서 연소하는 데 필요한 것은 공기 중에서도 산소기체라는 것을 좀 더 정확히 알게 되었다.

그리고 고체 드라이아이스가 공기 중에서 기체로 변화되어 촛불을 꺼지게 했다. 새로운 사실을 알았다. 드라이아이스가 고체덩어리 인지는 몰랐다.

나는 이번 연소 실험들에서 다른 애들보다 1단계 더 나간 느낌이 들었다. 앞으로는 과학을 글로 말고 실험으로 했으면 더 좋겠다. 또 교과서 실험이외의 실험을 해보니까 훨씬 재미도 있어서 좋았다.

- 임 ** -

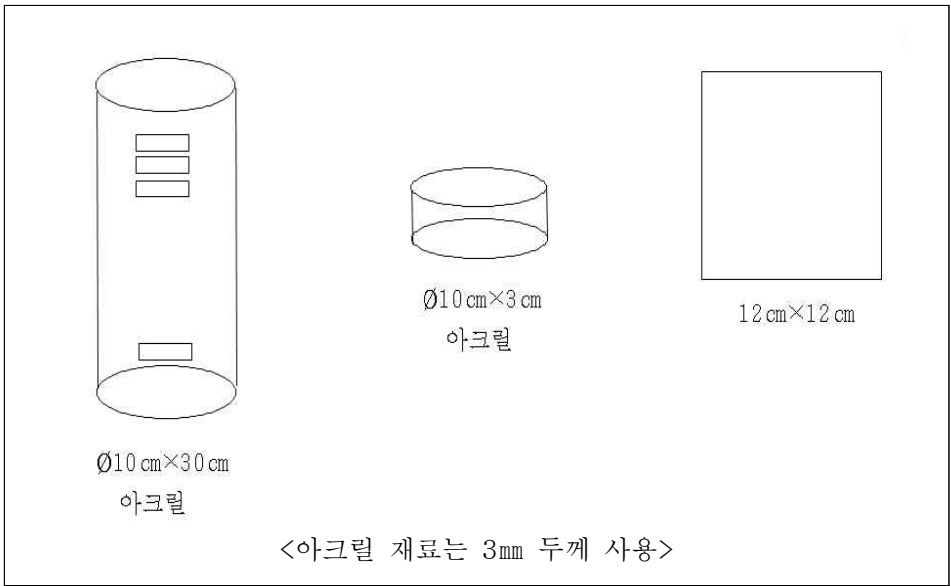
개발 셋 **대류 현상(공기의 흐름)**

가. 준비물

- 원통아크릴 $\varnothing 10\text{cm} \times 30\text{cm}$ 크기 1
- 원통아크릴 $\varnothing 10\text{cm} \times 3\text{cm}$ 크기 1, 아크릴 판 $12\text{cm} \times 12\text{cm}$ 1
- 아크릴용 접착제 1, 오공본드 1
- 향, 라이트 1, 높이 10cm정도의 양초 1
- $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 10\text{cm}$ (높이)의 물통 1
- 종이 찰흙 적당량(밀폐용), 스카치 매직테이프(3M)

나. 제작방법

1) 기구의 설계도를 그린다.



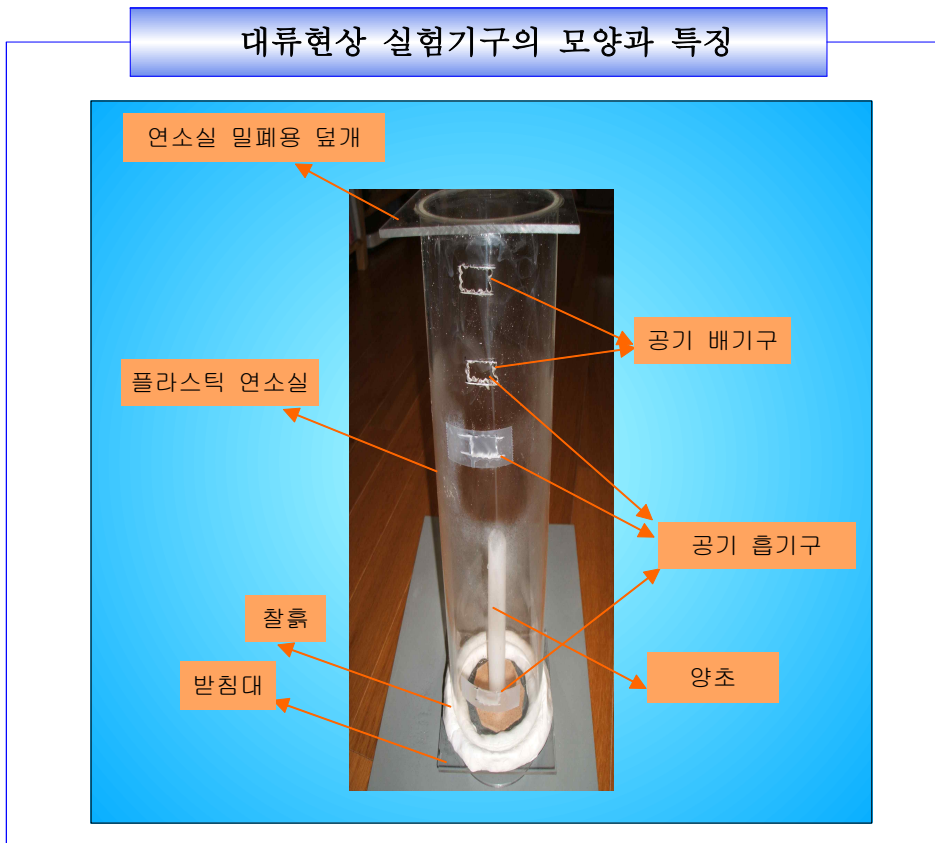
<그림 8> 개발 실험기구 설계도

- 2) 연소에 의한 변화를 관찰 할 수 있도록 투명 아크릴 재료를 사용한다.
- 3) 아크릴, 구리관 등의 재료를 이용하여 설계도의 도면에 따라 잘라 각 부품을 준비한다.
- 4) 연소실 공간을 확보하기 위하여 아크릴 원통($\varnothing 10\text{cm} \times 30\text{cm}$)의 한쪽 면에 아크릴판($12\text{cm} \times 12\text{cm}$)을 접착제로 부착한다. 그리고 공기가 새지 않

게 접착 부분에 오공본드로 접착하여 연소실을 만든다.

- 5) 연소실과 밀폐시켜줄 아크릴 밀판을 만든다. 밀판인 아크릴판(12cm×12cm)에 밀판을 받쳐 줄 아크릴 원통(∅10cm×3cm)을 접착제로 부착한다.
- 6) 양초 연소로 산소가 연소되면 공기가 흡입되어야 한다. 연소실에 공기가 흡입 및 배기될 수 있는 통로를 각 2개씩 만들어 준다.
- 7) 연소 시 연소실에 공기가 들어오지 않도록 밀판에 고무 찰흙으로 밀폐시킨다.
- 8) 양초를 붙일 수 있는 아크릴판(4.5cm×4.5cm)을 만들고 양초를 녹여 아크릴판 위에 양초를 고정시킨다.

다. 실험기구 특징과 설명



<그림9> 대류현상 실험기구의 모양과 특징

- 1) 흡기구를 연소실의 양초보다 아래쪽과 양초보다 위쪽에 설치한다.
- 2) 배기구도 아크릴 덮개 쪽에 두 곳을 만든다.
- 3) 스카치 매직테이프로 흡기구 및 배기구를 막아서 연소 시 공기의 다양한 흐름을 관찰할 수 있게 제작하였다.
 - ☞ 교과서의 실험자료는 구멍이 위쪽, 아래쪽 두 군데가 주어져 있기 때문에 학생들이 다양한 사고와 실험의 기회가 주어지지 않는다. 연구자가 고안한 실험 자료는 구멍이 네 곳에 주어져서 호기심을 유발하고 관찰, 추리, 변인 통제, 결론 도출, 의사소통 등의 탐구의 활동을 할 수 있다.

2) 아크릴을 이용한 대류현상 실험하기

가) 환기구 중 가운데 2곳만 밀폐 시 변화



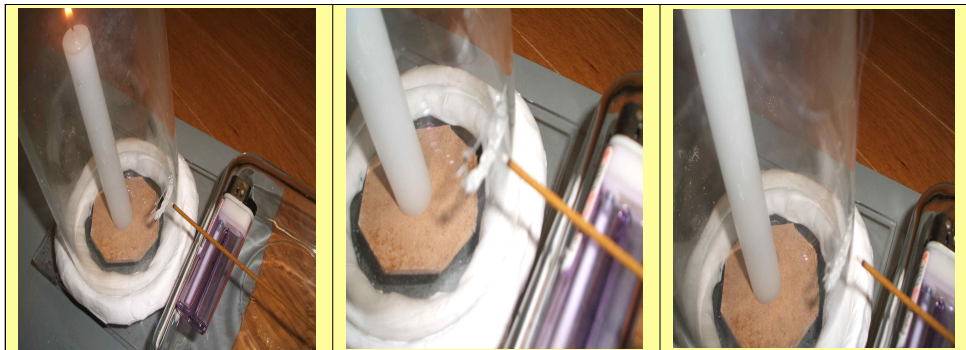
<그림10>가운데 2곳 밀폐 시 대류현상

나) 환기구 중 아래쪽 2곳만 밀폐 시 변화



<그림11> 아래쪽 2곳 밀폐 시 대류현상

다) 환기구 가운데 2곳 밀폐 후 향의 연기 흐름 관찰






<그림12> 연소시 대류현상 관찰

라. 실험 방법

- 1) 아래 받침대 위에 양초를 붙인다.
- 2) 연소실과 아래 받침대가 밀폐되게 고무 찰흙으로 공기가 스며들지 않게 한다.
- 3) 연소실에 양초 보다 낮은 곳에 흡기구와 양초 보다 높은 위치에 흡기구를 만든다.
- 4) 스카치 매직테이프로 양초 보다 위쪽 흡기구를 막고 연소시켜본다.
- 5) 스카치 매직테이프로 양초 보다 아래쪽 흡기구를 막고 연소시켜 본다.
- 6) 양초 보다 위쪽 흡기구에 스카치 매직테이프로 막고 아래쪽 흡기구 향불 연기를 가까이 대어 본다.

대류 현상 학습지(2)

<표5>

공기 중에 대류 현상은 어떻게 일어 날까요?			
단원	4. 연소와 소화	차시	/
학습주제	공기 중에 대류현상은 왜 일어날까 알아보기	학습모형	발견학습모형
학습목표	연소실 안에 촛불로 인해 향의 연기가 위로 올라가는 것을 알 수 있다		
준비물	대류현상 실험기구		
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">활동 안내</div> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 한쪽이 밀폐된 연소실에 촛불보다 아래쪽에 1개와 위쪽에 3개의 환기구 설치하기 ▶ 촛불을 붙이고 밀판과 연소실 사이에 고무찰흙으로 밀폐시키기 ▶ 4개의 환기구 중 2곳에 스카치 매직테이프로 밀봉하고 연소실의 촛불 관찰하기 ▶ 환기구 중 가운데 2곳을 스카치 매직테이프로 밀봉하고 연소실의 촛불 관찰하기 ▶ 환기구 중에서 아래 2곳을 스카치 매직테이프로 밀봉하고 연소실의 촛불 관찰하기 			
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">실험 방법</div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 환기구가 4개인 연소실과 밀판에 고무 찰흙을 부착하여 연소실을 밀폐시킨다. 2. 환기구 가운데 2곳을 스카치 매직테이프로 밀봉하고 촛불의 상태를 관찰한다. 3. 환기구 아래쪽 2곳을 스카치 매직테이프로 밀봉하고 촛불의 상태를 관찰한다. 4. 촛불을 붙이고 환기구 중 가운데 2곳을 밀봉 후 향의 연기 흐름을 관찰한다. 5. 촛불을 붙이고 환기구 중 아래쪽 2곳을 밀봉 후 향의 연기 흐름을 관찰한다. 			
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">실험 결과</div> <ol style="list-style-type: none"> 1) 촛불을 붙이고 연소실 가운데 2곳을 밀봉하면 촛불 보다 아래쪽에 공기가 유입되고 위쪽으로 배기됨으로 <그림20>과 같이 촛불이 꺼지지 않는다. 2) 촛불을 붙이고 연소실 아래쪽 2곳을 밀봉하면 촛불 보다 위쪽에 공기가 유입되고 그 보다 위쪽으로 배기됨으로 <그림21>과 같이 촛불이 꺼진다. 3) 연소실 가운데 2곳을 밀봉하고 <그림22>와 같이 아래쪽 환기구에 향의 연기를 가져가면 연기는 연소실로 흡입된다. 			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><그림 13>가운데 2곳 밀폐</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><그림14>아래 2곳 밀폐</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><그림15> 공기의 흐름</p> </div> </div>			
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">결과 정리</div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 환기구를 막는 위치에 따라 촛불의 연소 상태가 달라지는 이유를 알아봅시다. <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 2. 촛불 보다 아래쪽의 향의 연기는 잘 흡입되는 이유를 알아봅시다. <hr/>			
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">개발 실험기구로 관찰 후 소감</div> <hr/>			

개발 넷

연소와 대류(공기의 흐름)

가. 준비물

- 두꺼운 나무판자(30cm×20cm×5cm)
- 유리관(30cm×20cm×0.7cm)
- 원통 아크릴 또는 원통 유리관(∅5cm×20cm)
- 양초 2, 코르크 마개 2

나. 제작 방법

- 1) 두꺼운 나무판자를 준비한다.
- 2) 공기가 통할 수 있도록 가운데 곱을 판다.
- 3) 통로 양쪽 부분에 구멍을 뚫고 나무판 위에 덮는다.
- 4) 파놓은 홈을 터널로 하여 한쪽 끝에 촛불을 켜다.
- 5) 유리관을 씌워서 실험을 할 수 있도록 제작한다.

다. 실험 방법과 특징 설명

- 1) 파놓은 홈을 터널로 하여 한쪽 끝에 촛불을 켜다.
- 2) 유리관으로 촛불을 씌운다.
- 3) 코르크 마개를 끼웠다, 뺐다 하면서 연소를 관찰한다.
- 4) 코르크 마개로 양쪽 모두 입구를 막았을 때, 또는 한쪽만 막았을 경우 관찰한다.
- 5) 한 쪽만 유리관을 세웠을 때 유리관 위의 구멍을 닫고 열면서도 관찰한다.

☞ (특징설명)

한 쪽 유리관 위쪽 또는 양쪽, 유리관 아래쪽 구멍을 막거나 열면 공기가 차단 또는 신선한 공기 유입이 자유로와 촛불의 변화를 육안으로 똑똑히 관찰 할 수 있다. 대류현상을 다양한 조건을 주면서, 연소시 필요한 것이 무엇이며 이유를 잘 알 수 있게 된다. 과학적 탐구태도와 능력을 신장시키기 효과적인 실험 기구이다.



<그림16> 연소와 대류 실험 기구로 실험하는 모습

♣ 선생님께서 개발한 새로운 연소실험기구로 실험을 했어요.

스감문

이등민

교과서에서도 단순하고 그다지 재미없는
 집기병과 촛불을 흔들을 커터 집기병만
 덮는 그런 비포적 단순하고 재미
 없는 실험이었는데, 선생님이 제작
 하신 기구로 실험하니깐
 평소에는 관찰해 보기 힘든 그런
 흥미가 있고, 결과가 정말
 로마로마 하게 기다리는 그런 실험
 들을 과학 실험을 하고 싶다.

솔직히 교과서의 실험은 집기병을
 한번 덮고 결과도 번히 얻을수있는데,
 선생님이 실험기구로 실험을
 한것은 결과를 조만하게 알뿐니까
 더욱 과학이 재미있게 됐다.

일러서 과학을 싫어했는데
 오늘 과학으로 과학이 재미있다는
 것을 알게 되었다

선생님께서 만드신 새로운 연소 실험 기구로 실험을 해 보았다. 나무관 자 위에 유리관을 덮고 구멍에 크기가 다른 양초를 세우고 불을 붙인 다음 동시에 유리관을 덮었다. 그 다음 어느 촛불이 먼저 꺼지는지 관찰해 보았다.

나의 예상은 크기가 작은 촛불이 먼저 꺼질 것 같다. 그 이유는 크기가 작은 촛불일수록 더 먼저 꺼질 것 같기 때문이다.

실험 결과는 촛불이 동시에 꺼졌다. 내 예상과는 달랐다. 동시에 꺼지는 미처 생각하지 못했는데 동시에 꺼졌다. 정확한 이유는 뭘까? 궁금하다.

새로운 연소 실험 기구로 실험해 보아서 좋았다. 그리고 전혀 예상하지 못했던 실험 결과가 나와서 놀랐다. 재미있고 교과서에 나온 실험 기구와는 다른 기구로 실험해 봐서 새로웠고 신기했다.

- 이 **-

V. 활용 및 교육적 효과

우리의 생활과 우주를 지배하는 여러 가지 법칙 중에는 초와 관계되지 않은 것이 하나도 없다고 할 정도로 촛불의 물리적·화학적 변화를 관찰하는 것은 과학적 탐구에서 아주 효과적인 학습 주제이다. 6학년 2학기 4단원 연소와 소화 단원의 학습에서 교과서의 제한된 실험 자료와 방법만을 제시하고 있어서 학생들의 흥미, 탐구능력과 태도를 기르기에 미흡하였다.

그러나, 본 연구자가 개발한 실험기구를 활용함으로써 학생들에게 한 자루의 양초에 담긴 물리, 화학의 기초를 이루는 물질의 성질과 산소, 이산화탄소의 특성, 공기와 연소의 관련, 상호 연관성을 쉽고 재미있게 효과적으로 탐구하였다.

첫째, 한 자루에 초에 담긴 물질의 성질을 직접 쉽고, 재미있게 관찰할 수 있었다.

둘째, 연소와 공기의 관련성을 가시적으로 재미있게 정확하게 관찰 및 탐구하게 되었다.

셋째, 산소와 이산화탄소의 특성을 직접 쉽고 재미있게 관찰할 수 있었다.

넷째, 교사가 직접 개발한 실험기구를 활용하여 학생들이 실험함으로써 더욱 관심과 흥미도가 높았다.

다섯째, 교과서에 없는 다양한 추가 또는 심화 실험기구를 접하므로 과학에 대한 탐구태도와 탐구능력을 높이게 되었다.

<참고 문헌>

1. 교육과학기술부(2011), 초등학교 교육과정 해설(IV), 서울, 한솔사
2. 서울특별시교육청(2009), 초등학교 교육과정 편성·운영 지침, 서울, 남주사
3. 교육과학기술부, 한국과학창의재단 국정도서편찬위원회(2011), 과학 6-2 초등학교 교사용 지도서, 서울, 금성출판사
4. 한국교원대학교 자연과학교육연구소(2004), 초등학교 탐구수업지도자료
5. 교육부, 재미있는 과학교실
6. 공창식 외 역(1998). 알기 쉬운 물리학 강의 청범

● 과학실험기구개발대회 ●

빛의 성질 탐구 다용도 암막상자 제작

온정초등학교 교사 | 이삼도



I 기구 개발의 필요성 및 목적

1 기구 개발의 필요성

6학년 1학기 과학시간에 빛의 성질 관련 여러 실험을 하던 중 직관적 사고활동을 할 수 있는 실험 장면이 없고 거의 대부분이 논리적인 사고활동 중심으로 되어 있어 학생들의 이해에 어려움이 있었다. 또한 물체가 보이는 과정을 빛의 진행과 관련지어 설명하기 위해서 교과서 40쪽에 있는 암막 상자를 만들어야 했다. 그런데 교과서에 나와 있는 암막상자를 만들어서 실험을 하다 보니 여러 불편함과 함께 너무 단조롭고 우리 학생들이 탐구해야 할 문제에 대해서 다양한 실험 상황을 만들어 줄 수가 없었다. 그래서 우리가 어떤 과정을 통하여 물체를 보게 되는 것인지를 탐구하는데 좀 더 다양한 실험을 하기 위한 암막상자가 필요했다. 아울러 6학년 1학기 1단원 빛의 직진, 반사, 굴절, 물체가 보이는 과정을 종합적으로 실험할 수 있고 빛의 성질을 보다 더 쉽고, 재미있게 직관적으로 탐구할 수 있는 종합실험기구를 제작할 필요성이 있었다.

2 기구 개발의 목적

본 연구는 초등학생들이 빛의 성질을 보다 더 쉽고 재미있게 직관적으로 탐구하면서 빛의 성질에 관심과 흥미를 갖게 하는 종합실험기구 개발에 목적을 둔다. 이를 달성하기 위한 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 첫째, 교과서의 관찰 방법과 실험기구의 문제점을 정확하게 분석하고
- 둘째, 쉽고 재미있게 직관적으로 탐구할 수 있는 단원 종합실험기구를 개발하여
- 셋째, 빛의 성질에 대한 바른 개념을 갖게 한다.

II 기구 개발의 근거

2012학년도 6학년이 2007 개정 교육과정이 적용되고 있어 2007 개정 과학과 교육과정의 내용과 특징을 분석하여 개정 교육과정의 방향에 맞추어 자료를 개발하였다. 먼저 2007 개정 과학과 교육과정의 특징과 자료적용 단원을 분석하면 다음과 같다.

1 2007 개정 과학과 교육과정의 특징¹⁾

가. 목표

자연현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기른다.

나. 성격

- 1) 과학적 소양을 기르는데 목적을 둔다.
- 2) 학년과 영역 간에 내용의 중복을 피하고 내용의 심화가 체계적으로 이루어지도록 한다.
- 3) 과학에 대한 흥미와 탐구기능을 강화하기 위하여 '자유탐구'를 설정한다.
- 4) 과학적 탐구 능력과 태도의 함양, 의사소통을 강조한다.
- 5) 과학적 사고력과 창의적 문제 해결 능력 함양을 강조한다.
- 6) 과학, 기술, 사회(STS)의 상호관계 파악을 강조한다.

다. 내용

- 1) 내용 수준을 조정하여 발달 단계에 적합한 유의미한 학습경험을 제공한다.
- 2) 나선형 교육과정의 정신을 살리되 내용의 중복을 피하고 학습량을 감축한다.
- 3) 유사한 내용으로 구성된 단원은 통폐합한다.
- 4) 필수 탐구 활동만 제시하고 학교 여건에 따라서 나머지 탐구활동을 수행할 수 있도록 한다.
- 5) 실생활과 관련된 주제를 중심으로 학생의 흥미를 제고한다.

라. 교수 학습 방법

- 1) 창의성 신장을 위한 지침을 추가한다.
- 2) 심화·보충 학습 관련 부분은 내용에 제시하지 않고, 교수·학습 방법측면에서 교사가 수준별 학습을 지도할 수 있도록 진술한다.
- 3) 자유 탐구에 대한 내용을 처음 도입하고 지도 방법을 구체적으로 제시한다.

1) 2007 개정 교육과정 과학과 해설서에서 인용함.

2 관련 단위 분석2)

가. 단위

학년	초등학교 6학년 1학기
단위	1, 빛
주제	·빛의 직진, ·빛의 반사, ·빛의 굴절, ·물체가 보이는 과정
쪽수	교과서 28~40쪽, 실험관찰 8~14쪽

나. 단위 학습 목표

영역	학습 목표
지식	1. 빛의 직진을 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다. 2. 빛의 반사를 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다. 3. 빛의 굴절을 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다. 4. 물체가 보이는 과정을 빛의 진행과 관련지어 설명할 수 있다.
탐구	1. 비늘구멍 사진기를 만들어 빛이 나아가는 방향을 관찰할 수 있다. 2. 잠망경을 만들어 거울에 빛이 반사되어 나아가는 방향을 관찰 할 수 있다. 3. 레이저 포인트를 사용하여 빛의 굴절 현상을 관찰할 수 있다.
태도	1. 빛의 성질로 인한 다양한 현상에 대해 흥미와 호기심을 갖고 탐구하려는 태도를 갖는다. 2. 빛과 관련된 우리 주변 현상에 대해 설명하려고 하는 습관과 태도를 갖는다.

다. 단위 학습 계열

선수학습	이 단원의 학습	후속 학습
과학(3-2)	과학(6-1)	과학(8)
■ 빛의 직진 -빛을 내는 물체와 빛을 내지 않는 물체 -그림자의 크기	■ 빛 -빛의 직진 -빛의 반사 -빛의 굴절 -물체가 보이는 과정	■ 빛과 파동 -평면 거울에 의한 상 -구면경과 구면 렌즈 -빛의 분산과 합성 -파동의 발생과 전파 -종파와 횡파의 차이

2) 2007 개정 교육과정 과학과 해설서와 지도서를 바탕으로 분석함.

라. 단원 지도상의 유의점

1) 이 단원에서는 반사법칙, 굴절법칙 등 정량적인 접근은 하지 않는다. 또한 8학년에서 여러 종류의 거울과 렌즈에 의해 생기는 상에 대하여 다루므로 이 단원에서는 빛의 반사와 굴절 현상의 예를 관찰하기 위해서만 거울과 렌즈를 사용하고, 이때 생기는 상의 크기나 위치 등에 대해서는 다루지 않는다.

2) 물체가 보이는 과정을 설명할 때에는 빛의 진행에 초점을 두며, 구체적인 눈의 구조 및 기능에 대해서는 다루지 않는다. 실험을 할 때에는 밝은 광원을 오랫동안 바라보지 않도록 주의시키고, 레이저 포인터를 다룰 때에는 레이저 빛이 눈에 직접 들어갈 때의 위험을 인식시킴으로써 안전사고에 유의한다.

III 기구 개발 과정 및 실태분석

1 기구 개발 과정

기구 개발 구상 및 제작 과정	시기(2012년)						
	3	4	5	6	7	8	9
기존 자료의 문제점 분석 및 대안 구상	←→						
선행자료·참고자료 검토 및 계획서 작성	←→						
실험기구 구안 및 개발		←→					
실험기구 제작 및 실험			←→				
전공 지도위원 자문 후 기구 수정 보완					←→		
실험기구 적용 및 검증						○	
보고서 작성 및 수정 보완						○	
실험기구, 보고서 오류 점검 및 최종본 제출							○
실험기구 제작 최종 점검 및 발표 준비							○

2 실태 분석

본 자료 적용 대상 학생과 지도교사의 실태를 분석하기 위하여 설문지 조사를 실시하였다.

가. 실태 분석 방법

[표 1] 실태분석 방법

대상	실태 분석 내용	도구	조사 대상	시기	처리방법
교사	▶'빛' 단원 지도상의 애로점 ▶'빛' 단원 실험관찰 지도상의 문제점 ▶교과서 실험자료의 문제점과 개선점	설문지	교사 8명	2012. 4	문항별 응답률을 백분율로 환산
학생	▶'빛' 단원의 흥미도 ▶'빛' 단원 실험관찰 방법 난이도 ▶'빛' 단원 실험결과에 대한 이해도	자기 평가 설문지	본교 6학년 21명	2012. 4	문항별 응답률을 백분율로 환산

나. 실태 분석 결과

[표 2] 교사 실태 분석 결과

분석내용	분석 결과					
	▶단원 지도상의 애로점	교재내용이 어려움	40%	실험관찰이 직관적이지 않아 개념 이해가 어려움	50%	학생 흥미도 저하
▶단원 실험관찰 지도상의 문제점	학생들이 관찰을 제대로 하지 못함	40%	재미있고 쉽게 관찰할 수 있는 기구가 없음	60%	문제 없음	0%
▶교과서 실험 자료의 문제점과 개선점	▶너무 논리적인 실험 위주로 되어 있어서 개념 이해에 어려움이 있음 ▶재미있고 쉽게 직관적으로 관찰할 수 있는 빛의 성질 관찰 기구가 절대적으로 필요함 ▶물체가 보이는 과정 실험 자료가 튼튼하지 않고 조작성 불편하며 물체와 전구의 위치가 고정되어 있어 다양한 사고활동이 어려움					

[표 3] 학생들의 빛의 성질 관찰 수업에 대한 실태 분석(N=21)

설문	응답	내용	결과	
			N	%
1) 쉽고 재미있게 공부하였는가?	① 그렇다.			
	② 잘 이해하기 어려웠다.	17	81	
	③ 매우 어렵다.	4	19	
2) '빛' 단원 가운데 가장 어려운 차시는 무엇인가?	① 빛의 직진			
	② 빛의 반사	6	29	
	③ 빛의 굴절			
	④ 렌즈로 물체보기	5	24	
	⑤ 물체를 보게 되는 과정	10	48	
3) 교과서 속의 '빛의 반사' 실험이 정확하게 잘 되는가?	① 그렇다.			
	② 보통이다.	2	10	
	③ 그렇지 않다.	19	90	
4) 교과서 속의 '빛의 굴절' 실험이 정확하게 잘 되는가?	① 그렇다.			
	② 보통이다.	10	48	
	③ 그렇지 않다.	11	52	
5) 교과서 속의 '물체를 보게 되는 과정' 실험이 정확하게 잘 되는가?	① 그렇다.			
	② 보통이다.			
	③ 그렇지 않다.	21	100	
6) 빛의 성질 관찰을 정확하게 할 수 있는 실험기구가 필요하다고 생각하나?	① 그렇다.	21	100	
	② 보통이다.			
	③ 그렇지 않다.			

다. 학생들의 실태 결과에 따른 문제점 분석


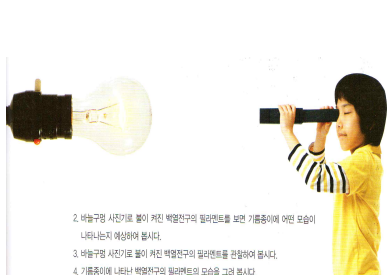
1) 학생들은 80% 이상이 '빛' 단원 특히 빛의 반사와 굴절에 대한 이해도가 낮았으며, 63% 학생들이 가장 어려워하는 차시는 물체를 보게 되는 과정 실험으로 나타났다.

2) 수업 후 개념 인지에 대한 분석 결과 74%가 '보통'이거나 '잘 모르겠다'로 나타나 개념형성을 위해 직관적인 관찰 실험 기구로 더 재미있고 쉽게 가르칠 필요가 있다.

IV 기구 개발의 실제

1 기존(교과서) 실험 기구

가. 빛의 직진 실험

현행 교과서 및 교사용지도서의 빛의 직진 실험	
지도방법	
준비물	·편, 백열전구(스탠드 형), 전개도, 셀로판테이프, 기름종이, 가위, 풀
실험 방법	1) 바늘구멍 사진기 만들기 2) 바늘구멍 사진기로 불이 켜진 백열전구의 필라멘트를 보면 기름종이에 어떤 모습이 나타나는지 예상하여 보자. 3) 바늘구멍 사진기로 불이 켜진 백열전구의 필라멘트를 관찰하여 보자. 4) 기름종이에 나타난 백열전구의 필라멘트의 모습을 그려 보자.
설명 하기	1) 기름종이에 백열전구의 필라멘트가 나타난 모습을 빛의 직진과 관련지어 설명하여 보자. 2) 바늘구멍 사진기로 주변의 물체를 본 다음, 그 가운데 하나를 골라 그림으로 나타내고, 설명하여 보자.
실험 장면	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 1] 바늘구멍사진기 만들기</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 2] 바늘구멍 사진기로 필라멘트 관찰하기</p> </div> </div>



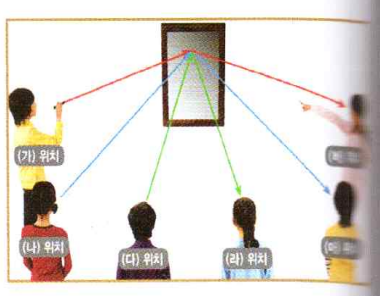
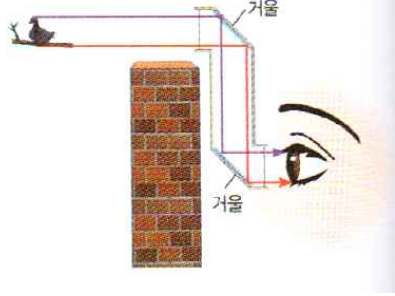
지도상의 문제점

- 1) 교과서의 실험장면이 추론에 의한 논리적인 탐구 활동으로 되어 있다.
- 2) 학생들이 빛의 직진 성질을 직관적으로 보고 느낄 수 있는 실험활동과 실험기구가 필요하다.
- 3) 직관적 실험을 선행하고 논리적인 추론 활동이 있어야 효과적이다.

나. 빛의 반사 실험

현행 교과서 및 교사용지도서의 빛의 반사 실험

지도방법

준비물	·거울, 손전등, 긴 끈 3개, 접착제, 가위, 셀로판테이프, 잠망경 전개도, 플라스틱 거울 2개
실험 방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) 벽에 걸린 큰 거울을 중심으로 반원 형태로 서 보자. 2) 손전등을 들고 있는 학생이 얼굴 높이에서 거울을 향하여 손전등을 켜 보자. 이때, 어떤 학생이 거울에서 반사된 손전등 빛을 보게 되는지 알아보자. 3) 긴 끈으로 빛이 나아간 길을 알아보자. 4) 손전등을 들고 있는 학생을 바꾸어서 실험하여 보자. 5) 빛이 나아가는 길을 화살표로 그려서 설명하여 보자. 6) 플라스틱 거울 두 개와 잠망경 전개도를 이용하여 잠망경을 만들고, 주변의 물체를 관찰하여 보자.
설명 하기	·잠망경으로 주변의 물체를 보면, 물체가 어떤 과정을 통해서 보이는지 배운 내용과 관련지어 설명하여 보자.
실험 장면	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 3] 거울에 부딪친 빛 관찰</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 4] 잠망경으로 주변의 물체 관찰</p> </div> </div>



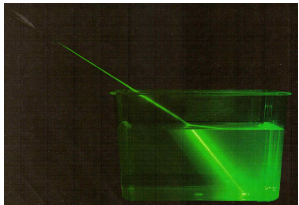
지도상의 문제점

- 1) 설치한 거울의 폭이 넓은 경우 반사된 손전등 빛을 반대편의 여러 명이 볼 수 있어 반사 경로를 이해시키기 어렵다.
- 2) 교과서의 실험장면이 추론에 의한 논리적인 탐구 활동으로 되어 있다.
- 3) 학생들이 빛의 반사 성질을 직관적으로 보고 느낄 수 있는 실험 활동과 실험기구가 필요하다.
- 4) 직관적 실험을 선행하고 논리적인 추론 활동이 있어야 효과적이다.

다. 빛의 굴절 실험

현행 교과서 및 교사용지도서의 빛의 굴절 실험

지도방법

준비물	·투명한 사각 수조, 물, 우유, 유리 막대, 투명 아크릴판, 향, 레이저 포인터 2개
실험 방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) 투명한 사각 수조에 물을 $\frac{2}{3}$ 정도 채우고 우유를 한두 방울 떨어뜨린 다음, 유리 막대로 저어 주자. 2) 물 표면 근처에서 향을 피운 다음, 투명 아크릴판으로 수조를 덮자. 3) 수조 위에서 레이저 포인터로 비스듬하게 빛을 비추면서 빛이 나아가는 모습을 관찰하고, 그림으로 나타내어 보자. 4) 수조 밑에서 레이저 포인터로 비스듬하게 빛을 비추면서 빛이 나아가는 모습을 관찰하고, 그림으로 나타내어 보자.
설명하기	·공기 중에서 물속으로 레이저 빛을 비출 때의 모습처럼 물속에서 공기 중으로 빛을 비출 때, 원래 빛이 들어온 길을 따라 나아가게 하려면 어떻게 해야 하는지 생각하여 보자.
실험 장면	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">[그림 5] 빛의 굴절 관찰</div> </div>




지도상의 문제점

- 1) 물 표면 근처에서 향을 피우면 투명한 아크릴 판으로 수조를 덮기 전에 향 연기가 빠져나가 잘 모을 수 없다.
- 2) 아주 어두운 곳이 아니면 빛의 굴절 모습을 잘 볼 수가 없다.
- 3) 물 표면에 향 연기도 잘 모을 수 있고 암실이 아닌 곳에서도 쉽게 관찰 할 수 있는 암막상자가 필요하다.

라. 물체를 보게 되는 과정

현행 교과서 및 교사용지도서의 물체를 보게 되는 과정 실험

지도방법

준비물	·어둠상자, 검은색 주름 빨대 3~5개, 작은 물체(0.5×0.5cm 미만), 송곳, 가위, 칼, 자, 셀로판테이프, 전지 2개, 전지 끼우개 2개, 집게 전선 2개, 전구, 소켓
실험 방법	1) 어둠상자 안을 관찰하여 보자. 2) 어느 빨대를 통해 어둠상자 안을 들여다보았을 때, 안의 물체가 보일지 예상하여 보자. 3) 전구를 켜 상태로 각각의 빨대를 통해 어둠상자 안을 들여다보자. 4) 전구를 켜지 않은 상태로 각각의 빨대를 통해 어둠상자 안을 들여다보자.
설명 하기	1) 모든 빨대를 통해 어둠상자 안의 물체를 볼 수 있게 하려면 어떻게 해야 하는지 설명하여 보자. 2) 물체가 우리의 눈에 보이기 위하여 필요한 조건은 무엇인지 설명해 보자. 3) 어둠상자 안의 물체가 우리의 눈에 보이는 과정을 빛의 성질과 관련지어 설명하여 보자.
실험 장면	 <p>[그림 6] 물체를 보게 되는 과정 탐구</p>

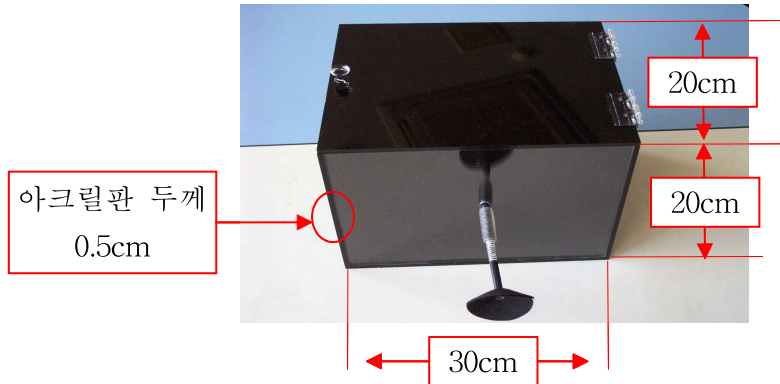


지도상의 문제점

- 1) 우드락으로 지도서의 어둡상자 만드는 방법에 따라 만든 어둡상자는 튼튼하지 않고 뚜껑을 열었다 닫았다 하기가 힘들며 연결된 전선의 탈착이 심하여 불편하다.
- 2) 물체와 전구의 위치가 고정되어 있어 실험할 때 고정된 사고와 수동적인 실험을 하게 한다.
- 3) 전구의 위치가 고정되어 있으므로 빛의 반사와 직진이 빛의 위치와 상관 있는지 없는지를 알아 볼 수 없다.
- 4) 빨대가 3-4개 있는 것은 학생들 스스로 실험 설계를 하고 탐구할 수 있는 기회를 주지 않으며 빨대구멍이 작아 눈의 위치를 맞추는데 어려움이 있다.
- 5) 튼튼하고 조작성이 쉬우며 학생들이 실험을 설계할 수 있는 암막상자가 필요하다.

2 개발한 실험 기구

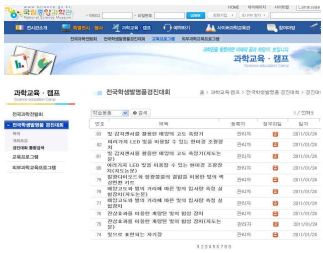


가. 암막상자 규격 도해



나. 발명품 검색

1) 발명품 검색

[표 4] 발명품 검색

검색 사이트	검색 화면 모습	검색 결과
<p>전국학생과학발명품경진대회 http://snt.science.go.kr</p>		<p>빛의 진행 또는 성질 관련 발명품은 아주 많았지만 본 작품처럼 검은색 아크릴 압막상자를 활용한 것은 없었다. 그리고 어둠상자나 압막상자 관련 발명품은 없었다.</p>
<p>대한민국학생발명전시회 iec.kipo.go.kr</p>		<p>빛의 성질 관련 발명품이 2점 있었지만 본 작품처럼 검은색 아크릴 압막상자를 활용한 것은 없었다. 그리고 어둠상자나 압막상자 관련 발명품은 없었다.</p>
<p>특허정보검색서비스 http://kipris.or.kr</p>		<p>빛, 어둠상자, 압막상자 관련 발명품이 없었다.</p>

2) 알게 된 점 및 시사점

가) 국립중앙과학관 검색 결과 : 본 실험기구와 관련된 학생과학발명품은 없었다.

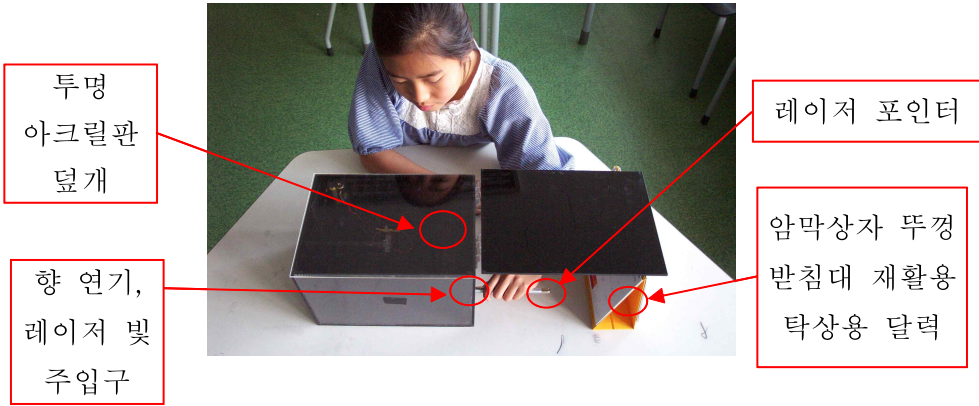
나) 특허청 통합 검색 결과 : 본 실험기구와 관련된 학생과학발명품은 없었다.

이에 본 작품은 **기존작품, 유사작품에 없는 독창적인 작품이므로 개발할 충분한 가치가 있다고** 여겨지며 6학년 1학기 1단원의 과학실험기구로서 아주 효과적으로 활용될 것이라 판단된다.

다. 용도별 암막상자 구조, 실험 방법, 실험결과

1) 빛의 직진 실험 암막상자

가) 구조



투명
아크릴판
뒷개

레이저 포인터

향 연기,
레이저 빛
주입구

암막상자 뚜껑
받침대 재활용
탁상용 달력

나) 실험 방법

(1) 암막상자의 뚜껑을 열어젖힌 후 투명 아크릴판으로 암막상자를 덮는다.

(2) 향 연기 주입구로 향 연기를 넣는다.

(3) 1~2분 후 향 연기 주입구로 레이저 포인터로 레이저 빛을 넣는다.

(4) 빛의 직진 현상을 눈으로 관찰한다.

다) 실험 결과

레이저 빛은 붉은 색 막대 모양으로 앞으로 곧게 나아간다.

2) 빛의 반사 실험 암막상자

가) 구조



나) 실험 방법

(1) 암막상자의 뚜껑을 열어젖힌 후 암막상자 앞면의 검은색 아크릴 판을 투명 아크릴 판으로 교체한다.

(2) 밑바닥에 거울 붙인 투명한 사각수조에 물을 $\frac{1}{3}$ 정도 채우고 우유를 한두 방울 떨어뜨린(또는 붉은 비눗물로 만든) 다음 암막상자 속의 앞쪽에 넣는다.

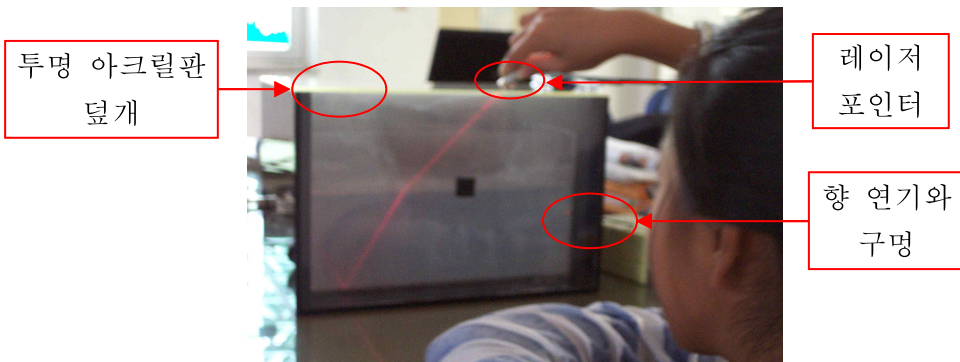
(3) 레이저 빛을 붉은 우유 물 또는 비눗물 속을 비춘다.

다) 실험 결과

레이저 빛이 들어가서 거울에 반사되어 나온 모습이 붉은 색으로 ‘V’자 처럼 선명하게 나타난다.

3) 빛의 굴절 실험 암막상자

가) 구조



나) 실험 방법

(1) 암막상자의 뚜껑을 열어젖힌 후 암막상자 앞면의 검은색 아크릴 판을 투명 아크릴 판으로 교체한다.

(2) 투명한 사각수조에 물을 $\frac{2}{3}$ 정도 채우고 우유를 한두 방울 떨어뜨린(또는 붉은 비눗물로 만든) 다음 암막상자 속의 앞쪽에 넣는다.

(3) 투명 아크릴판으로 암막상자 위를 덮은 다음 향 연기 주입구로 향 연기를 넣는다.

(4) 1~2분후 암막상자 위에서 레이저 포인터로 비스듬하게 빛을 비추면서 빛이 나아가는 모습을 관찰한다.

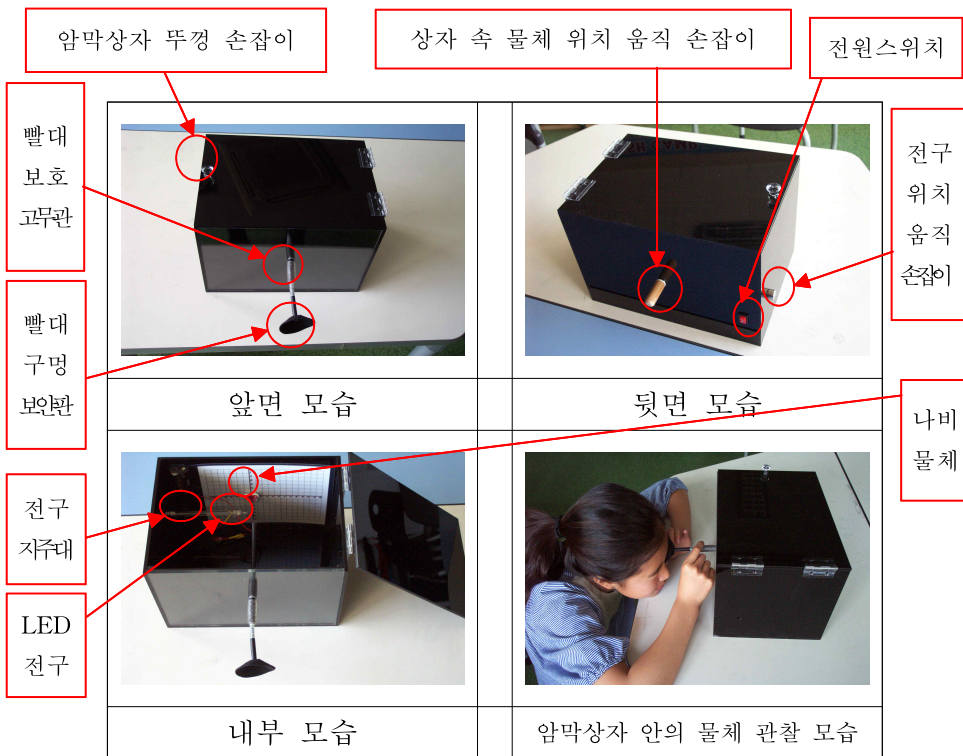
다) 실험 결과

(1) 빛이 공기 중에서 물속으로 들어갈 때에는 공기와 물의 경계면에서 빛의 진행 방향이 꺾여 들어가는 모습이 붉은 선으로 나타난다.

(2) 이때 암막상자 위에서 레이저 포인터로 비출 때 비눗물이 든 수조 속과 수조 밖을 교대로 비쳐보면 물속에서는 굴절하고 물속을 비추지 않으면 그대로 직진됨을 비교하며 볼 수 있다.

4) 물체가 보이는 과정 실험 암막상자

가) 구조



나) 실험 방법

(1) 암막상자의 뚜껑을 열어젖힌 후 암막상자 앞면의 투명 아크릴 판을 검은색 아크릴 판으로 교체한다.

(2) 암막상자 속의 뒤쪽에 좌표와 좌표의 '0' 위치에 나비물체를 설치한다.

(3) 전구의 위치도 벽면의 가운데 높이에 위치하도록 한다.

(4) 암막상자 속의 앞쪽 구멍에 끈은 검은색 주름 빨대를 꽂는다.

(5) 암막상자의 뚜껑을 닫은 후 전원 스위치를 켜고 나비 물체를 관찰한다.

(6) 전원 스위치를 끄고 나비물체를 볼 수 있는지 관찰하고 그 이유를 생각한다.

(7) 다시 전원 스위치를 켜고 검은색 주름 빨대를 굽힌 후 나비를 볼 수 있는지 관찰한 후 그 이유를 생각한다.

(8) 검은색 주름 빨대를 다시 곧게 펴고 나비물체를 벽면의 가장 아래쪽으로 천천히 내리며 나비를 볼 수 있는지 관찰한 후 그 이유를 생각한다.

(9) 다시 나비 물체를 좌표의 '0' 위치에 두고 전구의 위치를 벽면의 가장 아래쪽과 위쪽으로 이동하며 나비 물체를 볼 수 있는지 관찰한다. 그 이유를 함께 생각해 보게 한다.

(10) 위쪽의 실험 결과를 빛의 반사와 직진의 개념으로 생각해 보게 한다.

다) 실험 결과

실험 결과는 [표 5]와 같다.

[표 5] 물체가 보이는 과정 실험 결과

구분	전원 켜질 때		전원 꺼질 때	
	지면에 수평인 곧은 빨대	지면에 수평인 굽은 빨대	지면에 수평인 곧은 빨대	지면에 수평인 굽은 빨대
나비 물체가 좌표의 '0' 위치에 있고 전구도 벽면의 가운데 있을 때	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 생기지 않는다.)	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 생기지 않는다.)	나비 물체를 가장 선명하게 잘 볼 수 있다.(나비의 반사 빛이 가장 많이 들어온다.)	나비 물체를 볼 수 없다. 나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 들어오지 않는다.)
나비 물체가 좌표의 '0' 위치에 있고 전구가 벽면의 가장 아래쪽에 있을 때	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 생기지 않는다.)	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 생기지 않는다.)	나비 물체를 희미하게 볼 수 있다. (나비의 반사 빛이 약하게 들어온다.)	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 들어오지 않는다.)
전구의 위치가 벽면의 가운데 있고 나비 물체가 좌표의 가장 아래쪽에 있을 때	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 생기지 않는다.)	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 생기지 않는다.)	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 들어오지 않는다.)	나비 물체를 볼 수 없다. (나비의 반사 빛이 들어오지 않는다.)

V 기구 제작 결과

1 기존 교과서 실험기구와 빛의 성질 탐구 다용도 암막상자 비교

기존 교과서 실험기구와 빛의 성질 탐구 다용도 암막상자를 비교 분석하면 [표 6]과 같다.

[표 6] 기존 교과서 실험기구와 빛의 성질 탐구 다용도 암막상자 비교 표

교수·학습 활동		기존 교과서 실험기구	빛의 성질 탐구 다용도 암막상자	
학습 요소	빛의 직진	빛의 진행 모습이 눈에 안보임	빛의 진행 모습이 눈에 보임	
	빛의 반사	빛의 진행 모습이 눈에 안보임	빛의 진행 모습이 눈에 보임	
	빛의 굴절	암막을 쳐야 보임	암막을 치지 않아도 잘 보임	
	물체를 보게 되는 과정	물체가 선명하게 보이지 않음	물체가 선명하게 잘 보임	
학습 활동	물체를 보게 되는 과정 탐구 기구	튼튼하기	튼튼하지 않음	튼튼함
		조작의 편의	조작이 힘들	조작이 쉬움
		학습자 설계면	전구와 물체의 위치 고정(학습자 설계 불가)	전구와 물체의 위치 이동 가능(학습자 설계 가능)

2 개발 실험기구의 만족도 조사

가. 조사 대상

- 본교 6학년 21명

나. 조사 시기

- 7월 말

다. 조사 방법

- 3월 달 기존 교과서 실험기구로 공부했을 때와 본 개발 기구 ‘빛의 성질 탐구 다용도 암막상자’로 7월 달 공부 했을 때의 만족도 조사 비교

라. 조사 결과

기존 교과서 실험기구로 공부했을 때와 본 개발 기구로 공부했을 때의 만족도는 [표 7]과 같다.

[표 7] 기존 교과서 실험기구와 빛의 성질 탐구 다용도 암막상자의 만족도

교수·학습 활동		기존 교과서 실험기구		빛의 성질 탐구 다용도 암막상자	
		재미있고 이해가 쉽다	재미없고 어렵다.	재미있고 이해가 쉽다	재미없고 어렵다.
학습 요소 별 만족도	빛의 직진		21명 (100%)	21명 (100%)	
	빛의 반사		21명 (100%)	21명 (100%)	
	빛의 굴절	7 (33.3%)	14 (66.7%)	21명 (100%)	
	물체를 보게 되는 과정		21명 (100%)	21명 (100%)	

VI 활용성 및 교육적 효과

본 실험 기구의 개발을 통하여 초등학교 학생들이 빛의 성질 관련 단원을 더 쉽고 재미있게 직관적인 실험을 함으로서 빛의 성질에 대한 정확한 개념을 심어줄 수 있고 흥미와 관심을 높일 수 있을 것이다.

첫째, 본 기구는 학생들로 하여금 학습주제를 해결하는데 다양한 사고와 능동적인 실험을 하게 한다.

둘째, 본 기구는 학생들로 하여금 과학적인 탐구능력과 실험설계능력을 기를 수 있다.

셋째, 본 기구는 현행 6학년 1학기 과학 1단원의 다양한 학습내용을 1개의 실험 기구로 빛의 직진, 반사, 굴절 성질을 비롯한 우리 눈으로 물체를 보기까지의 과정을 쉽고 재미있게 탐구할 수 있어 종합실험기구로서 사용될 수 있다.

넷째, 본 기구는 복잡하고 어렵게 만든 것이 아니기 때문에 대량 생산 시 과학실험기구로 부담 없이 구입 및 사용할 수 있을 것이다.

다섯째, 본 기구는 튼튼하여 1회성이 아닌 반영구적인 과학실험기구로 사용될 수 있다.

참고 문헌

- 교육과학기술부(2008). 초등학교 교육과정 해설(IV), 서울, 한솔사.
- 경상북도교육청(2012). 경상북도 초등학교 교육과정 편성·운영 지침, 대구, 형제인쇄.
- 교육과학기술부(2008). 초등학교 교육과정 해설(IV), 서울, 한솔사.
- 교육과학기술부, 한국과학창의재단 국정도서편찬위원회(2012), 과학 6-1
초등학교 교사용 지도서, 서울, 금성출판사.
- 교육과학기술부, 한국과학창의재단 국정도서편찬위원회(2012), 과학 6-1,
서울, 금성출판사.

● 과학실험기구개발대회 ●

주변 환경의 상을 볼 수 있는 다기능 눈 모형 개발

대안여자중학교 교감 | 문충식



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

중학교 3학년에서 배우는 ‘눈의 구조와 기능’의 내용은 2학년에서 배우는 ‘빛의 반사와 굴절’의 내용에 근거를 두고 있다. 그러나 각 단원을 서로 연계하여 다루어야 함에도 불구하고 서로 독립적으로, 원리보다는 사실적인 지식에 바탕을 두고 설명하고 있어서 내용을 이해하는 데에 상당한 어려움이 있다.

그리고 기존의 탐구 실험 도구는 눈을 일정한 비율로 확대한 안구 모형이 대부분이다. 이모형은 눈의 광학적 원리와 같은 기능적인 면을 탐구하기보다는 눈의 각 부분의 위치를 알려주는 수준을 넘지 못한다. 교과서 내용은 눈의 조절, 근시, 원시, 노안 등의 개념을 제공하고 있지만, 흥미와 재미를 주기보다는 인체의 구조를 암기하는 수준에서 벗어나지 못하여 개념을 더 어렵게 하거나 잘못된 개념을 심어줄 충분한 개연성이 있다.

따라서 눈의 구조에서 각 부분의 기능과 관련하여 상이 망막에 생기는 원리, 근시와 원시, 노안, 조절 등을 이해할 수 있는 새로운 눈의 모형을 개발하고, 빠르게 탐구할 수 있는 탐구 실험을 구안하는 것이 필요하다.

2. 연구의 목적

본 연구는 기존 교과 내용을 분석하여 부족한 부분이나 오개념을 찾아 정확하고 효율적으로 탐구할 수 있는 실험기구를 개발하는 것을 목적으로 한다. 이는 중학교 내용 ‘눈의 구조와 기능’을 학습하는데 혼란을 줄이고, 재미있게 수업할 수 있게 할 뿐만 아니라 상급 학년에서도 유용하게 활용할 수 있는 실험기구가 될 수 있다.

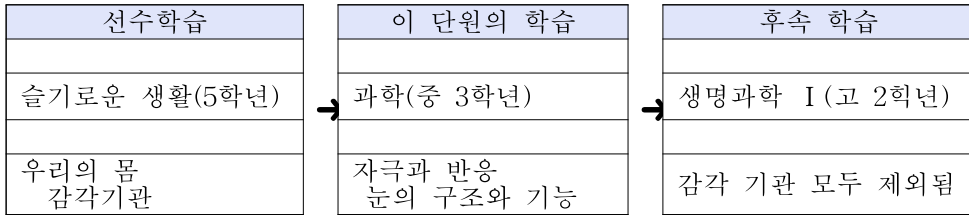
II. 이론적 배경

1. 관련 단원의 분석

가. 단원

학 년	중학교 3학년 (또는 고등학교 2학년)
단 원	1. 눈의 구조와 기능 (2차시)
주 제	* 눈의 구조 * 망막에 상이 생기는 과정 * 조절 * 근시와 원시, 그리고 노안

나. 단위 학습 계열



다. 교과서 진술 내용 및 기존 눈 모형의 문제점

1) 교과 진술 내용의 문제점

눈의 구조는 각 교과서마다 선명한 사진과 함께 잘 표현하고 있고, 빛의 지나가는 과정을 중심으로 안구의 각 구조의 역할을 설명하고 있다. 그러나 물체까지의 거리와 상의 크기에 대한 구체적인 진술이 없어서 망막에만 상이 맺히면 상이 잘 보일 것이라는 오개념을 심어줄 수 있다. 상이 중심 부위의 작은 부분에 생겨야 정확하게 인식할 수 있다.

이 부분을 중심와라고 하며, 그 주변을 황반이라고 한다. 중심와의 지름은 2mm정도이고 황반의 지름은 4mm이다. 황반(중심와)에 상이 생기지 않으면 물체를 뚜렷하게 볼 수 없다는 개념을 이해하지 못하면, 조절이나 근시, 원시, 노안 그리고 교정에 관한 내용을 이해하기 어렵다. 9종의 교과서 중에 5종 교과서에서 불명확하게 진술하고 있다.

「... 그 물체에서 나오는 빛이 수정체를 통과하면서 굴절되어 망막에 상이 맺힌다. 이때 망막에 있는 시각 세포가 빛을 자극으로 받아들이고, ...」 (이준용 외 11명, 2011)

‘물체의 상이 망막에 정확하게 맺혀야 한다.’는 의미가 황반(중심와)에 맺혀야 한다는 의미를 갖고 있다고 하더라도 중학교 2학년에서 배운 ‘빛의 반사와 굴절’의 내용 즉, 상의 크기에 상관없이 뚜렷한 상이 생긴다는 의미와 양립하기 어렵다. 눈의 망막에서 뚜렷하게 상이 맺히더라도 황반(중심와)에 상이 맺히지 않으면 뚜렷한 상을 볼 수 없기 때문이다.

황반의 개념을 진술하려고 노력한 4종의 교과서 중에서도 2종은 그림 1과 같이 제시하여 물체의 크기보다 오히려 상의 크기를 더 크게 그리고 있다. 이것은 조절, 근시, 원시뿐 만 아니라 상이 생기는 과정에 대한 이해를 어렵게 한다. 눈과 접근된 물체의 상이 물체보다 커질 수도 있지만 물체가 근점 거리 안쪽에 있거나 황반(중심와)의 범위를 벗어나므로 상이 물체보다 커지는 경우는 눈에서 일어나기 어려운 상황이다.

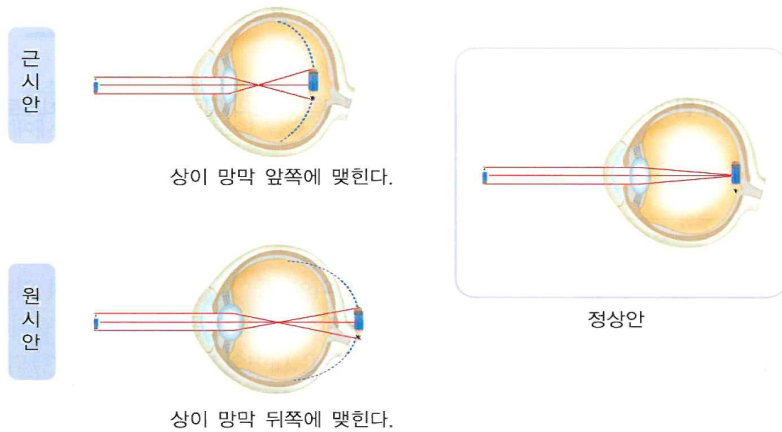


그림 4 근시와 원시의 교정

그림 1. 두배의 느낌 교과서 31쪽(김성원 외 8명, 2011)

근시와 원시 그리고 교정에 대한 설명을 하면서 아래 그림 2와 같이 평행한 3선이나 2선의 광선을 이용하여 설명한다. 초점이 망막 위의 한 점에 맺히면 정시안이고, 망막 앞의 한 점에 맺히면 근시안, 그리고 망막 뒤의 한 점에 맺히면 원시안이다. 그런데 왜 평행한 광선을 써야 하는지에 대한 언급이 부족하다. 엄밀하게 무한대에서 오는 광선은 평행한 광선이므로 아주 먼 곳에서 온다고 가정할 때 평행광선으로 그릴 수 있고, 눈에서는 보통 5m 정도이면 그 물체에서 반사한 빛이 평행광선이라고 본다. 시력표는 5m에서 측정하는 이유가 여기에 있다.

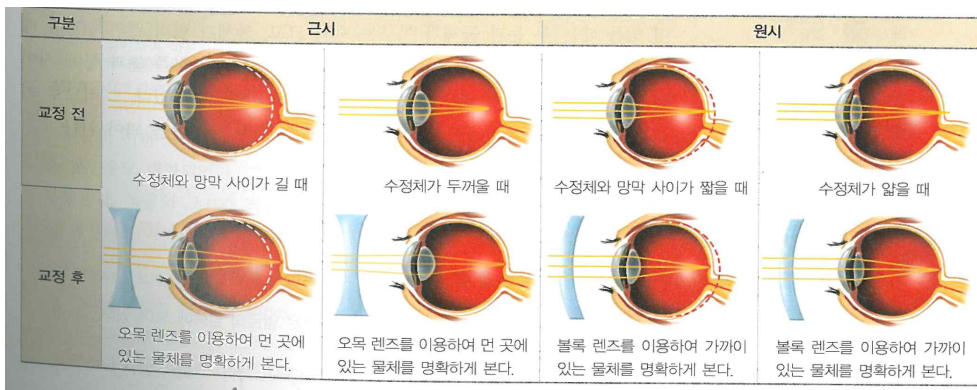


그림 2. 금성출판사 교과서 21쪽(이성목 외 11명, 2011)

그림 2에 대한 교과서의 설명에서 ‘멀리 있는 물체의 상이 흐리게 보이는 근시안은 오목렌즈로 교정한다. 가까이 있는 물체의 상이 흐리게 보이는 원시안은 볼록렌즈로 교정한다.’고 원시안의 그림은 평행광선으로 먼 곳에서 온 빛을 나타내

고 있으나 설명은 가까이 있는 물체의 상을 설명하고 있어서 근시와 원시에 대한 잘못된 생각을 갖기에 충분하다.

또 물체의 상이 생기는 현상을 우리가 볼 수가 없어서 모형을 사용하는 것이다. 이모형에서 상이 맺히는 것을 보여줄 수 없다면 모형의 역할에 한계가 있다. 레이저를 이용하여 3개 또는 2개의 광선이 망막에 점으로 모이는 실험을 할 수도 있지만 이 점은 초점이며, 상이 생기는 위치와는 다르다. 물체가 먼 거리에서 가까운 거리로 이동함에 따라 상이 생기는 위치는 초점에서 점점 멀어진다. 먼 곳에서 오는 광선과 가까운 곳에서 오는 광선의 각은 분명히 다르다.

2) 기존 안구 모형의 문제점

대부분의 안구 모형은 일정한 비율로 확대하여 안구 각 부분의 위치를 알려주는 정도를 벗어나지 못한다. 그리고 일부 안구 각 부분의 기능을 부분적으로 나타낼 수 있는 안구 모형이 있으나 주로 다음과 같은 문제점을 갖고 있다.

가) 촛불이나 광원을 직접 이용하는 상만을 만들 수 있을 뿐이며, 실제적인 물체의 모양이나 색 등을 상으로 확인할 수 없다.

나) 눈의 조절 기능을 포함한 원시안과 근시안에 대한 탐구를 할 수 없다.

다) 굴절력의 이상에 의한 원시안과 근시안을 설명할 수 없다.

라) 근점거리(명시거리), 원점거리에 대한 탐구 활동을 하기 어렵다.

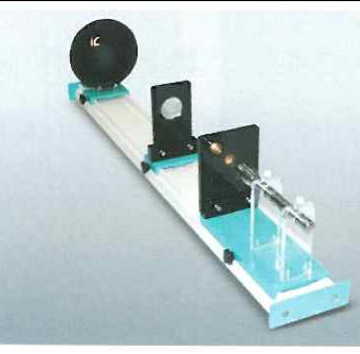

마) 홍채와 각막, 안방수와 유리체의 역할에 대하여 탐구할 수 없다.

바) 망막 스크린의 위치가 고정되어 있어서 망막 뒤와 앞에 생기는 상에 대한 탐구를 할 수 없다.

사) 원거리의 풍경이나 물체에 대한 상을 관찰할 수 없다.

시중에 나와 있는 기존 안구 모형은 구조를 주로 설명하는 모형과 기능을 주로 설명하는 모형으로 나눈다. 이 중에서 기능성 모형에 대한 구체적인 문제점은 다음과 같다.

종류	모형	기능 내용 및 문제점
구조 설명 (국내제품)		<ul style="list-style-type: none"> * 기능성 없음 * 실제의 5배 크기 * 7개 부분으로 나뉨(각막, 공막, 동공, 수정체, 홍채, 유리체, 망막)
구조 설명 (국내제품)		<p>동일함</p>
구조 설명 (국내제품)		<p>시신경 체계의 구조를 포함함</p>

<p>기능성실험 (국내제품)</p> <p>교총입상 작품</p>		<p>* 망막과 수정체의 거리를 변화시켜 원시와 근시의 원리를 탐구할 수 있다.</p> <p>* 수정체 렌즈와 안경 렌즈를 사용하여 근시와 원시안 그리고 교정을 탐구할 수 있다.</p>
<p>문제점</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 물체(광원)의 위치가 고정되어 있고 수정체의 렌즈가 고정되어 있어 물체 위치 변화에 대한 조절을 설명할 수 없다. 2. 망막 앞과 뒤에 생기는 상을 확인할 방법이 없다. 3. 각막, 유리체, 홍채 등의 역할을 설명할 수 없다. 4. 수정체 렌즈의 고정으로 수정체의 원인에 의한 근시와 원시의 개념을 설명할 수 없다. 5. 촛불이나 전등과 같은 강한 빛에 의한 상만을 대상으로 한다. 6. 눈 모양과 차이가 있어서 눈의 구조에 대한 설명에 한계가 있다. 	
<p>기능성실험 (국내제품)</p>		<p>* 모형의 다리 밑에 있는 손잡이(사진으로 잘 안 보임)를 위로 올리거나 내리면서 수정체의 물의 양을 조절하면서 눈의 조절에 대해 탐구할 수 있다.</p> <p>* 수정체 렌즈와 안경 렌즈를 사용하여 근시와 원시안 그리고 교정을 탐구할 수 있다.</p>
<p>문제점</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 조절을 위한 장치 기능이 조잡하다(부정확). 2. 물체(광원)의 위치가 고정되어 있어 조절을 설명할 수 없다. 3. 망막 앞과 뒤에 생기는 상을 확인할 방법이 없다. 4. 홍채와 각막, 유리체 등의 역할 설명할 수 없다. 5. 촛불이나 전등과 같은 강한 빛에 의한 상만을 대상으로 한다. 	

<p>기능성실험 (외국제품)</p>		<ul style="list-style-type: none"> * 수정체와 망막의 위치를 조절하여 근시와 원시안을 탐구할 수 있다. * 반구 1개엔 조절을 위해 렌즈를 교환할 수 있고, 다른 반구 1개엔 투명 스크린(망막)이 있어 위치 변화에 따른 눈의 조절 작용을 탐구할 수 있다.
<p>문제점</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 망막 앞과 뒤에 생기는 상을 설명할 수 없다. 2. 각막, 유리체, 홍채 등의 역할을 설명할 수 없다. 3. 촛불이나 전등과 같은 강한 빛에 의한 상만을 대상으로 한다. 	
<p>기능성실험 (외국제품)</p>		<ul style="list-style-type: none"> * 수정체와 망막의 위치를 조절하여 근시와 원시 측정 실험 * 근시, 원시, 노안에 대한 실험 * 반구 1개엔 조절을 위해 렌즈를 교환할 수 있고, 다른 반구 1개엔 투명 스크린(망막)이 있다.
<p>문제점</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 망막 앞과 뒤에 생기는 상을 설명할 수 없다. 2. 각막, 유리체, 홍채 등의 역할을 설명할 수 없다. 3. 촛불이나 전등과 같은 강한 빛에 의한 상만을 대상으로 한다. 	
<p>기능성실험 (외국제품)</p>		<ul style="list-style-type: none"> * 실리콘과 물 그리고 주사기를 이용한 수정체 두께 변화를 통한 조절기능 * 안구의 길이를 조절하여 원시, 근시, 노안 등과 안경 렌즈에 의한 교정의 탐구 * 황반, 맹점을 표시로 시력 탐구 * 각막과 수정체의 역할 탐구
<p>문제점</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유리체 등의 역할을 설명할 수 없다. 2. 촛불이나 전등과 같은 강한 빛에 의한 상만을 대상으로 한다. 3. 가격이 비싸다. 	

가. 눈의 구조

물체에서 반사한 빛이 안구를 지나면 굴절하여 망막에 상이 생기고, 망막에 있는 시신경에 의해 이를 감지하고 뇌에서 인식한다. 그림 3과 같이 안구는 각막과 수정체에 있는 두 개의 렌즈로 구성된다. 홍채는 동공의 크기를 조절하므로 빛의 양을 조절하는 조리개의 역할을 한다. 두 렌즈 사이의 공간에는 안방수, 렌즈와 망막 사이에는 유리체라는 투명한 액체로 채워져 있다. 두 액체의 굴절률은 물의 굴절률 1.333과 비슷하게 각각 1.336, 1.334이다.

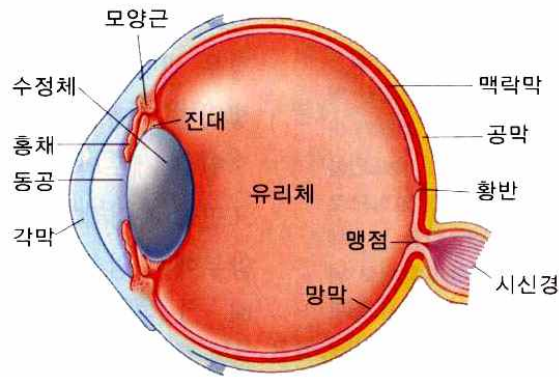


그림 3. 눈의 구조

망막은 안구 뒤쪽에 위치하며 간상체와 추상체라고 알려진 시신경세포를 포함하고 있다. 간상체는 낮은 수준의 빛에 아주 민감하지만, 아주 낮은 해상도를 제공하여 흑백을 구분할 수 있을 뿐이다. 반면에 추상체는 아주 높은 해상도로 색을 구분할 수 있도록 해주지만 많은 양의 빛을 필요로 한다.

망막의 중심 근처의 아주 작은 영역에 있는 황반(중심와)은 추상체만을 가지고 있고, 실제적으로 글자판과 같이 상세한 모양을 인식하는 것은 이곳에 생긴 상에 의한다. 시력은 중심와에 생긴 상에 의하므로 중심와에서 벗어난 상은 선명한 상을 얻기 어렵다. 중심와의 지름은 대략 2mm 정도이다. 시신경은 망점으로 모여지는데, 이곳에는 시세포가 없다.

나. 비정상안과 교정

정시안은 25cm 이상의 거리에 있는 글자판을 조절에 의해 망막의 황반에 선명하게 상을 맺을 수 있다. 망막의 황반에 정확하게 상을 맺을 수 없는 경우엔 흐릿하게 보이며, 이때의 상은 망막 앞이나 뒤에서 선명하게 맺는다. 다기능 안구 모형에서는 초점거리가 다른 렌즈를 이용하여 조절된 수정체를 설명할 수 있다.

1) 원시안

그림 4와 같이 원시안은 어떤 원인(굴절성, 축성)에 의해 가까운 거리에 있는 물체에 대한 선명한 상이 망막 뒤에 맺힌다. 그래서 가까운 거리에서 오는 광선들이 굴절하여 망막에 선명한 상이 생기도록 볼록렌즈로 원시안을 교정한다.

2) 근시안

그림 4와 같이 근시안은 어떤 원인(굴절성, 축성)에 의해 먼 거리에 있는 물체에 대한 선명한 상이 망막 앞에 맺힌다. 근시안의 원점 거리가 무한대보다 짧아 먼 거리의 글자판을 잘 볼 수 없다. 그래서 먼 거리에 있는 물체의 상이 눈 근처에 허상이 생기도록 하기 위하여 오목렌즈로 근시안을 교정한다.

3) 노안

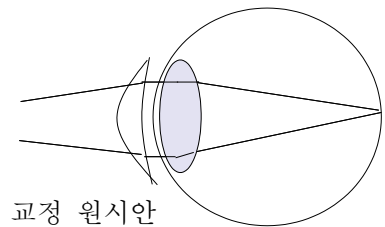
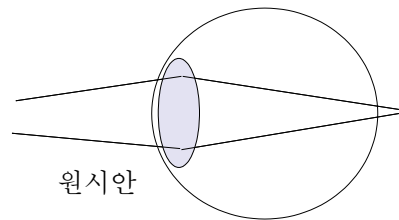
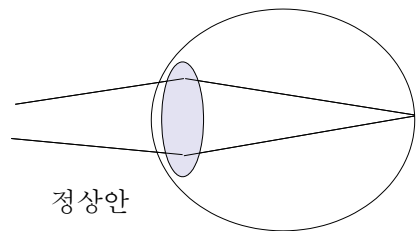
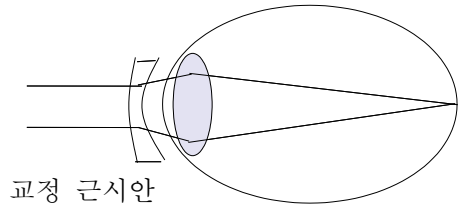
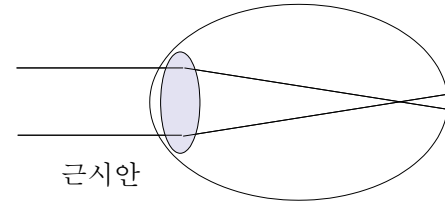
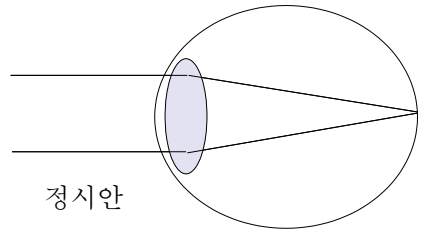
가까운 물체를 잘 볼 수 없다는 점은 노안과 원시안이 같다. 노안은 조절력의 감소로 근거리를 볼 수 없다. 나이가 45세 이상 정도가 되면서 조절의 범위가 감소하면 가까운 거리의 물체에 대한 조절이 어려워진다.

다. 눈의 조절

조절이란 물체까지의 거리가 가까워짐에 따라 초점을 맺을 수 있도록 굴절력이 올라가는 것을 말한다. 즉 물체까지의 거리가 가까워질수록 눈 안에 있는 수정체의 밀도가 증가하거나 수정체가 두꺼워지면서 굴절력이 올라가게 되고 초점의 위치가 눈알의 앞쪽(각막쪽)으로 이동하게 되어 잘 보이게 된다.

조절작용이 일어나지 않은 자연 상태에서 수정체의 초점거리가 가장 길다.

수정체의 굴절력은 조절을 하지 않았을 경우에는 (+)19디오퍼 정도이고 최대로



조절을 하였을 경우에는 (+)31디옵터 정도이다. 사람의 눈은 나이가 들어가면서 조절력이 점점 떨어지게 된다. 나이가 들어감에 따라 조절 범위는 점점 줄어들고, 근점거리는 점점 길어진다. 조절 범위가 줄어드는 이유는 모양근이나 수정체의 탄력이 떨어져서 변화 폭이 작아지기 때문이다(진용한 외 2명, 2009).

3. 눈의 굴절력

가. 눈의 굴절력

각막이나 수정체의 굴절률에 의해 결정되는 굴절력은 보통 안구 렌즈체계의 초점 거리 역수로 나타내며 단위는 디옵터(D)를 사용한다. (+)디옵터 값이 클수록 초점 거리가 짧고 배율이 높은 볼록렌즈이며, (-)디옵터 값이 클수록 배율이 큰 오목렌즈이다.

굴절력은 각막과 수정체가 접하고 있는 공기, 안방수, 유리체 등의 굴절률 차이가 클수록 커진다. 육지에서 정시인 사람이 물속에 들어가면 약 +40D 정도의 원시 상태가 된다. 사람의 조절력은 젊어서 10D이기 때문에 -30D 이상의 근시가 아니면 수중에서는 선명하게 물체를 볼 수 없게 된다.

안광학계(각막과 수정체로 조합된 광학계)의 총 굴절력은 다음과 같이 두 가지로 계산할 수 있다.

그림 6을 이용하여 물측 주점의 초점 거리로 계산한 눈의 총굴절력

$$D = \frac{1}{0.015707 + 0.001348} = 58.64D$$

과 상측주점의 초점거리로 계산한 눈의

총굴절력 $D = \frac{1.336}{0.022785} = 58.64D$ 이

다.

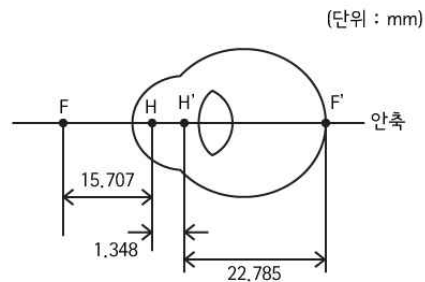


그림 6. 상측주점, 물측주점, 상측초점, 물측초점

결국 두 가지 방식으로 계산했을 때 눈의 총 굴절력은 모두 58.64D이다. 그러나 이 값은 Gullstrand 모형안의 데이터를 근거로 계산한 것이며 실제로 사람의 눈의 총굴절력은 대략 +60D보다 크거나 작다(강현식 교수, [참 편한 안경 시선](#))

나. 굴절력 계산(선경호 외 4명, 2002)

렌즈의 굴절력은 앞면과 뒷면의 곡률반경과 내부 물질 그리고 렌즈와 접하고 있는 물질의 굴절률에 의해 결정된다. 같은 물질로 만들어진 렌즈라면 곡률 반경이 클수록 굴절력은 커진다. 렌즈의 굴절력은 렌즈 전면과 후면의 굴절력에 의해 결정되며 계산식은 다음과 같다.

- * 전면 굴절력 $E_1=(n_2-n_1)/r_1$
 n_1 : 렌즈 앞 물질의 굴절률,
 n_2 : 렌즈 내부 물질의 굴절률,
 r_1 : 렌즈 전면의 곡률 반경
- * 후면 굴절력 $E_2=(n_3-n_2)/r_2$
 n_3 : 렌즈 뒤 물질의 굴절률,
 r_2 : 렌즈 후면의 곡률 반경
- * 렌즈의 굴절력 $D=E_1+E_2-(t/n_2)E_1*E_2$
 t : 렌즈의 두께,
 n_2 : 렌즈 내부 물질의 굴절률
- * 안구 전체의 굴절력 $D'=D_1+D_2-(t/n)D_1*D_2$
 D_1 : 각막 렌즈의 굴절력
 D_2 : 수정체 렌즈의 굴절력
 t : 각막과 수정체 사이 거리
 n : 각막과 수정체 사이 물질(안방수)의 굴절률

위 식을 이용하여 계산한 결과는 표 2와 같다. 각막의 굴절력은 43.07D, 수정체의 굴절력은 19.31D, 안구 전체의 굴절력은 59.89D로 계산된다. 사람마다 눈의 구성 요소의 성질이 차이가 있으므로 모두 같은 것은 아니다. 표 2에서 f는 초점 거리로 굴절력(D)의 역수이다.

표 2. 안구 전체 굴절력 계산(D')

	n_1	n_2	n_3	n	r_1 (mm)	r_2 (mm)	t (mm)	E_1	E_2	D_1	D_2	D'	f (mm)
								디오퍼터(D)					
각막	1	1.376	1.336		0.008	0.007	0.0006	48.83	-5.88	43.07			0.023
수정체	1.336	1.408	1.334		0.01	-0.01	0.0036	7.2	12.33		19.31		0.052
안방수				1.336									
안구							0.004					59.89	0.017

Ⅲ. 연구의 실제

1. 연구 기간 : 2011년 12월 ~ 2012년 9월
2. 연구 대상 단원 : 9학년(중학교 3학년) 과학
3. 연구 계획

내용	기간	비고
연구 계획 및 설계	2011. 12 ~ 2012. 04	1차 모형 제작
연구 계획서 제출	2012. 4. 25	
실험 기구 제작	2012. 4 ~ 6	2차 모형 제작
문제점 수정 및 재설계	2012. 6 ~ 7	
실험 기구 보완 제작	2012. 6 ~ 7	모형의 문제점 보완
수업지도안 구안 및 수업 적용	2012. 8 ~ 9	
연구 보고서 제출	2012. 9. 10	
실험 기구 제작 발표	2012. 10. 5 ~ 6	

4. 다기능 눈 모형 개발의 방향

망막의 상은 어떤 원리로 맺히는지, 볼록렌즈에 의한 상은 어떻게 형성되는지, 등의 문제를 해결하는 탐구활동에 필요한 실험기구를 개발한다.

다음은 구체적인 다기능 눈 모형의 개발 방향이다.

- 가. 눈 모형은 안구의 10배로 설계하여 상의 크기를 쉽게 비교하여 계산에 대한 부담을 줄여서 필요한 탐구에 전념할 수 있도록 한다.
- 나. 안구의 각 기능을 수행하고 그 결과를 계산할 수 있도록 실제의 안구와 그 비율이 비슷하게 제작하였다.
- 다. 안구의 유리체 대신에 유리체와 굴절률이 비슷한 물을 사용할 수 있도록 개발한다.
- 라. 밝은 양초나 전등이 아니라 우리가 평소에 보고 있는 풍경이나 물체를 색상이 있는 상으로 볼 수 있도록 개발한다.
- 마. 망막 안쪽과 바깥쪽에 생기는 상을 이동할 수 있는 망막 스크린에 비추고 그 위치를 수치로 확인할 수 있도록 개발한다.
- 바. 망막에 선명한 상이 맺혀도 황반의 범위 내에 상이 맺히지 않으면 우리 눈이 선명하게 느끼지 않는다는 사실을 강조하여 개발한다.
- 사. 교사가 쉽게 실험을 구성하고 지도안을 구안할 수 있도록 교사용 메뉴얼을 함께 개발한다.

5. 모형 개발 과정

가. 모형 제작과 문제점 발견

그림 7과 같이 눈의 10배로 기능성 눈 모형을 만들고, 유리체와 굴절률이 비슷한 물을 사용하였다. 수정체의 렌즈와 홍채를 자유롭게 넣었다 뺐다 할 수 있도록 설계하였으나 렌즈를 넣는 슬롯의 깊이가 물을 채울 수 없게 하는 문제가 생겼다. 또 망막 스크린의 위치를 변화시켜 원시와 근시에 의한 상의 모습을 볼 수 없었고, 눈의 실제 모습과 달라 모형의 역할에 한계가 있었다.

그림 8은 1차 모형의 문제점을 개선한 모형이다. 그러나 안구 앞쪽(각막)이 막혀 빛의 손실이 생기므로 보다 선명한 상을 얻으려는 개발 취지를 모두 살릴 수가 없었다. 또, 공기층이 직접 만나는 눈의 실제 모양을 나타내어 모형의 기능을 강화시키고, 실제에 근접하는 실험 결과를 얻을 수 있도록 할 필요가 있었다.



그림 7. 다기능 눈 모형(1차 모형)

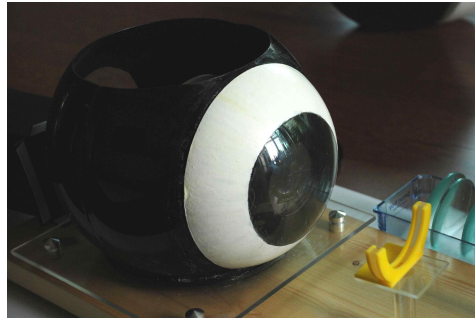


그림 8. 다기능 눈 모형(2차 모형)

나. 수정된 모형 제작

1) 제작 과정

항아리 모양으로 하여 위 부분에서 렌즈나 망막 스크린을 넣을 수 있도록 하였다. 물을 넣는 문제나 망막 스크린 이동의 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 눈의 모양에 좀 더 가까워졌다. 공막과 수정체 렌즈 사이 그리고 각막과 공기 사이, 안구 모형 항아리 내부를 방수 처리하는 문제가 어려운 문제였다. 구체적인 제작 과정은 다른 발명 산출물을 만드는 과정과 비슷하므로 생략한다.

2) 다기능 눈 모형



다. 실제 눈과 다기능 눈 모형의 비교

개발된 눈 모형은 렌즈와 망막 사이 거리(상측 주점거리)와 각막과 수정체 렌즈의 초점거리를 고려하였고, 실제 눈 크기의 10배로 제작하였다. 정시안인 경우에 멀리서 오는 평행한 빛은 굴절 후에 초점에 모여서 먼 거리의 물체의 상이 망막 위에 생긴다. 표 3과 같이 렌즈의 초점 거리는 **굴절력**의 역수이므로 실제 눈의 상측 주점 거리는 $(1/59.89 =)16.7\text{mm}$, 눈 모형의 상측 주점 거리는 $(1/6.60 =)152\text{mm}$ 이다. 안구의 길이와 차이가 있는 것은 각막과 수정체 사이 거리와 수정체의 두께 등의 영향이다.

표 3. 눈과 눈 모형의 비교

	눈(안구 길이 24mm)				눈 모형(안구 길이 240mm)			
	두께(mm)	지름(mm)	굴절률	굴절력(D)	두께(mm)	지름(mm)	굴절률	굴절력(D)
각막	0.53	11	1.38	43.07			1.56	5.4
홍채(동공)		2~7				3, 7		
수정체	4	9	1.44	19.31			1.56	1.5
방수			1.336				1.333	
유리체			1.334				1.333	
망막	0.15							
황반(중심와)		4(2)				20		
눈 전체				59.89				6.60
비교	* 굴절력 중심의 개발로 각 요소의 두께, 지름 등은 영향 무시 * 눈 모형의 굴절력이 6.60D인 경우 정시안으로 가정							

IV. 연구의 결과 및 교육적 효과

1. 연구의 결과

가. 안구 모형의 장치와 제원

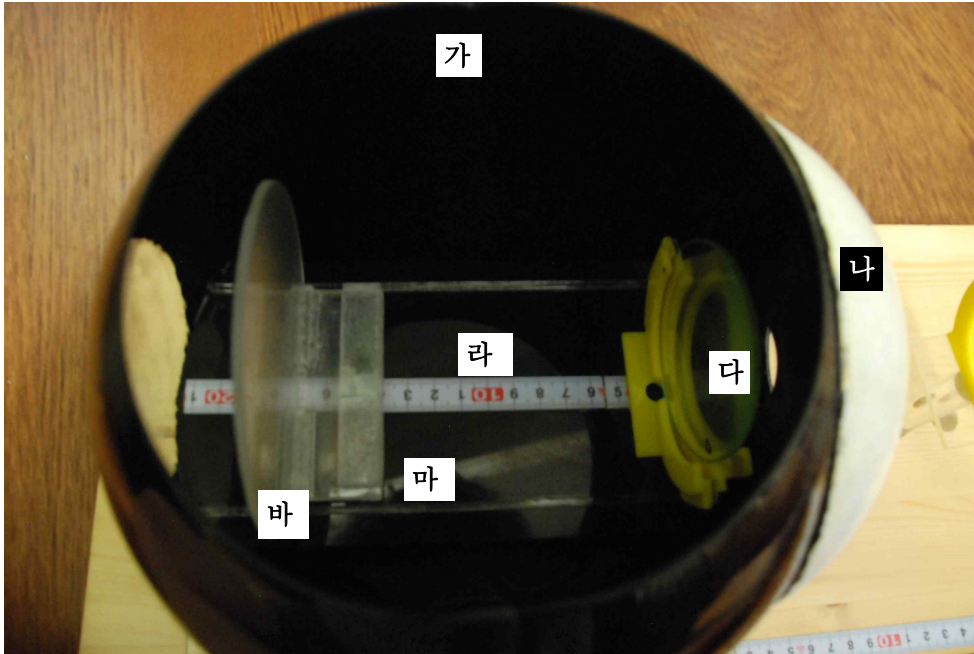


그림 13. 눈 모형의 부분별 명칭(가. 맥락막, 나. 공막, 다. 수정체 슬롯, 라. 상의 위치 측정 자, 마. 망막 스크린 레일, 바. 망막 스크린)

2) 다기능 눈 모형의 제원

내용	규격	비고
안구 모형 크기	24cm×21cm×19cm	
물용량	5L	
망막스크린 지름	110mm	
안경 및 수정체 슬롯 지름	70mm	
각막 렌즈	5.5D, 65mm	
검은 상자 망막 스크린	25cm×8.5cm×8.5cm	
수정체 렌즈 및 안경 렌즈		
수정체 렌즈(60Φ, 80Φ)	2.5D, 2.75D, 4.5D, 5.5D	재질 굴절률 1.56
안경 렌즈(60Φ)	-1D, +1D, +1.5D	재질 굴절률 1.56

다. 다기능 안구 모형의 부문별 안내

1) 다능 눈 모형

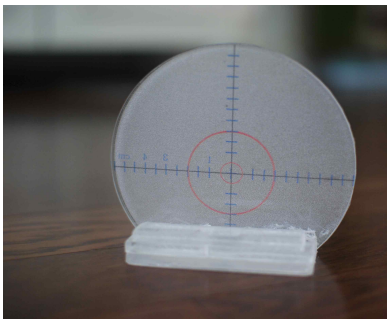
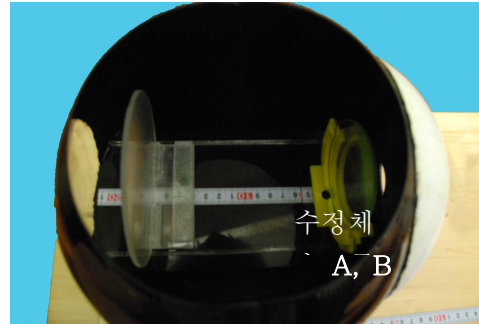
각막, 동공, 홍채, 수정체, 안방수, 유리체, 맥락막, 망막, 중심와 등을 10배 정도로 확대하여 만들어졌다. 안방수와 유리체는 굴절률이 비슷한 물을 사용할 수 있으며, 유리체의 광학적 역할을 이해할 수 있도록 하였다. 맥락막은 검정색을 사용하여 빛 차단 효과를 표현하였다.

2) 렌즈

수정체는 거리에 따라 두께를 조절하여 망막에 상이 맺히도록 한다. 수정체의 두께를 조절하는 능력에 문제가 있다면 망막에 상이 정확하게 맺히지 않는다. 다기능 안구 모형에서는 눈과 같은 자동 조절이 아니라 조절을 설명하기 위해 손으로 다른 두께의 렌즈를 갈아 끼우도록 하는 고정 초점렌즈이다. 이들 렌즈는 상의 형성, 조절, 근시, 원시 등을 설명하기 위한 렌즈들이다.

3) 수정체 슬롯

수정체 슬롯 A와 B는 렌즈 지름이 다른 렌즈를 끼우는 곳이며, 교정 후에 정상안이 되거나 근시, 원시를 일으키는 렌즈를 끼운다. 근시나 원시인 경우에 안경 슬롯에 교정을 위한 적절한 렌즈를 끼운다.

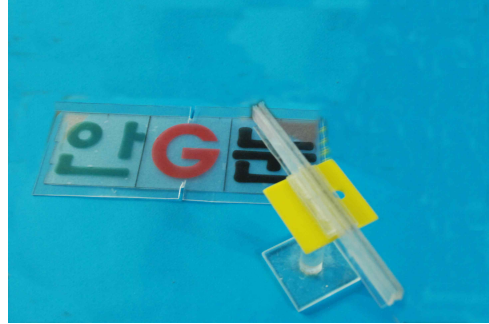


4) 망막 스크린

망막 스크린(반투명) 위에 표시된 원은 중심와(황반)을 나타낸다. 레일 위에서 망막 스크린의 위치를 움직여서 정상안, 원시, 근시 등을 나타내도록 하며, 각막과 수정체 사이의 위치에서 망막 스크린에 상이 맺히는 곳까지의 거리를 측정할 수 있도록 하였다.

5) 검은 상자 망막 스크린

검은 상자의 안쪽 상자 앞쪽에 반투명 아크릴(망막 스크린)이 부착되어 망막 바깥쪽의 상을 볼 수 있으며, 바깥 상자를 이용하여 상이 맺히는 곳을 찾을 수 있다. 검은 상자는 촛불과 같은 광원이 아니더라도 상을 관찰할 수 있도록 한다. 망막이나 망막 앞쪽에 생기는 상은 이동할 수 있는 망막 스크린에 의해 확인할 수 있고, 망막 뒤쪽에 생기는 상은 검은 상자에 부착된 망막 스크린을 통해 확인할 수 있다.



6) 반투명 글자판과 슬롯

반투명 글자판은 투명 아크릴판에 반투명 종이에 글자를 인쇄하여 붙인 것이다. 이것을 이용하면 촛불이나 특별한 광원 장치를 이용하지 않고 상을 관찰할 수 있다.

라. 다기능 안구 모형을 이용한 탐구 활동 교사용 매뉴얼 및 실험 결과

※ 실험 결과 : ♥ ()



탐구 활동 I

망막 위의 상의 형상과 인식

목적 망막에 생성된 상의 모양과 우리가 보는 모양을 비교하여 설명할 수 있다.

과정

1. 안구 모형 안에 물을 넣지 않은 상태에서 수정체 슬롯에 초점거리 400mm(2.5D)인 볼록렌즈를 끼운다(각막렌즈와 수정체 렌즈를 합친 안구 모형 전체의 초점거리는 138mm인 볼록렌즈이다.).
2. 안구 모형 앞 45cm 지점에 글씨를 쓴 반투명 아크릴판(글자판)을 놓고, 상이 생기는 망막스크린의 위치를 찾는다.
 - ♥ 상까지의 거리는 얼마인가?(20cm)
3. 망막 스크린에 생기는 상을 관찰하면서 글자판을 위로, 아래로, 왼쪽으로, 오른쪽으로 움직이면서 각각 상의 움직임을 관찰한다.
4. 글자판을 180° 회전하여 놓고 글씨의 상이 어떻게 보이는지 관찰한다.
5. 안구 모형 안에 물을 넣고 상이 생기는 위치가 어떻게 바뀌는지 망막 스크린을 이용하여 측정한다.(26cm)

결과 및 정리

1. 물체의 이동 방향과 상의 이동 방향은 어떻게 다를까?
2. 상으로 나타난 글씨의 모양을 그려보자.
3. 우리 눈이 망막에 생긴 뒤집어진 상을 똑바로 선 모습으로 보는 이유는?

4. 안구 모형 안에 물을 넣으면 상이 생기는 위치가 어떻게 변할까?
(풀이) 상이 생기는 위치가 길어진다.



탐구 활동 2

볼록렌즈에 의한 상의 형성

목적 볼록렌즈에 의해 상이 생기는 원리를 이해할 수 있다.

과정

1. 수정체 슬롯에 초점거리 364mm(2.75D)인 렌즈를 끼운다(각막렌즈와 수정체렌즈의 전체 초점거리는 13.6cm이다.).
2. 안구 모형 앞 13.6cm 위치에 글자판을 놓고 모형 내의 망막 스크린과 검은 상자 망막 스크린을 이용하여 상이 생기는 위치를 찾는다.
 - ♥ 상이 생기는가?(초점에 놓인 물체의 상은 생기지 않는다.)
3. 안구 모형 앞 27.2cm 위치로 글자판을 옮기고 모형 내의 망막 스크린과 검은 상자 망막 스크린을 이용하여 선명한 상이 생기는 위치를 찾는다.
 - ♥ 상은 똑바로 섰을까, 뒤집어 졌을까?
 - ♥ 상까지의 거리가 몇 cm인가?(27.2cm)
4. 글자판을 안구 모형 쪽으로 이동시키면서 망막 스크린에 생기는 위치와 선명한 상의 변화를 관찰한다.
 - ♥ 상의 위치와 크기가 어떻게 변하는가?(상까지 거리와 상의 크기가 커진다.)
5. 글자판을 안구 모형 반대편으로 이동시키면서 망막 스크린에 생기는 위치와 선명한 상의 변화를 관찰한다.
 - ♥ 상의 위치와 크기가 어떻게 변하는가?(상까지의 거리와 상의 크기가 작아진다.)
6. 50cm 위치에 글자판을 놓고 상까지의 거리를 측정한다.(18.5cm)
 - ♥ 상의 배율은 얼마일까?(0.4배)

결과 및 정리

1. 글자판이 초점 거리의 위치에 있을 때 상이 생기는가?
2. 글자판이 초점 거리의 2배 위치에 있을 때 생기는 상을 기술하십시오.
3. 글자판이 초점 거리 2배 위치에서 안구 모형 쪽으로 이동할 때와 바깥쪽으로 이동할 때 상의 크기가 어떻게 변할까?



탐구 활동 3

눈의 조절

목적 초점거리가 다른 렌즈를 이용하여 조절된 눈의 상태를 탐구할 수 있다.

과정

1. 모형 안에 물을 넣고 수정체 슬롯에 초점거리 222mm(4.5D)인 볼록렌즈를 끼운다. 60cm 위치에 글자판을 놓고, 상이 생기는 위치를 찾는다.(20cm)
2. 글자판을 45cm 위치로 옮기고 고정된 망막 스크린에 선명한 상이 생기는지 관찰한다. (선명한 상이 생기지 않음)
3. 수정체 슬롯에 초점거리 182mm(5.5D)인 볼록렌즈를 끼우고, 과정 2에서의 상의 선명도와 비교한다.
♥ 가까운 위치로 글자판을 옮길수록 수정체 렌즈의 두께가 어떻게 변했을까?(두꺼워진다.)
4. 글자판을 60cm의 위치로 옮기고 고정된 망막 스크린에 선명한 상이 생기는지 관찰한다.(선명한 상이 생기지 않음)
5. 수정체 슬롯에 초점거리 222mm(4.5D) 볼록렌즈를 끼우고, 과정 4에서의 상의 선명도와 비교한다.
♥ 먼 위치로 글자판을 옮길수록 수정체 렌즈의 두께가 어떻게 변했을까?(얇아진다.)

결과 및 정리

1. 물체의 위치를 먼 거리에서 가까운 거리로 변화를 주면, 망막 스크린에 선명한 상이 생기게 하기 위하여 수정체 렌즈의 두께는 점점 어떻게 되어야 할까?
(풀이) 두께가 점점 두꺼워져야 한다.
2. 같은 굴절률의 렌즈로 만들어진 수정체 렌즈의 초점거리와 렌즈의 두께는 서로 어떤 관계일까?
(풀이) 렌즈의 두께가 두꺼울수록 초점거리가 짧아진다.
3. 과정 3에서 교정이 5D까지만 변하여 조절의 범위가 줄어든다는 것은 어떤 의미가 있을까?
(풀이) 노안이 되는 것이다.



탐구 활동 4

근시안과 안경에 의한 교정

목적 근시안의 특징과 이 눈의 교정에 대하여 탐구할 수 있다.

과정

1. 물을 넣은 눈 모형에 초점거리 222mm(4.5D)인 렌즈를 수정체 슬롯에 끼우고, 글자판을 60cm 위치에 놓고 상이 생기는 위치를 측정한다. (20cm)
2. 검은 상자 망막 스크린을 이용하여 망막 스크린의 위치를 모형 밖으로 3cm 이동시키고 안경렌즈를 뺀 후, 망막 스크린에 생기는 상을 관찰한다. (망막 스크린까지의 길이가 보통보다 길다고 가정한다.)
 - ♥ 선명한 상이 생기는 위치가 망막 스크린 앞쪽인가, 바깥쪽인가?(앞쪽)
 - ♥ 원시안의 원인이 무엇일까?(안축길이 증가)
3. 안경 슬롯에 **-1디옵터**의 안경렌즈를 끼우고, 망막 스크린에 생기는 상을 관찰한다.
4. 망막스크린을 원래 위치(모형 끝)에 두고, 초점거리 182mm(5.5D)인 렌즈를 수정체 슬롯에 끼운다. 1m 거리에 위치한 글자판의 상을 관찰한다.
5. 안경 슬롯에 **-2디옵터**의 안경렌즈를 끼우고, 글자판의 상을 관찰한다.
 - ♥ 원시안의 원인이 무엇일까?(수정체 굴절 이상)

결과 및 정리

1. 근시안을 교정하기 위하여 상까지 거리가 멀어져야 할까, 가까워져야 할까? 이것은 어떤 렌즈가 필요하다는 것일까?
(풀이) 멀어져야 한다. 오목렌즈
2. 이 때 필요한 안경 렌즈는 안구 모형 전체의 초점 거리를 어떻게 변화시킬까? (풀이) 초점 거리가 길어진다.
3. 조절과 교정의 차이는 무엇일까?
(풀이) 망막에 선명한 상이 생기도록 하는 방법으로 조절은 수정체의 굴절력을 변화시키는 것이고 교정은 안경 렌즈를 이용하는 것이다.
4. 근시안의 원인 2가지는 무엇인가?
(풀이) 굴절 이상, 안축길이 증가



탐구 활동 5

원시안과 안경에 의한 교정

목적 원시안의 특징과 이 눈의 교정에 대하여 탐구할 수 있다.

과정

1. 물을 넣은 눈 모형에 초점거리 182mm(5.5D)인 렌즈를 수정체 슬롯에 끼우고, 글자판을 43cm 위치에 놓고 상이 생기는 위치를 측정한다. 이 때 수정체 렌즈는 조절이 더 이상 일어날 수 없는 최고의 조절 상태라고 가정한다. (20cm)
2. 망막 스크린의 위치를 렌즈 쪽으로 2cm 이동시켜 망막 스크린에 생기는 상을 관찰한다. (망막 스크린까지의 길이가 보통보다 짧다고 가정한다.)
 - ♥ 선명한 상이 생기는 위치가 망막 앞쪽인가, 바깥쪽인가?(바깥쪽)
 - ♥ 원시안의 원인이 무엇일까?(안축 길이 감소)
3. 안경 슬롯에 **+1디옵터**의 안경렌즈를 끼우고, 망막 스크린에 생기는 상을 관찰한다.
4. 망막 스크린을 원래 위치(모형 끝)에 두고, 초점거리 364mm(2.75D)인 렌즈를 수정체 슬롯에 끼운다. 같은 거리에 위치한 글자판의 상을 관찰한다.
5. 안경 슬롯에 **+2.5디옵터**의 안경렌즈를 끼우고, 글자판의 상을 관찰한다.
 - ♥ 원시안의 원인이 무엇일까?(수정체 굴절 이상)

결과 및 정리

1. 굴절력이 큰 렌즈는 초점거리가 길어질까, 짧아질까?
(풀이) 짧아진다. 두께가 더 굵다.
2. 원시안의 교정에 필요한 안경 렌즈는 볼록렌즈일까, 오목렌즈일까? 교정 안경렌즈의 추가는 안구 모형의 굴절력을 증가시킬까, 감소시킬까?
(풀이) 볼록렌즈, 증가시킨다.
3. 원시안은 조절이 쉽다. 그 이유가 무엇일까? 나이가 증가함에 따라 조절이 점점 어려워지는 이유가 무엇일까?
(풀이) 근시와 원시 모두 조절이 이루어지지 않은 자연 상태(아주 먼 거리)에서 수정체 렌즈의 초점거리가 가장 길다. 그래서 원시안의 조절은 수정체 렌즈의 초점거리가 짧아지면서 이루어진다.
4. 원시안의 원인 2가지는 무엇일까?
(풀이) 굴절 이상, 안축길이 감소

2. 다기능 눈 모형의 활용과 교육적 효과

가. 다기능 안구 모형의 활용

다기능 눈모형의 활용을 위하여 다음과 같은 문제를 포함한 다양한 내용의 탐구가 가능하다.

- 1) 난시는 어떻게 설명할 수 있을까?
- 2) 동공의 크기와 파사체 심도는 어떻게 관련되어 있을까?
- 3) 멀리 있는 물체가 더 작게 보이는 이유가 무엇일까?(상의 크기와 비교)
- 4) 확대경의 원리는 무엇일까?
- 5) 망원경과 현미경을 볼 때 어떤 원리가 숨어 있을까?
- 6) 망막 위에 있는 황반(중심와)의 역할은 무엇일까?
- 7) 망막 위에 있는 맹점의 역할과 원리는 무엇일까?
- 8) 근점거리와 원점거리, 조절력과의 관계는 무엇일까?
- 9) 물속에서 물안경을 써야 잘 보이는 이유는 무엇일까?

나. 교육적 효과

- 1) 모형이 실제의 눈의 모습과 비슷하여 구조와 기능을 같이 탐구할 수 있으며, 실생활 속에서 흥미롭게 과학을 접할 수 있도록 한다.
- 2) 유리체의 모형으로 굴절률이 비슷한 물을 사용하여 실제와 비슷한 결과를 얻는다.
- 3) 기존 모형과는 다르게 밝은 양초나 전등이 아니라 우리가 평소에 보고 있는 물체를 상으로 볼 수 있다(상 관찰 검은 상자 이용).
- 4) 망막 안쪽과 바깥쪽에 생기는 상을 망막 스크린을 이용하여 비추고 그 위치를 수치로 확인할 수 있다. 이 값을 이용하여 물체와 상의 위치 관계와 배율 그리고 안경의 디옵터 등을 계산할 수 있다.
- 5) 교육 내용의 오류가 생기지 않도록 다양한 주제의 실험을 수행할 수 있으며, 중학교에서는 정성적 실험 중심이지만 고등학교, 대학교에서는 내용 수준에 따라 정량적 실험 수업을 구안할 수 있다.

참고 문헌

- 교육과학기술부(2009), 2009 개정 초등학교 교육과정 해설
- 교육과학기술부(2009), 2009 개정 중학교 교육과정 해설
- 교육과학기술부(2009), 2009 개정 고등학교 교육과정 해설
- 김성원 외 8명(2011). 중학교 3학년 교과서, 두배의 느낌
- 김성진 외 11명(2011). 중학교 3학년 교과서, 미래엔(구 대한교과서)
- 김찬중 외 9명(2011). 중학교 3학년 교과서, 두산동아
- 박봉상 외 8명(2011). 중학교 3학년 교과서, 동화사
- 박희송 외 12명(2011). 중학교 3학년 교과서, 교학사
- 선경호 외 4명(2002). 안경광학 I, 현문사
- 이면우 외 12명(2011). 중학교 3학년 교과서, 천재교육
- 이성묵 외 11명(2011). 중학교 3학년 교과서, 금성출판사
- 이준용 외 11명(2011). 중학교 3학년 교과서, 비상교육
- 유준희 외 11명(2011). 중학교 3학년 교과서, 천재 문화
- 진용한 외 2명(2009). 굴절검사와 처방, 내외학술

● 과학실험기구개발대회 ●

밀고 당기는 힘을 재는 검용 용수철 저울의 제작

공릉중학교 교사 | 백종민



I. 필요성 및 목적

1. 기구개발의 필요성

자연현상을 이해하는 가정 기본은 힘이다. 현형 중학교 과학 교과서에서 힘은 “모양이나 운동 상태를 변화시키는 원인 ”으로 정의하고 어떤 물체가 모양이나 운동상태에 변화가 생길 때 그 원인을 힘에서 찾게 하고 있다. 이에 힘을 물체 자체가 가지는 것, 또는 물체와 “독립적으로 존재하는 것”으로 오개념 요소가 잠재하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 2013년부터 적용되는 “2009 교육과정”에서는 힘이란 “두 물체 사이의 상호작용” 이라고 정의하고 물체를 ‘밀거나 당길 때’ 힘이 작용하며 밀고 당기는 여러 가지 상황을 교과서에 풍부하게 제시하여 학생들이 더 구체적이고 감각적으로 받아들일 수 있게 하였다.

실제로 학생들은 일상생활에서 물체를 밀고 당기는 여러 가지 상황을 자주 경험한다. 하지만 학교에 보급된 용수철 저울은 당기는 힘의 크기를 측정하도록 제작되어, 문을 밀거나 책상이나 의자를 미는 경우, 힘을 가하여 물체를 누르거나 지레를 눌러 물체를 들어 올리는 경우 등은 예로서만 제시되고, 실험이나 탐구 활동으로는 이어지지 못하였다. 물체에 힘을 가하여 물체를 밀어낼 때의 일상적인 상황은 수업에서 자주 언급되고 있지만, 실제 그 힘의 크기를 측정하기 위해서는 MBL 장비를 이용하거나 도르래와 결합시켜 사용해야 하므로 복잡한 실험 장치 구조를 만들게 된다.

이에 물체를 밀 때의 힘을 측정할 수 있는 용수철 저울의 제작이 필요하게 되었으며, 현장의 사용 효율을 높이기 위해 “밀 때와 당길 때의 두 가지 기능”을 다 가지는 겸용 용수철 저울을 제작할 필요가 있었다.

2. 개발 목적

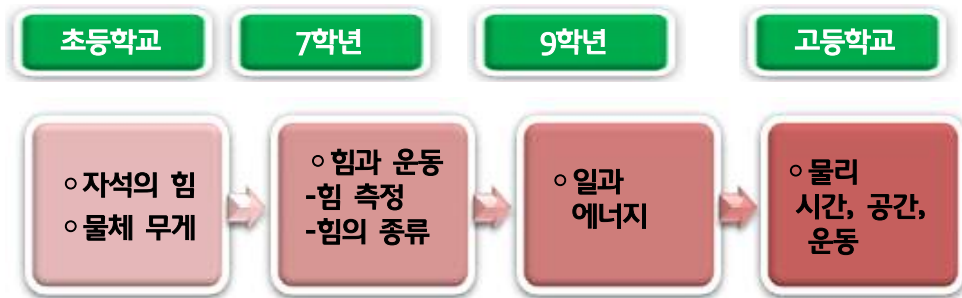
“멤용 용수철 저울”의 개발을 통하여 학생들의 일상적 경험인 물체를 누르거나 밀 때의 힘의 크기를 측정할 수 있도록 한다. 더 나아가 멤용과 당김용 용수철 저울의 결합으로 당김이라는 일상적 소재 제한을 벗어나고, “밀고 당기는” 더 보편적인 상황에서 학생들이 힘의 크기를 직접 측정할 수 있도록 하여 탐구 소재의 폭을 훨씬 넓힐 수 있다. 이에 “ 밀고 당기는 겸용 용수철 저울” 제작 목적은 다음과 같다.

- 미는 힘이 작용할 때의 힘의 크기를 직접 측정할 수 있다.
- 밀고 당기는 상황에서 힘의 크기를 직접 측정 비교할 수 있다.
- 힘이 작용하는 미는 상황의 일상적 소재를 수업에 더 끌어들일 수 있다.

II. 교육과정 분석

1. 교육과정 내용

힘의 개념은 초등학교 3학년 ‘자석의 성질’ 단원에서 자석끼리 밀거나 당기는 힘을 경험하고, 4학년에는 여러 가지 물체의 무게를 측정하는 학습을 한다. 중학교 7학년은 여러 가지 힘의 작용 사례를 통해 힘의 개념과 힘의 크기를 측정, 힘의 종류를 학습하며, 이는 9학년 ‘일과 에너지’ 단원 학습의 이해하는 기초가 된다.



따라서 힘의 측정이나 조작활동은 힘과 관련되는 자연법칙을 이해하는 기초가 되며, 힘의 이해를 바탕으로 일과 에너지, 시간과 공간 운동 등의 물리 개념 학습에 있어도 기본이 되는 요소이다.

2. 관련 단원 내용

가. 힘과 운동 단원

① 힘을 운동 상태 변화의 원인으로 정의한다. 정지한 물체가 속력이 증가하는 것과 같이 속력이 변하는 경우 힘이 원인이 됨을 이해한다. 따라서 밀거나 당기거나 차거나 치는 경우 힘이 작용함을 발견할 수 있도록 일상적인 예를 사용하고 있다.



[그림1] 교과서 속의 여러 가지 미는 힘 예시

② 2013년 새 교육과정에서는 힘을 두 물체 사이의 상호작용으로 정의한다. 따라서 물체를 “ 밀거나 당길 때 ” 힘이 가해지면 반작용으로 물체도 힘을 가하게 된다. 이러한 상황에서 밌용 용수철저울 사용을 통해 물체를 밀 때와 당길 때 상호 작용 힘의 크기를 측정하고 활용할 수 있다.

③ 마찰력은 운동하던 물체가 가다가 정지하는 경우, 속력변화를 만든 원인으로서 힘이다. 교과서에서는 당기는 용수철저울의 사용으로 물체를 당길 때 움직이기 직전의 정지 마찰력 측정 활동이 포함되어 있다. 밌용 용수철저울 사용을 통해 밀거나 당길 때도 정지 마찰력의 크기를 측정할 수 있을 것이다.

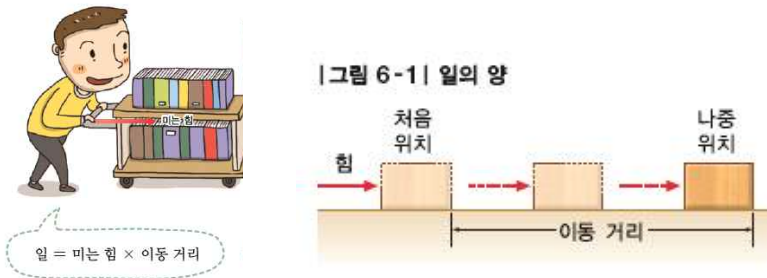
④ 탄성력

용수철의 변형길이가 길수록 탄성력이 더 세다. 이것은 용수철 위에 공을 올려 놓고 튕겨 올라간 높이로서 비교할 수 있었으나 직접 밌용 용수철저울을 사용하여 압축된 길이가 길수록 더 큰 힘이 필요함을 측정을 통하여 학습할 수 있다.

나. 일과 에너지 단원

① 일의 정의

힘과 물체의 이동거리의 곱으로 정의하고 교과서에서는 여러 가지 물체를 밀고 가는 상황이 많이 제시된다. 이처럼 일을 계산할 때 밌용 용수철 저울을 사용하여 힘의 크기를 직접 측정할 수 있다.

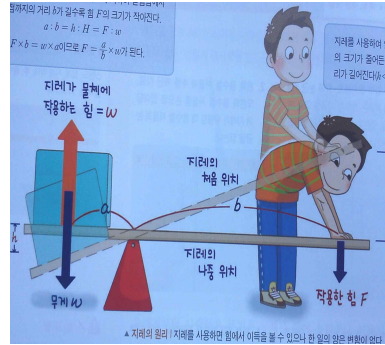
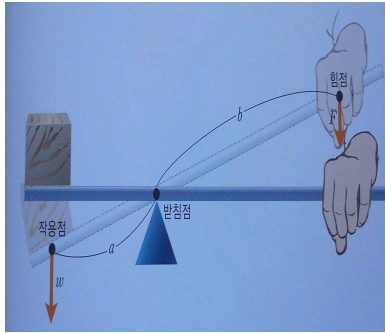


② 지레의 원리

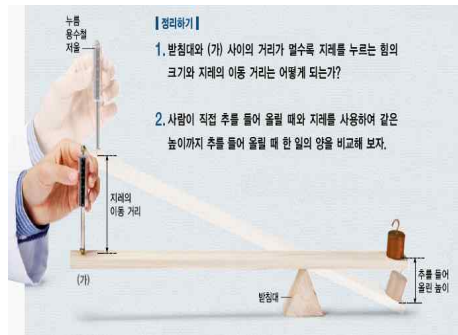
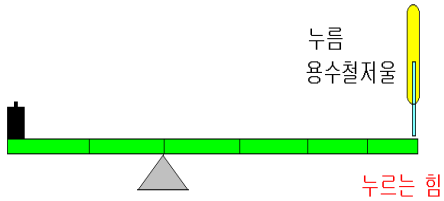
일반적 지레는 물체 가까이 받침대를 놓고 지레를 눌러 물체를 들어 올리는 경우가 많다. 하지만 지레의 원리를 설명하는 교과서의 삽화, 그림들은 모두 누르는 장면을 제시하며, 실험의 경우 대부분 기존 당김 용수철 저울을 사용하여 힘을 측정하므로 교과서와 학생들의 사고를 연결시키는데 장애를 일으키기도 한다.

따라서, 밌용 용수철저울을 사용하여 직접 누르는 힘을 측정하거나 지레 실험을 수행하면 지레의 원리 이해에 큰 도움이 될 수 있다. 실제 누름용수철저울을

활용한 지레실험이 교과서(비상교육출판)에 실려 있다.



[그림2] 교과서 지레 원리 모식도



[그림3] 누름용수철을 이용한 교과서 실험

Ⅲ. 저울 제작의 실제

1. 연구 내용

용수철저울은 용수철의 특성인 탄성계수를 이용하여 힘의 크기를 측정하는 도구이다. 현재 학교에 보급되어 있는 용수철 저울은 물체를 당길 때 용수철의 길이가 일정한 비율로 늘어나는 성질을 이용한 것으로 무게나 ‘당기는 힘’의 측정에 사용하고 있다.

교육과정에서 힘은 “밀고 당기는 것”에서 “물체의 상호작용”까지 더 구체적이고 정교하게 정의되고 있고, 실제로 학생들이 경험하는 일상적인 다양한 상황들이 교과서에 제시된다. 따라서, 학생들에게 실제적인 경험과 수업을 더 관련 짓고, 탐구 폭을 더 넓히기 위해 당기는 용수철 저울 뿐만 아니라 “미는 힘을 측정하는 용수철 저울”을 제작할 필요가 있다. 이와 같은 민용 용수철 저울을 사용하여 물체를 밀거나 누를 때의 힘의 크기를 측정할 수 있는 것이다.

본 연구는 누름 또는 미는 용수철 저울을 제작하는 것을 목적으로 다음과 같은 연구 내용이 포함된다.



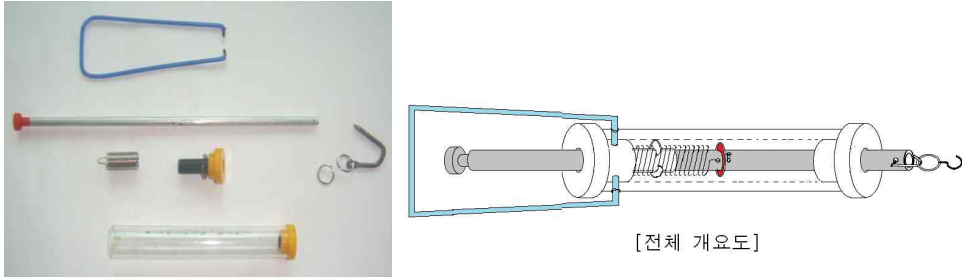
- 가. 여러 가지 용수철의 특성 이해과 기존 용수철 저울의 작동원리 이해
- 나. 누름 용수철 저울 제작 단계(실제 겸용 용수철을 제작함)
- 다. 시제품 완성과 측정 눈금 테스트
- 라. MBL 장비를 통한 정확도 검사
- 마. 학교 현장에서 누름 힘 측정 관련 탐구 실험 활동 연구

2. 연구 일정

일정	추진내용	비고
2012. 04~05	▪ 자료 조사, 누름용수철의 활용방안 연구	
2011. 06	▪ 여러 가지 저울 분해 및 작동원리이해	
2011. 07	▪ 민용 용수철저울 구성요소 제작	
2011. 08	▪ 누름 용수철저울 시제품 제작 ▪ 누름 용수철저울 테스트	
2011. 09.	▪ 누름 용수철저울 실험 적용 결과 정리 ▪ 보고서 작성 제출	

3. 용수철 저울 제작

가. 구성요소



- (1) 플라스틱 투명 관(외경 20mm, 굵기 2.5mm, 길이125mm)
- (2) 알루미늄막대(외경 5.1mm, 길이 210mm, 플라스틱막대로 대체 가능)
- (3) 용수철(탄성계수 N/m, 굵기 0.52mm, , 외경 11.5mm, 길이 20mm)
- (4) 플라스틱마개 2개
- (5) 원판 끼우개 1개, 와셔(눈금용)
- (6) 철사(손잡이용) 길이 220mm

나. 용수철 특성 파악

(1) 용수철 제원

	외경(mm)	용수철 굵기(mm)	길이(mm)
용수철 1	10.13	0.52	50
용수철 2	10.00	0.53	48

(2) 탄성계수 실험

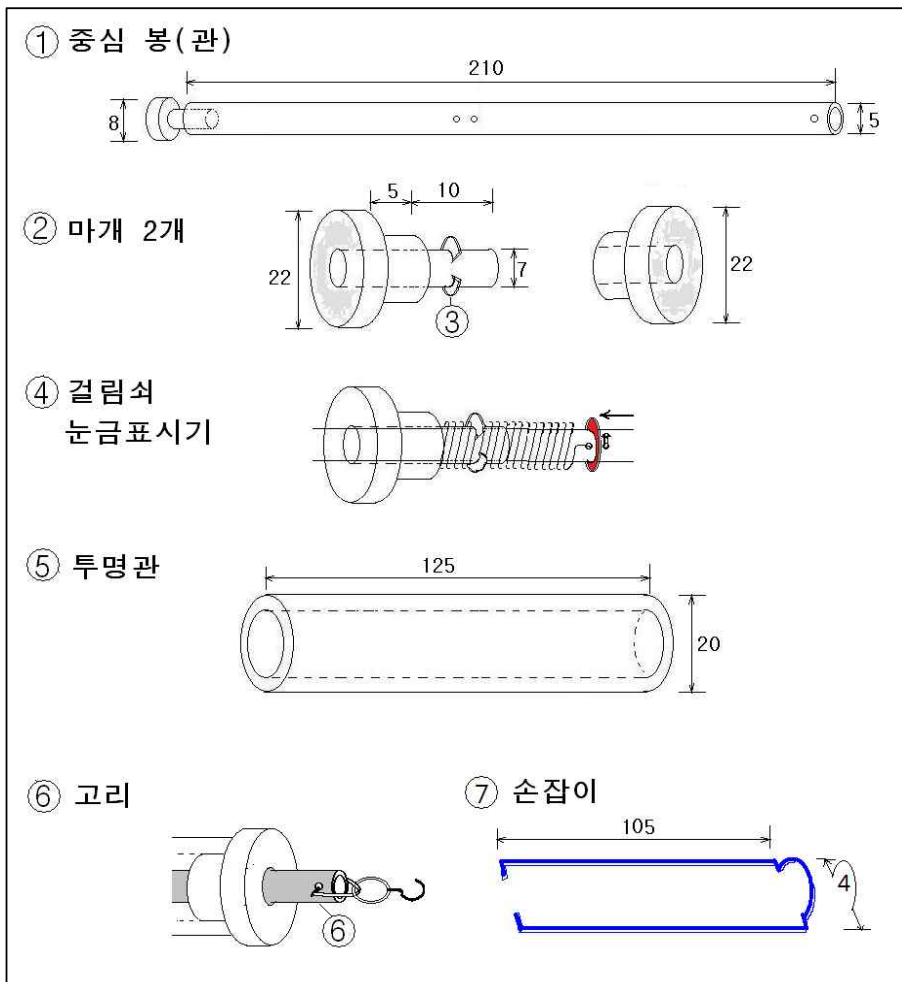
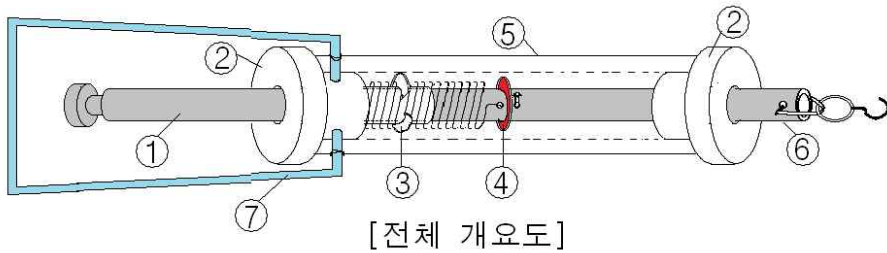
- ① MBL 장비를 컴퓨터에 연결하고 힘 센서를 작동시킨다.
- ② 고정된 용수철을 수평으로 당기면서 늘어난 길이와 힘의 크기를 구한다.
- ③ 각 용수철의 탄성 계수를 구한다.
- ④ 결과 및 측정자료

	탄성계수	눈금구분	측정범위(크기 15cm정도)
용수철 1	0.83N/cm	1cm = 0.83N	5N까지 측정가능
용수철 2	1.33N/cm	1cm = 1.33N	10N까지 측정가능

	측정결과	탄성계수																				
용수철 1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>distance (cm)</th> <th>힘 (N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>1</td><td>0.859</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.632</td></tr> <tr><td>3</td><td>2.460</td></tr> <tr><td>4</td><td>3.344</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.168</td></tr> <tr><td>6</td><td>5.001</td></tr> </tbody> </table>	distance (cm)	힘 (N)	0	0.000	1	0.859	2	1.632	3	2.460	4	3.344	5	4.168	6	5.001	0.83 N/cm				
distance (cm)	힘 (N)																					
0	0.000																					
1	0.859																					
2	1.632																					
3	2.460																					
4	3.344																					
5	4.168																					
6	5.001																					
용수철 2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>이종거리 (cm)</th> <th>힘 (N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>1</td><td>1.465</td></tr> <tr><td>2</td><td>2.751</td></tr> <tr><td>3</td><td>4.068</td></tr> <tr><td>4</td><td>5.389</td></tr> <tr><td>5</td><td>6.720</td></tr> <tr><td>6</td><td>8.020</td></tr> <tr><td>7</td><td>9.362</td></tr> <tr><td>8</td><td>10.685</td></tr> </tbody> </table>	이종거리 (cm)	힘 (N)	0	0.002	1	1.465	2	2.751	3	4.068	4	5.389	5	6.720	6	8.020	7	9.362	8	10.685	1.33 N/cm
이종거리 (cm)	힘 (N)																					
0	0.002																					
1	1.465																					
2	2.751																					
3	4.068																					
4	5.389																					
5	6.720																					
6	8.020																					
7	9.362																					
8	10.685																					

4. 설계도 및 제작과정

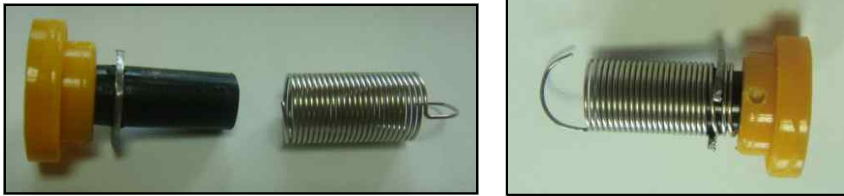
가. 설계도



나. 요소별 제작과정

(1) 중심 봉 제작

- ① 알루미늄관 중앙부분에 1mm 구멍, 3mm 떨어져 구멍, 끝 부분에 구멍 3개를 관통시켜 뚫는다.
- ② 미는 힘 측정할 때 물체가 닿는 부분에 고무나 플라스틱 마개를 끼운다.
- ③ 마개 한 쪽에 용수철 걸림 걸쇠를 고정시키고 (설계도의 ③번 입), 용수철을 회전시켜 걸쇠에 걸리게 한다.



- ④ 용수철이 고정된 마개 가운데로 알루미늄 중심 봉이 자유롭게 움직일 수 있도록 끼워 넣는다. 이때 용수철을 관통된 구멍 속으로 걸어 고정시킨다.



- ⑤ 눈금 표시기 역할을 하는 원반을 관 속으로 끼우고 바깥에 고정쇠를 끼워 흔들리지 않도록 한다.



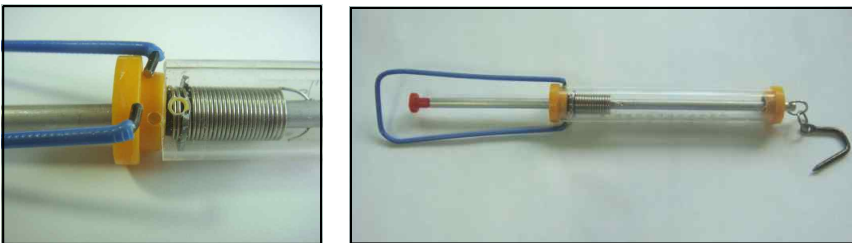
(2) 투명 몸통에 중심 관 끼우기



(3) 당김용 고리를 연결하고, 몸체를 완성한다.



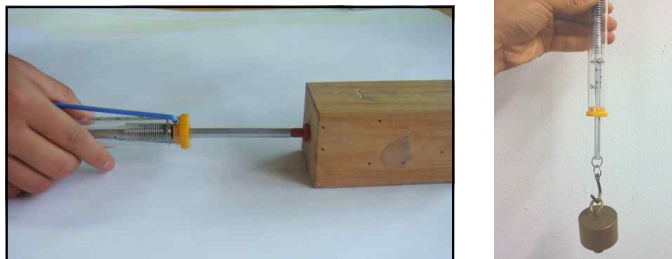
(4) 빗용 고리 연결 쪽에 양쪽으로 깊이 5mm 정도 구멍을 뚫고, 손잡이 고리를 끼운다. 이때 고리는 접었을 때 원통 몸통에 딱 맞는 모양으로 만들 수도 있다.



손잡이를 움직이면서 바르게 돌아가는지 확인한다.



(5) 물체를 움직이도록 밀면서 용수철저울이 잘 작동하는지 확인한다.



5. 눈금 매기기

가. MBL 장비를 이용한 힘의 크기 측정

(1) 영점 조절

현재 밭용 용수철 저울은 중심 봉을 돌리면 고정된 용수철이 회전하면서 용수철 결쇠에 감기게 된다. 이때 용수철의 길이가 변하면서 영점이 조절되도록 하는 구조이다.



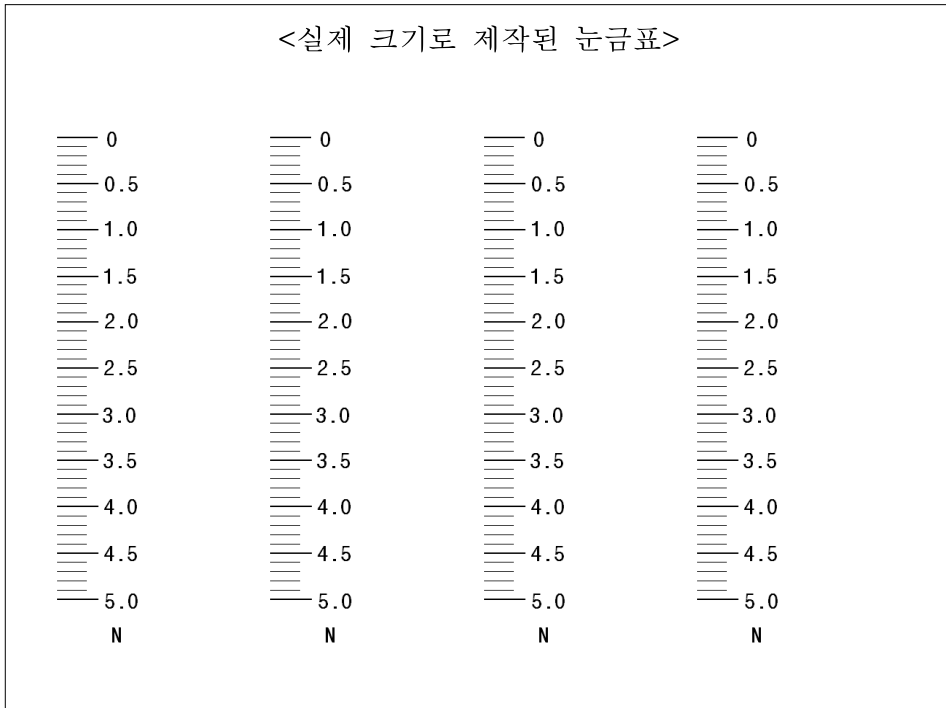
(2) 힘의 크기 정량화 작업

힘 센서를 벽에 고정시키고 밭용 용수철 저울로 힘 센서를 민다. 이때 원점에서 출발하여 각 힘의 정수배에 해당하는 점들을 찍고, 각 힘의 크기 숫자를 표시한다. 여기서 구한 값과 사용한 용수철의 탄성계수를 비교하면 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다.



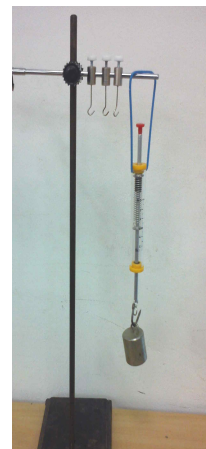
1 N씩 증가할 때마다 1.2 cm 씩 증가한다. 이것은 탄성계수 0.83 N/cm와 일치한다. 따라서 눈금은 1.2cm 증가할 때마다 1N씩 증가하도록 제작한다.

(3) 결과를 바탕으로 투명 필름에 눈금을 N(뉴턴)단위로 표시하는 라벨을 제작하여 용수철 저울의 몸체에 영점을 맞추어 붙이게 된다.



5. 당김용으로 사용할 때 눈금 조정

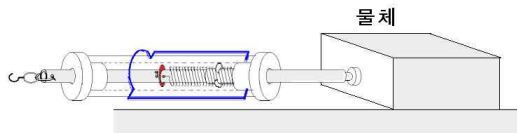
힘 센서를 연결하여 추의 무게를 측정하고, 그 추를 그대로 당김용 용수철 저울로 사용할 때 눈금이 일치하도록 영점과 눈금을 조정한다.



6. 겸용 용수철 저울 사용법

가. 밀거나 누르는 힘의 측정 방법

용수철 저울의 손잡이를 몸통으로 회전시켜 손잡이를 원통에 붙도록 만든다. 겸용 용수철 저울의 끝부분이 물체에 닿게 하고, 저울을 손으로 천천히 밀면서 힘의 크기를 측정한다.

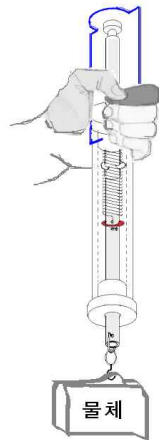


[미는 힘 측정]

나. 당기는 힘의 크기나 무게 측정 : 손잡이를 세워서 옮겨 지거나 손잡이 끝부분을 잡고 물체의 무게를 측정한다.



[무게 측정]



[무게 측정]

IV. 시제품 평가


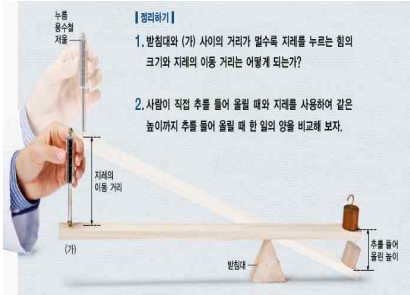
1. 시제품 특징

- 가. 미는 힘, 누르는 힘의 크기를 측정할 수 있다.
- 나. 기존 용수철 저울의 특징인 당기는 힘, 물체의 무게를 잴 수 있는 겸용 용수철 저울이다.
- 다. 여러 종류의 탄성계수가 다른 용수철을 사용하여 제작할 수 있으며, 필요할 경우 힘의 측정 범위를 자유롭게 정할 수 있다.
- 라. 학교에 보급된 용수철 저울의 특징을 그대로 살려 사용방법이 매우 간단하며, 학생들이 쉽게 미는 힘을 측정할 수 있도록 제작 되었다.

2. 수업에 적용

가. 지레의 원리 실험 적용

(1) 교과서 실험 장치 분석

	대부분 교과서 실험장치	지레구조 그대로의 실험장치
장치 모습		
문제점	<ul style="list-style-type: none"> -용수철저울을 넓혀서 사용하므로 용수철저울 자체의 무게가 힘 측정에 영향을 준다. -실험구조가 복잡하고 교과서에서 설명하는 지레의 원리 그림과 일치되지 않는다. -학생들이 지레의 구조와 실험활동의 결과를 잘 연결시키지 못한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -뭍용 용수철을 사용하여 누르면 압축 길이만 표시된다. -힘이 측정되지 않고 압축길이만 표시되므로 압축길이를 다시 힘의 크기로 환산시켜야 하므로 계산과정이 길고 복잡하다. -탄성계수가 너무 작아 100g중미만의 힘만 측정할 수 있다.

(해결) 지레 구조와 같은 탐구실험활동에서 뭍용 용수철 저울의 사용으로 누르는 힘을 쉽게 측정할 수 있다. 그러면 교사가 설명하는 지레 구조와 일치하므로 학생은 수업에 일관성을 가지고 탐구를 수행할 수 있으며, 일반적인 간단한 지레의 구조와 동일하므로 받침점을 옮기면서 누르는 힘의 크기를 바로 측정할 수 있다.

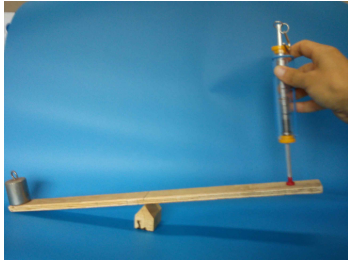
(2) 실험에 적용

- ① 지레 막대의 중앙에 받침대를 놓고 양쪽이 균형이 되는 곳을 표시한다.
- ② 한쪽에 3N의 추를 붙이고, 받침대를 지레 중앙에 올려서 반대쪽 끝 부분을 눌러 뭍용 용수철 저울의 누르는 힘이 3N이 되는 곳에 위치를 표시(*)한다

③ 추로부터 5cm 간격으로 받침대를 받칠 곳에 위치를 연필로 표시를 한다.



④ 지레를 눌러서 추를 지레가 수평되는 위치까지 들어 올렸을 때 한 일의 양을 구하기 위해 다음 값들을 측정하고 표에 기록한다.



추와 받침대 사이 거리(cm)	5	10	15	20
수평되게 누르는 힘 (N)	0.27	0.54	1.31	2.42N
수평이 될 때 3N 지점(*)의 이동거리(cm)	6	2.8	1.5	0.8
한 일(J)	0.016	0.015	0.019	0.019

(3) 실험을 통해서 알 수 있는 사실

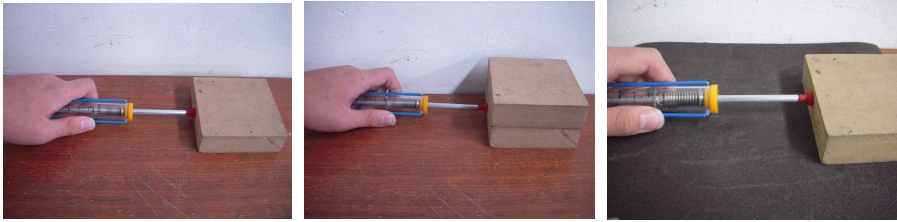
- ① 추와 받침대 사이 거리가 멀어질수록 누르는 힘의 크기가 커진다. 이것은 지레의 원리로 받침대가 추에 가까울수록 힘이 적게 드는 것을 바로 확인할 수 있다.
- ② 3N의 물체를 옮기는 일의 양이 매우 작다는 것을 알 수 있다. 따라서 지레 실험을 효과적으로 하기 위해서는 비교적 무거운 물체를 사용할 필요가 있다.
- ③ 받침대를 물체로부터 더 멀리하면 무게보다 더 많은 힘이 드는 것을 바로 측정하여 확인할 수 있다.

나. 7학년 ‘힘과 운동’ 단원 미는 힘 측정

(1) 마찰력의 크기 측정

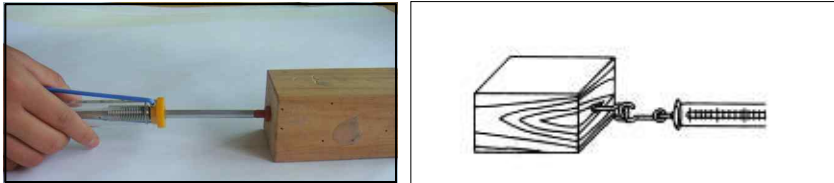
실험대 위에 놓인 나무도막의 움직이기 직전의 최대정지마찰력의 크기 비교

	나무판 위 나무도막		거친 사포 위 나무도막	
	1개	2개	1개	2개
최대정지마찰력(N)	0.9N	1.4N	2.2N	4.5N



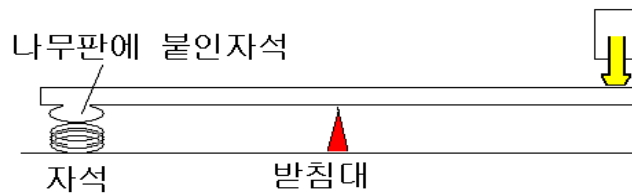
(2) 일정한 속력으로 움직이는 운동

2009 교육과정의 힘과 운동단원에서는 ‘알짜힘’ 개념이 도입된다. 일정한 속력으로 운동하는 물체는 마찰력이 작용하지 않을 때의 운동이거나, 힘이 작용하더라도 미는 힘과 마찰력이 같아 알짜힘이 되는 경우이다. 교사는 물체를 일정한 속력으로 밀어 줄 때와 당길 때 힘의 크기를 측정하여 운동 마찰력을 직접 측정할 수 있다.



(3) 자기력 측정 수업

- ① 나무막대의 한쪽 끝에 아래에 자석을 붙인다.
- ② 나무막대에 받침대를 놓아 중심을 찾아서 연필로 표시한다.
- ③ 받침대 높이에 아래쪽에도 자석을 붙여 나무판의 자석과 자기력이 작용하도록 한다.

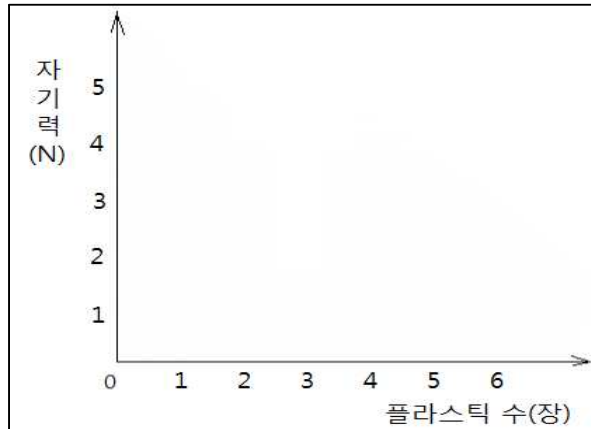


[그림-] 밑용 용수철저울로 누르는 힘 측정

- ④ 두 자석 사이에 얇은 플라스틱 판을 한 장씩 추가하면서 실험을 반복한다.

플라스틱 판 수(장)	0	1	2	3	4	5
자기력(N)						

⑤ 두 자석 사이 거리에 따른 자기력의 크기를 그래프로 그려서 결론을 맺는다.



다. 기존 용수철 저울 용도 사용 : 무게나 당기는 힘의 크기를 측정할 때 사용한다.

3. 해결해야 할 과제

- 가. 영점 조절 장치를 더 쉽게 조절할 수 있도록 독립적인 장치로 마련한다.
- 나. 용수철의 압축되는 특성을 이용하여 현재와 반대과정으로 제작하면 밀고 당기는 겸용 용수철 저울을 더 간단한 구조로 제작할 수 있다.
- 다. 미는 힘 측정을 위해 수평으로 사용할 때와 무게를 재기 위해 수직으로 사용할 때 오차가 발생한다. 고리무게 (0.12N)이 추가됨으로서 영점이 일치되지 않는다. 이는 영점 조절을 통해서 해결하도록 한다.
- 라. 고리를 아주 작게 만드는 방법을 고려하여 무게를 최소화하여 오차를 줄인다.

4. 유사제품과의 차이

현재 교과서에 미는 힘을 측정하는 실험활동으로 지레의 원리가 있다. 하지만 시중에 나와 있는 제품은 ‘멤용 용수철’로서 탄성력과 변형길이 관계를 측정하는데 사용하고 있다.

이를 변형길이 대신 눈금을 힘(N) 단위로 바꾸어 주어서 미는 용도의 저울로 사용할 수 있지만 내부에 있는 용수철의 탄성 계수(실제로 측정했을 때 탄성 계수가 38N/m로 측정됨)가 너무 작아 100g중 미만의 힘만 측정할 수 있는 단점이 있다.

또한, 압축길이를 표시되므로 길이를 힘의 단위로 환산하기 위해서 탄성계수의 측정, 힘으로 환산하기 위한 추가적인 계산과정이 있어 힘의 측정 용도로 사용하기에는 불편한 점이 많다.

따라서, ‘뭍용 용수철’이 아니라 ‘뭍용 용수철 저울과 당김용 용수철 저울 기능을 동시에 수행할 수 있는 용수철 저울’을 제작하게 되었다.

IV. 교육적 기대 효과

- 밀고 당기는 일상적 상황에서 힘의 크기를 직접 측정할 수 있어, 학생들의 과학적 흥미를 높일 수 있고, 탐구 소재의 폭을 넓혀 탐구기회를 확장시킬 수 있다.
- 밀거나 누른 힘의 크기를 직접 측정할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 용수철 저울 기능인 당김 힘, 끄는 힘이나 무게까지 측정할 수 있어 용수철 저울의 사용 범위를 매우 넓힌다.
- 뭍용 용수철 저울의 사용을 통해서 지레의 원리를 설명하는 구조에 맞는 실험활동을 수행 가능하도록 하며, 실험 장치가 매우 간단해 진다. 아울러 학생들은 받침점의 위치에 따른 힘의 크기를 간단하게 직접 측정할 수 있으므로 학생들의 흥미를 끌 수 있으며, 측정을 통한 지레의 원리 이해에 큰 도움이 된다.
- 힘과 운동단원, 일과 에너지 단원 등 역학적 실험 탐구활동에 학생들이 직접 힘의 측정 활동 기구로 간단하게 사용할 수 있고, 일상생활에서 부딪히는 밀고 당기는 여러 가지 상황에서 힘의 크기를 측정할 수 있는 기회를 제공하게 된다.

◇ 참고문헌

- 이준용 외. 과학 1, 3학년 교과서 및 지도서. 2012
 고려대학교, 서강대학교 물리학과 공역. 일반물리학(1, 2). 2000
 MBL 물리 실험노트. 켄 아펠 외. 미디어사이언스. 2010
 버니어 MBL 중등편. 박재현. 영재와 영재교육. 2011

● 과학실험기구개발대회 ●

위도별 푸코진자 진동면 회전주기 측정 장치

보평고등학교 교사 | 천명기



I. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구 동기

지구 자전의 증거로 제시되는 현상에는 전향력, 인공위성의 궤도 서편현상, 푸코 진자의 진동면 회전 등이 있다.

전향력은 지구 자전의 영향으로 물체의 운동 방향을 편향 시키는 가상적인 힘을 말하고 물체의 운동 방향에 대해 북반구에서는 오른쪽 직각 방향으로, 남반구에서는 왼쪽 직각방향으로 작용한다. 인공위성의 궤도 서편현상은 지상에서 보면 극궤도 인공위성의 궤도가 서쪽으로 이동하는 것처럼 보이는 현상을 말한다. 이는 모두 지구가 자전하고 있다는 증거로 제시되는 현상들이다.



<그림 I-1. 전향력>

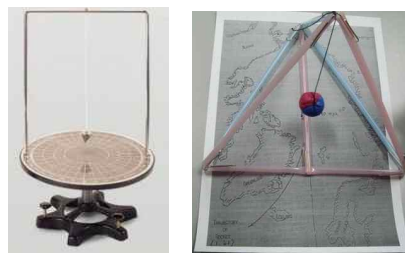


<그림 I-2. 인공위성의 궤도 서편현상>

푸코진자의 진동면 회전 역시 지구의 자전 증거로 제시되는 현상 중 하나로 진자가 진동하는 동안에 지면이 자전하기 때문에 진자의 진동면이 지면에 대해 반대 방향으로 도는 것과 같이 보이는 현상이다. 푸코 진자의 경우 다음과 같은 간이 푸코진자를 학생들의 학습에 이용하고 있다.

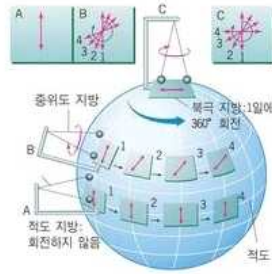


<그림 I-3. 평태용 사원 푸코 진자>



<그림 I-4. 간이 푸코진자>

하지만 기존의 간이 푸코진자의 경우 지구의 극지방에서 진자의 진동면이 어떻게 회전하는지는 잘 보여줄 수 있지만 중위도 지방과 극지방에서의 진동면 회전을 보여줄 수 없다. 따라서 극지방을 제외한 나머지 지역에서의 진동면 회전은 다음과 같은 그림으로 설명하고 있다.



<그림 I -829. 푸코진자 설명 그림 >

그러나 실제 수업에서 학생들은 이 그림만으로 중위도 지방에서의 진동면 회전이 어떻게 나타날지 머릿속으로 떠올리기 쉽지 않아 했고, 수학적으로 극지방에서 적도지방으로 갈수록 진동면의 회전 속도가 느려져 회전 주기가 길어짐을 가르칠 수밖에 없었다. 따라서 학생들의 푸코진자 진동면 회전에 대한 이해를 돕고 효과적으로 학습하기 위해 본 실험기구를 제작 하고자 한다.

2. 연구의 목적

- 가. 푸코진자의 진동면 회전에 대해 효과적으로 학습할 수 있는 실험기구가 필요하다.
- 나. 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 보여 줄 수 있는 실험기구가 필요하다.

II. 연구의 설계

1. 연구 주제

위도별 푸코진자 진동면 회전 관찰 장치 개발 및 적용

2. 연구 기간 : 2011년 8월 ~ 2012년 8월

3. 연구 대상 : 10학년(고등학교 1학년) 학생

4. 이론적 배경

1851년 파리에 있는 판테온 사원에서 푸코는 길이 200ft의 철사에 매단 추의 진동면이 지면에 대해 시계 방향으로 도는 것을 볼 수 있었다. 이때 추가

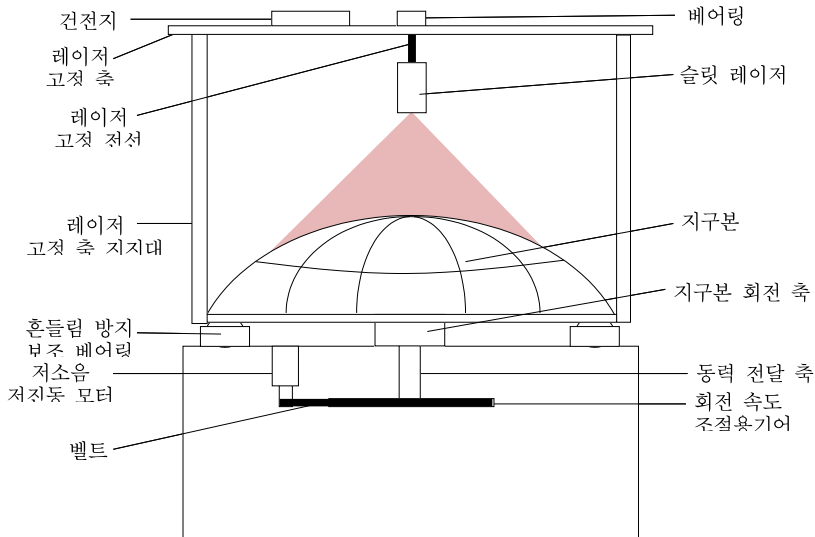
받는 힘은 지구의 중력뿐이므로 진자는 처음의 운동 방향이 결정하는 연직면 내에서 운동하여야 한다. 그러나 추가 운동하는 동안에 지면이 자전하기 때문에 추의 진동면은 지면에 대해서 반대로 도는 것같이 보이게 된다. 같은 이유로 남반구에서는 진동면의 회전이 북반구에서의 경우와는 반대로 나타난다. 한편 적도에서 적도면 내를 진동하는 진자는 이 진동면에 수직인 방향의 힘을 받지 않으므로 진동면은 전혀 회전하지 않는다. 한편 위도 ϕ 인 지방에서는 지구의 회전각속도(ω)의 연직 성분은 $\omega \sin \phi$ 이다. 그런데 회전 각속도는 자전주기에 반비례하므로 진자의 진동면은 $P=24/\sin \phi$ 시간의 주기로 회전하는 것으로 보인다.

5. 작품의 구상

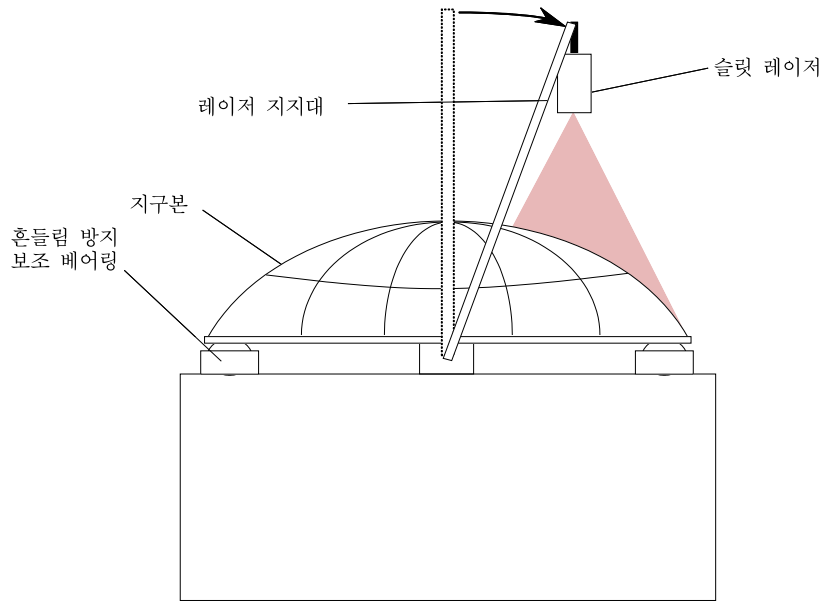
본 실험기구는 지구 자전의 증거로 제시되는 푸코진자의 진동면 회전을 지구의 극지방뿐만 아니라 중위도 지방의 경우도 보여줄 수 있도록 하기 위한 것이다.

기존의 간이 푸코 진자의 경우 지구가 자전하기 때문에 진자의 진동면이 회전한다는 것은 보여 줄 수 있지만 그 것만을 보고 학생들이 중위도 지방에서 푸코 진자의 진동면이 어떻게 회전할지 머릿속으로 떠올리는 것은 쉽지 않았다. 그래서 중위도 지방에 있는 푸코진자의 진동면 회전을 보여줄 수 있는 실험 기구를 구상 하게 되었다. 초기 설계는 다음과 같다.

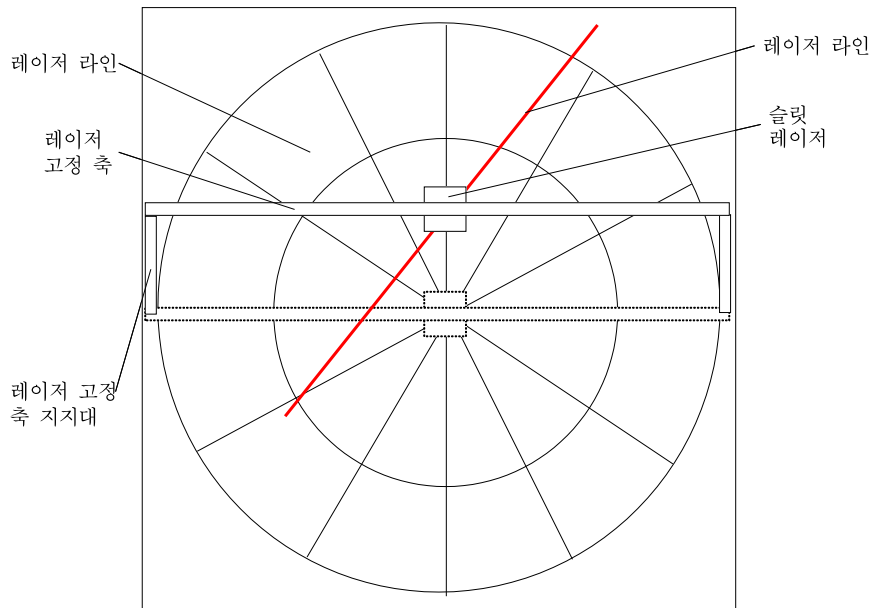
가. 초기 설계도면



<정면도>



<측면도>



<평면도>

나. 초기 설계내용

본 실험기구는 기존에 사용되던 간이 푸코 진자를 개선하여 설계하였다. 기존 간이 푸코 진자의 경우 진자를 진동시키고 실험기구를 회전시켜 진자의 진동면은 변함없이 같으나 아래에 있는 원형의 판이 회전하여 진자의 진동면이 회전함을 관찰할 수 있고 이는 곧 푸코 진자의 진동면 회전이 지구의 자전 때문임을 보여줄 수 있는 실험 기구이다.

하지만 기존 간이 푸코진자의 경우 지구의 극지방에 푸코 진자를 설치했을 경우에만 해당되기 때문에 학생들은 중위도 지방에서 푸코 진자가 어떻게 움직일지를 실물이 아닌 작은 실험기구로 확인하는 것은 불가능하다. 그래서 본 실험기구는 지구의 극지방이 아닌 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 어떻게 회전할지 실험기구를 이용하여 관찰 할 수 있도록 제작하고자 한다.

기존 간이 푸코진자가 극지방에 설치된 푸코진자의 진동면 회전만 보여줄 수밖에 없는 이유는 추가 일정한 주기로 왕복 운동하는 형태의 실험기구로는 중위도 지방에서의 상황을 절대로 재현할 수 없기 때문이다. 중위도 지방에서의 상황을 재현하기 위해 진자가 매달려 있는 지지대를 옆으로 기울일 경우 추는 실험기구의 중심이 아니라 지구의 중심을 향하기 때문에 진자의 진동면 변화를 제대로 관찰 할 수가 없다.

본 실험기구에서는 진자가 진동하는 진동면이 일직선인 점에 착안하여 진자의 진동면을 실제 진자의 움직임이 아닌 슬릿 레이저를 이용하여 나타내려고 한다. 이렇게 할 경우 중위도 지방에 설치된 푸코진자의 상황을 가정하여 진자의 진동면 회전을 직접 눈으로 관찰 할 수 있게 된다. 뿐만 아니라 위도별 푸코진자의 진동면 회전 주기도 계산해 볼 수 있어 기존에 수학적으로만 접근하던 방식에서 벗어나 실제 실험을 통해 푸코진자의 진동면 회전을 관찰 할 수 있도록 활용할 수 있다.

1) 회전하는 지구본

푸코진자의 진동면이 회전하는 주기를 알아보기 위해서는 회전 속도가 일정해야 한다. 그래서 북반구 모양으로 되어 있는 지구본이 일정한 속도로 회전할 수 있도록 했다.

따라서 레이저가 회전축 위에 위치하게 하여 진동면이 한 바퀴 회전하는데 걸리는 시간을 측정하고 레이저가 중위도 지방을 비추도록 한 후 진동면이 한 바퀴 회전하는데 걸리는 시간을 측정하여 지구 자전 주기와 비교하여 비례식으로 계산하면 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면 회전 주기를 수학적인 공식이 아닌 실제 실험을 통해 계산할 수 있게 된다.

2) 레이저 고정 축

슬릿 레이저가 매달려 있게 되는 곳으로서 지구본이 회전하는 동안 슬릿 레이저의 레이저 라인이 일정한 방향을 유지할 수 있도록 축과 슬릿레이저가 연결되는 부분에 베어링을 설치하여 지구본과 함께 레이저 고정축이 회전하더라도 슬릿레이저는 회전 없이 같은 방향을 유지하며 멈춰 있을 수 있도록 했다.

3) 각도 조절 가능한 레이저 고정 축 지지대

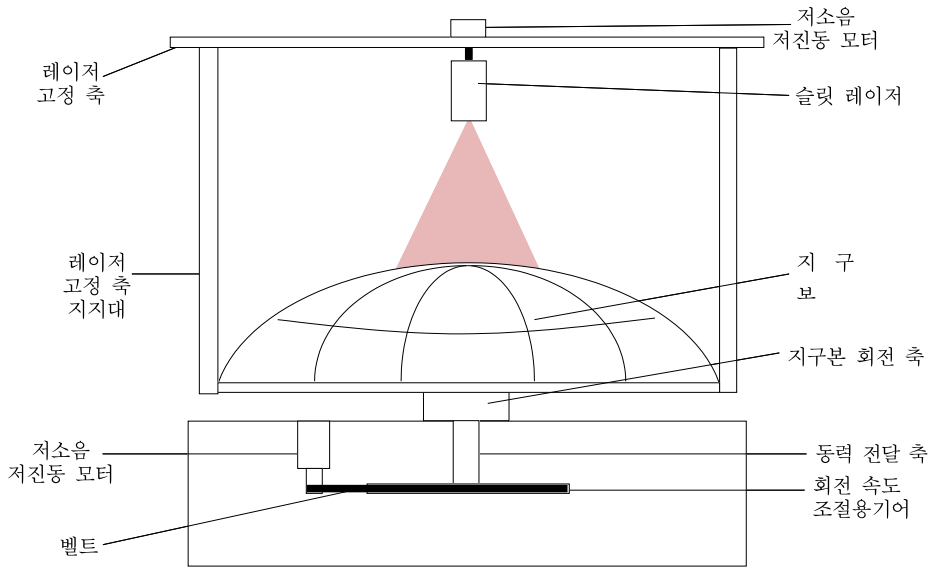
슬릿 레이저가 매달려 있는 레이저 지지대는 중위도 지방에 설치된 푸코 진자의 상황을 가정하기 위해 각도를 조절하며 기울어 질 수 있도록 하였으며 지구본이 회전할 때 같이 회전하게 된다. 만약 슬릿 레이저 대신 추를 사용하였다면 추가 지면 방향을 향해 있을 것이기 때문에 진자의 진동면 회전을 제대로 관찰 할 수 없다. 하지만 슬릿 레이저가 진자를 대신해 일정한 방향으로 유지되는 진자의 진동면을 보여주게 되므로 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 어떻게 회전 하는지 관찰할 수 있게 된다.

다. 설계의 문제점

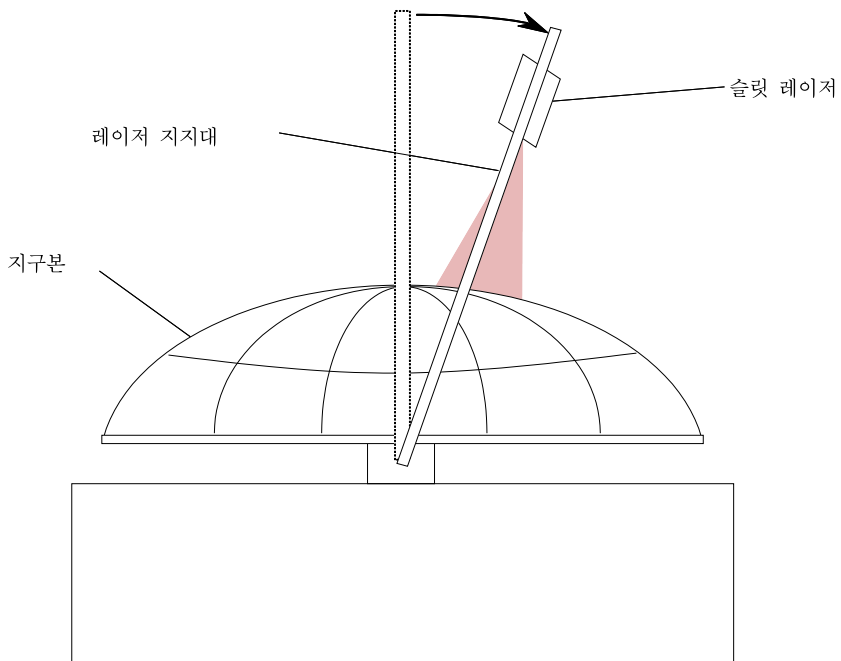
작품을 설계하고 제작하던 도중 큰 어려움에 부딪혔다. 슬릿레이저를 고정할 때 베어링을 이용하면 지구본이 회전하더라도 슬릿레이저는 회전 하지 않을 것으로 생각했으나 실제 제작과정에서 아무리 좋은 베어링을 사용하더라도 지구본과 함께 슬릿레이저가 조금씩 돌아가는 현상이 나왔다. 그리고 실제 지구상에서 푸코 진자의 진동면 회전은 진자가 위치하고 있는 땅이 푸코진자가 고정되어 있는 축을 중심으로 회전하고 있음으로 인해 나타나는 현상이다. 그런데 실험기구의 지구본은 그 크기가 작고 슬릿레이저가 표시하고 있는 진동면의 길이는 길어서 지구본이 자전하고 있는 동안 슬릿레이저가 회전하지 않고 멈춰있기만 한다고 해서 실제 상황이 재현되지는 않는다는 문제점이 있었다.

이 두 가지 상황을 해결하기 위해서 슬릿레이저에도 모터를 연결하여 극지방의 상황에서는 지구본과 같은 회전 속도로 반대방향으로 회전하도록 하여 진자의 진동면은 변함이 없고 지구가 자전하는 상황을 보여줄 수 있도록 하고 중위도 지방에서는 위도에 따라 슬릿레이저에 연결된 모터의 회전 속도를 줄여 실제와 유사한 상황을 보여줄 수 있도록 설계를 변경하였다.

라. 최종 설계도면

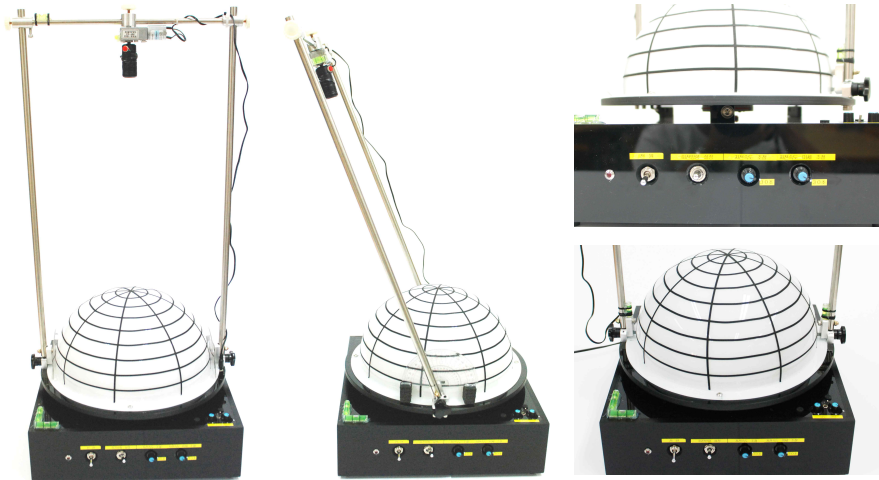


<정면도>



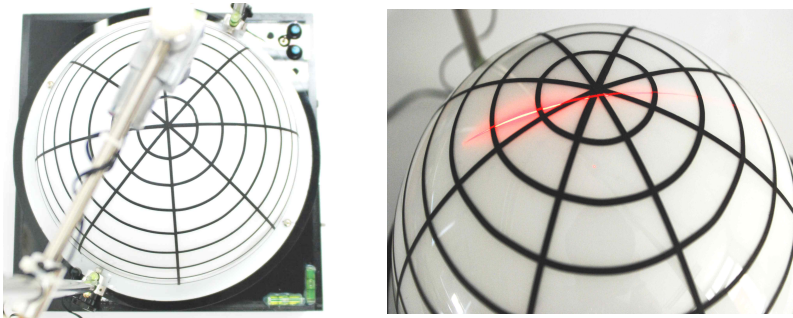
<측면도>

마. 완성 작품 사진



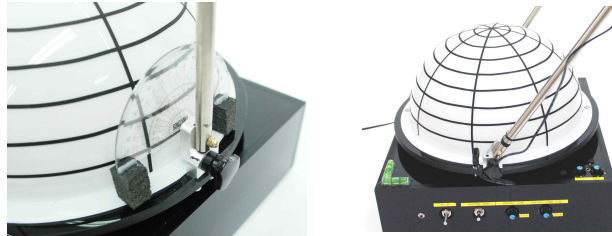
<실험기구 정면 모습>

실험기구는 전체적으로 기존의 간이 푸코진자와 비슷한 형태이나 회전판을 설치하고 그 위에 반구를 설치하였다. 그리고 슬릿 레이저의 레이저선이 진자의 진동면을 대신하게 된다. 슬릿레이저는 반구의 회전 방향과 반대 방향으로 회전하여 반구가 회전하더라도 슬릿 레이저가 계속 같은 방향을 유지할 수 있도록 해 진자의 진동면이 일정한 방향을 유지하고 있는 현상을 보여줄 수 있도록 하였다.

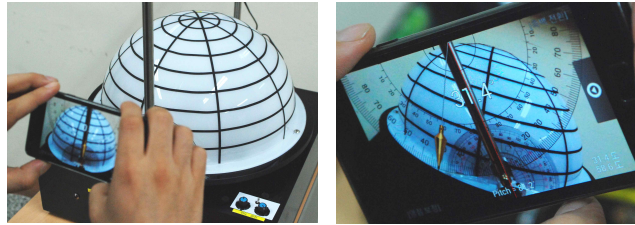


<실험기구 위에서 본 모습>

기존 간이 푸코진자의 경우 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 보여주기 어려웠지만 본 실험기구는 슬릿레이저 지지대의 각도가 조절되어 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 학생들이 직접 관찰할 수 있다. 지지대의 각도는 부착되어 있는 각도기로도 측정할 수 있지만 스마트 폰의 각도측정 어플리케이션을 사용하여 더욱 정밀하게 각도를 측정할 수도 있다.



<각도 조절이 가능한 레이저 지지대>

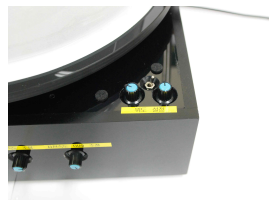


<스마트폰을 이용한 레이저 지지대 각도 측정>

슬릿 레이저가 진자의 진동면을 대신하도록 했을 때 진동면의 회전 속도가 중위도지방으로 갈수록 늦어지는 현상을 설명하기 어려워진다. 그래서 슬릿 레이저에 속도 조절이 가능한 모터를 설치하여 위도별로 진자의 진동면 회전 속도에 맞게 슬릿 레이저의 회전 속도를 조절할 수 있도록 하였다.

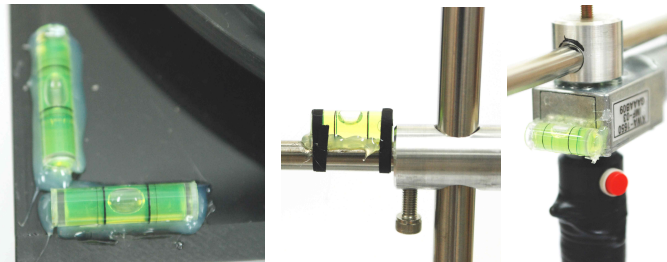


<슬릿 레이저>



<회전 속도 조절 스위치>

본 실험기구는 실험을 시작하기 전 실험기구 및 레이저의 수평 상태를 확인하는 것이 중요하다. 그래서 실험기구에 수평을 확인할 수 있도록 수평계를 부착하였다.



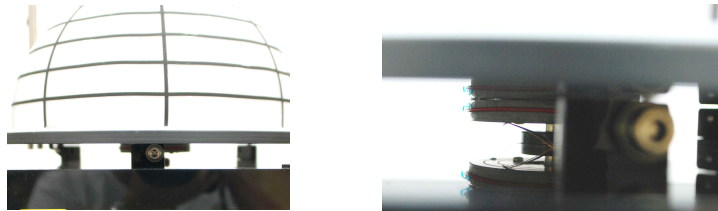
<실험기구의 수평 상태를 확인하기 위한 수평계>

본 실험기구를 활용한 실험은 학생들이 진자의 진동면이 일정하게 유지된다는 것을 이해한 후 실시되어야 한다. 기존 간이푸코진자를 이용하면 진자의 진동면이 일정하게 유지됨을 알 수 있지만 본 실험기구는 기존 실험기구보다 더 효과적으로 학생들의 이해를 도울 수 있도록 하였다. 슬릿레이저가 달려 있는 고정 축은 교체가 가능하도록 하여 슬릿 레이저가 아닌 일반 진자로 교체 할 수도 있다. 하지만 일반 진자의 경우 진자의 진동면을 확인하기가 쉽지 않기 때문에 본 실험기구에서는 진자의 추에 레이저포인트를 부착하여 진자의 움직임을 쉽게 볼 수 있도록 하였다.



<레이저포인트를 장착한 진자>

이 실험기구를 활용한 실험에서 기구의 진동은 학습효과를 떨어트릴 수 있어 진동이 최소화 될 수 있도록 원판 밑에는 롤러를 부착하여 원판이 회전할 때 생기는 진동을 최소화 했으며 모터 역시 저진동 모터를 사용했다. 슬릿레이저를 회전시키는 모터의 경우 슬릿레이저가 원판과 함께 회전해야 하므로 전원 선을 연결하기가 쉽지 않았다. 원판이 회전 할 때에도 슬릿레이저를 회전시키는 모터에 계속해서 전원이 공급되어야 하므로 원판 아랫면에 접점을 설치하여 전원을 공급할 수 있도록 했다.



<진동을 방지하기 위한 롤러> <슬릿레이저용 모터에 전원 공급을 위한 접점>

본 실험기구의 가장 큰 특징은 기존의 기구로는 실험해볼 수 없었던 지구 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면 회전이 어떤 모양으로 일어날지 지구 밖의 관찰자 입장에서 볼 수 있다는 것이다. 평소 수학적인 방법으로 진자의 진동면

회전 주기가 저위도 지방으로 갈수록 늦어진다는 것을 알 수는 있지만 본 실험기구를 통해 지구 밖 관찰자의 입장에서 진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 관찰해본다면 보다 효과적으로 이해를 할 수 있다. 뿐만 아니라 기본적인 진자에 대해 학습할 때도 활용할 수 있도록 해 범용성도 높였다.

그리고 간이푸코진자에 비해 복잡한 구조이긴 하지만 실험기구의 작동원리에 대해서도 학습해볼 수 있어 단순한 과학적 지식뿐만 아니라 공학적, 기술적 요소도 학습할 수 있으며 실험결과를 정리하고 분석하는 과정에서 수학적 요소도 기를 수 있어 융합적 학습이 가능하도록 하는 실험기구이다.

Ⅲ. 연구의 실제

1. 실험기구 사용방법

- 가. 슬릿레이저의 중심이 지구본의 극지방에 위치하도록 레이저 지지대를 조절한다.
- 나. 지구본을 회전시켜 진자의 진동면이 한 바퀴 회전하는데 걸린 시간을 측정한다.
- 다. 레이저 지지대의 각도를 조절하여 슬릿레이저의 중심이 중위도 지방에 위치하도록 조절한다.
- 라. 슬릿레이저 작동 스위치를 해당 위도로 조절한다.
- 마. 지구본을 회전시켜 진자의 진동면이 한 바퀴 회전하는데 걸린 시간을 측정한다.
- 바. 비례식을 이용하여 실제 푸코 진자의 진동면 회전 주기를 계산해 본다.
- 사. 레이저 지지대의 각도를 조절하며 실험을 반복한다.

기존의 실험기구를 이용해 본 수업을 실시했을 때 학생들은 푸코진자의 진동면 회전 주기의 변화를 수학적으로는 이해하는 듯 했으나 진동면이 어떻게 회전할지 머릿속으로 잘 떠올리지 못했다. 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 회전하는 모습을 떠올리기가 쉽지 않았기 때문이다. 극지방에서의 푸코진자 진동면 회전은 쉽게 이해할 수 있으나 중위도 지방에서의 푸코진자 진동면 회전은 위도별 회전 각속도의 변화로 설명하거나 극지방에서 회전 주기가 24시간이고 적도지방에서는 진동면이 회전하지 않으므로 극지방에서 적도 지방 쪽으로 위도가 낮아질수록 진동면 회전 주기가 길어진다고 생각할 수 있다.

하지만 두 경우 모두 학생들에게 “아! 그렇구나!”하는 명쾌함을 주지 못했다.

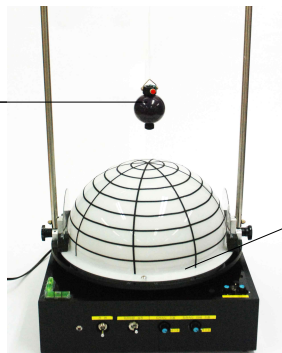
원판이 지표면임을 가정한 실험기구로 지구가 자전할 때 진동면이 회전한다는 것만 보여줄 수 있다.



진자가 실에 매달려 있기 때문에 실제로 진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 관찰하는 것은 불가능 하다.

원판에 그려진 선을 기준으로 추가 어느 지점을 통과하는지 보아야 하나 추가 원판에 닿아 있는 상황이 아니므로 관찰하기 힘들다. 뿐만 아니라 원판을 손으로 돌려야 하므로 정확한 주기 측정은 불가능하다.

레이저포인터가 장착된 추를 이용하기 때문에 진자의 움직임을 관찰하기 쉽다.



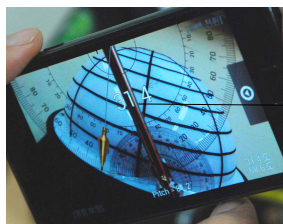
모터를 이용해 원판을 회전 시키므로 진자의 진동면 회전 주기도 측정해볼 수 있다.

레이저포인터가 장착된 추 대신 슬릿레이저로 교체하고 실험을 했을 때는 중위도 지방에 있는 푸코 진자의 진동면이 지구가 자전할 때 어떻게 회전하는지 한눈에 알아볼 수 있어 학생들이 푸코진자에 대해 전반적인 이해도가 높아졌다. 뿐만 아니라 기존에는 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면 회전 주기를 수학적인 계산 이외에는 알아볼 방법이 전혀 없었으나 본 실험기구를 활용했을 때는 실험적으로도 구해 볼 수 있었다.

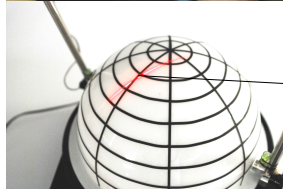
슬릿레이저를 이용해 중위도 지방에서 푸코 진자의 진동면이 어떻게 회전할지 쉽게 관찰할 수 있다.



위도에 따라 슬릿 레이저의 회전 속도를 조절할 수 있다.



레이저 지지대의 각도를 조절해 중위도 지방에 슬릿레이저를 비추으로써 중위도 지방에서 진자의 움직임이 어떻게 될지 관찰할 수 있다.



중위도 지역을 비추는 슬릿레이저가 진자의 진동면을 대신한다.

다. 실험결과

본 실험기구를 이용한 실험결과는 다음 표와 같다.

위 도	회전 주기(초)						환산 주기(시간) *원판은 30초에 1회 회전 한다
	1회	2회	3회	4회	5회	평균	
90°	30.12	29.98	30.14	30.15	30.06	30.09	24.07
60°	34.52	34.70	34.48	34.49	34.75	34.59	27.59

<진자의 진동면 회전 주기 측정 결과>

원판은 30초에 1회 회전하도록 하여 실험했을 때 위도가 90°일 때 진동면의 회전 주기는 평균 30.09초로 비례식을 이용해 환산을 해보면 진동면의 회전 주기는 24.07시간이 된다. 위도가 60°일 때는 진동면의 회전 주기가 평균 34.59초로 환산 했을 때 27.59초가 나온다. 이는 수학적으로 위도 60° 지역에서 푸코진자의 진동면 회전주기를 계산했을 때 나오는 27.71시간과 약 6분의 차이밖에 나지 않는 비교적 정확한 측정 결과라고 할 수 있다.

라. 만족도 조사

학생들을 대상으로 한 만족도 조사(N=120)

구분 / 항목	1	2	3	4	5	척도 평균값
	전혀 아니다	아니다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	
푸코진자의 진동면 회전에 대해 전반적으로 잘 이해할 수 있었다.	2 1.7%	10 8.3%	20 16.7%	55 45.8%	33 27.5%	3.9
중위도 지방에서 진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 잘 이해할 수 있었다.	7 5.8%	8 6.7%	10 8.3%	58 8.3%	37 30.8%	3.9
위도 변화에 따른 푸코진자의 진동면 회전 주기 변화에 대해 잘 이해할 수 있었다.	3 2.5%	12 10.0%	20 16.7%	51 42.5%	34 28.3%	3.8

<학생 만족도 조사 결과>

본 실험기구를 이용한 수업에 대해 리커트 5점 척도로 실시한 만족도 조사에서 설문 항목별로 3.9점, 3.9점, 3.8점이 나와 만족도가 학생들의 만족도가 매우 높음을 알 수 있었다. 이는 수학적 공식이나 그림이 아닌 직접적인 실험을 해봄으로써 학습 내용에 대한 이해도가 높아졌기 때문인 것으로 생각된다.

마. 개선해야 할 점

본 실험기구는 실험기구 제작 전문가에 의해 정밀하게 제작된 것이 아니기 때문에 슬릿레이저의 중심이 잘 맞지 않았고 모터의 회전속도를 조절하는데 한계가 있어 좀더 많은 위도에서 실험을 해보기가 어려웠다. 그리고 원판

위의 지구본에 그려진 선도 정확하게 직선이 되지 않아 실험상의 오차 요인이 될 수 있다. 이러한 점들이 개선된다면 더욱 정밀한 실험기구가 될 것으로 생각된다.

IV. 작품제작 결과 및 교육적 효과

1. 작품 제작 결과

- 가. 학교 실험실에서 실험해보기 힘든 푸코진자의 진동면 회전을 효과적으로 실험할 수 있다.
- 나. 지구의 극지방뿐만 아니라 중위도 지방에서의 푸코진자 진동면 회전을 실험할 수 있다.
- 다. 위도별 푸코진자의 진동면 회전주기의 변화를 관찰 할 수 있다.

2. 교육적 효과

- 가. 수학적인 증명이 아닌 실제적인 실험을 통해 현상을 이해할 수 있다.
- 나. 지구의 극지방뿐만 아니라 중위도 지방에서의 푸코진자 진동면 회전을 효과적으로 탐구할 수 있다.
- 다. 위도별 푸코진자의 진동면 회전주기의 변화를 효과적으로 탐구할 수 있다.

3. 활용 및 전망

가. 활용

본 작품은 지구의 자전 증거로 제시되는 푸코진자의 진동면 회전을 설명하는데 있어 기존 실험기구보다 매우 효과적으로 활용할 수 있다. 극지방뿐만 아니라 중위도 지방에서 푸코진자의 진동면이 어떻게 회전하는지 관찰할 수도 있고 진동면 회전 주기도 비교해볼 수 있어 이론 중심의 수업에서 벗어나 탐구활동이 이루어질 수 있는 수업을 진행할 수 있게 된다.

- 1) 고등학교 과학 및 지구과학 수업에 활용할 수 있다.
- 2) 푸코진자의 진동면 회전을 이론으로만 설명하는 것이 아니라 실험을 통해 설명할 수 있게 된다.

나. 전망

학생들이 과학수업을 어려워하게 되는 이유 중 하나는 실험이나 탐구 활동 없이 이론적으로만 학습하는 부분이 많이 때문이다. 최근 융합교육의 일환으로 STEAM 교육이 다양한 방법으로 실시되고 있다. STEAM 교육의 목적 중 하나는 학생들이 과학에 흥미를 가지도록 하는데 있다. 하지만 아직 학생들이

탐구활동을 하며 학습 하도록 하기에는 여러 가지 측면에서 어려운 점이 있겠지만 그 중 한 가지는 활용할 수 있는 실험기구의 부족이다. 푸코진자의 경우도 직접 학생들과 함께 박물관이나 과학관을 방문하여 푸코진자를 관찰하며 수업을 하면 너무나도 좋은 수업이 되겠지만 현실적으로 매번 그런 식의 수업을 하기는 어렵다. 특히 박물관이나 과학관이 가까운 곳이 없는 지역에서는 더욱 불가능 하다. 하지만 직접 어떤 곳을 방문하여 관찰하는 것처럼 학교 과학실에서 실험을 해볼 수 있도록 하는 실험기구들이 개발된다면 지역에 상관없이 훨씬 더 효과적이고 재미있는 탐구 중심의 수업이 진행 될 수 있을 것이다.

본 실험기구도 직접 관찰해보기 어려운 푸코 진자의 진동면 회전을 과학실에서 직접 실험하며 관찰해볼 수 있도록 한 것으로서 이론적으로만 설명하던 방식에서 벗어나 실제 실험을 통해 학생들이 흥미를 가지고 학습할 수 있도록 한다.

본 실험기구의 활용을 통한 예상 전망은 다음과 같다.

- 1) 극지방뿐만 아니라 중위도지방에 설치된 푸코진자의 진동면 회전을 학생들이 직접 관찰 해볼 수 있다.
- 2) 위도별 푸코진자의 진동면 회전 주기를 수학적인 방법이 아니라 실제 실험을 통해 측정해볼 수 있어 학생들이 효과적으로 학습할 수 있게 된다.

V. 참고문헌

1. Halliday · Resnick · Walker 일반물리학 개정4판. 범한서적
2. Atam P. Arya 대학 고전역학. 대영사.
3. Fowles Cassiday 해석역학. 에드텍
4. Paul G. Hewitt 알기쉬운 물리학 강의. 청범출판사
5. Feynman. Lectures on Physics. 승산
6. HightTop 물리 I. 두산동아
7. HightTop 물리 II. 두산동아
8. 중학교 과학 3학년 교과서. (주)지학사
9. 중학교 과학 3학년 교사용지도서. (주)지학사
10. 중학교 과학 3학년 교과서. (주)금성출판사
11. 중학교 과학 3학년 교사용지도서. (주)금성출판사
12. 고등학교 물리 I. (주)지학사
13. 고등학교 물리 II. (주)지학사

□ 기 획

- 위원장 이규석(한국과학교육단체총연합회 회장)
위 원 최돈희(서울우암초등학교 교장)
엄영주(전 등촌고등학교 교장)
이연우(관악고등학교 교장)
김재영(서울교육대학교 교수)

□ 편 집

- 위 원 김정숙(전 서울이문초등학교 교장)
한영혜(서울대림초등학교 교감)
박묘선(중원중학교 교사)
김경기(창동중학교 교감)
김경옥(거원중학교 교감)
신동훈(서울교육대학교 교수)

2012도

ISSN 1976-8443

제20회 한국학생과학탐구올림픽 종합보고서 <권 3> (비매품)

발 행 일 : 2013년 2월

발 행 인 : 한국과학교육단체총연합회장 이규석

발 행 처 : 서울특별시 성북구 아리랑로 17

(사단법인) 한국과학교육단체총연합회

전 화 : (02) 745-4464~5 FAX : (02) 745-4466

홈페이지 : <http://www.kofses.or.kr>

인 쇄 처 : 코리아프린텍 전화 : (02) 468-4001
