

2010 연수교재

초등과학교과탐구실험직무연수

2010.7.26.[월]~2010.8.6.[금]



발간사

무더운 날씨에도 불구하고 희망찬 과학교육의 미래를 위하여 영종 하늘도시에 위치한 인천광역시교육과학연구원의 초등과학교과탐구실험 직무연수과정에 참가하신 선생님들의 열의와 노고에 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.



세계적으로 어렵고 힘든 경제 상황을 겪고 있는 요즈음 고부가가치의 과학기술이 현안 문제를 해결할 수 있는 가장 중요한 방안으로 제시되고 있습니다. 고부가가치의 과학기술은 과학교육의 질에 따라 결정됩니다. 이러한 시대적 요구에 능동적으로 대처하기 위해 우리는 탐구정신을 바탕으로 창의적인 지식과 기술을 창출해 낼 수 있는 인재들을 육성해야 하는 당면 과제 앞에 서 있습니다. 따라서 새로운 인재육성을 위한 여러분의 노력에 따라 학생들의 미래는 물론 국가생존의 운명이 결정된다고 믿습니다.

이번 연수는 선생님들이 탐구 실험 과정을 직접 체험하고, 관련 이론의 이해와 탐구적 실험지도 방법을 습득함으로써 학생들의 탐구 능력을 신장시키고 평가하는 방법을 익힐 수 있도록 하는데 그 목적이 있습니다. 이번 연수를 통해 초등학교 과학교과의 지도방법 및 전문성을 높여 학생들의 창의력과 탐구능력을 배양할 수 있도록 최선의 노력을 다해 주시기 바랍니다.

과학교육의 중요성을 인식하여 방학 중에도 연수에 참가하신 여러 선생님들의 열정과 헌신이 있는 한 우리 교육의 미래는 희망적이라고 생각합니다. 끝으로 선생님들의 연수를 위해 귀한 시간을 허락하신 우수한 연수 강사님들의 노고에 진심으로 감사를 드립니다.

연수기간 내내 즐겁고 건강하게 생활하시며 알찬 연수가 되시기 바랍니다.

2010년 7월

인천광역시교육과학연구원장 정 갑 순

초등학교 과탐구실험직무연수 일정표(A반)

교시 일자 구분	1교시	2교시	3교시	점심	4교시	5교시	6교시	7교시	
	시간	09:30 ~ 10:20	10:30 ~ 11:20	11:30 ~ 12:20	12:20~ 13:30	13:30 ~ 14:20	14:30 ~ 15:20	15:30 ~ 16:20	
제1일 7/26(월) 5시간	주제 강사 장소	등록 및 개 강식	인천과학교육의 발전방안			전기와 자기 (전자석, 전동기)			
			임병권			이완			
			창의탐구실 (4층)			물리 실험실			
제2일 7/27(화) 6시간	주제 강사 장소		에너지 그리고 신·재생에너지			혼합물의 분리 (두부 만들기)			
			최부영			박상희			
			물리 실험실			화학 실험실			
제3일 7/28(수) 6시간	주제 강사 장소		동물의 한살이 (개구리, 나비)			여러 가지 기체			
			조성택			정진수			
			생물 실험실			화학 실험실			
제4일 7/29(목) 6시간	주제 강사 장소		살아있는 지구			무게 재기			
			우석민			원동만			
			지구과학 실험실			물리 실험실			
제5일 7/30(금) 7시간	주제 강사 장소		강화의 환경과 생물			갯벌탐사	지질탐사		
			.			이학곤	우석민		
			강화 갯벌센터			인천광역시해양환경탐구수련원			
제6일 8/02(월) 6시간	주제 강사 장소		날씨와 계절의 변화			식물의 구조와 기능 (현미경 사용법, 식물의 구조)			
			김설한			강신도			
			지구과학 실험실			생물 실험실			
제7일 8/03(화) 6시간	주제 강사 장소		별자리와 천체관측의 실제			과학완구 활용법			
			조홍래			정광회			
			지구과학 실험실			생물 실험실			
제8일 8/04(수) 6시간	주제 강사 장소		용해와 용액			과학경진대회 지도사례			
			정지원			김수로			
			화학 실험실			생물 실험실			
제9일 8/05(목) 6시간	주제 강사 장소		자유탐구 교수·학습 방법			실험기구 사용법 및 안전관리	지필평가		
			표구열			고성자			
			생물 실험실			화학 실험실	생물, 물리실		
제10일 8/06(금) 6시간	주제 강사 장소		최근 과학 및 과학교육동향	과학과 교육과정		창의성 교육		수료식	
			최선영	박영혁		임웅			
			화학 실험실	강당		강당		창의실 (4층)	

초등과학교과탐구실험직무연수 일정표(B반)

교시 시간 일자	1교시	2교시	3교시	점심	4교시	5교시	6교시	7교시
	09:30 ~ 10:20	10:30 ~ 11:20	11:30 ~ 12:20	12:20 ~ 13:30	13:30 ~ 14:20	14:30 ~ 15:20	15:30 ~ 16:20	16:30 ~ 17:20
제1일 7/26(월) 5시간	주제 강사	등록 및 개 강식	인천과학교육의 발전방안			자유탐구 교수·학습 방법		
			임병권			표구열		
	장소	창의탐구실 (4층)	창의탐구실(4층)			생물 실험실		
제2일 7/27(화) 6시간	주제 강사	혼합물 분리 (두부 만들기)			에너지 그리고 신·재생에너지			
		박상희			최부영			
	장소	화학 실험실			물리 실험실			
제3일 7/28(수) 6시간	주제 강사	여러 가지 기체			동물의 한살이 (개구리, 나비)			
		정진수			조성택			
	장소	화학 실험실			생물 실험실			
제4일 7/29(목) 6시간	주제 강사	무게 재기			살아있는 지구			
		원동만			우석민			
	장소	물리 실험실			지구과학 실험실			
제5일 7/30(금) 7시간	주제 강사	강화의 환경과 생물			갯벌탐사	지질탐사		
		.			이학곤	우석민		
	장소	강화 갯벌센터			인천광역시해양환경탐구수련원			
제6일 8/02(월) 6시간	주제 강사	식물의 구조와 기능 (현미경 사용법, 식물의 구조)			날씨와 계절의 변화			
		강신도			김설한			
	장소	생물 실험실			지구과학 실험실			
제7일 8/03(화) 6시간	주제 강사	과학완구 활용법			별자리와 천체관측의 실제			
		정광회			조홍래			
	장소	생물 실험실			지구과학 실험실			
제8일 8/04(수) 6시간	주제 강사	과학경진대회 지도사례			용해와 용액			
		김수로			정지원			
	장소	생물 실험실			화학 실험실			
제9일 8/05(목) 6시간	주제 강사	전기와 자기 (전자석, 전동기)			최근 과학 및 과학교육동향	지필평가		
		이완			최선영			
	장소	물리 실험실			화학 실험실	생물, 물리실		
제10일 8/06(금) 6시간	주제 강사	실험기구 사용법 및 안전관리			창의성 교육		수료식	
		고성자			임웅			
	장소	화학 실험실	창의실 (4층)		창의실(4층)		창의실 (4층)	

▣ 교직 · 교양

1. 인천과학교육의 발전방향	11
2. 창의성의 본질과 향상방향	21
3. 최근의 과학 및 과학교육 동향	31

▣ 전공

1. 무게 재기	39
2. 전기와 자기	57
3. 에너지 그리고 신·재생 에너지	65
4. 혼합물의 분리	79
5. 용해와 용액	89
6. 여러 가지 기체	98
7. 식물의 구조와 기능	115
8. 동물의 한살이	125
9. 날씨와 계절의 변화	135
10. 살아있는 지구	147
11. 별자리와 천체 관측의 실제	155
12. 과학과 자유탐구 교수·학습 방법	173
13. 과학완구 활용방법	193
14. 과학경진대회 지도사례	203
15. 실험기구 사용법 및 안전관리	225
16. 2007개정 과학과 교육과정의 이해	233

▣ 현장연수

▶ 갯벌환경교육	241
▶ 지질탐사	247

▣ 연수 안내

255



교직 · 교양



인천 과학교육의 발전 방안

- 창의적 인재육성을 위한 교수-학습과 발전 방향 -

인천광역시교육청
과학교육담당장학관 임병권
bioim5849@hanmail.net

I. 서 론

산업혁명이후 세계 경제의 패권 경쟁에서 승패를 가른 주요인은 과학과 수학의 경쟁력이다. 기술 강국 일본의 힘은 과학교육에 있다는 것이 전문가들의 분석이다. 중국은 사상이나 당성(黨性)을 문제 삼지 않고 과학자를 우대하여 과학육성에 노력하고 인도도 역시 탄탄한 과학교육을 바탕으로 IT강국으로 자리매김하고 있다. 미국 또한 대통령의 연두교서를 통해 향후 10년간 과학 연구예산을 두 배로 늘리겠다고 선언했다. 그렇다면 우리나라의 현실은 어떠한가? 대부분의 사람들이 과학을 시험을 치르기 위한 교과로 생각을 하고 시험에 나오는 이론들만 외우는 경향이 강하다. 즉, 과학을 통해 확산적 사고를 하기보다는 과학적 내용을 머릿속에 주입하려고 한다. 그로인해 우리나라 학생들은 단순 암기식 풀이에 강하고 창의적이고 능동적인 측면에 약하다.

이러한 우리나라 과학교육의 현실을 심각히 걱정하는 사람들이 늘어나고 있다. 우리나라 과학교육의 위기론은 어제 오늘 이야기가 아니지만 OECD의 최근 보고서는 매우 참담하다. 지난 해 전 세계 15세 학생들을 대상으로 한 학업성취도 국제학력 평가(PISA: Programme for International Student Assessment)의 과학부문에서 한국은 11위를 기록했다. 2000년 1위, 2003년 4위에서 6년 만에 10위권 밖으로 추락한 것이다. 홍콩(2위), 대만(4위), 일본(6위)에도 뒤졌다. PISA의 평가 척도는 ‘과학적 응용력’이었는데, 일상에서 만나는 문제를 해결하기 위해 과학 지식을 활용하는 능력 평가가 초점이었다. 이런 시험에서 단순 암기식 문제풀이에만 익숙한 우리나라 학생들이 좋은 성적을 못 낸 것은 당연한 결과이다.

21세기 전 세계는 창의적인 사람을 원하고 있다. 세계 속의 경쟁력은 창의력이라고 말해도 과언이 아니다. 창의력에 대한 정의는 다양하지만 가치 있고 실현가능한 독창적 사고나 산출물로서 문제를 해결할 수 있는 능력이라 하겠다. 창의력이 있어야 경쟁력 있는 지식 산업을 발전 시킬 수 있다. 이것은 비단 개인적인 것만이 아니라 민족의 생존 번영과 직결되어 있다. 그러므로 교육에서도 창의성 신장을 그 본질로 삼아야 한다. 그러면 창의성을 신장하기 위해 어떤 교육을 해야 할까?

창의성 교육의 가장 큰 걸림돌은 전통적인 수업방법이다. 개인의 흥미나 관심, 소질, 적성 등은 모두 덮어 두고 일제 학습과 집단학습에 의해 수업을 진행하다보니 창의성 개발이 저해되고 있다. 창의성을 신장시키기 위해서는 교과서에 나오는 일반화된 지식을 암기시키는 것이 아니라 실제로 관찰하고 실험해 가면서 새로운 지식을 창출해 나가도록 하는 학습. 즉 학생들로 하여금 그 지식을 창출한 연구자가 했던 것과 같은 방법으로 탐구해가게 한 과정에서 자연스럽게 창의력이 향상되는 탐구학습이 과학교육에 가장 중요하게 취급 되어야 한다고 믿는다.



II. 창의력 신장을 위한 수업 방법

교육 환경의 변화는 전통적인 교수-학습 방법 즉, 암기 위주의 주입식 교육에 대한 재검토를 요구하게 되었으며, 나아가 다가오는 지식기반사회에 대비하는 새로운 교수-학습 방법을 강구하게 되었다. 미래 사회에서는 아무리 많은 정보를 소유하고 있다 하더라도 그 정보를 정확히 이해하고 의미 있게 체계화하지 못하면 새로운 지식의 창조는 기대할 수 없다. 그러므로 많은 정보를 적절히 활용하거나 더 나아가 새로운 아이디어를 생성해 낼 수 있을 뿐만 아니라 스스로 문제를 발견하여 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 갖춘 우수한 인재를 양성해야 한다.

창의력은 그 정도의 차이는 있으나 정상적인 사람이라면 누구나 지니고 있으며, 연령·성별·지능에 따라서 커다란 차이를 나타내지도 않는다. 그러나 모든 영역에서 창의성이 뛰어난 사람은 없고 단지 어떤 특정 영역이나 과제에 대하여만 뛰어난 창의력을 보일 뿐이다. 또한 이러한 창의력은 직접적이고 체계적인 훈련과 실습을 통해서 계발이 가능하므로 학교 현장에서는 교과 시간은 물론이려니와 특별활동 시간에 이르기까지 어떻게 하면 창의력을 키워줄 수 있을 것인가에 대하여 지속적인 노력을 기울여야 할 것이다.

그렇다면 학생들에게 창의력을 신장시키기 위한 구체적인 교수-학습 방법에는 어떤 것들이 있을까?

- 학생들에게 자신의 의견을 발표할 기회를 충분히 제공한다.
- 집단을 대상으로 한 질문보다는 개인을 대상으로 하는 질문을 한다.
- 학생들이 스스로의 활동을 통해 자신의 재능을 인식하도록 한다.
- 낡은 주제에 대해 새로운 접근 방법을 만들려는 노력을 한다.
- 오래된 자료보다는 새로운 자료를 많이 사용한다.
- 학생들의 새로운 시도와 재능에 칭찬을 아끼지 않는다.
- 지배적인 태도보다는 민주적인 태도를 취한다.
- 집단적으로 가르치기 보다는 개별적으로 가르친다.
- 교과와 관련된 새로운 문제를 만들어 제공한다.
- 교사 스스로가 담당 과목에 흥미를 느끼는 모습을 보이도록 노력한다.
- 학습 활동에서는 다양한 매체를 활용한다.
- 학생들이 스스로 생각할 수 있는 기회를 많이 제공한다.
- 학습에 필요한 자료와 학습 활동을 직접 선택하도록 한다.
- 학생의 작업에 대하여 긍정적인 조언을 아끼지 않는다.
- 주어진 과제에 대한 학생들의 해결 방법을 최대한 존중한다.
- 학생들의 학습 결과에서 좋은 점을 찾도록 시도한다.
- 다음 단계의 학습에 필요한 과제를 적절하게 부여한다.



III. 바람직한 과학과 교수-학습 방법

미래 지식기반사회에서의 국가경쟁력은 그 나라의 첨단과학기술 수준에 의해 결정되며, 이러한 첨단과학기술이 발달하기 위해서는 중·고등학교 과정에서 기초과학 교육이 충실히 이루어져야만 가능하다. 더욱이 국토의 면적이 좁고 부존자원이 적은 우리나라의 경우에는 새로운 과학 기술 및 문화적 가치를 창조할 수 있는 유능한 사람을 필요로 하며, 이러한 사람은 과학적 탐구과정을 통해 자기 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력을 길러주는 교육에 의해서만 가능한 것이다. 그러므로 학교에서는 많은 과학적 지식을 암기하고, 이론적 체계를 이해하는 전통적인 학습 방법을 지양하고, 다양한 형태의 과학적 경험을 통하여 새롭게 제기되는 문제를 스스로 해결할 수 있는 과학적 창의력을 신장시킬 수 있는 교수-학습 방법을 계발하여야 할 것이다.

1. 실험 중심의 수업

다양한 형태의 수업 모형 중에서 창의력을 신장시키기 위하여 가장 효과적인 것은 학생들이 직접 실험 활동을 통하여 스스로 문제를 해결해 나가는 실험 중심의 수업이다. 그러나 실험 활동 형태의 수업이라 하더라도 일부 학생에 의해 주도된다거나 주어진 실험 과정에 따라 단순히 조작하는 수업이 되어서는 안 된다. 학생 개개인이 직접 참여하여 주어진 실험 활동 자료를 스스로 해결함으로써 과학적 탐구 능력이 신장될 수 있는 수업이 되어야 한다. 그러므로 조별 실험 활동 시에는 조원 간에 상호 협력할 수 있도록 사전 지도를 한다거나 조별 활동을 통한 효과를 극대화할 수 있는 교수-학습 자료를 개발하여 제공하는 등의 노력이 필요하다.

2. 체험 중심의 과학적 탐구 활동

전통적인 수업 방법 이외에도 관찰, 분류, 측정, 분석, 종합 등의 과학적 탐구 활동뿐만 아니라 토의, 역할 놀이, 유명 과학자 초청 강연 등의 다양한 체험의 기회를 제공하는 것이 매우 중요하다. 또한 학교 내에서의 과학 활동 이외에도 과학시설물 탐방, 각종 과학관련 행사 참관 등 학교 밖 과학 활동을 통한 다양한 경험을 병행하면 더욱 효과적이다. 이러한 활동은 개개인의 과학적 문제해결능력을 향상시키는 데에 많은 도움이 되며, 학문적 연구를 수행하는 데에도 필요한 탐구 과정이다.

3. 흥미와 호기심 유발

학습자가 학습 목표를 달성하기 위해서는 학습자 스스로가 자발적으로 참여할 때에만 가능한 것이다. 이러한 능동적인 참여를 유도하기 위해서는 학습 내용이나 방법이 학습자의 흥미와 관심을 끌 수 있어야 한다. 같은 학습을 한다고 하더라도 학습 내용이 학습자가 좋아하고, 하고 싶은 것이라면 학습 효과가 높아진다.

그러므로 가능하면 과학완구와 같이 학습자의 흥미를 유발시킬 수 있는 학습기자재를 적절히 활용하게 되면 학습 내용에 대한 이해도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 학습자의 창의력 신장에도 큰 도움이 될 것이다.



4. 적성과 능력을 고려한 학습 구안

제7차 교육과정에서는 학생 개개인의 능력을 고려하여 각자의 수준에 맞는 교수·학습을 적용하는 수준별 교육과정을 운영하고 있다. 그러므로 실험 중심의 과학 수업에서도 학습자의 적성과 수준에 맞는 별도의 수업 모형을 구안·적용하여야 한다. 또한 학습자에게 제공되는 과제도 기본 과정을 마친 후에는 능력에 맞는 별도의 다른 과제를 수행하게 하여 각자의 수준에 적합한 성취 목표를 이룰 수 있도록 한다. 즉 심화과정의 학생에게는 기본과정에서 학습한 내용을 심화·발전시킬 수 있는 과제를 제공하여 탐구적으로 문제를 해결할 수 있는 창의적인 능력을 키울 수 있도록 하고, 보충과정의 학생에게는 직접적인 활동을 통하여 학습 결손을 보충할 수 있도록 과제를 제공하는 것이 바람직하다.

IV. 인천의 과학교육 방향

1. 과학교육 내실화 활성화 노력

가. 과학실험실 현대화 사업

1) 기본 방향

1개 학교에 최소 1개의 현대화된 실험실을 구비하여 탐구·실험수업이 가능하도록 기본 여건을 마련한다.

2) 지원 현황

년도	03년	04년	05년	06년	07년	08년	09년	10년
지원실험실수	45	58	77	52	85	278	72	100
누계	45	103	180	232	317	595	667	767

나. 과학교실 운영

다양한 과학체험 활동 프로그램을 운영하여 학생들의 과학적 탐구력을 함양

다. 과학 동아리 지원

단위 학교에서 과학에 흥미를 가진 학생들로 자율적으로 구성된 동아리 또는 과학반 활동을 지원하여 학생들의 과학적 탐구력을 함양

라. 과학교사 자율모임 지원

과학교사 자율모임의 연구 활동을 지원하여 교수·학습 자료 개발, 평가방법 개선, 자율적인 수업자료 개발 등을 통하여 교사가 주도하는 탐구·실험 중심의 과학수업 혁신을 촉진



마. 우수학생 심화 과학반 운영

과학 학력 증진 및 과학 흥미도 증진을 통한 과학친화적인 교양인을 육성하고, 과학 우수 학생에 대하여 심화학습 지도를 통하여 이공계 진출 유도 및 과학인재 양성

2. 인천과학문화축전 개최

가. 목 적

각급 학교별로 1년 동안 학생들이 탐구한 결과를 한 장소에 모아 종합적이고 체계적으로 발표하는 과학축제의 장이 되도록 하며, 이를 통하여 학생에게는 과학에 대한 지적 도전심과 탐구 능력을 함양하고, 교사에게는 과학교육 관련 정보를 공유함으로써 과학교육에 대한 사회적 관심과 참여를 유도하고 과학 마인드를 확산시키고자 함.

나. 행사 내용

재미있는 과학캠프, 발명놀이대회 및 창의체험 한마당, 과학퀴즈대회, 과학특별행사, 과학 전람회 및 각종 대회 우수작 전시 등

다. 추진 방향

- 참가 작품을 공모하고 각급 학교의 과학반에서 제출한 참가 계획서를 심사, 선정하여 출품 경비를 지원함
- 학교에서 과학반 학생들이 직접 출품 작품을 연구·제작하고, 인천과학대제전 참가 시 연출계획서를 제출하게 하여 작품 발표가 조직적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 함.

라. 관 련 : “너, 나, 우리가 함께 하는 과학놀이 한마당”, “과학 썩 잔치” 등

3. 나, 너, 우리가 함께 하는 과학놀이 한마당

가. 목 적

- 장애학생과 일반학생이 함께 하는 과학탐구활동을 통하여 더불어 사는 공동체 의식을 함양하고, 통합교육의 효율성 증진 및 긍정적 자아개념 형성
- 장애학생들에게 과학에 대한 흥미와 관심을 유발시키고, 탐구정신 고취 기회 제공
- 장애학생들에게 과학부스활동 참여 기회 제공

나. 주요행사 내용

- 장애학생과 함께 하는 재미있는 실험캠프
- 과학 원리를 이용한 과학 공작 활동

다. 관람 대상

- 특수학교 및 특수학급학생 약 3,000명, 지도교사, 학부모

**라. 공모 방법**

- 참가작품을 공모하여 각급 학교에서 제출한 참가계획서를 심사선정 후 출품경비 지원
- 지도교사는 과학담당교사와 특수학급(교)교사 2인으로 함

마. 선정 방향

- 장애학생들의 과학적 흥미와 호기심을 유발할 수 있는 쉽고 재미있는 작품
- 장애학생들이 직접 체험하거나 조작할 수 있는 활동적인 작품을 선정

바. 기대 효과

- 통합교육의 내실화 및 장애학생들의 자신감, 긍정적 자아개념 형성에 기여
- 장애학생들의 과학에 대한 관심 및 재미있고, 신나는 과학체험학습 기회 제공

4. 과학완구 활용교육**가. 목 적**

과학완구 활용교육을 위한 기반과 여건을 조성하여 과학완구를 활용한 ‘쉽고 재미있는 과학수업’으로 교수 방법을 혁신적으로 개선함으로써 학생들의 탐구력과 창의적인 문제해결력을 신장시키고자 함

나. 운영 내용**1) 과학 완구실 : 5개 지역교육청 과학교육관**

- 과학완구 확보 및 관련 교육정보 제공
- 지역교육청 관내 학교 공동 과학완구 활용(방문 활용 및 대여)
- 과학완구 활용교육 프로그램 운영

2) 과학완구활용 중심학교 : 초등학교(8개교), 중학교(6개교), 고등학교(6개교)

- 과학완구 확보 및 과학완구 대여
- 과학완구 활용교육 선도적 실천

3) 사이버 과학완구교실(<http://scitoy.edu-i.org>) 운영

- 다양한 교수-학습 지도자료 탑재 및 공유

5. 학생과학실험대회 개최**가. 목 적**

- 과학적 탐구능력 신장을 위한 과학실험 풍토 정착
- 과학실험을 통한 자기 주도적 학습 능력 배양



나. 개최 시기 : 매년 9월 중

다. 참가 대상 : 초, 중, 고등학교에서 추천된 학생 2명 (고등학교는 과목당 2명)

라. 관련 : “과학탐구실험대회”, “자연관찰탐구대회”, “학생과학탐구사례발표대회”

6. 과학전람회 개최

가. 목적

학생에게는 자연을 탐구하고 즐기롭게 이용하려는 태도와 창의력을 길러주고, 교사에게는 과학에 대한 연구 기회를 부여하여 우리나라의 과학기술 진흥 및 국민 생활의 과학화를 촉진

나. 출품 자격 : 초·중·고등학교 학생 및 교사

다. 출품 부문 : 물리, 화학, 동물, 식물, 지구과학, 농림수산, 산업 및 에너지, 환경

라. 출품 과정 : 출품계획서 심사(전년 11월 경) → 인천예선대회 심사(6월 경) → 전국대회 출품 및 심사(8월 경) → 우수교사 해외 견학(9월 경)

마. 관련 : “학생과학발명품경진대회”, “대한민국 발명전시회”, “학생과학탐구사례 발표대회”, “고등학생 수학·과학 경시대회” 등

7. 찾아가는 과학체험 프로그램 『SCIENCE 365』

가. 목적

우리 주변에 있는 과학 관련 체험학습장을 최대한 활용하여 다양한 과학 탐구활동을 통하여 내 고장 인천에 대한 애향심을 고취시키고, 미래 과학자로서의 꿈과 희망을 심어주고자 함.

나. 운영 계획

- 1) 지역사회 인프라를 활용한 다양한 과학체험 프로그램 개발
- 2) 공모를 통하여 운영 대상교 선정
- 3) 선정된 학교의 운영 담당자 사전연수 실시
- 4) 학교별 운영 계획 수립 및 추진
- 5) 평가반성 협의회 및 평가보고서 발간·보급

다. 관련 : “고교과학탐구교실 운영”, “해양탐구학습장 운영”, “1일 탐구과학교실 운영”, “가족단위 천체관측교실 운영” 등



8. 과학교사 현장적응 직무 연수

가. 목 적

과학교사를 대상으로 현장체험 및 교수-학습 방법 개선을 위한 연수를 통하여 교과 지도능력을 향상시키고, 학교 현장에 조기 정착을 유도하고자 함.

나. 연수 대상 : 중·고등학교 과학교사

다. 연수 내용 : 탐구학습 지도방법, 창의성 신장 방안, 과학 연구기관 체험 등

라. 관 련 : “과학교사 테마별 전문연수”, “과학교사 탐구실험 직무연수”, “과학실험기자재 심화연수”, “수학과학교사 교과전문성 신장 국외연수”, “과학교사 선진 과학교육체험 국외연수”, “과학교과연구회 활동 지원” 등

※ 실험실 안전관리 철저

- 실험실 안전장구 및 설비(1학급용) 확보
 - 실험복, 고글, 마스크, 눈 세척기, 비상샤워, 소화기 등
- 실험 안전을 위한 자체계획 수립 및 안전수칙 게시, 준수
- 실험보조원에 대한 실험실 안전연수 실시
- 실험수업 전 안전교육 실시

V. 결 론

21세기 국가 경쟁력은 창의력에 달려 있다고 하여 세계 각국은 창의력 신장에 역점을 두고 있다. 그러면 창의력을 신장하기 위해 어떤 교육을 해야 할까? 창의력 신장의 지름길은 탐구교육이라고 생각한다. 탐구교육이란 학생들로 하여금 토의를 통해서 문제해결 방법을 구상하는 탐구 설계 과정부터 시작하여 탐구 수행, 자료 수집, 자료 해석, 결론 도출로 이어지는 일련의 탐구과정에 따라 학습할 수 있도록 하는 것이다. 과학 교과 활동을 통해 창의력을 신장할 수 있는 방법 중 가장 중요한 것은 바로 실험·실습의 내실화를 통해 가능하다고 생각한다.

우리 교육청에서도 실험·실습의 내실화를 위해 이론수업과 실험·실습을 동시에 할 수 있는 현대화된 실험실 조성에 많은 예산을 투자하고 있으며, 과학교사의 실험·실습 전문성을 높이는데도 노력하고 있다(초등학교 교사 과학실험 길라잡이, 중등 과학교사 실험 실습 연수, 심화기자재 연수, 과학교사 국외 연수 등). 또한 과학교사들의 학습지도에 대한 정보 교환의 장을 마련하고자 과학교사 연구모임(교사 동아리) 활동을 집중적으로 지원할 예정이다.

학업성취도 국제학력평가(PISA)에서 2003년과 2006년에 최상위 성적을 거둔 바 있는 핀란드의 교육전문가는 핀란드의 우수한 성적의 가장 큰 요인으로 ‘양질의 교사’를 꼽았다. 핀란드는 우수한 인재를 선발하여 교사의 교육 및 훈련에 힘을 쏟고 있다. 해마다 30% 이상의 교사에게



열흘이상의 재교육을 실시하는데, 교사들은 이 재교육을 스스로의 실력 함양을 위한 교육기회. 즉, 개인 발전을 위한 보너스로 받아들이고 있다고 한다. 또한, 학교와 교사는 최선의 교육을 제공하기 위해 열심히 노력을 한다. 즉, 교사들의 질적 향상에 대한 자발적인 노력과 교육의 전문가라는 자부심과 노력이 있어 핀란드가 교육 강국이 된 것이라 한다.

“교육의 질은 교사의 질을 능가할 수 없다”란 말이 있다. 과학교육의 성패는 우리 과학교사의 손에 달려 있다. 과학교사로서 자긍심을 가지고 자발적으로 연수에 참여하여 전문성을 신장하고 열성적으로 학생을 지도하는 교사의 노력과 인내가 우리나라가 선진국 대열에 들어설 수 있는 첨경임을 인식하고 최선의 노력을 해줄 것을 간곡히 당부한다.





창의성의 본질과 양상방안

한국교원대학교
조교수 임웅
wlim@knue.ac.kr

I. 인지과정으로서의 창의적 문제해결

대부분의 질문에는 이미 그 대답의 방향과 내용이 결정되어 있다. ‘창의적 문제해결을 위한 학습전략’이라는 주제는 ‘창의적으로 문제를 해결할 수 있는 방법이 있는가, 만약 있다면 그것을 가르칠 수 있는가, 즉 창의성을 향상시킬 수 있는가’에 대한 질문이다. 물론 답을 제시하는 것이 쉬운 일은 아니겠지만, 적어도 이러한 질문은 이미 창의성 분야의 다양한 입장과 논쟁들 가운데 그 범위와 방향성을 축소시켜 준다는 점에 있어 질문 자체는 매우 명확하다고 할 수 있다. 가르칠 수 있느냐 혹은 그렇지 않느냐의 문제는 결과 즉 산물에 대한 논의와는 거리가 있다. 산물이란 일반적으로 구체적인 학습전략 없이도, 재능이나 문제발견력과 같은 능력 변인이나, 개방성 등과 같은 성격이나 혹은 특수한 스타일 등 주로 고정적인 특질에 영향으로 도출될 수 있기 때문이다.

결국 무엇인가를 가르친다는 문제는 변화가능성이 있는 구체적 해결 과정에 대한 개입을 전제로 하는 것으로, 본 발표 역시 인지과정에 초점을 맞추도록 이미 고정되어 있다 할 것이다. 물론 이러한 인지과정은 ‘창의적’ 산물을 유도하는 과정이어야만 한다는 제약은 당연한 것이다. 그렇다면 본 발표는 창의성의 정의를 구성하는 핵심 요인인 새로움(novelty)과 적절성(appropriateness)이라는 두 가지 측면을 동시에 만족하는 인지과정에 초점을 두어야 할 것이다. 따라서 본 발표는 적절하고 유용한 산물을 도출할 수 있는 인지과정에 대한 논의와 이러한 과정이 어떻게 학습될 수 있는가에 대해 초점을 두고자 한다.

II. 창의적 문제해결 과정에 있어서의 지식의 역할

그것이 단순한 암기이건 혹은 고차원의 인지 작용을 요구하는 물리학 분야의 문제이건 모든 종류의 문제해결에는 경험이나 지식이 영향을 미친다는 사실은¹⁾, 아마도 인지심리학 분야가 보여준 가장 중요한 공헌 중의 하나일 것이다. 이는 창의적 문제해결에 있어서도 예외는 아니다. 지식이 관여하는 방식과 정도에 대해서는 입장의 차이를 보인다 하더라도, 창의적 문제해결 과정에 지식이 중요한 역할을 한다는 것은 대부분의 학자들이 동의하는 사실이다. 창의적 문제해결 과정에 있어서의 지식의 역할에 관심을 가져온 지금까지의 연구들은 크게 긴장적 관

1) 경험이란 주로 과정에 초점을 두고 있으며 지식이란 결과를 강조한다는 점에서 두 용어는 약간의 차이를 갖는다. 모든 경험이 자동적으로 지식으로 구체화되지는 않기 때문에 경험이라 지식에 비해 보다 비형식적이며 구조화의 정도가 낮은 광의적인 개념이지만, 본 논문에서는 경험과 지식을 호환하여 사용하기로 한다. 이는, 본 논문에서 강조하는 고착은 형식적인 지식뿐만 아니라 비형식적인 경험에 의해서도 암시적으로 형성될 수 있기 때문이다.



점(tension view)과 토대적 관점(foundation view)으로 분류될 수 있다(Weisberg, 2006).

긴장적 관점은 그 분야의 지식이 너무 없는 경우에는 물론이거니와 지나치게 지식이 많은 경우에도 창의적 문제 해결은 이루어지기 어려우며, 창의적으로 문제를 해결하는 데에 가장 적합한 지식의 양은 중간 정도라는 입장이다. 이는 영어의 U자를 거꾸로 세워놓은 형태를 띠는 것으로 표현되어 왔으며, 300여 명의 저명한 인물을 분석한 Simonton(1984)의 연구 결과가 그 증거로 자주 제시되고 있다. 하지만, 이미 100여 년 전에 James(1880, 1908)가 동일한 주장을 한 이래, 주로 형태심리학자들에 의해 지속적으로 지지되어 온 매우 오랜 전통의 주장이다.

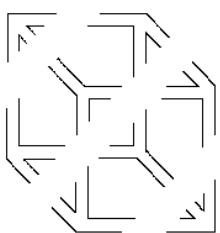
이에 반해, 토대적 관점은 창의적으로 문제를 해결하기 위해서는 전문가 수준의 지식이 전제되어야 한다는 입장을 의미한다(Weisberg, 1999). 토대적 관점을 지지하는 학자들은 긴장적 관점의 연구에 내재된 방법론적 오류 가능성을 탐색하고²⁾, 또한 지식의 중요성을 보여주는 경험적 연구 결과를 바탕으로 창의적 문제해결에 있어서의 지식의 중요성을 강조한다. Hayes(1989)의 연구에서 나타나는 10년 법칙(10-year-rule)은 창의적 문제해결에 있어서의 지식의 중요성을 가장 명확하게 보여준다. Hayes가 밝힌 10년 법칙은 작곡분야라든가 그림 혹은 문학 분야 등 다양한 분야에 있어 해당 분야에서 의미 있는 산물을 만들어내기까지에는 일정한 시간이 필요하다는 것으로, 이는 일반적인 사람들의 경우뿐만 아니라 매우 재능 있는 사람들의 경우에도 예외 없이 적용된다는 것을 핵심으로 한다.

10년 법칙이라든가 지금까지 알려져 온 창의적 개인들에 대한 재분석을 기초로, 전문가 수준의 지식 없이는 창의성이 발현되지 않는다는 토대적 관점(foundation view)을 지지하는 Weisberg(1999, 2006)은 창의적 문제해결을 담보하는 별도의 인지과정이 존재한다는 가정이 옳지 않다고 주장한다. 이는 긴장적 관점으로부터 도출되는 논리 즉, 지식은 적절한 양만 있으면 충분하므로 창의적으로 문제를 해결하기 위한 인지과정은 특수하게 존재한다는 주장을 직접적으로 반박하는 것이라 할 수 있다.

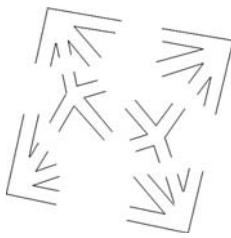
창의적 문제 해결은 특별한 인지과정의 결과가 아니라 관련 지식을 기초로 이루어진다는 Weisberg의 주장은 그 유명한 Köhler(1925)의 침팬지가 보여주었던 통찰이 신비하고 무의식적인 특정한 인지과정 때문이 아니라 과거의 경험이나 지식에 직접적으로 영향을 받는다는 연구 결과들에 의해 설득력을 확보하고 있다. 예를 들어, Birch(1945)는 Köhler가 연구대상으로 삼았던 침팬지들과는 다르게, 태어날 때부터 같은 곳에서 자란 즉, 사전 경험을 통제한 침팬지를 대상으로 연구한 결과, 이전에 막대기를 사용한 경험이 없는 침팬지들은 Köhler의 침팬지가 보여주었던 통찰을 보이지 않는다는 사실을 발견했으며, Halow(1949)의 연구에서도 동일한 결론이 도출되었다.

최근 임웅(2007)은 유치원 아동을 대상으로 [그림 1]에 제시된 바와 같이 통찰의 지각효과를 검증하는데 일반적으로 사용되는 3개의 통찰 과제를 사용하여, 침팬지와 같은 동물 뿐 아니라 인간의 경우에도 과거의 경험에 영향을 받는다는 사실을 보여주었다.

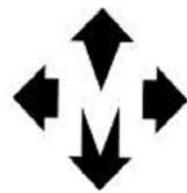
2) 긴장이론을 지지하는 연구결과의 방법론적 문제점에 대한 논의는 본 발표의 범위를 벗어나므로, 본 발표에서는 구체적으로 다루지 않기로 한다. 관심 있는 독자는 Weisberg(1999, 2006)를 참조하라.



과제1: 정육면체



과제 2: 정팔면체



과제 3: 알파벳 M

[그림 1] 통찰 과제에 사용된 문제

과제 1은 정육면체를 과제 2는 정팔면체를 지각하는 통찰과제로서 각 도형을 지각하지 못할 경우 화살표와 알파벳 X 혹은 Y로 이루어진 그림으로 인식하게 되며, 과제 3의 경우 알파벳 M을 지각하지 못하면 4개의 화살표로 이루어진 그림으로 지각하게 된다. 연구의 가설은 통찰 과제를 해결하기 전 유아들이 노출되었던 놀이 활동의 종류에 따라 이들 과제들은 다르게 지각될 것으로 설정되었다. 유아들은 그룹 별로 도형 놀이 활동과 영어 알파벳 놀이 활동을 하면서 자연스럽게 입체 도형이나 여섯 개의 알파벳에 익숙해졌다. 유아들이 도형과 알파벳을 익힐 수 있는 충분한 활동 시간이 주어진 후, 유아들에게 통찰과제가 제시되었다.

두 개의 도형관련 통찰과제 중 정팔면체를 지각하는 통찰과제 2의 경우 매우 높은 난이도로 인해 해석 가능한 결과를 도출하지 못했으나, 과제 1과 과제 3에서는 연구자가 설정한 가설이 검증되었다. 즉, 통찰 과제 1에 대해, 사전에 알파벳 놀이를 경험했던 유아들의 경우 100%의 유아들이 과제 1에서 알파벳을 지각하였으며, 이중에서 정육면체 역시 지각한 유아는 전체의 20%에 불과했다. 반면 도형 놀이 활동을 한 집단의 경우 유아의 87.5%가 정육면체를 지각하였으며, 알파벳 역시 지각한 유아는 12.5%에 불과했다. 과제 3의 경우 알파벳 놀이 활동에 참여한 유아의 100% 모두가 영어 M을 지각했으며, 도형 놀이 활동에 참여한 집단에서는 12.5%만이 M을 지각하는 것으로 나타났다. 화살표 모양 지각의 경우에는 집단에 관계없이 모든 유아가 화살표 모양을 지각하고 있었다.

이러한 실험 결과는 각각의 실험집단에게 주어졌던 통찰과제 해결 전 활동이 유아가 통찰과제를 지각하는데 영향을 주고 있음을 보여준다. 알파벳 놀이 활동을 했던 집단은 과제의 도형보다는 알파벳을 더욱 잘 지각하였으며, 통찰과제의 입체도형을 지각하는 경우는 단지 전체의 20%에 그쳤다. 또한, 도형 놀이 활동을 했던 실험집단의 유아들 역시 통찰과제의 도형적인 측면은 잘 지각했지만, 알파벳을 지각하는 유아는 전체의 12.5%에 그쳤으며, 이에 해당되는 유아는 이미 유치원에서 영어를 처음 접했던 실험집단의 유아들과는 달리 이미 가정에서 영어 학습에 노출된 유아들이었다. 이러한 결과들은 통찰과제를 해결하는데 있어 사전 지식이 통찰 과제 지각에 영향을 주고 있다는 사실을 보여준다.

이러한 결과는 Weisberg(1999)가 강조하는 바와 같이, 특정한 영역에 관련된 특수한 지식이 창의성의 발현에 결정적으로 기능하며 창의적 인지과정은 일반적 인지과정과 다를 바가 없으므로, “창의적 인지과정을 밝히는데 있어 우리에게 필요한 것은 보다 완벽한 일반적 인지과정에 대한 이론”(249쪽) 뿐이라는 주장의 타당성을 더해준다. 이러한 그의 주장은 다소 극단적으로 보이기는 하지만, 창의적 문제해결 과정이 신비롭고 밝혀지기 어려운, 따라서 소수의 재능



있는 사람들만이 소유하는 특정한 능력이라는 관점에서 벗어나, 모든 사람들이 창의적이 될 수 있다는 전망을 열어 놓은 것으로 해석될 수 있다(임웅, 2007). 그러나 이것이 사실이라 하더라도, 여전히 남아있는 의문은 ‘그렇다면 어째서 전문가적 수준의 지식을 소유한 사람이 모두다 창의적으로 문제 해결을 하지 못하는가?’라는 문제이다³⁾.

III. 고착의 형성과 창의적 문제해결 과정

임웅(2007)은 창의성에 지식이 중요함에도 불구하고 전문가적 수준의 지식을 소유한 사람 모두가 창의적 수행을 보이지 못하는 이유가 그들이 소유한 지식이 고착(fixation) 현상을 촉진하기 때문이라고 분석한다. 고착이란 사전지식으로 인해 기억(Roediger, 1991; Smith, 1994; Smith & Tindell, 1997; Smith & Vela, 1991)이나 문제해결 과정(Smith & Blankenship, 1989) 그리고 창의적인 사고(Jansson & Smith, 1991; Smith, Ward & Schumacher, 1993)가 발현되는 상황에서 인지적인 조작을 방해하는 현상을 의미하는 것으로, 이러한 제약들은 개인뿐만 아니라 그룹에 있어서도 창의적인 아이디어의 생성에 깊은 영향을 미친다(Smith, 2003).

고착은 여러 형태로 일어날 수 있지만, 전형적 사고(typical thinking), 암묵적 가정(implicit assumption), 최근 경험(recent experience)이라는 몇 가지 일반적 패턴이 있다(Smith, 2003). 전형적 사고란 우리가 학교에서 지속적으로 학습해온 접근방식을 의미하며, 본질적으로 일반적 사고와 같은 의미이다. 암묵적 가정이란 문제해결과정에서 개인이 스스로 형성하는 자신만의 가정을 의미한다. 이러한 가정이 만들어지는 것을 대개는 스스로 인식하지 못하게 되는데, 이러한 암묵적 가정들이 옳지 않거나 발견되지 않을 때 문제 해결은 심각한 방해를 받게 된다. 최근 경험은 지각태세(mental set)를 받아들이도록 가르침으로서 사건에 대하여 미리 준비하게 만드는 것으로, 유사한 일련의 문제를 해결하기 위해 반복적으로 수행했던 특별한 조작을 미리 준비하게 하는 것이다. 개인의 인지적 조작이 사전 경험의 재생산일 때에는 지각태세가 개인이 문제를 해결하는데 도움이 될 수 있다. 그러나 최근의 접근으로 문제가 해결되지 않을 때 개인은 고착될 수 있다(예, Luchins & Luchins, 1972).

이처럼 개인이 소유하고 있는 기존의 지식은 문제해결과정에서의 방향성을 결정하게 되며, 이로 인해 다양한 사고의 가능성은 제약을 받게 된다. 이러한 현상이 긴장적 관점을 지지하는 학자들로 하여금 창의적 문제 해결에 일정량의 지식만 필요하다고 주장하도록 하는 가장 큰 이유가 된다. 하지만 앞서 살펴보았듯이, 10년의 법칙으로 대표되는 토대적 관점은 지식이 창의적 문제해결에 방해를 준다고 하더라도 지식의 소유는 창의적 문제해결의 전제조건임을 증명하고 있다. 그렇다면 질문은, 지식을 습득하면서도 고착이 발생하지 않는 방법이 있는가의 문제가 된다. 다음 절에서 필자가 제안하고 있듯이 그 가능성이 전혀 불가능한 것은 아니지만, 지식의 습득은 어떤 형태로든 고착을 수반할 수밖에 없다. 왜냐하면, 고착이란 인지과정의 효율성을 반영하는 현상이기 때문이다.

인간의 인지과정과 관련된 중요한 특징 중의 하나는 인간의 인지는 효율성을 추구하는 방향

3) 이 질문은 창의성 발현에 대한 확률론적 속성과 관련이 있을 수도 있다. 이에 대한 논의는 본 발표의 주제인 인지과정과는 관련이 없으므로 본 발표에서는 다루지 않지만, Poison 분포를 특징으로 하는 창의성의 확률론적 속성에 관심이 있는 독자는 Simonton(2003)을 참조하라.



으로 진행된다는 것이다. 인지심리학에서 흔히 사용되는 ‘인지적 구두쇠(cognitive miser)’라는 표현은 인간의 인지과정의 속성을 명확하게 보여주는 비유이다(Plucker & Begehtto, 2003). 인간의 진화와 관련된 모든 과정이 효율적 적응이라는 방향성을 갖는다는 점을 상기한다면, 인지과정 역시 동일한 기제를 갖는다는 것은 그리 놀라운 일이 아니며, 경험과 지식의 양이 이러한 기제를 촉진시킨다는 것 또한 무리 없이 이해될 수 있을 것이다. 실제로, 인지과정의 수행에 있어 뇌의 다양한 영역에서 사용되는 포도당(glucose)의 양을 PET로 조사한 Haier와 그의 동료들(1992)은 문제해결을 보다 효율적으로 하면 할수록 포도당의 소비량이 줄어든다는 사실을 보고하고 있다. 한편, 연령에 상관없이 선행지식과 경험이 기억의 효율성을 예측한다는 전문가-초보자에 대한 일련의 연구들(Chi, 1978; Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Schneider 등, 1993) 또한 인간의 인지작용이 효율성을 극대화 시키는 방향으로 진행된다는 사실을 보여주는 결과라 할 수 있다. 이렇듯, 연령이 증가하고 지식과 경험이 늘어갈 수록 인간의 인지과정은 점차적으로 효율성을 추구하기 때문에, 지식의 습득은 필연적으로 고착을 수반할 수밖에 없다. 앞서 설명했듯이, 고착이란 효율적으로 의사결정을 이루려는 속성으로부터 야기되는 현상이기 때문이다.

지금까지 살펴본 바와 같이, 창의적 문제해결에는 전문가 수준의 전문 지식이 전제가 되지만 이러한 지식은 필연적으로 고착을 촉진시킬 수밖에 없으며, 이로 인해 창의적 문제해결이 방해를 받는 것이 사실이라면, 다음 질문은 그렇다면 창의적으로 문제를 해결하는데 개입되는 고착의 방해효과를 어떻게 최소화할 것인가가 되어야 할 것이다.

IV. 고착의 최소화를 통한 창의적 문제해결 전략

Weisberg(2006)가 지적하고 있듯이, 일반적 문제해결의 경우에 있어서도 그 해결과정에 대한 인지적 관점이 대두되기 시작한 것은 1980년대 이후이며 아직도 이러한 관점은 심리학 연구에서의 주류는 아닌 것으로 판단된다. 일반적 문제해결의 경우에도 상황이 그렇다면, 창의적 문제해결 과정에 대하여 인지적 관점을 기초로 진행되어 온 연구는 더더욱 미진한 실정이라는 것은 그리 놀라운 일이 아닐 것이다. 특히 창의적 문제해결에 방해를 주는 고착을 벗어나기 위해서는 문제의 재구조화(restructuring)만이 필요하며, 이전 지식과 경험은 별로 영향을 미치지 못한다는 형태심리학자들의 주장만이 오랫동안 받아들여져 왔을 뿐이다. 그러나 최근 창의적 문제해결에 있어서의 분석적 사고를 강조하는 여러 학자들은(예를 들어, MacGregor, Ormerod, & Chronicle, 2001; Weisberg, 2006), 형태심리학자들의 그러한 주장에 대해 반론을 제기하고 있으며, 이러한 논의는 아직도 완전한 합의를 도출해내지 못하고 있는 실정이다.

본 강사는 두 가지 입장 모두 부분적으로는 타당하지만, 문제점 역시 내재되어 있다고 판단한다. 형태심리학자들이 주장하는 재구조화 경우 그러한 논리의 유용성은 인정하지만, 이러한 방법론적 접근은 오직 지각과 관련된 문제에만 유효하다는 생각이며, 분석적 사고를 강조하는 인지심리학자들이 주장하는 단서(hint)의 유용성은 문제발견력(problem finding ability)이라는 능력변인을 전제로 할 수 있다는 점에서 현상을 왜곡할 수 있다는 입장이다. 이러한 이유로 본 강사는 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 가능성을 극대화시키기 위한 전략은 다음과 같은 두 가지 형태로 진행되어야 한다고 믿는다. 첫째, 문제를 해결하기 위한 탐색과정에서 선행지식으로부터 필연적으로 야기될 수 있는 고착의 형태를 인식할 수 있어야 한다. 물론 이러한 인

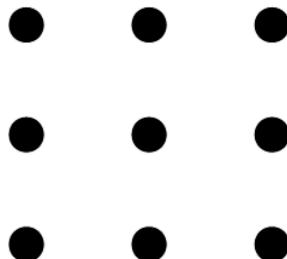


식에는 재구조화 역시 포함된다. 둘째, 새로운 지식이 습득되는 시점부터 대상 지식에 내재된 혹은 부가되는 잠재적 고착의 가능성을 최소화 시켜야 한다.

이제 이러한 두 가지 전략의 내용을 살펴보기로 하자.

1. 고착의 인식과 제거

강사가 제안하는 첫 번째 전략은, 문제를 해결하기 위한 탐색과정에서 선행지식으로부터 필연적으로 야기될 수 있는 고착의 형태를 인식하고 이를 제거해야 한다는 것이다. 이를 구체적으로 설명하기 위해, 본 발표에서는 지금까지 창의적 문제해결 과정의 연구에 가장 많이 사용된 ‘9개의 점 문제(nine-dot-problem)’를 예로 들고자 한다. 문제 상황은 4개 이하의 직선을 사용하여 9개의 점을 연결하는 것이다⁴⁾.



[그림 2] 9개의 점 문제(nine-dot-problem)

만약 본 강사가 제안하는 바와 같이 문제해결 상황에서 창의적 방법의 제약이 다양한 경험이나 지식에 영향을 받는다면, 문제 해결을 위한 초기단계에서 그 문제에 관여된 고착의 가능성을 탐색하는 과정이 추가된다면, 창의적 문제해결의 가능성은 분명 높아질 것이다. 이와 관련된 구체적인 해법은 강의 때 제시될 것이다.

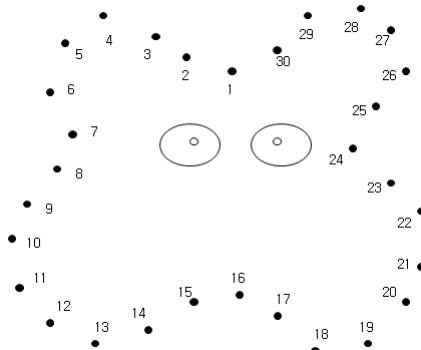
2. 잠재적 고착의 형성을 최소화시키는 교육내용의 개발

앞서 살펴보았듯이 창의적으로 문제를 해결하는데 어려움을 겪는 이유는 이미 형성된 지식과 경험이 문제해결의 방향을 제한하기 때문으로 이해될 수 있다. 그렇다면 잠재적 고착이 제거된 상태로 지식이 습득될 수는 없을까? 지식의 본질에 대해 앞서 설명한 바처럼, 우리가 지

4) 본 강의에서의 문제 상황은 4개 이하의 직선을 사용하는 것이지만, 상당히 많은 연구들은 반드시 4개의 선을 이용할 것을 요구하는 상황에서 수행되고 있다. 그러한 문제 상황은 특정 상황에서의 제약(constraint)에 대한 정도를 높여 가와 변인을 통제하려는 시도로 이해될 수 있다. 즉, 문제 해결과정에 있어 진행되는 인지의 과정적 측면을 보다 명확히 밝히려는 목적 때문인 것이다. 하지만 그와 같은 문제 상황은 도달해야 할 목표 행동에 제한이 내재되어 이미 구조화된 상황이라는 문제점을 갖는다. 창의적 문제 해결이란 다양성 혹은 신기성을 전제로 한다는 점을 고려할 때, 문제에 대한 답은 가능한 열려있어야 하며 문제 상황은 보다 덜 구조화 되는 것이 바람직하다는 판단에 근거하여, 본 연구자는 4개 이하의 직선을 사용하는 문제 상황이 창의적 문제 해결과정을 보여주는 예로서 보다 적합하다고 믿는다.



식을 습득하는 가장 주요한 이유는 인지의 효율성과 관련 있으며, 이는 반응처리 속도와 관련이 있기 때문에, 잠재적 고착을 제거하며 학습이 이루어지는 것은 불가능한 것으로 보여 진다. 하지만 완전히 모든 고착을 제거할 수는 없다고 하더라도, 이러한 가능성을 확인하고 이를 최소화 하는 일은 어느 정도 가능한 것으로 판단된다. 최근에 수행된 임웅(2008)의 연구는 이러한 가능성을 보여주고 있다. 지식 습득 과정에서 고착을 최소화 시킬 수 있는 방안을 탐색하기 위해, 유아를 대상으로 수의 크기와 색깔의 종류를 학습하는 두 종류의 과제를 사용한 연구에서 그는 학습과정에 잠재된 고착을 제거한 수업방식이 보다 다양한 창의적 문제해결을 가져올 수 있다는 것을 발견하였다. 수의 크기를 학습하는 상황을 예로 들면 다음과 같다.



[그림 3] 수의 크기에 대한 이해를 위한 과제

[그림 3]은 실험에 사용된 도구로서, 이는 수의 크기를 가르치는데 일반적으로 사용되는 교구이다. 실험은 <일반적 수업 반>과 <창의적 수업 반>의 두 집단에 대해 수행되었으며, <일반적 수업 반>은 지식의 습득에 초점을 두어 교사는 학습을 진행함에 있어 가장 일반적인 한 가지 방법을 사용하였다. 그러나 <창의적 수업 반>은 지식의 습득과 고착의 최소화를 동시에 강조하는 것으로 교사는 학생들에게 문제를 해결하는 다양한 방법을 소개하였다. 이때 제시한 다양한 방법에는 <일반적 수업 반>의 방법 역시 포함되었다. 구체적인 실험 내용은 강의 시에 제시될 것이다.

수업이 끝난 후, 두 집단의 유아들에게 2개의 수 연결 과제와 2개의 색 칠하기 과제 등 모두 4개의 학습과제가 제시되었으며, 유아들은 모두 제시된 과제를 완성하였다. 모든 유아들이 문제의 질문을 정확히 이해하고 있었으며, 지시에 따라 두 집단의 모든 유아들이 정확한 반응을 보였다. 그러나 문제를 해결하는 과정에서 나타난 패턴은 매우 상이했다. 즉, 지식의 습득에 강조를 두었던 <일반적 수업 반>의 경우 유아들의 반응은 예외 없이 동일한 것으로 나타났다. 하지만 지식의 습득과 고착의 최소화를 목적으로 한 <창의적 수업 반>의 경우에는 같은 반응이 하나도 발견되지 않았다. 이러한 결과는 지식의 습득과 고착 현상의 최소화를 동시에 달성될 수 있다는 가능성을 충분히 보여준다 할 수 있다.



V. 창의적 문제해결 전략과 학교 교육

물론 고착을 최소화하는 학습 전략만이 창의적으로 문제를 해결하는데 필요한 전부가 될 수는 없다. 20세기 후반부터 꾸준히 지속되어온 창의성의 정의와 특성 그리고 본질에 대한 다양한 연구들은, 창의적 수행이 발현되는 근거와 과정이 그리 단순하지 않다는 점을 꾸준히 지적하여 왔다. 창의적으로 문제해결을 하는 일이 단순하지 않은 이유는 무엇보다도 창의성의 발현에는 다양한 요인들이 관여되기 때문일 것이다(임웅, 2008). 본 발표에서 강조한 인지과정에서의 고착현상과 더불어, 일정 수준 이상의 지적능력은 물론이거니와(예, Amabile, 1996; Sternberg & Lubart, 1995) 영역과 관련된 지식의 필요성이나(예, Amabile, 1996; Sternberg & Lubart, 1995) 창의적 문제해결에 적합한 성격과 스타일(예, Barron & Harrington, 1981; Golann, 1963; Sternberg & Lubart, 1995) 그리고 내적 혹은 외적 동기의 영향(Amabile, 1996; Sternberg & Lubart, 1995) 등은 창의성 발현에 결정적 요인으로 꾸준히 제시되어 온 변인들이다.

그러나 창의성의 발현이 복잡성을 갖는 이유는 단순히 다양한 요인이 개입된다는 사실 때문이 아니라, 창의성의 발현과정이 각 요인들의 단순한 합으로 결정되는 것이 아니라는 사실 때문이다(Sternberg & Lubart, 1995). Lubart와 Guignard(2000)가 지적하고 있듯이, 창의성의 발현에 필요한 요인들에 대한 최근 연구들이 인지적 요인과 동기적 요인 그리고 환경적 요인들의 조합에 관심을 갖는 이유가 그러한 사실을 증명한다. 요인들의 단순한 합이 아니라, 이들 요인이 어떻게 상호작용하는가에 관심 갖는 연구들은 일반적으로 다변량적(multivariate), 성분적(componential), 혹은 집합적(confluence) 접근이라고 불리는데(Lubart & Guignard, 2000), 이는 창의적 행동이 발생하기 위해서는 여러 가지 요인들이 수렴적으로 기능해야 함을 의미한다.

Sternberg와 Lubart(1995)의 투자이론(investment theory)을 예로 들면, 이 이론은 창의성이 발현되기 위해 필요한 서로 다른 하지만 상호관련성을 갖는 여섯 개 요소들(resources)을 제안하면서, 창의성의 발현이 이들 여섯 가지 요소 간의 단순한 합이 아닌 다변량적인 형태로 결정된다고 주장한다. 우선, 어떤 요소의 경우에는(예: 지식) 다른 요소의 수준에 관계없이 그 요소의 수준이 일정 수준 이상이 되지 않으면 창의성 발현이 불가능한 문턱(threshold)이 존재할 수 있으며, 한 요소(예: 동기)에 강점이 있으면 그 요소가 다른 요소(예: 지식)의 약점을 상쇄하는 부분적인 보상이 발생할 수 있고, 마지막으로 각 요소는 창의성에 자신만의 고유한 방식으로 기여하지만, 어떤 요소는 반드시 다른 어떤 요소가 존재해야만 기능할 수 있으며, 이러한 협력체제가 상호작용 효과를 가져오기도 한다는 것이다.

이렇듯, 어떠한 문제를 해결하는데 있어 창의적 수행을 가져오는 것은 매우 다양한 요소 간의 매우 복잡한 과정을 전제로 하는 것이다. 최근 창의성을 개발하고 향상시키기 위한 구체적 프로그램에 대한 요구는 학교뿐만 아니라 전 사회적으로 끊임없이 제기되고 있으며, 다양한 방안이 제안되고 또한 시행되고 있다. 하지만 임웅(2007)의 지적처럼, 이러한 노력들이 시대적 요구를 반영하는 시의 적절한 경향임에 틀림없으며, 또한 이러한 노력의 가치를 가볍게 생각해서는 안 되겠지만, 창의성의 발현과 표출 과정에 대한 적절한 이론적 탐구를 담보하지 못한 상태에서 제안되는 개발 관련 프로그램들은 시대적 유행에 지나치게 민감한 반응이 아닌가라는 의심을 지울 수 없는 것 또한 사실이다.

본 발표는 창의적으로 문제해결을 하기 위한 학습전략과 관련하여, 학습에 수반되는 고착을 이해하고 이를 바탕으로 창의적 문제해결에 도움이 될 수 있는 학습전략을 제시하고자 하였다.



물론 창의적으로 문제해결을 이루는 과정을 완벽하게 밝히는 일은 쉽지 않은 일일 것이다. 그러나 창의성을 개발하고 신장시키기 위한 전략은 그 발현과정의 원리에 대한 이해 없이 그 효과를 담보할 수 없다는 것은 주지의 사실일 것이다. 본 발표에서 제시된 아이디어와 함께 보다 정밀한 인지과정에 대한 분석을 기초로 보다 다양한 제안이 이루어진다면, 문제해결 상황에서 효과적으로 기능하는 다각적인 창의적 수행 전략 프로그램의 개발 또한 결코 요원한 일은 아닐 것이다.

〈참고문헌〉

- 임 응(2007). 유아교육에 있어 고착(fixation)을 수반하는 스키마의 확장이 유아 창의성에 미치는 영향. *한국유아교육학회 2007년 정기학술대회 발표논문*.
- 임 응(2008). 유아 창의성 향상을 위한 커리큘럼 개발에 대한 연구. *한국유아교육학회 2008년 정기학술대회 발표논문*.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, CO: Westview.
- Birch, H. (1945). The relation of previous experience to insightful problem solving. *Journal of Comparative Psychology*, 38, 367-383.
- Chi, M. T. H. (1978). Knowledge structure and memory development. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novice. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Tang, C., Abel, L., & Buchsbaum, M. S. (1992). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning. *Intelligence*, 16, 415-426.
- Halow, H. F. (1949). The formation of learning sets. *Psychological Review*, 56, 51-65.
- James, W. (1880). Great men, great thoughts, and the environment. *Atlantic Monthly*, 46, 441-459.
- James, W. (1908). *Talks to teachers on psychology*. New York: Henry Holt.
- Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design Studies*, 12, 3-11.
- Kaufman, J. C., & Baer, J. (2004). Hawking's haiku, Madonna's math: Why is hard to be creative in every room of the house. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 3-19). Washington, DC: American Psychological Association.
- Kaufman, J. C., & Baer, J. (2004). Hawking's haiku, Madonna's math: Why is hard to be creative in every room of the house. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 3-19). Washington, DC: American Psychological Association.
- Köhler, W. (1925). *The mentality of apes*. New York: Harcourt, Brace.
- Lubart, T., & Guignard, J. (2000). The generality-specificity of creativity: A multivariate approach. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 43-56). Washington, DC: American Psychological Association.



- Luchins, A. S., & Luchins, E. H. (1972). *Wertheimer's seminars revisited: problems in perception: I.* Oxford: State University of New York Press.
- MacGregor, J. N., Ormerod, T. C., & Chronicle, E. P. (2001). Information processing and insight: A process model of performance on the mine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 176-201.
- Parkhurst, H. B. (1999). Confusion, lack of consensus, and the definition of creativity as a construct. *Journal of Creative Behavior*, 33, 1-21.
- Plucker, J. A., & Beghetto, R. A. (2004). Why creativity is domain general, why it looks domain specific, and why the distinction does not matter. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 153-167). Washington, DC: American Psychological Association.
- Roediger III, H. L. (1991). Recall as a self-limiting process. *Memory & Cognition*, 6, 54-63.
- Schneider, W., Gruber, H., Gold, A., & Opwis, K. (1993). Chess expertise and memory for chess positions in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 328-349.
- Simonton, D. K. (1984). *Genius, creativity and leadership: Historiometric inquiries*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Simonton, D. K. (2004). Creativity as a constrained stochastic process. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 83-101). Washington, DC: American Psychological Association.
- Smith, S. M. (1994). Frustrated feelings of imminence: On the tip-of-the-tongue. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 27-45). Cambridge, MA: MIT Press.
- Smith, S. M. (2003). The constraining effects of initial ideas. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group creativity* (pp. 15-31). New York: Oxford University Press.
- Smith, S. M., & Blankenship, S. E. (1989). Incubation effects. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27, 311-314.
- Smith, S. M., & Tindell, D. R. (1997). Memory blocks in word fragment completion caused by involuntary retrieval of orthographically similar primes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23, 355-370.
- Smith, S. M., & Vela, E. (1991). Incubated reminiscence effects. *Memory & Cognition*, 19, 168-176.
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, 21, 837-845.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.
- Weisberg, R. W. (1999). Creativity and knowledge: A challenge to theories. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 226-250). New York: Cambridge University Press.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.



과학 및 최근 과학교육의 동향

교
직
·
교
양

경인교육대학교 과학교육과
조 교수 최 선 영
sychoi@ginue.ac.kr

I. 초등과학교육의 동향

히틀 교육의 질은 이를 가르치는 교사의 질에 달려있다고 한다. 이를 다시 말하면 초등학교 과학과 수업의 질은 초등교사의 질적 향상에 있는 것이다. 그러면 초등학교에서 과학과를 잘 지도할 수 있는 교사는 어떤 능력을 가지고 있어야 하는가? 지금 까지 논란이 되고 있는 것을 보면 “과학을 잘 이해하기만 하면 학생들에게 잘 가르칠 수 있다.”는 교과내용 중심의 측면과 “과학을 가르치는 방법만 잘 알면 과학을 잘 가르칠 수 있다.”는 교육방법 중심의 측면이 있다. 이들은 너무 한쪽으로 편중된 사고이기 때문에 절충안인 교과내용(초등과학)을 잘 알고 있으면서 교육학(교수방법)에 대해서도 어느 정도의 지식을 가져야 된다는 생각에 의견의 일치를 보고 있지만 어느 정도의 비율로 이들을 가르쳐야 한다는 데에는 많은 이견이 있을 수 있다. 여기서 새로이 나온 용어가 PCK(교과교육학지식), 즉 교사는 교과와 관련된 내용학 지식뿐 아니라 이를 지도할 수 있는 교육학적 지식도 겸비해야 하는 것이다. 이런 측면에서 초등과학교육학이라는 하나의 패러다임을 구해야 할 필요가 있다. 이에 대한

오늘날 우리는 과학을 어려워하고 이해하기 힘든 과목, 실생활에 도움이 되지 않는 과목으로 생각하고 관심도 적은 편이다. 그리고 순수 학문 연구 또는 과학자나 과학기술자와 같은 전문인에게만 필요한 과목으로 생각하고, 과학을 멀리 하려는 경향이 나타나고 있다.

1. 만인을 위한 과학교육

한마디로 말하면 소수의 과학자를 양성하는 과학교육에서 만인을 위한 과학교육으로 교육목표의 변화가 있다. 우리나라의 교육은 독자적인 발전보다는 서구의 미국, 영국 및 일본의 영향을 많이 받아 온 것이 사실이다. 특히 미국의 경우 1957년 구소련의 스프트니호의 발사를 전환점으로 일대 혁명운동이 전개되었다. 다시 말하면 과거에는 과학은 과학자들만이 할 수 있는 특정한 일이라 생각하고 있었고, 그래서 과학은 어렵고 이해하기 힘든 과목이면서 실생활에 도움이 되지 않는다고 생각하였다. 그러나 이러한 위기를 해결하기 위해서는 어려서부터 과학을 친근감 있게 누구나 생활 속에서 관심을 갖고 생활화해야 한다는 측면에서 과학교육의 목표를 만인을 위한 과학교육으로의 생각이 전환되었던 것이다. 이런 면에서 우리 초등학교 학생들에게도 생활속에서 느낄 수 있는 과학 활동을 찾아 주는 것이 교사의 역할이 아닐까



2. 구성주의에 바탕을 과학교육

과거 전통적인 학습관은 행동주의에 기초한 과학교육이라고 한다면 이제는 구성주의 심리학을 기초로 한 과학교육으로의 전환을 생각해 볼 수 있다.

구성주의는 ‘지식은 아동들이 주체적으로 구성하고 창조하며, 사회적 협상으로 만들어 진다’라고 생각했다(한안진 외 4인, 1987; 변호승, 1996). 따라서, 학교 학습도 사회적 맥락에서 이루어져야 한다는 것이다. 구성주의에서 ‘구성’이란 학습자 개인이 외적 세계와의 상호작용에서 지식을 획득하고 스스로 의미를 부여하는 ‘의미의 구성’을 말한다 (황윤환, 1996). 즉, 외부의 세계나 지식은 개인과 별개가 아니라는 상대주의 세계관이다. 그럼 [5-6]의 원쪽처럼 구성주의 입장에서 교육받은 학생들에게 ‘A’를 써보게 하면 다양한 ‘A’를 쓸 것이다. 이런 입장과는 상반되는 객관주의는 ‘지식이란 객관적인 방법과 관찰로 발견되는 것이다. 또한 우리의 사회적 협상으로 만들어 지는 것이 아니라, 초인간적인 존재에 의해 오직 하나로서 존재한다.’이다. 따라서 외부의 세계나 지식은 개별 인간과는 독립적으로 존재한다고 생각하는 절대주의 세계관이다. 그럼 1의 오른쪽처럼 객관주의의 입장에서 교육받은 학생들에게 ‘A’를 써보게 하면 모두 같은 ‘A’를 쓸 것이다. 교육적인 면에 있어서의 구성주의와 객관주의를 비교하면 <표 1>와 같다 (황윤환, 1966).

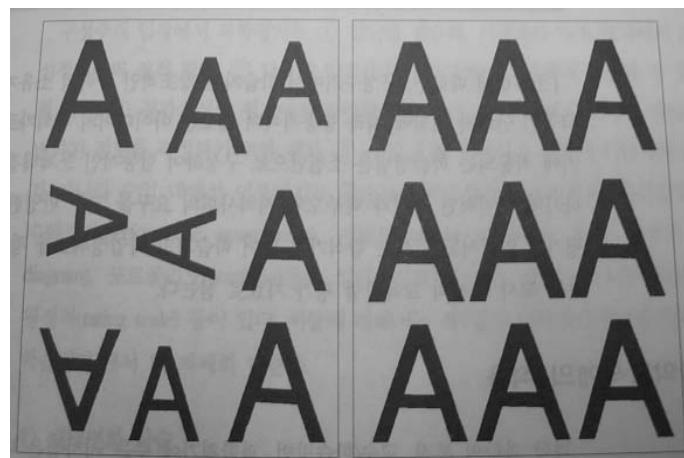


그림 1 구성주의와 객관주의

<표 1> 교육적인 면에서의 구성주의와 객관주의

관점 특성	구성주의적 교육	객관주의적 교육
학습자	생각 · 아이디어의 능동적 창조자	지식의 수동적 수용자
교사 역할	생각 · 아이디어 청취자, 촉진자, 안내자 (guider), 조력자(helper), 동기부여자, 지지자, 교육과정 재구성자	지식 · 아이디어 보고자 또는 지휘자 (commander), 전달자, 재촉자, 교육과정 실행자
교육 과정	창조적 · 실용적· 아이디어 중심	의도적(intended)교육과정



교육 방법	협동학습, 소집단 학습, 문제해결 학습, 고등사고학습, 비판적 사고 학습, 풋볼 코치식 교육	강의, 암송, 반복, 일제 학습, 태권도 시범식 교육
강조점	고등사고 · 비판적 사고 · 창조적 사고 학습	완전학습
평가	질적(qualitative)평가: 교사 자신의 교육방법의 평가로 이용	양적(quantitative)평가: 학습자 서열을 정하는데 쓰임
학습의 책임	학습자	교사
결과	<ul style="list-style-type: none"> · 자기학습능력 신장 · 듣는 것보다 말하는 것을 강조 · 협동 주의적 교육 · 인간교육 	<ul style="list-style-type: none"> · 지식 전달의 교육 · 듣는 것을 강조 · 개인주의 · 경쟁 주의적 교육 · 역인간 교육

3. 실험 실습 위주의 과학교육

교과서 위주의 과학교육에서 벗어나 학생들이 직접 체험할 수 있는 실험 실습 위주의 과학교육으로의 변화이다. 다른 교과와는 구별되는 독특한 교수방법인 실험은 과학교육에서 거의 200여 년 전부터 학습방법의 하나로 자리매김하게 되었다(Lazarowitz & Tamir, 1994). ‘실험’은 과학수업시간에 학생과 현상 혹은 구체물과의 상호작용의 형태로 나타나는 유목적적인 교수학습의 한 형태이며, 실험을 가르치거나 혹은 실제적인 활동을 하는 것과 관련된 모든 종류의 교수 학습 활동을 일컫는다.

다양한 형태의 실험활동이 과학수업에 활용되면서 실험은 다른 교과와는 구별되는 과학과의 독특한 교수학습 방법이 되고 있다. 실험이 과학 수업에 활용되면서, 실험을 통한 수업이 학생들의 인지적, 정의적, 기능적 영역에서 다음과 같은 이점들이 있다고 알려져 왔다.

- 조작적 기능의 개발
- 정밀한 관찰 기술
- 개념/법칙/원리의 이해
- 과학적 현상의 경험
- 흥미와 즐거움을 자극함으로서 학습에 대한 동기 부여
- 개방성과 객관성과 같은 ‘과학적 태도’를 개발
- 실험 설계, 데이터 수집, 자료의 표현과 해석과 같은 실험절차와 증거에 대한 이해 증진
- 문제를 해결하는 과학자의 역할 체험

과학자, 과학교육 전문가집단으로 과학교육학을 전공한 과학교육학자, 과학교육의 전문가적 소양을 갖춘 현장의 초·중등교사로 전문가 집단을 구성하여 실험의 목적에 대한 합의점을 이끌어낸 결과 학교 과학교육에서 실험의 목적은 다음 <표 2>과 같다(양일호 등, 2005).



〈표 2〉 학교 과학교육에서 실험의 목적

초등학교 실험목적	중등학교 실험 목적	대학교 실험 목적
과학 탐구능력의 습득	과학 탐구능력의 습득	자연현상의 해석을 통한 규칙성 발견 능력의 개발
과학적 창의력 신장	창의적 문제해결능력 향상	전문 과학 지식의 이해
과학적 현상 및 조작활동 체험	과학적 발견에 대한 기쁨 체험	전문 조작 기능 습득
과학적 지식에 대한 이해	과학적 태도 형성	창의적 문제해결능력 증대
과학적 태도 형성	과학에 대한 태도 형성	과학적 지식 생성과정에 대한 이해
과학에 대한 태도 형성	과학적 지식생성 과정의 이해	직업관련 전문적 능력 습득
능동적 학습 분위기 형성	과학적 지식의 이해 및 습득	과학탐구능력 습득
	합리적 의사결정 능력 신장	합리적 의사결정능력 증진
	실험의 필요성 인식	과학에 대한 흥미 유지
		과학적 태도 증진
		문제해결의 기쁨 체험
		과학적 개념의 생성능력 계발
		실험활동의 필요성 인식

실제로 실험수업의 특성을 포함하며 각각의 특징적 실험수업의 유형에 대한 여러 가지 분류 방법이 제안되어 왔다. 실험수업의 다양한 특성 즉, 실험의 목적, 의도된 학습 결과, 실험의 주체, 과학적 사고의 접근을 포괄하는 분류자를 생성하고 이를 이용하여 실험수업의 유형을 분류하면 확인실험, 발견실험, 탐색실험, 연구실험과 같이 4가지로 구분할 수 있다. 다음 <표 3>는 이러한 구분에 대한 설명이 제시되어 있다.

〈표 3〉 실험수업 유형 분류 틀

유형	분류자	
	절차	접근방식
확인실험	주어짐	연역적
발견실험	주어짐	귀납적
탐색실험	학생이 생성함	연역적
연구실험	학생이 생성함	귀납적



4. 통합된 세계의 한 부분으로서의 과학교육

- 과학 교과목을 수학, 사회학, 언어학, 미술, 음악과의 관계가 없는 단일 과목으로 간주하는 것이 아니라 간학문적인 접근을 통한 통합과학교육으로의 접근

5. 교사는 학생의 학습을 촉진시키는 조력자

- 과거 일방 통행식의 지식 전달자의 역할을 수행한 것에 비해 오늘날에는 학생이 학습을 성공적으로 수행할 수 있도록 도와주는 조력자의 역할

6. 다양한 학습 형태의 변화

- 전통적으로 일방적인 일제식 수업에서 협동학습, 동료 상호간의 보충학습 및 조별과제학습으로의 변화

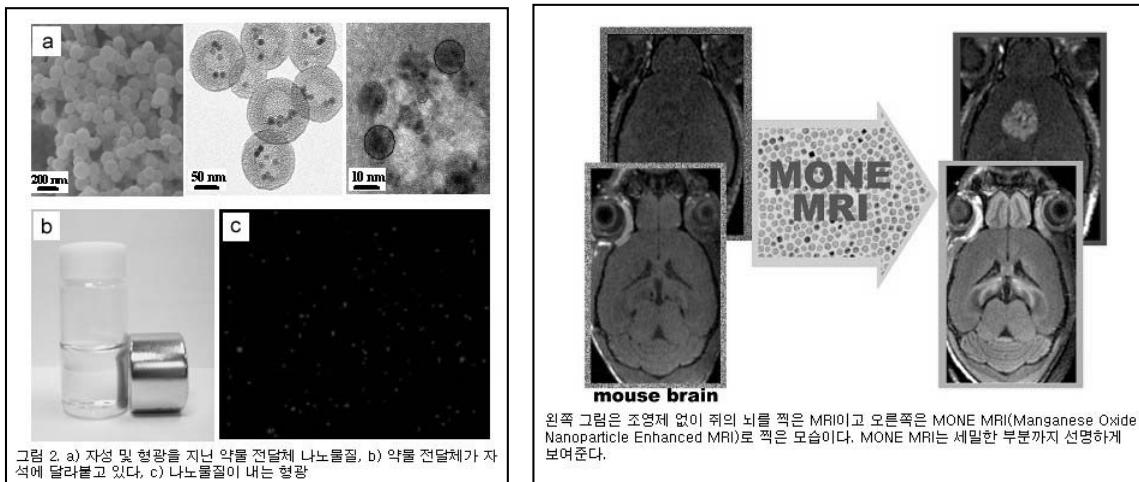
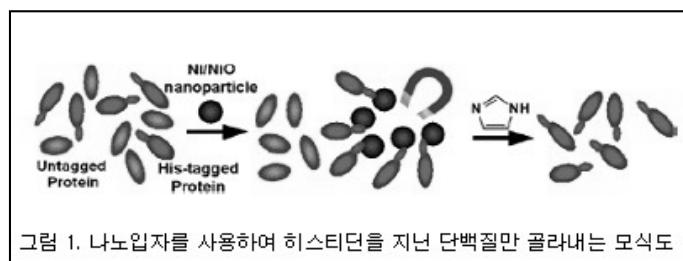
7. 평가 방법의 변화

- 단순한 지필평가에서 다양한 평가 방법의 개선이 시도됨

II. 최근 과학 내용의 발달에 이해

1. 나노 기술의 발달

나노란 용어는 희랍어인 나노스(난쟁이)에서 유래되었으며 1 나노미터는 머리카락 두께의 약 5만분의 1이다. 나노 기술(Nano Technology)이란 정보소재공학의 첨단 핵심기술인 나노기술은 10억분의 1미터라는 스케일에서 펼쳐지는 극미의 세계이다. 나노 기술은 물질을 나노 크기의 수준에서 조작 분석하고 이를 제어할 수 있는 과학과 기술을 지칭하는 것으로 물질을 나노미터(10^{-9} m) 크기인 원자, 분자 수준에서 현상을 규명하고 구조 및 구성요소를 조작 제어하는 기술을 말한다. 이 기술은 1959년 미국의 파인만 박사가 소형화의 개념을 처음 제시한 후 미국, 일본, 유럽 각국을 중심으로 1980년대 개발된 주사형 겸침현미경을 이용한 본격적인 연구가 이루어지고 있다. 나노기술은 IT, BT와 더불어 21세기의 새로운 산업을 이끌고 갈 핵심 기술의 하나로 각광을 받고 있다. 나노기술은 특히 극미세 소재 또는 소자의 제작에 관한 기술로서, IT와 BT 등의 기술에 대한 기반 기술로 인식되고 있기 때문에 그 중요성이 더욱 부각된다. 즉, 미래의 융용 기술 대부분은 나노기술에 기반을 두고 발전하여야 한다. 예를 들면 다음과 같다.



2. MBL의 접목

전 세계 MBL(Microcomputer-Based Laboratory, 컴퓨터기반 과학실험) 기술을 선도하는 베니어(Vernier Software & Technology)사의 데이비드 베니어 회장은 과학 교사들이 원하는 정확하고 정교한 데이터 수집 장치를 만들겠다는 일념으로 20여년가 과학교육에 헌신하였다. 그 결과 현재 120여 개국의 과학교육 현장에서 사용되고 있는 데이터 수집 및 분석 기자재를 생산하고 있고, 우리나라에서도 도입되어 활용되고 있다. 이에 대한 장점은 다음과 같다.

- 가. MBL은 지루하지 않고 실험을 하는 동시에 그 결과가 그래프로 바로 나타나기 때문에 학생들이 보다 적극적이고 즐겁게 실험에 참여한다.
- 나. 간단하고 편리하다. 측정 시간이 매우 긴 실험을 여러 번 하는 수고를 덜어주고, 실험을 반복하는 학습효과도 있다.
- 다. 정확합니다. MBL은 사람의 판단이나 감각 기관에 의존한 측정이 아니라 기계적으로 이루어지기 때문에 정밀한 측정이 가능하다.

3. 이외에 참고하면 좋은 과학 수업에 도움 되는 것

- 가. 과학완구에 대한 이해를 통한 개념 학습
- 나. 스펜지 과학에서 말하는 상식의 적용을 통한 개념 이해
- 다. 우리나라 민족의 과학 활동을 참고 도서 :
 - 초등학생이 꼭 알아야 할 우리 민족 과학-이찬희 지음/글로연





무게 재기

인천신월초등학교
교사 원동만
wendm@hanmail.net

전
공

I. 단원 소개

4학년 1학기 1단원은 물체의 무게를 재는 원리를 수평잡기와 용수철의 성질과 관련지어 정성적으로 알아보는 활동으로 구성되어 있다. 일상생활 속 무게 재기의 사례를 알아보는 활동을 시작으로 하여, 무게를 재기 위해서 사용되는 원리들과 실제 이러한 원리를 이용하여 만든 여러 저울들에 대해 알아보고 스스로 간이 저울을 만들어 여러 물체의 무게를 재어 보는 활동으로 구성되어 있다. 수평잡기와 용수철의 원리를 이용한 도구를 학생들이 직접 설계하여 만들고, 각자의 완성 phẩm으로 물체의 무게를 측정해 보는 활동을 하게 함으로써 어림, 측정, 추리 등의 탐구 기능을 익힐 수 있게 하였다. 나아가 실제로 일상생활이나 산업, 기술 분야에서 사용되는 양팔 저울과 윗접시 저울, 용수철저울, 대저울 등을 살펴봄으로써 우리의 생활과 분리될 수 없는 과학 기술의 여러 측면을 느낄 수 있도록 하였다.

II. 단원의 학습목표

- 가. 무게의 뜻을 알고 우리 생활 속에서 무게 재기가 필요한 이유를 말할 수 있다.
- 나. 물체의 무게와 용수철이 늘어난 길이의 관계를 설명할 수 있다.
- 다. 수평잡기에서 거리와 무게의 관계를 설명할 수 있다.
- 라. 수평잡기와 용수철의 특징을 이용하여 무게 재기를 할 수 있다.



III. 단원의 학습목표

사전 학습	▶ 무개 재기(현 단원)	▶ 후속 학습
<p>▣ 2학년 1학기 슬기로운 생활 : 자라는 우리들</p>	<p>▣ 중단원 1 : 용수철로 무게 재기 - 용수철저울로 무게 재기 - 용수철이 늘어난 길이와 무게 사이의 관계 알아보기 - 무게의 뜻 알아보기</p> <p>▣ 중단원 2 : 수평잡기로 무게 재기 - 수평 잡아 보기 - 수평잡기의 원리 알아보기 - 윗접시 저울을 이용하여 무게 재기</p> <p>▣ 중단원 3 : 내가 만든 저울로 무게 재기 - 여러 가지 종류의 저울에 대하여 알아보기 - 나만의 저울 만들기</p>	<p>▣ 6학년 2학기 과학 : 에너지</p>
<p>▣ 3학년 2학기 과학 : 액체와 기체</p>		<p>▣ 7학년 2학기 과학 : 힘과 운동</p>

IV. 단원의 지도계획

중단원명	차시	차시명	학습 내용
1. 용수철로 무게 재기	1	용수철저울로 무게를 재어 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 저울의 필요성 · 용수철저울의 사용법
	2,3	용수철이 늘어난 길이와 무게 사이의 관계를 알아봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 물체의 무게와 용수철이 늘어난 길이 사이의 관계 · 측정한 값을 표와 그래프로 표시
	4	무게란 무엇일까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 무게의 뜻 · 용수철을 이용하여 무게 느끼기
	과학 이야기	용수철의 여러 가지 쓰임	<ul style="list-style-type: none"> · 생활 속의 과학
2. 수평 잡기로 무게 재기	5	수평이 되게 하여 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 여러 가지 물체로 수평잡기 · 수평을 잡아 모빌 만들기
	6	수평잡기의 원리를 알아봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 무게가 같은 두 물체의 수평잡기 · 무게가 다른 두 물체의 수평잡기 · 수평잡기의 원리
	7	윗접시 저울을 이용하여 무게를 재어 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 윗접시 저울의 사용 방법 · 윗접시 저울을 이용하여 물체의 무게 재기
	과학 이야기	외줄 타기의 비밀	<ul style="list-style-type: none"> · 생활 속의 과학
3. 내가 만든 저울로 무게 재기	8	여러 가지 종류의 저울에 대해서 알아봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 저울의 작동 원리 · 저울의 사용 방법
	9,10	나만의 저울을 만들어 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 간이 저울 만들기 · 간이 저울로 무게 재기
	과학 이야기	한국표준과학연구원을 찾아서	<ul style="list-style-type: none"> · 과학과 진로 · 첨단 과학
마무리	11	되짚어 보기 / 확인하기 / 과학 글쓰기	



IV. 단원 지도상의 유의점

용수철저울의 상태를 미리 점검하여야 한다. 실험하기 전에 영점 조절 나사로 영을 미리 맞추어야 한다. 그런데 이때 영점 조절 나사를 함부로 돌리게 되면 용수철에 무리가 가서 고장 나는 경우가 많다. 따라서 영점을 맞출 때에는 용수철저울을 똑바로 세운 후에 눈금을 확인하면서 영점 조절 나사를 천천히 돌려가며 맞추어야 한다.

또한 용수철저울은 용수철의 성질에 따라 낼 수 있는 무게가 정해서 있다. 따라서 용수철저울의 최대 한계에 비해 너무 가볍거나 무거운 물체를 재게 되면 무게를 정확히 측정하기가 어렵다. 따라서 재고자 하는 물체의 무게를 대략 어림한 후, 가장 적절한 용수철저울을 선택하여 무게를 재는 것이 좀 더 효과적으로 무게를 낼 수 있는 방법이다.

전
공

V. 단원 탐구 실험 내용

중단원 1. 용수철저울로 무게 재기

가. 용수철저울 만들기

1) 탐구 목표

- 가) 용수철저울을 만들어 물체의 무게를 달 수 있다.
- 나) 용수철이 늘어난 길이와 무게 사이의 관계를 알 수 있다.

2) 준비물

굵기가 다른 용수철 2개, 스탠드, 클립, 하드보드지(8절지), 집게, 셀로판테이프 1개, 추 20g 5개

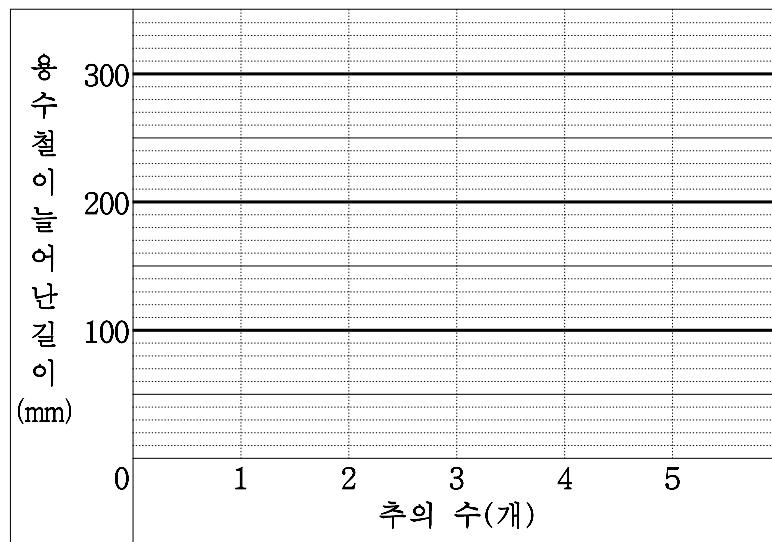
3) 활동 과정 및 절차

- 가) 스탠드에 용수철을 장치하고 뒷면에 판지를 대어 눈금을 표시한 다음 용수철 끝에 고리(집게, 클립)를 단다.
- 나) 추의 수에 따른 용수철의 길이를 잰다.
 - (1) 용수철의 끝에 추를 한 개 매달고 용수철이 늘어난 길이를 잰다.
 - (2) 용수철의 끝에 추를 두 개, 세 개 매달고 용수철이 늘어난 길이를 잰다.
- 다) 추의 수와 용수철의 길이와의 관계를 알아본다.
 - (1) 추의 수와 용수철이 늘어난 길이를 기록해 보자.

추의 수(개)	1	2	3	4
용수철이 늘어난 길이 (mm)				



(2) 추의 수와 용수철이 늘어난 길이와의 관계를 그래프로 나타내 보자.



4) 결과 및 토의

- 가) 용수철저울의 기준점(0점)은 어떻게 정하는가?
- 나) 용수철저울의 눈금은 어떻게 표시하는가?
- 다) 추를 많이 걸수록 용수철저울은 어떻게 되는가?
- 라) 그래프의 각 점을 연결하면 어떻게 되는가?
- 마) 매단 추의 개수와 용수철의 늘어난 길이와는 어떤 관계가 있는가?

5) 유의점

- 가) 고리는 집게나 클립을 펼쳐서 만들어서 사용할 수도 있다.
- 나) 용수철의 길이는 늘어난 길이를 측정하는 것이 그래프를 그리기에 편리하다.
- 다) 새로 구입한 용수철은 사전에 반드시 탄력을 일정하게 유지시킨 후 사용하도록 한다.
- 라) 용수철에 너무 많은 추를 달지 않도록 한다.

나. 용수철저울로 무게 재기에 관련된 배경지식

1) 무게

물체의 무겁고 가벼운 정도, 중력장 내에서는 중력에 의해 물체가 끌어당겨지는 힘의 크기를 말한다. 예를 들어, 지구에 의해 형성된 중력장 내에 있는 물체들은 지구의 중심을 향해 끌어당겨지는 힘, 즉 중력을 받는다. 북극에 있는 사람이 공을 머리 위로 던져 올리든, 남극이나 적도 지방에 있는 사람이 공을 머리 위로 던져 올리든 항상 다사 자신의 발 밑으로 떨어지는 것은 이 때문이다. 무게는 외부의 환경에 달라지면 그 크기가 변할 수 있다. 예를 들어, 동일한 물체라고 하더라도 그 물체를 지구가 끌어당길 때와 달이 끌어당길 때의 무게는 서로 같지 않다. 지구와 달의 질량이 달라서 끌어당기는 힘에도 차이가 나기 때문이다. 끌어당기는 힘의 차이는 곧 무게의 차이를 의미한다. 용수철저울에 매달아 놓고 얼마나 눈금이 내려가는지 측정했다면, 이는 지구가 그 물체를 끌어당기는 힘을 측



정한 것이고, 그 물체의 무게를 측정한 것이다. 따라서 과학적으로 무게의 단위가 힘의 단위인 ‘N(뉴턴)’인 것도 이 때문이다. 따라서 용수철저울로 60kg중 인 물체 쟁을 때 지구보다 달의 중력이 1/6밖에 안되기 때문에 용수철저울로 잰 달에서의 무게는 10kg중의 무게이다.

2) 질량

물체가 가지고 있는 속성으로 일종의 양이다. 모든 물체는 적어도 ‘부피’와 ‘질량’이라는 2가지 양을 가지고 있다. 부피는 ‘얼마나 자리를 차지하고 있는가?’라는 질문에 관련된 양이고, 질량은 ‘얼마나 모여 있는가?’라는 질문에 관련된 양이다. 영어의 질량에 해당하는 단어가 ‘모여 있는 정도’를 의미하는 ‘mass’인 것도 이 때문이다. 질량은 모여 있는 정도가 변하지 않는 한 외부의 환경이 달라져도 그 양이 변하지 않는다. 우리가 생활 속에서 많이 사용하고 있는 ‘kg’이나 ‘g’은 질량의 단위이다. 어떤 물체가 10kg이다 는 것은 그 물체가 ‘모여 있는 정도’가 1kg짜리 기준물체의 10배라는 것을 의미한다. 10배라는 두 물체 사이의 관계는 두 물체를 지구가 아닌 달에서 비교해도 변함이 없다. 모여 있는 정도가 달라지지 않기 때문이다. 즉 양팔저울이나 윗접시 저울에 매달았을 때 지구에서 수평을 이룬 두 물체는 달에서도 역시 수평을 이룬다는 말과 같다.

3) 어떤 용수철저울에는 왜 2가지의 서로 다른 눈금이 표시되나요?

용수철저울에서 2가지 눈금으로 표시되어 있는 것은 ‘무게’가 ‘지구가 물체를 끌어당기는 힘의 크기’이기 때문이다. 일상생활에서는 흔히 무게의 단위로 ‘g’이나 ‘kg’을 사용한다. 그러나 정확히 말하면, 이 단위들은 질량의 단위이지 무게의 단위는 아니다. 무게는 힘의 크기를 나타내는 것이므로 단위도 힘의 단위를 사용해야한다. 힘의 단위는 보통 ‘N(뉴턴)’을 사용한다. 물리학자 뉴턴의 운동법칙에 따르는 힘은 물체의 질량과 가속도의 곱이다. 따라서 물체가 지구에 의해 끌어당겨지는 힘은 물체의 질량에 지구 중력가속도 약 9.8m/s^2 의 크기로 당겨지게 된다. 이때, 단위로 N을 사용한다. 즉, 질량 1kg자리 물체는 지구에 의해 9.8 N(약 10N)의 힘으로 끌어당겨지게 된다.(1N=약100g, 2N=약200g이다.)

중단원 2. 수평잡기로 무게 재기

가. 여러 가지 물체의 무게 중심 찾기

1) 탐구목표

여러 가지 물체의 무게 중심을 찾을 수 있다.

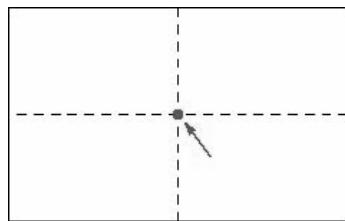
2) 준비물

나무막대(60cm)나 야구방망이 등, 모양이 다른 물체(당근, 오이 등), 실, 추, 스탠드, 송곳, 펜, 30cm 자, 양팔저울



3) 활동 과정 및 절차

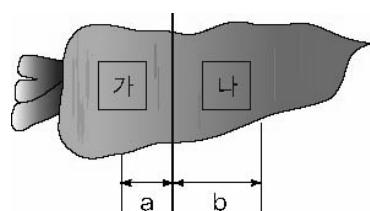
가) 하드보드지와 같은 대칭인 물체의 무게 중심을 알아본다.



나) 나무막대의 무게 중심을 찾아 수평을 알아본다.



다) 오이, 당근 등의 무게 중심을 알아보고 수평을 확인한다.



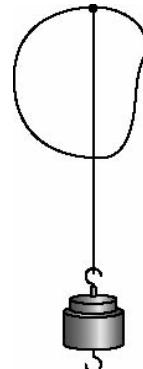
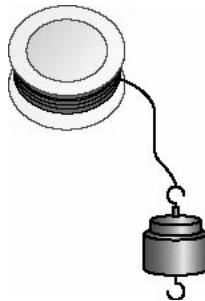
라) 오이나 당근의 무게 중심을 찾아 자른 뒤 각자의 무게를 재어 본다.

마) 물체의 무게 중심과 수평을 유지하는 방법을 알아본다.

바) 비대칭인 물체의 무게 중심을 찾는 방법

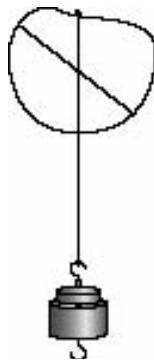
- (1) 실에 추를 매단다.
(2) 스탠드에 물체를 매단다.

- (3) 한 점에서 추가 달린 실을 매달아
들고 실을 따라 양 끝에 두 점을 찍
은 뒤 직선을 긋는다.



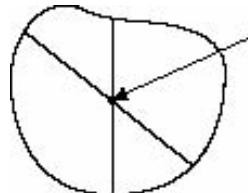


(4) 또 다른 점에 추가 달린 실을 매달아 들고 실을 따라 직선을 긋는다.



(5) 두 직선이 만나는 점이 물체의 무게 중심이다.

(6) 뾰족한 곳에 무게 중심을 옮겨놓는다.



4) 결과 및 토의

- 가) 물체의 모양과 크기는 물체의 무게와 관계가 있는가?
- 나) 물체의 무게를 비교하는 방법을 말해보자
- 다) 모양과 크기가 다른 물체의 무게 중심을 찾는 방법을 알아보고 수평이 되게 하여보자.

5) 유의점

- 가) 물체의 무게를 비교하는 실험은 여러 가지 물체를 양팔 저울에 놓고 비교한다.
- 나) 물체의 무게 중심을 알고 수평을 유지하는 방법을 발견하도록 한다.
- 다) 비대칭인 물체의 무게 중심을 찾는 방법을 발견하도록 한다.

나. 몸의 무게 중심 이동과 수평잡기에 관련된 사례

1) 탐구목표

일상생활에서 무게 중심의 원리를 찾을 수 있다.

2) 준비물 : 벽, 의자

3) 활동 과정 및 절차

[활동 1] 등으로 벽 기대기

- 가) 발을 자연스럽게 벌리고 등과 발뒤꿈치를 벽에 대기
- 나) 앞으로 상체를 기울여서 발끝 만져보기
- 다) 발을 벽으로부터 앞으로 나가면서 안정된 자세 만들어 보기
- 라) 왜 벽에 기댈 때 발끝을 만질 수 있을까?
- 마) 왜 그럴까?

**[활동 2] 옆으로 벽 기대기**

- 가) 벽 옆에 오른쪽 어깨와 오른발을 벽에 대고 서서 원발 들어보기
- 나) 왜 벽에 기댈 때 원발을 들 수 있을까?
- 다) 왜 그럴까?

[활동 3] 캥거루처럼 뛸 수 있나요?

- 가) 발을 모으고 몸을 구부린다.
- 나) 양손으로 발끝을 잡는다.
- 다) 앞으로 뛰어본다.
- 라) 앞으로 뛸 수 있을까?
- 마) 왜 그럴까?

[활동 4] 일어설 수 있을까?

- 가) 등을 펴고 의자에 앉는다.
- 나) 두발을 땅에 대고 팔을 양쪽으로 벌린다.
- 다) 팔을 사용하거나 몸을 앞으로 기울이지 말고 수직으로 일어난다.
- 라) 몸을 수직으로 일어날 수 있을까?
- 마) 왜 그럴까?

[활동 5] 임산부는 왜 허리에 손을 얹고 다닐까?

임신을 하게 되면 살이 찌어서 배가 나오면 무게의 중심이 앞으로 쏠리게 된다. 무게 중심이 앞으로 쏠리면 평상시처럼 걸을 수 없어서 몸을 뒤로 젖혀야만 한다. 이때, 허리에 무리가 가는 것을 막기 위해 허리에 손을 올리게 되는 것이다.

4) 토의

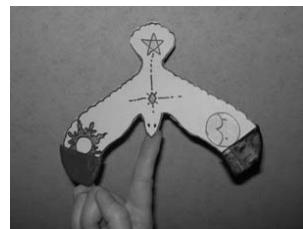
- 가) 물통과 같은 무거운 짐을 들고 갈 때, 짐이 없는 다른 팔을 수평방향으로 뻗으려고 한 이유는?
- 나) 레슬링 선수가 쉽게 넘어지지 않으려고 발을 넓게 벌리고 무릎을 굽힌 상태로 서 있는 이유는?

5) 유의점

- 가) [활동 1] 등으로 벽 기대기 활동 시 앞쪽에 책상 모서리 등 위험 요소를 치우고 실험활동을 할 수 있도록 한다.
- 나) 장난스럽게 임하지 않도록 아동에게 주의시킨다.



다. 수평잡기나 무게 중심을 이용한 장난감 만들기



전
공

1) 탐구목표

무게 중심을 이용한 장난감을 만들고 무게 중심에 대하여 이해할 수 있다.

2) 준비물

하드보드지(8절지), 가위, 칼, 셀로판테이프, 고무찰흙, 연필

3) 활동 과정 및 절차

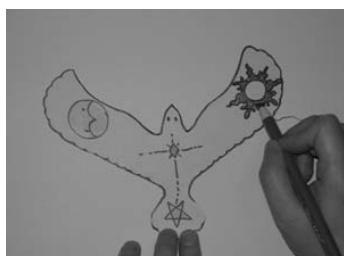
(1) 하드보드지에 새 등의 모양의 밑그림을 그린다. 새의 팔은 머리 아래쪽에 있는 뾰족한 작용점보다 5~6 cm 밑으로 내려오도록 길게 그린다. 작용점은 M모양이 되도록 한다.



(2) 가위를 이용하여 밑그림을 따라 오린다. 종이가 두껍기 때문에 칼을 이용할 때에는 다치지 않도록 특히 주의한다.

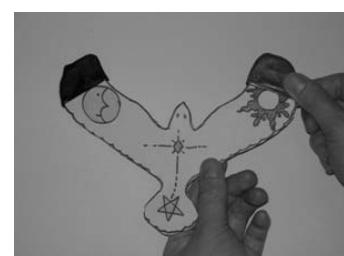


(3) 머리 부분에 동물이나 캐릭터의 얼굴을 그려서 예쁘게 색칠하고 나머지 팔 부분도 예쁘게 꾸민다.



(4) 양쪽 팔 끝에 고무찰흙을 각각 1개씩 붙인다. 고무 찰흙은 곡예사의 긴 장대 역할을 한다.

(5) 고무찰흙의 양을 달리 하여 만들면, 인형의 모양이 어떻게 달라질까?





라. 중력의 법칙에 도전하는 균형 잡기 묘기

1) 탐구 목표

무게 중심을 이용하여 물체의 균형을 잡을 수 있다.

2) 준비물

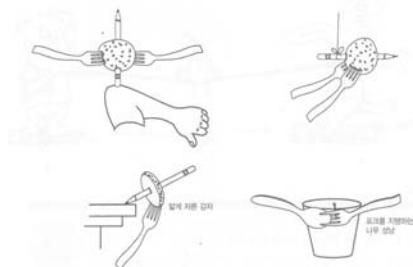
길고 뾰족한 연필, 포크 2개, 숟가락 2개, 유리컵, 성냥개비, 실, 스탠드, 감자

3) 활동 과정 및 절차

- 우선 연필이나 포크를 숟가락 위에서 움직여 보면서 균형이 잡힐 때를 잘 느껴 보세요. 수평을 유지하는 점이 무게 중심입니다.
- 다음에 나오는 [그림1]과 [그림2]처럼 균형 잡는 묘기를 해 보세요.



[그림1] 균형 잡는 묘기



[그림2] 균형 잡는 묘기

4) 결과 및 토의

균형을 잘 잡기 위해서는 무게를 분배시키는 법을 잘 알아야 합니다. 모든 물체는 무게가 한 점으로 모두 모인 것 같은 ‘무게중심’을 가지고 있습니다. 이 무게 중심이 물체의 균형을 잡는 곳입니다. 물체의 무게 중심이 지지대의 바로 위나 바로 아래에 있을 때 물체는 균형을 잡을 수 있습니다. 예를 들어 포크, 숟가락, 성량, 컵을 가지고 하는 묘기에서 포크와 숟가락의 무게 중심은 포크와 숟가락 각각의 손잡이 사이에 있습니다. 이 무게 중심이 지지점(성냥이 컵에 매달린 지점) 바로 밑에 와야 숟가락과 포크가 균형을 잡을 수 있습니다.

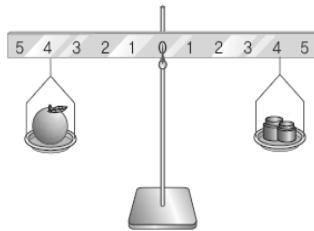
마. 수평잡기로 물체의 무게 비교

1) 탐구 목표

수평잡기를 이용하여 물체의 무게를 비교할 수 있다.

2) 준비물

양팔저울, 분동세트, 추(100g, 30g, 20g, 10g), 분동, 여러 가지 물체



3) 활동 과정 및 절차

- 가) 분동(추)의 종류와 개수를 조사한다.
- 나) 분동(추)을 이용해서 물체의 무게를 비교한다.
- 다) 분동(추)을 사용하면 편리한 점을 알아본다.
- 라) 양팔저울에 분동(추)을 이용하여 수평을 잡아보고 물체의 무게를 비교한다.

4) 결과 및 토의

- 가) 양팔 저울의 한쪽에는 물체를 놓고 다른 한쪽에는 수평을 이룰 때까지 분동을 올려 놓는다.
- 나) 수평이 되었을 때 분동에 쓰인 숫자를 모두 더해서 아래의 표에 기록하자.

물체						
분동	g	g	g	g	g	g
무거운 순서						

- 다) 다른 물체들도 위와 같은 방법으로 무게를 측정한 다음, 더해진 분동의 값을 이용하여 물체의 무거운 순서를 정해보자.
- 라) 양팔 저울을 이용하여 수평잡기를 할 때 분동(추)을 올려놓은 위치(거리)와 분동(추)의 개수와의 관계를 알아보자.

5) 유의점

- 가) 무게를 재는 물체가 무거울 경우에는 분동을 여러 세트 준비하거나 추를 이용한다.
- 나) 분동(추)을 손으로 다루면 녹이 슬게 되므로 핀셋을 이용한다.
- 다) 분동은 큰 것부터 올려놓도록 지도한다.
- 라) 널빤지를 이용하여 수평잡기를 할 때 기준점의 위치와 일정 간격 눈금 표시가 정확하지 않아도 기준점으로부터의 거리와 물체의 개수와의 관계를 파악하는데 주안점을 둔다.

마. 수평잡기로 무게 재기에 관련된 배경지식

1) 수평

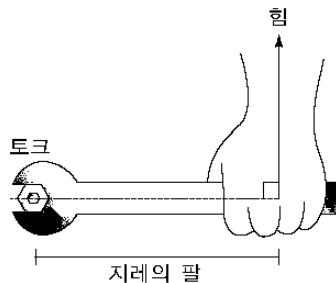
: 어느 쪽으로도 기울어지지 않고 평형을 이루는 상태



2) 수평잡기의 원리

가) 토크(torque)

돌림힘, 회전역학, 힘의 능률, 힘의 모멘트라고 하며, 직선운동에서는 힘과 관성, 회전운동에서는 토크, 회전관성과 관계있으며 무게와 같이 물체에 작용하는 힘의 크기뿐만 아니라, 회전축으로부터 물체까지의 거리와 힘이 작용하는 방향에도 영향을 받는다.



나) 회전역학을 이용한 예

: 회전하는 힘은 토크를 발생시킨다. 즉 토크는 회전을 일으킨다.

〈 예시 〉

- * 문을 열 때
- * 수도꼭지를 틀 때
- * 너트를 조일 때
- * 양팔저울
- * 수평널빤지
- * 시소
- * 타워크레인
- * 대저울
- * 드라이버

3) 토크(torque, 돌림힘)의 예





그림(가)와 같은 손잡이가 달린 문을 열 때 여러분은 어떻게 하겠는가? 손잡이를 잡고 문에 대하여 90° 의 각도로 힘을 주면 문은 경첩을 축으로 하여 회전하면서 열리게 된다. 문을 열 때와 같이 어떤 축에서 대해 물체를 회전시킬 때 발생하는 힘을 토크(torque, 돌림힘, 또는 회전력)라고 한다.

수도꼭지를 틀 때나 너트를 조일 때도 마찬가지로 토크를 작용해야 한다. 만약 토크가 '0'이라면 물체는 회전하지 않는다.

문을 여는 데는 2가지 흥미로운 사실이 숨어있다.

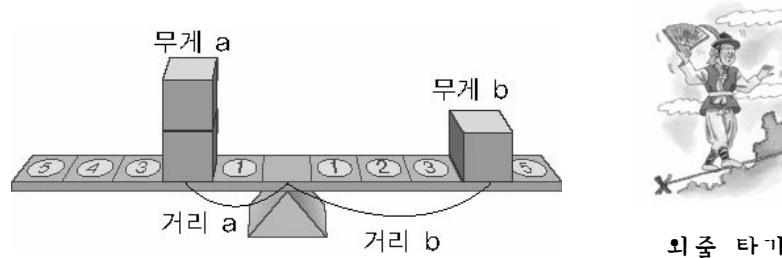
첫째, 손잡이가 경첩의 회전축으로부터 되도록 먼 곳에 있어야 문을 열기가 쉽다. 만약 그 림(나)처럼 손잡이가 문의 가운데에 있다면 문을 여는 데 훨씬 큰 힘이 들게 된다.

둘째, 문의 평면과 수직을 이루는 방향으로 힘을 가해야 회전이 잘 되고 힘이 덜 들게 된다. 문을 열 때 손잡이를 측면(면방향)으로 밀거나 당겨서 문을 회전시키려고 한다면 문은 잘 열리지 않는다.

전 공

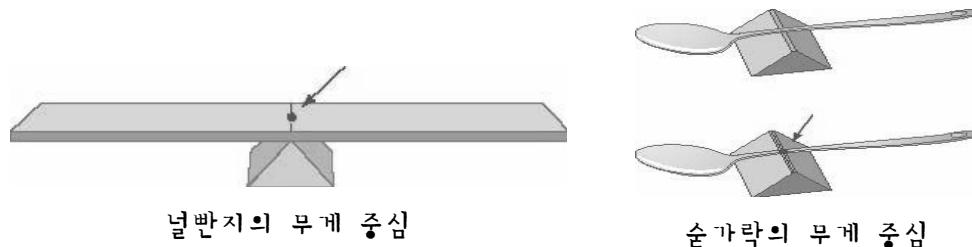
4) 수평잡기의 원리

동일한 무게의 물체를 옮겨놓는다면, 회전축으로부터 같은 거리에 옮겨놓아야 두 물체에 작용하는 토크가 동일해져서 수평을 이룰 수 있다. 반면에 무게가 다른 두 물체를 옮겨놓는다면, 더 무거운 물체를 더 가까이 놓아야 한다. 즉 거리가 상대적으로 짧아야 두 물체는 수평을 이룰 수 있다. 다시 말하면 상대적으로 짧은 거리에 힘을 주어 수평을 잡거나 물체를 회전시키고자 하는 경우, 상대적으로 더 많은 힘이 필요하다. 이러한 경우는 문을 열거나 장도리로 못을 빌 때와 같이 생활 속에서도 자주 경험할 수 있다.



5) 무게 중심

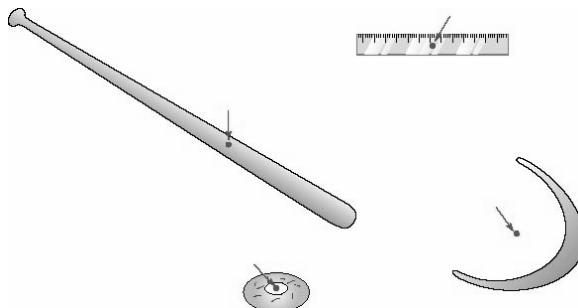
물체의 어떤 곳을 매달거나 받쳤을 때 수평으로 균형을 이루는 점이 있는데 그 점을 '무게중심'이라고 한다. 무게 중심은 양쪽의 무게가 같아지는 지점이 아니라 양쪽이 균형을 이루는 점이라는 표현이 더 정확하다. 무게 중심이라 부르는 그 한 점을 받치면 우리는 물체 전체를 떠받칠 수 있다. 또한 그림과 같이 물체의 무게 중심을 지나는 직선을 받침대로 받치면 물체는 수평이 된다.





대칭인 물체의 무게중심은 2개의 대칭선이 만나는 곳에 있으며, 비대칭인 물체의 무게중심은 실에 추를 매달아 연직선을 2개 그어 만나는 곳을 찾으면 된다.

무게 중심이 항상 물체의 내부에만 존재하는 것은 아니다. 도넛의 경우 무게 중심은 가운데 구멍의 중심에 있으며, 부메랑의 경우는 다음 그림과 같이 물체의 외부 공간상의 한 점에 있게 된다. 무게의 중심이 물체 바깥에 있는 경우에는 물체 내의 한 점을 반쳐서 균형을 잡을 수 없다.



여러 가지 물체의 무게 중심

6) 피사의 사탑은 왜 쓰러지지 않을까?

가) 피사의 사탑에 대하여

이탈리아의 작은 도시 피사. 그 곳에 기울어져 세워진 탑 하나가 있다. 일명 피사의 사탑으로 불리는 두오모 성당의 종탑이 바로 그것이다. 사라센 제국과의 전쟁에서 승리를 기념하기 위해 건립된 성당의 사탑은 건축적으로는 로마네스크 양식의 8층 건물로서, 높이 55.8m, 지름 16m의 흰 대리석으로 마감된 원형의 탑이다. 탑 내부에는 294개의 나선형 계단을 통해 맨 위층에 오르면 서로 다른 음을 갖는 7개의 종이 위치하고 있다.

나) 피사의 사탑이 기운 이유

1174년 보난노 피사노가 시작한 건립공사는 처음에는 현재의 2배가량인 110m로 계획되었으나 공사가 시작되어 3층이 완성될 무렵 약한 지반 때문에 도중에 탑이 기울기 시작하여 계획을 수정하였다. 그 후 몇 번이나 공사를 중단하면서 수학자와 건축가를 동원해 연구한 결과 그대로 쌓기로 결정하고 공사를 강행하였다. 1350년에 지오반니 시모네에 의해 완공된 탑은 매년 1mm씩 남쪽으로 기울어져 오늘날에는 수직에서 10도 가량 내려가 탑의 높이가 1m정도의 차이를 보이면 수직선상에서 5.2미터나 기울어져 있다.

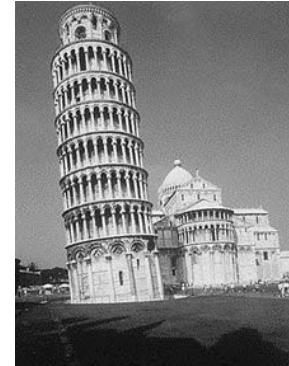
다) 피사의 사탑이 쓰러지지 않는 이유

질량 중심의 위치는 안정도에 있어서 매우 중요한데 물체의 형태와는 상관없이 물체의 질량중심에서 연직선을 그었을 때 연직선이 물체의 내부 바닥 위에 있으면 물체는 안정된 평형상태를 유지하게 된다. 피사의 사탑은 무게중심이 바닥 내부에 있기 때문에 수세기 동안 쓰러지지 않은 것이라 한다.



7) 수평잡기와 무게 중심은 어떤 관계가 있나요?

수평잡기는 반침점 혹은 회전축을 중심으로 양쪽에 작용하는 돌림힘, 토크(torque)의 크기가 같을 때 이루어진다. 그리고 무게 중심은 어떤 물체 혹은 물체들이 이루고 있는 계(system)가 그 점을 중심으로 평형을 이루고 있는 점을 말한다. 무게는 중력에 의해 물체가 끌어당겨지는 힘이라는 점을 감안하면, 결국 무게 중심은 무게가 수평을 이루고 있을 때 반침점 혹은 회전축에 해당한다고 볼 수 있다. 다시 말해, 어떤 물체나 계의 무게 중심에서 반침대를 놓거나 실로 묶게 되면, 그 물체나 계는 수평을 이루게 된다.



그러면 어떻게 무게 중심을 찾을 수 있을까? 물체의 특성이나 모양에 따라 비교적 쉽게 무게 중심을 찾을 수 있는 방법은 다음과 같다. 단단한 막대 모양의 물체들은 양손가락으로 물체를 받친 후 천천히 중심을 향해서 손가락을 움직임으로써 무게 중심을 찾을 수 있다. 손가락을 움직임으로써 무게 중심을 찾을 수 있다. 손가락을 움직이면 손가락과 물체가 만나는 지점의 마찰력으로 인해 상대적으로 가벼운 쪽을 받치고 있던 손가락이 먼저 움직인다. 그러다가 먼저 움직였던 손가락이 중심 쪽으로 어느 정도 이동하면 물체에 의해 손가락에 작용하는 토크가 세지면서 이제는 상대적으로 무거운 쪽을 받치게 된 다른 쪽 손가락이 움직이기 시작한다. 이렇게 번갈아가면서 움직이던 손가락은 결국 물체의 무게 중심에서 서로 만나 멈추게 된다. 손가락이 동시에 움직이지 않고 번갈아 움직이게 되는 데에는 동일한 물체라고 하더라도 정지마찰력과 운동 마찰력의 크기가 서로 다르다는 점과 관련 있다. 물체의 모양이 대칭인 경우에는 기하학적인 방법으로 대칭의 중심을 찾아 무게 중심을 찾을 수 있다. 물체의 모양이 대칭이 아니면서, 손가락에 올려놓기에도 힘든 물체들의 경우에는 다음과 같이 실과 추를 이용해 무게 중심을 찾을 수 있다. 이와 같은 방법은 대략적인 내 몸의 무게 중심을 찾는 방법으로도 사용될 수 있다. 한번은 오른 손으로 철봉에 매달리고, 또 한번은 왼손으로 철봉에 매달려서 손으로부터 지표면까지 수직선을 그었을 때 서로 만나는 점이 내 몸의 대략적인 무게 중심이 된다.

전
공

중단원 3. 내가 만든 저울로 무게 재기

가. 대저울 만들기

1) 탐구 목표

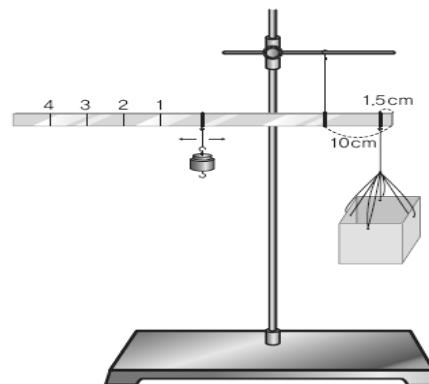
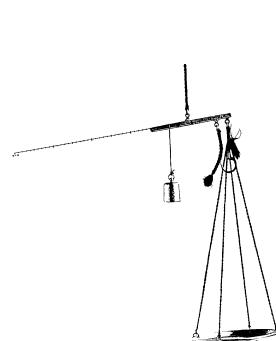
수평잡기와 무게 중심 원리를 응용하여 간이 저울(대저울)을 만들 수 있다.

2) 준비물

50~60cm의 나무 막대, 스탠드, 500mL 우유곽, 실, 200g 추 6개, 굵은 에나멜선 또는 가는 철사, 펜치, 니퍼, 유성펜, 여러 가지 물체



3) 활동 과정 및 절차



- 가) 60cm의 저울 막대의 한 끝에서 1.5cm 되는 곳과 10cm 되는 곳에 에나멜선으로 2개의 고리를 만들어 그림과 같이 고정한다.
- 나) 저울 막대를 스탠드에 건다.
- 다) 우유곽과 실을 이용하여 천칭 접시를 만든다.
- 라) 저울 막대를 수평으로 잡고 천칭접시를 저울 막대의 짧은 쪽 팔에 있는 고리에 건다.
- 마) 긴 팔 쪽에 고리를 만들어 추를 건다.
- 바) 저울을 잡지 않고 수평이 될 때까지 긴 팔을 따라서 추를 움직인다. 수평이 되는 지점에 눈금이 0을 표시한다.
- 사) 천칭 접시에 200g 추를 넣고 추를 움직여서 수평이 되는 지점을 찾아 눈금 1을 표시 한다. 같은 방법으로 추의 수를 늘여가며 눈금 2, 3, 4도 표시한다.
- 아) 물체의 무게를 측정해 본다.

나. 인공위성은 어떻게 궤도를 유지할까요?

1) 탐구 목표

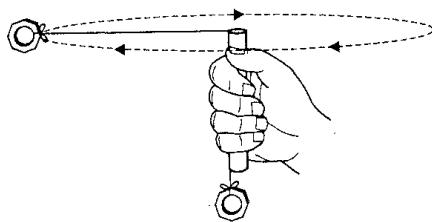
중력과 인공위성이 궤도를 어떻게 유지하는 과학 원리를 응용하여 장난감을 만들 수 있다.

2) 준비물

책, 연필, 빈 볼펜대(좁고 단단한 관), 볼펜, 연필지우개, 튼튼한 실, 너트(또는 지우개 등 무게로 작용할 수 있는 모든 것), 스카치테이프, 의자

3) 활동 과정 및 절차

- 가) 중력 실험 : 책을 떨어뜨리세요. 무슨 일이 일어나나요? 중력이 밑으로 끌어당겼습니다. 한손에는 책을 들고 다른 한손에는 연필을 드세요. 동시에 떨어뜨립니다. 무엇이 먼저 떨어지나요?
- 나) 아래 [그림]처럼 약 1m의 실을 볼펜대에 넣은 다음 양쪽에 무게 있는 물체를 묶습니다. 반드시 물체가 단단하게 묶였는지 확인합니다. 필요하면 스카치테이프를 사용하세요. 물체가 날아가면 위험할 수 있습니다.



[그림] 방향 바꾸기와 회전하기

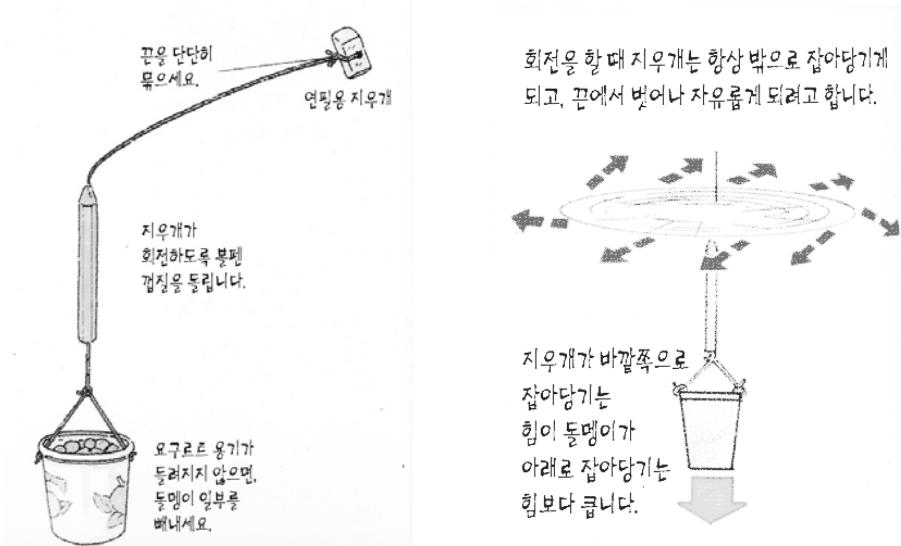
전 공

4) 결과 및 토의

- 가) 위에 있는 물체가 위성이고 아래에 있는 물체가 중력입니다. 위성을 회전시키세요. 밑에 있는 물체가 올라가나요? 밑에 있는 물체를 움직이지 않게 하면서 위성을 돌릴 수 있나요? 연습해 보세요. ‘궤도’를 유지하기 위해서는 위성의 회전으로 생긴 바깥 쪽 인력과 중력(밑에 있는 물체)이 균형을 유지해야 합니다.
- 나) 궤도 반지름을 바꾸세요(예 : 더 큰 원이 되게 돌리세요.). 밑에 있는 물체를 움직이지 않게 하려면 더 빨리 돌려야 하나요? 더 천천히 돌려야 하나요?
- 다) 한쪽의 물체의 질량을 늘리면 어떻게 될까요(예 : 위성에 물건 2개를 묶거나 또는 중력에 물건 2개를 묶으세요.)? 질량을 어떻게 했을 때 위성이 궤도를 유지하면서 가장 빨리 돌 수 있나요?

5) 유의점

- 가) 아래 그림처럼 다른 재료로 실험을 하면, 회전 중인 지우개는 볼펜 껍질 끝에서 멀리 박차고 나가지만, 돌멩이의 무게가 이를 붙들게 됩니다. 이 때문에 지우개는 원을 그리 운동을 합니다. 볼펜껍질을 더욱 돌리면 돌릴수록, 지우개는 더 빨리 회전하게 됩니다. 이때 볼펜 껍질을 충분히 돌리면, 지우개의 잡아당기는 힘이 돌멩이가 아래로 잡아당기는 힘보다 커지게 되고, 따라서 무거운 용기를 들어 올리게 됩니다.





나) 이론적 배경과 응용 : 인공위성을 로켓 추진에 의해 우주로 나갑니다. 위성 궤도에서 는 인공위성의 속도를 유지하고 중력은 계속해서 끌어당기기 때문에 인공위성은 원 을 그리며 움직이게 됩니다. 인공위성이 유지해야 할 최적의 궤도 속도가 있는데 이 속도보다 느리면 지구로 점점 끌려올 것입니다. 인공위성이 지구에서 멀어질수록 인 력도 약해질 것입니다. 지구의 인력이 줄어들면 위성은 더 느린 속도로도 궤도를 돌 수 있습니다.

〈참고 문헌 및 관련 사이트〉

- 공창식, 남철주, 박성식, 차일환 역(1998). 알기 쉬운 물리학 강의. 청범 출판사. [원전 : Paul. G.Hewitt(1997). Conceptual Physics third Edition. Addison-Wesley Publishing Company. Inc.]
- 교육과학기술부(2010). 과학 4학년 1학기. 교사용지도서.
- 교육인적자원부외(2006). 수평잡기. 초등학교 4학년 과학 탐구수업 지도자료.
- 수전 보삭 외 지음(2005). 과학실험 대백과. 도서출판 성우.
- 아니타 판자안(2004). 과학실험 365. 애플비.
- 염인호(2002). 재미있고 신나는 Magic 과학 실험. 리빙아트.
- 중앙교수학습지원센터(<http://www.edunet4u.net>)
- 대구 교수학습지원센터(<http://ctl.edunavi.kr/>)
- 한국교원대학교 과학교육연구소 (<http://inse.knue.ac.kr>)
- 놀면서 배우는 과학 (<http://www.scienceisfun.co.kr/>)



전기와 자기

경인교대부설초등학교
교사 이완
bmw0423@hanmail.net

전
공

I. 자석의 성질

1. 공중에 떠 있는 물체

가. 목표

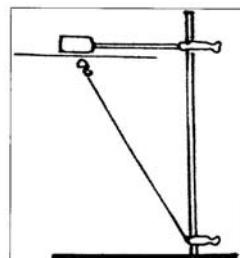
자석의 힘이 물이나 유리, 종이를 투과함을 알 수 있다.

나. 준비물

스탠드, 네오디뮴 자석, 클립, 종이상자,
여러 가지 물체(책받침, 유리판, 종이, 철판, 구리판, 알루미늄 판 등)

다. 실험 과정

- 1) 스탠드의 핀치클램프 끝에 종이상자를 고정시키고 그 속에 강한 자석을 넣는다.
- 2) 실에 클립을 매달아 스탠드 밑 부분에 고정시킨다.



- 3) 클립을 종이 상자 근처에 가져가서 실이 팽팽하게 되도록 장치한다.
- 4) 클립과 종이 상자 속 자석 사이의 공간에 물체를 넣었다 뺄 수 있도록 한다.
- 5) 여러 가지 물체를 클립과 자석 사이에 넣어 본다.

라. 유의점

- 1) 자석과 클립 사이의 간격은 자석의 힘에 따라 다르므로 조정이 필요하다.
- 2) 자석은 되도록 강한 것(네오듐, 알리코)을 사용하며, 주변에 자기 기록 매체(전화카드, 디스크 등) 가까이 두지 않도록 한다.
- 3) 물체의 두께에 따라 실험결과가 다르게 나타날 수 있으므로 사전에 물체 위에 클립을 놓고 자석을 밑에서 움직일 때 잘 움직이는 두께의 것을 사용한다.



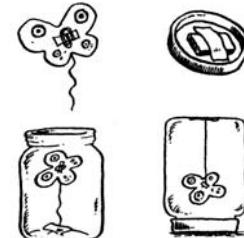
2. 자석으로 나비 날리기

가. 준비물

빈 유리병(손이 바닥에 닿을 수 있을 정도) 1개, 투명한 실(피아노줄 또는 낚싯줄), 접착테이프, 클립, 네오디뮴 자석(병뚜껑에 들어갈 정도), A4용지, 사인펜

나. 실험과정

- 1) 날개폭이 2cm 정도 되도록 종이를 나비 모양으로 잘라낸다.
2장이 필요하다.
- 2) 한 장의 앞면에 예쁘게 색칠하고, 뒷면에 나비의 몸통 부위에 클립을 붙인 후 실을 연결한다.
- 3) 나머지 한 장의 앞면에도 예쁘게 색칠하고, 뒷면을 다른 한 장의 뒷면에 붙인다.
- 4) 나비를 병 안에 넣고 실의 한쪽 끝을 병 바닥에 붙인다. 실의 길이는 나비가 병 안에 들어갈 정도로 한다.
- 5) 병의 뚜껑 안쪽에 자석을 붙이고, 뚜껑을 닫는다.



3. 자석 깨뜨리기

‘자석을 잘게 깨뜨리면 N극과 S극으로 나눌 수 있을까’

가. 준비물

둥근 자석, 형겼, 망치, 필름 통, 클립, 네오디뮴 자석

나. 실험과정

- 1) 단추자석을 형겼으로 싸고 망치로 깨뜨려 작은 조각을 만든다.
- 2) 필름 통에 넣고 흔든다.
- 3) 필름통의 바닥에 클립을 가까이 가져가 본다.
- 4) 필름통의 바닥에 네오디뮴 자석을 가까이 가져간 후 손으로 몇 번 톡톡 친다.
- 5) 자석을 치우고 다시 필름통의 바닥에 클립을 가까이 가져가 본다.
- 6) 유리판 위에 자석 조각들을 펼친다.
- 7) 유리판의 양 쪽에 N극과 S극의 자석을 동시에 가까이 가져가 본다.⁵⁾.

다. 정리

일반적으로 상자성체 물질들은 필름 통 속에 들어 있는 작은 자석 조각들의 집합과 같다. 각각은 작은 조각 자석이지만 전체적으로 자기장은 0에 가깝다. 그래서 클립을 가까이 가져 가면 붙지 않는다. 그러나 자석을 가까이 가져간 후 흔들면 외부 자기장의 방향으로 조각 자석들이 배열되어 자기장을 띠게 된다.

5) 네오디뮴 자석같이 자기력이 센 자석을 이용하고, 자석 조각들이 잘 움직이지 않으면 손으로 가볍게 톡톡 쳐준다.



II. 전자석

1. 에나멜선 주위의 자기장

가. 목표

에나멜선 주위에 생기는 자기장을 나침반으로 확인할 수 있다.

나. 준비물

에나멜선 약간, 건전지(DM 1.5V)2개, 전지 끼우개 2개, 스위치 1개, 집게전선 5개, 전구 1개, 전구 끼우개 1개

다. 실험과정

[활동 1] 전류가 흐르는 직선 주위의 자기장

- 1) 에나멜선을 전지, 전구, 스위치와 연결하고 그 주위에 나침반을 가져간다.
- 2) 에나멜선 아래에 나침반을 놓고 스위치를 닫아 전류를 흐르게 하여 나침반 바늘의 변화를 관찰한다.
- 3) 에나멜선 위에 나침반을 놓고 스위치를 닫아 전류를 흐르게 하여 나침반 바늘의 변화를 관찰한다.
- 4) 전지의 방향을 바꾸어 전류가 반대로 흐르게 하고 2), 3)을 반복한다.

[활동 2] 원형 전류에 의한 자기장

- 1) 나침반에 에나멜선을 10회 정도 감는다.
- 2) 에나멜선을 전지, 전구, 스위치와 연결한다.
- 3) 스위치를 닫아 에나멜선에 전류가 흐르게 하고 2), 3)을 반복한다.

라. 결과 및 토의

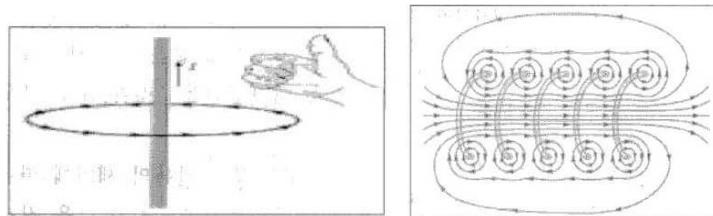
- 1) 전류가 흐르는 에나멜선 주위에 나침반 바늘이 움직이는 까닭은 무엇인가?
- 2) 전류의 방향이 바뀌었을 때 나침반 바늘이 움직이는 방향은 어떠한가?
- 3) 전류의 세기에 따라 나침반 바늘이 움직이는 각도는 어떻게 변할까?
- 4) 직선전류와 원형전류에 의하여 생기는 자기장은 어떠한가?

마. 유의점

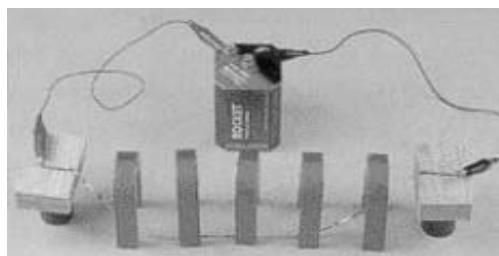
- 1) 전선 주위의 자기장은 전류가 흐르는 방향에 대해 직각으로 발생하므로 나침반 바늘은 이 방향으로 힘을 받게 된다. 따라서 나침반 바늘과 일치하는 방향으로 전선을 놓아야 나침반 바늘이 움직인다.
- 2) 이 실험의 목적은 ‘나침반 바늘의 방향이 변하는 것은 자기장 때문’이며, 그로 인해 ‘주 위에 자석이 존재한다는 것을 알 수 있다.’는 것이다.
- 3) 이 실험에서 전지의 전압과 전류의 크기가 작기 때문에 중간에 전구가 없이 그대로 연



결하여도 실험의 안전에 큰 지장이 없으나 전구를 중간에 연결하는 것은 두 가지 의미가 있다. 하나는 교육적 의미에서 전선에 그대로 전원을 연결하여 사용하면 안 된다는 인식을 심어주는 것이고 다른 하나는 전기회로에 전류가 흐르는 것을 확인하기 위한 것이다.



III. 춤추는 호일



[그림] 극 바꾸었을 때 모습

가. 목표

전류가 흐르는 도선이 자기장에서 힘을 받는 현상을 설명할 수 있다.

나. 준비물

말굽자석 5개, 건전지(6V), 집게전선 2개, 알루미늄 호일,
받침대(나무토막이나 조그만 상자)

다. 실험과정

- 1) 알루미늄 호일을 좁고 길게 잘라 잘 펴서 아래 그림과 같이 받침대 위에 양끝을 올려둡니다.
- 2) 말굽자석의 극이 같은 쪽으로 놓이도록 하여 그림과 같이 알루미늄 호일 위에 세웁니다.
- 3) 알루미늄 호일의 양끝을 전지로 연결하였다 끊었다 하면서 알루미늄 호일의 변화를 관찰합니다.
- 4) 말굽자석의 극을 바꾸어 실험을 반복해 봅니다.
- 5) 전류의 방향을 바꾸어 실험을 반복해 봅니다.
- 6) 말굽자석 극의 방향을 하나씩 바꾸어 배열해 놓고 실험을 반복해 봅니다.



라. 유의점

- 1) 호일이 가능한 좌우 대칭이 되어 균형을 잘 잡을 수 있도록 만들어야 합니다.
- 2) 호일의 피복을 벗길 때 깨끗이 잘 벗기도록 합니다.
- 3) 호일을 가능하면 균일하게 잘 감도록 합니다.
- 4) 일반 자석 대신에 네오디뮴 자석을 사용하면 자기력이 커서 효과는 크지만 손을 다치지 않도록 주의합니다.
- 5) 호일의 균형이 잘 잡혀 있는데도 불구하고 처음에 잘 돌지 않으면 손으로 살짝만 돌려 줍니다.

IV. 샤프심 전구

가. 목표

- 저항에서 열이나 빛이 나는 것을 실험을 통해 알아보고, 이를 설명할 수 있다.
- 샤프심으로 필라멘트를 만들어 불을 밝힐 수 있다.

나. 준비물

[활동 1] : 6V 건전지, 샤프심(두 종류 : 0.3mm, 0.5mm) 여러 개,

[활동 2] : 알루미늄 호일, 지우개 4개

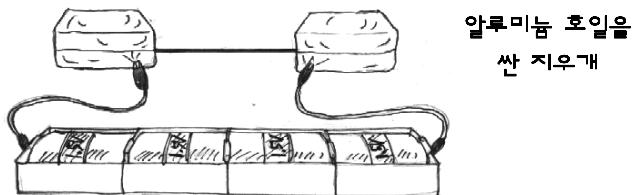
다. 실험과정

[활동1] 샤프심에서 발생하는 열 확인하기

- 1) 6V 건전지에 집게 전선을 각각 연결하고, 집게 전선 양끝에는 샤프심을 각각 연결합니다. 집게 전선에 꽂힌 샤프심을 서로 가까이 가져가 봅니다.
 - 샤프심 끝에 어떤 변화가 일어나는가요?
- 2) 집게 전선 양끝에 샤프심 한 개만 연결하여 몇 초 지난 후에 샤프심의 온도 변화를 손으로 느껴 봅니다.
 - 샤프심을 만져 보면 어떠한가요?

[활동2] 샤프심 전구 만들기

- 1) 집게 전선에 샤프심을 직접 연결하는 대신 샤프심이 부러지지 않도록 연결하기 위해, 그림과 같이 지우개 4개를 알루미늄 호일에 싸서 지우개 사이에 샤프심을 끼워 사용해도 됩니다.



[그림] 샤프심 전구 만들기



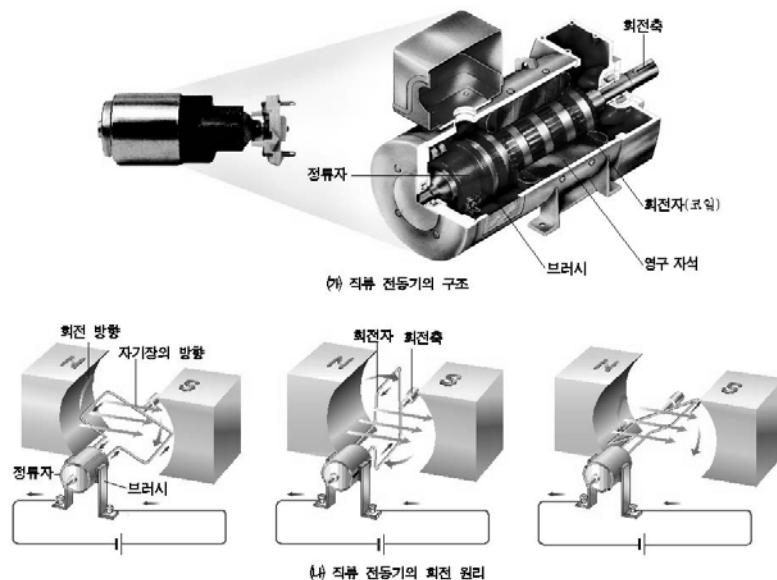
- 2) 1.5V 건전지 4개를 직렬 연결하여 집게 전선으로 샤프심에 전압을 걸어 샤프심에서 나타나는 변화를 관찰합니다.
 - 샤프심에 어떤 변화가 나타나는가요?
- 3) 1.5V 건전지 여러 개를 직렬로 연결하여 전압의 세기를 높여가며 전압이 7.5V, 9V, 10.5V, 12V 일 때 샤프심에 나타나는 변화를 관찰합니다.
 - 전압의 세기가 높아짐에 따라 샤프심에 나타나는 변화의 정도는 어떻게 달라지는가요?
- 4) 굵기가 서로 다른 샤프심을 사용하여 실험을 되풀이 해 봅니다.
 - 샤프심의 굵기에 따라 나타나는 변화의 정도는 어떠한가요?

라. 유의점

- 1) 샤프심에 발생하는 열을 확인할 때 너무 오랫동안 대지 않도록 하며 손을 다치지 않도록 주의합니다.
- 2) 샤프심을 끼우기 위해 지우개로 받침대를 만들 때에는 지우개의 높이가 같도록 합니다.
- 3) 6V 건전지를 사용하는 경우 1.5V 건전지 4개를 직렬로 연결하여 사용하여도 됩니다.
- 4) 알루미늄 호일로 싸서 숯을 만들 때 공기가 들어가지 않도록 합니다.
- 5) 대나무나 이쑤시개를 알코올램프나 토치로 태울 때 장난을 치지 않도록 하며 주의하여 다릅니다.

VI. 전동기의 원리

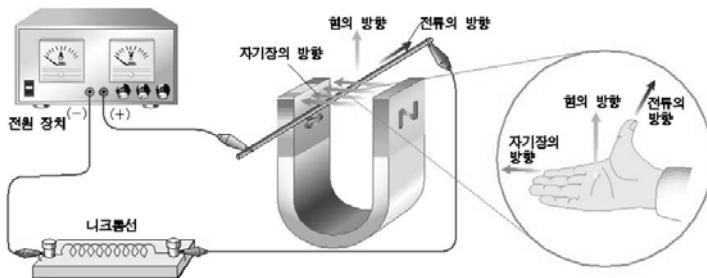
직류 전동기는 위의 시뮬레이션과 그림에서와 같이 영구자석을 이용하여 자기장을 만들고, 그 안에 코일이 축 주위를 돌아가도록 되어 있다. 이때 코일이 전자기력을 받아 회전하게 되는데, 전자기력은 자기장의 방향과 전류의 방향에 수직한 방향으로 힘을 받는다.



[직류 전동기의 구조와 회전 원리]



그런데 전동기의 코일이 반 바퀴를 회전하게 되면 전류의 방향이 반대가 되어 다시 반대방향의 힘을 받게 되기 때문에 계속 회전을 하지 않게 된다. 따라서 계속해서 한쪽 방향으로 회전이 일어날 수 있게 하기 위해서는 반 바퀴 회전할 때마다 전류의 방향을 바꾸어 주어야 하는데, 이 역할을 정류자가 한다.



[자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 방향]

[활동1] 전동기 분해

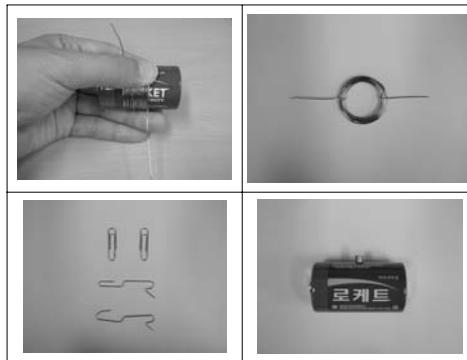
- 주위에서 전동기를 구한다. 전동기는 문방구에서 구매할 수도 있고, 주위에서 찾아볼 수 있는 장난감들 속에서 찾아도 좋다. 아래의 사진은 장난감선풍기 속에 있는 전동기이다.
- 전동기의 뚜껑을 분해하여 분리한다. 내부에 코일과 자석이 보인다.
- 안쪽에 있는 코일을 빼낸다.
- 코일의 끝을 보면 정류자가 붙어 있는 것을 볼 수 있다.



[활동2] 간이 전동기 만들기

1. 코일감기

에나멜선을 동전크기정도로 감는다. 건전지나 풀 등을 이용하여 감으면 쉽게 할 수 있다. 10바퀴 이상으로 하는 것이 좋다. 코일의 한쪽은 칼을 이용하여 완전히 벗겨내고, 반대쪽은 위쪽이나 아래쪽 반만 벗겨낸다.



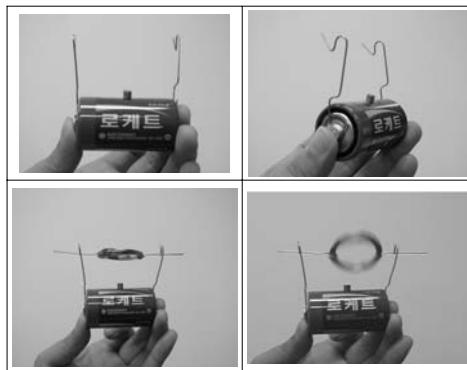
2. 클립 지지대 만들기

클립을 아래의 그림과 같이 펴서 지지대를 만든다.



3. 자석을 건전지 위에 붙이기

자석을 건전지 위에 붙인다. 자석의 힘이 셀수록 더 잘 돌아가기 때문에 네오디뮴 자석을 이용하면 좋다.



4. 건전지에 지지대 붙이기

아래 사진과 같이 클립으로 만든 지지대를 건전지에 붙인다. 이때 테이프 등을 이용하여 고정해도 좋지만, 손으로 잡고 있어도 괜찮다.

5. 코일을 올려놓고 회전을 관찰하기

〈참고문헌〉

「앗, 우리 집은 과학탐험대」 - 자석은 마술쟁이, T. 디어리, B. 앤런 지음. 송현옥 역, 주니어 김영사. 패러데이가 들려주는 전자석과 전동기 이야기, 정완상 교수(국립경상대학교 기초과학부)지음, (주) 자음과 모음.

자석과 전자석 춘천가는 기차를 탄다. 장병기 지음, 끌레몽 그림, 디딤돌.

속 보이는 물리 전기와 자기, 한국물리학회 지음, 동아사이언스.

자석의 수수께끼, 나카무라히로시 지음, 오순훈 옮김, 아카데미 서적.

영재교육학습자료(2005), 한국교육개발원.

자석의 ABC, 나카무라 히로시 지음, 손영수 옮김.

다기가와 요오지 외 14명. 김규한 역. 「갈릴레오 스튜디오의 과학놀이」 . 시그마프레스.



에너지? 그리고 신 · 재생 에너지!

인천미산초등학교
교사 최부영
cby920@hanmail.net

전
공

1. 만약에…….

만약에 갑자기 석유 값이 1배럴당 200달러가 된다면, 혹은 우리나라에 더 이상 석유가 수입되지 않는다면 어떤 일이 일어날까요?

- 모든 차가 도로에 멈춰 설 것이다.
- 공장의 기계들이 생산을 멈출 것이다.
- 밤이 되면 사방이 점점해질 것이다.
- 비행기가 날지 못할 것이다.
- 약품을 구할 수 없어 병에 걸려 죽을 것이다.
- 옷, 라면과 같은 생활필수품을 만들 수 없을 것이다.
- 비료가 없어 농사를 지을 수 없을 것이다.

2. 에너지의 정의와 종류

가. 에너지의 정의

우리가 직접 보거나 만져 볼 수는 없지만 에너지는 우리에게 익숙한 용어이고 생활의 거의 모든 부분에서 사용되고 있다. 우리에게 가장 친숙한 에너지는 모든 생명의 근원인 태양으로부터 오는 태양에너지는 빛에너지와 열에너지로 구성된다. 에너지는 우리가 먹는 음식물 속에도 들어 있고, 석탄, 석유, 천연가스 등과 같은 화석 연료 속에도 들어 있다.

과거에는 에너지는 무게가 없는 입자라고 생각했지만, 에너지는 일을 할 수 있는 능력, 혹은 어떤 것을 변화시킬 수 있는 능력이다. 따라서 어떤 물체가 자기 자신을 변화시킬 능력을 가지고 있거나 다른 물체를 변화시킬 수 있는 능력을 가지고 있다면, 그 물체는 에너지를 가지고 있는 것이다.

예를 들면, 어떤 통 속에 있는 공기를 가열할 때 속의 공기가 뜨거워지는 것은 에너지라는 입자가 생긴 것이 아니라, 가열시킬 때의 열에너지가 통 속의 공기 분자의 불규칙한 운동 속도를 증가시킴으로 인한 공기 분자의 운동에너지의 증가로 통 속의 공기가 뜨겁게 된다. 이 통을 찬 공기, 즉 운동에너지가 낮은 공기를 가진 통과 서로 접촉시키면 뜨거운 공기의 운동 에너지 일부가 찬 통의 공기 분자로 전달되고 공기 분자의 운동에너지가 증가되어 찬 통의 공기는 뜨거워진다. 뜨거운 곳에서 찬 곳으로 열이 전달되었다. 물질 자체 내에 에너지를 많



이 저장하고 있는 뜨거운 통은 찬 통에 열을 제공했다.

나. 일과 에너지

어떤 물질이 어떤 거리까지 움직이게 하는 힘을 통해 전달되는 에너지를 일이라고 한다. 예를 들면, 땅바닥에 있는 공을 들어올릴 때 우리는 공에 힘을 가하고 있는 중력 반대 방향으로 공을 움직였기 때문에 공에 일을 했다. 이 일은 위치에너지로 공에 저장된다. 이 공을 놓으면 공에 저장되어 있는 위치에너지는 운동에너지로 바뀌어 공은 아래로 운동한다. 공이 땅에 떨어지기 직전에 위치에너지는 모두 운동에너지로 바뀌게 되며, 여기서 말하는 일은 공이라는 거시적인 물질에 주어지기 때문에 거시적인 일이라고 불린다.

위의 개념은 분자나 원자와 같은 미시적인 세계에도 적용된다. 분자나 원자 상호간이 충돌할 때 높은 운동에너지를 지닌 분자나 원자가 낮은 운동에너지를 지닌 분자나 원자에 일을 해주게 되고, 이 전달된 일은 낮은 운동에너지를 지닌 분자나 원자의 운동에너지의 형태로 저장된다. 눈으로 관찰할 수 없는 일을 미시적인 일이라 부른다. 열은 바로 미시적인 일의 다른 표현이다.

거시적인 일에 의해 물질에 저장되는 에너지를 역학적 에너지라 한다. 이것은 질서정연한 에너지이기 때문에 이 에너지를 사람이 이용 가능한 유효한 일로 바꿀 수 있다. 미시적인 일에 의해 전달되는 열은 물질의 무질서도를 증가시며, 분자나 원자들의 운동에너지와 위치에너지의 총합을 내부 에너지라 한다. 분자나 원자의 운동에너지는 온도와 연관이 있다.

열과 일이 에너지와 다른 점은 물질에 저장될 수 없고, 단지 전달만 된다. 이들이 물질에 전달되고 나면 특정한 형태의 에너지로 물질에 저장되어 물질의 에너지를 증가시킨다.

다. 에너지의 여러 모습

에너지는 여러 가지 형태를 지니고 있고, 여러 형태 사이에 상호 변환이 가능하다.

거시적인 일에 의해 물질에 저장되는 에너지는 역학적 에너지이다. 역학적 에너지는 물질의 운동으로 생긴 에너지로 운동에너지와 위치에너지를 구성되어 있다. 움직이고 있는 물체가 가지고 있는 에너지를 운동에너지라고 한다. 예를 들면 도로 위를 달리는 자동차, 달리는 열차, 투수가 던진 공처럼 움직이는 모든 것은 운동 에너지를 가지고 있다. 운동에너지는 움직이는 속력이 클수록 질량이 클수록 커진다.

물체는 평형 상태로부터 위치가 변하면 에너지를 저장할 수 있는데, 이런 종류의 에너지를 위치 에너지라고 한다. 예를 들면 평형 상태보다 늘어나 있는 용수철, 활시위가 팽팽히 당겨진 활, 높이 들어올린 물건은 위치에너지를 가지고 있다.

주전자의 물에 열을 가할 때 주전자의 물의 온도가 높아지는 것은 물의 내부에너지가 변했다는 증거이다. 내부의 에너지의 변화는 미시적인 변화에 기인하여 우리 눈으로 볼 수는 없지만, 온도계를 이용해 간접적으로 확인할 수 있다.

이 밖에도 에너지의 형태에는 빛, 전기, 자기, 화학, 열, 핵, 소리 등 다양한 형태로 나타난다.

다양한 전기 기구를 작동시킬 수 있는 전기에너지. 전기에너지는 도선 내에 있는 자유전자가 일정한 방향으로 흐를 때 전자력이 생겨 힘을 얻을 수 있는 모터로 동력을 얻게 된다.

화학 성분의 변화에 의해 발생되는 화학에너지. 인간과 가장 밀접한 관계가 있는 에너지이며 생명체를 성장 가능하게 하는 생명에너지도 이에 속한다. 또한 석탄, 석유, 나무, 가스에



서 얻는 열도 결국은 화학에너지이다.

태양으로부터 오는 빛이나 전등의 불 때 나타나는 빛에너지. 빛에너지는 전자나 양자, 또는 중성자의 위치가 바뀔 때나 분자의 진동이나 회전 속도가 변할 때 발생될 수 있다.

원자핵의 구조의 변화에 의해 발생되는 핵에너지가 있다.

3. 에너지의 전환

가. 서로 바꾸는 에너지의 형태(에너지 보존 법칙)

에너지는 한 형태에서 다른 형태로 바뀔 수 있다. 우리는 흔히 “에너지를 써 버린다.”라고 말하지만 사실은 에너지를 사용하여 없어지게 하는 것이 아니라 다른 형태로 바꾸는 것이다. 예를 들어 가정에서 사용하는 전기기구들은 가정으로 공급된 전기 에너지를 없어지게 하는 것이 아니라 전기 에너지를 다른 형태의 에너지로 바꾸어 주는 것이다. 에너지가 서로 다른 형태로 전환 될 수 있는데 전환되는 과정에서 에너지가 감소하거나 없어지는 것이 아니라, 한 종류의 에너지가 감소하면 감소한 만큼 다른 종류의 에너지가 생성된다. TV를 켜서 전기 에너지를 사용하면 전기 에너지를 사용한 만큼 빛에너지, 소리 에너지, 열에너지가 생긴다.

에너지가 서로 다른 에너지로 전환되더라도 그 총량은 항상 일정하게 유지되는 것을 에너지보존 법칙이라고 한다.

나. 열에너지 모두 다시 전기에너지가 될 수 없다.(엔트로피 증가 법칙)

에너지의 총량이 항상 일정하다는 것은 우리가 에너지를 사용해도 그것이 사라지지 않고 어딘가에 남아 있다는 것을 의미한다. 그런데 우리는 왜 에너지 부족 문제를 겪고 있는 것일까? 어떤 형태의 에너지가 다른 형태의 에너지로 바뀔 때에 그 방향에 제약이 있기 때문이다.

운동에너지나 전기 에너지는 모두 열에너지로 바뀔 수 있다. 하지만 열에너지는 그것의 일부만 역학적 에너지나 전기 에너지로 바뀔 수 있다. 열에너지 전체를 다른 형태의 에너지로 완전히 바꾸는 것은 불가능하다. 따라서 지구상에 존재하는 에너지의 합은 일정하지만 우리에게 필요한 에너지는 부족한 현상이 나타나는 것이다.

다. 열오염

에너지가 전환되는 과정에서 생긴 열에너지는 공기나 물의 열오염을 일으킨다. 열오염이란 화력 발전소, 원자력 발전소, 공장 등에서 방출된 열에너지가 주변의 대기나 물, 토양 등의 온도를 높여서 환경을 변화시키는 것을 말한다. 열에너지는 수온이나 기온을 상승시키는데 수온의 상승은 온도 변화에 민감한 어류들한테 치명적인 피해를 준다. 자동차가 많은 도시가 시골보다 더 더운 것도 바로 대기의 열오염 현상 때문이다.



4. 과학과의 <운동과 에너지>내용

학년		내용체계	관련 에너지
초등 학교	3	자석의 성질, 빛의 직진	빛 에너지
	4	무게, 열전달	열에너지
	5	물체의 속력, 전기회로	전기에너지
	6	빛, 에너지, 자기장	빛, 열, 전기, 자기 에너지
중학 교	7	힘과 운동, 정전기	전기에너지
	8	열에너지, 빛과 파동	열, 빛 에너지
	9	일과 에너지, 전기	전기 에너지
고등 학교	10	물체의 운동, 전자기	전자기 에너지
		자연계에서의 에너지	다양한 에너지

2007년 개정 교육 교육과정 내용 체계 참고

II. 신 · 재생 에너지!

1. 생활의 원동력 에너지원

인간은 먼 옛날부터 불을 이용하는 방법을 알아 나무를 태워 불을 피우고, 이로부터 얻는 열 에너지로 방을 따뜻하게 하거나 음식을 장만하거나 생활에 필요한 그릇들을 만들었다. 산업 혁명기에는 석탄을 태워 증기기관을 돌리고, 이로부터 얻은 엄청난 힘을 이용해 사람이나 가축의 힘으로는 하기 힘든 일을 해냈다.

오늘날에는 유전을 개발해 석유로부터 열을 얻고 전기를 일으켜 공장의 기계를 돌리는 동력 원으로 이용할 뿐만 아니라 많은 제품의 원료를 얻고 있다. 따라서 에너지는 인류의 문명을 움직이는 원동력이라고 할 수 있다.

이처럼 인류가 이룩한 고도 산업사회는 많은 양의 질 좋은 에너지를 필요로 한다. 이 에너지를 생산하는 에너지원은 주로 무공해 에너지원인 재생에너지원과 일시에 다량의 에너지를 집중적으로 얻을 수 있는 화석에너지원으로 구분한다.

2. 화석에너지원

화석에너지원으로는 석유, 석탄, 천연가스 등이 있습니다. 오늘날 우리가 이용하고 있는 에너지원은 대부분을 차지하는 것이 바로 화석에너지원이다. 화학연료는 지구가 생성 후 약 46억년에 걸쳐 만들어진 것이다. 하지만 전 세계 주력 에너지원의 약 90%를 차지하는 화석연료는 무한자원이 아니며 현재 남아 있는 매장량은 석유 41년분, 천연가스 63년분, 석탄 147년분 정도로 추정된다.



앞으로 에너지 수요는 개발도상국의 인구 급증과 경제 성장에 따라 대폭적인 증가가 예상되고 있다. 석유를 중심으로 한 화석연료 이용이 늘어나고, 특히 중국, 인도 등 아시아 개발도상국의 석유 수요량이 많이 늘어날 것으로 예상된다.

3. 재생에너지원

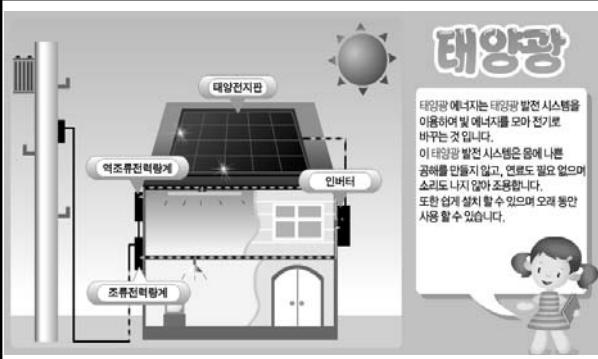
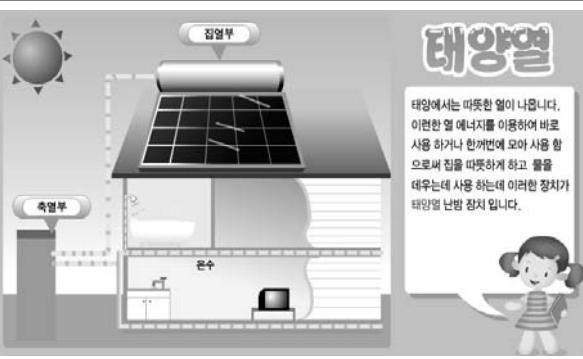
재생에너지원이란 한번 쓰고 나면 없어지는 것이 아니라 되풀이해 쓸 수 있는 에너지원을 말한다. 재생에너지원으로는 태양열, 태양광, 수력, 풍력, 해양 및 지열 등이 포함되나 대부분의 재생에너지원은 기상조건이나 지역적으로 편차가 심해서 대용량 에너지원으로는 적합하지 않는 경우가 많다. 수력과 일부 지열을 제외하고는 에너지 생산 비용이 다른 에너지원보다 비싸기 때문에 보조에너지원으로서의 역할만 하고 있을 뿐 아직 실용화단계는 아니다.

4. 신 · 재생에너지 분야

신 · 재생에너지는 지속적으로 공급 체계를 위한 미래 에너지로서 우리나라 「신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용·보급 촉진법」 제2조의 규정에 의거 “기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 핫빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하여 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지”로 정의하고 11개 분야로 구분한다.

가. 재생에너지 : 태양광, 태양열, 바이오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열
(8개 분야)

나. 신 에너지 : 연료전지, 석탄액화가스화, 수소에너지 (3개 분야)

 태양광 <p>태양광 에너지는 태양광 발전 시스템을 이용하여 일 에너지를 모아 전기로 바꾸는 것입니다. 이 태양광 발전 시스템은 물에 나쁜 공해를 만들지 않고, 연료도 필요 없으며 소리도 나지 않아 조용합니다. 또한 쉽게 설치할 수 있으며 오래 동안 사용할 수 있습니다.</p>  태양열 <p>태양에서는 따뜻한 열이 나옵니다. 이런 열 에너지를 이용하여 바로 사용하거나 한계면에 모아 사용 할 으로 물을 따뜻하게 하고 물을 데우는데 사용하는데 이러한 장치가 태양열 난방 장치입니다.</p>	
1) 태양광이란? 태양광발전시스템(태양전지, 모듈, 축전지 및 전력변환장치로 구성)을 이용하여 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 기술	2) 태양열이란? 태양열이용시스템(집열부, 축열부 및 이용부로 구성)을 이용하여 태양광선의 파동성질과 광열학적성질을 이용 분야로 한 태양열 흡수·저장·열 변환을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용하는 기술



3) 소수력이란?

개천, 강이나 호수 등의 물의 흐름으로 얻은 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 전기를 발생시키는 시설용량 10,000kW 이하의 소규모 수력발전

4) 풍력이란?

풍력발전시스템(운동량변환장치, 동력전달장치, 동력변환장치 및 제어장치로 구성)을 이용하여 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생하는 유도전기를 전력계통이나 수요자에게 공급하는 기술



5) 바이오 에너지란?

태양광을 이용하여 광합성 되는 유기물(주로 식물체) 및 동 유기물을 소비하여 생성되는 모든 생물 유기체(바이오매스)의 에너지

6) 폐기물 에너지란?

사업장 또는 가정에서 발생되는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해에 의한 오일화 기술, 성형고체연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열 회수 기술 등의 가공처리 방법을 통해 연료를 생산 하는 에너지



7) 지열이란?

지표면으로부터 지하로 수 m에서 수 km 깊이에 존재하는 뜨거운 물(온천)과 돌(마그마)을 포함하여 땅이 가지고 있는 에너지를 이용하는 기술

8) 해양에너지란?

해수면의 상승하강운동을 이용한 조력발전과 해안으로 입사하는 파랑에너지를 회전력으로 변환하는 파력발전, 해저층과 해수표면 층의 온도 차를 이용, 열에너지를 기계적 에너지로 변환 발전하는 온도차 발전이 있음



9) 연료전지란?

수소, 메탄 및 메탄올 등의 연료를 산화(酸化) 시켜서 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술

10) 수소에너지란?

수소를 기체 상태에서 연소 시 발생하는 폭발력을 이용하여 기계적 운동에너زي로 변환하여 활용하거나 수소를 다시 분해하여 에너지원으로 활용하는 기술

11) 석탄가스화 액화란?

석탄, 중질잔사유 등의 저급원료를 고온, 고압 하에서 불완전연소 및 가스화 반응시켜 일산화탄소와 수소가 주성분인 가스를 제조하여 정제한 후 가스터빈 및 증기 터빈을 구동하여 전기를 생산하는 신 발전 기술

5. 원자력발전

가. 원자력 발전의 원리

원자력발전은 원자핵 분열에서 나오는 에너지, 다시 말해 원자력을 동역으로 해서 전기를 만들어낸다. 원자력발전소에서 석탄이나 석유를 태우는 화력발전소의 보일러 대신 원자로가 있는데, 이 원자로가 우라늄 전용 보일러 역할을 한다. 원자력 발전소의 종류에는 가압경수로, 비등경수로, 가압증수로 등이 있으며, 각국에서는 실정에 맞는 형태를 채택해 운용하고 있다.

모든 물질을 구성하는 원자는 양성자와 중성자로 된 원자핵과 그 주위를 돌고 있는 전자로 구성된다. 우라늄과 같이 무거운 원자핵이 중성자를 흡수하면 원자핵이 쪼개지는데 이를 핵분열이라고 한다.

원자핵이 분열하면 많은 에너지와 함께 2-3개의 중성자가 나온다. 이 중성자가 다른 원자핵과 부딪치면 또 다시 핵분열이 일어난다. 이런 식으로 계속해서 핵분열이 이어지는 것을 핵분열 연쇄반응이라고 하며, 이 과정에서 생기는 막대한 에너지가 바로 원자력이다.

원자력발전은 화력발전과 마찬가지로 증기의 힘으로 터빈을 돌려 전기를 만든다. 우라늄 1그램이 분열할 때 생기는 에너지는 석유 9드럼, 석탄 약 3톤이 완전 연소될 때 생기는 에너지와 맞먹는다. 다시 말해 우라늄은 석탄보다 약 3백만 배의 열을 낸다. 이런 막대한 열을 발생시키기 위해 원자로에서 핵분열을 시킨다. 그리고 거기서 나오는 열을 이용해 증기를 만든다.

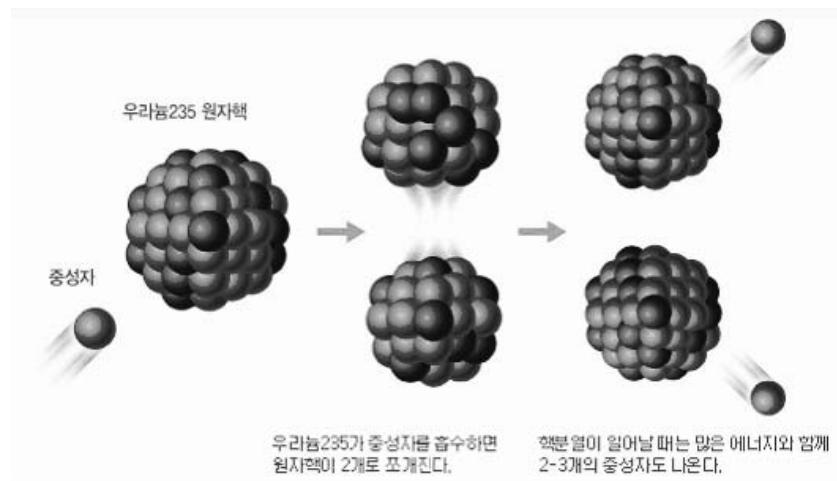
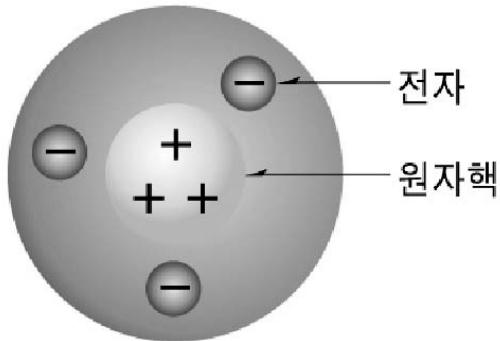
나. 원자력 발전 연료

천연우라늄에서 핵분열을 할 수 있는 우라늄-235는 약 0.7%뿐이며, 나머지는 핵분열을 하지 않는 우라늄-238로 이루어져 있다. 중수로형 원전에서는 천연우라늄을 성형가공해서 연료로 사용한다. 그러나 경수로 원전에서는 우라늄-235의 비율을 2-5%로 높인 저농축 우라늄을 사용한다. 성형가공은 우라늄을 5그램 정도 무게의 원통형 펠렛으로 만드는 과정을 말한다.

이 펠렛들을 수 백 개씩 다발형태로 묶어서 연료봉에 넣으면 비로소 원전에서 사용하는



연료집합체가 되는 것이다.



III. 실험 활동

1. 자가 발전기 만들어 봐요!

가. 실험 목표

자가 발전기를 만들어 봄으로써 각 부품의 하는 일을 알아보고, 발전기의 원리를 알 수 있다.

나. 준비물

자가 발전기 만들기 세트, +드라이버



다. 만드는 방법

1)	2)	3)
준비물을 확인한다. - 케이스, 둥근 너트, 큰 볼트, 모터, 구동기어, 손잡이기어, 외부전원단자, 외부 전원선	큰 볼트(끝이 무딘 것)를 각각 전선 고리에 끼운다.	상·하 케이스 각각에 둥근 너트를 끼운 후 외부전원단자로 고정한다. 이때 같은 색끼리 연결한다.
4)	5)	6)
모터와 전구를 케이스에 넣고 전선을 깔끔하게 정리한다.	손잡이 기어를 케이스에 맞도록 조절하여 조립한 후 구동기어를 장치한다.	케이스를 맞물려 나사로 고정한다. 밖에서 외부 전원 연결선을 조립한다.

다. 모터가 어떻게 발전기처럼 움직일까요?

자가 발전기에서 각 부분의 역할을 생각해 봅시다.

1) 손잡이

가) 손잡이가 없다면 어떻겠습니까?

나) 손잡이가 있으니 어떤 점이 편리합니까?



2) 기어부품

가) 어떤 모양의 기어를 몇 개 사용하나요?

나) 각 기어의 하는 일은 어떻게 다를까요?

다) 기어의 역할은 무엇인가요?

3) 모터

가) 모터의 겉모양을 살펴보세요.

나) 모터를 분해하여 속 모양을 살펴보고 그림으로 그려 보세요.

다) 모터의 역할은 무엇인가요?

4) 전구(LED) 어떤 일을 할까요?



2. 자가 발전기로 해봐요!

가. 실험 목표

만든 자가 발전기를 이용하여 전동기와 전구에 불을 켤 수 있음을 알아보고, 발전기의 원리를 알 수 있다.

나. 준비물

자가 발전기, 전동기, 전구(LED), 스피커

다. 실험 방법

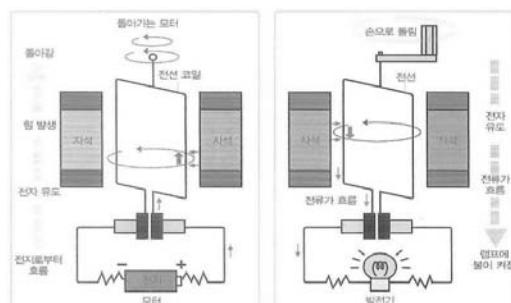
- 1) 자가 발전기의 외부 전원 연결선을 연결하고, 전동기를 연결시킨다.
- 2) 손잡이를 돌리면서 관찰한다.
- 3) 외부 전원 연결선에 전구(LED), 스피커 등 전기 부품을 연결한 후 손잡이를 돌리면서 관찰한다.

라. 실험 결과

실험 후, 관찰한 내용을 정리 해 보세요.

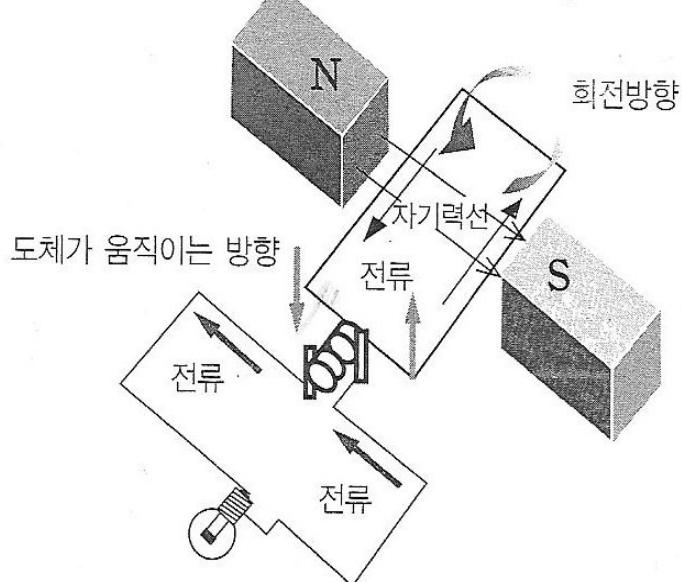
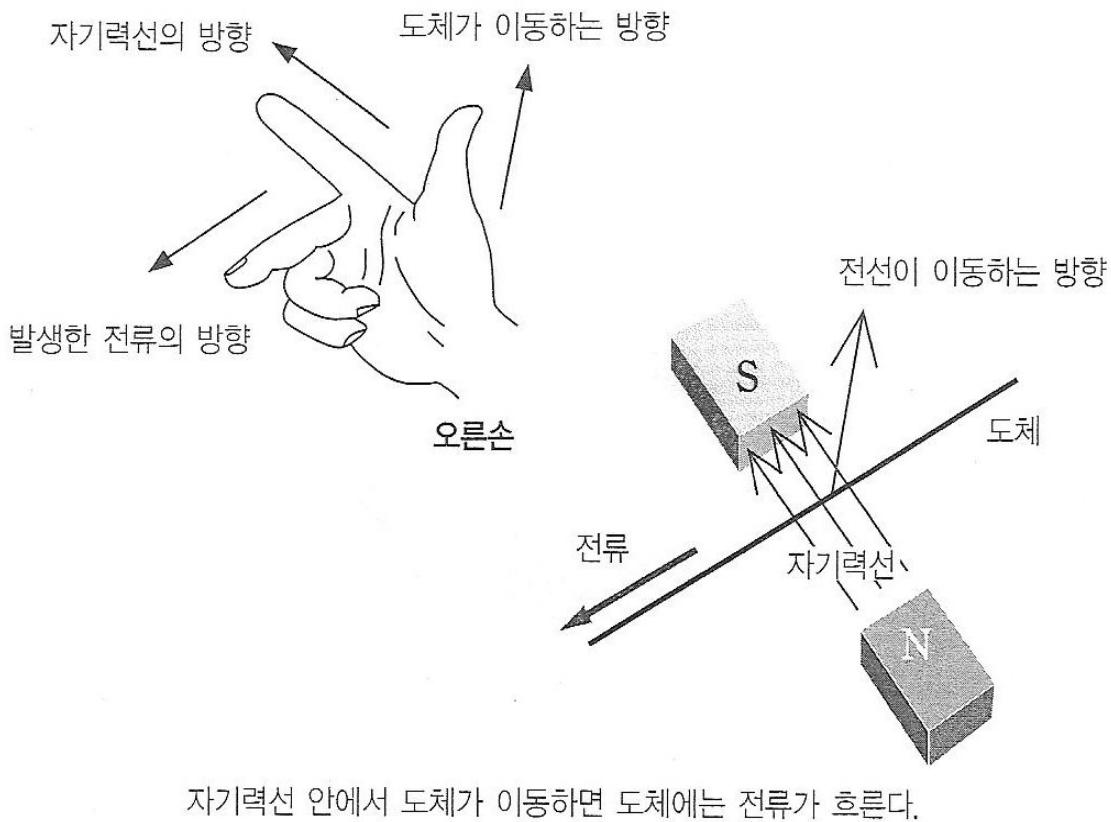
3. 과학 원리 1 : 전자기 유도와 발전기

1800년대 과학자인 마이클 패러데이가 누군지 아세요? 대부분의 사람들은 잘 모르지만, 그의 업적은 정말 대단하다. 마이클 패러데이의 전기와 자기장을 이용한 실험들은 전기 모터의 발명으로 이어졌다. 그는 연구를 계속하여 전기를 발생시키는 다양한 실험들을 했다. 그 결과 전선 끝치 사이로 자석을 통과시키거나 전선 코일을 자석에 갖다 대었을 때 전류가 흐른다는 사실을 알아냈다. <자가 발전기>에 사용하는 완구용 모터 안에도 중심 축 주위에 전선 코일이 있다. 모터 케이스 양쪽에 양쪽으로 두 개의 자석이 위치해 있다. 그래서 우리가 손잡이를 돌리면 전류가 생성되고 그 전류가 전구(LED램프)에 불이 들어오게 한다. 발전기의 기초 원리인 이런 현상을 ‘전자기 유도’라고 부른다. 오늘 날의 발전기는 패러데이가 발명했을 시기보다 훨씬 강력하지만 원리는 우리가 만들어본 발전기의 원리와 똑같다.





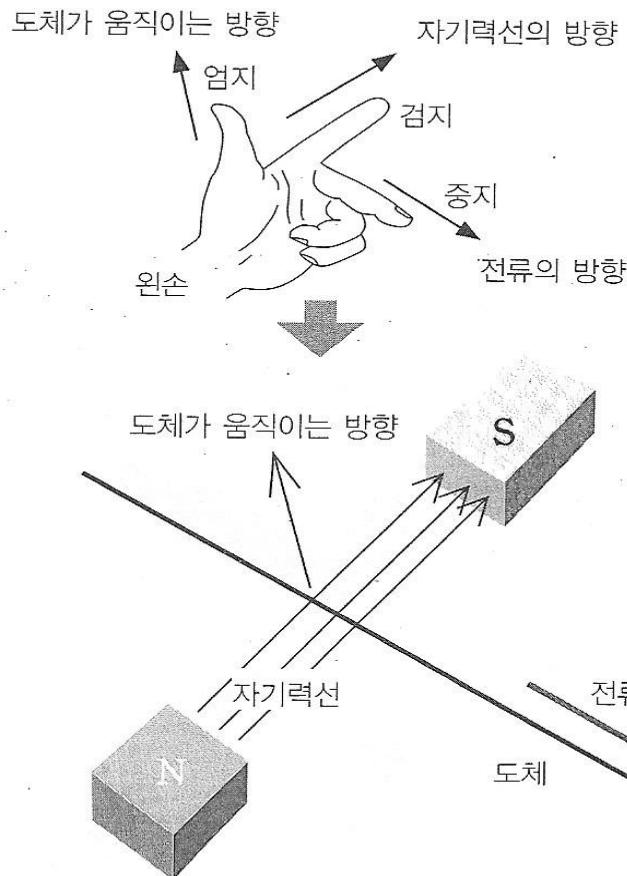
가. 플레밍의 오른손 법칙(발전기)



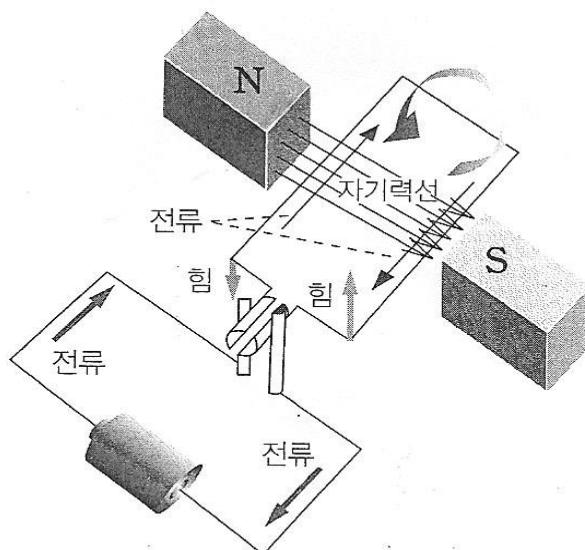
발전기는 자기력선 내부에서 도체를 회전시켜 전기를 만든다.



나. 플레밍의 원손 법칙(모터)



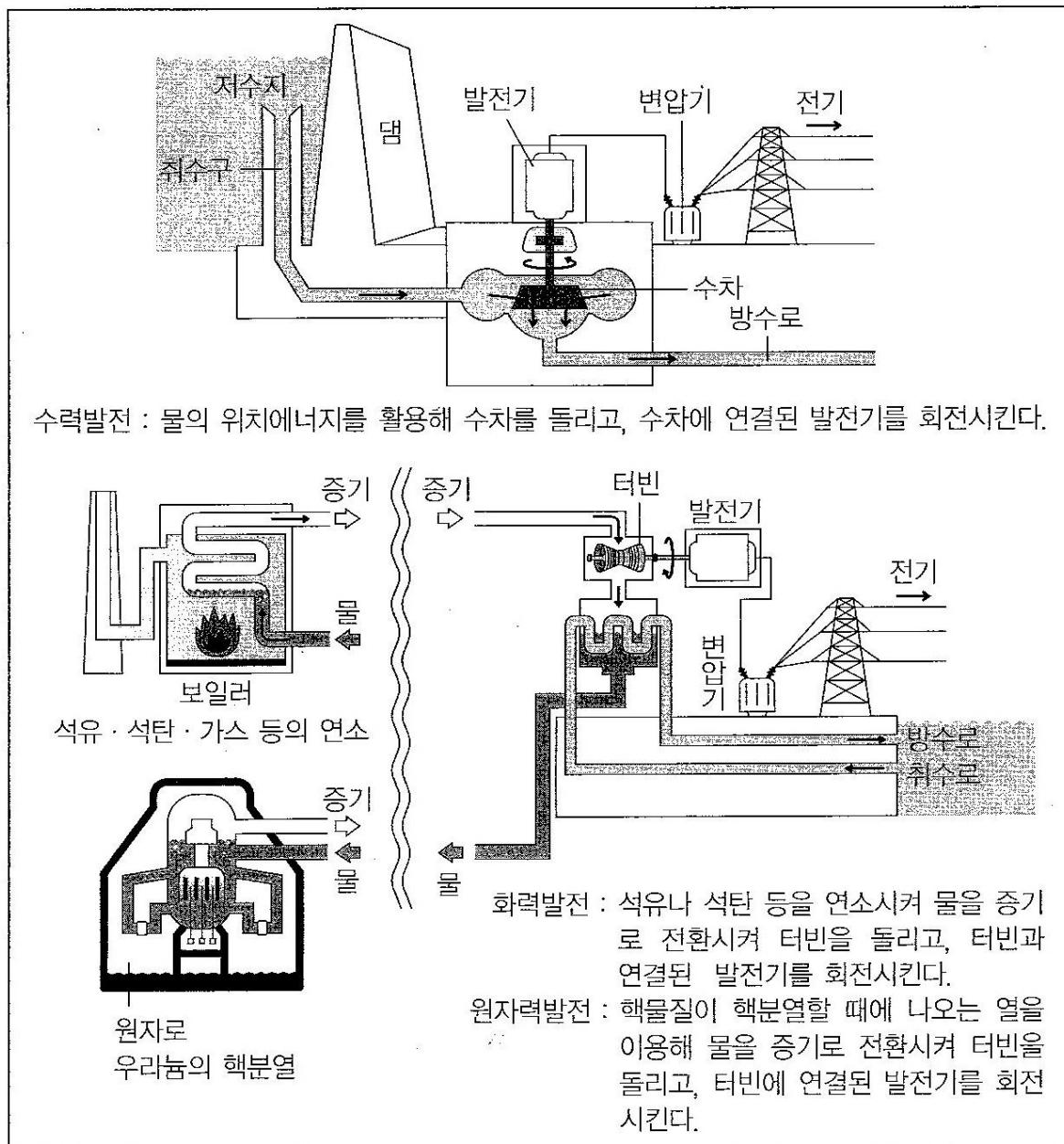
자기력선 안에서 도체에 전류가 흐르면 전자기력이 발생한다.



모터는 자기력선 안의 도체에 전류를 흘리면 도체에 발생하는 전자기력에 의해 회전한다.



4. 과학 원리 2 : 전기가 만들어지는 과정



〈참고문헌〉

- 과학 4-1 교사용 지도서, 교육과학기술부. 2010
과학시간에 사회 공부하기. 강윤재 손향구. 웅진주니어. 2009
꿈을 키우는 희망 에너지 원자력, 한국원자력문화재단. 2008
만화로 쉽게 배우는 전기. Kazuhiko Fujitaki. 성인당. 2010
우리생활과 에너지. 에너지관리 공단. 2005
인간 동력 당신이 에너지다. 유진규. 김영사. 2008
자연과학, 김영길 외21인. 생능. 1991
에너지 관리 공단 <http://www.kemco.or.kr>



온압물의 분리

- 3학년 2학기 3단원 혼합물의 분리 -

인천청량초등학교
교사 박상희
first0417@hanmail.net

전
공

I. 단원의 개관

이 단원은 혼합물에 대한 정의와 혼합물을 분리하는 이유를 알아보는 전반부와, 혼합물을 분리하는 여러 가지 방법을 혼합물을 이루고 있는 물질 각각의 성질 차이와 관련지어 수 있도록 구성된 후반부로 이루어져 있다.

전반부에서 혼합물의 정의를 다루는 것은 학생들이 혼합물이 무엇인가에 대하여 배운 적이 없기 때문에 혼합물이란 용어를 먼저 도입하였다. 이 과정에서 혼합물을 여러 가지 물질이 섞여 있는 물질이라는 정도로 이해하도록 하였으며, 학생들에게 친숙하도록 음식을 중심 소재로 삼았다.

그리고 일상생활 속에서 혼합물을 분리하는 예를 통해서 혼합물을 분리하면 어떤 좋은 점이 있는지 생각해 볼 수 있도록 하여, 혼합물의 분리를 배우는 것이 학생들에게 의미 있는 학습임을 인식할 수 있도록 하였다.

후반부는 혼합물을 분리하는 여러 가지 방법을 다루고 있으며, 혼합물을 구성하는 물질의 물리적 성질의 차이를 이용하여 분리할 수 있도록 하였다. 여기에서 다루는 물리적 성질은 입자의 크기, 자석에 붙는 성질, 증발, 액체의 서로 섞이지 않는 성질 등이다. 이 부분 학습 시 학생들이 혼합물을 분리할 수 있는 방법과 물질의 성질 차이와의 관계를 잘 이해할 뿐만 아니라, 실험하는 탐구 기능에도 익숙할 수 있도록 지도하여야 한다.

II. 단원의 학습목표

1. 혼합물의 의미와 혼합물을 분리하는 이유를 이해한다.
2. 물질의 성질을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있음을 이해한다.
3. 일상생활에서 혼합물이 분리되는 예를 들 수 있다.
4. 물질을 분리하는 실험 장치와 실험 도구를 다루는 기술을 기른다.
5. 혼합물 분리의 원리를 실생활에 적용하려는 태도를 기른다.



III. 단원의 지도계획

중단원명	차시	차시명	학습목표	핵심용어
1. 생활 속의 혼합물	1/10	혼합물이란 무엇 일까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 혼합물의 의미를 설명할 수 있다. · 여러 가지 혼합물을 알 수 있다. 	혼합물 분리
	2~3/10	왜 혼합물을 분리 할까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 일상생활에 사용되는 물질을 만들기 위해 자연에서 필요한 물질을 분리해야 함을 이해할 수 있다. · 혼합물을 분리하면 좋은 점을 말할 수 있다. 	금, 철, 알루미늄, 소금
2. 혼합물을 분리하는 여러 가지 방법	과학 이야기	우리가 먹는 식품 도 혼합물	<ul style="list-style-type: none"> · 생활 속 과학/과학과 진로 	
	4/10	콩, 팥, 콥쌀의 혼합물을 분리하여 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 콩, 팥, 콥쌀을 관찰하여 세 물질의 차 이를 구분할 수 있다. · 콩, 팥, 콥쌀의 혼합물을 알갱이의 크기 차이를 이용하여 분리할 수 있음을 말할 수 있다. 	알갱이의 크기, 체
	5~6/10	두부 만들기에서 혼합물을 분리하는 방법을 알아봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 물에 녹는 물질과 물에 녹지 않는 물질의 혼합물을 분리하는 방법을 말할 수 있다. · 물체를 거르는 실험 장치를 꾸밀 수 있다. 	거름
	7/10	바닷물에서 소금을 분리하여 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 증발을 이용하여 물과 소금을 분리할 수 있다. · 알코올램프를 사용하여 물질을 가열할 수 있다. · 증발 장치를 꾸밀 수 있다. 	증발
	8/10	물과 기름을 분리하여 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 스포이트를 바르게 사용할 수 있다. · 서로 섞이지 않는 두 액체 혼합물을 분리할 수 있다. 	서로 섞이지 않는 액체
	9/10	쌀, 클립, 구슬의 혼합물을 분리하여 봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> · 자석에 붙는 성질을 이용하여 철을 분리할 수 있다. · 자원 재활용의 중요성을 안다. 	자석에 붙는 성질
	과학 이야기	환경을 지키는 혼합물 분리	<ul style="list-style-type: none"> · 생활 속의 과학 	
마무리	10/10	되짚어보기/확인하기/과학 글쓰기		



IV. 크로마토그래피를 이용한 시금치 엽록소 분리

[생활 속의 과학 / 과학과 진로]
우리가 먹는 식품도 혼합물

과학 이야기 활용 방법

우리가 먹는 식품도 혼합물

이 과학 이야기는 크게 2가지의 주제로 나누어져 있다. 첫 번째 이야기는 혼합물이 아닌 것처럼 보이는 사과와 같은 물질도 자세히 관찰해 보면, 몇 가지 물질이 섞여 있는 혼합물이라는 것을 알 수 있다. 두 번째 이야기는 물을 넣은 헬륨이 물 위에 떠다니는 현상과 물 위의 시금치 잎들이 혼합물이 아니라고 생각할 수 있는 이유를 알아보기 위해 이야기할 수 있도록 하기 위한 것이다. 두 번째 이야기는 식물 속에 들어 있는 유익한 물질을 분리하는 작업을 기반 과학을 소개함으로써 학업으로서 과학에 대한 이해를 넓힐 수 있는 내용이다.

⇒ 옆의 내용은 개정 교과서에 제시된 내용 중 본문 내용

.....과일이나 채소를 녹즙기로 짜면 액체로 된 즙을 얻을 수 있습니다. 이렇게 혼합물이 아닌 것처럼 보이는 과일과 채소도 여러 물질로 이루어진 혼합물입니다.....

1. 실험 목표

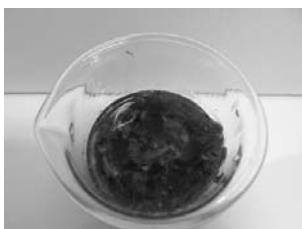
크로마토그래피를 이용하여 시금치의 엽록소를 분리할 수 있다.

2. 준비물

시금치, 아세톤, 나무젓가락, 비커, 가위, 거름종이(15cm), 막자와 막자사발, 셀로판테이프, 시험관, 시험관대, 면봉

3. 실험 과정

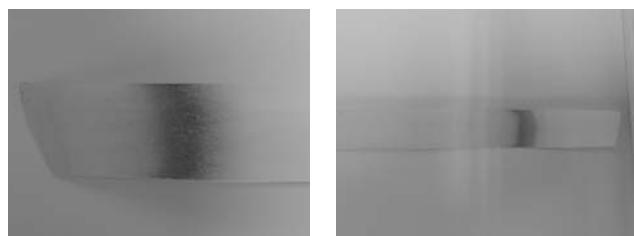
- 가. 시금치를 믹서로 잘게 자르거나 막자와 막자사발을 이용하여 짓이긴다.
- 나. 잘게 잘려진 시금치에 아세톤이 겨우 잠길 정도로 넣고, 엽록소가 녹아나올 때까지 잠시 기다린다.



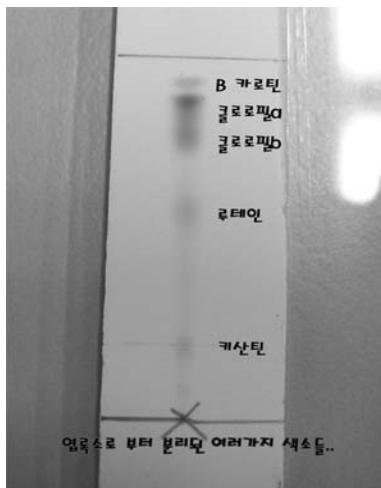
- 다. 동그란 거름종이를 시험관에 들어갈 수 있게 자른다.
- 라. 시금치 즙을 시험관에 넣고 거름종이의 끝이 잠기게 한 후 관찰한다.



〈 시금치 엽록소 분리 결과 〉



< 콩잎의 엽록소 분리 결과 >



옆의 사진은 콩잎에 있는 엽록소를 에탄올로 추출하여 농축한 후 TLC법으로 분리한 모습입니다. 식물의 잎은 우리 눈에는 녹색으로 보이지만 실질적으로는 여러 가지 녹색과 노란색이 섞여있다는 것을 알 수 있습니다. TLC법은 분리된 성분을 따로따로 모을 수는 없지만 시료가 몇 가지 성분으로 혼합되어 있는지, 혹은 한 가지 순수한 물질로만 되어 있는지를 판단할 수 있는 자료가 됩니다.

<사진과 내용 출처 : 한국생명과학연구소
http://www.123rere.com/display/main5_read.asp?idx=852&page=0&group=&field=&words=>

V. 두부 만들기 지도상의 유의점

1. 두부 만드는 방법

건조 콩 50g(75mL)을 10시간가량 물에 불려 그 무게와 부피를 재면 약 133g, 200mL 정도가 된다. 여기에 사용되는 간수의 양은 20mL가 되며 콩의 양을 달리할 때는 아래 표에 따라 각 재료의 비율을 맞춰 만들 수 있다.

재료	필요한 양	간수 만드는 방법
건조한 콩의 무게	50g	
콩을 끓일 때 넣는 물의 양	300mL	응고제 CaSO ₄ 30g에 물 60mL의
간수의 양	20mL	비율로 간수를 만든다.

2. 간수의 농도는 왜 중요할까?

간수의 농도가 약하면 간수를 많이 넣게 되어 끓인 콩물의 온도가 내려가게 되므로 응고되는데 더 많은 시간이 걸리며 콩 단백질의 응고 효율이 낮아지게 된다.

3. 콩물을 짤 때 주의할 점

끓인 콩물에는 콩 단백질이 녹아 있으므로 콩물을 꼭 짜주어야만 많은 콩 단백질을 얻을 수 있다. 콩 단백질의 함유량에 따라 응고량이 달라지므로 얻게 되는 두부의 양도 달라진다.



VI. 두부 만들기 실험 활동

1. 실험 목표

- 가. 콩으로 두부를 만드는 과정에서 이용되는 혼합물의 분리 방법을 말할 수 있다.
- 나. 일상생활에서 혼합물의 분리가 이용되는 예를 말할 수 있다.

2. 준비물

콩, 이동식 가스렌지, 냄비, 천 조각(면포), 천 주머니(거름포), 간수, 큰 그릇, 체, 두부 틀, 믹서, 나무주걱, 숟가락

전
공

3. 실험과정

- 가. 콩 50g을 깨끗이 씻어 하루 동안 물에 담가 불린 후, 믹서에 넣고 잘게 간다.



- 나. 천 주머니에 잘게 갈린 콩을 넣고 잘 짜서 콩물을 걸러낸다.



- 다. 걸러낸 물을 다시 냄비에 넣고 끓인다.

콩물을 끓여주는 이유는 콩물을 포화 상태로 만들기 위한 작업이다. 포화 상태가 되어야 두부의 엉김을 잘 되게 한다.

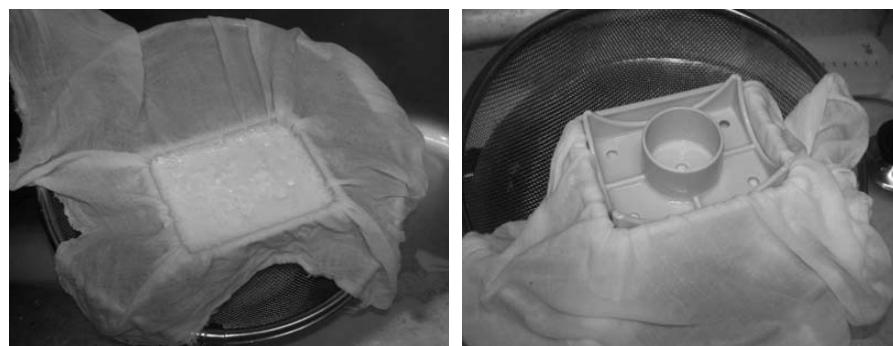
- 라. 몇 분 동안 끓이면서 나무주걱으로 저어준다. 콩물이 한번 끓어오르면 물을 100mL정도 붓고, 계속 저어주다가 다시 끓으면서 구수한 냄새가 나면 불을 끈다.



마. 불을 끈 뒤, 간수를 넣고 재빠르게 저어주어 간수와 콩물이 잘 섞이게 한다. 간수를 넣고 많이 저으면 응고를 방해해서 두부가 잘 안 된다. 콩물이 가장 잘 엉기는 온도는 75°C 정도이다.



바. 체에 두부 틀을 올려놓고 그 위에 천을 펴고 응고되어가는 콩물을 붓고, 천은 덮은 뒤, 두부 틀의 뚜껑을 눌러 놓는다. 물이 든 컵 등을 두부 틀 뚜껑 위에 올려놓으면 단단한 두부가 된다.



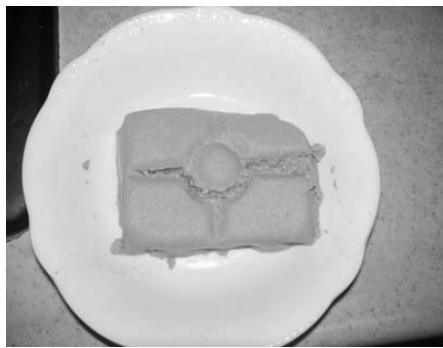
사. 두부 틀에서 형걸과 함께 두부를 떼어 낸 후, 조심스럽게 두부만 꺼낸다.



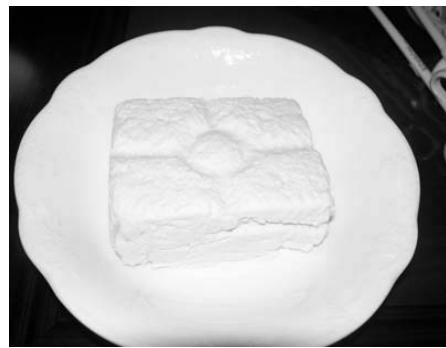
※ 간수를 대신하여 사용할 수 있는 것 : 식초(산도6~7%)2T, 소금3/4T, 물 2T (T는 일반 숟가락 기준임.) - 단점 : 약간 식초냄새가 난다.



* 콩을 불리고 갈아서 콩물을 만들기 어려울 경우 : 일반 마트에서 콩물을 판매하고 있으며 두유를 사용해도 두부를 만들 수 있음. - 단점 : 두유로 두부를 만들게 되면 콩 함유량이 낮아서 잘 엉기지 않으며 두부를 만든 후, 먹어보니 두부에서 두유 맛이 남.



〈검은 콩 두유로 만든 두부〉



〈식초, 소금으로 만든 두부〉

전
공

VII. 참고자료

1. 혼합물이란 무엇일까?

가. 혼합물 :

두개 이상의 순물질이 섞여 있는 물질을 말한다. 혼합물은 균일 혼합물과 불균일 혼합물로 나뉜다. 용액은 용매와 용질이 균일하게 섞여 있는 일종의 균일 혼합물이라고 할 수 있다. 예를 들면 소금과 물이 균일하게 섞여 있는 소금물은 용액으로 균일 혼합물이라고 할 수 있다. 즉. 소금물은 그대로 두어도 층의 분리가 일어나지 않는다. 소금이 가라앉거나 뜨지 않는다.

그러나 흙탕물은 저어 주면 잘 섞여서 하나의 용액으로 보이지만 그대로 놓아두면 흙이 가라앉아 흙과 물로 나뉘게 된다. 이와 같이 두었을 때, 층의 분리가 생기는 혼합물을 불균일 혼합물이라고 한다. 녹말을 물에 풀었을 때에도 저어 주면 뿐옇게 하나의 용액으로 보이지만 두면 녹말이 가라앉는 것을 볼 수 있으므로 녹말물은 불균일 혼합물이라고 할 수 있다. 공기는 질소, 산소, 이산화탄소, 수증기, 수소, 헬륨 등이 섞여있는 균일 물질이다.





나. 크로마토그래피의 원리 :

아세톤을 전개액, 거름종이를 고정상이라고 할 때 고정상에 세게 달라붙어 있는 물질은 천천히 이동하고, 고정상에 약하게 붙어 있는 물질은 상대적으로 빠르게 전개액을 따라 이동한다.

An Analogy for Chromatographic Separation



다. 콩 속의 단백질이 응고하여 두부가 되는 원리

두부는 콩을 물에 담갔다가 갈아 그 액을 가열하여 비지를 짜내고 응고제(간수)를 침가하여 굳힌 것으로 간수는 콩 속의 단백질을 응고시키는 역할을 한다.

콜로이드 용액에 다량의 전해질을 넣어 콜로이드 입자를 엉기게 하는 방법을 염석이라 하는데 콩을 간 용액에 간수를 넣어 두부를 만드는 것도 염석 현상을 이용한 것이다. 콩은 식물성 단백질이 풍부한 식품으로 콩 단백질의 주성분인 글리신(Glycine)이 음전하(음성 콜로이드)를 띠는데 여기에 Mg^{2+} 와 같은 간수의 양이온이 결합되어 염석 현상이 일어나 응고, 침전되어 얹어진다.

라. 콜로이드

염화나트륨이나 설탕을 물에 녹이면 용액에 존재하는 분자나 입자의 지름이 약 0.1nm 정도로 아주 작아 용액이 투명하게 보이는데 이러한 보통의 용액을 참용액이라 한다. 그러나 진흙물이나 우유 등은 용액에 분산되어 있는 입자들의 지름이 1~100nm 정도로써 빛을 산란 할 수 있어 불투명한 용액을 형성하는데 이러한 크기의 입자를 콜로이드 입자라 하고 콜로이드 입자가 분산되어 있는 용액을 콜로이드 용액이라고 한다.

VIII. 먹물 마블링

1. 실험 목표

마블링 이란 물과 기름이 서로 섞이지 않는 성질을 이용한 것으로 우연의 효과를 살려 작품을 제작하는 기법이다. 보통 마블링은 유성물감을 사용하지만 먹물을 이용하여 간단한 마블링



을 할 수 있다. 3학년 2학기 교과서에서는 물과 식용유의 분리가 제시되어 있다.

2. 준비물

먹물, 액체세제, 일회용찬기, 이쑤시개, 거름종이, 편сет

3. 실험 과정

- 가. 일회용찬기에 물을 붓고 물위에 먹물을 한 방울을 떨어뜨린다.
- 나. 액체 세제를 이쑤시개에 묻혀 먹물 표면에 자유롭게 찍는다.
- 다. 이쑤시개로 물 표면을 움직여 마블링모양을 만든다.
- 라. 원하는 모양이 나오면 거름종이를 덮어 찍어낸 후 꺼내어 말린다.
- 마. 거름종이가 마른 후에 마블링작품을 코팅하면 오랫동안 작품을 보관할 수 있다.



4. 먹물로 마블링을 할 수 있는 이유는?

먹을 만드는 방법은 송연묵과 유연묵에 따라 각각 다르다. 그을음[煙煤]을 훊처럼 고정한 것이 먹이다. 그런데 연매를 취하는 방법에는 소나무를 태운 송연(松煙)에서 취하는 것과, 채종유(菜種油)-참기름[胡麻油]-비자기름[榧油]-오동기름[桐油] 등을 태운 연기에서 취하는 것이다. 이 그을음이 바로 먹의 주재(主材)가 된다. 실내에 아궁이나 가마[窯] 등을 마련해 놓고 재료를 태우면, 그을음이 그 굴뚝에 붙게 된다. 그것이 위쪽으로 모이는 것 일수록 상제(上劑)라 하여 품질이 좋다. 당묵(唐墨)의 머리 윗면에 정연(頂煙) 또는 초정연(超頂煙)이라고 표시해 놓은 것은 연매가 상품 양질이라는 뜻이며, 특히 공연(貢煙)이라 표시한 것은 최상품이라는 뜻이다. 그을음의 질도 중요하지만 그것을 반죽하여 굳히는 아교풀의 질과 성능도 매우 중요하다. 그을음을 아주 가는 체로 쳐서 아교풀로 개어 반죽한 다음, 절구에 넣어 충분히 다진다. 묵명(墨銘)에



십만저(十萬杵) 또는 목구철저삼만(木臼鐵杵三萬)이라고 쓰인 것은 그 숫자만큼 짹어다졌다는 뜻이다. 그것을 목형(木型)에 넣고 압착한 다음, 꺼내어 재 속에 묻어 차차 수분을 빼며 말린 것이 먹이다. 그러나 요즘에는 광물성 그을음 또는 카본 등을 재료로 다양 생산하므로 정품(精品)이 드물다 (엔사이버 제목법).

〈참고 자료 및 자료 출처〉

LG 사이언스랜드 <http://www.lg-sl.net/index.jsp>

한국 교원대 과학교육연구소 탐구수업자료 <http://inse.knue.ac.kr/>



용해와 용액

인천석정초등학교
교사정지원
windy0508@hanmail.net

전
공

I. 학습의 계열

1. 관련 교육과정 분석

학기	단원명	내 용	용해와 용액 개념 관련성
3-1	1. 우리생활과 물질	물질의 특성 및 고체, 액체, 기체 개념	△
3-2	4. 여러 가지 가루 녹이기	용해의 현상적 개념 및 빨리 용해되는 방법	◎
4-1	4. 모습을 바꾸는 물	물의 세 가지 상태의 특성	○
5-1	2. 용해와 용액	용해의 개념 도입 및 물질의 특성으로의 용해도 차이	◎
	6. 용액의 진하기	농도의 비교와 온도에 따른 용해도 차이	◎
5-2	2. 용액의 성질	산과 염기의 특성 및 지시약의 변화	◎
	5. 용액의 반응	산성 용액의 반응 및 중화 반응	◎
6-1	1. 기체의 성질	기체의 무게, 부피, 용해도 등의 특성	○
	6. 여러 가지 기체	산소, 이산화탄소, 수소의 특성	△
6-2	5. 연소와 소화	연소와 소화의 과정 및 발생물	△

(용해 및 용액의 개념과 ◎: 관련성 많이 있음, ○: 관련성 있음, △: 관련성 약간 있음)

2. 화학 개념적 분석

학기	고체	액체	기체	변화
3-1		1. 우리생활과 물질		물리적 변화
3-2		4. 여러 가지 가루 녹이기		
4-1		4. 모습을 바꾸는 물		
5-1		2. 용해와 용액		화학적 변화
		6. 용액의 진하기		
5-2		2. 용액의 성질		화학적 변화
		5. 용액의 반응		
6-1			1. 기체의 성질	화학적 변화
			6. 여러 가지 기체	
6-2			5. 연소와 소화	



초등 과학에서는 물질의 개념을 시작으로 고체, 액체, 기체의 개념이 모두 다루어지고 있으며 저학년에서는 접하기 쉬운 고체와 액체를, 고학년에 올라가면 기체를 배우고 있다. 또한 5학년 1학기까지 물리적 변화를 그 이후에는 화학적 변화를 다루고 있다.

II. 이론적 배경

1. 화학에서의 물질의 분류

가. 물질(物質, matter)이란?

물체를 이루는 재료, 또는 본바탕을 말하는 것으로 우리 주위의 물체는 물질로 이루어져 있다. 크기나 겉모습에 중점을 둘 때는 물체로, 그 물체를 이루는 재료에 중점을 둘 때는 물질로 말한다. 예를 들어, 플라스틱으로 만들어진 자(ruler)는 물체라고 하며 그 재료가 되는 플라스틱은 물질이 된다. 물질이란 사전적 의미로 일정한 공간을 점유하고 질량을 갖는 것을 의미하지만 화학에서는 화합물과 혼합물을 합한 것을 말한다.

나. 물질의 분류

1) 순물질

다른 물질이 섞여 있지 않고 한 종류만으로 이루어진 물질로, 고유한 성질이 있으며, 녹는점, 어는점, 끓는점, 밀도 등이 일정한 물질을 순물질이라고 한다. 순물질은 냉각곡선에서 녹는점이나 끓는점의 온도가 일정하게 유지되는 수평한 부분이 뚜렷하게 나타난다.

순물질은 크게 홀원소물질과 화합물로 분류할 수 있다. 홀원소물질은 오직 한 종류의 원소만으로 이루어진 물질로 구리(Cu)나 산소(O₂)와 같은 물질이 홀원소물질이다. 화합물은 그 구성을 살펴보면 여러 종류의 물질로 이루어진 것처럼 보이지만, 혼합물과 달리 여러 물질들이 단순하게 섞여 있는 것이 아니라 소금(NaCl), 물(H₂O)과 같이 화학적 결합을 통해 하나의 새로운 물질을 만들어낸 것이기 때문에 순물질에 속한다.

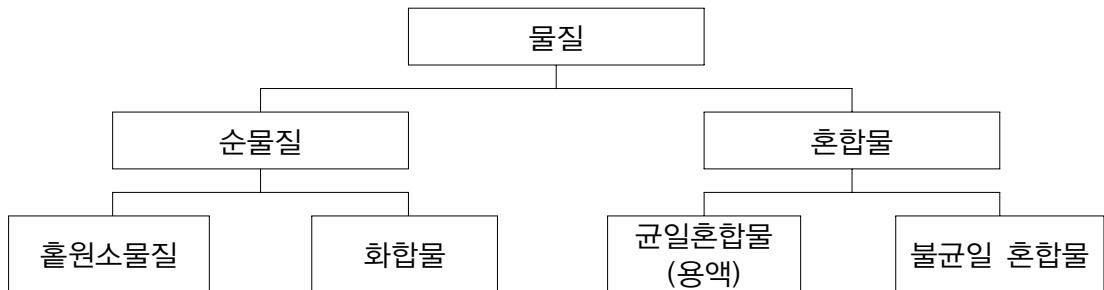
2) 혼합물

두 종류 이상의 물질이 화학적 반응을 일으키지 않고 단순히 물리적으로 섞여 있는 물질을 혼합물이라고 한다. 혼합물은 각 성분 물질들이 고르게 섞여 있느냐에 따라 고르게 섞여 있는 경우 균일혼합물이라 하며 그렇지 못한 경우 불균일 혼합물이라고 한다.

우리가 일상생활에서 사용하고 있는 대부분의 물질은 불균일 혼합물이며 균일혼합물은 용액뿐이다. 균일 혼합물인 용액은 단어에 ‘액’자가 있어서 액체 상태인 것만을 생각하기 쉬우나 실제로는 기체, 액체, 고체 상태의 것이 모두 존재한다. 공기 등의 기체 혼합물은 모두 기체 상태의 용액이다. 술(물과 에탄올)이나 소금물(물과 염화나트륨) 등은 액체 상태의 용액이고, 충치를 때울 때 사용하는 아말감(수은과 은), 황동(구리와 아연) 등은 고체 상태의 혼합물이다. 혼합물의 분리는 화합물에 비해 각 성분들을 분리하는 것이 쉽다. 화합물의 경우 화학적인 분해가 필요하지만 혼합물은 물리적인 방법을 통해 성분물질들을



분리할 수 있다. 혼합물의 분리 방법에는 밀도차를 이용하는 방법, 용해도 차이를 이용하는 방법, 끓는점 차이를 이용하는 방법, 크로마토그래피를 이용하는 방법 등이 있다.



2. 용해와 관련된 개념 정의

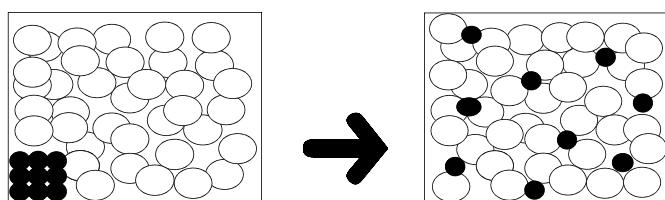
가. 용해(溶解, dissolution)

1) 용해의 정의

용질이 용매와 고르게 섞이는 현상으로 예를 들자면, 물에 설탕을 넣고 섞으면 설탕분자 하나하나가 물 속에 고르게 퍼져 물분자들과 균일하게 섞인 상태, 즉 균일혼합물로 존재하게 되는 것을 말한다. 반면에 물에 흙을 넣으면 흙은 물 밑에 가라앉게 되며 두 물질은 고루 섞이지 않는다. 이와 같은 경우에는 단순히 물리적으로 섞여 있을 뿐 용해되었다고 하지 않는다.

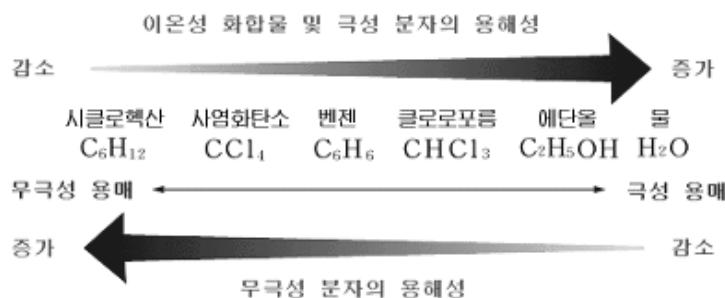
2) 용해의 원리

용해는 에너지(엔탈피)가 낮아지는 방향으로, 무질서도(엔트로피)는 높아지는 방향으로 발생한다. 용매 분자와 용매 분자 간의 인력, 또는 용질 분자와 용질 분자의 인력보다 용매 분자와 용질 분자의 인력이 더 클 경우 에너지가 낮아지므로 용해가 된다. 인력이 비슷할 경우에는 물질은 무질서하게 퍼지려는 자연적인(무질서도가 높아지려는) 성질이 있으므로 용질이 용매 속으로 퍼져간다.



3) 용해의 특성

용해의 여부는 물질의 극성(분자구조에 따른 특성)과 관계가 깊다. 물을 용매로 사용할 경우, 물은 극성이 큰 물질이기 때문에 자신처럼 극성이 큰 용질을 잘 용해시키며, 반대로 극성이 작은 용질은 잘 용해시키지 못한다. 또 극성이 작은 벤젠을 용매로 사용하면 나프탈렌과 같은 극성이 작은 용질을 용해시킬 수 있다.



나. 용매(溶媒, solvent)

용질을 녹여 용액을 만드는 물질을 말하며, 일반적으로 용매는 액체인 경우가 대부분이다. 극성이 큰 용매는 극성이 큰 용질을 잘 용해시키고, 극성이 작은 용매는 극성이 작은 용질을 잘 녹인다. 따라서 용질과 용매의 극성 정도에 따라 서로 잘 녹기도 하고 잘 녹지 않기도 한다. 예를 들어, NaCl 과 같은 극성 용질은 극성 용매인 물에는 잘 녹지만 무극성 용매인 에테르에는 잘 녹지 않는다.

다. 용질(溶質, solute)

용매에 용해되어 용액을 만드는 물질로 기체 ·액체 ·고체의 어느 것이라도 해당된다. 예를 들면 사이다에는 이산화탄소, 술에는 알코올, 바닷물에는 소금이 녹아 있는데, 이들은 모두 물을 용매로 하는 용질이다. 한편, 액체에 액체가 녹는 경우는 그 양이 많은 쪽을 용매로 보고, 적은 쪽을 용질로 간주한다. 예를 들어 물과 알코올은 임의의 비율로 혼합하는데, 물의 양이 많을 때는 알코올을 용질이라 하고, 약전(藥典) 알코올과 같이 96%가 알코올일 때는 물을 용질이라고 한다.

라. 용액(溶液, solution)

1) 용액의 정의

두 종류 이상의 물질이 고르게 섞여 있는 혼합물이다. 크기는 물질의 상태에 관계없이 서로 다른 물질들이 균일하게 섞여 있으면 용액이라고 할 수 있다. 그러나 일반적으로는 기체, 액체, 고체 상태의 용질이 액체 상태의 용매에 녹아 있는 혼합물을 말한다.

2) 용액의 특성

용액은 균일하기 때문에 어느 부분을 취해도 성분이 같아 같은 성질을 지닌다. 또 오래 두어도 가라앉는 것이 없으며 거름종이로 걸러지는 것이 없고 용질 입자가 눈에 보이지 않는다. 입자의 크기가 큰 분산용액(콜로이드)과 구분하기 위해 참용액이라는 표현을 쓰기도 한다.

용액은 물리적 혼합이므로 용액의 무게는 혼합 전 (용매의 무게) + (용질의 무게) 와 같다. 반면 용액의 부피는 일반적으로 (용매의 부피) + (용질의 부피) 보다 작다. 이는 서로 다른 두 물질은 입자의 크기도 서로 다르므로 서로 다른 크기의 입자들이 섞이게 되면 두 종류의 물질 중 입자의 크기가 더 큰 물질이 춤출히 모여 만드는 빈 공간 사이로 작은 입



자들이 끼어들 수 있기 때문이다.

3) 용해도(溶解度, solubility)

일정한 온도에서 용매 100g에 녹을 수 있는 용질의 최대량으로 용질의 그램수(g)로 나타낸다. 같은 용매에 녹이더라도 용질의 종류에 따라 녹을 수 있는 양은 서로 다르다. 또한 같은 용질이라도 용매의 종류에 따라 녹을 수 있는 양도 다르다. 또 온도에 따라서도 달라진다. 따라서 용해도를 알기 위해서는 ‘어떤 용매에’, ‘어떤 용질을’, ‘몇 도의 온도에서’ 녹였는지를 고려해야 한다. 보통은 용매로서 물을 사용한다.

용해도는 보통 용매 100g에 대해 최대로 녹을 수 있는 용질의 그램수(g)로 나타낸다.

일반적으로 극성 용질은 극성 용매에 대한 용해도가 높고, 비극성 용질은 비극성 용매에 대한 용해도가 높다. 또 온도 뿐 아니라 압력에 의해서도 용해도가 달라질 수 있다. 그러나 일반적으로는 대기압에서의 용해도를 말한다.

4) 포화용액 [飽和溶液, saturated solution]

일정 온도에서 일정량의 용매에 용질이 최대한 녹아, 더 이상 녹을 수 없는 상태의 용액을 가리킨다. 특히 물질의 용해도는 온도에 따라 달라지므로 포화용액을 말할 때는 온도를 언급해야 한다. 또한 포화되지 않은 용액을 불포화용액, 포화농도 이상으로 용해된 용액을 과포화 용액이라고 한다. 일반적으로 포화용액이 냉각이 되면 용해도의 차이만큼 용질이 석출되므로 물질의 분리 방법으로 많이 사용된다.

전
공

III. 관련 실험 활동

1. 한여름 내리는 눈

가. 실험목적

온도에 따라 물질이 물에 녹는 양이 다름을 알고, 온도 변화를 이용하면 아름다운 결정을 만들 수 있다.

나. 실험준비물

염화암모늄, 유리관, 비커, 알코올램프, 삼발이, 그물철망, 시험관, 약수저

다. 실험과정

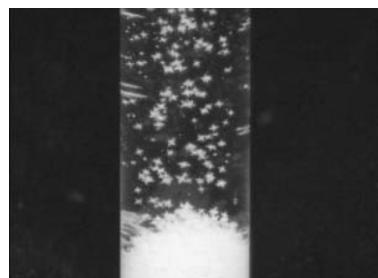
- 1) 염화암모늄 5g을 넣은 비커에 물 1.5mL를 넣는다.
- 2) 원하는 색소나 형광물질을 넣는다.
- 3) 뜨거운 물에 중탕으로 염화암모늄을 모두 녹인다.
- 4) 완전히 녹인 후 시험관에 담아 뚜껑을 닫은 후 가만히 놓아두면 결정이 생긴다.





라. 유의점

온도에 따라 용해도의 차이를 응용하여 순수한 물질을 얻는 실험인데, 염화암모늄의 포화용액, 즉 더 이상 녹지 않을 때까지 염화암모늄을 녹였다가 이 용액을 식혀 주면 눈 결정이 만들어진 것을 볼 수 있다.



2. 결정 만들기

가. 실험목적

여러 가지의 진한 용액에서 결정을 얻어 낼 수 있으며 얻어진 결정의 모양을 관찰할 수 있다.

나. 실험준비물

- 1) 백반 결정 만들기 : 백반, 철사, 펜치, 텔실, 막자, 막자사발, 비커, 유리 막대, 알코올램프, 삼발이, 석면 쇠 그물, 성냥, 수건, 스티로폼
- 2) 소금 결정 만들기 : 소금, 유리 막대, 알코올램프, 삼발이, 석면 쇠 그물, 성냥, 페트리 접시, 증발 접시
- 3) 황산구리 결정 만들기 : 황산구리, 유리 막대, 알코올램프, 삼발이, 석면 쇠 그물, 성냥, 페트리 접시

다. 실험과정

1) 백반 결정 만들기

가) 백반 포화용액 만들기

포화 용액이란 일정한 온도에서 용매에 용질이 더 이상 녹지 않는 용액을 말한다. 물을 서서히 가열하여 백반을 모두 녹인다. (이때 용액이 과열되지 않게 주의한다.)

나) 종자결정(seed)제조

소량의 포화용액을 페트리접시에 붓고 여과지로 덮어 진동이 없는 장소에 두면 용액이 증발하면서 원하는 종자를 얻는다. 단 너무 커서 결정이 서로 붙는 일이 없게 주의해야 하며, 핀셋으로써 좋은 종자를 취해서 종자를 여과지에 얹어 잘 건조시킨다. 아주 조그만 결정조각이라도 종자로서 쓸 수 있지만 낚시줄 등을 사용하여 쉽게 매달아야 하므로 종자는 길이가 3~6mm가 적당하다. 또 성장결정의 질은 종자 결정의 질에 달려 있으므로 종자결정은 쌍정이 아닌 순수한 단 결정으로 질이 좋아야 한다.

다) 종자(Seed)의 투입

선택한 종자를 낚시줄 등에 묶어 포화용액에 투입한다. 매달 실은 깨끗하여 종자가 붙지 않는 것으로 선택해야 한다. 주로 가는 낚싯줄이나 머리카락, 구리선 등을 쓴



백반 결정 제작기



다. 종자를 낚시 줄에 매단 후 성장용액의 1/2되는 지점에 종자가 오도록 내린다. 투입 중에 먼지 등의 불순물이 들어가지 않도록 주의하고 매달 때 종자나 낚시 줄을 알코올 등으로 깨끗이 닦은 후 사용한다.

라) 백반결정성장

포화용액에 종자결정을 담그면 결정의 성장이 시작된다. 결정성장중에는 먼지 등의 불순물이 들어가면 안 되고, 온도가 일정해야하며 진동이 있어서는 안 된다. 불순물은 성장 결정이 쌍정으로 되거나, 불필요한 결정이 많이 생성되어 원하는 결정의 성장을 방해한다.



마) 백반 결정수확

결정이 충분히 성장하였으면 끄집어내어 곧 얇은 종이 또는 천으로 닦아 건조시킨다. 결정은 물과 습기에 매우 약하므로 주의해야 한다. 특히 손에 묻은 땀은 결정의 깨끗한 평坦한 면을 손상시키기 때문에 맨손으로 결정을 만져서는 안 된다. 결정의 보존법은 결정을 잘 건조시켜 깨끗한 비닐에 담고, 제습제를 넣어둔 밀폐 용기에 넣어둔다.



2) 소금 결정 만들기

- 비커에 뜨거운 물을 1/2 쯤 붓고 소금을 넣어가며 진한 소금 용액을 만든다.
- 비커의 소금물을 윗부분만 페트리 접시에 반쯤 옮겨 담고 종이로 덮은 후 며칠 동안 가만히 놓아둔다.

3) 황산구리 결정 만들기

- 비커에 뜨거운 물을 1/2 쯤 부은 다음, 고운 가루로 된 황산구리를 넣어가며 진한 용액을 만든다.
- 비커의 윗부분 쪽의 황산구리 용액을 페트리 접시에 반쯤 붓고 종이로 덮은 후 며칠간 놓아둔다.



라. 실험결과

- 진한 백반 용액이나 진한 황산구리 용액에 작은 백반이나 황산구리 결정을 실이나 머리카락에 둑어 천천히 식히면 결정이 생긴다.
- 포화된 소금 용액, 황산구리 용액을 서서히 증발시키면 결정이 생긴다.
- 포화된 용액의 온도가 낮아지면 녹을 수 있는 물질의 양이 줄어들기 때문에, 녹아 있던 물질이 결정이 되어 달라붙는다.
- 백반, 황산구리, 소금 결정의 특징**
 - 백반 결정 : 무색투명하며 정팔면체모양
 - 소금 결정 : 무색투명하며 정육면체모양
 - 황산구리 : 푸른색을 띠며 납작한 육각형모양



3. 무지개 물탑

가. 실험목적

용액의 농도에 따른 밀도 차이를 이용하여 시각적인 실험 활동을 할 수 있다.

나. 실험준비물

설탕, 색소나 물감, 물, 눈금실린더나 긴 유리컵, 50mL 비커, 유리막대, 스포이트

다. 실험과정

- 1) 같은 크기의 비커를 5개 정도 세워놓고 번호를 붙인다.
- 2) 같은 높이가 되도록 같은 양의 물을 5개의 비커에 부어 준다.
- 3) 물이 담긴 각각의 비커에 약숟가락으로 설탕의 양을 달리하여 넣고 설탕이 완전히 녹을 때까지 저어준다. 이때, 넣은 설탕의 양이 얼마인지 잘 구별할 수 있도록 기록한다.
- 4) 물감을 넣기 전에 각 비커에 진하기 측정 기구를 넣어 관찰하여 본다.
- 5) 각각의 컵에 원하는 색의 물감이나 식용색소를 넣어 잘 섞어준다.



1. 카멜레온 볼 만들기

가. 실험목적

카멜레온 볼을 만들어 산과 염기에 대한 지시약의 변화를 알 수 있다.

나. 실험준비물

비커, 알코올램프, 삼발이, 석면철망, 스포이트, 유리막대, 약숟가락, 시험관, 시험관대, 눈금실린더, 전자저울, 온도계, 붉은 양배추, 알긴산나트륨, 염산, 수산화나트륨, 약포지, 칼

다. 실험과정

- 1) 붉은 양배추를 칼로 잘게 자른 후 비커에 넣고 물을 부어 끓인다.
- 2) 용액이 진한 자주색이 될 때까지 서서히 끓인 다음 용액을 식힌 후 깨끗한 비커에 걸러서 따른다.
- 3) 붉은 양배추즙 98mL에 알긴산나트륨 2g 을 넣고 잘 젓는다.
- 4) 500mL 비커에 2% 이상의 염화칼슘 수용액을 준비한다.
- 5) 염화칼슘수용액을 스포이트로 이용해 방울방울 떨어뜨려 작은 볼을 만든다.
- 6) 산성 또는 염기성 용액에 카멜레온 볼을 넣고 변화를 관찰한다.



라. 참고내용

§ 지시약이란?

화학반응에서 일정한 상태를 판별하는 데 사용되는 시약으로 산염기 지시약이 대표적이다. 지시약은 적정을 하면서 중화점을 알기 위해, 혹은 수소이온의 농도를 알기 위해서 주로 사용된다. 지시약은 용액의 상황에 변함에 따라 눈에 띄는 변화가 나타나는 물질로, 이러한 변화가 색깔로 나타나는 지시약도 있고, 형광이나 발광 등으로 나타나는 것도 있다. 용액이 혼탁해지거나 침전물이 생성되는 경우도 있다. 이中最 가장 널리 사용되는 것은 색깔의 변화가 나타나는 지시약이다. 지시약의 종류는 매우 다양하며 변화가 나타나는 시점이 각각 다양하므로 중화점을 예측하여 그 근처에서 변화가 나타나는 지시약을 사용하면 실험을 효과적으로 할 수 있다.

지시약	변색범위	pH	산성			중성			알카리성		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
티몰블루	1.2~2.8 8.2~9.6		붉은색			노란색			노란색		푸른색
메틸오렌지	3.1~4.4			붉은색		등황색					
메틸레드	4.4~6.2				붉은색			노란색			
브롬티몰블루	6.0~7.6					노란색			노란색		푸른색
페놀레드	6.7~8.3						노란색			붉은색	
페놀프탈레인	8.3~10.0							무색		붉은색	
만능 지시약				붉은색						붉은색	

▲ 산염기지시약의 변색범위

©EnCyber.com

가장 흔하게 쓰이는 지시약은 산염기지시약으로, 산염기지시약은 pH(수소이온지수)에 따라 그 색깔이 달라진다. 산염기지시약은 그 자체가 약산 또는 약염기다. 만약 산성용액에 약산인 지시약을 한 두 방울 떨어뜨리면 지시약에 붙어 있는 수소는 잘 떨어져 나가지 않는다. 이미 용액 속에 수소이온이 많기 때문이다. 그렇지만 이 용액에 염기성 물질을 조금씩 넣어 주면 용액 속의 수소이온 농도가 줄어들기 때문에 지시약에 붙어 있던 수소들이 해리되어 이온상태로 존재하는 분자의 수가 많아진다. 용액의 산성도가 변함에 따라 분자구조가 바뀌는 지시약 분자가 많아지고, 분자구조가 바뀔 때 분자의 색깔도 함께 변하게 된다. 나타나는 색깔을 관찰하면 대략적인 pH를 알 수 있고, 중화점을 찾을 수도 있다. 지시약의 색깔이 점차 변하는 pH의 범위를 변색범위라 하는데, 이는 지시약마다 다르며, 대표적인 산염기지시약들의 변색범위는 아래의 표와 같다.

이밖에도 산화형과 환원형의 색깔이 다른 점을 이용하는 산화환원지시약, 키클레이트적정에 주로 사용되는 금속지시약, 침전에 흡착될 때 색깔이 변하는 흡착지시약 따위가 있다.



여러 가지 기체

인천상아초등학교
교사 정진수
atssala@hanmail.net

I. 단원의 개관

이 단원은 교육과정의 ‘라. 여러 가지 기체’의 내용과 관련된 것으로, 여러 가지 기체들을 발생시켜 그 성질을 알아보고, 여러 가지 기체와 우리 생활 사이에 어떤 관계가 있는지 조사하는 내용으로 구성되어 있다.

기체 발생 실험 장치를 꾸며 산소, 이산화탄소, 수소를 발생시켜 모은 후, 색깔 냄새, 연소와의 관계, 다른 물질과의 반응 등을 알아본다. 또 이러한 기체가 우리 생활에서 어떻게 이용되는지 조사한다. 그 밖에 질소, 헬륨, 프로판가스, 오존 등과 우리 생활과의 관계를 조사한다. 심화 과정에서는 모둠별로 다양한 방법을 이용하여 이산화탄소를 모으고 그 방법을 서로 비교해 보도록 한다.

II. 단원의 학습목표

- 기체 발생을 위한 실험 기구 및 약품을 다룰 줄 알고, 기체를 발생시켜 모을 수 있다.
- 기체의 성질을 확인하는 실험들을 수행할 수 있고, 이를 통해 기체의 성질을 이해한다.
- 실생활에서 기체가 이용되는 여러 가지 예를 조사하고, 이때의 기체의 성질을 추리할 수 있다.
- 여러 가지 방법으로 이산화탄소를 모으는 활동을 통하여 개방적인 탐구 정신을 기른다.

III. 단원 지도 계획

차시	주제	학습활동	지식
	단원도입	· 여러 가지 기체	
1	우리 생활에서의 산소	· 공기의 성분 알아보기 · 우리생활에서 산소가 이용되는 경우 알아보기	· 산소의 이용
2~3	산소를 발생시켜 성질 알아보기	· 산소 발생시키기 · 산소의 성질 알아보기	· 산소의 성질



4~5	이산화탄소를 발생시켜 성질 알아보기	· 이산화탄소 발생시키기 · 이산화탄소의 성질 알아보기	· 이산화탄소의 성질 · 이산화탄소의 이용
6	수소를 발생시켜 성질 알아보기	· 수소 발생시키기 · 수소의 성질 알아보기	· 수소의 성질
7	여러 가지 기체와 우리 생활	· 여러 가지 기체와 우리 생활과의 관계 조사하기	· 질소, 헬륨, 프로판 가스, 오존 등과 우리 생활
8~9	여러 가지 방법으로 이산화탄소 모으기 (심화)	· 여러 가지 방법으로 이산화탄소 발생시키기	· 이산화탄소 모으는 법

IV. 배경 지식

1. 산소(酸素, oxygen)

가. 산소의 성질과 반응

주기율표 16족에 속하는 원소로 양(mass)으로 지구의 생물권, 공기, 바다 그리고 육지에서 가장 풍부한 화학원소이며 지각의 49.2%, 바다의 88.9%를 구성하는 요소이다. 또, 우주에서 수소와 헬륨 다음 세 번째로 많은 화학원소이다. 상온에서 이원자 분자로 존재하며 반응성이 커서 모든 원소와 반응하여 산화물을 만든다. 세 개의 산소원자로 이루어진 오존은 전혀 다른 성질을 띠며, 태양의 자외선을 차단하는 역할을 한다.

Oxygen이라는 이름은 그리스어의 ‘신맛이 있다’는 뜻의 oxy와 ‘생성된다.’는 뜻의 gennao를 합해서 만들었다.

산소는 1774년 영국의 프리스틀리에 의해서 발견되었다. 프리스틀리는 산화수은(II)를 가열하는 도중 발생하는 기체가 촛불이 훨씬 더 잘 타도록 하는 성질이 있는 것을 발견하였다. 또한 프리스틀리는 이 기체가 호흡과 관련되어 있다는 것을 발견하였다. 한편 스웨덴의 칼 빌헬름 셀레는 산소를 독자적으로 발견하였으나 산소의 발견을 먼저 발표한 것은 프리스틀리였다. 이후 기체는 안 라부아지에에 의해서 ‘산소’라 명명되었다.

원소기호	O
원자번호	8
원자량	15.9994 (약 16)
녹는점	-218.4°C
끓는점	-182.96°C
밀도	1.4289



공기의 성분	분자식	부피백분율 (%)	끓는점 (°C)	물 1부피에 용해되는 부피 (1기압, 20°C)
질소	N ₂	78.08	-196	0.015
산소	O ₂	20.95	-183	0.031
아르곤	A _r	0.934	-186	0.034
이산화탄소	CO ₂	0.031	-79(승화점)	0.88
네온, 헬륨, 크립톤, 크세논	Ne, He, Kr, Xe	0.005		

산소는 상온에서 이원자 분자로 존재한다. 산소분자(O₂)는 색, 맛, 냄새가 없고 물에 조금 녹는 공기보다 약간 무거운 기체이다. 공기 중 전체 부피의 약 21%를 차지하며 질소기체(78%) 다음으로 많다.

산소기체 자체는 타지 않지만 다른 물질이 타는 것을 도우며 반응성이 매우 커서 비활성 원소를 제외한 모든 원소와 반응하여 산화물을 만든다. 어떤 물질이 빛과 열을 내면서 격렬하게 산소와 반응하는 연소(燃燒)는 빠른 산화의 일종이며, 철과 같은 금속이 습기가 있을 때 공기 중의 산소와 결합하여 부식되는 것은 느린 산화로 볼 수 있다. 산소는 대부분 녹색식물의 광합성에 의해서 만들어지며 공기 중의 산소가 16% 이하가 되면 생명체는 위험해진다.

실험실에서는 염소산칼륨에 이산화망간을 넣고 가열하거나 과산화수소에 이산화망간을 가하여 산소를 얻는다.



이산화망간의 촉매 작용 : 화학 반응에서 자신은 반응에 관여하지 않고 단지 화학 반응 속도를 변화시키는 물질을 촉매라고 한다. 이산화망간은 과산화수소수가 산소를 발생시켜주는 것을 돋는다. 건전지 속의 검은색 가루가 이산화망간이다. 이산화망간 대신에 요오드화칼륨을 넣어도 되고 싱싱한 생감자, 쇠고기, 소의 간 등을 잘게 썰어 넣거나, 현 건전지를 분해하여 사용해도 된다.

나. 산소의 이용

- 1) 산소호흡기 : 환자용, 비행사, 잠수부(공기통), 등산가, 기포 발생기 등
- 2) 산소 용접 : 금속 재료의 용접과 절단, 인조보석 제조
- 3) 로켓 연료의 연소
- 4) 금속제련



※ 산수소 불꽃과 산소-아세틸렌 불꽃

산수소 불꽃은 산소와 수소를 2:1의 비율로 혼합하여 연소시키는 것인데, 불꽃의 온도는 2500°C 정도에 이른다. 불꽃은 거의 무색이며 불완전 연소 때에도 그을음이 없으므로 인조보석의 제조나 금속 재료의 용접과 절단 등에 많이 쓰인다.

산소-아세티렌 불꽃은 산소와 아세틸렌 기체를 5:2로 혼합하여 연소시키는 것인데, 불꽃의 온도는 약 3000°C 정도이다. 높은 온도를 이용하여 금속 재료의 용접과 절단에 쓰인다.

다. 산소의 양면성

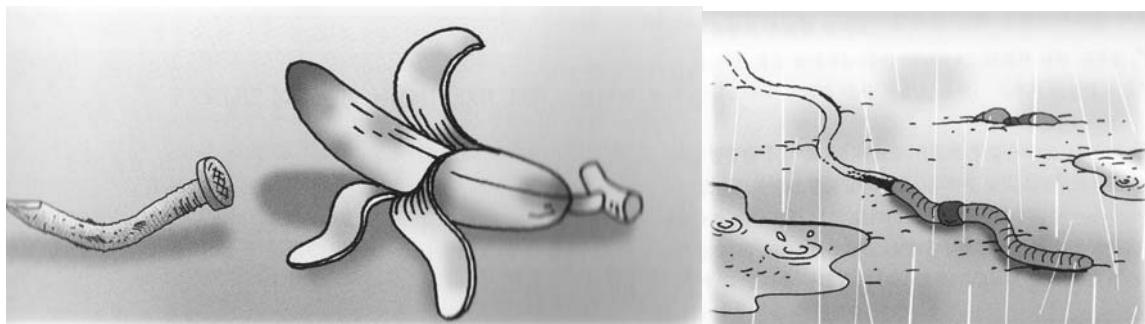
산소는 호흡이나 연소의 필수 물질로 우리 생활의 다방면에서 이용되고 있다. 그러나 때로는 이 산소 때문에 해를 입기도 한다.

1) 철의 부식현상

철 표면에 공기나 물이 접촉하면 녹이 생기는 현상으로 이때 산소는 철을 녹슬게 하는 원인이 된다. 철의 부식 현상을 막기 위해 페인트칠이나 기름칠을 한다.

2) 과일의 갈변현상

사과, 배, 그리고 바나나 같은 과일의 껍질을 깎아 공기 중에 두었을 때 흰색의 과육이 갈색으로 변하는데, 이는 산소에 의한 갈변현상이다. 이러한 갈변 현상을 방지하는 방법으로는 과일에 설탕을 뿌려주거나 소금물에 담그고, 진공 포장하는 방법이 있다.



3) 지렁이가 땅 속에서 나오는 이유는?

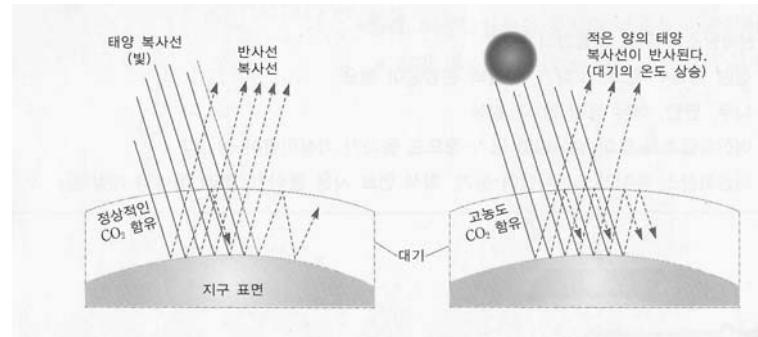
장마철과 같은 계절에는 비가 많이 와서 지렁이 굴에 비가 스며들게 된다. 지렁이는 피부를 통하여 호흡을 하는데, 비가 와서 굴에 물이 들어오면 지렁이는 공기를 얻기 어려워 지게 된다. 결국 지렁이는 호흡을 위하여 지상으로 나오게 된다. 이와는 다른 이유로 지렁이가 굴 밖을 나오는 경우도 있다. 즉, 날씨가 흐리고 습기가 충분하여 지렁이가 지상에 나와서 활동하여도 피부 호흡이나 이동에 지장을 받지 않는 경우도 있다.



2. 이산화탄소(二酸化炭素, carbon dioxide)

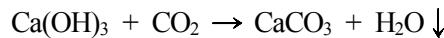
가. 온실효과

온실효과를 일으키는 기체는 대부분 이산화탄소이며 수증기, 메탄, 이산화질소, 프레온 기체도 온실효과를 일으킨다. 지구의 온도가 높아지면 극지방의 빙산이 녹아 해수면이 상승하여 낮은 곳에 있는 도시와 섬들이 침수되고, 농경지의 감소, 해안선의 변화 등이 일어나 많은 문제점이 발생하게 된다. 또한 미생물의 활동이 활발해짐에 따라 병충해의 피해가 크게 늘어나 농작물 수확이 줄어들게 되는 생태계 변화를 가져오게 된다.



나. 석회수가 뿌옇게 흐려지는 이유는?

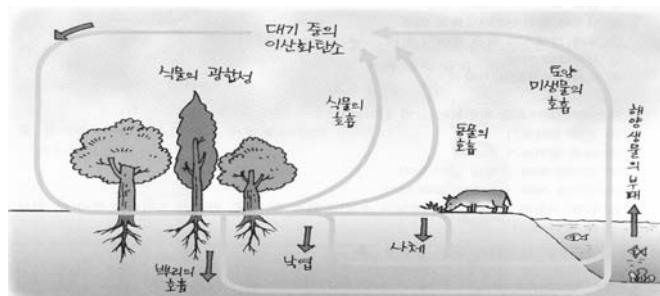
수산화칼슘 수용액(석회수)에 이산화탄소를 통과시키면 물에 녹지 않은 탄산칼슘 고체가 생성되어 용액이 뿌옇게 흐려지므로 이산화탄소의 검출에 이용된다.



다. 광합성작용

광합성은 엽록체를 가진 녹색 식물에서만 일어나는 것으로, 녹색식물은 태양빛을 이용하여 기공을 통해 들어온 이산화탄소(CO_2)와 뿌리에서 올라온 물을 이용하여 유기물(포도당 → 녹말)을 합성한다. 광합성 과정은 빛에너지를 화학적 에너지로 변화시켜 저장하는 과정이라고 말할 수 있다.

라. 이산화탄소의 순환



지구 대기 중의 이산화탄소의 양은 다양한 생물들에 의한 탄소의 흡수 및 방출작용으로 조절되고 있다. 예를 들어, 식물의 경우 호흡하거나 죽어서 부패하게 되면 이산화탄소를 대기 중으로 방출하고, 광합성을 할 경우 탄소 동화 작용을 하면서 이산화탄소를 대기 중으로



부터 흡수한다. 해양에서는 플랑크톤의 광합성이나 다른 화학적 작용에 의해 이산화탄소를 대기로부터 제거하거나 용해시킨다.

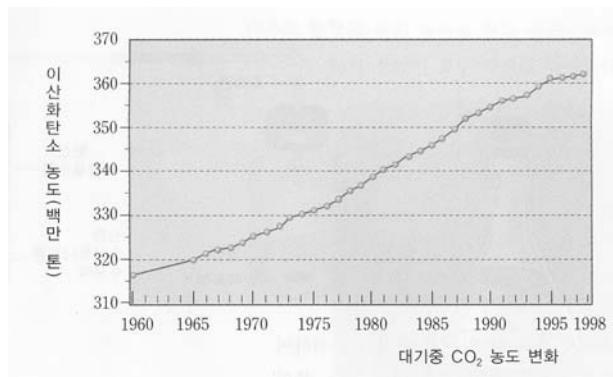
한편, 해양 생물들의 부패나 해수의 증발에 의해 거의 같은 양의 이산화탄소를 대기 중으로 방출시킨다. 이와 같이 이산화탄소의 순환이 자연 상태에서는 일정하게 방출과 흡수를 계속하면서 균형을 유지하고 있다

마. 이산화탄소 순환의 균형 파괴

문명이 발달하면서 이산화탄소의 순환에 변화가 일어나기 시작하였다. 예를 들어, 각종 에너지를 얻기 위하여 화석 연료를 소비하였으며, 늘어나는 인구에 따른 식량과 주거를 위하여 삼림을 훼손하였다. 이와 같은 형태로 대기 중에 방출되는 이산화탄소의 양은 연간 수십억 톤에 이르며, 이 양들의 대략 반 정도는 해양이나 식물 및 토양에 의해 흡수되거나 남아지는 대기에 그대로 축적되게 된다.

이산화탄소의 고정 기술을 이용하여 지구 온난화 문제를 해결하고자 하는 연구가 진행 중이다. 이산화탄소 고정 기술은 이산화탄소의 배출량을 줄이기 위한 기술이 아니라, 배출된 이산화탄소를 화학 변화시켜서 자원으로 다시 이용하려는 것이다.

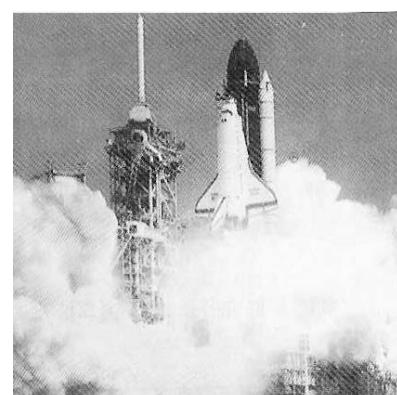
식물의 광합성 반응은 자연계에서의 이산화탄소 고정의 대표적 예로서, 이러한 현상을 모방하여 인공 이산화탄소 고정에 관한 연구가 진행 중이다. 또 산호초도 이산화탄소를 탄산 칼슘으로 고정시킨다.



3. 수소(水素, hydrogen)

가. 미래의 연료 – 수소

그림에서처럼 우주 왕복선이 우주를 여행할 때 커다란 연료통을 달고 가는 장면을 볼 수 있다. 이 연료통은 주로 액체 수소와 액체 산소를 담고 있다. 수소는 산소와 만나 연소할 때 많은 에너지를 내는 효율이 높고, 공해가 없는 청정 에너지원으로, 이 연료원에서 얻은 에너지는 우주 왕복선이 정상 궤도에 진입할 때까지 이용하게 된다. 이때 얻어진 물은 음료수로 사용될 수 있다.



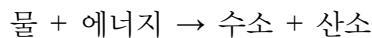
수소의 연소 : 수소 + 산소 → 물 + 142,000 KJ/kg

연료	석탄	휘발유	천연 가스	수소
열량(KJ/kg)	34,000	42,000	52,000	142,000

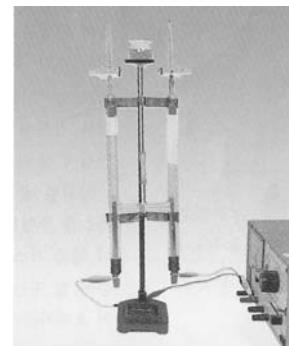


나. 수소를 얻는 방법은?

우주 왕복선은 액체 수소를 연료로 사용하고 있다. 그러나 이와 같은 매력적인 수소를 우리 생활에 사용하기에는 아직 이르다. 왜냐하면 수소의 폭발성을 방지하면서 안전하게 저장할 수 있는 방법이 아직 연구 중이기 때문이다. 물에 전기 에너지를 가하면 수소와 산소로 분해되어, 수소를 얻을 수 있다.



전기에너지를 이용한 물의 전기 분해는 비용이 많이 드는 단점이 있으나 최근에 와서는 무한정한 태양에너지를 이용하여 물을 분해할 수 있는 가능성이 발견되어 세계 각국은 다시 수소 에너지를 적극적으로 연구하고 있다.



4. 여러 가지 기체와 우리 생활

가. 질소(窒素, nitrogen)

비금속화학 원소로 기호는 N이고 원자 번호는 7이다. 일반적으로 색깔, 냄새, 맛이 없는 기체로 반응성이 매우 작고, 상온에서 매우 안정되어 다른 물질과 반응하지 않으므로 음식물의 저장이나 기름 탱크 또는 가스관의 청소에 이용된다. 질소는 지구대기의 78%를 차지하며, 모든 생명 조직의 구성물이다. 또한 질소는 아미노산, 암모니아, 질산 그리고 시안화물과 같은 중요 화합물을 구성하는 물질이기도 하다.

- 1) 기체질소 : 식품 포장, 기름 탱크나 트림 과자 봉지의 충전제, 에어백, 전구 속의 필라멘트 보호제, 포탄의 뇌관, 에어백 등에 사용
- 2) 액체 질소 : 음식의 냉동 (화학적으로 안정된 냉동제)
- 3) 암모니아, 질소 비료, 질산 등의 비료 제조 (고온에서 산소, 수소 등과 반응)



나. 헬륨(helium)

주기율표 18족에 속하는 원자번호 2의 비활성기체원소로 원소기호는 He로 표기한다.

- 1) 심해 잠수 작업용 호흡 가스
- 2) 기구, 비행선의 주입 가스
- 3) MRI, 초전도 자기 부상 열차



다. 연료로 사용되는 기체

- 1) 프로판 : 가정이나 음식점의 연료
- 2) 부탄가스 : 자동차, 휴대용 가스레인지
- 3) 메탄가스 : 가정용 연료, 발전용 보일러 연료

5. 기체 수집 방법

가. 수상치환



물에 녹지 않은 기체를 물과 바꿔 놓아서 모은다. 산소(O_2), 수소(H_2), 일산화탄소(CO)

나. 상방치환



물에 녹는 기체 중에서 공기보다 가벼운 기체를 모은다. 암모니아(NH_3)

다. 하방치환



물에 녹는 기체 중에서 공기보다 무거운 기체를 모은다. 염화수소(HCl), 이산화탄소(CO_2)



V. 실험 활동

1. 산소를 발생시켜 성질 알아보기



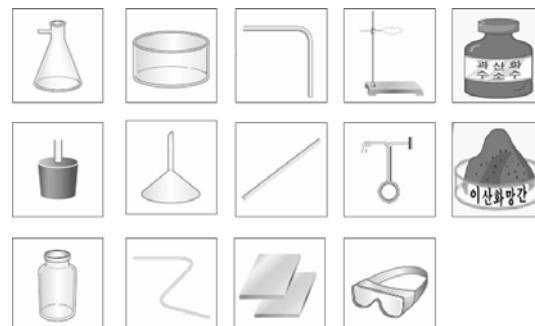
실험목표

산소 발생 장치를 꾸며 산소를 모을 수 있다.
실험을 통해 산소의 성질을 알 수 있다.



준비물

가지달린 삼각 플라스크 1개, 수조 1개,
ㄱ자 유리관 1개, 스탠드 와 링,
과산화수소수, 1구 고무마개 1개, 깔때기
1개, 펀치 클램프, 이산화망간 1g, 집기병
6개, 고무관 40cm 1개, 유리판 3개, 보안경,
성냥 또는 점화기, 향



실험과정

활동 1. 산소 발생장치 꾸미기

- 가. 가지달린 삼각 플라스크에 이산화망간을 1g 정도 넣고 물을 조금 부어 적신다.



- 나. 고무마개에 일자형 유리관을 꽂고 플라스크 입구를 막는다. 고무마개에 끼워진 유리관과 링에 장치된 깔때기를 고무관으로 연결하고 고무관의 중간쯤에 펀치 클램프를 끼운다.



- 다. 플라스크의 가지 부분에 고무관을 연결하고 ㄱ자 유리관을 끼운다.



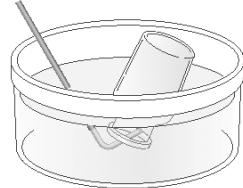


활동 2. 산소 발생시키기

가. 집기병에 물을 가득 채운다.



나. 물이 든 집기병을 물 속에 거꾸로 세운 다음, 그자 유리판을 집기병 속으로 넣는다.

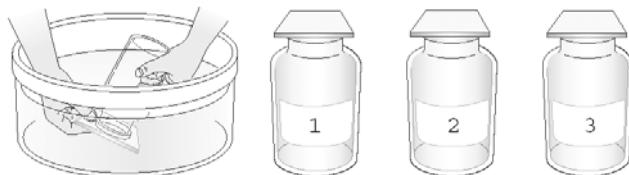


다. 깔때기에 묽은 과산화수소수를 부은 다음 핀치 클램프를 조금씩 열어 과산화수소수를 떨어뜨린다.



※ 핀치 클램프의 작동 여부를 사전에 점검한다. 과산화수소수는 물과 과산화수소수를 5 : 1로 희석하여 사용한다. 물 500mL 과산화수소수 100mL

라. 기체가 집기병에 가득 차면 집기병을 유리판으로 덮고 바로 세운다.



※ 이산화망간이나 과산화수소수 속에 들어 있는 불순물 때문에 냄새가 날 수 도 있으나, 순수한 산소는 냄새가 없다는 것을 신선한 공기의 냄새를 예로 들어 추리하도록 한다. 또, 기체 중에는 유독한 것도 있으므로 직접 냄새를 맡지 않도록 철저히 지도한다.



실험결과

◆ 산소 발생 실험 과정

1) 산소를 공기 중에서 모으지 않고 물 속에서 모으는 까닭은?	
2) 산소가 발생함에 따라 집기병 물의 속의 높이는 어떻게 됩니까? 집기병 물의 높이 변화가 생긴 까닭을 설명하시오.	



◆ 산소의 색깔과 냄새

실험	결과	방법
색깔		
냄새		

◆ 물질이 공기 중과 산소가 든 집기병 속에서 타는 모습 비교하기

	공기 중	산소가 든 집기병 속
향불		

2. 이산화탄소를 발생시켜 성질 알아보기



실험목표

이산화탄소 발생 장치를 꾸며 이산화탄소를 모을 수 있다.

실험을 통해 이산화탄소의 성질을 알 수 있다.



준비물

가지달린 삼각 플라스크 1개, 수조 1개, 그자 유리관 1개, 스탠드 와 링, 묽은 염산, 1구 고무마개 1개, 깔때기 1개, 핀치 클램프, 석회석 30g, 집기병 6개, 고무관 40cm 1개, 유리관 3개, 보안경, 성냥 또는 점화기, 초(크기가 다른 것 여러 개), 드라이아이스, 사이다, 촛불, 성냥, 약숟가락



실험과정

활동1. 이산화탄소 발생 장치 꾸미기

가. 가지 달린 삼각플라스크에 대리석을 조금 넣는다.



나. 고무마개에 일자형 유리관을 꽂고 플라스크 입구를 막는다. 고무마개에 끼워진 유리관과 링에 장치된 깔때기를 고무관으로 연결하고 고무관의 중간쯤에 핀치 클램프를 끼운다.



다. 가지에 고무관을 연결하고 그자 유리관을 끼운다.



활동2. 이산화탄소 모으기

가. 집기병에 물을 가득 채운다.



나. 물이 든 집기병을 물 속에 거꾸로 세운 다음, 그자 유리관을 집기병 속으로 넣는다.



다. 깔때기에 묽은 염산을 부은 다음 핀치 클램프를 조금씩 열어 묽은 염산을 떨어뜨린다.



라. 기체가 집기병에 가득 차면 집기병을 유리판으로 덮으면서 바로 세운다.



마. 포집한 기체가 들어있는 집기병을 수조 밖으로 꺼내어 유리판으로 덮어둔다.



전
공



◆ 대리석에 묽은 염산을 떨어뜨렸을 때의 변화

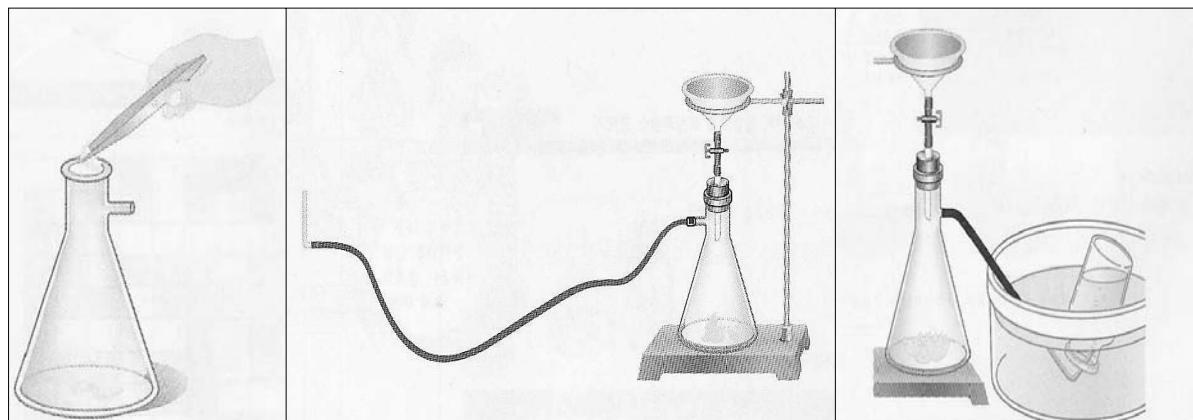
◆ 이산화탄소의 성질 알아보기

실험 관찰	결과	비고
색깔		
냄새		
이산화탄소가 든 집기병에 촛불을 넣었을 때		
이산화탄소가 든 집기병에 석회수를 넣었을 때		
공기와 이산화탄소의 무게를 비교했을 때		

활동 3. 여러 가지 방법으로 이산화탄소 모으기

가. 달걀 깨데기와 식초로 이산화탄소 모으기

- ♣ 45차시에 실험했던 이산화탄소 발생 장치와 동일하게 꾸민다.
- ♣ 석회석 대신에 달걀껍데기, 묽은 염산 대신에 식초를 사용한다.





나. 드라이아이스로 이산화탄소 모으기

1) 드라이아이스를 집기병에 넣는다.	2) 유리관을 끼운 고무 마개로 집기병을 막는다.	3) 물을 가득 채운 시 험관을 수조 속에 넣는다.	4) 드라이아이스 장치를 시험관과 연결한 후 어떠한 현상이 일어 나는지 관찰한다.

다. 식초와 탄산수소나트륨으로 이산화탄소 모으기

1) 삼각 플라스크 안에 탄산수 소나트륨을 넣는다.	2) 탄산수소나트륨이 든 삼각 플라스크 안에 식초를 넣 는다.	3) 삼각 플라스크주동이에 풍선 을 씌우고 풍선이 어떻게 되는지 살펴본다.

라. 사이다로 이산화탄소 모으기

1) 1.5 L 사이다를 2/3 정도 덜 어낸다.	2) 유리관과 고무 찰흙을 이용 하여 사이다병 입구에 잘 막 는다.	3) 사이다 병을 흔들어서 기체 를 발생시켜 수상치환으로 모은다.

**마. 조개껍데기와 묽은 염산으로 이산화탄소 발생 장치 꾸미기**

- ♣ 4·5차시에 실험했던 이산화탄소 발생 장치와 동일하게 꾸민다.
- ♣ 석회석 대신에 조개껍데기를 사용한다.

3. 수소를 발생시켜 성질 알아보기**실험목표**

수소를 발생시켜 수소의 성질을 찾아 낼 수 있다.

**준비물**

가지달린 삼각 플라스크 1개, 수조 1개, 그자 유리관 1개, 스텐드 와 링, 묽은 염산, 1구 고무마개 1개, 깔때기 1개, 핀치 클램프, 마그네슘조각 5-6개, 집기병 6개, 고무관 40cm 1개, 유리판 3개, 보안경, 면장갑

**실험과정****활동1. 수소 발생 장치 꾸미기**

- 가. 가지달린 삼각플라스크에 마그네슘을 조금 넣고 1구 고무마개에 유리관을 끼워 삼각 플라스크를 막는다.



- 나. 유리관에 고무관과 깔때기를 연결한 후 핀치 클램프를 고무관 가운데에 끼운다.



- 다. 삼각 플라스크의 가지 부분과 연결된 고무관에 그자 유리관을 끼우고 2/3정도 물이 든 수조 속에 넣는다.

**활동2. 수소 발생시켜 모으기**

- 가. 집기병에 물을 가득 채운다.



- 나. 물이 든 집기병을 물 속에 거꾸로 세운 다음, 그자 유리관을 집기병 속으로 넣는다.





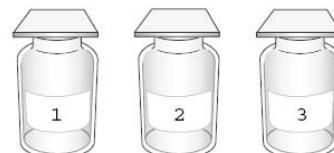
- 다. 깔때기에 묽은 염산을 조금 부은 다음 핀치클램프를 조금 씩 열어 묽은 염산을 떨어뜨린다.



- 라. 기체가 집기병에 가득 차면 집기병을 유리판으로 덮으면서 바로 세운다.



- 마. 포집한 기체가 들어있는 집기병을 수조 밖으로 꺼내어 유리판으로 덮어둔다.



※ 수소가 들어있는 집기병 속에는 촛불을 넣어서는 절대로 안 된다.

전
공



실험결과

◆ 마그네슘 조각에 묽은 염산을 떨어뜨렸을 때의 변화

◆ 수소의 성질

실험관찰	결과
색 깔	
냄새	
힌덴부르크호에 불길이 번진 까닭	
힌덴부르크호에 수소를 사용한 까닭	



적용사례

【 달걀 폭탄 만들기】

가. 실험 준비물

속이 비었고, 구멍이 두개 있는 달걀, 수소(묽은 염산+마그네슘조각)



나. 실험 방법

가. 삼각 플라스크에 묽은 염산과 아연 조각을 넣은 다음, 유리관을 끼운 고무마개로 막는다.	나. 양쪽에 구멍이 뚫린 빈 달걀의 아래쪽 구멍을 유리관에 가져다 대고 위쪽 구멍을 손가락으로 막아 수소를 모은다.	다. 수소를 모은 달걀의 위쪽 구멍을 막은 채 클램프 위에 놓는다. 손을 뗀 후 2-3초 후 달걀구멍에 성냥불을 가져다댄다.

VI. 지도상의 유의점

- 여러 가지 기체를 발생시켜 기체를 모으는 실험을 하는 것은 처음이므로 유리 기구 및 약품, 불을 취급할 때 사전에 충분한 안전 지도를 실시하도록 한다.
- 기체 발생 실험 시 안전을 위해 학생들에게 보안경을 착용하도록 한다.
- 고무마개에 유리관을 끼우는 활동은 학생들에게는 위험하므로, 교사가 직접 실험 준비를 하여 나누어 주도록 한다. 깔때기가 고무마개의 구멍 속으로 잘 들어가지 않을 경우에는 깔때기에 물을 바르고 끼우면 잘 들어간다.
- 실험에 사용하는 약품은 묽은 것이기는 하나, 진한 과산화수소나 염산 등이 피부에 닿게 되면 피부가 상하게 되므로 닿지 않도록 미리 주의를 주는 것이 좋다.
- 여러 가지 기체의 성질을 조사할 때, 색깔과 냄새가 있는지 알아보게 하는데, 색깔 관찰 시에는 집기병 뒤에 흰 종이를 대고 살펴보게 하고, 냄새를 맡고자 할 때는 기체가 들어 있는 집기병을 덮는 유리판을 연 다음, 그 주위에서 손을 저어 바람을 일으켜 냄새를 맡게 한다. 기체 중에는 유독한 것도 있으므로 직접 냄새를 맡지 않도록 철저히 지도한다.
- 수소 발생 실험은 교사의 시범 실험으로 진행하도록 한다. 수소는 폭발의 위험이 있으므로 수소 기체를 모은 다음, 절대로 불에 가까이 하게 해서는 안 된다.
- 다양한 방법으로 이산화탄소를 발생시키는 심화 실험 진행시에는 각 모둠의 실험 재료와 과정이 다르기 때문에 교사의 통제가 어려워 위험이 따를 수 있으므로, 사전에 충분한 안전 지도를 실시한다.



식물의 구조와 기능

인천용현남초등학교
교사 강신도
kalee888@hanmail.net

전
공

1. 꽃의 구조

꽃은 현화식물에 있어서의 생식기관이고, 작은데 반하여 복잡한 구성을 지니고 있다. 꽃에서 는 생식세포의 형성, 수정, 종자 및 과실의 발달 등 복잡한 과정이 단기간에 이루어진다.

꽃은 대개 꽂받침, 꽂잎, 수술 및 암술로 구성되어 있는데, 이들은 모두 번식을 실수 없이 할 수 있게 해준다. 꽂받침은 대개 녹색이며 꽃이 필 때까지 꽃눈을 보호하고, 꽂잎은 대개 화려한 색으로 곤충이나 그 밖의 수분매개 동물을 유혹한다. 수술은 수술대와 꽃가루를 만드는 꽃밥으로 이루어져 있고 암술은 주두, 암술대, 자방의 세 부분으로 이루어져 있다.

가. 꽃의 구분 방법

1) 갖춘꽃과 못갖춘꽃

이 세상에 있는 꽃들은 헤아릴 수 없이 많지만, 대부분의 꽃의 모양은 꽂받침과 그 안쪽의 꽂잎으로 이루어져 있다. 꽂잎 안쪽에는 수술이 나란히 있고, 수술 안쪽에는 암술이 있다. 이와 같이 꽃이 구성되는 기본요소는 꽂받침, 꽂잎, 수술, 암술의 네 가지이다. 따라서 이 4가지의 요소를 모두 갖추고 있는 꽃을 갖춘꽃(완전화)라 하고, 그 중에서 어느 하나라도 빠져있는 것을 안갖춘꽃(불완전화)라고 한다.

* 갖춘꽃 : 꽂잎, 꽂받침, 암술, 수술이 하나의 꽃에 모두 있는 경우 (봉숭아, 개나리 등)

* 안갖춘꽃 : 위의 네 가지 중 한 가지 이상이 없는 꽃 (튤립, 벼, 보리, 갈대 등)



2) 통꽃과 갈래꽃

진달래와 벚꽃은 꽂잎이 5장씩이다. 그러나 진달래의 꽂잎은 아래쪽이 이어져 있어서 떨어질 때에는 5장이 이어진 채로 동시에 떨어지고, 벚꽃의 꽂잎은 이어져 있지 않으므로 한 장 한 장이 따로따로 떨어진다. 즉, 국화, 진달래, 도라지꽃, 나팔꽃과 같이 꽂잎이 하나로 이어져 있는 꽃을 통꽃이라 하고 벚꽃, 유채꽃, 장미꽃처럼 꽂잎이 한 장씩 떨어져 있는 꽃을 갈래꽃이라 한다.

* 통꽃 ; 꽂잎이 하나로 붙어 있는 꽃 (백합, 개나리, 나팔꽃 등)



* 갈래꽃 : 여러 장의 꽃잎으로 이루어진 꽃 (무꽃, 복숭아, 장미, 벚꽃 등)

3) 양성화와 단성화

꽃은 대체로 한 꽃 속에 암술과 수술이 모두 있다. 이러한 꽃을 양성화라 한다. 그런데 오이나 호박처럼 한 그루에 수술만 있는 수꽃과, 암술만 있는 암꽃이 따로따로 피는 것이다. 그러나 꽃을 단성화라고 하는데, 수꽃이나 암꽃 모두 안갖춘꽃이다. 한 포기(그루)에 암꽃과 수꽃이 따로 달려 있거나 양성화를 합하여 암수한그루라 한다. 이렇게 수꽃만을 가진 그루와 암꽃만을 가진 그루로 나뉘어 있는 것을 암수한그루라 한다.

* 양성화 : 암술과 수술이 한 꽃에 있는 경우 (단성화가 아닌 모든 꽃)

* 단성화 : 꽃에 암술 또는 수술이 하나만 있는 경우

(암수 한 그루 : 오이, 호박, 소나무, 밤나무, 수박 등)

(암수 딴 그루 : 은행나무, 벼드나무, 뽕나무 등)

나. 꽃의 구조

대부분의 꽃은 바깥쪽에 꽃받침이 있고 그 안쪽에 꽃잎이 있다. 또 꽃잎 안쪽에는 수술이 있고 다시 그 한가운데에 암술이 있다. 꽃받침, 꽃잎, 수술, 암술이 나 있는 부분을 꽃받기 또는 꽃턱이라고 한다.

꽃받기는 접시처럼 원판형인 것과 보시기 모양인 것이 있는데, 민들레꽃, 벚꽃, 나리꽃처럼 꽃자루로 된 것도 있고, 밤꽃이나 목련꽃과 같이 꽃자루가 없는 것도 있다.

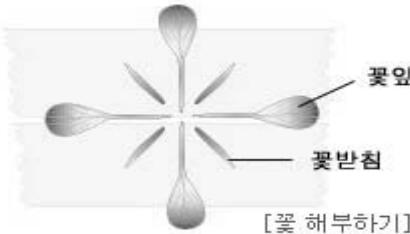
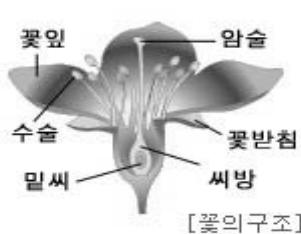
꽃자루란, 꽃받기에 이어져 꽃을 받치는 자루를 말한다.

1) 암술 : 암술머리, 암술대, 씨방, 밑씨로 되어 있으며, 밑씨는 자라서 종자가 되고 씨방은 자라서 열매가 된다.

2) 수술 : 꽃밥과 수술대로 되어 있으며, 꽃밥에서는 꽃가루를 만든다.

3) 꽃잎 : 아름다운 색을 띠고 있으며, 암술과 수술을 보호한다.

4) 꽃받침 : 꽃잎의 옆쪽에 있으며, 꽃잎을 싸서 보호한다.



다. 공통점과 차이점

1) 공통점 : 대부분 암술, 수술, 꽃잎, 꽃받침의 기본 구조를 하고 있거나 약간 변형된 형태이다.

2) 차이점 : 꽃잎과 꽃받침의 모양이나 수 등이 꽃에 따라 다르다.



라. 꽃이 하는 일

- 1) 식물의 번식 기능을 담당한다.
- 2) 암술과 수술 : 열매를 맺게 한다.
- 3) 꽃의 색깔과 향기 : 곤충을 유인하여 꽃가루가 암술에 옮겨지게 한다.

마. 꽃가루받이

- 1) 꽂과 곤충과의 관계 : 꽃은 곤충에게 꿀(양분)과 휴식처를 제공해 주고, 곤충은 움직임을 통하여 꽃의 수분이 일어나는 것을 도와준다.
- 2) 꽃가루받이(수분)이란 : 수술에 있는 꽃가루가 암술(머리)에 전달되는 것으로, 수분이 되고 수정이 되어야 씨가 생길 수 있다.
- 3) 꽃가루받이의 방법
 - 충매화 : 곤충에 의하여 수분이 이루어진다. (예 호박, 꽂, 봉숭아 등)
 - 풍매화 : 바람에 의하여 수분이 이루어진다. (예 소나무, 은행나무 등)
 - 조매화 : 새에 의하여 수분이 이루어진다. (예 동백나무, 선인장 등)
 - 수매화 : 물에 의하여 수분이 이루어진다. (예 나사말, 검정말, 붕어마름 등)
 - 인공 수분 : 사람에 의하여 인공적으로 수분이 이루어지진다.

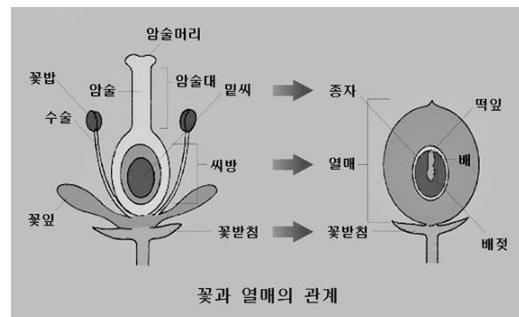
2. 꽃의 기능

가. 꽃과 열매의 관계

꽃이 피어 가루받이가 끝나면 열매와 씨가 생긴다. 씨방이나 꽂 턱이 변한 것이 열매이다.

피자식물의 열매는 과피와 종자로 되어 있고, 과피는 외과피, 중과피, 내과피로 되어 있다.

1개의 심피로 된 암술이 성숙하여 된 열매를 단과, 둘 이상의 암술이 성숙하여 된 열매를 복과라 한다.



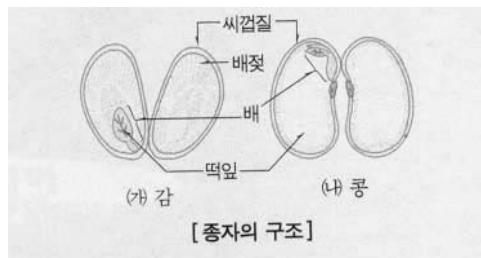
나. 열매의 관찰

꽃의 어느 부분이 열매로 되고, 어느 부분이 씨가 되는지 관찰하고, 열매가 너무 익으면 물려 자르기가 어려우므로 그 시기를 놓치지 말아야 한다. 너무 작아서 관찰하기가 어려운 것은 현미경을 이용한다.



다. 종자(씨)의 관찰 및 명칭

씨는 밑씨가 변한 것으로 작은 씨를 관찰할 때에는 돋보기나 현미경으로 관찰하며, 씨의 단면을 관찰할 때는 큰 씨 중앙의 쪼개지는 틈을 열어야 씨눈을 제대로 관찰할 수 있다.



3. 꽃의 구조와 기능 실험

가. 꽃의 분류

● 준비물

비닐주머니, 10여종 이상의 여러 가지 꽃과 열매, 비커, 면도칼, 해부현미경, 살레

● 실험활동

- 1) 여러 가지 식물을 꽃과 열매를 상하지 않게 채집한다.
- 2) 꽃의 형태를 관찰하여 특징별로 분류해 본다.
- 3) 열매의 형태를 관찰하여 특징별로 분류해 본다.

● 유의사항

- 1) 모든 부분이 상하지 않도록 완전한 형태로 채집한다.
- 2) 다양한 종류가 채집되도록 한다.
- 3) 분류 기준은 다양한 방법이 선정되도록 한다.

● 정리

특징 종류	전체 모양	꽃잎의 색	꽃잎의 수	꽃잎 상태		꽃의 종류		씨방의 위치	기타
				통꽃	갈래 꽃	양성화	단성화		
백합									
장미									
무궁화									
호박꽃									
옥수수									

나. 꽃의 해부

● 준비물

돋보기, 핀셋, 흰 종이, 셀로판테이프, 백합, 장미, 국화 등



● 실험활동

- 1) 백합꽃 하나를 책상 위에 거꾸로 놓는다.
- 2) 핀셋으로 꽃의 바깥쪽부터 하나씩 떼어내어 늘어놓는다.
- 3) 흰 종이 위에 꽃받침, 꽃잎, 수술, 암술의 순으로 가지런히 배열하고 셀로판테이프로 붙여 놓는다.
- 4) 장미, 국화꽃도 위와 같은 방법으로 실험한다.
- 5) 국화꽃을 분해하여 작은 꽃잎이 몇 개나 되는지 알아본다.

● 결과 정리

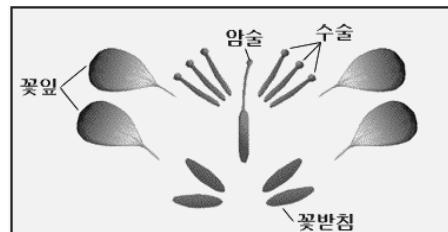
- 백합꽃을 분해하여 다음을 알아보자

- 꽃받침은 몇 장인가?

- 꽃잎은 몇 장인가?

- 수술은 몇 개인가?

- 암술은 몇 개인가?



- 장미꽃을 분해하고 그 모양과 구조를 그려보자

- 백합꽃과 장미꽃의 같은 점은 무엇인가? 또 다른 점은 무엇인가?

- 국화꽃의 작은 꽃은 몇 개나 되는가? 국화꽃과 장미꽃의 다른 점은 무엇인가?

4. 기공과 공변세포

식물의 잎은 태양에너지를 이용해 공기 중의 이산화탄소와 뿌리에서 흡수한 물을 재료로 탄수화물을 합성하는 장소다. 이것을 우리는 광합성 혹은 탄소동화작용이라고 부르며 정확하게는 잎을 구성하고 있는 세포 속에 있는 엽록체에서 일어나게 된다.



잎의 단면을 잘라보면 맨 위층을 구성하고 있는 세포들을 상피조직이라고 하는데 이들은 엽록체를 거의 갖고 있지 않은 투명한 세포들이다. 그리하여 광합성이 주로 일어나는 밑의 책상조직과 갯솜조직이라는 잎 속 깊숙이 빛이 투과해 들어가도록 한다.

반면에 잎의 맨 밑층을 구성하는 표피세포에는 광합성에 필요한 이산화탄소를 공기 중으로 부터 흡수하는 수많은 작은 기공이 있다. 광합성을 활발히 하기 위해서는 이 기공을 활짝 열어 많은 이산화탄소를 흡수해야 한다.

그러나 이 기공은 이산화탄소만이 아니라 동시에 뿌리에서 흡수한 물도 공기 중으로 증산시키는 중요한 통로다. 물이 충분할 때는 별 문제가 되지 않지만 가뭄 때는 기공의 열리고 닫히는 예민한 기작이 식물의 생사를 결정하는 중요한 요소가 된다.

기공은 구조적으로 공변세포라는 두개의 세포로 형성되어 있어 세포에 물이 많이 삼투해 들어오게 되면 부피가 커지면서 얇은 세포벽으로 된 세포의 바깥쪽이 부풀면서 기공은 열리게 되고, 물이 빠져나가 세포의 부피가 줄면 기공은 다시 닫히게 되는 것이다.

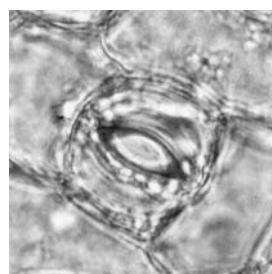
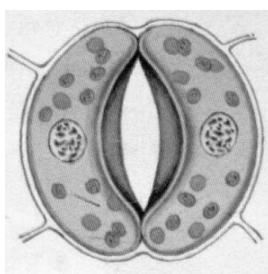
그런데 해가 뜨고 광합성이 시작되면 공변세포 내에 당의 농도가 높아지게 되고 이렇게 되면 삼투압이 높아져 물은 더욱 빨리 공변세포로 흡수되어 기공을 열게 한다.

역으로 밤에는 광합성을 할 수 없게 되고, 이미 합성된 당은 공변세포로부터 다른 저장기관으로 운반되어 녹말로 저장되므로 공변세포의 삼투압은 떨어져 물은 오히려 빠져나가 기공은 닫히게 되고 만다. 그러나 낮일지라도 가뭄으로 물의 흡수가 줄어들게 되면 공변세포의 삼투압은 떨어지면서 기공을 닫아 물의 소비를 줄이게 된다.

비록 기공을 닫음으로써 이산화탄소가 부족해 광합성을 못하더라도 생명유지에 더 중요한 물을 지키기 위해서다. 그러나 기공은 완전히 닫히고 열리기도 하지만 수분부족의 정도에 따라 기공을 일부만 열기도 한다.

즉 식물은 기공을 일부만 얇으로써 발생되는 수분손실과 광합성을 일부 수행함으로써 생기는 득실을 계산하여 최고의 생명력을 발휘할 수 있도록 조절한다는 것이다. 그러나 이 작은 기공이 수많은 환경요인에 따라 수시로 열리고 닫히는 기작이 얼마나 정교하고 복잡한지 아직도 과학자들은 다 밝히지 못하고 있다.

기공은 또한 식물의 종류에 따라 특이한 형태와 배열을 갖고 있다. 일반적으로 쌍떡잎식물들은 신장모양의 기공을 갖고 있는 반면 외떡잎식물들은 아령을 두개 겹쳐놓은 모양의 바벨형을 갖고 있다.





5. 현미경으로 기공 관찰하기

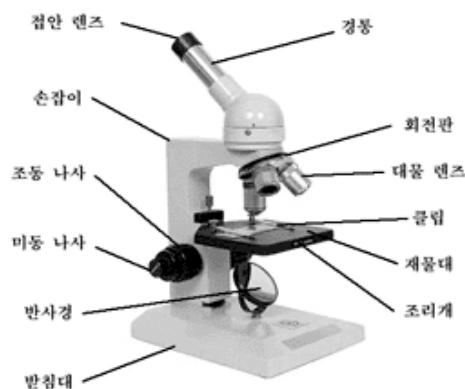
현미경은 생물 관찰 실험에서 가장 널리 쓰이는 도구이다. 따라서 현미경의 구조와 기능을 익히는 것은 생물 공부의 가장 밑받침이 된다고 할 수 있다. 현미경의 사용법을 몸에 익히면 눈으로 볼 수 없는 작은 생물 세계를 쉽게 접할 수 있다.

현미경은 1665년 로버트 후크가 처음 단순한 현미경을 사용하여 세포를 관찰한 이래 성능이 계속 발달하였다. 오늘날에는 광학현미경을 비롯하여 전자현미경, 원자현미경, 동초점 현미경 등 비약적인 발전을 하였다.

현미경 사용법은 단순하지만 어렵다. 특히 현미경을 처음 다루는 사람은 상을 찾기가 힘들므로 유의할 필요가 있다.

가. 현미경의 구조

- 접안렌즈 : 눈으로 들여다보는 렌즈
- 대물렌즈 : 프레파라트에 접하는 렌즈
※ 접안렌즈는 길이가 짧을수록, 대물렌즈는 길이가 길수록 고배율
- 조동 나사 : 경통이나 재물대를 크게 움직여 물체의 상을 찾는 데 사용
- 미동 나사 : 조동 나사로 맞춘 상을 더 정확하게 초점을 맞출 때 사용
- 조리개 : 렌즈로 들어오는 빛의 양을 조절
- 반사경 : 빛을 반사시켜 빛의 밝기 조절
※ 평면거울(저배율일 때)과 오목 거울(고배율일 때)이 있다.
- 재물대 : 관찰하려는 재료를 프레파라트로 만들어 올려놓는 곳



나. 현미경 사용 방법

1) 현미경 사용상의 유의점

- 밝은 곳에서 관찰하되 직사광선은 반드시 피한다.
- 관찰할 때에는 현미경에 무리한 힘을 가하지 않는다.
- 렌즈가 더러울 때에는 렌즈 페이퍼로 닦는다.
- 사용 후에는 저배율로 고정하고 건조한 곳에 보관한다.

2) 현미경 조작 순서

- 저배율의 대물렌즈가 경통 바로 밑에 오게 한다.
- 접안렌즈로 보면서 반사경으로 시야를 밝게 조절한다.
- 프레파라트를 재물대에 올려놓는다.
- 옆으로 현미경을 보면서 조동 나사를 돌려 대물렌즈가 프레파라트에 거의 닿도록 조절



한다.

- 접안렌즈를 보면서 조동 나사로 상을 찾고, 미동 나사로 초점을 정확히 맞춘다.
- 저배율로 관찰하고 필요에 따라 고배율로 관찰한다.

다. 현미경으로 관찰하기

1) 현미경의 배율 = 접안렌즈의 배율×대물렌즈의 배율

2) 현미경의 상의 이동

- 실물과 현미경의 시야에 나타나는 상은 사용하는 현미경에 따라 다르다.
- 일반적으로 상하 좌우가 바뀌어 나타나므로 프레파라트를 왼쪽으로 움직이면 물체의 상이 오른쪽으로 이동한다.
- 한 눈은 현미경의 상을 관찰하고 다른 눈은 관찰한 상을 그리는 데 이용한다.

라. 현미경의 종류

1) 광학 현미경 – 가시광선을 사용하여 관찰하며 분해능이 낮다.

- 단안 현미경 및 쌍안 현미경
- 실물 현미경(해부 현미경)
- 위상차 현미경

2) 전자 현미경 – 가시광선 대신 전자파를 사용한다.

마. 현미경으로 닭의장풀 기공 관찰하기

● 준비물

현미경, 신문지(잡지), 받침유리, 덮개유리, 스포이트, 흡습지, 양파, 닭의장풀, 아세트산카민

● 실험활동

- 1) 신문지나 잡지에서 글자 한 개를 오려 받침유리에 올려놓고 덮개유리로 덮는다.
- 2) 회전판을 돌려 저배율의 대물렌즈를 경통과 직선이 되도록 한다.
- 3) 조리개를 최대한 열고 반사경을 조절하여 광선이 렌즈 내에 들어오도록 한다.
- 4) 준비된 프레파라트를 재물대 위에 올려놓고 재물대의 구멍 한복판에 오도록 조절하고 클립으로 고정한다.
- 5) 옆에서 보면서 조동나사로 경통을 서서히 내리거나 혹은 재물대를 올려서 프레파라트 와 가까이 한다.
- 6) 접안렌즈로 들여다보면서 조동나사를 조절하여 상을 찾는다.
- 7) 미동나사를 서서히 조절하여 상이 또렷이 맺어지도록 초점을 맞춘다.
- 8) 관찰은 저배율에서 고배율로 하고, 고배율로 관찰할 때는 회전판을 돌린 후 미동나사



만을 조절하여 초점을 찾는다.

9) 닭의장풀을 재료로 하여 프레파라트를 만든 후 위와 같은 과정을 거치면서 관찰한다.

● 유의사항

- 1) 현미경을 무리하게 다루지 않는다.
- 2) 프레파라트를 만들 때는 공기가 들어가지 않도록 한다.

● 결과 정리

- 현미경의 명칭을 적어보고 각각의 하는 일을 알아보자.
- ‘가’라는 글자는 현미경 상에서 어떻게 보이는지 관찰하고 그려보자.
- 기공세포를 관찰하고 그 모습을 그려보자.
- 여러 가지 꽃가루를 관찰하고 그 모습을 그려보자.
- 현미경 사용 시 어려웠던 점을 적어보자.





동물의 한살이

인천신송초등학교
교감 조성택
amurcho@natel.com

전
공

I. 들어가며

개정교육과정에서 많은 교사들이 3학년을 맡고 나면 당황하게 한다. 동물의 한살이는 동물의 왕국과 동물농장만 보아도 교육의 상당 부분의 개념을 습득할 수 있기 때문이다.

그러나 동물의 한살이 단원에서는 어류, 양서류, 파충류, 조류, 포유류 등 모든 생태, 형태, 행태 등을 알아야 되기 때문에 선생님들께서는 머리가 아파오기 시작한다.

또한 생물은 생활방식과 행동양식이 다양하기 때문에 일반적으로 개구리는 ‘개굴개굴’ 운다고 알고 있으나, 울음주머니가 퇴화된 아무르산개구리(*Rana amurensis*)는 배를 떨어 공명현상으로 ‘딱! 딱!’ 하고 운다. 이 소리는 1-2m 떨어져 자세히 듣지 않으면 개구리 울음소리인지 잘 모른다.

이것처럼 생물은 사는 곳, 생육조건, 환경이 다양하기 때문에 우리 교사들이 다 안다는 것은 불가능하다.

본 단원은 사람을 포함하여 개, 닭, 개구리, 배추흰나비 등 다양한 동물들의 한살이 과정을 담고 있다. 이 단원의 학습을 통하여 사람을 포함하여 지구상의 모든 생명체는 태어나고, 자라고, 자손을 남기고, 죽는 한살이 과정을 이해하고, 또 자신의 성장과정을 알아보는 활동으로 시작하여 개, 닭, 개구리, 배추흰나비 등의 주변의 동물로 관심을 넓혀 갈 수 있는 단원이다. 실제로 본교에서 토끼를 키우다 보니 유치원 및 1,2학년 학생들은 토끼를 무서워하고, 3,4학년 학생들은 토끼에 많은 관심을 보인다.

따라서 각종 동물의 사육을 통하여 동물을 기를 수 있다는 자신감과, 잘 보살펴야 한다는 책임감, 먹이를 주면서 먹는 모습을 보면서 행복감 및 배려하는 마음까지도 키울 수 있는 단원이다.

본 강의에서는 선생님들께서 우리나라에서 흔히 볼 수 있는 아무르산개구리(*Rana amurensis*)와 배추흰나비(*Pieris rapae*)의 생태적 및 행태·형태적 특성과 실험 실패요인을 중심으로 설명드리고자 한다.

II. 지도의 실제

1. 개구리의 한살이

가. 양서강 개구리목의 분류 체계

우리나라의 개구리속에 속한 개구리는 6종이 보고(1975)되고 있는데, 우리나라의 귀화종으



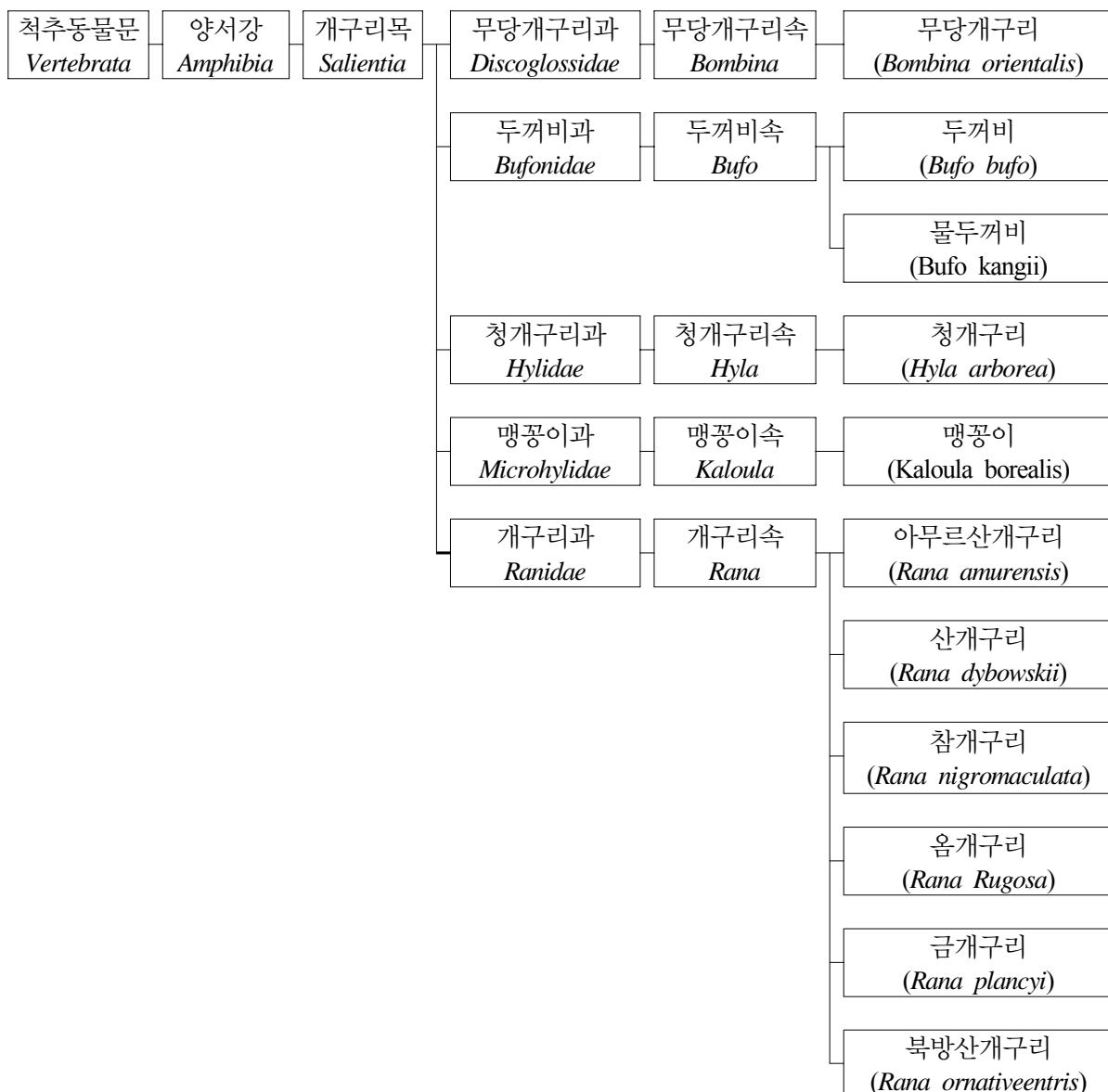
로는 70년대에 호텔 납품용으로 수입한 황소개구리로 뱀, 물고기, 게, 쥐 등을 잡아먹는 천적이 없어 생태계를 역행한다는 아우성의 소리가 높았으나, 요즈음에는 생태계의 평형을 이뤄 별 문제가 되지 않고 있다.

다음 표는 1975년 교육부에서 우리나라의 개구리를 분류한 표이다.

1) 생물 종 분류 체계

※ 계 → 문 → 강 → 목 → 과 → 속 → 종

2) 한국산 개구리 목(目)의 분류



3) 5과 5속 11종으로 분류된 개구리속에 속한 개구리 종은 산란 시기가 빠른 것 순으로 제시했고, 북방산개구리는 남한에는 서식하지 않고 있어 분류상 가장 밑에 놓았다.



나. 개구리의 한 살이

1) 한국산 무미류의 짹짓기 울음소리(mating call) 시기별 비교

무 미 류	개구리 울음소리가 나타난 시기						
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월
아무르산개구리		—	—				
산 개 구 리		—	—				
두 껴 비			—				
청 개 구 리				—			
참 개 구 리				—			
옴 개 구 리				—	—		
맹 꽁 이				—	—		
금 개 구 리						—	—

자료 인용 : 제37회 전국과학작품. 오범석 외.

※ 울음소리가 난다는 것은 산란시기와 일치한다. 따라서 아무르산개구리는 개구리 중에서 가장 먼저 산란한다.

2) *Rana amurensis*의 Life cycle

월 별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월
狎짓기 울음		—	—				
산 란		—	—				
올 챙 이			—	—			
뒷다리 나옴				—	—		
앞다리 나옴				—	—		
새끼 개구리					—	—	

3) 각 단계별 특징

가) 짹짓기 울음

일반적으로 개구리 울음 소리는 “개굴개굴 운다고 말하고 있으나, 아무르산개구리(*Rana amurensis*)는 그 관념을 벗어나 딱따구리가 우는 것처럼 울고 있다. 아무르산개구리는 울음 주머니가 퇴화되어 배를 떨어 공명현상을 일으켜 울기 때문에 ‘딱’ ‘딱’하고 운다. 그리고 산개구리는 새소리처럼 운다.



모든 동물의 Mating call(짝짓기 울음)로 하나의 분류의 key로 사용하고 있으나, 지역적 방언이 심하여 더 연구할 과제이다.

나) 포접할 수 있는 성체의 크기

체장은 주둥이에서 항문까지 잰 길이이다. 암컷의 체장은 30.77-48.12mm로 평균 36.71mm이며, 수컷은 32.68-38.85mm로 평균 36.00mm이며, 포접할 수 있는 확률은 30mm에서 잘 일어날 수 있는 것으로 사료된다.

다) 산란

아무르산개구리(*Rana amurensis*) 산란은 햇빛의 영향을 받는 낮 동안에 산란하는데 수온이 비교적 높은 18°C 이상일 때 산란한다. 따라서 차가운 바람을 막을 수 있는 바람막이가 있는 곳(언덕 밑), 그리고 비교적 오후에 물이 따뜻해지는 동북쪽에 산란한다.

산란 깊이는 수면에서 물 속 지면까지 쟀으며, 아무르산개구리의 산란 깊이는 28mm-104mm, 평균 46mm로 수온의 변화가 거의 없는 깊은 물보다 수온의 변화가 많은 얕은 물이 고여 있는 물 속에 산란한다. 따라서 2월과 3월에는 날씨가 차가워 밤사이에는 얼음이 안다. 그래서 아침에는 얼음 속에서 알을 발견하는 경우가 많다. 그러나 얕은 물 속에 알을 낳기 때문에 해토되는 3-4월의 가뭄으로 말라죽는 예를 많이 볼 수 있다.(참개구리:*Rana nigromaculata* : N=27구, 산란 깊이 : 88mm.)

라) 알의 장단경 및 한 쌍이 낳은 알 수

한 구의 장경은 36mm-101mm로 평균 66.3mm이며, 단경은 25mm-78mm로 평균 52.6mm로 약간의 타원형을 이루고 있었다.(참개구리:*Rana nigromaculata* : N=27구, 장경 ; 170mm, 단경 ; 117mm) 그리고 한쌍이 낳은 알의 개수는 318-1086개로 평균 670개이다.(참개구리:*Rana nigromaculata* : N=7구, 평균 ; 1880개 정도)

마) *Rana amurensis*의 겉아가미

올챙이의 겉아가미를 학생들은 관찰하기 어려운데, 관찰 시기가 적절치 못하여 관찰이 쉽게 되지 않는다. 필자가 관찰한 바에 의하면 알에서 나오기 직전 알속에서부터 겉아가미가 형성되어, 알에서 나와 움직임이 활발하게 될 때까지 2-3일 겉아가미가 있는 것으로 관찰되었다.

(참개구리는 아무르산 개구리보다 겉아가미가 더 크며 겉아가미가 없어지는 기간이 4-5 일 걸리는 것으로 관찰되었다.)

바) 새끼 개구리의 체장 측정

학생들이 아무르산개구리를 키우시면서 동정(同定)을 잘못하여 참개구리로 착각하여 ‘새끼개구리가 왜 이렇게 작으냐’고 질문하면 ‘사육조 속에서 키워 영양 상태와 환경 조건이 나쁘기 때문’이라고 거짓 진술을 하고 있다.

그러나 필자가 Digimatic caliper CD-15로 측정한 결과, 사육조에서 키운 아무르산개구리의 체장은 9.95mm-15.90mm로 평균 11.36mm이고, 현장에서 채집하여 측정한 결과 13.11mm-15.59mm로 평균 14.05mm로 사육조에서 키운 것이 현장에서 채집한 개체보다 2.69mm 작은 것으로 나타났다.

그러나 참개구리는 현장에서 채집하여 측정한 결과 평균 24.57mm로 아무르산개구리보다 평균 8.98mm 큰 것으로 판명되었다.



사) 기타 : 개구리 알과 개구리의 형태

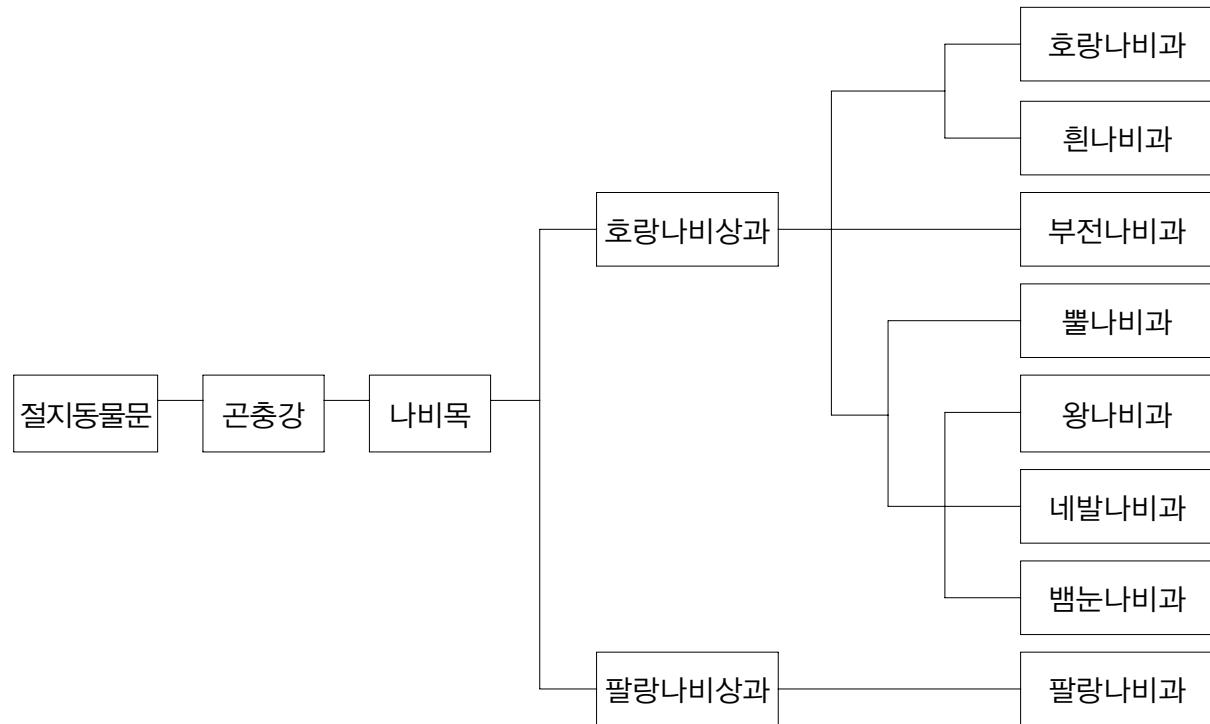
- ① 개구리 알은 수정되자마자 난할 되기 시작하여 24시간 내로 난할이 끝난다. 그래서 난할 과정을 거의 볼 수 없다. 따라서 교과서에 제시되어 있는 알이 변하는 과정 관찰은 알이 올챙이로 변하는 과정을 관찰하라는 것이다.
- ② 개구리 알은 수정되자마자 알이 활발히 난할 하기 시작하여 2세포기, 4세포기, 8세포기, 16세포기를 거쳐 분열되다가 상실기, 낭배기에 낭배를 형성하고 알속에서 올챙이로 형태를 갖추게 된다. 그리고 시간이 지나면 알속에서 빠져 나와 움직이며 변태를 하게 된다. 변태를 할 때는 많은 에너지가 필요하기 때문에 움직임이 둔하다.
- ③ 개구리는 체외수정으로 수정시키기 때문에 암·수의 구별이 어렵다. 이 때는 개구리를 잡아 앞다리를 살펴보면 짙은 색의 혹 같은 것이 나와 있는 것이 수컷이다.

2. 배추흰나비

배추흰나비의 애벌레는 완전 변태하는 곤충으로서 4번의 허물을 벗고, 배추흰나비가 되며 단계별로 이름은 알, 애벌레, 번데기, 성체인 나비로 된다. 허물을 벗는 것을 탈피라는 용어를 사용한다.

나비는 분류학상 절지동물문, 곤충강, 나비목에 속하는 것으로서 우리가 알고 있는 나비의 종류는 흰나비, 노랑나비, 호랑나비 등 몇 종류밖에 모른다.

지구상에 있는 나비의 종류는 대략 20000종으로 알려지고 있으며, 그중 한국에서만 볼 수 있는 나비는 8과 252종이다. 252종 중 남한에서만 볼 수 있는 나비가 203종, 미접(길잃은 나비)이 3과 7종으로 남한 토착종이 196종이 된다.(아카데미 서적, 1996). 다음 표는 나비의 계통도이다.



〈그림〉 나비의 계통도



그러나 어느 방송에서 ‘도시에는 나비가 없다’란 방송을 한 적이 있다. 공해도 원인이 있지만 가장 큰 문제는 식초(먹을 풀)가 없기 때문에 도시에서 나비가 사라지고 있다. 실제로 필자는 도심지(연수동 및 구월동)에 나가서 2시간 만에 20~40마리까지 잡는다. 대부분 배추흰나비, 줄흰나비, 노랑나비, 네발나비, 작은멋장이나비 등이 잡히지만 나비는 분명히 있다. 나비는 보호색을 띠기에 잘 관찰하지 않아서 사람들의 관심에서 벗어나거나 바쁜 생활 속에서 생활하기에 미쳐 나비를 볼 사이가 없기에 그런 방송을 한 것이다.

본 차시에서는 배추흰나비의 기본적인 생태를 살펴보고, ‘나비의 채집법’과 나비를 영원히 보관할 수 있는 ‘표본법’에 대해서 중점적으로 설명 드린다.

가. 배추흰나비의 일반적인 생태 및 형태

1) 배추흰나비의 알 관찰

나비목. 흰나비과의 곤충으로 배추, 무, 양배추, 케일, 담배 등의 십자화과 식물에 피해를 주는 해충이다. 그리고 성체가 되었을 때는 식물의 수정을 도와주는 이해(利害)의 양면성을 가진 동물이다. 그러나 배추흰나비의 알 채집은 도심지의 위치한 학교에서는 배추흰나비가 알을 잘 슬어 놓지 않기 때문에 좀처럼 알을 관찰하기가 힘들다. 따라서 현장학습을 통해서 알을 채집해서 학교에 심어 놓은 케일 등에 옮겨 놓는 것이 좋다. 실제로 필자가 시골에 가서 무 잎에 달린 알을 무 잎째 채집하여 물에 꽂아 놓았더니 배추흰나비 알에서 나와 무 잎을 먹었다. 며칠 후 무 잎이 시들어 애벌레를 케일 잎에 옮겨 놓았더니 잘 먹고 자라 배추흰나비까지 성공한 예가 있다. 배추흰나비의 애벌레는 월동한 2년생 케일은 잘 먹지 않으므로 1년생 케일을 심어 놓는 것이 좋다. 알의 크기는 1mm내(필자가 배추흰나비의 알의 10개를 채집하여 측정한 결과, 크기는 0.92mm-0.96mm, 평균 0.94mm)로 작아, 육안으로는 관찰이 어려움으로, 채집하여 실체현미경이나 현미경($\times 40$ 정도)을 사용하여 관찰한다.

2) 애벌레 관찰

알에서부터 사육하다 보면 애벌레가 성장하는 동안 크기를 재보면 허물 벗는 횟수를 알 수 있다. 필자의 연구 결과에 의하면 103개체를 조사하였더니 4mm에서 한번 탈피하고 15mm 두 번째, 20mm에서 3번째, 25mm에서 4번째 탈피하여 번데기로 된다. 그러나 애벌레가 되었다고 전부가 번데기가 되는 것은 아니다. 배추흰나비 애벌레의 천적인 배추벌레 고치벌의 피해도 만만치 않다.

3) 번데기 관찰

애벌레에서 번데기로 될 때의 습성은 안전한 장소를 찾기 위해 빨리 돌아다니며, 구석진 모서리 같은 곳에 번데기를 만든다. 따라서 사육 상자 속에서 키우는 것이 바람직하다. 번데기의 크기는 19mm-20mm정도 되며 체폭은 6mm-7mm가 된다.

4) 배추흰나비 관찰

계절에 따라 번데기에서 배추흰나비가 나오는데 걸리는 시일에는 차이가 있어 6-8월에



는 5-7일 걸리고, 9월에는 약 7일 정도 걸린다. 번데기에서 성체가 나오는 모습은 번데기의 정수리 위 껍질이 쪼개지면서 우화가 시작된다. 모든 완전변태하는 곤충들이 그러하듯 이 머리부터 나오고 온몸이 드러난다.

20여 일 동안 자라온 과정을 지켜보며 정성을 들였으니 날려 보내는 것은 아쉬움이 남을지 모르지만 ‘생명의 존엄성’을 생각해서 배추흰나비가 잘 살 수 있도록 날려 보내는 것도 좋은 방법이라고 생각된다.

5) 배추흰나비의 한살이

배추흰나비는 알, 애벌레, 번데기를 거쳐 성체인 배추흰나비로 된다. 이와 같이 자라면 서 크기뿐 아니라 모양과 생활 방법이 크게 변하는 것을 변태라고 한다.

변태에는 번데기 과정을 거치는 완전 변태와 번데기 과정을 거치지 않는 불완전 변태로 나뉜다. 완전변태하는 동물에는 나비, 무당벌레, 파리, 모기 등이 있으며, 불완전변태하는 동물에는 잠자리, 메뚜기, 여치, 방아깨비 등이 있다

나. 나비 표본법

채집한 나비는 표본을 만들어 오래도록 보존해야 하는데, 이 때 보기에도 아름답고 조사하기에도 편리하게 만드는 것이 바람직하다. 나비 표본 방법은 다음과 같다.

1) 곤충바늘

나비 표본을 만드는데 이용하는 바늘은 곤충바늘용으로 특별히 만들어진 것으로 길이가 보통 3.5~4cm이다. 시중에서 파는 사무용 편은 굽어서 다리를 상하게 한다. 곤충바늘은 스테인리스가 가장 좋는데, 유럽이나 미국에서 널리 사용하고 있는 강철제는 우리나라와 같이 장마철에 습기가 많은 곳에서는 녹이 슬어서 표본을 상하게 할 우려가 있다. 바늘의 굽기는 0호에서 7호까지 있는데 3-4호가 적당하다. 바늘은 나비의 몸과 수직(90°)이 되도록 하여 가슴 등 쪽에 중앙에 꽂는다. 배면을 보고자 할 때는 가슴 배 쪽에서 꽂는 수도 있다.

2) 전시판

날개를 펴서 건조시키는데 사용되는 것이 전시판인데 보통 오동나무로 만들며 중앙에 홈이 있다. 나비의 크기에 따라서 적당한 크기의 것을 사용할 수 있다.

사용법은 바늘과 전시테이프를 이용하여 날개를 알맞은 자리에 놓은 다음 눌러 움직이지 않게 하면 된다. 전시 테이프는 나비의 날개가 투시되어 보이는 유산지(미농지)가 편리하다. 전시가 끝나면 그대로 3~4주간 먼지나 벌레가 없는 곳에 놓아두어 건조시키면 된다. 그러나 나비가 전시판에 놓고 며칠 후 표본화 하였다며 아직 덜 고정되어 날개가 밑으로 쳐져 보기에 안 좋다.

필자의 연구에 의하면 싸고 전시도 잘 할 수 있는 스치로폼을 이용하면 좋다.

3) 라벨

완성된 표본에는 반드시 채집 장소, 채집년월일, 채집자 이름을 기록한 라벨을 만들어



곤충 바늘 아래 1/3쯤 되는 곳에 꽂아 두어야 한다. 라벨은 될 수 있는 대로 작게 만들고 크기가 일정하게 하는 것이 좋다.

채집지	인천 연수동
채집일	10. 07. 28
채집자명	조성택

4) 채집의 보존

아무리 훌륭하게 만들어진 표본이라 하더라도 관리가 나쁘면 오래 가지 않아 못 쓰게 된다. 나비의 보존관리에 있어서 가장 중요한 것은 표본상자로서 이 표본상자가 좋으냐 나쁘느냐에 따라서 표본의 보존 관리가 좌우된다고 할 수 있다.

5) 표본상자

표본을 안전하게 보존하기 위해서는 완전히 밀폐할 수 있는 상자가 필요하다. 우리나라에서는 오동나무와 피나무로 만든 상자를 구입할 수 있다. 표본상자에는 한 면에 유리를 붙인 것과 그렇지 않은 것이 있는데, 유리를 붙이지 않은 것은 속에 든 내용을 볼 수가 없어 불편하나 많은 표본을 좁은 장소에 보관하고자 할 때는 편리하다. 또 유리를 붙인 것은 붙이지 않은 것보다 틈이 많아서 해충이 침입하기 쉬우므로 유리를 끼운 곳엔 실리콘으로 칠하면 방충방습에도 도움이 된다.

밑바닥에는 코르크판, 스치로폼, 폴리우레탄을 깔아서 곤충바늘이 쉽게 꽂히도록 하고 그 위에 흰 종이를 바르면 표본이 돋보이고 깨끗한 느낌을 준다.

6) 보존할 때

보존할 때는 광선·충해·곰팡이의 세 가지 사항에 특히 주의해야 한다.

태양광에 의한 색의 변화와 건조하고 어두운 곳에 보관하면 곰팡이가 피는 것을 방지할 수 있다. 충해는 주로 수시령이, 다듬이벌레, 좀에 의한 것으로서 나프탈렌과 같은 기피제를 넣어 두는 것이 좋다.

표본에서 해충이 발견되면 즉시 그 표본상자 안에 파라디클로로벤젠 가루를 대량으로 뿌려서 며칠동안 밀폐하여 두면 완전히 살충할 수 있다. 곰팡이가 발생하면 이황화탄소, 페놀 등을 밀봉하여 넣어 두면 얼마 후 냇으로 털어 버리면 된다.

7) 표본상자의 보관

표본 상자는 건조한 방에 두어야 한다. 우리나라와 같이 장마철에 습기가 많은 곳에서는 표본상자의 보관에 각별히 신경을 쓰지 않으면 안 된다. 표본상자는 될 수 있는 대로 장속에 넣어 두는 것이 좋다. 또 표본상자는 한 두 가지의 크기로 통일하여 두는 것이 다루기에 편리하다.

8) 표본의 정리

표본을 표본상자에 배열하는 방법에는 두 가지가 있는데, 하나는 분류 순에 따라 배열하는 방법으로 과에 속하는 무리별로 다른 상자에 넣는 것이고, 또 하나는 지역 구분에 의한 배열 방법이다. 이 방법은 한 지방의 종류를 조사 하는 데는 매우 편리하나 일정한 무리만을 조사하고자 할 때는 여러 상자를 조사하지 않으면 안 되므로 매우 불편하다.



III. 맷음 말

본 연구 개구리 Data는 필자가 8년 동안이라는 사전 연구를 하고, 16년 전에 과학작품을 내기 위해 직접 실험하고 얻은 결과이다. 나비는 틈틈이 연구하여 탐구사례를 제출한 것이다. 우리나라에서는 이런 연구 Data가 없기 때문에 연구하면서도 이것이 맞는지 틀리는지도 모르고 연구에 몰두한 저 자신을 돌아보면 부끄럽다.

일반적인 내용은 다 아는데 조금만 깊이 들어가면 잘 모르는 초등 교사들이 이러한 연구 Data를 만들어 갔을 때, 바로 이런 know-how가 쌓여 갔을 때 우리의 생물과학 아니 과학의 앞날은 밝지 않을까 생각한다.

전
공





날씨와 계절의 변화

인천문학초등학교
교사 김설한
edutou@hanmail.net

전
공

I. 들어가며

날씨 변화와 계절 변화는 우리의 일상생활과 매우 밀접한 관련이 있는 자연 현상으로, 학생들은 이러한 자연 현상에 대해 흥미와 호기심을 갖고 탐구할 수 있는 기회를 [날씨와 계절 변화]단원을 통해 학습하게 된다. [날씨와 계절 변화]관련 단원은 7차 교육과정에서는 3학년 ‘날씨와 우리 생활’, 5학년 ‘기온과 바람’, 6학년 ‘일기 예보’, ‘계절의 변화’가 해당되며, 개정된 7차 교육과정에서는 3학년 ‘날씨와 우리생활’, 6학년 ‘날씨의 변화’, ‘계절의 변화’가 해당된다. 이 단원들은 일상생활과 관련이 많으면서 오랜 기간 관찰이 요구되는 날씨 및 계절에 대해 다양한 관련 개념과 실험 활동으로 구성되어 있다.

본 장에서는 새롭게 수업 현장에서 적용되고 있는 개정된 7차 과학과 교육과정의 목표를 바탕으로 [날씨와 계절 변화]단원의 전체적인 학습 흐름과 이에 포함되어 있는 탐구실험활동에 대해 살펴보고자 한다.

II. 과학과 교육과정의 목표와 [날씨와 계절 변화]와의 관련성

본 절에서는 초등학교 현장에 적용되고 있는 개정된 7차 과학과 교육과정의 목표와 [날씨와 계절 변화]와의 관련성에 대해 살펴보고자 한다.

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.

- 가. 과학의 기본 개념을 이해하고, 자연 탐구와 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다.
→ 지식 : [날씨와 계절의 변화]와 관련된 기본 개념은 무엇인가?
- 나. 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다.
→ 탐구 : [날씨와 계절의 변화]에서 탐구 능력을 기를 수 있는 방법은 무엇인가?
- 다. 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양한다.
→ 태도 : 학생들은 [날씨와 계절의 변화]에 대해 어떤 흥미와 호기심을 갖고 있을까?
- 라. 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 인식한다.
→ Science-Technology-Society : [날씨와 계절의 변화]단원 학습을 경험하는 학생, 교사, 학습이 이루어지는 상황이 상호 어떤 관계를 맺는가?



과학과 교육과정의 목표를 살펴보면 [날씨와 계절의 변화] 단원에서는 우리가 경험하는 자연 현상을 관찰한 후, 이를 해석하는 과정을 경험하는 것이라 할 수 있다. 즉, 거시적인 자연 현상의 변화인 날씨 변화와 계절 변화의 관찰을 통해 이러한 변화가 발생하는 이유 또는 원인에 대해 생각해 보는 기회를 갖는다고 할 수 있다.

앞에서 언급한 과학 교육과정의 목표를 바탕으로 [날씨와 계절 변화] 단원의 전체적인 학습 흐름을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, [날씨와 계절 변화]에 대한 흥미와 호기심으로부터 출발한다. 자연에 대한 호기심과 흥미는 자연을 탐구하도록 하여 과학의 기본 개념을 이해하도록 만드는데 중요한 역할을 한다.

둘째, [날씨와 계절 변화]와 관련된 기본 개념을 이해한다. 국민 공통 기본 교육과정에서는 그 목표를 과학적 소양을 갖춘 시민의 양성에 두고 있기 때문에 과학의 지식 체계를 이해하기보다는 과학의 기본 개념을 이해하는데 목표를 두고 있다.

셋째, 자연 현상인 날씨 변화와 계절 변화에 대해 일상생활 속에서 과학적으로 탐구할 수 있는 기회를 제공한다. 과학교육의 궁극적 목표인 과학적 소양을 기르기 위한 가장 효과적인 교육 방법 중 하나는 모든 학생들을 되도록이면 자주 자연 탐구에 참여시켜서 과학자들이 하는 탐구 방법을 체험할 기회를 제공하는 것이다. 즉, 학생들은 탐구를 통하여 과학적으로 사고하는 방법을 가장 잘 배울 수 있다.

넷째, 지금까지 [날씨와 계절 변화]에 대해 흥미와 호기심을 갖고 관련 과학 기본 개념을 이해한 후, 호기심을 해결하기 위해 과학적으로 탐구하는 과정을 경험하였다. 이때, 학생들의 경험은 학생 자신의 실생활 경험과 연계할 수 있어야 한다. 교사는 실생활 맥락(사회)을 바탕으로 학생들의 개인적 경험과 학교 과학 개념간의 관련성을 찾을 수 있도록 기회를 제공함으로서 학생들도 시험만을 위한 과학 개념 습득에서 벗어날 수 있다. 결국, 학교에서 학습한 과학 개념을 실생활 환경으로 전이하는 것은 학교 학습의 궁극적인 목적이기도 하다.

III. [날씨와 계절의 변화]에 학습동기 유발방법

일반적으로 학습에 있어서 학생들이 갖는 동기는 중요하며, 과학과의 학습에 있어서도 마찬 가지이다. 개정된 7차 교육과정 과학과의 목표에서도 학생들의 흥미와 호기심을 강조하고 있는데, 이는 과학과의 목표 성취에서 학생들이 갖는 내재적 동기가 중요함을 보여주는 좋은 예이다. 다음의 활동은 과학과 수업 중 [날씨와 계절의 변화]의 학습에서 주로 활용할 수 있는 흥미와 호기심 유발 활동의 예들이다.

1. 시범 수업을 이용한 방법

준비된 실험 기구 및 재료를 이용하여 실험의 과정을 함께 안내하는 방법이다.

우선 교사는 실험에 이용되는 실험 기구들을 하나씩 보여주면서(이때, 실물환등기를 이용할 수 있다.) 사용 방법을 시범으로 보여준다. 이렇게 실험기구의 사용방법을 보여주는 이유는 여러 연구에서 학생들이 적절한 실험 기구를 올바른 방법으로 사용하는 능력이 부족하다고 지적하였고, 과학과 실험 및 관찰 수업 사례에서 나타난 수업의 문제점으로 실험 기구의 용도와 사용



법에 대한 설명이 부족함을 지적하였기 때문이다. 초등학교시기에 바르고 정확한 실험 기구 조작 능력의 습득을 통해, 실험 기구를 능숙하게 사용하면 학생들이 실험을 더 재미있게 할 수 있다.

[날씨와 계절의 변화]를 학습할 때는 다른 내용에 비해 실험기구 사용빈도가 상대적으로 적다. 하지만, 예를 들어 7차 교육과정에서 5학년 1학기 “기온과 바람” 단원에서 바람이 부는 까닭에 대해 알아보는 활동에서 대류 상자를 활용한다. 이 실험은 지구에서 일어나는 큰 규모의 현상인 바람을 모형을 통해 재현함으로서 바람이 부는 까닭을 알아보는 것이다. 이를 위해 대류 상자를 사용하는데, 이 실험은 의도된 대로 실험 결과가 나오지 않아 학생들에게 혼란을 야기하는 실험들 중 하나이다. 따라서 교사의 시범 수업을 통해 학생들의 혼란을 미리 막을 수 있을 것이다.

〈표 1〉 대류상자 실험 시 의도된 실험결과를 얻지 못했을 경우의 대처 방법

	상황	그림	대처방법
상황1	향 연기가 양 쪽 굴뚝에서 모두 나오는 경우		대류 상자 안의 모래와 얼음의 온도차가 크지 않기 때문에 일어나는 현상 → 다시 실험을 구성하여 실시한다.
상황2	향 연기가 대류 상자 내부에서 순환하기만 하는 경우		대류 상자 위의 종이 굴뚝 구멍이 너무 작아서 향 연기가 굴뚝으로 빠져나가지 않아 생기는 현상 → 대류 상자 위 구멍을 크게 뚫어서 실험
상황3	향 연기가 모래 쪽으로 이동하지 않고 바로 상승하여 퍼지는 경우		대류 상자 안에 놓여 있는 모래와 얼음의 온도차가 크게 나타나지 않아서 생기는 현상 → 모래와 얼음의 온도차가 나타날 때까지 잠시 기다리거나 또는 모래를 햇빛에 더 놓아 데우던가 얼음에 소금을 더 뿌려 온도차가 크게 나타나게 함

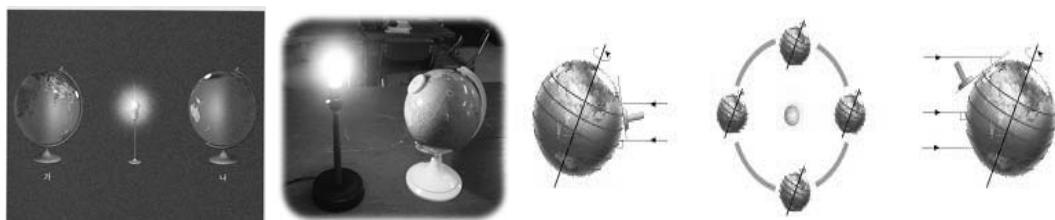
교사의 시범 수업 중에도 의도한 실험 결과와 다른 현상이 일어난다면, 왜 이런 현상이 나타났는지 그 까닭에 대해 원인을 분석하는 토론 활동으로 이끌어갈 수 있을 것이다. 개정된 7차 교육과정에서는 ‘창의력 신장’을 위해 토론을 강조하고 있기에 대류상자를 활용한 과학수업 시간에 적용할 수 있을 것이다.



요즘 선행학습의 영향으로 실험 결과를 이미 알고 수업에 참여하는 학생이 많아, 실험결과를 바로 알게 되는 경우도 있다. 이런 경우에는 조금 전에 보여준 실험 과정에 변화를 주었을 때 그 결과가 어떻게 변화될지 학생들의 반응을 알아 볼 수 있다.

2. 사진 · 비디오 · 실물자료를 이용하는 방법

교과서에 나와 있는 사진자료보다, 생생한 현장감이 있는 비디오자료나 또 다른 사진자료, 실물 자료를 이용하는 것이 좋다. 사진자료는 직접 인터넷을 검색하여 구할 수도 있으며, 한국교원대학교 자연과학교육연구소에서 개발한 [초등학교 탐구수업 지도자료]에서 제공하는 CD에 저장되어 있는 그림 파일을 활용할 수도 있다. 3~6학년까지 단원별로 [초등학교 탐구수업 지도자료] 책자에 제시된 그림들을 jpg파일로 다운로드하여 사용할 수 있다.



〈그림 1〉 6학년 2학기 계절의 변화 단원 관련 그림 자료들

CD가 없는 경우에는 한국교원대학교 과학교육연구소 홈페이지(inse.knue.ac.kr)에서 단원별로 그림들을 다운로드 받아 수업 시간에 활용할 수 있다.

IV. [날씨와 계절의 변화] 관련 과학개념

개정된 7차 과학과 국민 공통 기본 교육과정의 내용 체계표를 살펴보면 [날씨와 계절의 변화]와 관련된 내용은 지구와 우주 영역에서 3학년 날씨와 우리생활, 6학년 날씨의 변화 및 계절의 변화이다. 이 영역에 속하는 내용과 관련된 과학 개념에 대해 구체적으로 살펴보면 다음 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 개정된 7차 과학과 교육과정에서 [날씨와 계절 변화]와 관련된 과학 개념

학년	단원명	관련 과학 개념
3	날씨와 우리 생활	<ul style="list-style-type: none">온도계 사용법(다루는 방법, 눈금 읽는 방법): 3학년 수학에서 소수를 다루므로 눈금의 1/10까지 어림하여 읽음때와 장소에 따라 기온이 다르다.비의 양을 측정하는 방법비가 온 양을 재기에 적합한 도구의 모양과 특징



		<ul style="list-style-type: none">풍향과 풍속의 의미(뜻, 기호) : 풍향은 8방위까지 제시하며, 풍속은 정성적으로 표시 즉, 깃발의 움직임, 바람개비가 도는 빠르기 등바람의 방향과 빠르기를 측정한 후 그림이나 기호로 표시구름의 모양과 색깔이 다양하다.구름의 밝고 어두운 정도에 따라 나타나는 날씨가 다르다.날씨는 우리 일상생활과 밀접한 관계가 있다.
6	날씨의 변화	<ul style="list-style-type: none">습도, 이슬, 안개의 의미습도가 우리 생활에 미치는 영향이슬과 안개의 차이이슬과 안개가 생기는 현상을 이해한다.실험활동을 통한 구름 발생 이해바람이 부는 까닭바닷가에서 낮과 밤에 부는 바람의 방향 변화기상청에서 하는 일일기 예보가 이루어지는 과정일기 예보를 생활에 활용하는 방법계절별 날씨의 특징계절별 날씨를 이동하는 공기의 성질로 설명
	계절의 변화	<ul style="list-style-type: none">계절에 따라 해가 뜨고 지는 시각과 기온 변화 경향 비교낮과 밤의 길이와 계절 변화 사이의 관계태양 고도 측정하는 방법태양 고도에 따른 그림자의 길이와 기온의 변화 관계태양 고도와 지표면에 도달하는 태양 복사에너지의 관계태양의 남중 고도 의미남중 고도 변화에 따른 계절 변화

개정된 7차 과학과 교육과정의 내용을 7차 교육과정의 내용과 비교해보면, 6학년 ‘날씨의 변화’ 단원은 기존 7차 교육과정의 5학년 ‘물의 여행’, ‘날씨 변화’, 6학년의 ‘일기 예보’ 단원을 통합하여 구성되었다.

과학은 자연에 대한 체계적인 탐구를 통하여 자연에 대한 이해를 추구하는 학문이다. 그래서 과학을 가르친다는 것은 기본적으로 탐구 방법과 개념 체계를 가르쳐야 한다는 것을 의미한다. 하지만, 초등학교 학생들의 인지 수준이나 수업 시수 등을 고려할 때, 과학의 개념 체계를 충분히 이해시키기에 어려움이 있다. 따라서 초등학생들에게 과학적 소양으로 필요한 과학의 기본 개념 이해에 중점을 두도록 하며, 과학의 기본 개념도 구체적 조작활동을 동반하는 탐구 활동을 통해 이해시키도록 해야 할 것이다.



V. [날씨와 계절 변화] 관련 과학 탐구과정

앞에서 [날씨와 계절 변화]와 관련된 과학 개념에 대해 살펴보았다. 학생들에게 과학을 가르치는 목적은 개념 이해뿐 아니라, 학습한 것을 자연 현상과 사물 탐구에 적용해서 자연을 이해하는 것이 필요하다. 하지만, [날씨와 계절 변화] 단원의 특성상 과학적 탐구를 설계하고 수행하는 과정을 제시하기에는 어려움이 있기에 수행평가를 진행하는 과정 속에서 학생들이 과학적 탐구 과정을 경험해 볼 수 있는 기회를 제공하고자 한다.

따라서 본 절에서는 7차 교육과정에서 6학년 2학기 [일기예보] 단원에서 1차시 ‘일기도 알아보기’를 중심으로 학생의 과학적 탐구 과정을 살펴볼 수 있는 평가 내용, 관점에 대해 살펴보고자 한다.

1. 탐구과정 목표

- 가. 일기도를 보고, 일기도에 사용된 기호의 의미를 말할 수 있다.
- 나. 일기도를 보고, 특정 지방의 날씨를 해석하여 말할 수 있다.

2. 탐구과정 적용 이유

- 가. 일기도 자료를 수집하고, 분석하는 과정에서 일기도에 대한 과학적 호기심을 갖고 탐구하는 기회를 제공한다.
- 나. 일기도를 보고 기호의 의미를 해석하여 특정 지역의 날씨를 구체적으로 말하도록 하여, 학습한 내용을 일상생활에 적용해 문제를 해결하는 과정을 평가할 수 있다.

3. 평가내용 및 방법

가. 평가 내용(관점)

- 1) 일기도에 쓰이는 기호의 의미를 알고, 이를 과제 해결에 적용하는가?
- 2) 일기도를 해석하여, 우리 지방의 날씨를 구체적으로 발표하는가?

4. 평가 절차

가. 나도 기상 캐스터!

- 1) 일기도의 뜻과 기호의 의미를 지도한다.
 - 일기도 : 넓은 범위에 걸쳐 일정한 시각의 날씨 상태를 숫자, 기호 등을 사용하여 나타낸 지도이다.
 - 일기도에 나타난 여러 가지 기호에 대해 이야기를 나누고 의미를 지도한다.
(구름의 양, ○, ‘고’, ‘저’의 의미, 그 밖의 기호)
- 2) 모둠별로 신문이나 인터넷 등에서 일기도를 수집해 오도록 사전 과제를 제시한다.



- 3) 모둠이 수집한 일기도 중 하나를 선택하여 그것에 쓰인 기호의 의미를 알고, 이를 해석하여 우리 지방의 날씨에 대해 토의하여 서술하도록 한다.
- 4) 서술한 내용을 바탕으로 모둠 중 한명이 기상캐스터가 되어 ‘오늘의 날씨 안내’를 발표하게 한다.
- 모둠의 자료 준비도, 일기도 해석 과정과 발표 과정을 관찰 평가한다.

○	◐	◑	●	☰
맑음	구름조금	구름많음	흐림	안개
×	△	↖	□	⚡
눈	우박	뇌우	서리	태풍

5. 평가 기준표

평가영역 (탐구과정)	구체적인 평가항목	상	중	하
자료 해석	일기도 해석하기	<ul style="list-style-type: none"> 일기도에 쓰인 기호들의 의미를 잘 알고 일기도를 바르게 해석하여 우리 지방의 날씨에 대해 구체적이고 적절한 설명을 하였다. 	<ul style="list-style-type: none"> 일기도에 쓰인 기호들의 의미를 알고 있으나 일기도 해석에 적용하여 우리 지방의 날씨를 자세히 설명하지는 못하였다. 	<ul style="list-style-type: none"> 일기도에 쓰인 기호들의 의미를 알지 못하여 일기도를 바르게 해석하지 못하였다.

6. 평가상의 유의점

- 가. 수집한 자료 중 학습한 내용을 활용하여 우리 지방의 날씨에 관해 해석하기 용이한 자료를 적절히 선택할 수 있도록 교사의 지도가 필요하다.
- 나. 일기도를 해석함에 있어서 본 차시에 제시된 간단한 기호를 해석하고 이를 일상생활 속에서 적용하는 데에 목적을 두고 지도수준을 적절히 정하여 지도한다.
- 다. 프로젝트를 수행하며 조사한 자료를 수집, 분류, 분석하고 종합하는 과정에서 연구보고서를 작성하게 한다.

VI. 맷으며

지금까지 2009년도부터 학교 현장에 적용되고 있는 개정된 7차 과학과 교육과정의 목표를 바탕으로 [날씨와 계절의 변화] 단원 전체적인 학습 흐름과 이에 적절한 구체적인 과학 학습 자료에 대해서 살펴보았다.

지금까지 우리나라 교육과정은 해방 이후 총 일곱 차례에 걸쳐 개정되어 왔으며, 여덟 번째 개정이 이루어져 실행되고 있다. 개정된 교육과정을 학교 현장에서 제대로 실행하기 위해서는 교사의 역할이 무엇보다도 중요하다. 특히 7차 교육과정에서 표방했던 ‘교육과정 재구성’주체로서의 교사 역할과 전문성이 개정된 7차 교육과정에서도 여전히 중요하게 요청되고 있다. 이



는 학습자 중심의 다양하고 특성화된 교육과정의 실현 여부는 국가 수준의 교육과정 문서보다 교실 수업에서 이루어지는 교수 수준의 교육과정에 달려 있기 때문이다. 결국, 개정된 7차 교육과정은 교사의 역할과 비중이 더 높아졌다고 볼 수 있다.

이러한 관점에서 교사들은 개정된 7차 과학과 교육과정의 [날씨와 계절 변화]단원들에서 요구하는 바를 정확히 이해한 후, 수업 상황 속에서 다양한 동기 유발과 과학 활동을 학생들에게 경험시킴으로서 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결해 나가는 과학적 소양을 함양시켜야 할 것이다.

<탐구활동 1> 흙과 물의 온도 변화 비교하기 - 바람이 부는 까닭 -

[7차 교육과정 : 5학년 1학기 3단원 ‘기온과 바람’]

[개정된 7차 교육과정 : 6학년 ‘날씨의 변화’]

I. 실험 목표

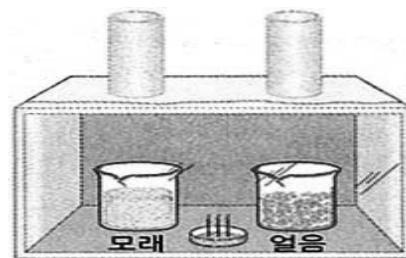
따뜻한 곳과 찬 곳이 가까이 있을 때 그 위에 있는 공기가 움직이는 방향과 그 까닭을 설명 할 수 있다.

II. 준비물(2인 1조)

사각수조 1개, 막대 향 5개, 비커(500mL) 4개, 비커(250mL) 4개, 얼음조각(1000mL 비커에 가득 담을 수 있는 양), 막자사발 1개, 막자 1개, 모래(500mL 비커에 가득 담을 수 있는 양), 8절 두꺼운 도화지 4장, A4복사용지 4장, 가위 1개, 커터 칼 1개, 30cm자 1개, 셀로판테이프 1개, 성냥 1, 굽은 소금, 페트리접시 1개, 휴대용 가스렌지 1개, 휴대용 가스렌지용 가스 4통, 목장갑 2개, 주전자 1개(크기-대).

III. 실험 방법

- ① 8절 도화지에 굴뚝을 세울 구멍을 두 곳 뚫은 후 수조 뚜껑을 만든다. 이 때 구멍의 지름과 간격을 어떻게 할지 생각해 본다.
- ② 도화지(또는 A4복사용지)로 굴뚝을 2개 만든다. 이 때 굴뚝의 지름과 높이는 어떻게 해야 할지 생각해 본다.
- ③ ①에서 만든 수조 뚜껑에 굴뚝을 세운다.
- ④ 사각 수조안의 한쪽에는 뜨거운 모래를 넣은 비커를, 다른 한쪽에는 소금을 뿐린 얼음 조각을 넣은 비커를 놓는다. 이때 비커의 위치를 어떻게 놓아야 할지 생각해 본다.
- ⑤ 모래를 넣은 작은 비커에 연기가 나는 막대향을 꽂아 수조속의 모래와 얼음이 들어있는 비커 사이에 놓는다. 이때 막대향의 개수와 높이를 생각해 본다.





⑥ 수조에 종이 뚜껑을 덮고 향연기의 이동방향을 관찰해 본다.

⑦ 막대 향을 뽑아 양쪽 굴뚝에 넣어 가며 향 연기의 움직임을 관찰해 보자.

⑧ 모래 대신 따뜻한 물을 이용하여 실험해 보자.

IV. 실험 결과

실험방법	향연기의 움직임	그 이유
향을 수조 바닥에 놓았을 때		
향을 모래위의 굴뚝에 놓았을 때		
향을 얼음위의 굴뚝에 놓았을 때		

V. 논의 할 점

·굴뚝을 세우는 이유는?

·향을 피워 놓는 까닭은?

·얼음에 소금을 넣는 까닭은?

·실험활동과 실제 자연 현상과의 관계는?

구분	모래	얼음	하루 중 어느 때?	계절이라면?
실제 자연현상				
이유				

* 바람이 부는 까닭을 설명할 때 기압개념을 도입하지 않고, 대류개념을 바탕으로 관찰되는 현상을 설명하고 이해하도록 지도한다. 해륙풍에서 기압분포는 제시하지 않고, 바람의 방향으로만 해석하게 한다.



<탐구활동 2> 해시계 만들기

[7차 교육과정 : 6학년 2학기 3단원 ‘계절의 변화’]

[개정된 7차 교육과정 : 6학년 ‘계절의 변화’]

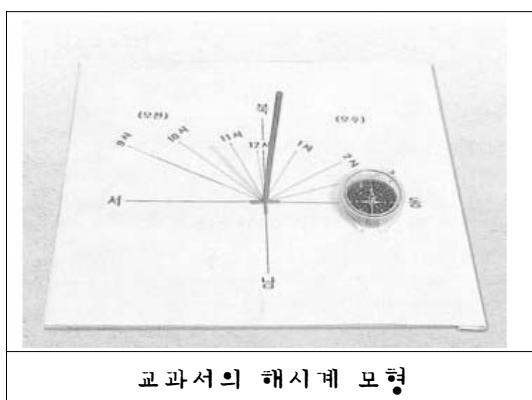
I. 학습 목표

해시계를 직접 만들고 이를 이용하여 시각을 측정할 수 있다.

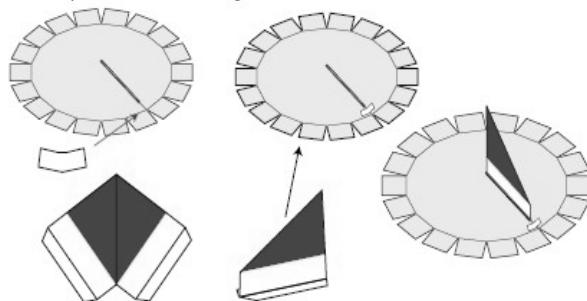
II. 준비물(개인당)

가위 1개, 커터칼 1개, 띡풀 1개, 해시계 모형 1장, 나침반 1개, 두꺼운 도화지(흰색) 1장.

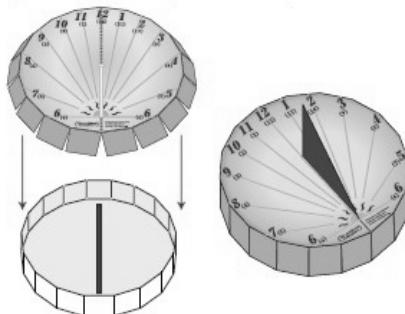
III. 활동 방법



- Cut out the bottom of the face to create a notch for insertion of the gnomon. After cutting the notch, reinforce it, and then glue the gnomon in place after first inserting it from the bottom.

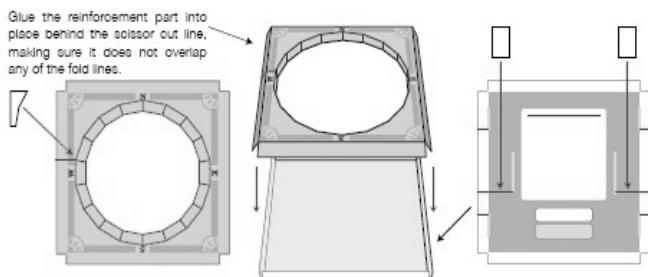


- While inserting the gnomon into the top of the face, place the dial plate over the bottom plate to cover it and glue the sides in place.

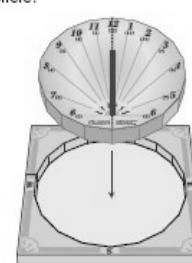


- Glue the sides of the top and bottom of the base into place. Fold in all of the center tabs.

Glue the reinforcement part into place behind the scissor cut line, making sure it does not overlap any of the fold lines.



- Insert the face into the base, matching the shape of the face to the base opening. When inserting the face, match the "N" pointer on the base to the "12" on the face for use in the northern hemisphere. Match the "S" pointer on the base to the "12" on the face for use in the southern hemisphere.





- ① 해시계 모형 종이를 준비한다.
- ② 점선 모양에 따라 자르고, 실선 모양은 접는다.
- ③ 다른 부분들을 위의 그림을 참고하여 서로 붙인다.(포인터는 dial box와 직각으로 붙인다.)

IV. 활용 방법

- ① 이 해시계는 북위 35도에 맞게 제작된 것이다.(일본에서 제작)
- ② 나침반을 이용하여 포인터의 위치를 정북 방향으로 놓는다.
- ③ 만든 해시계로 시각을 재어 본다.
- ④ 손목시계로 잰 시각과 차이가 나는 까닭은 무엇일까?

출처 : <http://cp.c-ij.com/en/contents/3151/sundial/index.html>

〈유의점〉

- * 하루 동안 하늘에 떠 있는 태양의 위치가 변함에 따라 그림자의 위치와 크기도 같이 변하기 때문에 이를 이용하여 시간을 알아낼 수 있다는 사실을 이해하게 하고, 해시계의 원리를 파악하여 다양한 형태의 해시계를 고안해 볼 수 있도록 활동을 구성한다.
- * 다양한 형태의 해시계를 고안해 보는 활동을 통해 창의력을 자극하고, 앙부일구 등의 해시계의 특징을 살펴볼 수 있는 기회를 제공하여 조상들의 슬기를 인식하게 한다.





살아있는 지구

인천 석암초등학교
교사 우석민
wsm6874@naver.com

전
공

1. 단층

인접한 두 암석이 서로 상대적으로 엇갈린 움직임(0.5mm 이상)을 보이고, 그 연속성이 파괴되어 발생하는 파쇄면 혹은 파쇄 불연속대를 단층이라 한다.

단층면보다 위에 있는 암석덩어리(지괴)를 상반, 아래에 있는 암석덩어리(지괴)를 하반이라 한다.

가. 정단층-장력에 의해 상반이 상대적으로 하강한 단층

나. 역단층-횡압력에 의해 상반이 상대적으로 상승한 단층으로 단층면의 경사가 45° 이하인 경우는 오버스러스트라 한다.

다. 주향이동단층-지괴가 상하 운동을 하지 않고 수평운동만 했을 경우

라. 헌지단층(경첩단층)

- 단층면이 미끄러지는 정도가 동일하지 않아 비틀어지는 단층

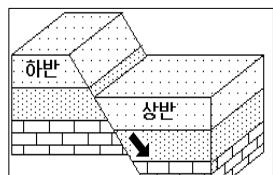


그림 1] 정단층

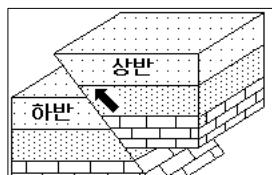


그림 2] 역단층

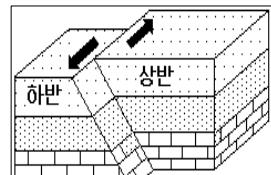


그림 3] 주향이동단층



그림 4] 정단층(변산반도)

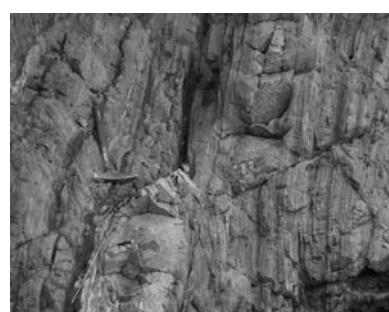


그림 5] 역단층(시화호)



그림 6] 주향이동단층



2. 부정합

상하 지층 사이에 시간적 간격이 큰 경우를 말한다. 부정합면은 기저 역암의 존재로 확인 할 수 있으며, 화석이 급변한다. 큰 부정합면을 기준으로 지질 시대를 구분하기도 한다. 일반적인 부정합이 생성되는 과정은 퇴적→융기→침식→침강→퇴적 순이다. 부정합의 종류에는 평행 부정합, 경사 부정합, 난정합 등이 있다.

- 1) **평행 부정합** : 부정합면을 경계로 상하 지층 경사가 평행일 때
- 2) **경사 부정합** : 부정합면을 경계로 상하 지층의 경사가 경사져있을 때
- 3) **난정합** : 부정합면을 경계로 하부에 결정질 암석(화성암, 변성암)이 존재 할 때이다.
평행 부정합은 조류운동과 경사 부정합은 조산 운동과 관계가 있다.

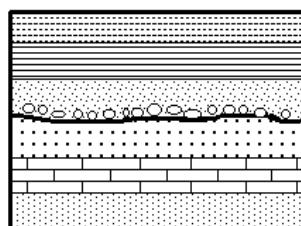


그림 7] 평행부정합

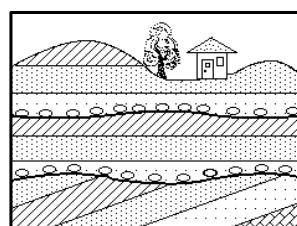


그림 8] 경사부정합

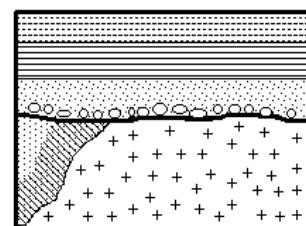


그림 9] 난정합



그림 10] 경사부정합



그림 11] 경사부정합

3. 습곡

암석이나 지층이 횡압력을 받아 물결처럼 구부러진 구조를 습곡(fold)이라 한다. 층이 위를 향해 볼록하게 구부러진 것을 배사형(antiform), 반대로 아래로 오목하게 구부러진 것을 향사형(synform)이라 한다.



그림 12] 미습곡(음섬)



그림 13] 횡좌습곡(음섬)

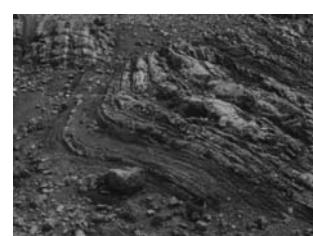


그림 14] 습곡(대부도)



4. 절리

지층이 갈라져 상대적 이동이 없고 방향성을 가지고 있는 경우를 절리라 한다.



그림 15] 절리(沿 평 송학리)



그림 16] 주상절리(연천 재인폭포)

II. 화산과 암석

1. 화산의 정의

화산은 지하에 있는 용융 물질의 저장소가 구멍이나 틈을 통하여 지표에 열려 녹은 돌- 가스 - 화산회를 분출하는 곳이다.

화산이라는 용어인 volcano는 ‘불의 신’이라는 이름인 ‘vulcan’에서 유래 되었다. 분출된 물질은 분출되는 구멍, 즉 화구 주위에 모일 것이므로 자연히 화산을 둘러싼 산체가 이루어진다. 엄밀히는 이 산체를 화산체(volcano edifice)라고 하여 화산과 구별하나 보통 화산체는 화산을 합하여 넓은 의미에서 화산이라고 호칭된다.

지구상에 일어나는 지질작용 중 태양의 에너지에 근원을 둔 작용은 지표의 평탄화를 꾸준히 계속하나 지구 내부에 근원을 준 지각 운동과 화산 활동은 주로 지표에 요철을 증가시키는 작용을 담당한다.



그림 17] 백두산 천지 (2007년 여름)



2. 마그마와 용암

화산이 지하로 통하는 구멍을 화도(volcano vent), 화도의 상단을 화구(crater)라고 한다. 화구에서 분출되는 기본적인 물질은 고압가스와 녹은 돌이며 후자를 용암(lava)이라고 한다. 화도 맨 밑에 저장되어 있는 용융 물질이 마그마이고 마그마가 들어 있는 공간은 마그마챔버(magma chamber)이다. 마그마는 광물 결정과 용존 가스가 포함된 암석의 용융체로서, 온도가 높아서 지각이나 맨틀이 용융될 때 생성된다. 마그마는 지하 깊은 곳에서 고압 하에 있으므로 포함되어 있는 가스는 유리 되어있지 않고 녹은 돌 속에 완전히 용해 되어있을 것으로 생각된다. 이는 마치 탄산수 중의 CO₂가스가 밀폐된 병 속의 고압 하에서 방출되지 못하고 액체 속에 유폐되어 있음에 비유할 수 있다. 마그마가 화도를 통하여 화구로 접근함에 따라 기압이 저하되며 녹은 돌과 가스는 분리되기 시작할 것이다. 그러면 가스는 분리되기 시작할 것이다. 그러면 가스는 분리되어 한 곳에 모여서 고압의 기체로 변할 것이고 마그마의 성분은 처음과 달라진다. 이렇게 가스를 분리하고 남은 마그마가 용암이다. 학자에 따라서는 녹은 상태의 용암을 마그마라고 부른다. 화산은 가장 직접적으로 마그마를 연구할 수 있는 곳이다. 용암의 관찰로부터 마그마에 대한 세 가지 중요한 결론을 얻을 수 있다.

- 마그마는 주 성분인 SiO₂ 함량으로 그 조성범위를 특정 지울 수 있다.
- 마그마는 고온이다.
- 마그마는 유동성이 있는 액체의 성질을 갖고 있다. 어떤 마그마는 거의 유리처럼 견고하지만 액체의 특성을 가진다. 대부분의 마그마는 결정과 액체의 혼합이다,

마그마는 일반적으로 SiO₂ 함량이 50%내지인 현무암질 마그마, 60%내외인 안산암질 마그마, 70% 내외인 유문암질 마그마로 3대분된다. 세 종류의 마그마의 산출 정도는 균등하지는 않다. 화산분출시 마그마의 80%정도가 현무암질 마그마이며, 안산암질 마그마와 유문암질 마그마는 각각 10%내외이다. 마그마의 온도를 측정하기 어렵지만 화산분출시 측정이 가능할 때도 있다. 측정된 온도는 1000~1200°C 범위이다. 화산체의 사면을 따라 용암이 흘러내리는 광경을 보면 어떤 마그마는 유동성이 매우 높을 것임을 시사한다. 유동에 저항하는 물질의 내부성질을 점성이라 한다. 점성이 큰 마그마일수록 유동성이 작아진다. 마그마의 점성을 온도와 SiO₂ 및 용존 가스 함량과 같은 화학조성에 의해 결정된다.

가. 현무암질 마그마의 기원

마그마의 기원을 논하기 위해서는 용융되는 암석의 물 포함여부가 먼저 고려되어야 한다. 물의 존재는 용융시작 온도를 낮춘다. 또한 생성되는 마그마의 성분은 용융되는 암석의 종류와 부분용융인지 완전용융인지의 여부에 관계있지만 특히 용융되는 암석의 종류가 가장 중요하다. 광물이 용융되기 시작하면 각 광물들은 200°C 이상의 온도가 간격 범위에서 용융체와 용융되지 않는 광물의 혼합체가 공존하게 된다. 현무암의 주 구성 광물은 감람석, 휘석, 사장석이다. 이들은 모두 무수광물들이므로 현무암질 마그마는 물을 포함하지 않거나 극소량



포함하는 마그마일 것을 예상된다. 실제로 현무암질 용암에 대한 연구 결과, 현무암질 마그마는 최대 0.2%미만의 물을 포함하는 것으로 알려져 있다. 따라서 현무암질 마그마는 물이 없는 맨틀 물질의 부분용융에 의해 생성된 것으로 결론지을 수 있다.

나. 안산암질 마그마의 기원

안산암질 마그마의 화학조성은 대륙지각의 평균조성에 가까우며 이로부터 생성된 화성암은 대륙지각 내에서 산출된다. 이러한 두 사실은 안산암질 마그마가 대륙지각의 완전용융에 의해 생성되었음을 시사한다. 일부 안산암질 마그마는 이러한 과정에 의해 생성되지만, 대륙지각에서 훨씬 떨어진 화산에서도 안산암질 마그마가 분출된다. 이 경우에는 안산암질 마그마가 맨틀이나 해양지각으로부터 생성되었을 것으로 예상되며, 실험적 연구결과도 이를 뒷받침하고 있다.

고압환경에서 물이 포함된 해양지각의 부분용융이 안산암질 마그마를 생성시킬 수 있음이 실험적으로 증명되었다. 그러면 실제 자연계에서 어떻게 이 과정이 일어나는가? 암판이 연약권내로 섭입될 때 해수에 포함된 현무암질 해양지각도 암판의 상부를 덮은 채로 함께 이동한다. 암판이 가열되면 결국 물을 함유한 지각이 용융되기 시작한다. 80km깊이에 해당되는 압력 하에서 물을 포함하는 해양지각의 부분용융은 안산암질 조성의 마그마를 생성시킬 수 있다.

다. 유문암질 마그마의 기원

다음의 두 가지 관찰은 유문암질 마그마가 대륙지각 기원임을 시사한다.

1) 유문암질 마그마를 분출하는 화산들은 대륙지각 내에 한정되어 분포하거나 안산암질 화산활동이 있는 지역에 한정되어 나타난다.

2) 유문암질 마그마를 분출하는 화산들은 엄청난 양의 수증기를 방출하며, 유문암질 마그마로부터 생성된 관입암들은 운모와 각섬석과 같은 함수광물들을 상당량 포함한다. 함수광물의 물은 마그마 내 용존되어 있던 것들이다. 이 두 가지 사실은 대륙지각의 평균종성인 안산암질 조성을 갖는 물을 포함하는 암석의 부분용융의 결과로 유문암질 마그마가 생성됨을 의미한다. 실험적 연구 결과도 이와 부합된다. 실험적 연구에서 대륙지각의 평균조성과 동일하고 물을 포함하는 암석이 부분 용융되어 생성된 마그마의 조성은 유문암질 이었다. 지각 암석의 용융에 대한 열은 맨틀로부터 유래한 것으로 추정된다.



그림 18] 유문암 (엔 사이버 백과사전에서)



3. 화산의 일생

현재 활동하고 있는 화산을 활화산(active volcano), 역사상에 활동의 기록이 남아있는 휴화산(dormant volcano), 활동기록이 없는 것을 사화산(extinct volcano)이라고 하나 휴화산을 활화산으로 취급하는 학자가 많다. 사화산이라도 앞으로 전혀 활동이 없을 것이라는 보장은 없다.

화산은 아무렇지도 않던 지면에 생겨나는 경우는 드물고 다른 화산 부근에 생겨나는 일이 많다.

활동을 계속하고 있는 화산에서 관찰된 바에 의하면 화산은 용암의 유출, 가스의 분출, 암괴나 화산회의 포출- 폭발을 번갈아 또는 그 중의 하나 또는 둘을 주로 하는 활동을 한다. 오랫동안 이런 활동을 계속한 후에는 점점 쇠약해지고 활동이 중지된다.

화산 활동의 말기에는 화산 정상에 칼데라(caldera)가 생성되는 일이 많다. 화산 활동이 중지되면 후화산작용(post-volcanic action)이 얼마나 계속된다.

4. 화산분출물

화구를 통하여 분출되는 가스- 용암- 암편- 화산회를 총칭하여 이들을 화산분출물(volcanic products)이라고 한다.

가. 가스

화구로 분출되는 수증기가 큰 구름기둥을 만드는 것을 보아 화산이 다량의 수분을 토하고 있음을 짐작되나 실측에 의해서도 화구에서 나오는 모든 기체의 60~95% 또는 그 이상이 수증기임이 밝혀졌다. 이는 공중으로 상승하면서 냉각되어 화산 부근에 심한 비를 내리게 한다. 분출되는 가스 중에는 수소와 산소도 들어 있으며 그 중의 일부는 화합하여 물이 된다. 산소와 수소가 화도 안에서 급격하게 화합하면 폭발을 일으킨다. 이렇게 하여 지각 내부에 있던 물이 처음으로 지표에 나와 수권에 추가되면 이런 물을 초생수, 또는 청녀수(juvenile water)라고 한다.

수증기 다음으로 많은 가스는 이산화탄소이다. 어떤 화산은 승화된 유황과 그 화합물인 황화수소(H_2S) 및 아황산가스(SO_2)를 분출하고, 염소(Cl_2)와 염화수소(HCl)를 포함하는 화산가스도 방출한다. 이들은 분연을 유독하게 만들고 이른바 유황 냄새를 피운다. 염소는 일부 바닷 소금의 근원이 될 것으로 보인다. 이 밖에 F, B, N, A, He 등의 하나 또는 하나 이상을 더 많이 분출하는 화산이 있다.

나. 용암

마그마가 지표에 분출된 때에는 그 중의 가스를 거의 전부 빼버리고 용암으로 되어 버린다. 용암이 굳어진 것이 고체용암 또는 화산암(volcanic rock)이다. 용암은 SiO_2 의 함유량에 따라 유문암, 안산암 및 현무암으로 크게 3대분 된다. 용암의 유동성은 그 온도와 SiO_2 의 함유량에 의하여 결정되어 고온이고 고철질 일수록 유동성이 크고, 저온이고 규장질이면 점성이 커서 유동성이 작다. 용암의 화학 성분은 화산에 따라 다르고 같은 화산에서도 시기에 따



라 달라진다.

굳어 버린 용암의 표면이 형겼을 책상 위에 놓고 밀어서 주름을 만들었을 때처럼 반원형의 원활한 호를 만들거나 새끼꾸러미를 던진 것처럼 가는 동심원상의 주름을 만들면, 이런 고체용암을 파회회용암(pahoehoe lava), 용암의 표면이 거칠어서 클링커(clinker)를 쌓아올린 것 같은 용암을 아아 용암(aa lava)이라고 하는데, 이런 용어는 하와이 원주민들의 말에서 전용된 것이다.



그림 273] 하와이 킬라우에아 화산 용암 분출



그림 19] 용암의 밭줄구조(하와이-빅아일랜드)

용암이 점차 냉각되며 흘러내리면서 먼저 고결된 부분이 파괴되어 용암 속에 자갈 모양의 파편을 많이 포함하게 되는 경우가 있다. 이런 것을 각력용암(flow breccia)이라고 한다. 유출된 현무암질 용암의 표면이 먼저 고결되고 내부에 고온의 액상용암이 들어 있을 때, 위로부터 용암이 추가되면 고결된 표부를 뚫고 내부의 용암이 전부 유출되어 공동이 생긴다. 이를 용암터널(lava tunnel)이라고 한다.

용암은 유출된 후에도 약간의 가스를 포함하며 방출되다가 남은 것은 용암류의 표면에 모여서 둥근 구멍을 만든다. 이를 기공(vesicle)이라고 한다. 특히 기공이 많고 담색 내지 백색인 것을 부석(pumice)이라고 하며, 기공의 부피와 고체의 부피가 비슷한 암편들을 암재(scoria)라고 한다.

다. 화성쇄설물

화구로부터 분출되는 암편과 화산회를 총칭하여 화성쇄설물(pyroclastic materials, 또는 tephra)이라고 한다. 그 중 직경이 32mm이상인 것이 화산암괴(volcanic block)이다. 암괴에는 최대 60톤 이상에 달하는 것이 있다. 직경이 32mm이상이면서 어느 정도 둥글거나 방추형으로 생긴 것은 화산탄(volcanic bomb)이며 이는 용암이 공중에서 회전하며 냉각되어 만들거나 방추다. 화산암괴나 화산탄이 퇴적중인 지층 위에 떨어지면 주머니를 만든다. 이런 것을 탄낭 또는 밤색(bomb sag)이라고 한다. 모양이 불규칙하고 직경이 4~32mm 사이에 있는 것은 화산력(lapilli) 또는 분석(cinder)이다. 4mm이하의 세편을 화산회(volcanic ash), 1/4mm이하의 가루를 화산진(volcanic dust)이라고 한다.

화산회가 모여서 만들어진 암석이 응회암(tuff)이다. 화산회에는 화산 폭발 때에 생긴 부석의 미세한 파편들이 많이 포함되어 있다. 이런 미세 파편을 샤드(shard)라고 하는데 현미경하



에서는 유리질의 예리한 조각으로 관찰된다. 응회암이 고온 상태로 낙하하면 용암과 비슷한 유상구조를 보이며 얇은 렌즈상의 검은 유리질 흑요석을 평행하게 나열시키는 일이 있다. 검은 흑요석 렌즈를 피아메라 하며 이런 용암을 용결응회암(welded tuff, 또는 ignimbrite)이라고 하는데 최근까지 이런 응회암을 유문암으로 생각했던 일이 많다. 화산암괴- 화산탄- 화산력이 무질서하게 모여 화산화나 용암으로 고결된 것이 집괴암(agglomerate)이다.

3. 화산의 활동상

화산 활동의 종합적인 특성을 화산의 활동상(phase of volcanic activity)이라고 하는데, 1908년 프랑스의 라크로아는 화산 활동이 약한 것에서 강한 것의 순으로 다음 4상을 구분하였다.

가. 하와이상(Hawaiian phase)

가스 폭발과 암석의 포출이 거의 없이 현무암질 용암을 조용히 유출시키는 가장 평온한 성질을 가진 것. 큰 틈분출(fissure eruption)도 하와이상에 속한다. 이런 예로 대양저산맥 정선 부근의 현무암 분출을 들 수 있다 (예 : 하와이 섬의 화산).

나. 스트롬볼리상(Strombolian phase)

이는 현무암보다 SiO_2 를 좀더 많이 포함한 용암을 분출하되 용암의 분출과 약한 폭발이 비교적 규칙적으로 번갈아 일어나서 두꺼운 용암의 피각이 생기기 전에 약한 폭발을 하는 상 예 : 지중해의 리파이섬의 스트롬볼리화산.

다. 발칸상(Vulcanian phase)

용암의 분출과 폭발이 번갈아 일어나는 점은 스트롬볼리상과 같으나 발칸상은 용암의 점성이 am고 용암 표면에 피각이 생긴 후에 폭발이 일어나서 그 파편을 불어올 리나 밤에도 화염이 보이지 않는다. 폭발 시에는 짙은 연기를 분출한다. <예> 지중해의 발칸 화산

라. 펠레상(Pelean phase)

가장 심한 폭발을 일으키는 상으로서 분연은 발칸상보다 더 짙은 것. 폭발은 지하에 모이는 가스의 양이 많을수록 크게 일어난다. 마그마가 가스를 다량 포함할수록, 또 SiO_2 의 함량이 많은 마그마일수록 큰 폭발이 일어나며 용결 응회암을 만든다 (예 : 서인도제도의 마르티니크섬에 있는 펠레산).



별자리와 천체관측의 실제

인천부평서초등학교
교사 조 흥 래
themoon94@paran.com

I. 초등 천문관련 단원에 관한 연구

1. 초등 천문관련 단원 교육과정 변화(7차→개정 7차)

가. 7차 교육과정

학년	단원	차시	차시내용
3	지구와 달	1/5	지구의 모양
		2/5	달의 표면 모습 관찰하기
		3/5	하룻밤 동안의 달의 움직임
		4/5	여러 날 동안의 달의 모양과 위치 변화
		5/5	달 탐사 계획 세우기
4	별자리를 찾아서	1/6	밤하늘의 별 관찰
		2~3/6	밤하늘의 별자리 관찰
		4/6	별자리 이야기와 별자리 만들기
		5/6	계절에 따른 별자리
		6/6	하룻밤 동안의 별자리 움직임
5	태양의 가족	1/6	태양의 가족 구성원 알아보기
		2/6	태양의 모양 관찰하기
		3/6	태양과 행성의 크기 비교하기
		4/6	태양에서 행성까지의 거리 비교하기
		5/6	태양계 행성의 특징 알아보기
		6/6	행성 탐사 계획 발표하기
6	계절의 변화	1/8	계절에 따른 기온과 밤낮의 길이 변화
		2/8	태양의 고도에 따른 그림자의 길이와 기온 변화
		3/8	태양의 고도가 높으면 기온이 높은 까닭
		4/8	계절에 따른 태양의 고도 변화
		5/8	위도에 따른 태양의 고도와 그림자의 길이 변화
		6/8	계절에 따라 태양의 남중고도와 기온이 달라지는 까닭
		7/8	계절의 변화가 생기는 까닭
		8/8	해시계 만들어 시각 재기(심화)



나. 개정 7차 교육과정

학년	단원	단원 학습 목표	탐구 활동
초5	지구와 달	지구와 달의 모양과 표면의 특징을 비교하고, 지구에만 생명이 존재할 수 있는 이유를 설명할 수 있다.	1. 하루 동안의 달의 위치 변화 관찰하기 2. 여러 날 동안 해가 진 직후 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 변화 관찰하기
		지구상에 낮과 밤이 생기는 이유를 지구의 자전과 관련지어 설명할 수 있다.	
	지구와 달	하루 동안 달의 이동 방향을 설명할 수 있다	3. 해가 진 직후 같은 시각에 보이는 달의 모양 변화 관찰하기
		여러 날 동안 해가 진 직후 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 변화를 알고, 그 이유를 설명할 수 있다.	
	태양계와 별	태양은 지구의 에너지원임을 안다.	1. 태양계 행성들의 상대적 크기와 거리 비교하기
		태양과 행성들의 상대적 크기와 거리를 비교하고 공전의 개념을 이해한다.	
		하루 동안 별자리가 움직이는 방향을 안다.	2. 하루 동안 오리온자리의 움직임 관찰하기
		제질별로 별자리가 달라짐을 알고, 제질별로 나타나는 대표적인 별자리를 찾을 수 있다.	3. 북극성, 북두칠성, 카시오페이아 및 계절별 대표적인 별자리 찾아보기
		인류가 우주를 탐사하는 이유를 생각해 보고, 우주 탐사에 대한 꿈을 키운다.	
초6	계절의 변화	계절에 따라 해가 뜨고 지는 시각과 기온의 변화 경향을 이해한다.	1. 하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이 변화 측정하기
		태양 고도에 따른 그림자의 길이 및 기온과의 관계를 이해한다.	2. 해시계 만들기
		태양 고도와 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지의 관계를 이해한다.	3. 태양 고도에 따른 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지 양 차이 실험하기
		계절의 변화를 남중 고도의 변화와 관련지어 이해 한다.	

개정 7차 교육과정에서 5학년의 경우 하룻밤 동안 혹은 여러 날 동안의 직접 관측이 필요한 차시 내용이 전체 단원 학습의 핵심을 이룬다. 하지만 학생들이 날짜와 시간을 맞추어 밤 하늘을 직접 관측하기란 결코 쉬운 일이 아니다. 그리고 이것은 학생들에게 뿐만 아니라 정



확한 개념을 이해하고 흐름과 도입 시기를 파악하여 과제를 내주어야 하는 교사들에게도 적지 않은 고민거리가 된다.

또 정확한 관측을 위해서는 관측하기 좋은 장소, 시간, 날씨, 시상, 투명도 등과 같은 하늘의 상태나 그 밖의 다른 많은 조건들이 만족되어야 하지만 자연에서 그런 모든 조건들을 만족시키는 날을 잡아 과제를 해결하기란 결코 만만한 일이 아니다.

6학년의 ‘계절에 따른 태양 고도의 변화’는 어떻게 비교하여 보여줄 것인가? 가장 좋은 방법이라면 1년간의 장기적인 계획을 세워 3월부터 태양고도 측정판을 설치하고 매달 교사와 아이들이 함께 직접 기록하고 해당 차시에 그 결과를 가지고 분석해 보는 방법이겠지만 이것 역시 쉬운 일이 아니다.

이번 시간에는 초등 천문관련 단원 학습(특별히 별자리와 관련한)에 필요한 몇 가지 기본 내용들에 대해 알아보고, Starry Night 나 Stellarium과 같은 소프트웨어를 활용한 천문관련 단원 학습의 적용 방법에 대해 생각해 보고자 한다.

전
공

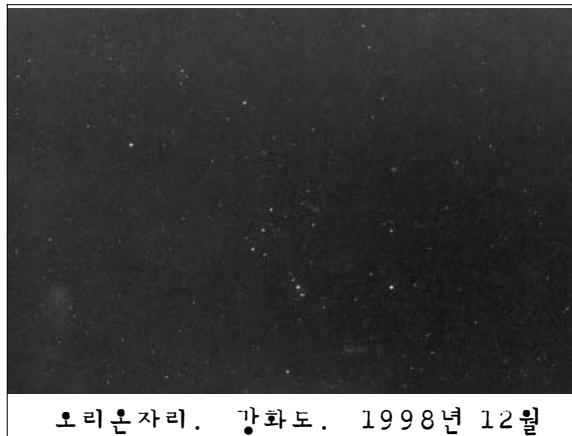
II. 밤하늘 관측의 실제

1. 별나라 이야기

가. 밤하늘의 별은 모두 몇 개나 될까?

우주에는 약 1000억 개의 은하가 있고 각 은하마다 약 1000억 개 정도의 별들을 가지고 있다고 한다. 눈으로 볼 수 있는 별들을 보통 1등급에서 6등급까지 6단계로 분류하는데 지구상에서 이렇게 눈으로 직접 확인할 수 있는 별은 약 8000개 정도이다.

그러나 도시에서 이렇게 많은 별을 볼 수 없는 가장 큰 이유는 도시의 대기 오염과 인공조명 때문이다.



나. 별의 밝기는 어떻게 구분할까?

옛날부터 사람들은 별의 밝기가 다르다는 사실을 알고 있었지만 그 밝기를 처음으로 수치화한 것은 기원전 2세기경 그리스의 천문학자인 히파르코스(Hipparchos)에 의해서다. 그는 육안(눈으로 보는) 관찰에서 가장 밝게 보이는 별은 1등성, 육안으로 겨우 보이는 어두운 별은 6등성, 중간 밝기의 별에 2~5등성이라는 밝기 등급을 붙였다. 그러나 당시의 이 분류는 단지 느낌에 따른 분류 수준이었다.

근세에 와서 별의 밝기에 객관적인 기준을 도입하기 위해 정밀히 측정한 결과 1등성의 밝기는 6등성의 약 100배라는 사실이 밝혀졌다. 이러한 사실로부터 각 등급 사이의 밝기 차이를 2.512배로 확정하게 되었다. 이렇게 밝기의 객관적인 기준이 확립되자 눈에 보이지 않는



6등성 미만의 별들과 태양처럼 밝은 천체들에게도 적용할 수 있게 되었다. 즉, 1등성보다 2.512배 밝으면 0등성, 0등성보다 2.512배 밝으면 -1등성이 되며, 6등성보다 2.512배 어두우면 7등성으로 구분하게 되었던 것이다.

그렇다면 지구와 멀리 떨어져 있어서 상대적으로 어둡게 보이는 별이나 지구와 가까이 있기 때문에 밝게 보이는 별의 실제 밝기는 어떻게 비교할 수 있을까?

이런 이유 때문에 별들의 실제 밝기를 비교하는 척도가 필요하게 되었다. 그래서 거리나 보는 곳에 상관없는 그 별의 실제 밝기를 ‘절대 등급’으로 나타내기도 하는데 이것은 모든 별들이 같은 거리 {32.6광년, 10pc(파섹)} 놓여 있다고 가정했을 때 지구에서 보이는 밝기를 나타내는 것이다.

한편, 지구에서 별까지의 거리에 관계없이 ‘지구에서 보이는 밝기’는 ‘겉보기(실시) 등급’으로 결정한다. 즉, 겉보기(실시) 등급은 밤하늘에서 우리 눈에 보이거나 사진에 찍힌 별의 밝기를 나타내는 것이다.

다. 별은 왜 반짝거릴까?

‘반짝 반짝 작은 별~’로 시작하는 동요도 있고 ‘반짝 반짝 아름다운 작은 별들’로 시작하는 동요도 있다. 태양과 같이 항상 스스로 빛을 내는 천체를 ‘항성’ 또는 우리가 흔히 ‘별’이라고 부르는데, 이러한 별이 정말 반짝거리는 것이라면 태양도 반짝 거려야 하는 것은 아닐까?

지구에서 바라보는 별이 반짝이는 이유는 ‘지구의 대기’때문이다. 우주 공간에서 별을 바라보면 반짝이지 않고 가만히 빛나고 있지만 지구에서는 별빛이 지구 대기를 통과하면서 산란되어 반짝이는 것처럼 보이는 것이다.

지평선(땅과 하늘이 맞닿는 경계선)에 가까운 별일수록 더 두꺼운 대기를 통과하기 때문에 그 산란의 정도가 심하여 하늘 높은 곳에 있는 별보다 더 반짝이는 것처럼 보인다.

뿐만 아니라 낮에 받은 태양열을 방출하는 지표면의 복사열이나 사람들이 생활하면서 방출하는 생활열 같은 것들로 인해 대기의 흐름이 불안정해지면 그 영향으로 지평선 근처의 별빛이 더욱 반짝거리는 것처럼 보이게 된다.

라. 별자리는 어떻게 만들어졌을까?

아주 먼 옛날 사람들은 별을 관찰하여 또렷하고 밝은 별들을 서로 이어 사람이나 동물 또는 물건의 모습을 그려보고 이름도 붙였다. 이렇게 만들어진 별자리가 여러 지역으로 전해지면서 그 지역의 전설이나 문화에 맞게 별자리의 이름이나 별자리에 얹힌 이야기도 많이 바뀌어 서로 다르게 만들어진 것이다.

나침반이 없었던 시대의 옛날 사람들도 낮에는 태양이 뜨고 지는 방향을 살피거나 나무를 잘라 나이테를 살펴보는 등의 여러 가지 방법으로 방향을 알 수 있었지만 깜깜한 밤중



북두칠성. 인천산곡중학교 운동장. 1998년 여름



에 방향을 찾아 정확하게 길을 찾기란 쉬운 일이 아니었을 것이다.

그래서 옛날 사람들은 하늘에 떠 있는 별들의 위치를 통해 계절이나 대략적인 시각을 알 수 있는 방법을 연구하게 되었을 것이다.

‘이맘때 저쪽 하늘에 저 별자리가 나타나면 그쪽이 어느 방향이고 지금이 몇 시쯤이 되겠구나! 라고 생각할 수 있었던 것이다.

마. 별자는 몇 개나 될까?

현재까지 공식적으로 인정된 별자는 88개라고 한다. 이 중에 우리나라에서 볼 수 있는 별자리 수는 50여개 정도이다.

다음에서 별자가 만들어진 역사적 과정에 대해 한번 자세히 알아보자.

전
공

별자의 역사

BC 3000년경

바빌로니아 지역에 살던 셈족계 유목민인 칼데아인들은 이동 생활 속에서 만든 표석에 양·황소·쌍둥이·개·사자·처녀·천칭·전갈·궁수·염소·물병·물고기자리 등 태양이 지나는 경로인 황도를 따라 배치된 12개의 별자리, 즉 황도 12궁을 포함한 20여 개의 별자리를 기록하였다.

BC 2000년경

지중해 무역을 하던 페니키아인들은 바빌로니아·이집트의 천문학을 그리스로 전하여, 별자리 이름에 그리스 신화 속의 신과 영웅, 동물들의 이름인 세페우스·카시오페이아·안드로메다·페르세우스·큰 곰·작은 곰 등의 별자리가 기록되었다.

AD 150년경

그리스 천문학자 프톨레마이오스가 그리스 천문학을 집대성한 <알마게스트>란 책에는 북반구 별자리를 중심으로 48개의 별자리를 기록하였다. 황도상의 별자리 12개, 황도 북쪽의 별자리 21개, 황도 남쪽의 별자리 15개 등으로 분포되었으며, 이 별자리들은 15세기까지 유럽에 널리 알려졌다.

15세기 이후

원양 항해의 발달에 따라 서양인들이 남반구에 진출하면서 항해사들은 남쪽 하늘의 새로운 별자리들을 발견하여 기록했다. 네덜란드 항해사 데오루스의 기록을 바탕으로 1603년 바이어(독일)는 그의 책 <우라노페트리아>에서 카멜레온, 극락조, 황새치 등 12개의 별자리를 기록하였다.

17세기 말

망원경이 발달함에 따라 헤벨리우스에 의해 작은 여우, 작은 사자, 방패 등의 별자리와 루아에에 의해 비둘기, 남십자 등의 별자리가 기록되었다.

20세기 초

국제천문연맹 총회(IAU, 1928년)에서 하늘 전체의 별자리를 황도를 따라서 12개, 북반구 하늘에 28개, 남반구 하늘에 48개로 모두 88개의 별자리를 확정하였으며, 현재에 이르고 있다.



바. 별에도 색깔이 있다?

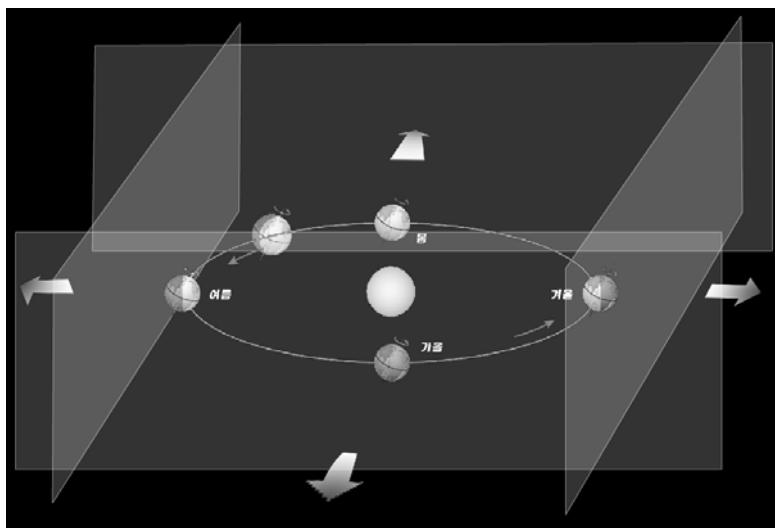
별을 유심히 보거나, 천체망원경을 통해 보면 별들의 색깔이 제각각 이라는 사실을 알 수 있다. 이렇게 별마다 색깔이 다른 이유는 별의 온도 때문인데, 뜨거운 별일수록 파란색을 내며 차가운 별일수록 붉은 빛을 낸다. 그러므로 별의 색을 보면 그 별의 온도를 어느 정도 예상할 수 있는데, 우리 태양은 중간정도의 온도에 해당하는 별로, 이런 별들은 멀리서 보면 노란색 빛을 낸다고 한다. 만일 우주공간에서 태양을 본다면 노란색으로 빛나는 별로 보일 것이다.

사. 계절에 따라 별자리가 다르게 나타나는 이유는 무엇일까?

지구는 태양을 중심으로 1년에 한바퀴씩 공전하고 있다. (6학년 정도의 학생들이라면 지구에서 태양까지의 평균거리 1억 5000만 km를 반지름으로 하는 원의 둘레를 이용하여 지구가 공전하는 속도를 계산해 보도록 하는 것도 재미있는 활동이 될 것이다.)

계절에 따라 별자리가 다르게 나타나는 이유는 바로 이러한 지구의 공전 때문이다.

별자리는 밤에 볼 수 있는 것이라고 생각하면 다음 페이지의 그림에서 지구를 중심으로 태양의 반대편에서 빛나고 있는 별자리들이 바로 그 계절에 보이는 별자리가 된다.



계절의 별자리이라 함은 그 계절의 중간쯤(예를 들어, 가을이면 10월 중순경) 밤 12시에 남쪽 하늘에서 볼 수 있는 별자리를 말하지만 그림에서 와 볼 수 있는 별자리 선을 쭈욱 연장해 보면 두, 세 개의 영역이 겹치는 것을 확인 할 수 있다.

이처럼 지구의 자전으로 인해 별의 일주운동(지구의 자

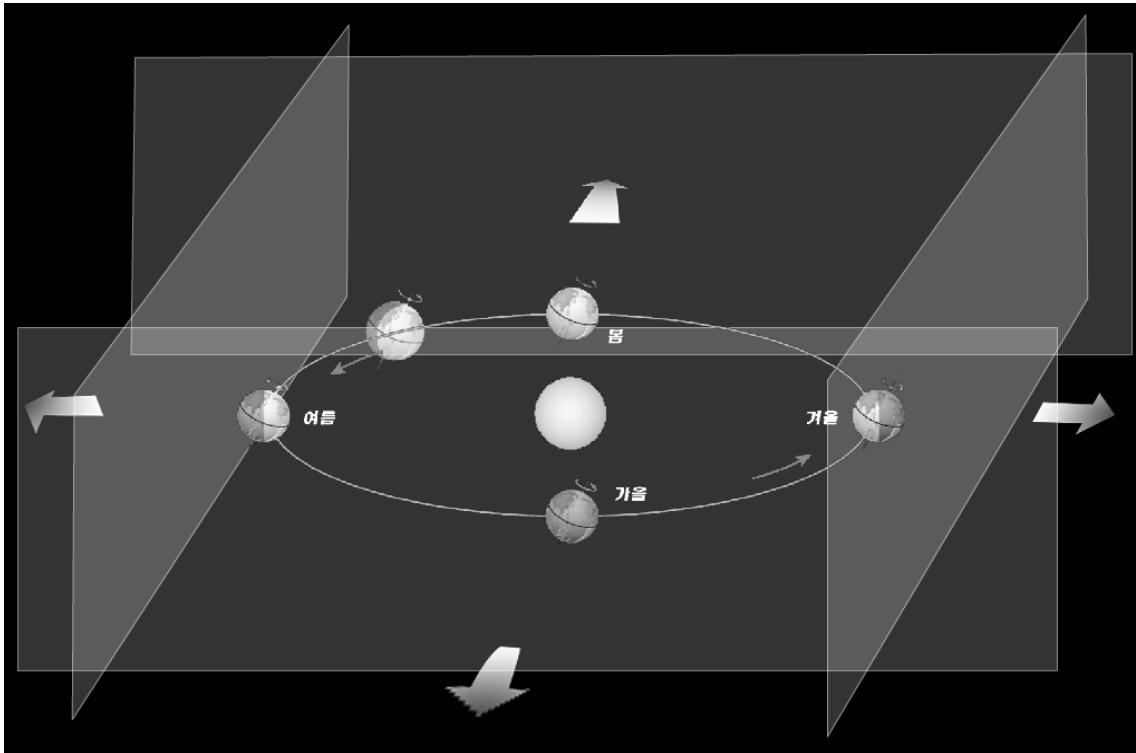
전 운동으로 인하여 모든 천체가 지구의 자전 방향과 반대 방향으로 도는 것처럼 보이는 운동)이 일어나기 때문에 하룻밤 사이에도 두 계절 또는 세 계절의 별자리를 볼 수 있다.

예를 들면, 여름철 자정 무렵에는 여름의 별자리인 백조, 거문고, 독수리 등이 머리 위에 있는 것을 쉽게 찾아 볼 수 있지만 동쪽 하늘에서는 가을의 별자리인 페가수스자리가 떠오르는 것을, 서쪽 하늘에서는 봄의 별자리인 사자자리나 목자자리가 지고 있는 것을 볼 수 있는 것이다. 초저녁이라면 여름철의 별자리가 동쪽하늘에서 떠오르고, 봄철의 별자는 남쪽 하늘에 있는 것을 관측할 수 있을 것이다.



생각해 보기

☆ 사계절 내내 볼 수 있는 별자리도 있다. 우리가 사는 북반구에 있다고 가정하고 어느 쪽 하늘에 있는 별자리일지 그림에 표시해 보자.



전
공

2. 별자리 익히기

가. 봄

초저녁 북동쪽 하늘로 가장 먼저 모습을 드러내는 것은 북두칠성이다. 북두칠성은 누구나 잘 알고 있는 별자리(큰곰자리의 일부이기는 하지만)이기 때문에 봄 별자리를 찾는 길잡이로 적당하다. 국자모양을 한 북두칠성의 손잡이를 이루는 세별을 이어 남동쪽으로 쭉 내려가면서 밝은 별을 이으면 봄을 대표하는 별자리들을 만날 수 있는데 첫 번째로 지나가는 별은 목동자리의 아크투르스라는 별이다. 특유의 붉은 빛을 뿜내는 아크투르스는 밤하늘 전체에서 네 번째로 밝은 별이기도 하다.

아래 별자리 판에서 한번 찾아보자. 이 곡선을 연장해서 동쪽 지평선 가까이로 시선을 옮기면 처녀자리의 스피카가 보이기 시작한다. 스피카는 처녀의 손끝에 해당하는 부분으로 ‘보리이식’이라는 뜻을 담고 있고 그 옆으로 ‘솜브레로 은하’도 관측 가능하다.

이렇게 북두칠성에서 아크투르스, 스피카로 이어지는 큰 곡선을 ‘봄의 대곡선’이라고 하며 이 별들은 밝기 때문에 대도시의 밤하늘에서도 쉽게 찾아 볼 수 있다.

다시 북두칠성으로 돌아와 손잡이 끝에서 네 번째와 다섯 번째 별을 이어 남쪽으로 내려가면 사자자리의 레굴루스를 찾을 수 있다. 고대부터 레굴루스는 하늘을 지배하는 네 개의 별들 중 하나로 여겨졌으며 ‘작은 왕’이라는 의미를 가지고 있다.



봄철의 별자리는 대부분 봄의 대곡선 부근에 모여 있기 때문에 대곡선을 이용해 다른 별자리를 찾으면 쉽게 찾을 수 있다. 봄의 대곡선에 둘러싸여 있는 별자리에는 처녀자리 서쪽에 있는 사자자리와 머리털자리, 사냥개자리, 작은사자자리 등이 있다.



[봄철의 별자리]

나. 여름

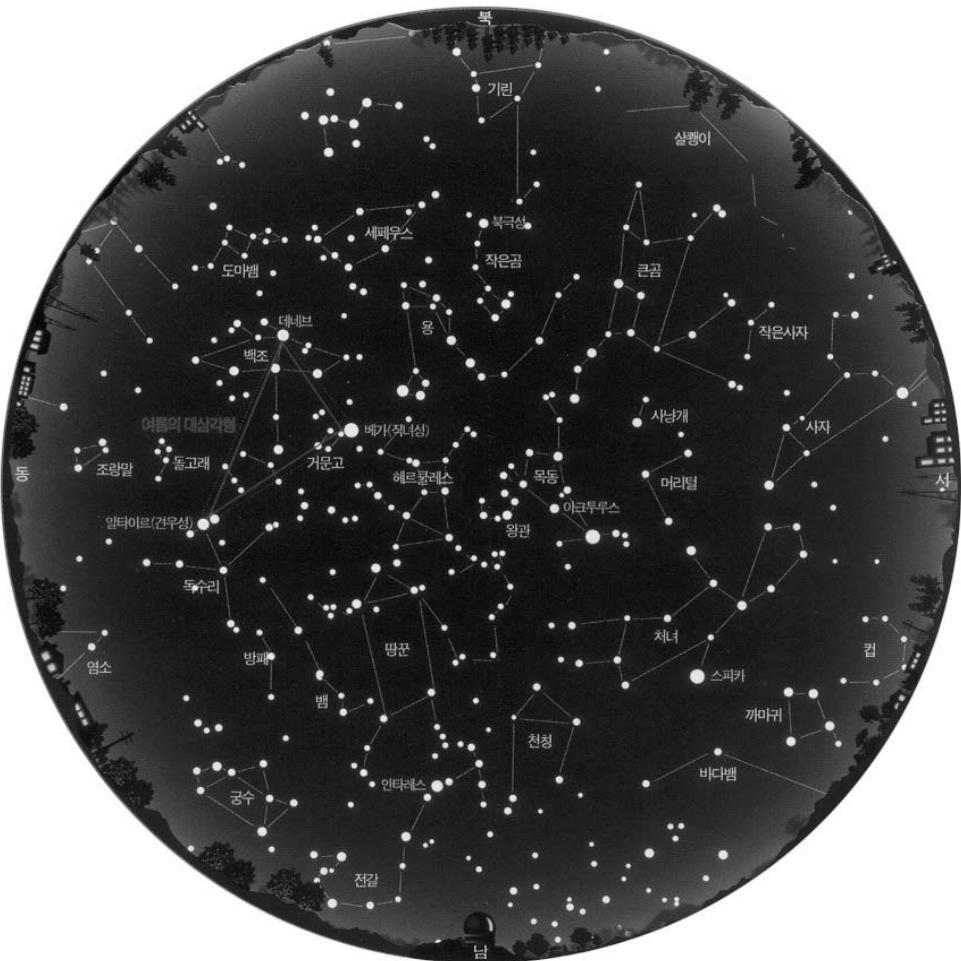
하지를 전후로 낮 시간이 길어지는 여름에는 밤 9시가 넘어서야 별이 보이기 시작한다. 밤 10시를 넘길 때쯤 동쪽 하늘을 바라보면 1등성의 밝은 별 세 개가 커다란 삼각형을 만들며 떠올라 있는데, 이것이 바로 ‘여름철 대삼각형’이다. 세 개의 별들 중 천정 근처에서 가장 밝게 보이는 것이 거문고자리의 직녀성(베가)이고, 남쪽에 있는 별이 독수리자리의 견우성(알타이르), 나머지 하나는 백조자리의 데네브이다. 다음에서 소개하겠지만 은하수는 우리 은하의 다른 별들이 뿐여져 있는 모습이고. 이 은하수를 사이에 두고 직녀와 견우가 헤어져 지내다가 칠월칠석에 견우와 직녀가 만난다는 전설이 있기는 하지만 실제로 별이 가까워지는 것은 아니다. ^;

은하수 위로는 화려한 날개를 가진 큰 십자모양의 백조자리가 있고 백조의 머리에 해당하는 별인 ‘알비레오’는 맨눈으로 보면 하나의 별로 보이지만 사실 황금색과 파란색의 두별로 이루어진 유명한 ‘이중성’ 중 하나이다. 남쪽하늘에 떠올라 있는 궁수(사수)자리와 전갈자리는 작은 쌍안경으로 보아도 정말 많은 별들이 뿐여져 있는 것을 볼 수 있다. 궁수자리가 바



로 우리은하의 중심방향에 있는 별자리이기 때문이다.

전갈자리의 1등성인 안타레스는 전갈의 심장에 해당하며 특유의 붉은색을 내기 때문에 쉽게 찾을 수 있다. 안타레스는 예로부터 점성술에서 군사의 이동이나 전쟁과 관련되는 별로 여겨졌다. 색깔이 붉기 때문에 전쟁의 신인 화성과 대적하는 별로 생각되어 왔다고 한다.



[••• 름 철의 별자리]

전 공

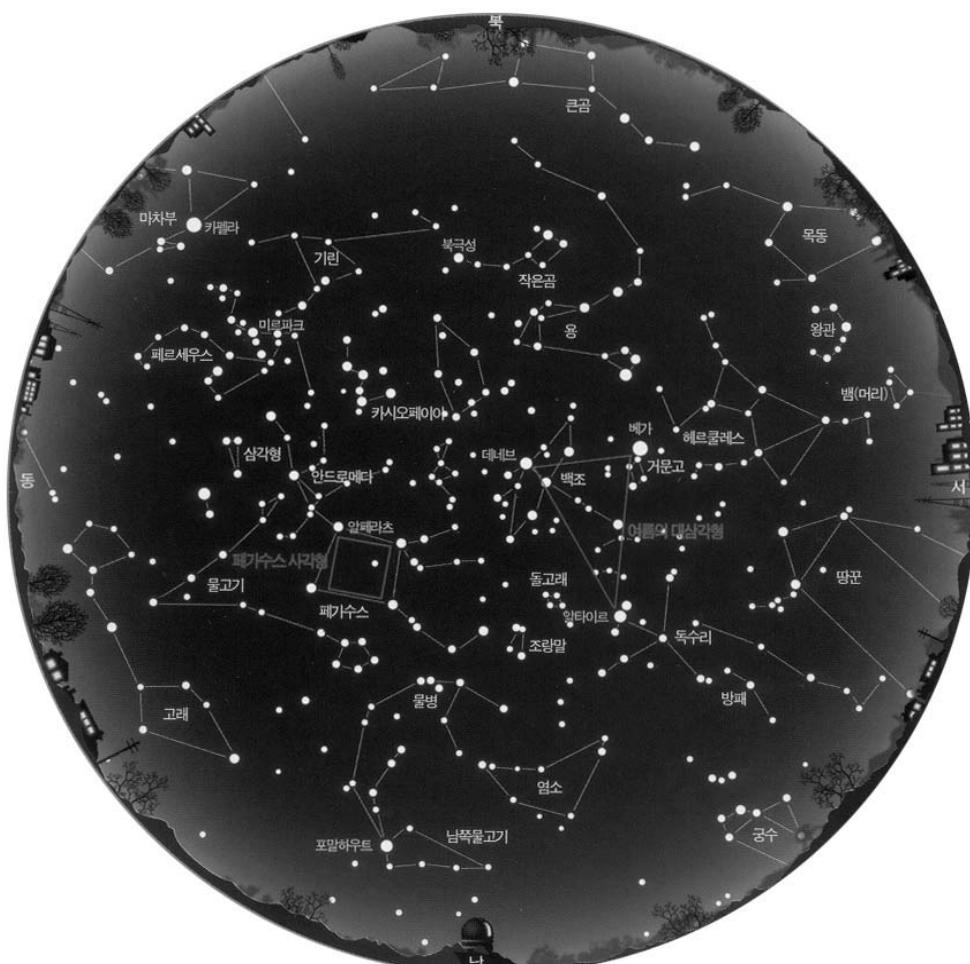
다. 가을

가을이 되면 건조하고 차가워진 밤공기는 밤하늘을 더욱 깨끗하게 만든다. 기온이 떨어지면서 습한 기운이 약해지고 대기가 안정돼 훨씬 투명해진 별빛을 볼 수 있는 하지만 1등성의 별이 거의 없어 도심에서는 별자리를 찾는데 어려움이 많은 계절이다.

해진 후 한, 두 시간 후 여름철 별자리가 지기 시작하면 북쪽 하늘에는 카시오페아자리가 W자 모양을 한 채 하늘로 떠오르고, 남쪽 지평선 위에는 물고기자리의 알파별 ‘포말하우트’가 빛나고 있다. 이 별은 가을철 별자리에서 볼 수 있는 유일한 1등성이다. 카시오페아 옆에는 네 개의 2등성이 사각형을 이루고 있다. 사각형을 만드는 세 개의 별은 페가수스자리의 별이고, 나머지 하나는 안드로메다자리의 별이다. 가을철 밤하늘의 커다란 창문 같은 느낌을 주는 이 별들은 ‘페가수스 사각형’이라고 불리며 가을철 별자리들을 찾아가는 길잡이 역할을 한다.



가을철 별자리의 특이한 점은 신화 속의 이야기를 이루는 가족별자리가 모두 모여 있다는 것이다. 이야기의 시작은 안드로메다자리로 페가수스 왼쪽 위의 별, 알페라츠에서 시작된다. 안드로메다의 별을 이으면서 북동쪽으로 올라가면 페르세우스자리의 미르파크에 도달하는데 페르세우스는 안드로메다를 괴물로부터 구출하고 그녀의 남편이 된 용사이다. 페르세우스의 장모이자 안드로메다 공주의 어머니인 카시오페이아는 이 두별 자리의 북쪽에서 쉽게 찾을 수 있고 카시오페이아의 서쪽으로는 그녀의 남편이자 에티오피아의 왕인 세페우스가 몽당연 필 모양을 하며 자리 잡고 있어 온 가족이 가을 하늘에 모여 있는 것을 볼 수 있다.



[가을 철의 별자리]

라. 겨울

낮의 길이가 짧아진 겨울에는 훨씬 이른 시간부터 별을 볼 수 있다. 저녁 7시를 넘기면서 완전히 어두워진 밤하늘에는 북동쪽 지평선 위로 밝은 별 하나가 환하게 모습을 드러내는데 이별은 마차부자리에서 가장 밝은 별인 ‘카펠라’이다. 카펠라는 겨울철의 1등성 중에 가장 먼저 떠오르기 때문에 겨울이 되었음을 알려주는 전령의 역할을 한다.

겨울밤의 왕좌를 차지하는 별자는 단연 오리온자리이다. 남쪽하늘에서 오리온자리의 세 개의 밝은 별, 삼태성이 나란히 줄지어 있는 모습을 그리 어렵지 않게 찾을 수 있고, 그 아래쪽으로 맨눈으로도 오리온 대성운의 모습을 볼 수 있다.



삼태성의 주위를 네 개의 별이 사각형으로 감싸고 있는 오리온자리는 겨울철 대표적인 길라잡이 별자리이다.

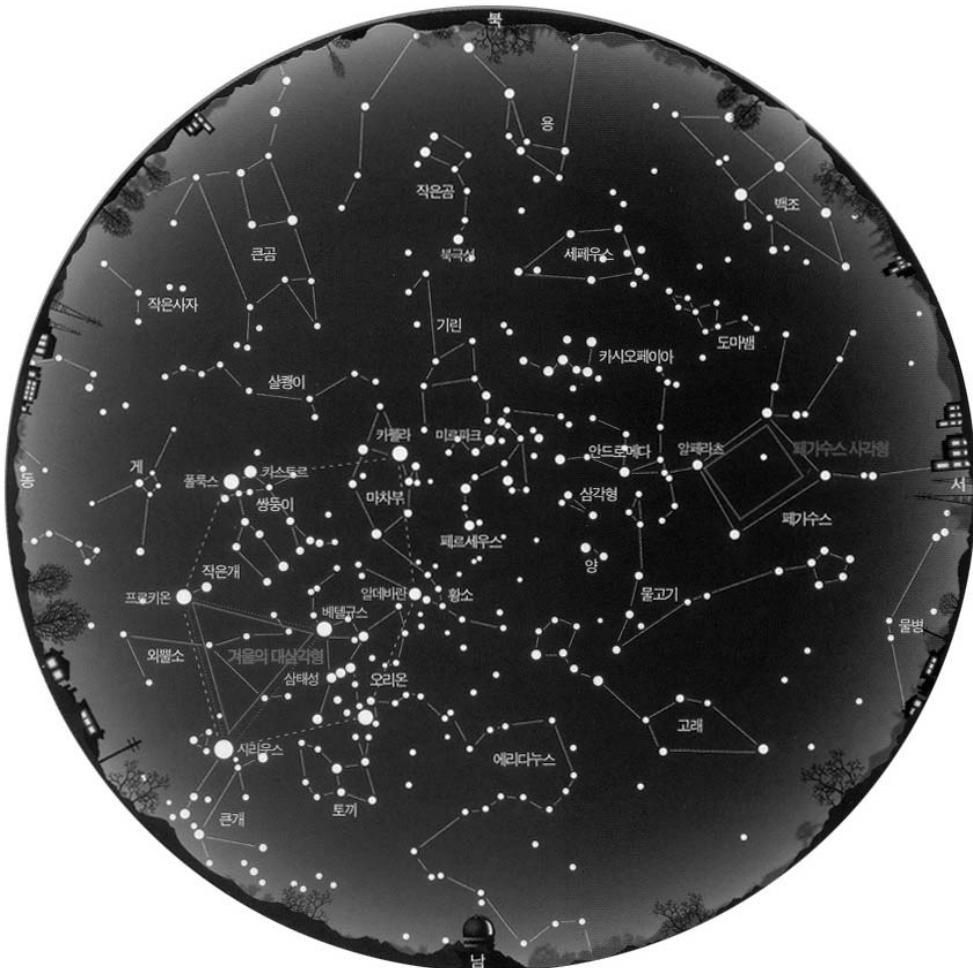
아래 그림과 같이 오리온의 세별을 이어 오른쪽으로 올라가면 황소자리의 알데바란을 찾을 수 있다. 알데바란은 붉은 기운을 띠고 있는데 주위의 별을 V자 모양으로 이으면 오리온에게 달려드는 황소의 뿔 모양이 된다.

이번에는 오리온 삼태성의 세 별을 이어 왼쪽 아래로 내려가면 시리우스를 만날 수 있다. 시리우스는 밤하늘 전체에서 가장 밝은 별로, 그에 견줄만한 빛을 발하는 천체는 금성, 목성, 토성과 같은 행성들뿐이다. 시리우스가 속한 큰개자리는 지평선에서 하늘로 기어오르는 개의 모습을 하고 있다.

오리온자리의 왼쪽 위 겨드랑이 해당하는 베텔기우스와 시리우스, 그리고 나머니 한 꼭지 점인 작은개자리의 프로키온을 연결하여 ‘겨울철의 대삼각형’이라고 한다.

쌍둥이자리는 오리온의 오른쪽 아래에 있는 리겔에서 베텔기우스로 이어지는 가상의 선을 따라 왼쪽 위로 비스듬히 올라가면 찾을 수 있다. 형인 카스토르와 아우인 폴룩스의 머리에 해당하는 두별이 나란히 사이좋게 빛나고 있어 쉽게 찾을 수 있다.

전
공



[겨울철의 별자리]



3. 밤하늘 관측의 첫걸음

가. 언제

- ① 구름이 없는 맑은 날
- ② 달이 뜨지 않는 날

확인하는 방법 : ① 기상청(www.kma.go.kr)에 접속하여 예보(주간 예보, 단기 예보)를 참고하여 구름이 없는 맑은 날을 정한다.

- ② 한국천문연구원(www.kasi.re.kr)에 접속하여 '이달의 천문 현상' 메뉴 → '달의 위상 변화' 메뉴에서 달이 뜨지 않는 날을 찾아본다.

나. 어디서

주변이 어두운 곳이 좋다. 되도록이면 주변에 불빛이 없는 시골의 밤하늘이 별을 관찰하는데 적합하지만, 초보자의 경우에는 아주 깜깜한 시골보다는 맑은 별들만 보이는 도시 근처의 하늘에서 기초적인 별자리를 공부하는 것도 좋다. 시골에 가면 별이 너무 많이 보여서 오히려 별자리를 찾기가 생각보다 어려운 경우도 있다. ^^; (인천에서는 강화도 정도면 참 좋다.)

다. 어떻게

★메모장과 필기도구

관측 기록을 남겨두면 훌륭한
관측일지가 된다. 관측한 천체,
시간, 장소, 날씨 등을 자세하게
적도록 한다.

★의자, 둑자리, 보온병, 간식

편안한 자세로 분수 있도록 가능하다면 간의
의자나 둑자리를 준비하도록 하고 늦은 밤까지
관측할 경우 따뜻한 물이나 차, 간식 등을 준비
해 두는 것도 좋다.

★쌍안경

안으로 보는 것보다 훨씬 많은 별을 볼 수
있고 손으로 들고 보기에도 편하다.

★따뜻한 옷이나 긴 소매 옷

별로부터 보호하고 여름에도 밤에는 날이 생
각보다 씰쌀하므로 따뜻한 복장을 갖춘다.

★손전등

붉은색 셀로판지를 붙인 손전등
불빛이 앞으로 길게 나갈 수 있는 강한 손전등 두
개를 준비하면 좋다. 하나는 지시용, 전등은
어두움에 적응된 눈을 보호해 준다.

★성도나 별자리판, 서적, 시계, 나침반 등
야광시계라면 더욱 좋겠다. 별자리 판이나 관련
서적을 준비해 놓으면 필요시 유용하게 사용할
수 있다. 방향은 나침반으로.....

라. 밤하늘을 관측할 때 유의할 점 몇 가지

1) 어둠에 대한 적응

별을 볼 때 우리 눈을 어둠에 적응 시키는 데 시간이 필요하다. 처음에는 맑은 별들 밖



에 볼 수 없지만, 약 5분 정도의 시간이 지난 다음에 희미한 별들을 볼 수 있게 된다.

2) 관측 자세

별자리 판을 머리 위로 들고 별자리를 관찰하다 보면 목이 뻐근해짐을 느끼게 된다. 그래서 둑자리나 평상에 누워 관찰하거나 간이 의자를 준비하면 오랫동안 관찰하기에 매우 편하고 좋다.

3) 방위 결정

북극성을 보고 섰을 때 오른쪽이 동쪽이고 왼쪽이 서쪽이며, 등 뒤가 남쪽이다.

4) 붉은 전등의 사용

별을 관측하다가 성도를 찾아보거나 기록을 하기 위해서는 불빛이 필요하다. 그러나 밝은 불빛은 눈동자를 다시 축소시켜 어렵게 어둠에 적응시킨 눈을 다시 원래의 상태로 돌려버리기도 한다. 이것을 막는 한 가지 방법으로 붉은 색 셀로판지를 써운 전등을 사용하는 것이 좋다. 붉은 빛은 다른 색의 빛에 비해 눈동자에 미치는 영향이 매우 적기 때문이다.

5) 구름과 안개의 영향에 주의

관측하는 동안에 새털구름(권운)과 같이 얇게 깔리는 구름이 나타나면 이것을 쉽게 알아차리지 못하는 경우가 많다. 이런 구름이 나타나도 밝은 별들은 관측이 가능하지만 어두운 별들은 구름에 가려 우리 시야에서 완전히 사라지고 만다. 그래서 처음 별을 보는 사람들은 하늘의 상태 변화에 항상 주의를 기울여야 한다.

하늘의 상태 변화를 측정하는 방법 중의 하나로 작은곰자리를 이용한 투명도 측정법이 있다. 만약 작은곰자리의 별을 모두 다 볼 수 있다면 하늘은 매우 맑고 주위는 적절하게 어두운 것이다.

6) 충분한 시간 동안 관측하기

한 대상에 집중하여 여유를 가지고 천천히 주의 깊게 살펴야 한다. 만약 관측영역이 넓다면 작은 부분으로 나누어서 각 부분을 주의 깊게 관측하는 것이 필요하다.

7) 아는 것에서 모르는 것으로 관측하기

북두칠성이나 카시오페아 같은 쉽게 찾을 수 있는 별자리부터 시작해서 그것에 가까이 있는 다른 별자리들을 하나하나 찾아나가며 익히는 것이 좋다. 이때는 별자리 판이나 성도, 혹은 Starry Night 나 Stellarium과 같은 소프트웨어를 사용하는 것도 좋다.

8) 기록하기

관측한 내용은 될 수 있으면 모두 기록하는 것이 좋다. 섬세하고 정확한 기록은 하늘의 변화를 알아내는데 큰 도움을 준다. 기록은 순간순간 현장에서 즉시 거짓 없이 정확하게 작성하도록 한다.

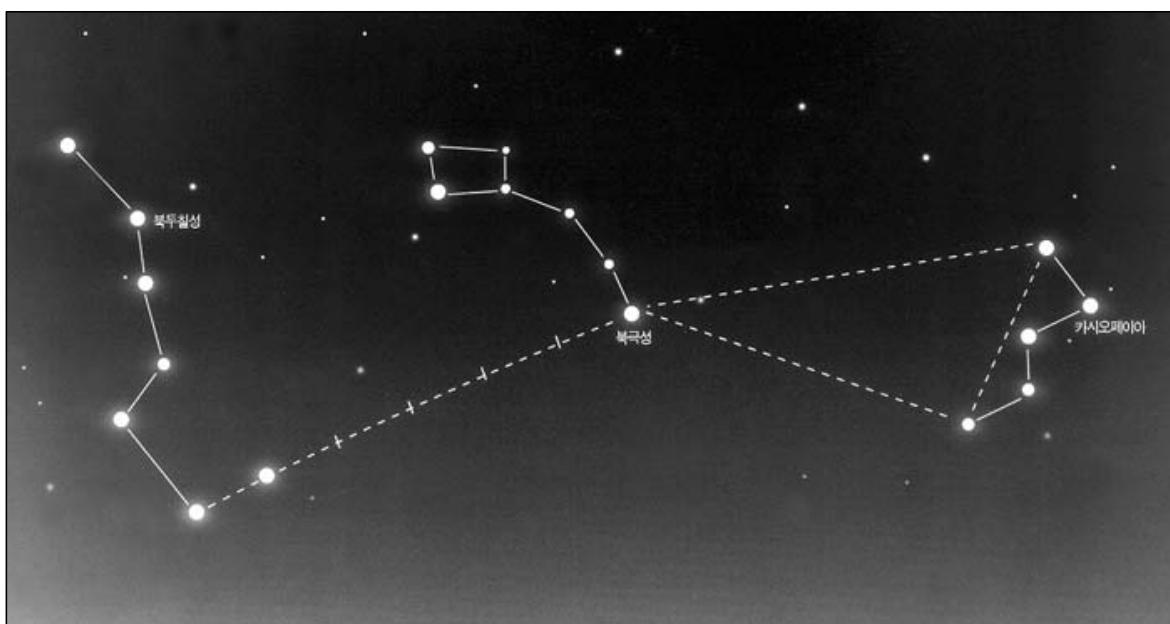


3. 하늘에서 방향 찾기

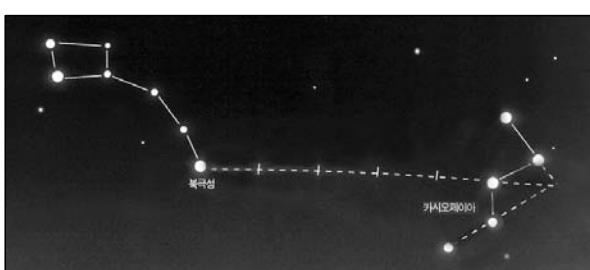
가. 북극성 찾아보기

나침반도 없이 깜깜한 밤에 동서남북을 알아내기란 어려운 일이지만 북극성을 찾을 수 있다면 걱정할 필요가 없다. 북극성이 있는 방향이 바로 땅 위에서도 북쪽이기 때문이다. 밤하늘을 처음 관측하는 사람이 북극성을 찾아가는 것은 쉬운 일이 아니지만 북두칠성이나 카시오페아자리처럼 익숙한 별자리를 이용하면 언제든지 북극성을 찾을 수 있다.

먼저 북두칠성을 찾아보자. 북쪽하늘에 일곱 개의 별이 국자모양으로 모여 있는 별무리로 큰곰자리의 엉덩이와 꼬리 부분에 해당한다. 여기에서 북극성을 찾으려면 아래의 그림과 같이 국자의 끝 두별을 이은 선을 다섯 배 정도 연장하면 나타나는 별이 바로 북극성이다.



카시오페아는 영어 알파벳 W자 모양(혹은 M자 모양)을 하고 있다. 카시오페아자리를 이용해 북극성을 찾을 때에는 위의 그림과 같이 W자의 양 끝별과 북극성이 만드는 삼각형을 연장해 찾거나 오른쪽의 그림처럼 W자 양쪽 끝의 두별을 지나는 연장선을 긋고 연장선이 만나는 점과 가운데 별사이 거리의 다섯 배 정도를 연장하면 북극성을 찾을 수 있다.



나. 방향 정하기

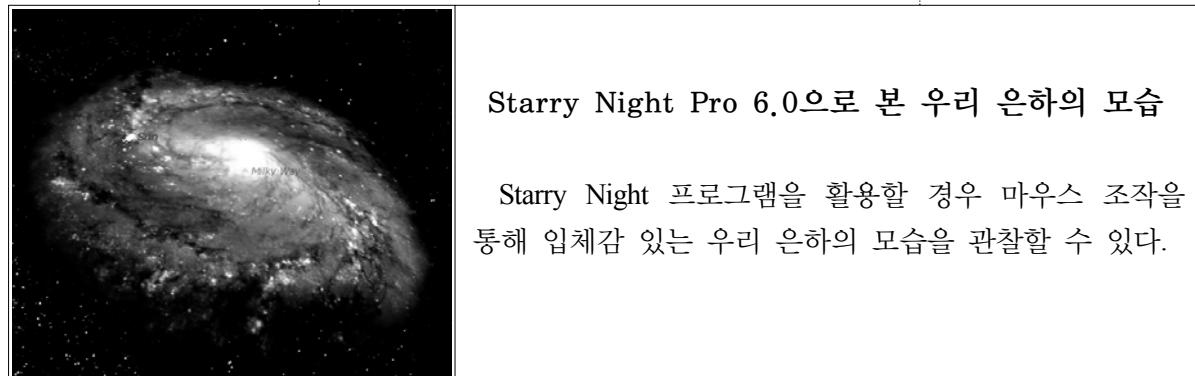
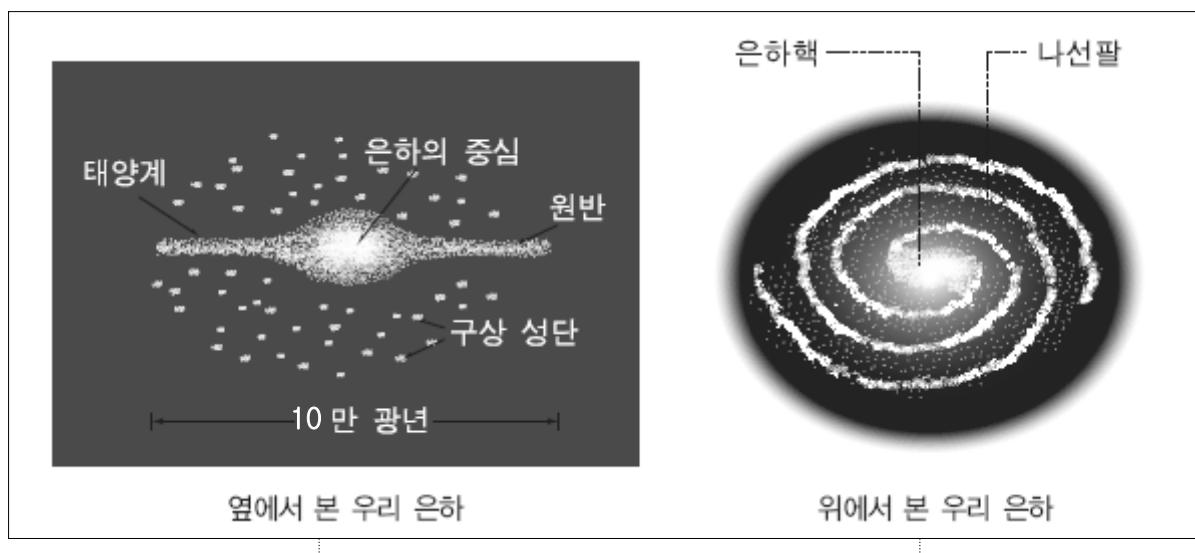
북극성을 찾았다면 이제 북극성을 바라보며 선 다음 양팔을 쭉 펴서 땅과 수평이 되게 들어보자. 이때 북극성이 있는 쪽이 북쪽, 오른팔이 가리키는 쪽이 동쪽이 된다. 서쪽은 왼팔이 가리키는 방향이고, 서 있는 뒤쪽이 남쪽이 된다. 망망한 바다나 넓은 초원에서 별자리만을 보고 방향을 찾을 수 있는 것은 북극성을 찾을 수 있기 때문이다. 산속에서 길을 잃었을 때라도 북극성만 찾을 수 있다면 방향을 정해 무사히 빠져 나올 수 있을 것이다.



3. 쉬어 가기

가. 은하수

우리 은하에는 1000억 개 정도의 별이 있다고 한다. 우리 은하는 중심 부분은 위아래로 볼록하고, 그 곳에 대부분의 별들이 모여 있으며, 그 중심부 주위를 별들과 가스 구름이 원반 모양으로 둘러싸고 있다고 한다.



원반 부분에 존재하는 대부분의 가스 구름과 많은 별들은 나선 팔 모양을 이루며 뻗어 있다. 우리 은하의 지름은 약 10만 광년 정도나 된다고 한다.

(1 광년='빛이 1년 동안 진행하는 거리', '빛의 속도로 1년 동안 갈 수 있는 거리'

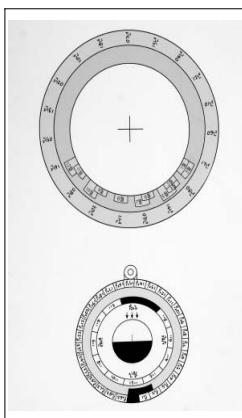
그러니까 10만 광년은 빛의 속도로 10만년을 가야 하는 거리가 된다.)

태양은 우리 은하의 중심부에서 약 28,000광년 떨어진 곳에 위치하고 있다.

은하 원반에 있는 수백만 개의 별에서 나오는 빛은 밤하늘에 희미한 띠 모양의 뿐연 빛을 만들어 내는데 이것이 바로 은하수이다.



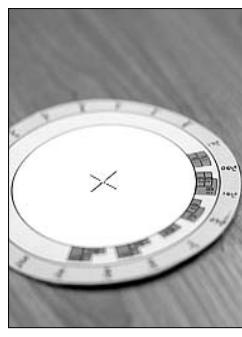
나. 월령 모양 판 만들기



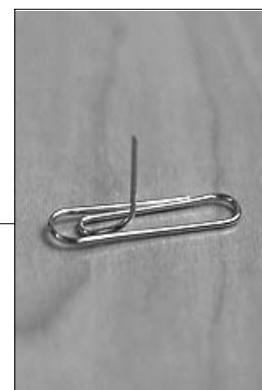
가. 준비된 월령 모양 판을
각각 가위로 잘 오린다.



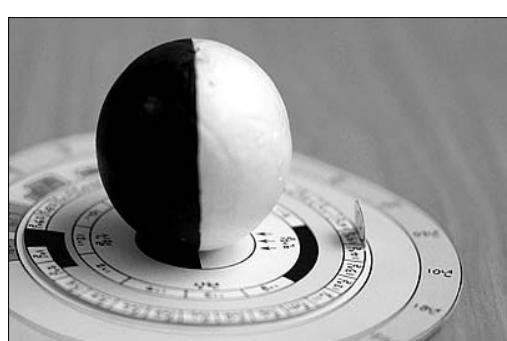
나. 스티로폼 구의 반쪽을 검은색 매직
으로 색칠한 후 잘 말린다.



다. 월령 모양 판의 윗판 중앙에 작은
크기의 양면테이프를 붙인 후 윗판
과 아랫판의 '+' 표시 된 부분을
바늘을 사용하여 살짝 뚫어준다.
(구멍이 너무 크지 않도록 한다.)



라. 롱로즈를 사용하여 클립을 사진과
같이 구부린다.



마. 양면테이프를 제거 한 후, 바늘로 뚫어 두었던
곳에 클립을 삽입하여 아랫판과 윗판을 연결
한 후, 잘 마른 흑백의 스티로폼 구를 월령
모양판 윗판의 흑백이 일치하도록 잘 맞추어
끼운다.



다. 야광 별자리 판 만들기



- 가) 주어진 별자리 판을 잘 오려둔다.
- 나) 별자리가 그려진 판에 야광페인트와 이쑤시개를 사용하여 별자리를 표시한다.
- 다) 형광페인트가 마를 때까지 기다린다.
- 라) 별자리 판 보는 방법을 익힌다.
- 마) 각각의 계절에 따라 별자리가 어떻게 달라지는지 살펴본다.





과학과 자유탐구 교수-학습 방법

인천간재율초등학교
교사 표 구 열
ticket10@paran.com

전
공

I. 2007 개정 교육과정에서의 자유탐구

2007 개정 과학과 교육과정의 가장 큰 특징은 ‘자유탐구’를 도입하였다는 점이다. 자유탐구는 학생들이 평소에 관심이 있는 주제에 대하여 연구문제를 찾아서 장기간에 걸친 주제 탐구 학습을 하는 것이다. 교육과정 상에서 초등학교 3학년부터 고등학교 1학년까지 한 학년에 6시간씩을 배정하여 자유탐구를 하도록 하고 있다.

1. 자유탐구 지도의 원리

현재의 과학 학습에서는 지식 요소는 최소한으로 하고 심화된 탐구 경험을 가질 수 있도록 한 가지 분야나 주제에 대한 체험을 통하여 깊이 있는 기회를 제공하기 위하여 자유탐구를 설정하였다. 이러한 자유탐구의 지도 원리는 다음과 같다.

가. 창의력, 문제 해결력 신장

자유탐구는 학생들에게 흥미로운 학습 경험을 제공하여 창의력과 문제 해결력을 신장시키는 것을 목표로 하였다. 일상생활의 문제이든, 학문의 연구 과정에서 생기는 문제이든 사람들의 생활은 끊임없는 문제 해결 과정이라고 할 수 있다. 문제를 합리적이고 창의적으로 해결한다는 것은 개인의 일상생활을 영위하는 데 뿐 아니라, 새로운 발견이나 발명을 통하여 인류의 문화 발전에 기여하는 데에도 대단히 중요한 역할을 한다. 따라서 학생들의 창의력과 문제 해결력을 신장시키는 데 주안점을 두었다.

나. 흥미 있는 과제 선정

창의력이나 문제 해결력 신장은 학생들이 좋아하는 문제나 과제를 가지고 몰입할 때 가능한 것이다. 따라서 학생들이 흥미와 관심을 가질 주제나 과제를 선정하여야 한다.

다. 적성과 능력에 맞는 활동 선정

자유탐구는 학생들의 적성과 능력에 따라 학습자 스스로 자신에게 맞는 과제를 선택할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 처음에는 쉬운 과제를 제시하고, 가능한 안내를 많이 하여 보다 쉽게 과제를 수행할 수 있도록 하며, 고학년으로 갈수록 활동 수준이 높고, 탐구의 개방 정도가 높으며, 독자적인 연구에 가까운 과제를 할 수 있도록 한다.



라. 자기 주도적 학습이 가능한 개방적 탐구 활동 강조

자기 주도적 학습자로 기르기 위해서 가능하면 안내를 적게 하고 학습자 스스로 사고하고 판단하여 활동할 수 있는 기회를 제공하여야 한다. 이러한 면에서 자유탐구를 지나치게 상세히 안내하거나 교사의 지시에 따라서 활동하는 것은 지양하는 것이 바람직하다.

창의력이나 문제 해결력을 신장시키려는 방법은 구체적이고 상세하게 활동을 안내하는 것보다 주어진 학습 문제나 학습 상황에서 학생 스스로 문제를 발견하여 창의적으로 생각해 가면서 탐구 활동을 수행하게 하는 것이다. 즉 가능하면 활동을 개방시켜 탐구 문제 뿐 아니라, 탐구 수행에 필요한 자료나 학습 기자재, 탐구 방법, 결론 도출, 평가의 전 과정을 학생 스스로 하도록 하는 것이 중요하다.

마. 통합적 접근을 강조

우리가 일상생활에서 부딪치는 문제들은 어느 한 교과의 접근만으로는 해결하기 어려우며, 다양한 교과의 지식과 방법을 적용하여 문제를 해결해 나간다. 학생들이 선정한 문제도 과학 분야이기는 하지만 과학만으로 해결하기 어려운 것들이 많이 있다.

예를 들면 ‘태양 에너지의 과학’이라는 주제 속에는 전기, 전류, 전압 등과 같은 물리학적인 내용 뿐 아니라 태양 전지, 자동차, 동력 전달, 축전지 등과 같은 기술적인 내용, 에너지 문제, 미래 에너지 자원 등과 같은 사회적 요소, 이러한 내용을 토대로 의사 결정을 하는 과정에서 도덕이나 윤리적인 문제, 이러한 주제로 논문을 쓰는 언어적 내용 등이 복합적으로 다루어져 자연히 교과 통합적인 내용이 되지 않을 수 없다.

현실에서 부딪치는 실생활의 문제나 사회적으로 관심을 끌만한 문제들은 통합적인 접근을 하지 않고는 다루기 어려운 측면이 있다. 또한 통합적인 내용은 학생들에게 흥미와 관심을 끌 수 있고, 도전감을 불러일으킬 수 있다.

바. 시간과 공간적 제약의 극복

자유탐구는 교실이나 학교 내에서 활동하는 것을 전제로 하지 않고, 가정, 지역 사회 등 모든 공간이 학습의 장이 되는 것을 전제로 하였다. 또한 자유탐구 활동은 학교 수업처럼 수업 시간 내에 맞추어 진행하기에도 대단히 어렵다. 경우에 따라서는 수업 시간에는 학습 안내나 학습 문제를 제시하고, 그 해결책을 강구하며 문제를 해결해 가는 과정은 수업이 끝난 후에 또는 가정에서 학생 스스로 하도록 할 수 있다. 이렇게 하여 각자 활동이 끝나면 그 결과를 다시 교실에서 토의하면서 다른 사람의 경험으로부터 배울 수 있는 기회를 가질 수 있다.

실제 자유탐구는 이러한 상황을 전제로 하지 않으면 활동이 불가능한 경우가 많다. 예를 들면 자기 주도적 학습을 진행할 경우, 학습자 스스로가 문제를 찾아서 해결해 간다. 따라서 학습자에 따라서 문제가 다를 수 있고, 같은 문제라고 하더라도 학습자에 따라 해결 방안이나 학습 진행 속도가 다르기 때문에 전통적인 수업처럼 교사가 교실에서 일일이 지도하고 평가하기가 불가능하다. 따라서 시간과 공간의 제약을 극복하고, 제시된 문제를 해결하거나 스스로 발견한 문제를 해결하도록 하여야 한다.

사. 다양한 만들기 자료 도입

만들기 활동은 대부분의 학생들이 대단히 하고 싶어 하는 흥미 있는 소재이다. 또한 만들



기 활동은 학생들에게 심동적 영역의 능력을 길러 줄 뿐 아니라, 창의성이나 문제 해결력을 신장시키는 데에도 대단히 훌륭한 소재이다. 하나의 장난감을 조립하거나 만드는 과정에는 대단히 많은 문제들이 야기된다. 이러한 문제들은 정형이 있는 것이 아니기 때문에 같은 만들기를 하는 과정에서도 사람에 따라 다른 문제가 제기되고, 또 만들기 과정에 따라 다른 문제가 나타난다. 이러한 문제를 해결하는 데에는 상당한 창의력이 동원되어야 하며, 이러한 창의력은 교과서를 배울 때 신장시킬 수 있는 창의력과는 성질이 다른 것이다. 따라서 자유 탐구에서도 다양한 만들기 자료를 도입하는 것이 바람직하다.

아. 다양한 탐구 과정 경험

자유탐구 활동에는 관찰, 분류, 측정, 토의, 역할 놀이, 만들기, 놀이, 탐방, 시합, 전시, 초청 강연 등 다양한 탐구 과정을 경험할 수 있도록 한다. 이러한 활동은 일상생활의 문제 해결에도 필요하고, 학문적 연구를 수행하는 데에도 필요한 탐구 과정이다. 일상생활의 문제에 부딪힐 때 이러한 방법을 활용하여 스스로 문제를 해결하며 생활할 수 있을 것이다.

자. 경쟁과 협동의 조화

학생들의 창의력이나 문제 해결력을 신장시킬 수 있는 전략으로 경쟁과 협동을 적절히 배합하는 방안이 대단히 효과적이다. 예를 들면 ‘태양 에너지의 과학’에서 태양 전지로 달리는 자동차를 만든 다음 누가 더 빨리 가는지 경주를 한다. 다른 사람들 보다 빨리 달리는 차를 만들어야 한다는 경쟁의식은 무의식중에 학생들의 창의력을 자극하여 보다 좋은 작품을 만드는 원동력이 될 수 있다. 경주 후 각 모둠의 우수자끼리 모여 다시 다양한 아이디어들을 제시하고 종합하여 새로운 자동차를 만든다. 이러한 과정에서 학생들이 동료와 상호의사 소통하는 방법, 서로 협동하는 방법, 다른 사람을 리드하는 방법을 자연스럽게 익히게 된다.

토론회, 연구 발표회, 전시회 등도 경쟁과 협동의 원리를 활용하여 학생들의 창의력 신장에 효과적인 교수 학습 방법이다. 학생들은 상대방이나 상대 분단에게 이기기 위하여, 또는 가족이나 친구, 선생님들께 보다 자신을 잘 드러나게 하기 위하여 많은 준비를 하고, 창의적인 아이디어를 내며, 협동심과 리더십을 발휘하게 된다.

2. 자유탐구 지도 방법

- 가. 매 학년마다 제시된 ‘자유 탐구’의 주제를 보고 어떤 주제를 언제, 어떻게 지도할 것인지 학년 초에 지도 계획을 수립한다.
- 나. 자유탐구 과제는 학생들 스스로 선택하도록 하여 자신이 평소 관심이 있는 문제를 해결 할 수 있는 기회를 제공하고 개별 학습 지도를 하도록 계획한다. 학생들이 원하는 경우 팀별로 자유탐구 주제를 선정하여 진행하는 것도 좋은 방법이다. 이러한 경우 소외되는 팀원이 없도록 하고, 팀 내에서는 협동, 팀별로는 경쟁을 통하여 리더십과 팀워크를 기를 수 있는 기회를 제공할 수 있다.
- ※ 자유탐구에도 학생들의 능력과 적성에 따라서 많은 차이가 있을 수 있으므로 능력이 뛰어난 학생들에게는 고급 문제를 해결할 수 있도록 하고 능력이 뒤지는 학생들에게는 생활 주위의 문제, 간단한 자료 조사 등의 탐구 과제를 선택하여 수행하도록 한다.

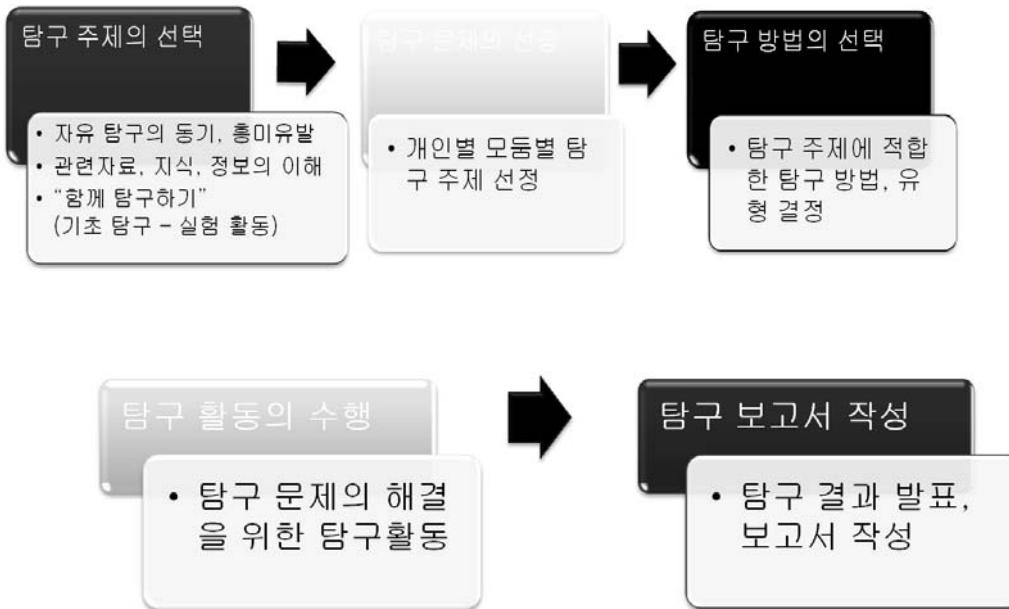


- 다. 학습 지도 계획 수립 시 학교의 실정이나 지역의 특성, 학생의 능력, 자료의 준비 가능성 등을 고려하여 학습 내용, 지도의 시기와 방법을 적절히 조절하도록 한다.
- 라. 자유탐구를 특별 활동, 방과 후 활동, 과학전람회 및 전시회, 기타 학교 행사와 연계하여 지도하도록 계획하여 그들의 과학 작품이나 연구 결과를 발표할 수 있는 기회를 제공한다.
- 마. 자유탐구가 성공적으로 이루어지기 위해서는 자료의 준비가 중요하다. 자유탐구는 조별, 개별 학습으로 이루어지기 때문에 자료는 가능하면 주변에서 쉽게 구할 수 있는 것을 사용하도록 하고, 특별히 자료가 필요한 경우에는 ‘자유 탐구’가 원활히 수행될 수 있도록 학교 수준에서 필요한 자료를 준비하든가 학생들이 준비할 수 있도록 도와준다. 아울러 연초에 학생들의 자유탐구에 필요한 자료를 어떻게 동원할 것인지 계획을 수립하도록 한다.
- 바. ‘자유 탐구’는 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 지도한다. 학교에서 과학 학습이 1·2차시 단위의 비교적 짧은 기간에 이루어지는 것에 비하여 ‘자유 탐구’는 이보다는 긴 기간 동안 이루어지므로 수행 과정 중 수시로 진행 상황을 점검하고 적절한 격려와 조언을 하는 것이 중요하다.
- 그러나 자유탐구라고 반드시 긴 기간의 탐구를 하여야 하는 것은 아니다. 가능하면 수업에서 이루어지는 탐구보다는 심화되고 보다 장기간에 걸쳐 수행할 수 있는 탐구과제를 선정하여 활동할 것을 권장하지만 학교나 교사, 학생의 여건에 따라서 짧은 기간에 수행 할 수 있는 탐구과제를 선정하여 수행할 수도 있다.
- 사. 자유탐구의 평가는 과제에 대한 흥미와 가치 인식, 자유탐구에 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다. 평가는 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.

II. 3, 4학년 과학 수업과 자유 탐구

1. 자유 탐구 모형

- 1단계: 탐구 주제의 탐색
- 2단계: 탐구 문제의 설정
- 3단계: 탐구 방법의 선택
- 4단계: 탐구 활동 수행
- 5단계: 탐구 보고서 작성



2. 자유 탐구 유형

가. 관찰 중심 자유 탐구

1) 관찰의 의미

- ▶ 과학 탐구 활동에서 가장 기본적, 보편적으로 사용
- ▶ 5감을 통한 외부 정보 감지 → 뇌에 전달 → 뇌의 인지 구조에 의한 분석·해석 → 언어로 진술: 주변 세계 이해

2) 관찰의 필요성

- ▶ 관찰에 대한 오해(Norris, 1985)

- ① 관찰과 추리가 상황에 따라 분리된다.
 - 과학적 관찰은 상황에 따라서 매우 복잡하고, 더 지적인 것을 요구하며, 유능한 과학적 관찰자가 되는 것은 복잡한 기능을 성취하는 것
- ② 과학적 관찰이 인간의 감각 지각과 제한된 정보처리 메커니즘과 연결된다.
 - 선택적 주의
- ③ 과학적 관찰이 단순한 정신 과정으로 이루어지고 실제 과학자의 지적 활동에서 가장 단순하다.
 - 관찰의 다양한 수준
 - 사전 정보·지식의 영향
별빛이 태양을 지나갈 때 편향하는 것을 관찰
태양의 핵으로부터 방출되는 중성자를 발견하여 태양 핵을 알 수 있는 것



3) 관찰의 유형 및 방법

가) 감각의 종류

- 사용한 감각 기관에 따라 시각, 후각, 미각, 청각, 촉각 관찰

나) 정량화의 유무

- 정성적 관찰

ex) “솜털이 있다”, “녹색이다”

- 정량적 관찰

ex) “길이가 3.5mm이다”, “무게가 120g이다”

다) 관찰 대상의 전체성

- 전체 관찰

ex) “겨울눈에서 풋사과의 냄새가 난다”, “겨울눈의 길이가 3.5mm이다”

- 부분 관찰

ex) “겉 부분에 솜털이 있다”, “껍질은 거칠다”

라) 관찰 대상의 수

- 다수대상관찰

ex) “덮개들은 크기가 모두 다르다”

- 단일대상관찰

ex) “이 나무의 껍질은 거칠다”

마) 조작의 유무

- 조작적 관찰

ex) “겨울눈을 손으로 자르니 풋사과 냄새가 난다”

- 비조작적 관찰

ex) “겨울눈의 겉 부분에 솜털이 있다”

4) 관찰 및 지도 시 유의점

가) 미각적 관찰

- 관찰 활동 과정에서 지도교사의 허락 없이 함부로 맛을 보지 않게 한다.
- 액체의 맛을 볼 때에는 액체를 유리막대에 묻혀서 거름종이에 묻히고, 거름종이에 묻힌 액체를 혀끝에 가져가 맛을 보게 한다. 맛을 본 후에는 반드시 입 속을 물로 헹구어야 한다.

나) 후각적 관찰

- 성질을 모르는 물질은 함부로 냄새를 맡는 것은 삼가게 한다.
- 액체의 냄새를 맡을 때는 직접 코를 대고 맡기 해서는 안 된다.
- 냄새를 맡을 때에는 팔 거리에서 손으로 물질에서 바람을 일으켜 코에 이르게 하는 방법으로 지도한다.

다) 시각적 관찰

- 액체 또는 가루물질 등이 관찰 과정에 눈에 들어가 상처를 입을 수 있는 물질을 관찰할 때에는 보안경을 착용하게 한다.
- 태양, 레이저 빛과 같이 강한 빛을 관찰할 때에는 시각 보호 장비 없이 직접 관찰하지



않게 한다.

- 용액의 색을 관찰할 때에는 용액의 뒷배경에 흰 종이를 대고 관찰한다.

라) 청각적 관찰

- 너무 큰 소리를 가까이에서 듣다가 청각이 손상될 수 있으므로 유의해야 한다.

마) 촉각적 관찰

- 강산이나 강염기, 또는 독성이 있는 물질은 화상이나 독을 옮을 수 있으므로 함부로 만지지 않게 한다.
- 온도를 모르는 물체는 함부로 만지지 않게 한다.

바) 야외 관찰

- 사전 답사를 통해 위험 요소를 확인하고 금속 조각이나 깨진 병, 미끄럼 사고 등에 주의 하게 한다.
- 경사가 급한 곳을 함부로 오르지 않고 지층 사이의 돌 등을 함부로 빼내지 않는다.
- 돌멩이 등을 함부로 던져 친구들이 다치는 일이 없게 한다.
- 관찰한 돌멩이는 제자리에 다시 놓는다.
- 자연환경을 훼손하지 않도록 유의하며, 특히 낙석에 주의한다.
- 야외 학습 장소에 쓰레기를 함부로 버리지 않는다.
- 나뭇가지를 함부로 꺾거나 풀을 뽑지 않는다.
- 관찰한 내용은 현장에서 기록하며, 사진을 찍어 놓는다.
- 사진을 찍을 때는 동전, 자, 볼펜 등을 같이 놓고 찍는다.

나. 실험 공작 중심 자유탐구

1) 실험 · 공작의 의미

가) 실험

- ▶ 대부분의 현대 자연과학 지식은 과학적 실험을 바탕으로 구성되고 정당화된다.
- ▶ 정의: 새로운 사실을 발견하거나 이미 알려진 지식을 예증하기 위한 활동이고, 가설을 검증하기 위한 조작이다. 즉, 실험은 과학적 연구의 필수적 수단이다.

▶ 기능 (Falk, 1980)

- ① 실험하기 전에는 실험자가 모르던 문제에 대한 해답이나 정보 탐색
- ② 이미 알려진 과학적 사실 개념 일반화 등을 확증하거나 예증하는 증거 제시

나) 공작

- ▶ 과학과 기술은 현대 경제를 발전시키는 원동력이며, 미래의 국가 생존에 커다란 영향을 미친다.
- ▶ 정의: 과학적 원리를 바탕으로 한 기술적이고 종합적인 창작 활동
- ▶ 과학 공작의 단계
기본설계 ⇒ 제작 및 조립 ⇒ 성능시험 ⇒ 응용조립 ⇒ 발전



실험의 형태	실험 목적	교사의 역할
확인 실험	추상적 지식에 대한 구체적 경험을 갖게 한다.	강의나 독서를 통해서 알게 된 추상적 지식과 관련된 현상을 경험할 기회를 제공한다.
탐색 실험	새로운 자료와 현상을 인식하고 흥미를 갖게 한다.	학생들이 개방적 상황에서 새로운 자료와 현상을 탐색하고 조사하게 한다.
귀납적 실험	몇 가지의 과학적 사실을 유의미한 일반화로 조직하게 한다.	학생들 스스로 주요한 개념이나 그들간의 관계를 찾게 한다.
연역적 실험	주요한 개념이나 일반화에 의해서 주어진 현상을 설명하게 한다.	이미 학습된 포괄적 지식으로 새로운 현상을 설명, 예측, 서술하게 한다.
기능 개발	실험활동에 필요한 기능을 습득하게 한다.	학생들이 필요한 기능을 습득할 때까지 연습할 기회와 피드백 및 도움을 제공한다.
과정 개발	과학의 문제해결 능력을 기른다.	학생들이 문제를 해결하고 해답을 설정하는 방법에 관심을 갖고 실험목적을 달성하는 데 어려울 경우에만 직접적 도움을 준다.

2) 실험 · 공작 및 지도지 유의점

가) 실험

- ① 모든 과학적 이론이 통제된 실험실 내에서만 검증되는 것은 아님. 많은 수의 천문학적 가설은 실험실의 탐구 활동보다는 더 단순한 관찰과 측정에 의해서 검증됨.
- ② 과학실험은 관찰에 비하여 대체로 의도적이고 계획적임. 관찰이 수동적인 탐구수단임에 비하여, 실험은 반드시 어떤 합리적 목적에 따라 수행됨.
- ③ 각종 실험 안전에 유의

나) 공작

- ① 기초적인 지도 조립 단계에서는 각 부품들의 명칭과 사용처 및 사용 방법을 알아보고 기본 조립 방법을 잘 익혀 간단한 모형을 모방하여 조립해 보는 활동으로 학생들이 흥미를 잃지 않도록 다양한 방법으로 체계적인 지도가 이루어져야 할 것이다.
- ② 응용 조립 단계는 기존 모델을 모방하여 창의적인 자신만의 작품을 만들어 동작할 수 있도록 학생들의 창의력 향상에 주안점을 두고 꾸준한 지도가 이루어져야 한다.
- ③ 학생들이 자신의 창작품을 제작하는 데까지는 많은 시간과 노력이 필요하므로 학생들이 지속적으로 탐구하고 계발하여 자신의 작품을 창작할 수 있도록 학생들의 활동을 항상 격려해 주는 지도 교사의 배려가 필요하다.
- ④ 단순 조립일 경우 아이들의 손 조작을 통하여 협응력과 뇌기능의 개발을 촉진시킬 수 있으며, 순서에 따라 조립하면서 논리성, 순차성, 계열성을 배울 수 있고, 조립하는 과정을 통해서 집중력을 기르고, 쉬운 것부터 차례대로 조립하면서 성취감을 얻을 수 있다.



다. 조사 토의 중심 자유탐구

1) 조사 · 토의의 의미

가) 조사

- ▶ 정의: 학생들이 스스로 탐구할 문제를 선정하여 장기간 동안 탐구를 수행한 후 그 결과를 제출

나) 토의

- ▶ 정의: 둘 이상의 학생들이 정보나 아이디어를 교환하는 과정

2) 토론학습의 유형

가) 학습 목표에 따른 분류

(1) 안내된 토론 : 특정 주제와 관련된 개념, 원리, 가치, 논쟁, 문제 등에 대한 학생의 이해를 증진시키기 위해 이용되는 토론

(2) 반성적 토론 : 특정 주제에 대한 정보, 견해, 생각 등을 분석, 종합, 평가하는 것을 장려하기 위해 이용되는 토론

나) 운영 방식에 따른 분류

(1) 패널 토론(배심 토론) : 특정 주제에 대하여 상반된 견해를 가진 대표자를 선발하여 토론이 진행되고, 그 이후 청중과의 질의·응답 시간이 마련되는 방식의 토론

(2) 포럼 토론 : 주제에 대하여 심도 있는 내용을 발표할 수 있는 1-3 명의 학생을 선발하여 주제 발표를 하게 한 후, 발표 학생과 나머지 학생들 간의 질의·응답으로 진행되는 토론

(3) 심포지움식 토론 : 특정 주제에 대하여 2명 이상의 발표자가 사전에 준비한 내용을 토대로 발표를 한 후, 나머지 학생들로부터 질문을 받고 답변하는 형식으로 진행되는 토론

(4) 버즈(buzz) 분단 토론 : 3-6명으로 구성된 소집단 내에서 토론한 결과를 학급 전체에 발표한 후, 전체적인 토론을 통해 내용을 정리하는 방식의 토론

(5) 브레인스토밍(brainstorming) 토론 : 새로운 아이디어를 만들어 내기 위해 집단 구성원들이 자유롭게 자신의 생각을 내 놓는 토론

(6) 게임 및 모의실험 토론 : 게임, 모의실험, 역할 놀이 등으로 전개하는 토론

(7) 기타 : 특정 내용을 학습하기 위한 주제 ‘숙달 토론’, 찬반이 뚜렷한 이슈를 검토하는 ‘대립 토론’, 학급 회의와 같이 현안 해결을 위한 ‘문제 해결 토론’, 전문가를 초청하여 면접을 통해 질의·응답하는 ‘인터뷰 토론’, 모든 구성원이 평등한 입장에서 자유롭게 의견을 나누는 ‘원탁 토론’ 등

다) 토론학습에서의 주의점

(1) 토론 및 의사결정 과정에 구성원이 모두 참여할 수 있도록 적절한 수의 모둠을 편성한다.

(2) 과제를 미리 제시하여 일정 기간 동안 과제를 직접 해결한 후, 그 결과를 가지고 토론하게 한다.

(3) 모둠의 구성원들이 각자 역할을 분담하여 과제를 수행한 후, 각자 얻은 결과를 놓고 서로 토론하도록 한다.



- (4) 동일한 연구 과제에 대하여 각 모둠마다 다양한 해결책을 제시한 후, 공개적인 토론 과정을 통하여 각 해결 방안의 장단점을 서로 비교하고 논쟁하도록 한다.
- (5) 실증적인 근거 자료와 이론적 배경을 가지고 자신의 주장을 펼치도록 한다.

라. 사육·재배 중심

1) 정의 : 학생들이 혐오감이나 인체에 해를 주지 않는 동·식물을 기르면서 성장 과정이나 특성에 대해 과학적 주제를 선정하고, 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 자유탐구 과정을 주도하여 창의적으로 수행하는 활동

2) 사육·재배의 필요성

- 가) 학생들이 우리 주위에서 쉽게 볼 수 있는 동, 식물을 기르고 관찰하면서 동, 식물에게 적합한 환경과 특성에 대해 학습할 수 있다.
- 나) 학생들이 동, 식물의 사육·재배 활동과 생물 관찰 실험을 통하여 생명 존중의 태도를 기를 수 있다.
- 다) 학생들이 오랜 기간을 주의 깊게 살펴보는 경험을 통해 동, 식물에 대해서 충분히 알 수 있다.
- 라) 학생들이 동, 식물의 일정한 주기를 가지고 변화하는 한살이나 특성은 매력적인 탐구과정을 제공하므로 학생들의 창의적으로 수행하는 자유탐구 활동을 통해 탐구능력을 기를 수 있다.
- 마) 학생들이 동, 식물들을 가까이 관찰하고 보살피는 가운데 다양한 질문을 제기하고 해결해가는 과학적 탐구 활동 경험을 할 수 있다.
- 바) 학생들이 동, 식물을 가꾸고 기르는 과정을 통해 학생들의 정서 순화와 심성개발이 자연스럽게 이루어질 것이고 자기성취감을 느낄 수 있다.
- 사) 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생 스스로 창의적으로 수행하는 자유탐구 활동을 통해 개인 연구 능력을 기를 수 있다.

3) 사육·재배 지도상의 유의점

- 가) 연구주제 선정은 학생들이 구하기 쉽고 직접 기를 수 있는 동물을 선정하게 하고, 동식물에 대한 사전 지식을 습득하기 위해 동식물 관련 책을 읽거나 인터넷 자료 등을 찾아보게 지도를 한다.
- 나) 학생들이 자유탐구 활동을 하는 동안 교사는 필요한 경우 자문 및 자원인사의 역할만 하고, 직접적인 정보를 제공하지 않는 것이 바람직하다.
- 다) 평가는 지식 습득보다는 탐구 능력 배양과 창의력 신장 등에 더 초점을 두고 자유탐구를 수행하는 동안 중간 중간 점검하여 과정 평가하고, 팀별 탐구일 경우 동료와의 협동성 등도 중요하게 평가해야 한다.
- 라) 식물을 재배하거나 동물을 사육할 때에는 자연에 가까운 환경을 조성하고 명 현상의 변화를 계속 관찰해야 하는데, 이 때 생물에 대한 친근감과 생명을 존중하는 태도를 갖도록 한다. 특히 실습 중에 부득이 생명을 손상시키는 경우가 생길 수도 있는데, 이러한 경우에는 사후 처리에 유의하여 학생들로 하여금 생명의 존엄성을 인식하도록 한다.



록 해야 한다.

- 마) 동식물을 사육 재배할 때는 안전한 실험 방법, 기르는 방법에 대해 사전에 충분히 학습하도록 지도한다.
- 바) 학생들이 사육재배에 관련된 자유탐구를 수행한 수 실험 결과가 기대와 다르게 나왔더라고 실험결과를 고쳐 발표하지 않도록 정직성을 지도한다.

마. 탐사 탐방

- 1) 정의 : 학생들이 과학의 대상이나 과학이 이루어지는 현장을 찾아가서 직접 체험하면서 현실에 기초한 지식을 찾아나가는 활동

2) 과학 탐사 · 탐방의 필요성

- 가) 실험 중심의 과학실 수업에서 탈피하여 우리 주변의 다양한 과학적 사실이나 현상을 구체적으로 인식할 수 있다.
- 나) 교실이나 과학실 수업에서 얻을 수 없는 다양한 과학적 사실을 과학 탐사·탐방에서의 Hands-on활동을 통하여 얻을 수 있다.
- 다) 교실 밖의 다양한 시설이나 인적 자원을 활용하여 통하여 학교 교육과 지역 사회와의 연관성을 증대시킬 수 있다.
- 라) 다양한 궁금증을 과학 탐사·탐방을 통하여 해결하면서 과학적 탐구활동 경험을 할 수 있다.
- 마) 모둠원들과 함께하는 계획, 탐구수행, 탐사·탐방 활동 결과 정리 및 발표과정을 통하여 협동학습능력, 의사소통 능력을 향상시킬 수 있고, 협동과정을 통하여 모둠원 개인 모두가 성취의 기쁨을 경험해 볼 수 있다.

3) 과학 탐사 · 탐방의 방법

- 가) 탐사·탐방 전 활동 : 학생들에게 탐사·탐방 장소에 대한 구체적인 안내는 물론 탐사·탐방장소에서 해야 할 과제에 대한 안내까지 줌으로써 교실 밖의 활동이 교실에서 이루어지는 과학수업과 의미 있게 연결될 수 있도록 한다.
- 나) 탐사·탐방 중 활동 : 탐사·탐방 전 활동에서 익힌 탐사·탐방 중 활동 내용과 계획 등을 토대로 현장 체험이나 자료 수집 활동들을 수행하도록 한다. 이 활동들은 학교로 돌아가 수행할 탐사·탐방 후 활동으로 이어지게 한다.
- 다) 탐사·탐방 후 활동
 - ▶ 저학년: 탐사·탐방 중 체험 활동 보고서라든가 감상문쓰기, 활동 내용의 전시회, 또는 퀴즈 대회 등과 같은 행사로 정리하게 한다.
 - ▶ 중학년, 고학년: 탐구활동을 위한 재료의 채집이나 자료수집이 이루어진 경우는 실험, 자료의 해석, 결론 도출과 같은 탐구의 후반 활동을 계속 수행 함으로써 일련의 탐구과정을 경험하고, 이를 통해 과학의 본성을 이해하고 과학지식의 생성을 능동적으로 수행하도록 구성한다.



4) 탐사·탐방의 유형 및 방법

가) 과학관박물관 탐사·탐방

▶ 과학관의 전시물의 구비조건

호기심: 관람객이 놀라고 흥미롭게 함

자신감: 관람객이 성공을 경험하도록 하여 개인적인 자신감을 가지도록 함

도전: 관람객이 무언가 활동할 것이 있음을 인지하도록 함

통제: 관람객이 자신이 결정하고 통제할 수 있음을 느끼도록 함

놀이: 관람객이 즐겁게 노는 것을 경험하도록 함

의사소통: 관람객이 의미 있는 사회적 상호작용을 하도록 함

나) 과학관박물관 이외의 과학 탐사·탐방

▶ 각 지역의 역사 유적지, 주요 건축물, 산업 시설, 연구소 등

▶ 역사 유적지에 대한 과학 탐사·탐방은 과학을 문화와 관련지어, 역사, 사회와 관련지어 생각할 수 있는 기회를 제공한다. 역으로 문화재를 과학적인 시각으로 분석하는 기회를 제공한다. 이것은 실제적인 문제 해결을 위한 통합교과적인 학습이 가능함을 시사 한다. 또한 과학사, 과학의 사회성을 자연스럽게 도입할 수 있는 상황을 제공한다.

5) 탐사·탐방 및 지도 시 유의점

가) 과학 탐사·탐방은 단순히 학습만을 하는 것이 아니라, 현장을 이용한 학습을 해야 한다. 현장의 모든 자료는 지식적으로 학습하여 암기하는 것이 아니라 현장에서 내가 필요로 하는 정보를 얻을 수 있도록 선택하여 학습하게 한다. 또한 과학 탐사·탐방은 한 번에 모든 것을 알려고 하기보다는 구체적인 학습 목표를 갖고 학습하는 것이 바람직하다. 같은 장소라도 학습 목표에 따라 다른 학습이 이루어질 수 있다는 것을 인식시켜야 한다.

나) 과학 탐사·탐방에서는 사전 학습과 사후 학습이 철저히 이루어져야 한다. 과학 탐사·탐방을 가기 전에 과학 탐사·탐방 계획서를 작성해서 미리 계획을 세우고, 여러 매체를 통해 자료를 수집하고 현장에 대해 미리 알아야 한다. 과학 탐사·탐방 후에는 보고서를 작성해보는 시간을 갖고 다른 사람에게 과학 탐사·탐방한 곳에 대하여 알려주는 기회를 갖게 하는 것이 중요하다.

다) 과학 탐사·탐방에서의 평가는 과정 중심의 평가로 탐사·탐방 활동에서의 과제 집착력, 협동성, 정직성, 적극성 등을 평가하여 과학 탐사·탐방 활동 단계에서의 학생의 문제 해결 능력과 탐구 능력 등의 발전 과정과 태도를 중심으로 평가한다.





- (A) 탐사·탐방을 주로 하면서, 관찰, 실험·공작, 조사·토의 등의 방법을 사용한다.
(B) 사육·재배 방법을 주로 사용하면서, 관찰, 실험·공작, 조사·토의, 탐사·탐방 방법도 활용한다.

III. 자유탐구 평가

1. 평가의 목적

가. 자유탐구 신설 취지의 실현 정도 진단 및 개선

자유탐구 결과를 평가함으로써 자유탐구 신설 취지의 실현 정도를 진단할 수 있고 이를 통해 그 개선 방안을 모색할 수 있다.

* 자유탐구 실현 취지

- 학생들에게 자기 주도적 탐구 기회 제공
- 창의성과 문제 해결력, 탐구 능력 등의 고차원적 사고력 신장
- 협동성 신장
- 과학에 대한 흥미와 관심 제고
- 과학-기술-사회의 상호관련성에 대한 이해 향상

나. 자유탐구 방법의 개선

학생들이 자유탐구 주제와 탐구 유형을 선정하고 이에 기초하여 탐구 과정을 계획 실행 평가하는 과정에서의 교사의 지도 방법에 대한 보완점을 점검하여 그 개선 방향을 모색할 수 있다.

다. 평가 방법 및 도구의 개선

자유탐구평가 결과는 자유탐구 평가 방법 및 도구의 적절성 여부를 반영한다. 활용한 자유 탐구 평가 방법 및 도구가 학생들의 자유탐구 결과를 효과적으로 평가하고 있는지를 체계적으로 검토함으로써 그 평가 방법 및 도구의 적절성을 점검하고 이를 통해 효과적인 개선 방법을 모색할 수 있다.

라. 진로 지도

학생들의 자유탐구 실행과정과 결과를 평가하는 과정에서 학생 개개인의 과학 분야에 대한 재능과 흥미 정도를 파악할 수 있다.

* 자유탐구 평가 결과를 활용하여

- 과학에 재능이 있는 학생들을 선발 표창
- 과학탐구 대회, 과학 동아리, 과학 영재반 등을 통해 보다 폭 넓고 심층적인 과학 학습의 경험 기회 제공
- 과학에 대한 흥미와 능력제고 및 유지
- 과학과 관련된 진로 분야에 대해 지속적으로 안내하여 향후 이공계로 진학하여 과학 관련 직업을 선택할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.



마. 윤리 의식의 개선

자유탐구를 실행하는 과정에서 학생들은 인터넷 등을 통해 많은 정보를 탐색 및 수집하게 된다. 이 과정에서 수집한 자료들을 여과 없이 그대로 사용하면서도 자료 출처에 대한 안내를 하지 않고 자신의 창작물로 제출하거나, 자신이 직접 하지 않은 결과물을 제출할 수 있는데 자유탐구 결과를 평가하는 과정에서 이런 부분들을 체계적으로 검토함으로써 학생들의 연구 윤리의식을 점검하고 개선할 수 있다.

2. 자유탐구 평가의 요소

가. 우수성

탐구동기 및 목적, 탐구 문제, 탐구 과정, 결과 발표 방법 등 탐구 전반적인 과정에서의 우수성을 평가

나. 논리성

탐구 설계 및 수행 과정의 타당성과 적절성, 결과 보고서 내용의 체계성과 논리성 및 명료성, 탐구 문제와 수행 과정과 결과보고서 내용의 일관성 등을 평가

다. 충실성

탐구 수행 절차의 적절성, 탐구 활동 자료의 충분성과 체계성 및 모든 탐구 수행 과정의 성실성 등을 평가

라. 참여성

탐구 수행 과정에서의 주체성, 적극성, 지속성, 협동심 등을 평가

마. 윤리성

탐구 수행 과정에서 학생 등의 연구 윤리 의식을 평가

3. 자유탐구 평가의 방법

가. 관찰 평가

학생들의 탐구 활동을 방해하지 않는 상태에서 자연스럽게 학생들의 탐구 과정을 주기적으로 관찰하여 기록한 정보들을 통해 평가하는 것으로 사전에 평가 목표에 부합하는 구체적인 관찰 행동에 기초하여 평가 기준을 상세하게 설정하고 이 기준에 따라 평가하며 이를 위해 점검 표나 평정 척도를 사용한다.

나. 보고서 평가

학생들이 자유 탐구를 마친 후 탐구 동기 및 목적, 탐구 문제, 탐구 과정, 탐구 결과 등 탐구 과정의 전반적인 사항을 보고서 형태로 작성한 것을 평가한다.



다. 포트폴리오 평가

학생들이 자신의 자유탐구 과정 및 결과들을 증명할 수 있는 증거물(보고서, 사진, 동영상, 설명, 다른 사람의 증언, 관찰 일지, 면담 내용, 요청 편지와 승인서 등)의 포트폴리오를 미리 준비한 평가 준거에 따라 주기적으로 또는 마지막에 한번 평가한다.

라. 결과 발표회 평가

학생들이 자신의 자유탐구 활동 과정 및 결과를 구두 발표, 포스터 발표, 실물 전시 발표, 연극 발표 등의 방법으로 교사나 다른 학생들을 대상으로 발표하고 교사나 학생이 이를 평가한다.

IV. 자유탐구 지도의 실제

자유탐구 개발 목록(물질 영역)				
학년	대단원	활동 주제	자유탐구 방법	산출물
3학년 1학기	물체와 물질	고체아 놀자!	탐사, 탐방	PPT 발표
3학년 2학기	액체와 기체	기체의 부피	관찰, 실험	실물 전시
3학년 2학기	흔한 물의 분리	다양한 물질 분리!	조사, 토의	포스터 발표
4학년 1학기	물의 상태변화	신기한 얼음	관찰, 실험	보고서 전시
4학년 2학기	녹색성장	바이오에너지! 내가 만들 수 있다.	관찰, 실험	실물 전시

활동 개요		
자유탐구 단계	활동 내용	탐구과정 / 결과
1단계: 탐구주제 의 탐색	<ul style="list-style-type: none"> 교과서 내용 확인하기 타이어, 과자봉지, 풍선, 놀이기구등과 같이 공기의 성질을 이용한 물건을 통해 공기의 성질 이해하기 기초 탐구 활동 수행하기 공기가 들어있는 피스톤으로 공기의 느낌 알아보기 민 물리스틱 병에 고무풍선의 꼴부분을 끼운뒤 안쪽으로 밀어 넣고 풍선 불어보기 물이 달린 수조 속에 고무풍선을 담근 뒤 물위에서 풍선 불어보기 탐구 문제 탐색하기 	기초 탐구 활동 관찰, 분류, 예상, 추리
2단계: 탐구 문제의 진행	<ul style="list-style-type: none"> 방제 탐구하기 기체의 성질을 알아보기 위한 탐구 수행하기 (1) 본 활동(심화활동) 자유롭게 탐구하기 탐구주제 확장하기 탐구일 주제 선정 방법 알아보기 주제 표현 방법 알아보기 주제 카드 작성하기 	기초 및 통합 탐구 활동 관찰, 분류, 예상, 조사, 실험, 가설검증, 변인통제, 자료해석, 자료연관

자유탐구 단계	활동 내용	탐구과정 / 결과
3단계: 탐구 방법의 선택	<ul style="list-style-type: none"> 탐구방법 선택하기【기체의 성질과 관련하여】 탐구수행에 대한 안내하기 탐구방법 선택하기 	기초 및 통합 탐구 활동 관찰, 예상, 문제 인식
4단계: 탐구활동의 수행	<ul style="list-style-type: none"> 탐구수행하기 실험계획하기 탐구수행 과정 자료 수집하고 만들기 탐구수행 평가하기 	기초 및 통합 탐구 활동 관찰, 분류, 예상, 조사, 실험, 가설검증, 변인통제, 자료해석, 자료연관
5단계: 탐구 보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> 탐구 보고서 예시자료 살펴보기 잘된 결과 발견할 경 찾기 탐구 보고서 작성하기 수집한 자료, 관찰 결과를 순서에 맞게 정리하기 그래프, 표, 사진으로 변환하여 나타내기 실험과정, 실험결과를 자세히 기록하기 탐구보고서 발표하기 발표한 내용 상호평가하기 상호 평가 결과 토론하기 	기초 및 통합 탐구 활동 결론도출, 자료변환 자료해석, 일반화

I 탐구 주제 탐색하기		
▶ 교과서 내용 확인하기		
: 공기의 성질을 이용한 물건을 통해 공기의 성질 이해하기 (타이어, 과자봉지, 풍선, 놀이기구 등)		

▶ 조사하기		
아래 예시 참고하여 기체 성질 이용한 재미있는 탐구 실험 조사하여 발표하기		



II 탐구 문제의 설정

▶ 탐구 활동 형태-POE 수업 모형 활용

예상 하기	• 어떤 현상을 제시한 후, 앞으로 일어날 일 예측하기
관찰 하기	• 직접 실험하여 관찰하기
설명 하기	• 실험 결과와 같은 현상이 일어나는 이유를 설명해보기

▶ 함께 탐구하기(기본)

A. 공기가 들어 있는 피스톤을 눌렀을 때 손가락의 느낌 알아보기 B. 빈 플라스틱 병에 고무풍선의 끝부분을 끼운 뒤 안쪽으로 밀어 넣고 풍선 불어보기 C. 물이 담긴 수조 속에 고무풍선을 담근 뒤 물위에서 풍선 불어보기



D. 영점 조절한 전자저울 위에서 손바닥을 상하좌우로 재빠르게 이동시킬 때 눈금관찰하기



▶ 함께 탐구하기(기본)-학생 활동 장면



▶ 함께 탐구하기(실험)

A. 한쪽 면에 구멍이 뚫린 종이상자를 쳤을 때 상자 암 쪽을 진 빨대 2개를 넣고 한쪽빨대를 불어보기 B. 물이 반쯤 담긴 삼각플라스틱에 구부러진 빨대 2개를 넣고 한쪽빨대를 불어보기 C. 물이 반쯤 담겨 있고 입구가 막힌 페트 병의 물이 있는 부분에 작은 구멍을 뚫고 변화 관찰하기



▶ 함께 탐구하기(실험)-학생 활동 장면



▶ 자유롭게 탐구하기

▶ 탐구 주제 정하기

- * 탐구할 주제 선정 방법 알아보기
- * 주제 표현 방법 알아보기
- * 주제 탐색 카드 작성하기

‘자유탐구’ 주제 탐색 카드

()초등학교 ()학년 ()반 이름 : ()	
자신이 탐구하고 싶은 주제와 이유 쓰기	
탐구 주제	
탐구 내용	
선정 이유	

*** 주제 탐색 카드 작성하기**

주제탐색카드(예시자료 1)	
(0 0)초등학교 (0 0)학년 (0 0 0)반 이름 : (0 0 0)	
자신이 탐구하고 싶은 주제와 이유 쓰기	
탐구 주제	물이 나오는 양과의 관계 조사
탐구 내용	(1) 살구플라스틱에 물을 2/3정도 담는다. (2) 구부러진 빨대 1개의 아랫부분을 가위로 약간 자른다. (3) 서로 다른 길이의 구부러진 빨대 2개를 찾는다. 이때, 긴 빨대는 손의 면에서 아래로 10cm이까지 징기도록 하고, 짧은 빨대는 물에 잠기지 않도록 한다.
선정 이유	여전히 영화에서 주인공 강철웅이 냄다 깡이 드라이브를 짜그리자는 것을 본 적이 있다. 그래서 이 물의 깡이에 따라 물체를 누르는 힘이 달라지는 것 같다라는 생각을 하게 되었습니다. 그래서 물의 깡이에 따라 물이 나오는 양 또는 수령거리가 다른 것 같다고 생각하여 이 탐구 주제를 선정하게 되었습니다.



전 공

주제 템파 카드	
(식사-) 초음파로 (4)학년 (5)반 이름 : (이재현)	자유롭게 물어보기 전에 자신의 탐구하고 싶은 주제와 내용을 정하고, 그 주제와 내용을 한글화하여 적어보시다.
자신이 탐구하고 싶은 주제와 내용 및 선형 이유 쓰기	
탐구 주제	화이트보드에 화장으로 써어서 부드러운 구성을 풀면서나오다면 어디까지나 제일 멋진 나가는지
탐구 내용	화이트보드에 글을 넣어서 송곳으로 위에서부터 4개 구멍을 뚫어서 제일 멀리 나가는것은 과정을 드린다.
설명 이유	한번으로는 물이 더 멀리 나가는데, 물이 너무나는 물이 더 멀리 나가는지 알고 싶어

* 탐구 주제 평가하기					
자신이 경한 탐구 주제에 대하여 스스로 평가하여 보자.					
자 기 평 가 표 ()초등학교 ()학년 ()반 이름 : ()					
번호	내 용	매우 그렇다	그렇다	보통이다	
1	탐구 주제가 자유 탐구 성격과 부합하는가?				
2	탐구 주제가 실현 가능한가?				
3	탐구 주제가 독창적인가?				
4	탐구 둘기 및 목적이 충미로운가?				
5	탐구 둘기 및 목적이 구체적인가?				
6	탐구 주제를 선정하는데 주체적, 적극적으로 참여하는가?				

III 탐구 방법의 선택

▶ 탑구 계획 세우기

선정한 탐구 주제를 해결할 수 있는 방법을 구체적으로 생각하여 적어보자.

탐구 계획 세우기	
(0 0)초등학교 (0)학년 (0 0)반 이름 : (0 0 0)	
탐구 주제	
탐구 방법	
탐구 과정	

탐구 계획 세우기 (예시자료 1)	
(0 0)초등학교 (0)학년 (0 0)반 이름 : (0 0 0)	
탐구 주제	탐구 활동 2에서, 긴 빨대가 물에 잠긴 정도와 물이 나오는 양의 관계 조사
탐구 방법	실험비교탐구
탐구 과정	<ul style="list-style-type: none"> * 물이 나오는 양과의 관계 조사 * 물이 나오는 수평 거리와의 관계 조사

3학년 한국어 방법적 선택	
한국어 학습 목표	
한국어 학습 목표는 학습 내용과 주제별로 구체적으로 설정하여 학아름입니다. 다음은 원어로 학습 내용과 그에 맞는 구체적인 목표로 제시해야 하고, 필요한 경부에서는 그들이나 사건도 함께 표시합니다.	
한국어 목표	한국어 목표 세우기
(학부)-종합학교 (4-5학년) (5-6학년 이름: (여러분))	
한국어 주제	한국인 국민으로서 살아 나았던 드림마리온과 드림마리나 한국인으로서 살았던 드림마리온과 드림마리나, 드림마리온과 드림마리나, 드림마리온과 드림마리나, 드림마리온과 드림마리나, 드림마리온과 드림마리나
한국어 준비물	
한국어 활동 과정	<p>1. 10명의 글씨나마다 주제를 드리고 그을 풀어놓는다 2. 흥미로운 글씨를 같은 주제로 모아보인다. 각 자체 단체로 4명씩 팀된다.</p> <p>3. 그 팀별로는 드림마리온, 대로, 드림마리나를 글을 가진 죄송증, 동화책, 일기장을 찾는다.</p> <p>4. 그 글들을 예쁜 드리워드를 통하여 엮낸다.</p> <p>5. 그 글을 어느 정취의 터 암그리나이치는 고는 드리운다. 6. 그 드리운 글을 전시한다.</p>

▶ 탐구 계획 평가하기				
자신이 세운 탐구 계획에 대하여 스스로 평가하여 보자.				
자 기 평 가 표 ()초등학교 ()학년 ()반 이름 : ()				
번호	내 용	매우 그렇다	그렇다	보통이다
1	탐구 절차 및 방법이 탐구 목적에 부합하는가?			
2	탐구 절차 및 방법이 단순/적절한가?			
3	탐구 절차 및 방법이 체계적인가?			
4	탐구 절차 및 방법이 동창적인가?			
5	탐구 절차 및 방법이 구체적인가?			
6	탐구 절차 및 방법이 흥미로운가?			
7	탐구 절차 및 방법을 계획하는데 적극적으로 참여하는가?			

IV 탐구 활동의 수행

▶ 탐구 활동 수행 및 정리하기

탐구 활동 결과표	
()초등학교 ()학년 ()반 이름 : ()	
탐구 주제	
탐구 활동 과정	
탐구 결과	



▶ 탐구 활동 수행 및 정리하기-학생 활동 장면



V 탐구 결과의 발표

▶ 보고서 작성 순서 안내

수집한 자료와 탐구결과를 순서에 맞게 정리

? 그래프, 표 사진 등 첨가

? 재료, 실험과정, 실험결과를 자세히 기록

? 설문조사 결과를 표나 그래프로 제시

? 현장조사의 경우 현장의 약도, 만난 사람, 일시 등을 자세하게 설명, 사진 첨부

▶ 보고서의 요건 안내

독창성 : 새로운 사실, 연구자의 독창적인 아이디어

객관성 : 자신의 의견 서술시 선형연구 제시 비교

재현성 :실험 테이터의 정확성, 시간적 공간적 재현 가능성, 과학적 방법에 일관한 논리 전개

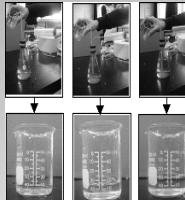
▶ 탐구 보고서 작성하기

탐구 주제		탐구 활동 2에서, 긴 빨대가 물에 잠긴 정도와 물이 나오는 양의 관계 조사
탐구 동기	어떤 영화 장면 중에서 강철통이 바다 깊이 들어갈수록 썩고 그려지는 것을 본 적이 있다. 그래서 어서 물의 깊이에 따라 물체를 누르는 힘이 달라지는 것 같다는 생각을 하게 되었습니다. 그래서 물의 깊이에 따라 물이 나오는 양 또는 수평거리가 다를 때 생기겠지 이动机로 탐구 주제로 선정하게 되었습니다.	
탐구 유형	관찰 탐구, 실험 탐구, 조사 탐구	
탐구 기간 및 활용 내용	기간	활용 내용
	○○○○년 ○월 ○일 ~ ○월 ○일 세우기	탐구 주제 대회, 탐구 계획서
탐구 기간 및 활용 내용	○○○○년 ○월 ○일 ~ ○월 ○일 탐구 활동 수행	탐구 주제 대회, 탐구 계획서
	○○○○년 ○월 ○일 ~ ○월 ○일 정고 및 자료 수집 및 탐구 보고서 작성	정고 및 자료 수집 및 탐구 보고서 작성

* 물이 나오는 양과의 관계 조사

- (2) 삼각플라스틱케이스에 물을 2/3정도 넣는다.
(3) 구부린진 빨대 1개의 아래부분을 기울여 약간 자른다.
(4) 서로 다른 길이의 구부린진 빨대 2개를 맞는다. 이때, 긴 빨대는 수면에서 아래로 1cm 깊이까지 침기도록 하고, 짧은 빨대는 물에 침기지 않도록 한다.
(5) 공기가 통하지 않도록 삼각 플라스틱 입구를 고무찰흙으로 막는다.
(6) 짧은 빨대에 주사기를 연결하고 주사기의 피스톤을 누른 후, 긴 빨대에서 나오는 물의 양을 측정한다.
(7) (3) 과정에서 긴 빨대는 삼각플라스틱에 달지 않을 때까지 3cm 간격으로 10cm, 10cm... 등으로 긴 빨대를 굽인 길이를 바꿔 가면서 (1)-(6)의 실험을 반복한다. 이때, 조건들은 모두 같게 해야 한다.
◆ 물이나 소수에 대한 거리와 관계 조사
(5) 제작한 나무여과는 지정은 같음
(6) 짧은 빨대에 주사기를 연결하고 주사기의 피스톤을 누른 후, 긴 빨대에서 나오는 물이 바닥에 떨어져 위치를 표시한다. 그 후, 삼각플라스틱과 물이 떨어져 위치까지의 거리를 페인트로 표시한다.

11



- 주사기의 피스톤을 높렸더니 긴
빨대에서 물이 나오다가
멈추었다.
 - 주사기의 피스톤을 높였더니
플라스크 속 수면이 흔들렸다.
 - 긴 빨대가 물에 잠긴 길이가
길을 수록 물이 더 많이 나왔다.
 - 긴 빨대가 물에 잠긴 길이가
길을 수록 물이 더 멀리 나온다.

도움을 주고, 서로를 이해하고, 서로를 존중하는 문화를 만들기 위해 노력합니다.

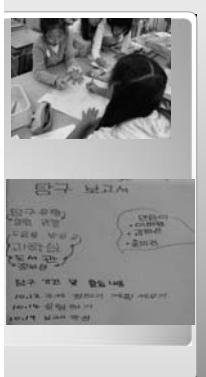
참고 자료
**(책, 신문,
웹사이트 등)** 한국과학영재 올림피아드 기출 문제집, 대교출판사.
초등학교 3학년 과학 교사용 지도서
사이언스온 (<http://www.scienceall.com/>)
아이언(<http://www.ironer.com>)

알게 된 점 긴 빨대가 물에 잠긴 깊이가 깊을수록 물이 더 많이, 더 멀리 나간다.

- * 꽁꽁 빨대의 꺾이거나 물이 나오는 양 또는 수령거리의 관계 조사
- * 긴 빨대의 꺾이거나 물이 나오는 양 또는 수령거리의 관계 조사
- * 꽁꽁 빨대의 위치(수연과의 거리)와 물이 나오는 양 또는 수령거리의 관계 조사
- * 긴 빨대가 물에 잠긴 정도와 물이 나오는 양 또는 수령거리의 관계 조사
- * 긴 빨대가 물에 잠긴 정도와 물이 나오는 양 또는 수령거리의 관계 조사
- * 긴 빨대의 각도와 물이 나오는 양 또는 수령거리의 관계 조사

5단계

할구 보고서-직접하기





▶ 탐구 결과 발표하기

구두 발표

포스터 발표

■ 모둠별 상호 평가지

평 가 대 상	()모둠	평가척도
	평 가 내 용	
(1) 탐구주제가 구체적이고 표현방법이 바른가?	5, 4, 3, 2, 1	
(2) 탐구동기를 확실하게 나타내었는가?	5, 4, 3, 2, 1	
(3) 탐구를 통하여 알고 싶은 내용을 정확히 알아내었는가?	5, 4, 3, 2, 1	
(4) 탐구대상이 명확한가?	5, 4, 3, 2, 1	
(5) 탐구기간과 탐구절차를 자세히 나타내었나?	5, 4, 3, 2, 1	
(6) 탐구과정과 결과가 정확히 표현되었는가?	5, 4, 3, 2, 1	
(7) 알게 된 점을 제시하였나?	5, 4, 3, 2, 1	
(8) 보고서를 발표할 때 내용을 잘 설명하였나?	5, 4, 3, 2, 1	
합 계		

전
공



과학완구 활용법

경인교대부설초등학교
교사 정 광 회
7pan@hanmail.net

전
공

I. 창의성과 과학완구

급변하는 사회에 대처하기 위해 창의성은 중요한 교육 목표 중의 하나로 인식되고 있다. 보통 창의성은 유창성, 독창성, 정교성, 융통성, 개방성 등과 관련된 특수한 능력으로 간주하기 쉽지만, 창의성의 바탕이 되는 기본적인 인지 과정은 근본적으로 일반적인 인지 과정과 크게 다를 바 없다. 창의성은 더구나 개인적 또는 사회적인 정의에 따라 달라질 수도 있다. 따라서 창의성이란 고정된 특수한 능력이라기보다는 정의된 목표를 달성하기 위해 ‘창의적인 맥락’에서 인지 과정을 사용하여 문제 해결에 도달하는 것을 말한다. 이와 같은 의미에서 창의성은 ‘놀이’를 통해 배양될 수 있다. 놀이는 그 활동을 통해 상상력을 아동의 현실에 반영할 수 있기 때문이다.

종종 상상력은 비현실적인 것으로 보이고, 현실성은 상상력이 결여된 것처럼 보이지만, 창의성을 평가하는 데 사용하는 두 가지 중요한 준거는 연속체의 양끝으로서 상상력과 현실성이라는 두 가지 요소이고, 놀이는 이 두 요소를 포함하기 때문이다. 따라서 놀이로서 완구는 아동의 언어, 상상력 및 지적 성취의 발달에 기여할 뿐만 아니라 상상력의 실현을 통해 창의성을 발휘하는 기회를 제공한다. 또, 과학 완구는 놀이 과정을 통해 손과 머리의 어울림을 가슴으로 느낄 수 있는 총체적인 교육 매체이다.

II. 완구를 통한 과학 교육

과학 완구를 통해 수업에 응용할 수 있는 활동들은 다음과 같은 것을 포함할 수 있다.

1. 시범 및 시연: 시범 및 시연을 통해 과학적 현상에 대한 관심과 호기심을 증진시키고 문제를 발견하게 하거나 아동을 신체적 및 지적 기능을 연마하도록 한다.
2. 탐색 활동: 완구의 작동 원리나 재료의 특성 등을 탐색하고, 관찰이나 분류 기능을 연마하도록 한다.
3. 놀이의 구상: 완구를 이용한 놀이의 구상을 통하여 상상력을 키우고 효과적인 의사소통 기능을 익히도록 한다.
4. 탐구 활동: 완구와 관련된 문제에 대해 가설을 세우고 예측과 실험을 통해 가설을 검증하는 방법을 고안하고 실험 결과를 해석하도록 한다.
5. 완구의 설계 및 제작: 과학적 원리를 응용한 완구를 고안하고 제작하도록 하거나 폐품을 활용하는 방안을 강구하도록 한다.



6. 전시회 및 품평회: 완구에 대한 과학적 설명과 평가를 통해 표현력과 평가 기능을 익히도록 한다.
7. 문화 복합적 접근: 완구의 유래 및 활용 상태, 문화적 차이 등을 조사하거나 완구에 대한 광고물을 제작하도록 한다.
8. 경연: 특정한 과학적 원리를 이용한 완구를 고안하여 발표를 통해 아동의 창의성을 신장시키도록 한다.

III. 개정 교육과정 관련 과학완구활용 안내

1. 3학년 1학기 2. 자석의 성질

완구 이름	완구 내용	이미지
자이로 휠	자석 축을 가진 플라스틱 휠이 철사 레일을 따라 자전하면서 위와 아래로 떨어지지 않고 번갈아 가며 잘 이동하는 완구입니다.	
고리 자석	자석에 작용하는 중력과 자석 사이에 작용하는 자기력이 힘의 평형을 이루어 자석 링 사이의 거리가 달라지는 것을 관찰할 수 있는 완구이다.	
3-D 자기장 데모	파라핀유와 철가루를 사용하여 자석 주위에 형성되는 자기력선 모양을 입체적으로 보여주는 녹슬지 않고 반영구적으로 사용할 수 있는 완구이다.	
신기한 진자	금속판 위에 다양한 자석의 배치에 따라 형성되는 자기장에 의해 불규칙한 진자의 운동을 관찰 할 수 있는 완구이다.	
자기부양팽이	팽이의 아래로 향하는 중력의 힘과 위로 향하는 받침대로부터 발생하는 반발력이 서로 평형을 이루는 지점에서 부양하여 회전을 지속하게 되는 완구이다.	
자기부양 지구본	자기부상의 원리로 마치 지구가 우주에 떠서 돌듯이 지구본이 떠서 돌아가도록 만든 완구이다.(230V, 50Hz 전원 필요)	
자기부상열차 실험	자석, 자기에 관한 성질을 알아보고 자기부상열차의 작동원리를 이해할 수 있는 완구이다.	
벽대고 돌이	팽이를 살짝 손으로 벽에 대고 돌리면 자기력에 의해 공중에서 떠서 빛을 내며 회전하는 완구이다.	



2. 3학년 2학기 4. 빛과 그림자

완구 이름	완구 내용	이미지
홀로그램 팽이 (Spintrix Disc)	<ul style="list-style-type: none"> - Eccentrix를 빙빙 돌린다. 다른 시각의 영향을 위해 속력에 변화를 준다. 빙빙 돌리면서 흥미롭고 새로운 영향을 보기 위해 빛의 정도를 변화시킨다. 	
메시지 원반 (eye-fo)	<ul style="list-style-type: none"> - 간단한 메시지나 자기 이름을 작성하여 스위치를 on에 위치시키면 스위치를 off시킬 때까지 LED 빛은 무작위로 깜박거립니다. 깜박거리는 것을 확인하고, 공중에 던지면 돌면서 LED에 새겨놓은 메시지를 볼 수 있습니다. 	
매직 아크 Magic Arcs	<ul style="list-style-type: none"> - “어떤 MAGIC ARC가 더 큅니까?” 실제로 그것들이 그 같은 크기이지만, 밑에 있는 노란색의 MAGIC ARC는 항상 위에 있는 빨간색 MAGIC ARC 보다 더 크게 보일 것입니다. 	
편광필터	<ul style="list-style-type: none"> - 한 방향의 빛만 차단하는 필름의 한 종류 	
마음의 눈 Mind Eye	<ul style="list-style-type: none"> - 빛에 의한 착시현상 - 색깔, 빛, 깊이, 원근, 크기, 모양, 그리고 움직임 등 빛으로 발생되는 현상 	

3. 4학년 1학기 1. 무게 재기

완구 이름	완구 내용	이미지
경사면위의 원뿔 Double Cone and Ramp	<ul style="list-style-type: none"> - 무게 중심의 이동 - 원뿔이 실제와 반대로 올라가는 것처럼 보이는 현상 	



빼어로 준	- 무게 중심의 이동	
-------	-------------	--

4. 4학년 2학기 3. 열전달과 우리 생활

완구 이름	완구 내용	이미지
얼음 용해 블록 Ice Melting Block	- 서로 다른 금속간의 열전도차 - 두개의 판위에서 얼음이 용해되는 시간이 틀림.	
열전도판 Conductivity Bars	- 열전도율 비교. (4가지 금속-구리, 알루미늄, 황동, 철) - 온도에 따른 색상의 변화	
라디오메타 Radiometer	- 빛의 복사에너지를 탐구	
핸드보일러 Handboiler	- 에너지의 전달 온도와 가스의 팽창	

IV. 과학완구의 예시

1. 공중부양팽이

허공에 떠서 달리는 자기부상열차는 어떻게 가능한 것인지 Levitron(공중부양팽이)을 이용해 알아보자.



가. 과학적 원리

중력을 거슬러 허공에 뜨는 것을 반중력이라고 한다. 팽이가 허공에 뜨는 이유는 자석의 성질, 척력이 중력의 반대 방향으로 작용하기 때문이다. 또한 그 자리에서 계속 회전하는 이유는 바로 회전관성이 라는 힘 때문이다. 회전관성이란 회전하는 물체는 계속해서 같은 방향으로 움직이려고 하는 힘을 말한다. 이 두가지 힘이 함께 작용하여 팽이가 허공에 떠서 회전하는 것이다.



나. 실생활 적용 예

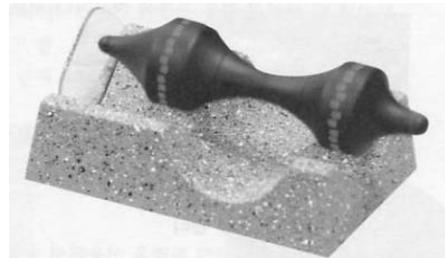
자기부상열차의 경우도 열차 바닥과 선로를 같은 극으로 만들어 뜨는 척력의 원리를 사용하며, 열차가 앞으로 가게 되는 이유는 열차와 궤도에 N극과 S극이 교대로 배열되면서 서로 끌어당기게 되기 때문이다.

2. 벽대고 돌이

두 개의 자석을 가까이 두면 서로 달라붙거나 밀어내게 된다. 이 원리를 이용해 자석을 공중에 띄울 수 있을까?

가. 과학적 원리

먼저 봉이 떠 있는 모양을 살펴보면 2가지 힘이 필요하다는 것을 알 수 있을 것이다. 첫째는 봉이 아래로 떨어지려는 것 (중력)을 막는 힘이고, 다음으로는 봉이 유리판에 붙어 있는 것으로 보아 유리판을 미는 힘이 필요하다. 벽대고 돌이의 봉에 작용하는 중력은 자석의 수직 방향의 힘으로 상쇄되고 자석으로 인한 수평방향의 힘은 유리판이 봉을 미는 힘(작용-반작용의 법칙) 때문에 역시 상쇄됨으로 결국 외부에서 아무런 힘이 작용하지 않는 것과 같은 상태가 된다. 하지만 벽대고 돌이는 결국 멈추게 되는 게 이는 봉이 유리판과 접촉하는 부분에 작지만 마찰이 생기고 공기와의 마찰도 생기기 때문이다.



나. 실생활 적용 예

소방관이 물을 뿌릴 때 몸을 앞으로 기울여야만 하는데 이는 호수에서 나오는 물에 의한 반작용으로 몸이 뒤로 넘어갈 위험이 있기 때문이다.

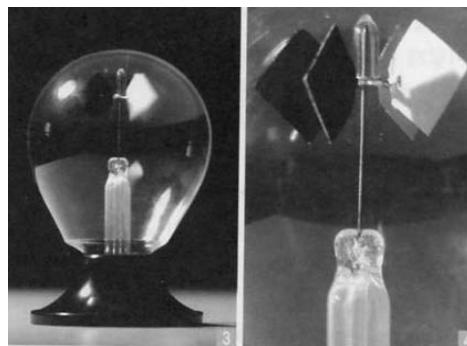
3. 열빛돌이

시간이 지나 점점 작아지는 풍선을 어떻게 하면 풍선을 부풀어 오르게 할 수 있을까? RADIOMETER로 그 원리를 알아보자



가. 과학적 원리

전구를 켜면 열빛돌이의 검정색 날개는 흰색 날개보다 더 많은 열에너지를 흡수한다. 이 때 열은 유리구 안의 공기 분자는 검은색 혹은 흰색 날개를 때리게 되는데 검정색 날개를 때린 공기 분자는 흰색 날개를 때린 공기 분자보다 더 많은 에너지를 받아 빨리 텡겨 나가게 되고 그 반작용으로 바람개비가 시계 반대방향으로 돌아가게 되는 것이다.



나. 실생활 적용 예

검은색이 더 많은 열에너지를 흡수하기 때문에 태양열 주택의 집열기는 겉 표면이 검은색으로 코팅되어 있다.

4. 빠에로 준

가. 과학적 원리

물체의 무게는 그 물체의 모든 부분에 흩어져 있습니다. 딱딱한 물체는 그 물체의 전체 무게가 한 점에 집중되어 있는 것처럼 보입니다. 그 점을 무게중심이라고 합니다. 물체가 중심을 잡고 설 수 있는 물체의 끝을 받침점이라고 하며, 물체의 무게 균형이 잡이는 곳을 무게중심이라고 한다. 물체의 무게 중심이 받침점보다 위에 있을 때는 안정되지 못한 상태이기 때문에 균형을 잡고 설 수 없다. 그러나 무게중심이 물체의 받침점 보다 아래에 있을 때에는 무게 중심이 낮아지게 되어 균형을 잡고 안정된 모양을 이룰 수 있다.

5. 얼음용해 블럭

가. 과학적 원리

면적과 두께가 같은 두개의 금속 블록 위에 같은 온도 같은 크기의 얼음을 올려놓으면 각각의 얼음은 금속 블록으로부터 전도에 의해 열을 흡수하여 녹기 시작한다. 그런데 금속의 종류에 따라 열전도율에 차이가 있어 얼음에 단위시간 당 열을 전달해 주는 양이 다르므로 같은 시간 동안 녹는 얼음의 양이 다르다. 즉, 열전도율이 큰 금속 블록에 놓인 얼음이 빨리 녹는다.

나. 사용방법

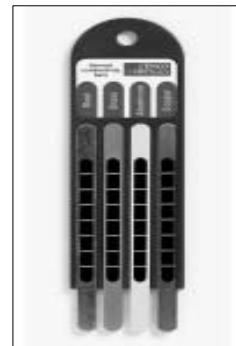
- 1) 두 금속 블록을 준비한 후 같은 온도와 같은 크기의 얼음을 올려놓는다.
- 2) 얼음이 다 녹을 때까지 걸린 시간을 측정한다.
- 3) 걸린 시간과 금속의 열전도율을 비교한다.
- 4) 금속 블록의 종류를 바꾸어 위 과정을 반복한다.



6. 열 전도판

가. 과학적 원리

단면적과 길이가 같은 구리, 황동, 알루미늄, 철 4개의 금속 봉에 일정한 간격으로 감열지가 부착되어 있다. 임의의 금속에 열을 가하면 열원에서 먼 쪽(저온부)으로 감열지의 색이 변해간다. 이는 금속이 전도에 의한 방법으로 열을 이동시키기 때문이다. 4종류의 금속 봉에 같은 열원을 동시에 가하면 감열지의 색이 변화되는 시간에 차이가 생기는가. 과학적 원리데 이는 금속마다 열전도율이 다르기 때문이다. 즉, 열전도율이 큰 금속 봉의 감열지가 빠르게 변색된다.



[열 전도판]

나. 사용방법

- 1) 임의의 금속에 열원을 가한 후 감열지가 변해가는 모습을 관찰하여 열이 저온부로 이동하는 것을 확인한다.
- 2) 4개의 금속에 같은 열원을 동시에 가하여 금속 봉 끝까지 감열지 색깔이 변하는 시간을 기록한다.
- 3) 2)에서 기록한 시간과 금속의 열전도율을 비교한다.

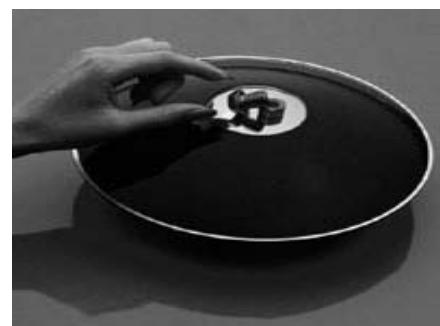
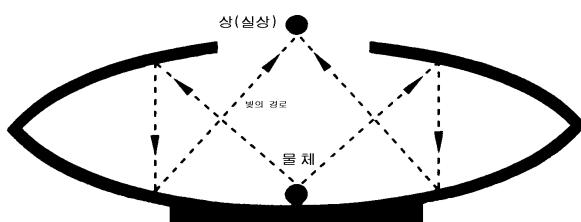
7. 미라지

가. 과학적 원리

미라지 즉 신기루 거울은 두 개의 오목 거울에 의해 생기는 실상이다. 오목거울에 의한 상은 물체의 위치에 따라 상의 위치와 종류와 크기가 바뀐다. 즉 초점보다 가까운 거리에 놓은 물체의 상이 실제보다 크게 확대되어 좌/우, 상/하가 바뀌어 나타난다. 즉, 신기루 거울 안에 놓은 물체에서 반사되어 나온 빛이 오록한 거울에 의해 두 번 반사되어 좌/우와 상/하가 바뀐 실상을 만든다.

이 때 반사법칙을 응용한 빛살 추적 법으로 상의 위치 찾기로 상의 작도를 유도할 수 있다.

- ① 중심축에 평행하게 입사한 빛은 반사 후 초점을 지난다.
- ② 초점을 지나 거울에 입사한 빛은 반사 후 중심축에 평행하게 진행해 나간다.
- ③ 곡률중심을 지나 거울에 입사한 빛은 반사 후 입사경로를 다시 지난다.
- ④ 거울이 중심축과 만나는 곳에서 반사된 빛은 중심축에 대해 대칭적인 경로를 따른다.





8. 거꾸로 오르는 원뿔 (Double Cone And Lamp)

가. 과학적 원리

물체의 어떤 곳을 매달거나 받쳤을 때 수평으로 균형을 이루는 점이 있다. 그 점을 물체의 무게 중심이라고 한다. 물체의 무게와 같은 힘으로 그 무게중심을 받쳐주면 물체는 수평으로 평형을 이룬다. 또, 물체의 각 부분에 작용하는 중력의 합력은 항상 무게중심을 지나 작용하므로 물체의 한 점을 실에 매어 공중에 매달면 무게중심은 반드시 매단 점에서 아래로 그은 연직선 위에 오게 되어 물체가 정지한다. 따라서 물체의 무게중심은 각각 다른 점에서 매달았을 때의 연직선이 서로 만나는 점으로 구할 수 있다.

무게중심은 물체를 어떻게 놓느냐 하는 것과 관계가 있다. 무게중심이 높은 곳에 있을수록 물체는 놓임 새가 불안정하며, 무게중심에서 그은 연직선이 물체가 놓인 바닥에서 벗어나면 물체는 쓰러진다. 즉, 무게중심이 낮고, 어떤 방향으로 기울이더라도 무게중심이 위로 올라가도록 놓인 물체의 경우는 기울였던 물체에서 손을 떼었을 때 무게중심이 원래 상태로 되돌아가므로 잘 쓰러지지 않지만 기울이면 무게중심이 아래로 내려가도록 놓인 물체는 조금만 기울여도 쓰러진다.

거꾸로 오르는 원뿔은 무게중심이 원뿔의 중심축에 있는 것이 아니라 중심축에서 먼 쪽 부분에 위치하도록 제작되었으므로 무게중심이 아래로 향하도록 원뿔을 경사면에 놓으면 경사면을 오를 수 있다. 즉, 원뿔이 경사면을 올라가는 경우에도 원뿔의 무게중심 이동방향은 항상 아래쪽을 향한다.

9. 손으로 끓이는 액체

가. 과학적 원리

「손으로 끓이는 액체」는 오래 전부터 과학실험에 널리 활용되고 있는 과학완구이다. 알코올온도계의 원리와 매우 비슷한 것으로 생각하면 쉽다. 액체의 열팽창과 모세관 현상의 원리를 학습할 수 있으며 학생들이 매우 신기하게 여긴다. 알코올 온도계처럼 액체는 대부분 메탄올이고 색깔은 색소를 넣은 것이다. 손으로 병의 아래 부분을 감싸고 있으면 체온이 전달되어 액체(메틸 알코올)의 온도가 올라간다. 액체가 상승하는 이유는 다음 2가지로 설명할 수 있다.

첫째, 병의 내부는 압력을 낮추어 제작된 상태이므로 메틸 알코올의 끓는점은 약 $64\sim65^{\circ}\text{C}$ 이지만 라울의 법칙에 의해 끓는점이 낮아져 체온에서도 끓는다. 따라서 증기압이 커지면서 액체는 빠른 속도로 위로 상승한다.

둘째, 끓지 않더라도 온도가 올라가면 메틸 알코올은 분자 간의 인력이 작아져 열 팽창한다. 그런데 메틸 알코올의 열 팽창률은 물의 약 8배이므로 빠른 속도로 팽창하여 위로 상승한다.





10. 자이로 휠

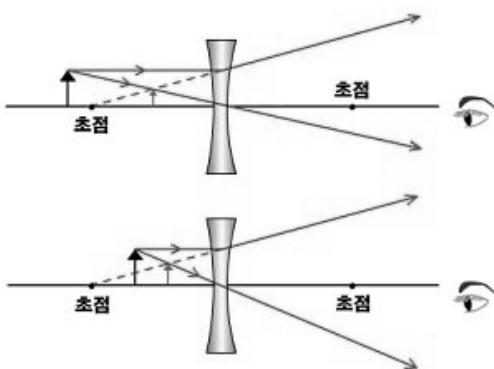
가. 과학적 원리

자이로 휠의 레일은 자석에 잘 붙는 강철로 되어 있고, 바퀴의 축은 강한 자석으로 구성되어 있어 손잡이를 들고 움직이면 자석으로 된 바퀴축이 강철레일에 붙어서 회전을 하며 구르게 되는 것이다. 자석의 N극과 N극, S극과 S극끼리는 서로 밀어내고 N극과 S극은 서로 당기는 성질이 있으며 철과 같은 금속에 닿으면 그 금속도 자석으로 만드는 성질(자화작용)을 가지고 있다. 자이로 휠의 바퀴 축은 자석으로 되어 있고 이 자석에 의해 철로 된 레일이 자화되어 서로 붙을 수 있다. 움직이려는 물체는 계속 움직이려고 하고, 정지한 물체는 계속 정지하려고 하는 성질을 관성이라고 하는데 바퀴가 회전할 때에는 계속 회전하려는 관성(회전관성)에 의해 레일을 따라 되돌아오게 된다.

11. 동전 축소 저금통

가. 과학적 원리

오목렌즈는 가운데가 양 옆보다 더 얇은 렌즈를 말한다. 오목렌즈를 통과한 빛은 발산되므로 연장선상에서 빛이 나오는 것처럼 보이는 허상이 생긴다. 또한 오목렌즈를 통과한 빛은 실제보다 작은 상이 생기므로 항상 크기가 작아 보인다. 저금통 내부의 동전이 작아 보이는 것은 동전이 보이는 저금통의 앞 벽면의 유리가 오목하기 때문이다. 동전축소저금통은 결국 오목거울에 의한 반사의 원리를 이용한 과학완구이다.







과학경진대회 지도 사례

경인교대부설초등학교
교사 김 수 로
kkk9784@hanmail.net

전
공

I. 시작하는 말

오늘날의 학교 교육은 무엇을 얼마나 아느냐 하는 지식 중심에서 탈피하여 무엇을 할 수 있느냐 하는 탐구 능력 중심의 창의적 탐구 활동을 강조하고 있다. ‘청소년 과학경진대회’는 학생들에게 자기 스스로 탐구하고 노력하여 과학적 재능 및 창조의 기쁨과 성취감을 맛볼 수 있게 하는 충분한 계기가 될 수 있을 것이라는 생각에서 여기에 도전해 보기로 하였다.

먼저 대회의 흐름과 분위기 등을 파악하기 위하여 전국 청소년 과학 경진 대회를 참관하였고, 여기서 얻은 정보를 바탕으로 대회 준비를 시작하였다. 물론 준비 과정에서 교사와 학생 모두 어렵고 힘든 일도 많았지만, 나름대로 열심히 했고 그 결과 시 대회 및 전국대회에서 최상의 성적을 얻어 뿌듯한 보람 또한 컸기에 과학경진대회를 준비하는 학교에 조금이라도 도움을 주고자 소개한다.

1. 발명품 경진대회

우리나라 학생 발명품 대회의 가장 중요한 양대 축인 대한민국학생발명전시회와 전국학생과학발명품경진대회가 있다. 이 대회를 어떻게 준비해야 할까?

가. 대회 출품작의 성격 및 특징

1) 전국학생과학발명품경진대회

전국학생과학발명품경진대회에서 금상 이상 입상 작품을 분석하여 보면, 학생과학발명품경진대회는 학생의 수준에 적합한 소재를 발견하여 장기간 관찰과 탐구한 흔적이 나타난 작품들이 좋은 성적으로 입상하였음을 알 수 있다. 이와 같은 사실은 진열된 작품의 내용이 중요하지만, 학생이 직접 작성한 탐구 노트에 의한 평가도 큰 비중을 차지하였을 것이라는 해석을 해볼 수 있다.

흔히 ‘발명’이라면 발명품이 완성되기까지 독특한 아이디어를 창안하여 경제적이고 실용적으로 일상생활에 활용할 수 있는 작품을 생각할 수 있으나, 본 대회에서의 심사 관점은 이와는 조금 거리가 있는 듯하다. 다시 말하면, 본 대회의 심사 관점에서도 나타난 바와 같이 작품이 본인 자신의 창작품인지 확인한 후 작품의 창의성, 실용성, 경제성 등에 중점을 두어 심사하며, 작품 설명서에 의한 서류 심사와 작품 설명 및 질의·답변을 통한 면담 심사를 병행하고, 특히 출품 학생이 작품을 설명할 때는 작품 제작 동기, 탐구 과정 및 제작



과정에서 체험한 내용을 위주로 발표하도록 유도하고 질의응답을 통하여 작품의 결과보다 탐구 과정에 중점을 두어 심사하고 있음을 알 수 있다.

대통령상



지영이의 색연필 케이스



색연필 케이스의 마랫부분에 뚜껑을 달아 길이가 짧은 색연필을 아래로 손쉽게 꺼낼 수 있도록 하였고, 케이스의 윗뚜껑에 작고 둥근 안전한 커터기를 달아서 길어진 색연필 실을 간편하게 자를 수 있도록 하였다.

- 이 작품은 길이가 짧아진 색연필을 아래 뚜껑으로 간편하게 꺼낼 수 있도록 고안되어 학용품 절약에 도움이 되며, 길어진 색연필 실을 간편하게 자를 수 있도록 편리성을 높인 작품임

이 대회는 지역교육청 예선대회, 도대회, 전국대회의 순으로 대회가 치러지면서 각 대회 때마다 완성된 작품을 출품해야 하기 때문에 준비와 출품에 어려움이 있지만, 학생들의 입장에서 보면 자신의 작품을 평가받을 기회가 그만큼 많다는 이점도 있다.

2) 대한민국학생발명전시회

대한민국학생발명전시회는 **실용성을 중심으로 하는 창의적 아이디어가 심사의 초점**이라고 생각된다. 서류 심사로 예선을 심사를 한다는 점이 특징이며, 예선에서는 간단한 설명과 도면, 사진 등에 의해 심사를 받고, 본선에서는 현물뿐만 아니라 모형으로도 심사를 받을 수 있어 탐구 과정보다는 **아이디어에 더 큰 비중**을 두고 있다고 생각된다. 금상 이상 수상 작품을 분석하여 보면 일상생활에서 대수롭지 않게 지나쳐 버린 평범한 아이디어를 발명으로 연결시킨 작품들이 대부분이며, 비닐하우스처럼 모형으로만 제작하여도 아이디어가 인정되어 상위 입상이 가능하며, 한 가지 포인트만 강조하여도 높은 등급으로 수상하는 경우가 많은 것으로 보아, 대회의 성격이 과학적 원리나 탐구 과정에 역점을 두기보다 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 간단하고 참신한 아이디어를 중시하고 실용적 관점을 높이 평가하고 있다.

또한 장애인을 위한 작품이 매년 출품되어 좋은 성적으로 입상하는 것으로 보아, 장애인의 활동에 도움이 되는 작품에 많은 배려를 하는 것도 이 대회 특징 중의 하나라고 생각한다.

단순한 아이디어지만 실용성을 바탕으로 심사하는 이 대회의 특성에 맞게 작품의 제목을 보는 순간 무슨 내용인지 알 수 있게 준비하는 것이 바람직 할 것으로 생각한다. 특히 이 대회의 성격이나 심사 관점이 전국학생과학발명품경진대회와는 다르다는 것에 주안점을 두고 준비를 해야 할 것 같다. 물론 학생 스스로가 발견하고 탐구한 결과 작품이 제작



되나, 과정을 중시하기보다 기존 작품이나 아이디어의 개선 및 개량된 작품이라도 그 방법이 다르거나 독창적이면 보다 높은 등위에 입상되는 경우가 많다는 것을 염두에 두어야 한다.

가장 많이 사용되고 있는 제작의 포인트는 독창적인 아이디어의 소재를 발견하여 발명 활동의 가장 기본이라고 할 수 있는 발명의 십계명을 적용하여 제작된 작품이 주류를 이루고 있다고 하여도 과언이 아니다. 물론 그 수준이 학생들의 연령과는 무관하지 않은 듯하다. 또한 과거에 출품된 작품을 개량 또는 변형시켜 출품한 경우도 많은데, 이러한 작품도 수상이 된 경우가 많이 있는 것으로 보아 전에 출품된 작품을 모방만 하여서는 안 되지만 아이디어의 소재를 찾거나 아이디어를 착안하는데 활용을 하는 것도 큰 도움이 된다.

이 대회는 간단히 작성된 작품 계획서와 도면에 의한 서류 심사를 통과한 출품자가 실제의 작품(모형 포함)을 출품하여 심사를 받기 때문에 준비나 출품에 대한 부담이 보다 적다는 장점이 있다.

나. 두 대회의 공통적인 특징

설명한 두 대회에서 공통적으로 발견할 수 있는 점은 작품의 소재가 농업에 활용될 수 있는 것이거나, 장애인을 위한 것, 많은 사람이 불편해 하는 것으로부터 아이디어를 얻은 작품들이 해마다 좋은 성적을 얻은 경우가 많다. 대한민국학생발명전시회는 폐품 활용이나 학습자료 등은 입상작이 그리 많지 않으며, 다양한 분야의 소재를 가진 작품이 해마다 성격을 조금씩 달리하면서 입상되고 있다. 전국학생과학발명품경진대회는 출품 분야가 구분되어 있기 때문에 각 분야별로 입상작이 가려지고 있으며, 반짝이는 순간적 아이디어보다는 관찰과 탐구, 응용 과정을 잘 보여줄 수 있는 작품이 좋은 성적으로 입상이 되고 있다. 이를 볼 때 작품의 성격을 파악하고 어느 대회에 출품할 것인지를 고민하여야 할 것이다. 또한 두 대회 모두 발견→착안→제작 과정이 학생 스스로 실행한 작품을 가려내려는 경향이 있으므로 지도교사의 지나친 간섭이나 교사의 대신 제작 등은 오히려 평가에서 불리하게 작용할 수도 있을 것이므로 유의해야 한다.

다. 대한민국학생발명전시회 참가 지도

흔히 발명 활동을 하면서 가장 중요하고 큰 대회중 하나가 바로 대한민국학생발명전시회이다.

그러나 처음 발명에 입문한 학생이나 이미 한두 번 대회에 참가한 본 경우라도 대한민국 학생발명전시회에서 추구하는 시대적인 흐름과 요건 습득과 아이템을 표현하지 못하는 학생들이 많다. 따라서 대한민국 학생발명 전시회의 일정에 맞추어 진행하여야 할 사항과, 최근에 대통령상, 국무총리상, WIPO상을 수상한 발명품을 분석하고, 최종적으로 서류 작성하는 방법을 생각해 보자.

우선 가장 중요한 시기는 예비심사라고 기재 되어 있는 서류 심사이다. 서류 심사를 통과하지 못하면 현물심사에 참가 하지 못하기 때문에 가장 중요하다고 볼 수 있다. 이 서류 심사가 이 대회의 50%를 차지한다고 해도 과언이 아닐 것이다.

서류 제출 후 1차 서류심사 결과는 매년 5월 중순경 한국발명진흥회 홈페이지 상에서 발표된다. 일단 서류 심사를 통과하면 보통 6월 중순경 현물심사를 받게 된다. 그러나 이 기간



은 1학기말 고사가 실시되므로 시간 사용 계획을 잘 해야 내신에도 지장이 없고 작품 제작에도 차질이 없게 된다. 20일이라는 시간이 어떻게 보면 긴 기간일지 몰라도 작품 제작을 하는 데 결코 길지 않은 시간이다.

일단 서류 심사 결과가 발표되면 하루 이틀내로 발명품 제작을 계획해야 한다. 개인별로 발명품의 내용과 원리를 구체적으로 알고 현물심사에서 자신이 계획한 구상대로 발명품이 제작되도록 한다. **현물 심사 시 독창성(30)실용성(30)경제성(20)** 여기에 작품완성도(20)가 추가되므로 발명품의 완성도가 매우 중요하다. 따라서 발명품 제작이 전문 지식 분야는 가까운 대학의 전공 교수의 도움을 받는 것도 중요하며, 현물 제작에 경험이 많은 전문 업체를 찾아 상담을 하면 많은 도움을 받을 수 있으며, 본인이 생각하지 못한 내용도 얻을 수 있으므로 여러 가지 방법을 연구해 본다. 발명품 제작에 관한 도움을 받을 수 있는 장소는 아래 표를 참고하자.

〈제작 업체 위치〉

종 류	내 용	지 역
플라스틱	아크릴 제작 PET 필름 진공성형 PVC BOX 원통 TAPE 포장자재 PVC 연 경질	종로구 장사동 중구 방산동시장 중구 을지로5가
종이	각종 종이 인쇄 종이박스, 색종이, 카달로그, 표지, 라벨	중구 인형동
목 재	인테리어 목재소, 목재류	각 지역 인테리어 및 목공소 왕십리 신당동
금 속	선반밀링, 스프링, 철물, 판금제작, 스테인리스 케이스, 자석, 통신기, 정류기, 콘솔, 베어링, 계측기(속도계, 습도, 자동곡선 풍속기록계)공구, 나사 볼트	중구 입정동 150번지 구로구 구로동 공구 상가
섬 유	섬유류, 작크, 단추, 칼, 가죽, 악세사리	동대문 상가
잡 화	페인트, 사포, 등산 장비, 주방기기 및 세면기기	동대문 을지로2가
목형,금형	제품 목형, 금형	왕십리 신당동
소방기구	소방 장비 및 호스 공구	을지로 4,5가
컴퓨터센서	컴퓨터부속, 쎈서 소프트·하드웨어부분, 전화기, 전자, 망 원경, 사진재료	용산 전자상가 청계천 상가 2층
학 용 품	펜, 볼펜, 판촉물, 자, 컴퓨터스, 완구류	종로구 창신동 영등포 시장
앵글 화공약품	앵글류 제작 구입, 과학 화공 약품 유리제작	을지로 2,3가, 종로 3가



업체명	홈페이지	특징
현승 엔지니어링	http://www.hyunseung.co.kr	발명품, 특허시제품 제작, 기구설계, 목업제작, 제품디자인, 모형 제작 전문 (플라스틱, 아크릴로 주로 만듬. 가격은 저렴하지만 플라스틱 가공만 가능한 것이 단점)
아이디어 공화국	http://www.asdfjkl.co.kr	아이디어 시제품 제작업체, 목업, 제품디자인 설계, 생산금형, 상품유통 정보 등 제공 (자신이 원한대로 물건이 나올 수 있음. 의뢰할 시 도면 제작 무료로 해줌. 구상한 것과 같게 나올 확률이 높음.)

발명품이 제대로 제작되어 현물 심사를 받기 전에 준비해야 할 사항이 있다.

우선 자신이 발명품을 구상 및 보완하는 과정을 적은 발명노트를 스크랩으로 준비해야 한다. 2006년부터 초, 중학생들은 발명의 구상과 과정 작품 보완 및 제작과정 일지를 첨부한 발명노트 형식의 제출 서류가 점수에 반영된다. 따라서 오랜 기간 동안 창의적인 아이디어 구상과 발명 원리 적용, 과학적 지식과 원리 적용 과정을 상세하게 글, 그림, 도면, 발명품 제작 구상 및 과정에서 어려움, 문제해결, 지도교사의 조언과 해결책 모색 발명품 제작 1, 2, 3차 내용을 체계적으로 작성하면 좋은 평가를 받을 수 있다.

학생발명전시회는 학생 스스로 얼마나 창의적인 생각과 사고는 물론 노력을 경주했는지가 대회의 가장 중요한 취지임을 명심해야 한다. 자료를 준비하고 현물 심사장에 참가하면 자신이 발표할 내용을 정리하고 최종적으로 발명품을 점검해야 한다. 심사장에 들어가면 작년의 경우 3명의 심사위원이 있고 먼저 발명품의 구상 동기, 내용(실용성, 활용성, 경제성, 창의성)과 경제적 가치 및 사회적 파급 효과, 기대 및 결과를 자세하고 차분히 설명하고 발표가 끝나면 현물 심사위원들이 자신의 발명품에 대해 질문을 하는 형식으로 진행된다. 따라서 사전에 예상되는 질문과 문제점 해결 방법, 기존 제품과의 차이점과 활용가치, 특허 검색 (<http://www.kipris.or.kr>)을 통하여 독창성을 증명하는 것도 명확하게 심사위원들에게 전달하는 것이 중요하다.

최근 대한민국학생발명전시회에서 수상한 작품의 내용을 분석해보면 아래와 같은 공통점을 발견할 수 있다.

- 발명의 소재가 일상에서 흔히 볼 수 있는 소재이다.
- 발명품들은 직 간접적으로 안전과 연관되어 있다.
- 발명품에 과학적 원리와 기계적 원리를 잘 적용하고 활용한 발명품이 좋은 평가를 받는다.
- 시대적 흐름과 방향에 맞고 사회적 문제나 환경, 에너지 등 지구환경 관련한 참신한 아이디어가 좋은 평가를 받고 있다.
- 발명품을 만든 학생의 열정과 지적 수준 및 탐구능력, 지적재산권 재산의 활용과 연계성이 중요하다.

크게 위의 5가지의 공통점을 볼 수 있다. 발명 소재를 구상할 때 이 5가지 조건을 고려한



다면 좋은 성적을 기대 할 수 있을 것이다. 서류를 작성하기 전에 발명 소재를 충분히 생각한 뒤에 지도 선생님과 상담을 통해 더욱 발전시켜 제출하는 것이 우수 입상의 지름길이다.

대통령상

학교	인천 관교중학교 1학년
이름	김선옥
명칭	절약형 신호등

[작품요지]

- 기존 LED 신호등은 불빛의 산란을 차단하여 밝기를 유지해야 하기 때문에 제작비용과 전력소모가 높음
- 이를 개선하고자 LED 설치부에 깔때기 형태의 반사경을 설치해 LED의 수를 줄여 제작비용과 전력소모를 낮추도록 했고
- 태양 전지판이 부착된 차광판도 낮에는 자동으로 앞으로 나오고 밤에는 들어가기 때문에 운전자, 보행자가 멀리서도 신호등을 볼 수 있게 하였음
- 곡선, 타원형의 유려한 형태

[작품사진]



2. 과학전람회 작품 제작 방법

가. 전국과학전람회 근거

- 1) 총리령 제581호(1996.08.06)로 전문 개정
- 2) 과학기술부령 제32호(2001.08.06)로 개정

나. 주요 내용

- 1) 제1회 과학전람회: 1949년 10월 20일에 대한민국 정부수립 1주년을 기념하여, ‘과학전람회’라는 이름으로 문교부 주최



- 2) 1955년 제2회 과학전람회가 개최(6·25전쟁으로 중단)
- 3) 제15회 과학전람회부터는 과학기술처의 주최
- 4) 2000년에 현재의 물리, 화학, 동물, 식물, 지구과학, 농림수산, 산업 및 에너지, 환경 등
8개 부문으로 구성

다. 과학작품 제작방법

- 1) 과학 작품이란?
- 2) 프로젝트형 과학탐구로서 창의성 교육의 본질을 보인다.
- 3) 기초과학의 저변 확대에 기여하며, 교사와 학생이 함께 하는 과학 잔치이다.

라. 과학 작품의 매력

- 1) 현장연구의 하나로 주변의 소재를 이용할 수 있다.
- 2) 52회를 거치는 동안 많은 정보가 쌓여있다.(선행탐구 탐색이 쉽다)
- 3) 다른 대회와 달리 보조금이 있고, 처음부터 끝까지 도와준다.
- 4) 해당 작품에 관련 된 분야는 해박한 지식을 쌓을 수 있으며, 연구방법의 진수를 경험할 수 있다(자기연수). - 각종 연구에 능통하게 된다.

마. 작품 구상 및 제작

- 1) 학생이 탐구과제 설정 - 평상 시 궁금하던 것 적어보기
- 2) 문헌연구 및 선행 탐구 고찰(인터넷 검색)
- 3) 주변 전문가의 활용

바. 탐구 주제 선정

1) 생활주변과 탐구주제

- 가) 탐구하고자 하는 과제를 어떻게 정할 것인가?”
- 나) 가장 좋은 것은 연구자가 관심이 많고 흥미로운 분야를 정하는 것
- 다) 물리 분야를 좋아한다면 생활주변에서 물리와 관련된 탐구문제를 찾는 일
- 라) 물줄기가 물방울로 분리되는 지점은 무엇일까? 등의 주제
- 마) 탐구주제를 선정할 때에는 생활주변에서 찾는 것이 좋다. 관심 없이 지나다보면 의문점이 없어 보이지만, 자연을 이해하려고 노력하고, 저것은 왜 그럴까? 하고 의문점을 갖고 있으면 이 세상은 온 천지가 탐구 과제이다.

나. 문헌 조사

- 1) 탐구주제가 어느 정도 설정이 되었으면 문헌 조사를 한다.
- 2) 고등학교 교과서나 대학교 저학년 학생들이 배우는 개론서 읽기

본인의 탐구주제에 해당하는 부분이 어느 영역에 해당되는가를 찾아보고 가볍게 읽어보는 것이다. 예를 들어서 트라이앵글의 소리에 대해서 탐구를 한다면, 일반물리학에서 파동, 또는 소리 분야를 읽어 본다. 또한 개략적으로 소리는 어떻게 발생되고, 어떻게 전파되는가에 대한 내용을 정리하여 두는 것이다.



3) 탐구과제와 관련하여 기존 연구물들 검색

과학전람회와 관련하여 기존의 연구물들은 국립중앙관에 텁재되어 있다. 내용에 key word를 넣어서 검색하면 유사한 연구물들을 볼 수 있다. 기존 작품을 검색하였을 때 얻는 점은 첫째는 유사성을 발견하는 일이고, 둘째는 아이디어를 얻을 수 있는 점이다. 따라서 검색의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않는다.

예를 들어 물리 부문에서 물방울에 대한 자료를 찾는다고 한다면 다음과 같은 절차를 따라가면 된다. 여기서 key워드는 다양한 방법으로 입력하는 것이 좋다. 여러 가지 용어들이 있을 때 출품자들이 사용한 용어를 입력해야 하기 때문이다.

국립중앙과학관(www.science.go.kr) → 과학전람회 → 물리 → 물방울 → 찾기

다. 보다 좋은 작품을 만들기 위한 노력

- 1) 독창성이 있을 것(필연적 동기가 있을 것)
- 2) 선행연구와의 차별성 강조하고 남의 의견을 많이 들어야 한다.
- 3) 과학적 지식이 성립되는 과정이 모두 들어 있어야 한다.
- 4) 학생 작품의 경우 학생 수준의 탐구 노력 내용이 나타나야 한다.
(탐구일지 등)
- 5) 틈새 탐구 과제를 선정하도록 노력하여야 한다.

3. 과학상상그리기

가. 행사 목적

초·중학교 학생들에게 과학상상그림을 통해서 과학이 열어 가는 미래에 대한 상상력을 고취한다.

나. 지도 시 준비물

4절 켄트지, 물감, 물통, 붓, 크레파스, 사인펜, 원고지(작품설명-200자 원고지 5매 이내), 필기용구

다. 지도 방법

1) 어떤 내용을 그릴 것인가?

과학의 발전으로 말미암아 달라진 우리들의 생활 모습 즉 가정생활의 모습, 산업 현장의 모습, 교통과 통신의 변화 모습, 주거공간의 모습, 학교생활의 모습, 인간들의 우주 개척 모습, 바다를 이용하는 모습, 유전공학의 발달로 달라진 생명체의 변화 등을 자유롭게 상상한 내용의 상상화라 하여 무조건 비약하는 것이 아니라 반드시 과학적인 근거를 가지고 내용을 구상해야 한다.

많은 내용보다는 과학적 상식이 집약된 내용이면 좋다.



2) 어떻게 표현할까요?

표현의 기법이나 재료의 제한은 없다 자기가 표현하고자 하는 내용을 효과적으로 나타낼 수 있는 재료나 용구를 자유롭게 사용할 수 있다.

다른 사람들이 흔히 사용하는 기법보다는 자기만의 독창적인 기법을 적절하게 사용하면 더욱 좋다. 주제가 잘 보이게 표현해야 한다.

라. 작품을 그리는 과정

- 1) 다양하고 객관성이 있는 과학소식을 수집한다.
- 2) 수집된 자료를 바탕으로 미래의 모습을 상상한다.
- 3) 뚜렷한 주제를 선정한다.
- 4) 주제를 잘 표현하기 위해 화면을 변화 있게 구성한다.
- 5) 주제 표현에 적절한 재료나 용구를 선정한다.
- 6) 주제가 잘 나타나게 밑그림을 그리고, 채색한다.

바. 좋은 과학상상화는

- 1) 독창적인 주제가 있어야 한다.
- 2) 과학적인 근거가 분명하여야 한다.
- 3) 변화 있고 짜임새 있는 화면으로 구성되어야 한다.
- 4) 색채와 분위기가 주제와 잘 어울려야 한다.
- 5) 재료와 용구를 효과적으로 사용하여야 한다.
- 6) 완성도가 높은 그림이어야 한다.

사. 지도 시 유의점

◀ 심사규정 ▶

- 1) 심사는 그림을 완성시킨 상태에서 평점 한다.
- 2) 그림 평점은 총 100점 만점으로 창의·과학성(70), 표현력(20점), 전체조화(10점)으로 구분하여 고득점 순으로 등위를 정한다.
- 3) 다음의 경우는 등외로 처리한다.
 - 경진시간은 총 3시간(작품설명서 작성시간 포함)이며 초과할 경우 매 10분마다 2점씩 감점하되 30분을 초과했을 경우
 - 타인의 작품을 모방했을 경우
 - 주관 측에서 배부된 4절 켄트지 외 타용지로 사용했을 경우
- 4) 동점인 경우 다음 순서에 따라 우선순위를 정한다.
 - 제 1순위 : 창의, 과학성, 표현력, 전체조화 순으로 득점을 비교하여 점수가 우선하는 경우
 - 제 2순위 : 저학년인 경우



- 제 3순위 : 생년월일이 늦은 경우

아. 인터넷 참고 사이트

<http://tlsruddnr.hihome.com/pa52.htm> —과학상상화 21개

<http://www.goksun.es.kr/science.htm>

<http://www.art2me.org/images/students/gwahaksangsang>

http://sungdong.es.kr/main4/child_1.html

<http://my.dreamwiz.com/eonions/scisang.htm>

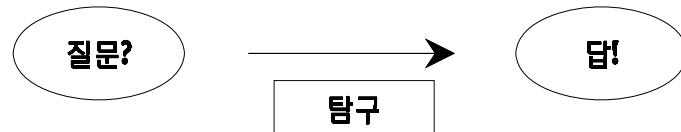
<http://210.104.20.1/KDI/과학과사진전/2000.htm>

<http://user.cholian.net/~eledu21/kj/kss/ssmain.htm>



4. 학생 탐구발표 대회 지도 자료

탐구란 무엇인가?



탐구란 질문에 대한 대답을 얻어 가는 과정이다.

이러한 탐구를 하기 위해서는 몇 개의 단계를 거쳐야 하는데

가. 효과적인 질문(연구 주제)을 만들어야 한다.

좋은 주제를 만들기 위해서는 평소에 자연 현상에 대해 호기심을 갖고 있어야 하고 자연 현상을 관찰하고 의문을 가지는 관찰 태도가 필요하다. (늘 관심을 갖고 생각하고 궁리하는 것이 좋은 주제 선정의 지름길)

연구 주제를 선정할 때는 다음의 조건들을 고려해야 한다.

1) 타당성

- ▶ 흥미를 가진 문제이어야 한다.



- ▶ 폭이 좁고 깊이가 있는 문제
- ▶ 자료수집이 가능한 문제
- ▶ 해결 가능성이 있는 문제
- ▶ 부정적 관점보다는 긍정적 관점의 접근

2) 참신성

- ▶ 시간적 공간적으로 참신한가?
- ▶ 독창적인가?

3) 중요성

- ▶ 연구할 가치가 있는가?(의미가 있는 것인가?)
- ▶ 우리 생활에 기여할 수 있는가 ?

나. 질문을 만들었으면 이를 해결할 수 있는 디자인(설계) 능력이 있어야 한다.

- 떠오른 질문을 어떻게 해결할 수 있으며 그 방법은 무엇인가?
- 그 과정을 어떻게 계획할 수 있는가가 중요한 과정이다.

다. 데이터 수집

- 그 과정을 통해서 필요한 데이터를 효율적으로 수집, 정리할 수 있어야 한다.
- 분류, 측정, 실험, 조사 등

라. 해석

- 필요한 데이터를 해석할 수 있는가? 어떤 방향으로 해석하는가는 또 하나의 탐구 과정이다.

마. 의사소통

- 탐구한 결과를 세상에 어떻게 알리고 자기의 업적을 평가 받을 수 있느냐도 탐구 과정에서 중요한 문제이다. 이를 위해서 탐구한 결과를 표나 그래프, 포스터, 상징물, 지도, 수식으로 나타낼 수 있어야 하고 무엇보다 자신 있게 탐구 과정과 내용을 설명하고, 질의 응답에 대답할 수 있어야 한다. 하루아침에 좋은 주제를 얻어낼 수는 없다. 평소 교과 시간에 꾸준한 지도로 어린이들이 어느 정도의 수준에 올랐거나 탐구하고 싶은 주제를 쉽게 선정할 수 있다면 모르겠으나 짧은 시간에 지도하는 방법을 생각해 본다면 다음의 방법을 참고해 볼 수 있겠다.

바. 기존 대회의 탐구 주제를 안내한다.

- <http://www.ssp.re.kr>에 접속하고 [과학경진/행사]-[학생탐구발표대회]-[입상작 자료실]



제 목
★ 한지의 우수성을 위한 비교입증 실험
★ 팔만대장경 보관에 속이 미친 영향
★ 양푼의 물을 뺄아 끓이려면 가스레인지 구멍의 크기와 위치를 어떻게 해야 할까?
★ 물고기에 대한 소금물과 황토의 효능 탐구
★ 지하철 안전에 대한 나의 탐구
★ 누가 깻잎을 먹는 걸까?
★ 식품 포장용 비닐 랩이 비닐보다 잘 달라붙는 까닭
★ 내가 만든 천연 접착제와 합성 접착제의 비교 실험
★ 나는 소금을 하루에 얼마나 먹고 있나?

사 토론과 과제로 관심을 유도한다.

- 과학 교과 시간에 시간을 내어 탐구 주제에 대해서 토론하거나 질의응답을 한다.
- 3~4일에 한 번씩 ‘탐구 주제 생각하기’를 숙제로 제시한다.

아. 좋은 일화를 소개한다.

- 페튜니아 꽃과 씨 없는 수박을 만들어 냈던 세계적인 육종학자 우장춘 박사에게 그의 후배들이 어느 날 “선배님! 선배님은 늘 새로운 아이디어로 연구를 하시는데 도대체 어떻게 하면 그렇게 새로운 아이디어가 떠오릅니까?”하고 질문했을 때 우장춘 박사는 “그냥 끊임없이 생각하는 거야. 늘 생각하면서 궁리해 보는 것 밖에는 없어.”라고 대답했다고 한다.

4. 과학상자 기본 조립 방법

과학상자는 모든 모델의 조립을 볼트와 너트로 조립하게 되어 있다.

볼트와 너트의 일반적인 조립방법은 하나의 볼트에 하나의 너트를 끼워 풀어지지 않도록 하는 것이다. 이 방법은 움직임이 없는 구조물을 만들 때 사용하는 것이다.

과학상자로 다양하게 움직이는 모델을 만들어보려면 볼트와 너트의 응용조립방법을 익혀야 할 것이다.

먼저 과학상자 시리즈 설명서를 보시면 과학상자 모델 조립순서에 '기본1'부터 '기본6' 표시된 부분을 쉽게 발견하게 될 것이다. (과학상자 설명서 뒷면 참조)

이것은 과학상자로 만든 작품들의 원활하게 움직이게 하기 위해서는 꼭 필요한 볼트와 너트의 조립방법이다. 기본 3을 제외한 나머지 방법들은 모델의 원하는 움직임을 표현하기 위하여 꼭 필요한 조립법이다. 기본 1과 기본 2는 2개 이상의 외형부품을 연결하는데 필요한 방법이며 기본 4, 5, 6은 한 개의 외형부품으로 다른 부품의 응용을 하는데 필요한 방법이다.

다음에 설명되어 있는 6가지의 기본조립방법을 익히고 난 후에 설명서의 모델을 만들어 가다



보면 멋진 모델을 만들 수 있을 것이다.

가. 기본 조립 방법 1

두 개의 외형부품을 연결할 때에 두 개의 외형부품 모두 자유롭게 움직일 수 있도록 하기 위한 조립법이다.

볼트에 두 개의 외형부품을 끼우고 그 뒤에 첫 번째 너트를 끼운다. 이 때 첫 번째 너트가 외형부품에 닿지 않도록 한다. 그리고 두 번째 너트를 첫 번째 너트 뒤까지 조인다. 그리고 두 개의 스파너로 각 너트를 잡고 반대방향으로 조인다. 그러면 볼트와 두 개의 너트가 결합되어 풀어지지 않게 된다.

‘기본 1’의 방법은 다른 물체의 움직임에 간섭받지 않고 그 물체의 움직임이 자유롭게 하기 위하여 필요하다.

나. 기본 조립 방법 2

두 개의 외형부품을 연결할 때에 한 개의 외형부품은 자유롭게 한 개의 물체는 고정하기 위하여 필요한 조립법이다.

볼트에 첫 번째 외형부품을 끼우고 다음에 너트를 볼트에 조립한다. 이 때 첫 번째 외형부품과 첫 번째 너트가 닿지 않도록 한다. 그리고 두 번째 외형부품을 볼트에 끼우고 두 번째 너트를 조립한다. 각각의 너트를 두 개의 스파너로 잡아서 반대방향으로 회전시킨다. 그러면 첫 번째 외형부품은 자유롭게 움직이며 두 번째 외형부품은 고정된다.

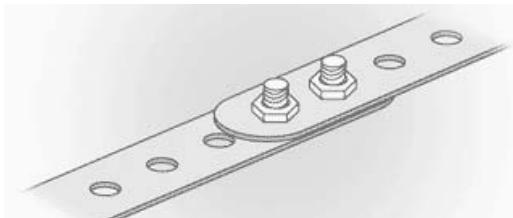
고정되어 있는 물체의 운동에 상관없이 연결된 물체가 고유의 운동을 유지할 필요가 있을 때 필요한 조립법이다.

다. 기본 조립 방법 3

두 개의 외형부품을 연결할 때에 두 개의 외형부품 모두 자유롭게 움직일 수 있도록 하기 위한 조립법이다.

볼트에 두 개의 외형부품을 끼우고 그 뒤에 첫 번째 너트를 끼운다. 이 때 첫 번째 너트가 외형부품에 닿지 않도록 한다. 그리고 두 번째 너트를 첫 번째 너트 뒤까지 조인다. 그리고 두 개의 스파너로 각 너트를 잡고 반대방향으로 조인다. 그러면 볼트와 두 개의 너트가 결합되어 풀어지지 않게 된다.

‘기본 1’의 방법은 다른 물체의 움직임에 간섭받지 않고 그 물체의 움직임이 자유롭게 하기 위하여 필요하다.



라. 기본 조립 방법 4

긴 볼트의 머리 부분과 한 개의 외형부품을 고정하고 나머지 부분을 활용하는 조립법이다. 긴 볼트에 한 개의 외형부품을 끼우고 그 뒤에 볼트를 조립하여 고정시킨다.



마. 기본 조립 방법 5

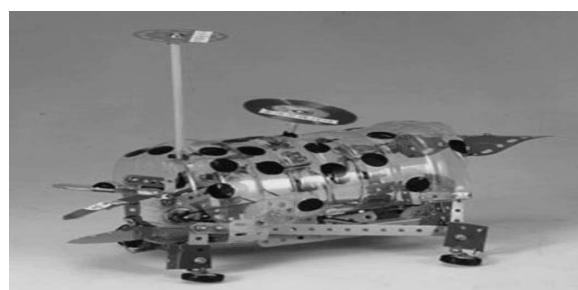
긴 볼트 또는 나사봉, 나사 핀에서 나사부분에 두 개의 너트로 고정하여 연결되어 있는 부품의 움직임을 간섭하는데 필요한 조립법이다.

나사부분에 두 개의 너트를 조립하여 마주보게 한 후 두 개의 스파너로 각각의 너트를 잡고 반대방향으로 회전시키면 된다.

마. 기본 조립 방법 6

긴 볼트의 나사부분에 한 개의 외형부품을 연결하여 고정하고 머리부분과의 간격을 활용하기 위한 조립법이다. 긴 볼트에 첫 번째 너트를 끼우고 외형부품을 끼운다. 그리고 두 번째 너트를 볼트에 끼우고 스파너로 두 개의 너트를 잡고 회전시키어 고정하면 된다.

사. 참고작품



5. 전자과학

전자 과학 실험 경진 대회 지도의 경우 대다수의 학생들은 기판에 안내된 도면에 따라 부품을 납땜하는 작업만을 반복하기 일쑤이다. 대회가 끝나고 훈련된 학생이 우수한 성적으로 입상하게 되었더라도, 결과적으로 그 학생이 얻은 것은 납땜하는 기술뿐이다. 회로의 얼개, 저항을 측정하는 방법이나 의미, 동조코일의 기능이나 조작, 콘덴서의 위치나 역할 등 매우 중요한 내용들은 간과한 채 지극히 물리적인 한 가지 방법만으로 지도하였기 때문이다.

행사 내용을 지도하려면 먼저 지도 계획을 단계적으로 충분히 수립하여야 한다. 이때 이에 관한 이론을 충분히 지도해야만 더욱 효과적이다. 처음에는 귀찮고 어려운 일로 생각될지도 모르지만 갈수록 속도가 빠르고 정확해지며 교사의 손길이 없이도 학생 스스로 문제를 잘 해결 할 수 있다.

행사가 끝난 뒤 반드시 행사의 운영 전반에 관한 반성을 하고 과정에 나타났던 문제점이나 시행착오 등을 모두 기재하여 다음 해에 참고한다든가 이와 같은 정보를 후임자에게 인계해 준다면 매우 유용한 자료가 될 것이다.

가. 단계별 지도 방법

1) 기본 기능 익히기

- 공구 사용법



- 드라이버, 니퍼, 라디오펜치, 납땜인두, 땜납, 인두스탠드
- 테스터기 사용법
 - 테스터기 구조
 - 테스터기 사용할 때 주의할 점
 - 교류 전압 측정하기
 - 직류 전압 측정하기
 - 저항 측정하기
 - 통전 실험하기
 - 부품 이상유무 확인하기
 - 트랜스, 다이오드, 콘덴서, 코일, 트랜지스터, 스피커, 저항
 - 납땜 연습하기
 - 만능 키트판 이용

2) 회로도 및 부품 특성

- 부품별 심별알기
- 회로도와 부품 비교하기
- 극성 및 특성을 타는 부품 종류 및 조립시 유의할 점 알기
 - 다이오드, 전해 콘덴서 등
- 라디오의 구성과 원리 알기
 - 동조, 검파, 증폭 등

3) 조립 및 수리

- 조립 순서 익히기
- 조립 시 유의할 점
- 소형키트 조립하기
- 라디오 조립하기
- 조립 후 점검 사항 알기
- 이상 현상에 따른 점검 방법 알기

4) 심사 규정 및 미비점 보완

- 심사 규정 및 조립 시 유의 사항 알기
- 고장에 따른 응급처치 방법 알기
- 미비점 보완하기

기타 전자 과학 실험 회로도

나. 표시등

1) 요구사항

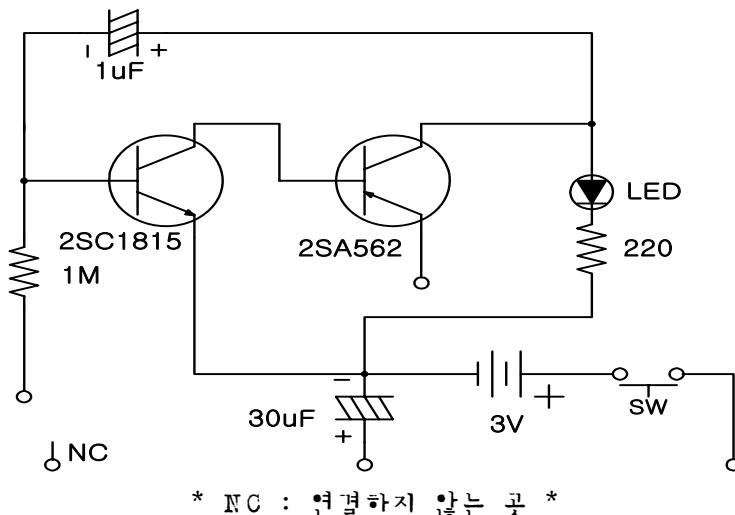
- 가) 주어진 재료를 점검한 후 회로도와 같이 조립한다.

전
공



나) 조립이 완성되고 SW를 누르면 LED가 점등되도록 하시오.

2) 회로도



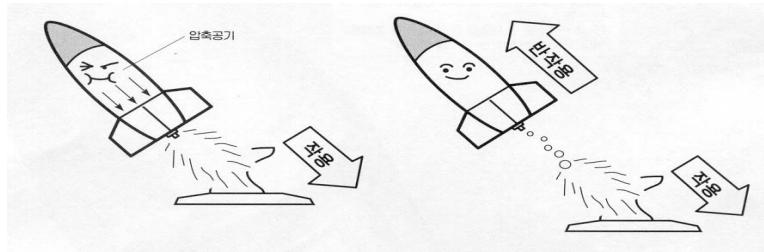
3) 부품 목록

재료명	규격	수량	재료명	규격	수량
트랜지스터	2SC1815	1	전해콘덴서	30uF	1
트랜지스터	2SA562	1	전해콘덴서	1uF	1
발광다이오드	LED 적	1	스위치	PB SW	1
저항	1MΩ	1	만능기판	20X20	1
저항	220Ω	1			

6. 물 로켓 만들기

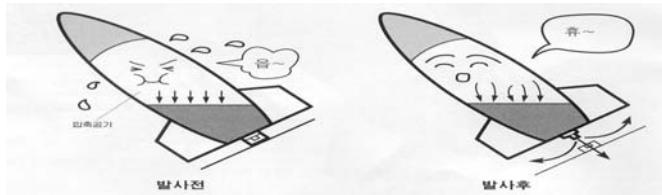
물 로켓의 원리는 실물 로켓의 원리와 거의 유사하며, 실물 로켓은 가스나 기체 등을 내뿜으면서 발사하는 데 물 로켓은 물을 뿜으면서 발사한다. 그러나 물을 뿜어 추진력을 얻는 것이나 가스 등을 뿜어 추진력을 얻는 것은 같은 이치이다. 이것은 작용, 반작용의 법칙에 의해 증명된다.

작용, 반작용의 법칙을 예를 들어 설명하면 롤러스케이트를 신고 있는 사람이 벽에 손을 대고 밀었을 때 사람이 그 밀어낸 힘으로 인해 움직이게 된다. 이때, 즉 롤러스케이트를 신고 있는 사람이 벽을 밀 때 작용하는 힘이 사람에게 작용하는 반작용의 힘과 동일하게 생성되었으나 벽은 움직일 수 없으므로 사람이 움직이게 되는 것이다. 이것은 사람이 벽을 밀었으나 벽이 사람을 밀어낸 효과와 같은 것이 된다.

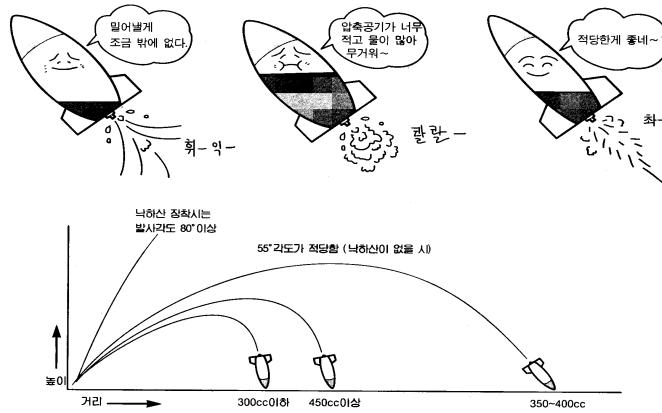


물 로켓이 작용의 힘을 밀어내는 것은 다음과 같다. 물 로켓의 압축 탱크에 물을 적당량 (350cc-400cc) 넣고, 공기를 펌프 등을 이용해 탱크에 압축 공기를 넣으면 탱크 안에는 물과 압축 공기가 있게 된다. 이 때 순간적으로 분출구를 열어주면 압축 공기가 물을 밀어내면서 작용의 힘을 만들어 내는 것이다.

전 공



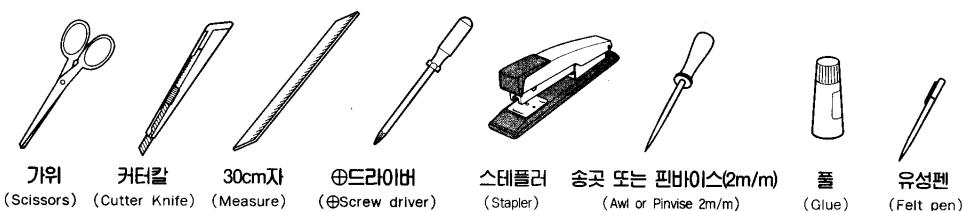
물 로켓을 발사할 때는 물을 적당량 넣어야 한다. 그 이유는 압축 공기가 물을 밀어내면서 작용의 힘을 얻는데 물이 적으면 물이 분출되는 시간이 너무 적어 작용의 힘도 줄어들고, 또 너무 물의 양이 많으면 압축 공기의 양 즉, 밀어내는 힘이 적고 무게는 무거워져 작용의 힘이 줄어들기 때문이다.



물 로켓은 충분한 과학적 근거가 있기 때문에 기초 과학에 중요한 실험 도구로서 이 물 로켓을 이용하여 여러 가지로 응용할 수 있다.

가. 물 로켓을 만들기 전에

이 물 로켓을 만들기 위해서는 다음과 같은 공작 도구가 필요하다.

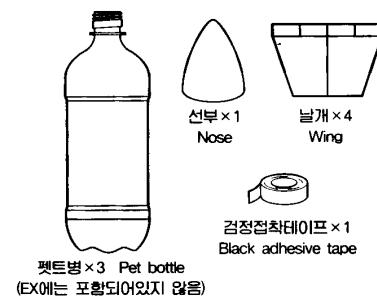


나. 물 로켓의 제작 순서

1) 준비

물로켓 제작을 위해서는

- 패트병 3개,
- 선부 (로켓 머리 부분; 두꺼운 종이로 제작 여도 됨)
- 날개 (두꺼운 종이, 책받침, 아크릴판 등)
- 기타 (접착테이프, 양면테이프) 등이 필요하다.



2) 몸체 만들기



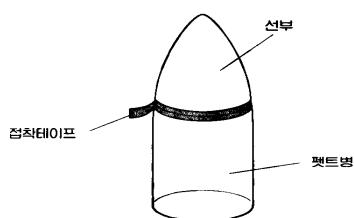
페트병을 위 그림과 같이 절단하고
분은 버린다.

3) 윗구멍 막기



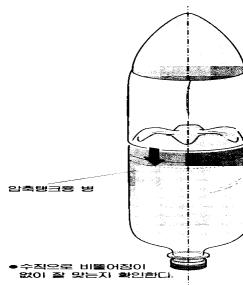
윗구멍을 박스테이프나 스카치테이프로 위아래 부
완전히 막는다.

4) 선부 만들기



선부와 몸체 부분을 접착테이프로
완전히 붙인다.

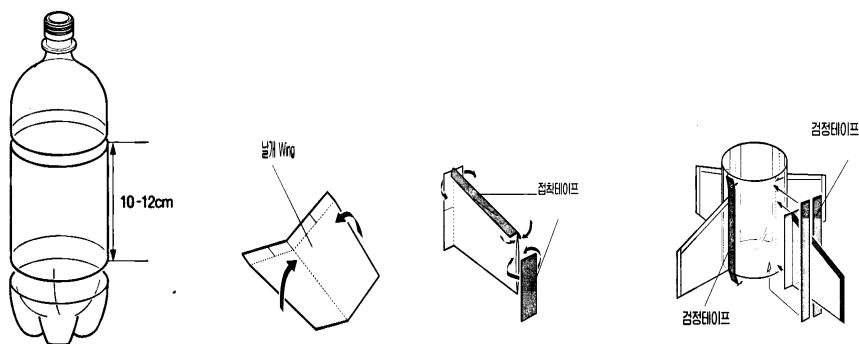
5) 압축 탱크 만들기



압축 탱크용 패트병을 온전한 상태로
붙인다. 뒤로하여, 그림과 같이 연결하고,
연결 부위를 테이프로 붙인다.

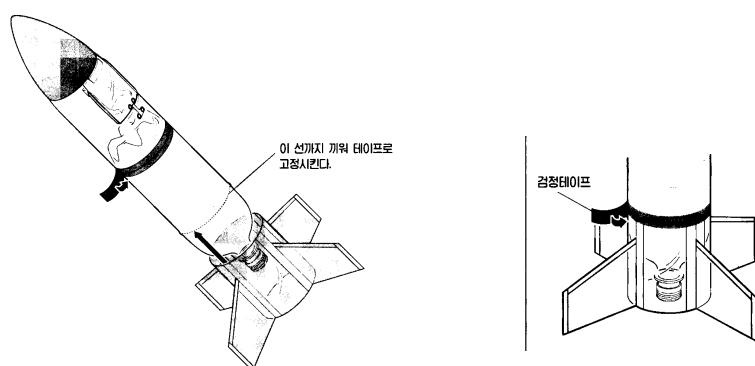


6) 날개 만들기



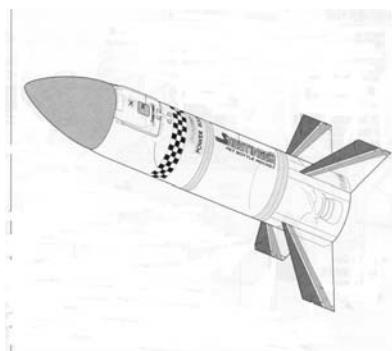
날개 부분에 필요한 페트병을 위와 같이 잘라서 만들고, 날개를 2중면으로 제작하여 그림과 같이 페트병에 붙인다. 이때 각 4개의 날개는 정확히 90도가 되도록 유지한다.

7) 날개 장착하기



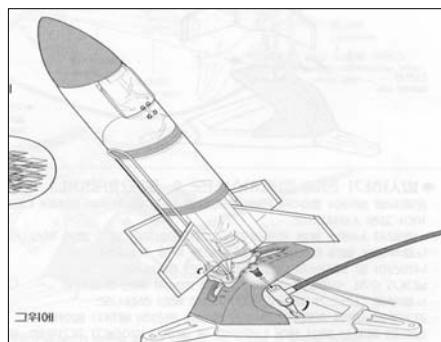
위쪽의 그림과 같이 날개를 탱크에 장착하고 테이프를 약간 잡아당기듯이 하여 붙인다.

8) 장식하여 완성하기



보기에 좋게 가벼운 장식을 하여 완성한다.
(로켓 이름을 지어 써 넣는 것도 좋겠다.)

9) 물 로켓 발사하기



발사대에 장착하여 발사한다.
(선생님과 함께)



다. 물 로켓 발사 방법

- 1) 발사대 헤드부분에 흙이나 모래가 들어가면 장애가 생기므로 반드시 비닐이나 자리 등을 깔고 발사한다.
- 2) 발사대를 바닥에 고정시키고 공기펌프를 연결한다.
- 3) 핸드브레이크를 한번 눌렀다가 뺏다 하면서 완전히 벌려져 있는가를 확인한다.
- 4) 로켓을 거꾸로 세우고 깔때기를 이용하여 350~400cc의 물을 넣는다.
- 5) 노즐마개를 돌려 막는다.
- 6) 노즐구멍을 손가락으로 막고 발사대에 신속히 눌러 장착시킨다. 이때 헤드 바깥쪽 부분이 아래서 위로 잠기듯이 올라와야 완전히 연결된 것이다. 장착이 완전하지 않으면 발펌프로 밟는 도중에 로켓이 날아가게 된다.
- 7) 장소상황에 맞게 발사 각도를 조절한다.
- 8) 발 펌프 압력계로까지 공기를 주입한다.
- 9) 발사대 옆에 서서 핸드브레이크를 눌러준다.
- 10) 그러면 물 로켓이 공중으로 올라가게 된다.

라. 물 로켓 발사 시 유의사항

- 1) 로켓에 붙어있는 안정날개가 90도나 120도를 정확하게 이루도록 한다.
- 2) 발사 핸드브레이크가 벌려져 있는가를 확인하고 로켓을 발사대에 장착한다.
- 3) 발사각도가 70도 이하로 내려올 때는 발사대를 바닥에 고정시킨다.
- 4) 물 로켓은 물과 공기의 량에 매우 민감하므로 물은 350~400cc를 넣어야 하고, 공기는 충분히 넣는다.(압력계를 보면서 주입)
- 5) 발사할 때는 주변에 전선이 지나가지 않고, 창문을 깨뜨릴 염려가 없는 곳에서 발사한다.
- 6) 학교 운동장에서도 70도 이하의 각도를 내리면 유리창이나 사람이 다칠 염려가 있으니 고수부지나 거리가 200m이하인 곳에서는 각도를 70도 이상으로 발사해야 위험하지 않다.
- 7) 사용 후 물기를 닦고 윤활유를 칠해주면 수명이 길어진다.

7. 자연탐사대회

- 가. 항상 의문점과 호기심을 가지고 보는 태도를 갖도록 한다.
- 나. 자연에서 느끼는 의문을 과학적으로 탐구하는 능력을 키운다.
- 다. 탐구 계획에 따라 활동을 전개하고 결과를 과학적으로 처리하는 능력을 기른다.
- 라. 해결된 결과를 바탕으로 이를 일반화하게 한다.
- 마. 새로운 의문을 제시하고 보다 깊이 있게 탐구하려는 마음을 갖게 한다.
- 바. 탐구 관찰한 내용을 체계적으로 정리하는 힘을 기른다.
- 사. 항상 자연 속에서 아름다움을 느끼며, 자연을 보존하려는 마음을 갖게 한다.



8. 자연관찰 탐구대회

가. 제 2회 대회 출제 문제

- 1) 특정 식물(초본)이 많은 지역을 선정하고, 그 식물이 많이 자라는 것이 환경과 어떤 관련이 있는지 살펴보자.
- 2) 한 종류의 식물을 선택하여, 그 식물이 잘 자라는 곳과 잘 자라지 않는 곳의 환경은 어떤 차이가 있는지 관찰한 후 관찰내용을 바탕으로 이 식물을 잘 보호 할 수 있는 방법을 제시하여 보자.
- 3) 이 곳(남한산성)에서 사람의 손길이 많이 닿는 곳과 그렇지 않은 곳의 자연의 모습을 비교 관찰하고 이를 바탕으로 이곳 자연을 사람에게 유익한 것으로 보호하는 방법을 제시하여보자.

나. 제 3회 자연관찰탐구 결선대회 자료

- 1) 문제 : 지정된 지역에서 넓이가 4m²인 두 장소를 설정하고, 그 두 곳의 환경과 식물의 생태를 탐구하여 보고서를 작성하라.
(단, 보고서에는 탐구한 그 두 장소를 설정한 이유도 밝혀야 한다.)
- 2) 준비물(조): 줄(10m)2, 줄자(5m)1, 자(30cm)1, 돋보기1, 온도계1, 건습구 습도계, 삼각자2, 꽃삽1, 거름장치1, 화찬1, 비닐봉투1, 각종 지시약(페놀프탈레인, 리트머스, BTB용액), 비커2, 시험관2
- 3) 평가 관점
가) 관찰평가(60%)

평 가 관 점	내 용	배 점
실험설계능력 10%	① 장소를 알맞게 선정하는가?	5~3
	② 상호 협의하여 실험을 설계하고, 실험 설계가 과학적인가?	5~3
탐구수행능력 30%	① 오감을 통하여 관찰하는가?	10~6
	② 관찰관점을 정확하게 알고 관찰하는가?	10~6
	③ 관찰한 내용을 사실대로 기록하는가?	5~3
	④ 탐구활동에 필요한 도구는 적절하고, 바르게 사용하는가?	5~3
결과처리능력 20%	① 세 사람이 의견을 잘 종합하여 사실대로 기록하는가?	10~6
	② 수집된 자료가 다양하며 정확하게 해석하고 분석하는가?	10~6



나) 보고서 평가 (40%)

평가관점	내 용	배점
기술능력 10%	① 장소 선정 이유가 타당하며, 계획에 따라 체계적으로 기술하였는가?	5~3
	② 사실, 현상 등의 관찰내용이 다양하며, 특색 있고 창의적으로 기술하였는가?	5~3
표현능력 10%	① 관찰한 사실과 현상의 표현이 정확하고 사실적인가?	5~3
	② 과학적인 원리와 측정 단위를 바르게 사용하였는가?	5~3
처리능력 20%	① 수집된 자료를 체계화하여 도표나 그래프를 잘 표현하였는가?	5~3
	② 분석한 내용이 사실과 근거를 바탕으로 논리적으로 표현되었는가?	5~3
	③ 보고서가 체계적으로 구성되었으며, 문제를 정확하게 해결하였는가?	10~6

다) 기타 유의사항

미리 준비한 내용을 이용하여 보고서를 작성하거나 부정행위를 했을 경우에는 위의 평가관점에 관계없이 심사위원 협의 하에 0점 처리할 수 있다. 또한, 관찰 후의 뒤처리가 미흡하거나 본 대회의 취지에 어긋나는 행위를 했을 경우에도 감점 대상이 된다.



실험기구 사용법 및 안전관리

인천청천초등학교
교사 고성자
ksunga7437@hanmail.net

전
공

I. 실험기구 사용법

1. 스포이트 사용법

스포이트를 사용한 다음에는 빈 비커 등에 세워두어 염산 등이 고무 손잡이 쪽으로 들어가는 일이 없도록 주의 한다.

가. 스포이트 사용 방법

- 잡는 방법 : 엄지와 검지로 고무 부분을 가볍게 감아쥐고 나머지 손가락으로 유리관 부분을 가볍게 준다.
- 액체를 뺄 때 : 고무부분을 엄지와 검지로 꼭 쥐어서 공기를 뺀 채로 유리 부분의 끝을 덜어 내려는 용액 속에 넣어 고무 부분을 살짝 놓으면서 필요한 양의 용액을 뺄 때린다.
- 액체를 떨어뜨릴 때 : 고무부분을 슬며시 눌러 필요한 양의 용액을 다른 물질에 떨어뜨린다.
- 보관할 때: 실험이 끝나면 스포이트를 물로 깨끗이 씻고 스포이트 보관대에 고무부분이 위로 가도록 세워놓는다.



나. 사용할 때 주의사항

- 딱딱한 물체에 부딪치면 잘 깨어진다.
- 액체 시약이나 용액이 들어있는 스포이트는 거꾸로 세우면 시약이나 용액이 고무 부분을 상하게 할 수 있다.
- 물, 알코올(에탄올), 식용유 각각 다른 스포이트를 사용한다.
- 액체를 떨어뜨릴 때는 고무 부분을 슬며시 눌러 필요한 양의 용액을 다른 물질에 떨어뜨린다.

2. 고무마개 사용

- 고무마개에 유리관을 끼우는 활동은 학생들에게 위험하므로, 교사가 직접 실험 준비를 하여 나누어 주도록 한다. 이 때 유리관이나 고무마개 구멍 한쪽에 물을 바르면 쉽게 유리



관을 끼울 수 있다. 이 활동에서는 특히 손을 다치지 않도록 주의한다.

가. 고무마개에 유리관을 끼울 때

- 반드시 장갑을 끼고 작업한다.
- 고무마개를 유리관보다 약간 작은 것으로 사용한다.
- 고무마개에 유리관을 끼울 때는 먼저 물을 묻힌 다음에 구멍에 끼우고 살살 돌려가며 끼운다. 갑자기 힘을 주면 부러지기 쉽다.
- 실험이 끝나고 고무마개를 빼낼 경우, 마찬가지로 고무마개를 살살 돌려가며 빼준다.

3. 비커

가. 종류

- 크기 : 50L, 100mL, 200mL, 250mL, 300mL, 500mL, 1000mL, 2000mL
- 유리 강도 : 연질과 경질(가열할 때 사용)



나. 사용법

- 가열할 때
 - 비커의 겉 부분에 묻은 물을 마른 형貂으로 잘 닦는다.
 - 직접 가열하지 않아야 하며 반드시 석면 쇠그물 위에 놓고 가열한다.
 - 용액을 농축시킬 때만 사용하고 증발시킬 때는 증발접시를 사용한다.
- 액체물질을 넣을 때
 - 비커의 벽을 따라 흘러내리게 한다.
- 고체 물질을 넣을 때
 - 비커를 기울여 안쪽 벽을 가볍게 미끄러지도록 한다.
- 저울 때
 - 유리 막대가 비커 벽에 세게 닿지 않도록 하여 젓는다.
- 보관할 때
 - 솔로 깨끗이 씻은 후 평면에 엎어 두거나 벽에 고무판을 입힌 뜸을 박고 걸어둔다.

다. 사용 시 주의사항

- 비커의 액체를 가열할 때는 직접 비커의 바닥을 가열해서는 안 된다.
- 가열할 때는 경질로 된 비커를 사용한다.

4. 시험관

가. 사용하는 곳

- 물질의 성질을 알아볼 때
- 물질을 가열할 때



- 물질의 반응을 알아볼 때

나. 사용법

- 잡는 방법
 - 손으로 잡을 때에는 엄지와 검지, 장지로 위쪽을 잡는다.
 - 시험관 집게로 잡을 때에는 시험관 집게를 벌려서 시험관을 아래로 밀어 넣어 고정시킨다.
 - 시험관 위쪽 2/3쯤에 손이나 집게로 잡는다.
- 액체를 넣을 때
 - 액체를 넣을 때 시험관을 기울여서 1/4정도 넣는다.
- 고체를 넣을 때
 - 고체는 시험관의 깊숙한 곳에서부터 미끄러져 내려가도록 슬며시 밀어 넣는다.
(가루시약은 약포지를 접어서 이용하거나 약숟가락을 이용한다.)
- 물질을 반응시킬 때
 - 손목만 움직여서 시험관의 아랫부분을 둥글게 돌려서 섞는다.
- 관찰할 때
 - 시험관 뒤쪽에 흰 종이를 대고 색깔을 관찰한다.
- 보관할 때
 - 솔로 깨끗이 씻은 후 평면에 엎어 두거나 벽에 고무판을 입힌 뜯을 박고 걸어둔다.

다. 사용 시 주의사항

- 딱딱한 물체에 부딪치면 잘 깨어진다.
- 위험한 액체시약을 넣을 때에는 시험관을 시험관대에 꽂아 놓고 시약병을 기울여서 흘러 들어가게 한다.
- 덩어리 시약은 곧바로 떨어뜨리면 시험관의 밑 부분이 깨지는 경우가 있다.

5. 용액의 반응

- 진한 황산을 끓게 끓힐 때는 **비커에 물을 넣은 다음**, 진한 황산을 유리막대를 이용하여 안전하게 따른다. 황산은 강한 흡습성 성질을 띠며, 황산에 물을 부을 시 폭발할 위험이 있다.
- 너무 진하게 끓히는 경우 뜨거운 발열반응으로 인해 자칫 비커를 놓칠 수 있으므로, 비커를 안전하게 위치시킨 후 끓힌다.
- 산성용액에 금속조각을 넣을 시 수소기체가 발생하므로 함부로 불을 가까이 대지 않는다.
- 끓은 수산화나트륨용액을 사용 후 반드시 깨끗이 씻는다.



〈유리막대를 이용해 용액 끓히기〉



6. 용액 희석하기

가. 5~6% 묽은 과산화수소 제조법

- 산소 발생시 사용하는 과산화수소의 적당한 농도는 5~ 6%이다. 화학 약품으로 시판되는 30%의 진한 과산화수소 100mL에 400mL 물을 부어 전체 부피가 500mL되게 하면, 5~6%의 과산화수소가 된다. 약국에서 판매되는 2~3%의 옥시풀로는 산소 발생 실험을 하기에 부적당하다.

나. 5% 묽은 염산 제조법

- 100mL 메스플라스크에 물을 95mL가량 채운 후 진한 염산(실험실용 약 95%)을 5mL를 섞으면 약 5%의 묽은 염산 100mL가 만들어진다. 이 때, 반드시 물을 넣은 후 염산을 부어야 한다. 반대 순서로 했을 경우 염산이 밖으로 흘 수 있으므로 각별히 주의한다. (단, 이는 염산이 100%인 경우이고, 실제 시약은 95%로 나오므로 $5 \div 0.95 = 5.26\text{mL}$ 를 넣어야 한다.)

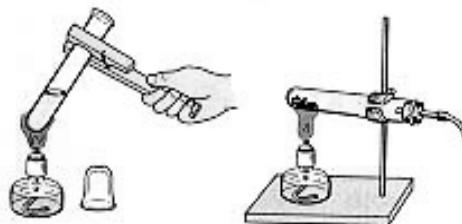
다. 석회수 제조법

- 석회수는 수산화칼슘[Ca(OH)₂] 을 물에 녹인 용액이다. 수산화칼슘은 물에 조금밖에 녹지 않는다. 500mL의 비커에 수산화칼슘 10g 정도를 넣은 다음, 물을 조금씩 부으면서 잘 저어준다. 약 300mL 정도 물을 부은 다음, 잘 저은 후 그대로 두면 녹지 않는 수산화칼슘은 밑에 가라앉게 된다. 다른 병에 맑은 윗물만 따라 석회수로 사용한다. 또는 거름종이로 걸어서 사용해도 좋다. 석회수는 만든 다음에 오랫동안 놓아두면 공기 중의 이산화탄소와 반응하여 표면에 흰색의 막이 생긴다. 그러므로 석회수는 사용하기 하루 전에 만들어 두는 것이 좋다.

7. 알코올램프

가. 사용할 때

- 공업용 메탄올(메틸알코올)을 깔때기를 사용하여 알코올램프에 반쯤 넣는다.
- 실험대의 한가운데에 놓는다. 뚜껑을 열어서 램프 옆에 엎어 놓는다.
- 불이 붙기 쉬운 위험한 물체는 옆에 두지 않는다.
- 가스점화기를 이용해서 지도 교사나 실험보조원이 불을 붙여주도록 한다.
- 가스점화기가 준비 되지 못한 경우에는 성냥불을 옆에서부터 스치듯이 붙인다.
- 성냥을 켤 때에는 반드시 성냥갑을 닫고 불을 켠다.
- 삼발이는 뜨거우므로 직접 손으로 만지지 않도록 한다. 부득이 만져야 할 경우 반드시 장갑을 끼고 만진다.





나. 사용하고 나서

- 입으로 불어서 끄지 않고, 뚜껑을 옆에서 살며시 덮어 끈다.
- 잠시 후 뚜껑을 살짝 열었다가 다시 잘 덮고 뚜껑을 돌려서 꼭 잡아둔다.



다. 알코올램프가 넘어져서 불이 붙었을 때

- 불에 타지 않는 실험대 위에 알코올이 조금 쏟아져 불이 붙었을 때에는 당황하지 말고, 주변에 있는 불붙기 쉬운 물체를 치우고 불이 꺼질 때까지 기다린다.
- 큰 방석, 물걸레 등으로 덮어 꺼 준다.
- 모래를 뿌려 끈다.
- 다른 물체에 불이 옮겨 붙었을 때에는 소화기를 이용한다.
- 금이 가 깨어진 애자나 주등이보다 작은 애자는 사용하지 않는다. 심지를 끼우는 애자가 깨어진 것이나 작은 것을 사용하면 알코올이 기화되어 램프 밖으로 새겨 되고 여기에 심지의 불이 붙어 램프 안까지 불이 붙게 되어 램프 안은 뜨거운 열과 기체로 인하여 폭발하게 된다.
- 램프안의 알코올의 양을 30-80% 정도로 담아 쓴다. 알코올의 양이 너무 적을 경우에는 알코올 증기가 많이 차서 점화할 때 폭발하여 심지가 튀어나오기 쉽다.

전
공

II. 안전관리

1. 물리분야 안전사고 유의사항

- 회로의 총 전압과 전류를 사전에 확인한다.
- 절연되어 있고 전류와 전압에 적절한 전선만 사용한다.
- 전기 제품은 반드시 전원이 꺼진 상태에서 손질한다.
- 학생이 가까이 있을 때는 수리가 막 끝난 제품을 켜지 않는다.
- 전기제품을 조작할 때 금속집게, 연필, 자 등을 사용하지 않는다.
- 휘발성·가연성 물질을 작동중인 전기 제품 곁에 두지 않는다.
- 오랫동안 사용되지 않았던 전기기구는 사용하지 않는다.
- 전기스파크를 일으켰던 수리 공구는 사용하지 않는다.
- 주기적으로 안전 점검을 받는다.
- 전기를 사용하여 가르칠 때는 0-15volt 범위의 전기를 사용한다.

2. 화학분야 안전사고 유의사항

- 유리관을 고무마개에 끼울 때는 유리에 글리세린을 바른다.
- 불에서 유리를 구부릴 때는 힘을 주지 않는다.



- 분젠버너에 불을 붙일 때는 성냥불을 먼저 당기고 가스를 튼다.
- 시험관 안의 것을 끓일 때는 그 주동이가 몸을 향하지 않게 한다.
- 화학물질을 엎질렸을 때는 즉시 치운다.
- 산을 희석시킬 때는 반드시 물에 산을 부어야 한다.
: 산에 물을 부어서는 절대로 안 된다.
- 시험관으로 화학물질을 가열할 때는 언제나 뚜껑을 열어 둔다.
- 유독하고 위험한 용매를 증발시킬 때는 언제나 뚜껑을 열어 둔다.

3. 생물분야 안전하고 유의사항

- 가능하면 한 쪽에만 날이 있는 메스를 사용한다.
: 양날 메스는 언제나 위험하다.
- 썩은 동식물을 만지지 말되, 만약 만졌다며 그 손으로 눈·코·입·얼굴에 닿지 않게 한다.
- 부식성 물질은 냉장고에 보관한다.
- 비병원성 미생물만 다룬다.
: 바이러스는 사용하지 않는다.
- 압력솥을 사용할 때는 너무 큰 것을 사용하지 않는다.
- 현미경을 사용할 때는 직사광선을 절대로 이용하지 않는다.
- 마취나 살균용으로 사용하는 에테르를 주의한다.
- 혈액을 채취할 때는 잘 소독된 일회용 란셋을 사용한다.
- 독성 식물은 채집하지 않으며, 아무 것이나 먹지 않는다.
- 동물을 애호하며 잔악하게 다루지 않는다.
- 질병을 옮기는 동물을 반입하지 않는다.
- 모든 포유동물은 야생이 아니라 순종을 이용하되, 검역과정을 거친 것이어야 한다.
- 손은 언제나 증류수로 씻는다.
- 동물에 입을 맞추거나 장난하지 않는다.

4. 지구과학분야 안전사고 유의사항

- 망치로 암석을 분쇄할 때는 보안경을 착용한다.
- 광물과 암석은 보자기로 싸서 분쇄한다.
- 암석을 채집할 때는 장갑을 착용한다.
- 야외에서 암석을 채집할 때는 긴 바지를 입고 등산화를 신는다.
- 큰 돌은 여럿이 함께 다루도록 한다.
- 일식을 관찰하기 위해 해를 직접 관찰하지 않는다.

5. 실험실 사고 응급처치

- 과학교사는 어떤 사고도 예방할 수 있는 만반의 조치를 취해야 하지만, 만일에 일어날 사고에도 철저하게 대비한다.



- 사고가 나면 교사나 학생 모두 당황하지 말고 가능한 한 응급처치를 하고 증상에 따라 양호실이나 병원으로 보낸다.
- 실험실에는 가벼운 상처에 바르거나 강한 산이나 알칼리에 닦아낼 수 있는 비상약을 항상 마련해 둔다.
- 견학이나 야외실습을 나갈 때는 보험에 가입해 두는 것도 좋다.
- 간단한 약품 처치법
 - ① 피부에 난 상처 : 머큐로크롬 또는 염화철(III)
 - ② 화상 : 바셀린, 아마유와 석회수를 섞은 기름, 피르크산의 포화수 용액을 바른다.
 - ③ 강한 산 용액이 피부에 묻었을 때 : 묽은 암모니아수(0.1M/L) 또는 탄산수소나트륨 수용액으로 중화하고, 눈 또는 입에 묻었을 때는 0.1% 탄산수소나트륨 수용액으로 씻어낸다.
 - ④ 강한 알칼리가 묻었을 때 : 피부는 0.1% 아세트산 용액으로, 눈 또는 입은 2% 브산수로 닦아낸다.

6. 안전사고 사례

- 1) 문서에 나타난 안전사고 사례
- 2) 매스컴에 나타난 안전사고 사례
- 3) 기타 안전사고 사례

전
공





2007년 개정 과학과 교육과정의 이해

인천연성초등학교
교감 박영혁
pyh0709@dreamwiz.comt

전
공

I. 과학과 교육과정 개정의 배경

1. 개정의 필요성

제 7차 교육과정이 추구하고 있는 이상을 구현할 수 있을 정도로 현장의 교육 환경이 구비되지 않아 적용 과정에서 여러 가지 한계에 직면하였다. 7차 과학과 교육과정 적용 과정에서 제기된 문제점을 고려할 때 교육과정 개선의 필요성을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 심화·보충형 수준별 교육과정 운영의 어려운 문제점이 제기 되었다.

둘째, 미래 지식 기반 사회에 대비한 과학 인재를 양성해 낼 수 있도록 과학과 교육과정의 목표 및 내용 구성에서의 개선이 요구됨에 따라 창의성 신장을 강조하게 되었다.

셋째, 과학교육 내용을 적정화하고 실생활 관련 주제를 더 많이 도입해야 할 필요성이 제기되었다.

2. 개정의 기본 방향 및 중점

가. 과학적 기초 소양 교육 강화

- 1) 과학 관련 문제 해결 및 의사 결정력을 제고하도록 과학-기술-사회(STS) 관련 내용을 강화
- 2) ‘자유탐구’ 도입으로 과학 탐구의 즐거움을 느끼고, 실생활과 관련된 내용을 통하여 과학을 좋아할 수 있도록 정의적 영역 강화

나. 창의성 신장을 위한 과학교육 강화

- 1) 지식 기반 사회에서 요구되는 창의력 신장 강조
- 2) ‘자유탐구’를 통한 실생활에서 창의력과 문제 해결력 신장 기회 제공

다. 과학 탐구 활동 강조

- 1) 각 학년·단원별로 이수해야 할 탐구 활동을 제시
- 2) 학생의 흥미와 창의력 제고 및 종합적 과학 탐구 기회를 확대하기 위해 3~10학년에 ‘자유탐구’ 신설



라. 교육 내용 적정화

- 1) 나선형 교육과정의 적용으로 초래되는 중복 내용을 최소화
- 2) 심도 깊은 탐구 활동을 통하여 과학 교육의 질 제고

마. 교육과정 운영의 자율성 확대

- 1) 단위 학교의 교육과정 운영의 자율성 확대 : 교육과정 개발과 운영 권한을 단위 학교와 교사에게 위임
- 2) ‘자유탐구’를 신설하여 학교와 교사가 이에 대한 교육과정의 개발과 운영을 자율적으로 결정하도록 함

II. 과학과 교육과정 주요 개정 내용

1. 편제

- 10학년(고등학교 1학년) 과학 시수를 주당 3시간에서 4시간으로 확대

2. 성격

- 과학적 소양 함양과 창의력 신장 제시

국민 공통 기본 교육과정의 ‘과학’은 3학년부터 10학년까지 모든 학생들이 학습하는 교과로서 과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과이다.

‘과학’의 내용은 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 영역으로 구성하되, 기본 개념과 탐구 과정이 학년과 영역 간에 연계되도록 한다. 또한 학생들의 과학에 대한 흥미를 높이고 창의력을 신장시킬 수 있도록 학생 스스로 관심 있는 주제를 선정하여 탐구할 수 있는 ‘자유탐구’를 포함하여 구성한다.

‘과학’의 주요개념을 학습자의 경험과 관련이 있는 상황에서 지도하고, 학습한 지식과 탐구방법을 일상생활이나 사회문제 해결에 적용할 수 있는 기회를 제공함으로써 과학의 가치뿐만 아니라 과학, 기술, 사회의 상호관계를 인식할 수 있도록 한다.

3. 목표

- 총괄목표와 하위목표 구분하여 제시하고, 창의적 문제 해결력과 과학적 소양 함양 강조

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.



- 가. 과학의 기본 개념을 이해하고, 자연 탐구와 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다.
- 나. 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 일상생활의 문제 해결에 이를 활용한다.
- 다. 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양한다.
- 라. 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 인식한다.

4. 내용

- 가. 학년별 교육내용의 중복을 최소화하여 학습 분량을 적정화하고, 물리, 화학, 생물, 지구 과학 영역간의 균등 분배를 지향함
- 나. 유사 개념을 유기적으로 지도하기 위해 여러 학년에 걸쳐 있는 유사한 내용을 통합하여 단원을 구성함(제7차 교육과정에서 3~6학년의 61개 단원을 33개 단원으로 개정함)
- 다. 탐구 활동을 필수 탐구 활동 중심으로 제시하고, 그 외의 실험은 학교 여건에 따라 실시 할 수 있도록 함
- 라. 학생의 호기심과 흥미 유발을 위해 실생활 관련 주제를 포함하여 내용을 구성

○ 내용 체계

영역 학년	운동과 에너지	물질	생명	지구와 우주
3	○ 자석의 성질 ○ 빛의 직진	○ 물체와 물질 ○ 액체와 기체 ○ 혼합물 분리	○ 동물의 한 살이 ○ 동물의 세계	○ 날씨와 우리 생활
4	○ 무게 ○ 열전달	○ 물의 상태 변화	○ 식물의 한 살이 ○ 식물의 세계	○ 지층과 화석 ○ 화산과 지진 ○ 지표의 변화
5	○ 물체의 속력 ○ 전기 회로	○ 용해와 용액	○ 식물의 구조와 기능 ○ 작은 생물의 세계 ○ 우리의 몸	○ 지구와 달 ○ 태양계와 별
6	○ 빛 ○ 에너지 ○ 자기장	○ 산과 염기 ○ 여러 가지 기체 ○ 연소와 소화	○ 생태계와 환경	○ 날씨의 변화 ○ 계절의 변화

5. 교수 · 학습 방법

- 가. 제7차 교육과정에서 심화·보충형으로 제시하였던 과학과 수준별 교육과정 관련 내용을 삭제
- 나. 과학 내용 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 도서를 읽고, 과학 글쓰기와 토론을 할 수 있는 수업 전개



6. 평가

- 가. 평가계획, 평가방법, 내용 영역별 평가, 평가결과 활용으로 구분하여 제시
- 나. ‘창의성’ 평가에 대한 내용과 ‘자유 탐구’ 평가에 대한 내용을 추가하여 보다 구체적으로 진술함

III. 자유 탐구의 지도

2007년 개정 과학과 교육과정에서는 국민 공통 교육과정에 해당되는 3학년부터 10학년까지 매 학년별로 최소한 6차시의 ‘자유 탐구’가 신설된 것이 중요한 특징 중의 하나이다. 학생들이 과학에 대한 흥미와 창의력을 제고하고, 종합적 과학 탐구의 기회를 확대하며, 교육과정 운영의 자율화, 지역화, 개방화를 위해 ‘자유 탐구’를 신설하였다.

1. 자유 탐구의 필요성 및 설정 취지

- 가. 학생 스스로 관심 있는 주제를 선택하여 탐구하게 함으로써 자기 주도적 탐구 기회를 제공하고 탐구 기능 신장과 과학에 대한 흥미와 관심을 제고한다.
- 나. 학생들이 관심 있는 주제를 선택하여 동료와 함께 탐구하게 함으로써 협동심을 기른다.
- 다. 일상생활과 관련된 주제 탐구를 통해서 과학이 기술과 사회에 미치는 영향과 기술과 사회가 과학에 미치는 영향을 인식하게 한다.
- 라. 다양한 주제 탐구를 통해서 과학 분야의 적성을 발굴하고 진로를 탐색할 기회를 제공한다.
- 마. 탐구 방법 구안 및 탐구 결과 발표를 통하여 학생의 창의성과 문제 해결력을 제고한다.

2. 자유 탐구 지도 및 평가 방법

자유 탐구는 학기 중 특정한 시기에 관계없이 지도할 수 있다. 즉, 과학 교사가 연간 수업 계획을 수립할 때 자유 탐구를 수행할 적정한 시간을 계획하여 지도하거나 학생들과 협의한 후 수행 계획을 세워 지도할 수 있다. 자유 탐구를 지도하기 위해서는 계획 단계 2시간, 중간 점검 2시간, 결과 발표 2시간 등 최소한 6시간 정도는 할애되어야 한다. 자유 탐구 주제에 따라서는 주어진 6시간만으로 탐구 수행이나 결과 발표를 충분히 하기 어려울 수 있다. 이런 경우에는 재량 활동이나 특별 활동, 학교 행사 등과 연계하여 추가 시간을 확보하면 탐구의 실효성을 향상시킬 수 있을 것이다. 학생들은 자유 탐구를 방학 때도 지속적으로 수행할 수 있다.

소집단 탐구는 크게 다음과 같이 6단계로 나눌 수 있는데 학생의 능력, 나이, 시간제한 등에 따라 세부 단계를 조정할 수 있다.

- 1단계 : 주제 선정 및 소집단 구성
- 2단계 : 탐구 계획 수립
- 3단계 : 탐구 수행 및 중간 점검
- 4단계 : 최종 보고서 작성



5단계 : 최종 보고서 발표

6단계 : 평가

3. 자유 탐구 주제의 예시

다음 내용은 자유 탐구 범주의 하위 주제 예시이다. 교육과정에 예시된 동물, 안전, 식물, 공룡의 범주와 함께 기타 다양한 주제도 함께 제시되어 있음

전
공

가. 동물

- 개미는 설탕물, 과자 부스러기, 과일 조각 중 어떤 것을 제일 좋아할까?

나. 안전

- 우리 집에서 사용하고 있는 용품(세제, 약품, 접착제 등)에는 어떤 사용상 주의할 점이 있을까?

다. 식물

- 나팔꽃은 왜 아침에는 활짝 꽂다가 낮에는 쪼그라들까?

라. 공룡

- 사람들은 공룡이 살았다는 것을 어떻게 알았을까?

마. 기타

- 설탕물, 소금물, 맹물, 우유, 잉크를 탄 물 중 어느 것이 빨리 얼까?





현장연수





갯벌 완경교육

대 월 초 등 학 교
교사 이 학 곤
leehktfp@hanmail.net

I. 갯벌의 이해

1. 갯벌의 정의

우리나라의 습지 보존법에는 갯벌을 ‘연안 습지’로 분류하고, ‘밀물 때 해수면이 육지와 접하는 경계선으로부터 썰물 때 해수면이 지면이 접하는 경계선까지의 지역’으로 정의하고 있다.

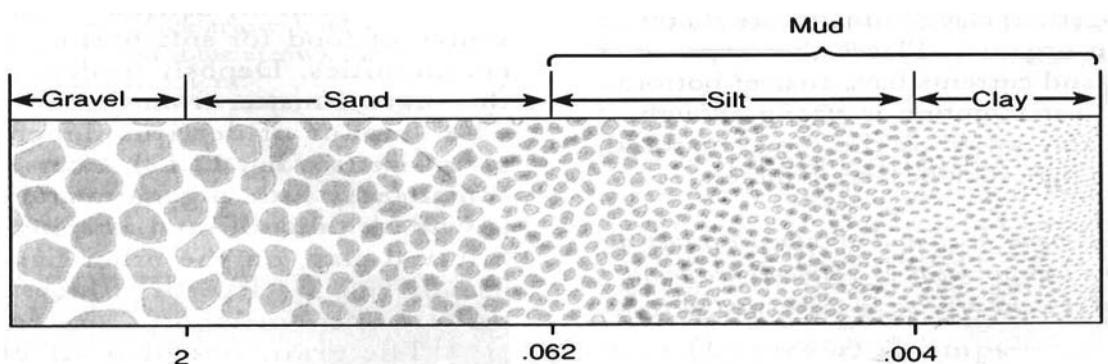
갯벌이 만들어지는 데는 바닥이 완만하고 밀물과 썰물의 차이가 큰 조석과 오랜 시간의 퇴적작용이 필요하며, 밀·썰물과 파도에너지가 복잡하고 다양하게 반응하기 때문에 육상 환경과 해양환경의 중간적 현상을 나타내는 특성을 가지게 된다.

2. 갯벌의 유형

갯벌은 퇴적물 입자 크기로 갯벌의 유형을 나눌 수 있다. 조간대는 암반지역, 펄 갯벌과 모래 갯벌, 펄과 모래가 섞인 혼성 갯벌 등으로 크게 구분한다. 그밖에 지형적인 특성에 따라 하구역 갯벌을 고려할 수 있다.

펄 갯벌이나 모래 갯벌은 각각 펄이나 모래가 90% 이상인 갯벌이다. 혼성 갯벌은 모래와 펄이 각각 90% 미만으로 섞여 있는 퇴적물로 구성된 갯벌이다. 펄이 더 많으면 모래펄 갯벌, 모래가 더 많으면 펄 모래 갯벌로 구분된다.

그 밖의 환경적인 특성에 따라 펄 갯벌 배후 면에 염습지, 모래갯벌 배후 면에 해안사구, 바다와 육지가 직접적으로 만나는 지역에 바위지역으로 나눌 수 있다.



입자의 크기 (mm)¹⁾



3. 갯벌 저서생물과 환경

가. 저서생물의 정의

해양생물은 생활양식에 따라 운동능력이 약하거나 없어서 물의 흐름에 떠다니며 생활하는 부유생물(플랑크톤)과 파도나 조류의 흐름과는 상관없이 스스로 혜엄쳐서 이동할 수 있는 유영생물이 있다. 그리고 해양의 암반, 모래, 펄 등의 바다 밑바닥에 서식하는 저서생물이 있다. 즉 담수나 해수의 밑바닥을 환경공간으로 하는 생태계를 저서생태계라고 하며, 생의 대부분을 그 곳에서 살아가는 생물을 저서생물이라고 한다.

나. 저서생물의 구분

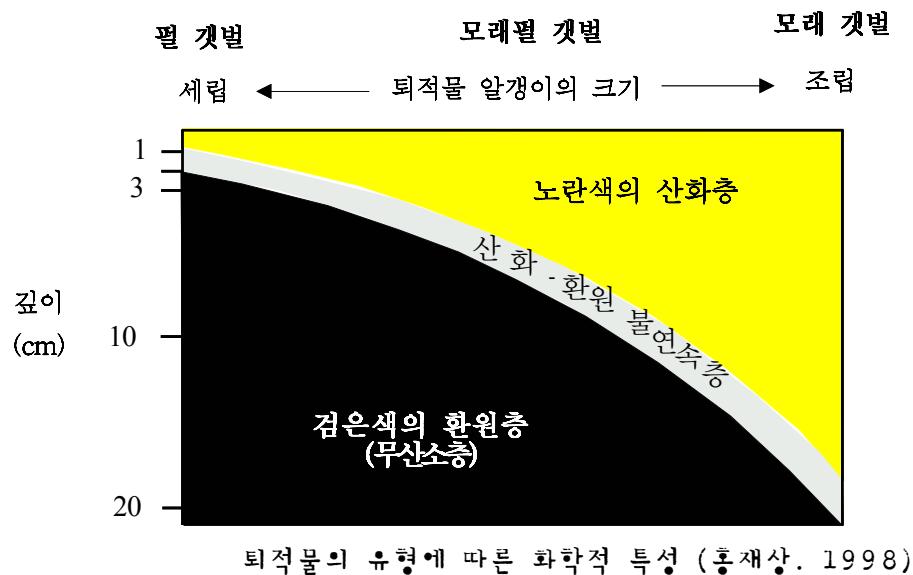
저서생물은 식물과 동물로 나누어진다. 저서식물은 크게 녹조류, 갈조류, 홍조류, 해산 현화식물로 나누어진다. 저서동물은 서식형태에 따라서 바닥표면에 서식하는 표생저서동물(표서동물), 바닥 속에 묻혀서 사는 내생저서동물(내서동물)로, 생물계통에 따라서 무척추동물의 환형동물, 연체동물, 절지동물, 극피동물, 자포동물 등과 척추동물의 저서어류 등으로, 먹이에 따라서 초식, 육식, 퇴적물식자, 부유물식자, 부폐물식자로, 크기에 따라서 초대형, 대형, 중형, 소형저서생물로 구분된다.

다. 환경 요인

저서생물은 물리적인 요인(수온, 파도, 조석, 빛, 기질, 해류 등), 화학적인 요인(염분, 영양염류, 용존산소량 등), 생물학적인 요인(경쟁, 포식, 공간, 분산 등)의 영향을 받으며 해양에서 서식한다.

4. 펄 갯벌의 퇴적 특성

펄 갯벌은 외해의 파도로부터 보호를 받는 조간대 지역으로 제한되며, 세립질 퇴적물 입자로 형성된다. 이 지역은 해수 이동이 최소한인 지역에 형성되고, 모래 기질보다 더 안정되었다.



1) Wentworth, C. K. 1919. A Laboratory and Field Study of Cobble Abrasion. *Jour. Geol.*, 27, 507-521.



이러한 퇴적물의 안정 상태는 배수가 잘 되지 않아 기질 속에 해수를 보유하는 시간이 길고, 표층 위쪽의 해수와 상호 교환이 빈약하다. 그래서 상층부의 박테리아 개체군은 표층에서 몇 cm 아래의 퇴적물부터는 산소를 고갈시켜 버린다. 이렇게 퇴적물의 무산소층을 형성하는 것이 펄 갯벌의 중요한 특색 중의 하나이다.

상부의 산소층과 하부의 무산소층 사이는 산화-환원 불연속층이라고 부르는 변환지역이다. 산화-환원 불연속층 밑의 퇴적물은 무산소층이고, 유기화합물의 분해는 대사 작용에 산소가 필요하지 않은 혐기성 생물들이 한다. 산화-환원 불연속층 위의 분해는 대사 작용에 산소를 필요로 하는 호기성 생물들이 한다. 산화-환원 불연속 층은 보통 퇴적물이 회색이다. 그리고 산화된 위층은 보통 갈색 또는 노란색이며, 무산소층은 검정색이다.

5. 바위해안 생물의 환경과 적응 방법

바위 해안 생물들은 건조와 온도, 파도, 호흡, 먹이 경쟁 등과 같은 열악한 환경에 적응하며 살아가야 한다.

바위 해안 생물의 적응 방법(고철환 등, 1997)

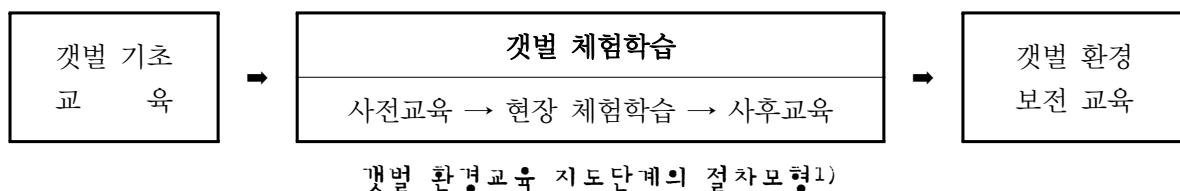
요인	방법	대표적인 생물의 예
건조에 견디는 방법	<ol style="list-style-type: none">수동적인 방법<ul style="list-style-type: none">수분 손실을 견딘다.능동적인 방법<ul style="list-style-type: none">뚜껑을 닫는다.바위에 밀착한다.점액질을 분비한다.그늘진 곳으로 이동한다.	해조류, 대부분의 동물 파개비, 고등류, 홍합 삿갓고등, 군부 말미잘 계, 고등류
열을 줄이는 방법	<ol style="list-style-type: none">열의 흡수를 최소화한다.<ul style="list-style-type: none">햇빛을 받는 표면적을 최소화한다.무리 이룬다.밝은 색의 패각을 갖는다.열을 방출한다.<ul style="list-style-type: none">패각 표면에 많은 굴곡을 형성한다.빛을 반사시킨다.증발로 열을 방출한다.바위틈이나 그늘진 곳으로 이동한다.	총알고등, 삿갓고등 고등류 고등류 고등류 고등류 파개비, 거북손, 갯강구 계, 갯강구
파도에 견디는 방법	<ol style="list-style-type: none">패각의 두께나 형태<ul style="list-style-type: none">두께가 두껍다.단순하고 매끄럽다.피난처를 찾는다.기질에 부착한다.<ul style="list-style-type: none">표면에 붙는다.족사를 이용한다.	성계류, 삿갓고등류 삿갓고등류, 담치류, 해조류, 올타리고등류 계류, 고등류, 군부류, 성계류, 불가사리류 파개비류, 굴류, 해면류, 석회관갯지렁이류 담치류, 홍합류



II. 갯벌 환경교육의 실제

1. 갯벌 환경교육 전개

환경교육 지도단계의 모형을 참고하여 갯벌 환경교육의 효율성을 높이기 위해 다음과 같은 지도단계의 절차를 마련하여 체험학습 프로그램을 구안하고, 교육과정을 편성·운영한다.



가. 갯벌 기초교육

갯벌에 대한 이론교육으로 주로 교실에서 이루어진다. 주요 학습 내용은 갯벌의 정의, 우리나라의 해안, 갯벌의 형성, 밀물과 썰물 현상, 조식시간, 갯벌의 기능, 저서생물의 환경과 특징, 갯벌의 역사, 갯벌과 인간 등에 대한 내용을 포함한다.

나. 갯벌 체험학습

1) 사전학습

- 밀물과 썰물 시간-국립해양조사원(<http://www.nori.go.kr>-전국의 39개 주요 항만), 조석 ARS:032)887-3011), 조석예보 책자(전국 주요 지점의 1년 정보),
- 준비물-여벌 옷, 조끼, 모자, 필기도구, 망원경, 호루라기, 수통, 상비약, 시계, 삽, 채, 채집 통, 사진기, 돋보기, 펀셋, 손전등, 아쿠아 신발, 출자 등
- 주의할 점-체험학습 지역 사전 답사, 안전사고 방지(밀물 시간 확인, 갯골 출입, 야간 활동, 햇볕 노출, 바위해안의 미끄럼, 생물채집 등),
- 학습 내용-체험학습 지역에서 관찰할 수 있는 대상 및 특징, 갯벌 유형별 대표적인 저서생물, 탐구 내용 및 방법 학습지
- 모둠 구성-모둠별 학습주제 선정 필수

2) 현장체험학습

- 갯벌 유형별 대표적인 탐구 내용-바위해안(대상 분포, 조수옹덩이), 펄 갯벌(갯골, 퇴적층, 생물교반(攪拌)작용, 모래갯벌(퇴적층, 생물의 집), 혼성갯벌(생물 활동 장면-사는 장소, 먹이 등), 염습지(염생식물의 특징 및 대상 분포), 해안사구(사구식물의 특징 및 역할), 그리고 각 탐구지역의 저서생물 등
- 기타 - 생물 집중 탐구(형태, 특정시기, 생활사, 행동 생태 등), 의문점 제공

1) 이학곤, 「강화도 남단 저서생태 체험학습을 통한 갯벌환경 보존의식 함양」, (한국교총:현장연구보고서, 2004), p.30.



다) 놀이 학습-종다양성과 우점종 찾기, 해조류 찾기, 쓰레기 놀이 등

3) 사후 학습

가) 갯벌 현장 체험학습에서 관찰·경험한 내용

나) 탐구결과 정리 및 체험학습 지역의 생물과 환경과의 관계

다) 갯벌 유형에 따라 갯벌 환경을 종합적으로 사고할 수 있는 주제

다. 갯벌환경 보존 교육

갯벌 생물 역할극, 갯벌 오염, 갯벌 보존법, 외국의 갯벌 보존 사례, 개발과 보존에 찬반 토의학습 등으로 학습 주제를 선정하여 지도한다. 학생들에게 갯벌의 아름답고 소중하며 중요하다는 긍정적인 인식을 심어주는 것이 중요하다.

2. 장화리에 서식하는 저서동물

□ 바위해안(○), 갯벌(◎), 염습지(●)에 서식하는 저서동물

○사각게	○깻강구	○고랑따개비	○총알고둥
○등근얼룩총알고둥	○풀게	○갈색새알조개	○염낭게
○흰발농게	○방게	○칠게	○두토막눈썹참갯지렁이
●갯질경이	●방석나물	●지채	●갈대





지질 탐사

인천석암초등학교
교사 우 석 민
wsm6874@naver.net

I. 관찰 지점에서의 주요 관찰 내용

관찰 지점	탐구지점 1	단층의 명칭과 단층면의 특징
	탐구지점 2	단층의 명칭과 단층면의 특징
	탐구지점 3	풍화작용
	탐구지점 4	암석의 종류와 생성 순서
	탐구지점 5	암석의 종류와 생성 순서
	탐구지점 6	단층의 명칭과 단층면의 특징
	탐구지점 7	차별침식과 작은 습곡

현
장
연
수

지질탐구지점 1 - 단층의 명칭 탐구

- | | |
|------|------------------------|
| 탐구주제 | ◦ 단층면, 상반, 하반을 구분해 보자. |
|------|------------------------|

본 지점의 암석층은 단층이 아닙니다. 그러나 단층의 명칭을 알고자 하여 단층으로 가정한 것입니다. 단층면은 양쪽 지층이 서로 상대적으로 이동한 경계면입니다. 단층면을 경계로 하여 위에 있는 지층을 상반, 아래에 있는 지층을 하반이라고 합니다. 이 곳에서는 왼쪽 것이 단층면을 기준으로 위에 있으므로 상반이며, 오른쪽 것은 하반입니다. 그리고 단층의 이름은 장력이 작용하였으면 정단층이라고 하고 횡압력이 작용하였으면 역단층이라고 합니다. 물론 그 밖에도 조금 특수한 몇 종류가 더 있습니다. 이 곳은 정단층과 비슷합니다.





지질탐구지점 3 - 암석의 특이한 풍화

탐구주제

- 양파껍질 모양으로 나타나는 풍화는 어떻게 형성되었을까?

본 지점의 암석 이름은 흑운모 편암인데 암석이 풍화되어 매우 약하므로 훼손되지 않도록 주의하여 주십시오. 본 암석은 양파껍질처럼 풍화되어 벗겨지고 있습니다. 이러한 풍화를 설명하는 데는 두 가지 견해가 있습니다. 하나는 박리작용입니다. 이것은 땅속 깊은 곳에서 큰 압력을 받고 있던 암석이 지표에 노출되었을 때 압력이 제거되어 나타나는, 곁 부분부터 둥글게 벗겨지는 기계적 풍화라는 것입니다. 다른 하나는 큰 암체에 먼저 정육면체, 직육면체 모양으로 절리가 발달한 후에, 이러한 절리를 따라 빗물, 지하수 등이 스며들었을 때 모서리들이 만나는 우각(모퉁이, 구석)부분에 화학반응이 집중되어 육면체가 구형모양으로 풍화된다고 하는 것입니다.

이곳에서는 두 번째 견해가 더 옳은 듯합니다. 그리고 가운데 동그란 암석과 싸고 있는 양파 껍질 같은 암석은 서로 같은 암석입니다. 그래서 마그마 속에 떨어진 다른 암석 덩어리는 아니라고 생각합니다.



지질탐구지점 4 - 암석의 종류와 풍화

탐구주제

- 본 지점을 구성하는 암석 이름은 무엇일까?
- 식물의 뿌리는 암석의 풍화에 어떻게 영향을 미칠까?

이 곳에서 아래쪽 검은색 암석은 흑운모편암입니다. 그리고 그 위쪽 밝은 암석은 사암이 변해서 된 규암입니다. 가는 하얀 줄은 대보조산운동 때 관입한 석영 맥입니다. 암석들이 풍화가 많이 진행되어 매우 약합니다. 암석의 틈(절리) 사이에서 식물의 뿌리가 더 두껍게 성장함으로써 풍화를 더욱 재촉하고 있습니다.





지질탐구지점 5 - 현생 물결무늬 자국과 암석의 선후관계

탐구주제

- 조간대 퇴적물은 어떤 입자로 되어 있는가?
- 물결무늬자국은 어떤 환경에서 만들어 지는가?
- 물결무늬자국에서 퇴적물의 공급 방향을 추정해 보자
- 편암과 석영 맥들 사이의 선후 관계를 결정해 보자.

바닷물에 잠겼다 드러났다 하는 곳을 조간대라고 합니다. 이를 기준으로 평상시에 물에 잠기지 않는 부분을 조상대라 하고, 잠겨 있는 부분은 조하대라고 합니다. 이곳의 물결무늬 자국은 밀물 때 물이 들어오면서 만들어진 것입니다. 단면도를 보았을 때 바다 쪽은 경사가 완만하고 육지 쪽은 경사가 급하므로 윈쪽에서 오른쪽으로 이동하면서 쌓였다고 생각됩니다. 사막의 사구도 이런 원리에 의해 쌓입니다. 이런 사구, 물결무늬 자국 속에는 사총리라는 구조가 들어 있기도 합니다. 옆의 넓적한 바위(편마암)속에는 관입한 여러 개의 석영 맥들이 보입니다.

새 석영 맥에 끊긴 석영 맥이 먼저 관입한 것입니다. 이를 이용하여 여러 부분들의 생성 순서를 추정해 볼 수 있습니다



지질탐구지점 6 - 단층대와 단층의 종류

탐구주제

- 단층들을 찾아보자
- 상반과 하반의 이동방향을 추정하여 작용한 힘의 종류와 단층이름을 결정해 보자.
- 단층면의 지형적 특성은 무엇인가?

본 지점에는 단층면이 4개 이상 있습니다. 단층면을 찾고, 작용한 힘을 추정한 후에 단층의 이름을 결정해 봅시다. 장력이 작용하였다 면 정단층, 횡압력이 작용하였다 면 역단층이라고 합니다. 단층면은 하나의 틈이므로 지하수, 지표수가 잘 흐르게 됩니다. 그래서 다른 곳보다 풍화가 매우 빠르게 일어나고 나중에 거의 대부분 계곡으로 발달하게 됩니다. 옆의 골짜기가 그러합니다.



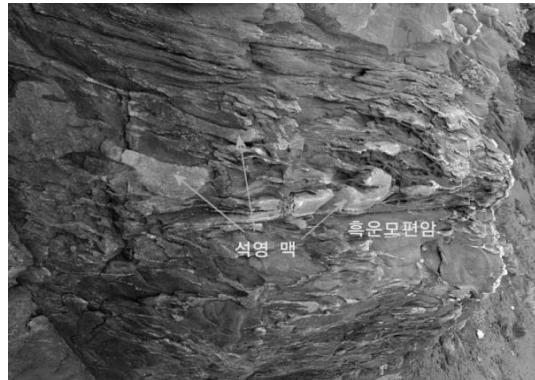


지질탐구지점 7 - 차별 침식 및 습곡구조

탐구주제

- 여러 암석들의 상대적 강도를 추정해보자
- 습곡의 각 부분의 명칭을 알아보자

본 지점은 흑운모편암(약), 운모질 규암(강) 그리고 관입한 석영 맥(최강)들로 이루어져 있습니다. 이들 암석들은 상대적 강도 차이에 의해 차별침식이 나타나고 있습니다. 그리고 옆의 암석에서는 변성암의 엽리 구조가 나타나고 있는데 이를 습곡이라고 가정하고 습곡의 명칭들(배사, 향사, Wing)을 알아보도록 합시다.



조간대 지질탐사 보고서

1. 실험 목표

- 가. 암석을 판별할 수 있다.
- 나. 지질구조를 판독해 낼 수 있다.

2. 탐구 문제

- 가. 암석의 이름을 알아보자.
- 나. 풍화는 어떻게 일어나는 것일까?
- 다. 여러 가지 지질구조는 어떻게 만들어 졌을까?

3. 준비물

보고서용지, 펜, 클리노미터

4. 실험상 유의사항

- 가. 암석의 조직을 관찰할 때에는 풍화되지 않은 신선한 면을 관찰한다.
- 나. 노두(암석이 드러난 곳)를 잘 보존한다.
- 다. 바닥이 미끄러운 곳도 있으므로 장난을 삼가고 안전에 유의한다.



5. 실험과정

가. 지질탐구지점 1

- 1) 단층면을 찾아보자.
- 2) 바위의 모양을 간단히 그리고 상반과 하반을 판별하자.
- 3) 장력이 작용하여 만들어진 단층을 정단층, 횡압력이 작용하여 만들어진 단층을 역단층이라고 한다. 이 두 경우 상, 하반의 움직임을 토의해 보자.

나. 지질탐구지점 3

- 1) 암석이름은 무엇인가?
- 2) 양파껍질처럼 벗겨지는 특이한 풍화는 어떻게 형성되었을까?
그 과정을 논의해 보자.

다. 지질탐구지점 4

- 1) 본 지점을 구성하고 있는 암석들의 이름은 무엇일까?
- 2) 풍화의 요인에는 어떤 것이 있을까?
- 3) 식물의 뿌리는 암석을 어떻게 풍화시킬까?

라. 지질탐구지점 5

- 1) 조간대 퇴적물은 어떤 입자로 구성되어 있는가?
- 2) 물결무늬자국은 어떻게 만들어 졌을까?
- 3) 물결무늬 자국에서 퇴적물의 공급 방향을 추정해 보자.
- 4) 편암, 석영 맥들 사이의 생성 선후 관계를 결정해 보자.



마. 지질탐구지점 6

- 1) 본 지질탐구지점에 있는 단층의 개수는 몇 개인가?
- 2) 각 단층에서 작용한 힘을 말해보고 단층 이름을 결정해보자.
- 3) 단층면에 잘 발달하는 지형상의 특징은 무엇일까?

바. 지질탐구지점 7

- 1) 차별침식이 일어나는 곳을 찾아서 암석 이름을 정하고 암석의 상대적 강도를 비교해 보자.
- 2) 습곡과 비슷한 구조(엽리)를 찾아서 관찰하고 습곡 각 부분의 명칭인 배사, 향사, wing (날개)에 대하여 알아보자

8. 참고 사항(이론)

가. 단층

단층이란 지층이나 암석이 지각변동에 의한 탄성한계 이상의 힘을 받아 깨어진 후에 어긋난 지질구조를 말하며, 깨어져 어긋난 면을 단층면이라 한다. 단층면은 지각 변동을 받아 깨어진 면을 따라 양쪽 지괴가 서로 상대적으로 이동하여 어긋난 면이므로 단층면 사이에는 마찰을 받아 매끈한 경우가 많고 마찰에 의해 파쇄되어 생긴 점토(단층 점토)나 각진 자갈과 점토가 섞여 있는 경우(각력암)도 있다.

(1) 단층의 구조와 명칭

- ▶ 상반 : 단층면이 경사졌을 때 단층면의 위쪽에 누르고 있는 형태를 하고 있는 반쪽의 지괴
- ▶ 하반 : 단층면의 아래쪽에 받치고 있는 형태를 하고 있는 반쪽의 지괴

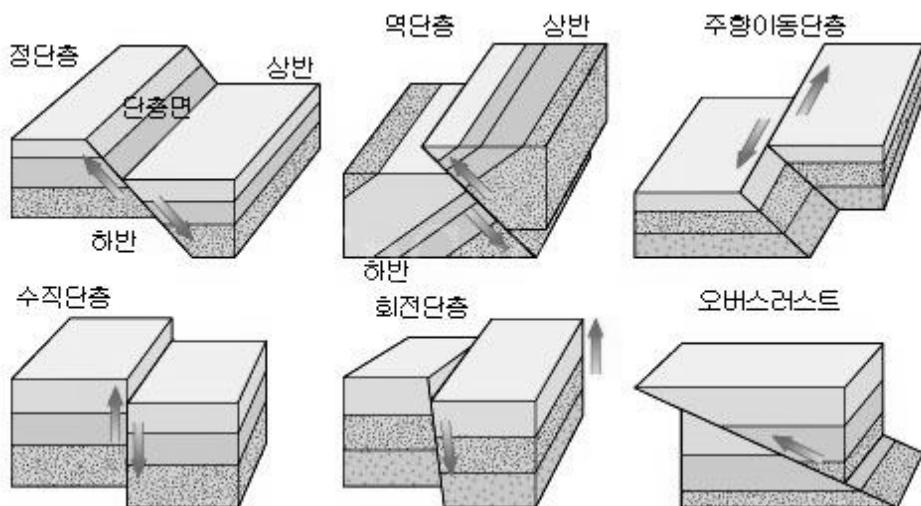
(2) 단층의 종류

- ▶ 정단층 : 상반이 상대적으로 하강한 단층을 정단층이라 한다. 이 단층은 동일지층의 거리가 멀어지는 것이 특징이며, 장력을 받았을 때 생긴다.
- ▶ 역단층 : 상반이 상대적으로 상승한 단층으로 역단층이라 한다. 이 단층은 동일 지층이 수직으로 겹치는 것이 특징이며, 횡압력을 받았을 때 생긴다.
- ▶ 주향 이동 단층 : 지괴가 수평 방향으로만 이동하고, 상하 운동을 하지 않은 단층을 주향 이동 단층이라 한다. 지괴가 수평 방향으로만 이동하였으므로



수평 단층이라고도 한다.

- ▶ 수직 단층 : 단층면이 수직으로 생겨, 지반이 수직으로 이동한 단층을 수직 단층이라고 한다. 수직 단층에서 상반, 하반을 구별하기가 곤란하다.
- ▶ 헌지 단층 : 단층이 미끄러지는 정도가 동일하지 않아 비틀어지는 단층
- ▶ 오버스러스트 : 횡와 습곡이 더 압력을 받아서 단층면의 경사가 45이하인 대규모의 역단층을 오버스러스트(overthrust)라 한다.

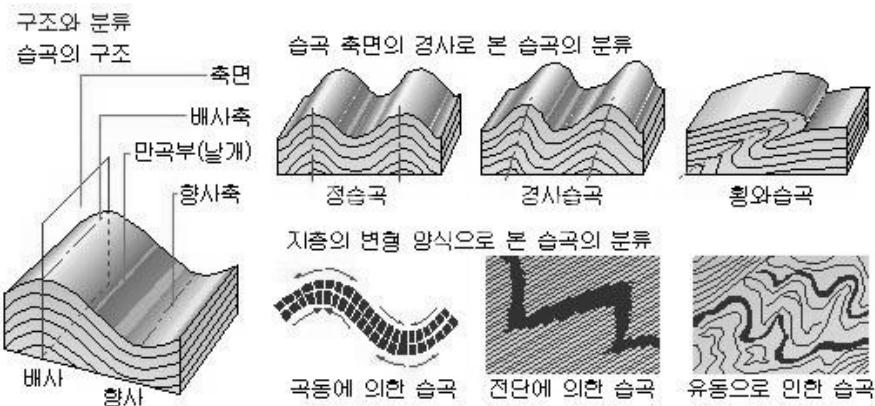


나. 습곡

수평으로 퇴적된 지층이 횡압력을 받으면 물결처럼 휘어진 단면을 보여주는 지질구조를 말한다.

1) 습곡 각 부의 명칭

- ▶ 배사 : 습곡된 지층의 단면에서 볼록하게 올라간 봉우리 부분
- ▶ 향사 : 습곡된 지층의 단면에서 오목하게 내려간 골짜기 부분, 향사보다는 배사가 늘 어져 약해졌으므로 풍화작용을 잘 받는다.
- ▶ 날개(윙) : 배사와 향사 사이의 기울어진 부분
- ▶ 축면 : 배사 또는 향사의 봉우리, 또는 골짜기를 지나는 면





(2) 습곡의 종류

습곡은 받은 힘의 세기, 방향, 암석의 성질 등에 따라 그 모양이 다르다.

- ▶ 정습곡 : 축면이 수직이고, 양쪽이 대칭인 습곡
- ▶ 경사 습곡 : 축면이 경사지고, 날개의 경사가 다르고 양쪽이 비대칭인 습곡
- ▶ 등사습곡 : 축면과 두 날개의 경사각과 경사 방향이 같은 습곡
- ▶ 횡와 습곡 : 습곡의 축면이 거의 수평에 가깝게 기울어져 있는 습곡

다. 풍화 작용

풍화 작용은 암석이 새로운 환경에 적응하기 위하여 변화하는 과정으로 지표에 노출된 암석이 잘게 부스러지거나 성분 물질이 변화되는 과정

1) 기계적 풍화 작용 : 암석이 물리적 요인에 의해 차츰 작은 알갱이로 부서지는 현상이다.

물의 동결 작용, 박리 작용, 기온의 변화, 식물의 작용 등에 의해 암석의 모양과 크기를 변화시킨다.

2) 화학적 풍화 작용 : 산소와 이산화탄소 등이 용해되어 있는 물이 지표를 흐를 때 암석 중의 가용성분을 용해시키거나 식물의 뿌리에서 분비되는 산이 암석과 화학 반응을 일으키는 현상으로 화학적 풍화는 암석의 성분을 변화시킨다.

3) 풍화에 대한 안정도 : 고온·고압 하에서 만들어진 광물을 지표의 낮은 온도와 압력에서 불안정하여 쉽게 부서지므로 마그마의 분화과정에서 말기에 정출된 광물 일수록 풍화에 강하다. (감람석→휘석→각섬석→흑운모→정장석, 백운모, 석영)



연수 안내





I. 소등과학교과탐구실습직무연수 운영 계획

1. 연수목적

- 가. 과학 실험실습 지도능력 향상 및 교수·학습방법 개선
- 나. 초등과학교육의 동향 이해 및 과학교육을 통한 창의력 신장방안 모색

2. 운영 및 방침

- 가. 초등학교 수업에 활용할 수 있는 교과서 내용 중심의 교육과정 편성
- 나. 과학 탐구학습을 위한 실험 중심의 연수 실시
- 다. 현장경험이 풍부한 강사를 초빙하여 연수 효과 제고
- 라. 신청인원을 2개의 반으로 분반하여 운영

3. 연수기간 및 연수종별

- 가. 연수기간 : 2010. 7. 26(월) ~ 8. 06(금)(10일간)
- 나. 이수시간 : 60시간
- 다. 연수종별 : 직무연수

4. 대상 및 인원

- 가. 대상 : 초등학교 교사
- 나. 인원 : 57명

5. 연수 장소 : 인천광역시교육과학연구원

6. 연수방법 및 연수시간 배당

구분 영역	연 수 방 법						소계	기 타(행정)		총시수		
	강의	참 여 식 연 수						평가	수료식			
		토의 발표	실기 실습	사례 발표	재택 원격	현장 연수						
교양·교직	7	7			7		
전공	1	3	38	3	.	7	52	1	(1)	53(1)		
합계	8	3	38	3	.	7	59	1	(1)	60(1)		

연
수
안
내



7. 평가계획

가. 평가 방법

- 1) 종합성적은 지필평가, 수행능력평가, 연수 참여도 평가를 합산한 100점과 가산점수를 더 한 것으로 한다.
- 2) 총점 계산은 소수 셋째자리에서 반올림하여 소수 둘째 자리로 나타낸다.
- 3) 총점을 계산하여 원 점수 60점 미만자는 미이수로 처리하고, 60점 이상자에 대하여는 교원 연수지침(교육과학기술부)과 연수성적 전산처리 안내(인천광역시교육청)의 연수성적 분포표에 준한다.
- 4) 석차는 종합성적의 순위로 하며, 동점자의 순위는 다음과 같이 한다.
 - 가) 지필평가
 - 나) 수행능력평가(개인평가, 공통과제평가 순)
 - 다) 교육경력 상위자(연수 참여도 평가 점수 순, 교육기간 중 교육활동에 공로가 있는 연수자)

나. 평가 관리

- 1) 평가의 합리성과 객관성을 보장하기 위하여 평가관리위원회를 둔다.
- 2) 객관식 평가의 채점은 담당부장의 책임 하에 과정평가담당자가 입회하여 전산 처리하며 정확성을 기하기 위하여 OMR카드의 확인과정을 거쳐 전산처리 한다.
- 3) 수행능력 평가의 채점은 담당부장의 책임 하에 담당강사가 하는 것을 원칙으로 한다.
- 4) 수행능력 평가의 채점은 임시번호를 부여하고 성명 기록 부분을 절취한 상태로 하여야 하며, 채점의 정정부분은 채점자와 담당부장이 날인한다.

다. 평가 배점 비율

영역		평가내용 및 방법	배점비율	출제 및 평가자	비고
지필 평가	객관형 (1회)	◦ 전공영역 12개 과목 ◦ 5지선다형 30문항 (without book test)	60%	전공영역 강사	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연수평가관리규정을 근거로 함 ◦ 과학실험연수의 특성상 객관형평가는 without book 평가 실시 ◦ 실험보고서 평가는 출제자가 평가함을 원칙으로 함
		◦ 실험보고서 작성 제출 ◦ 실험 태도 및 참여도	20% 10%	전공영역 강사 전공영역 강사	
참여도(근태) 평가		연수 참여도 근태평정 기준 표에 의함	10%	과정 담당자	
가 산 점		◦ 반장 1.0점 ◦ 총무 0.7점	별도	과정 담당자	
합계			100점		



라. 수행능력(보고서) 평가 채점기준 - 보고서 평가 2회

평가 관점	평가 기준	배점	비고
1. 문제해결능력	가. 문제해결 능력이 우수함 나. 문제해결 능력이 보통임 다. 문제해결 능력이 미비함	3 점 2 점 1 점	
2. 탐구성	가. 실험설계 및 과정에서 탐구력이 우수함 나. 실험설계 및 과정에서 탐구력이 보통임 다. 실험설계 및 과정에서 탐구력이 미비함	4 점 3 점 2 점	
3. 창의성	가. 실험설계, 과정, 결과도출에서 창의성이 우수함 나. 실험설계, 과정, 결과도출에서 창의성이 보통임 다. 실험설계, 과정, 결과도출에서 창의성이 미비함	3 점 2 점 1 점	

마. 수행능력(실험 태도 및 참여도) 평가 채점기준

평가 관점	평가 기준	배점	비고
물리, 화학, 생물, 지구과학 영역	가. 참여태도가 적극적이며 협동적으로 참여함. 나. 참여태도가 소극적이나 협동적으로 참여함 다. 참여태도가 적극적이나 협동심이 부족함. 라. 참여태도가 소극적이고 협동심도 부족함.	2.5 점 2.0 점 1.5 점 1.0 점	

바. 근태 평가

구 분	기 준	감 점	비 고
		직무연수	
결석	1일	1.2	
결 강 (외 출)	1시간	0.2	
지 각	1시간	0.2	
조 퇴	1시간	0.2	
연수생활 불량 (응시태도 불량, 음주, 폭행, 도박, 불법집단행위 등 연수생의 품위를 손상시키는 행위)	1회	0.6	<ul style="list-style-type: none"> · 무단 시에는 2배 감점 함 · 중복 처리는 하지 아니 함 (동시에 2개 이상일 경우에는 그 중 감점점수가 높은 것 하나를 적용)
수업 중 학습태도 불량 (수업시작 10분후 입실, 종료 10분전 퇴실, 학습준비 거부, 학습 분위기 방해, 기타 학습태도가 현저히 불성실한 사례)	1회	0.1	

※ 다음 사항에 대하여는 평가관리위원회 심의를 거쳐 감점하지 않을 수 있다.

- (1) 공무원 복무규정 제19조에 의한 공가 (시간)
- (2) 공무원 복무규정 제20조에 의한 ① 배우자, ② 본인 및 배우자의 직계 존비속 사망에 따른 특별휴가 일수
- (3) 평가관리위원회의 심사결과 부득이 하다고 인정될 때



사. 종합 성적의 처리

석차는 종합 성적 순위로 하며, 동점자의 순위는 다음과 같다.

- 1) 1순위 : 지필평가(객관식)
- 2) 2순위 : 수행능력평가(개인평가, 공동과제평가 순)
- 3) 3순위 : 교육경력(상위자)

아. 평가관리위원회

1) 구성

구분	직위	성명	비고
위원장	과학교육부장	김기택	
위원	과학교육부 교육연구사	윤진수, 심현보, 김경아 진재호, 양종우, 서향미	

※ 가산점 부여에서 중복되는 경우에는 유리한 점수 한 가지만 적용한다.

2) 운영

- 가) 교육과정 평성 및 교과별 강사 선정
- 나) 평가문항 선정
- 다) 영역별 평가 방법 및 채점이기
- 라) 성적우수자 선정 심의

자. 점수 급간 인원(32명 기준)

점수(점)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	/
인원수(명)	1	1	1	1	1	2	2	2	3	2	/
점수(점)	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
인원수(명)	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1

차. 점수 급간 인원(30명 기준)

점수(점)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	/
인원수(명)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	/
점수(점)	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
인원수(명)	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1



II. 연수 생활 안내

1. 연수의 이수에 관한 규정

- 가. 연수성적을 100점 만점으로 하여 60점 이상을 득점한 자의 경우에 이수 처리한다.
- 나. 총 이수 시간의 10분의 9 이상을 이수했을 경우 이수 처리한다.(다만 국가공무원 복무규정 19조 8항과 제20조 1항 중 배우자와 본인 및 배우자의 직계 존비속 사망으로 결석한 경우에 한하여 10분의 8 이상을 이수한 자도 이수할 수 있다.)

2. 수강 시 유의사항

- 가. 수강 중에는 면회, 입·퇴실 금지
- 나. 강의실 및 휴게공간의 정리 정돈 철저
- 다. 학동강의 시 정확한 출석 점검을 위하여 지정된 좌석에 착석하기 바람
- 라. 연수 중 건강에 이상이 있을 때는 과정 담당자에게 연락하여 조치받기 바람

3. 퇴학처분에 관한 규정

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

- 가. 연수자로 선발된 자가 다른 사람으로 하여금 대리로 연수를 받게 한 때
- 나. 정당한 사유 없이 결석하거나 연수에 관한 지시를 따르지 아니한 때
- 다. 연수자의 특수사정으로 인하여 연수를 계속 받을 수 없게 된 때

4. 자치 임원 선출 및 임무

- 가. 연수생들의 자발적 의사에 의한 자치 임원 구성
- 나. 자치 임원을 중심으로 교과 과정 운영 및 원내 연수 등의 자율적 질서 확립

임원명칭	인원	선출방법	임무
반장	1명	호선	<ul style="list-style-type: none"> · 강사 안내 및 소개 · 교육운영에 따른 공지사항 전달 · 연수생들의 건의 내용 취합 및 건의 · 강의 및 과정 운영에 따른 단체 활동 시 인원 파악 · 기타 연수생들의 자율 활동 유도
총무	1명	호선 또는 반장이 지명	<ul style="list-style-type: none"> · 반장을 보좌 · 기타 반장이 부여한 임무 수행 및 지원



III. 과학교과 탐구실험 직무연수 대상자 명단

A반					B반				
번호	학교명	성명	조	교육청	번호	학교명	성명	조	교육청
1	인천주안초등학교	김윤미	1	남부	30	인천부내초등학교	김진호	1	북부
2	인천하정초등학교	장규덕	1	북부	31	인천능허초등학교	곽영대	1	동부
3	인천도림초등학교	이해정	1	동부	32	인천완정초등학교	김양은	1	서부
4	인천서곶초등학교	김희진	1	서부	33	인천서림초등학교	서정래	1	남부
5	인천송월초등학교	이지영	2	남부	34	인천부내초등학교	이훈	2	북부
6	인천부평동초등학교	이진주	2	북부	35	인천합박초등학교	오상진	2	동부
7	인천도림초등학교	유미라	2	동부	36	인천화전초등학교	박아형	2	서부
8	인천서곶초등학교	차하얀	2	서부	37	인천삼목초등학교	유기성	2	남부
9	인천신광초등학교	오영경	3	남부	38	인천소래초등학교	김지은	3	동부
10	인천부곡초등학교	조은아	3	북부	39	인천화전초등학교	신소영	3	서부
11	인천만월초등학교	이은정	3	동부	40	인천공항초등학교	김정은	3	남부
12	인천서곶초등학교	김미연	3	서부	41	인천신월초등학교	이승희	3	동부
13	인천용일초등학교	이정숙	4	남부	42	인천가현초등학교	장현주	4	서부
14	인천부평남초등학교	강정은	4	북부	43	인천신월초등학교	배준섭	4	동부
15	인천석정초등학교	이새롬	4	동부	44	인천마전초등학교	강순애	4	서부
16	인천병방초등학교	박민아	4	서부	45	인천신월초등학교	안수현	4	동부
17	인천용일초등학교	이유선	5	남부	46	인천부평초등학교	강혜정	5	서부
18	인천용마초등학교	이중구	5	북부	47	인천새말초등학교	한보현	5	동부
19	인천석정초등학교	임윤경	5	동부	48	인천신대초등학교	조아현	5	서부
20	인천불로초등학교	최진섭	5	서부	49	인천서창초등학교	이수미	5	동부
21	인천용현남초등학교	박주희	6	남부	50	인천신대초등학교	전수안	6	서부
22	인천부원초등학교	이은정	6	북부	51	인천면우금초등학교	김혜정	6	동부
23	인천옥련초등학교	김향숙	6	동부	52	인천간재울초등학교	장경희	6	서부
24	인천신현북초등학교	고아라	7	서부	53	인천은봉초등학교	황성대	6	동부
25	인천주안북초등학교	김만종	7	남부	54	인천금곡초등학교	심자연	7	서부
26	인천굴포초등학교	강초희	7	북부	55	인천상아초등학교	허숙희	7	동부
27	인천서면초등학교	김소연	8	동부	56	인천박문초등학교	이방희	7	동부
28	인천심곡초등학교	박지현	8	서부	57	인천박문초등학교	김진호	7	동부
29	인천공항초등학교	정재철	8	남부		이하빈칸			



IV. 좌석배치도

가. 화학실, 생물실 – 3층

교 탁

	1(30) 3(32) 2(31) 4(33)	5(34) 7(36) 6(35) 8(37)
	9(38) 11(40) 10(39) 12(41)	13(42) 15(44) 14(43) 16(45)
	17(46) 19(48) 18(47) 20(49)	21(50) 23(52) 22(51) (53)
	24(54) 26(56) 25(55) (57)	27 29 28

연수
안내

() : 초등 B반 번호



나. 물리실, 지학실 – 4층

교 탁

1(30) 3(32)
2(31) 4(33)5(34) 7(36)
6(35) 8(37)9(38) 11(40)
10(39) 12(41)13(42) 15(44)
14(43) 16(45)17(46) 19(48)
18(47) 20(49)21(50) 23(52)
22(51) (53)24(54) 26(56)
25(55) (57)27
28
29

() : 초등 B반 번호



V. 연수운영 개선을 위한 설문조사

★ 과정명 : 초등과학교과탐구실험직무연수

본 연수 과정에 적극 참여하고 협조해 주셔서 진심으로 감사드립니다.

이 설문조사는 여러분의 의견을 모아 앞으로 연수과정 운영개선 자료로 활용하기 위한 것입니다. 설문에 따라 해당되는 번호에 ▼표를 하시고 OMR카드에 표기해 주시기 바랍니다. 서술식 답변란에는 여러분의 생각을 구체적으로 기술하여 주시기 바랍니다. 감사합니다.

2010. 08. 06.

인천광역시교육과학연구원장

1. 연수생 기초자료

번호	구분	응답란(해당란에 ▼표)							
1	성별	남	여						
		①	②						
2	연령	20~30	31~34	35~39	40~44	45세 이상			
		①	②	③	④	⑤			
3	경력	5년 이하	6~10	11~14	15~20	21년 이상			
		①	②	③	④	⑤			
4	설립별	국립	공립	사립	기타				
		①	②	③	④				

2. 연수 운영에 대한 의견

영 역	번호	설문 내용	반 응 도			의 견 (자유기술)
			① 만족	② 보통	③ 불만족	
연수 일과	5	일과 운영			.	OMR카드 뒷면 사용
	6	전체 과정				
연수 내용	7	교육과정 편성				
	8	교양 · 교직 부분				
	9	전공 부분				
연수 방법	10	전체적 경향				
	11	연수자 참여도				
강의 수준	12	교양 · 교직 영역				
	13	전공(직무) 영역				
연수 효과	14	학습지도에 도움이 되는 정도(현장파급효과)				
연수환경	15	식단 및 식당이용				
친절도	16	본원 직원 친절도				



3. 강의 내용에 대한 의견

영역	번호	교과 및 교수요목	강사명	강의 내용 평가				
				① 매우 만족	②만족	③보통	④ 불만족	⑤ 매우 불만족
교양·교직	17	인천과학교육의 발전방향	임병권					
	18	창의성 교육	임웅					
	19	최근 과학 및 과학교육의 동향	최선영					
전공	20	힘과 운동	원동만					
	21	전기와 자기(전자석, 전동기)	이완					
	22	에너지	최부영					
	23	혼합물의 분리(두부 만들기)	박상희					
	24	용해와 용액	정지원					
	25	여러 가지 기체	정진수					
	26	식물(현미경 사용법, 식물의 구조)	강신도					
	27	동물	조성택					
	28	날씨와 계절의 변화	김설한					
	29	지층과 화석, 화산과 지진	우석민					
	30	별자리와 천체관측	조홍래					
	31	교육과정	박영혁					
	32	자유탐구	표구열					
	33	과학완구 활용방법	정광회					
	34	과학경진대회 지도요령	김수로					
	35	실험기구 사용법 및 안전관리	고성자					
	36	현장체험(지질탐사)	우석민					
	37	현장체험(갯벌탐사)	이학곤					



4. 본 연수과정 이외의 개설 희망 교과목(자유 기술)

순위	개설 희망 과목	개설 희망 이유
1		
2		
3		

5. 본 연수강사 이외의 초빙 희망 강사(자유 기술)

순위	소속	직위	강사명	전공 및 주 강좌명
1				
2				
3				

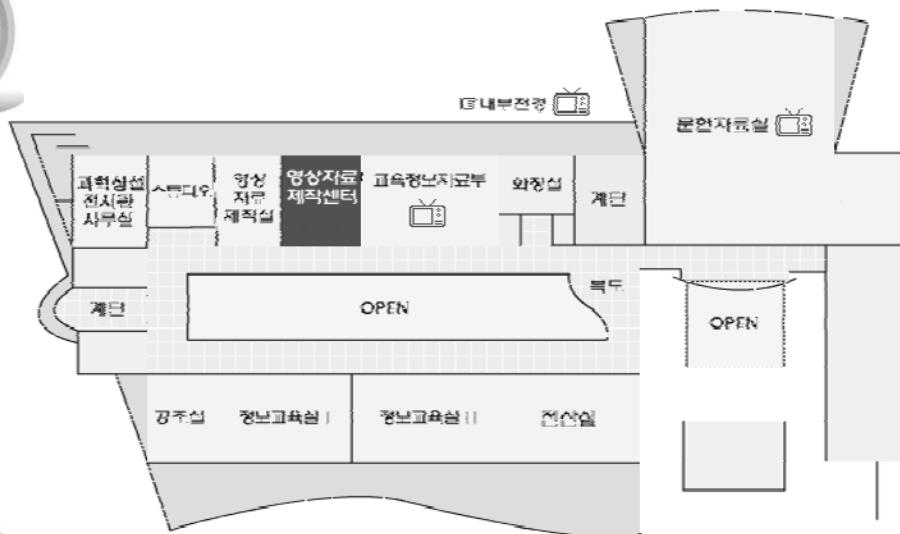
6. 본 연수과정 전반에 대한 소감 및 기타 의견(자유 기술)

연
수
안
내

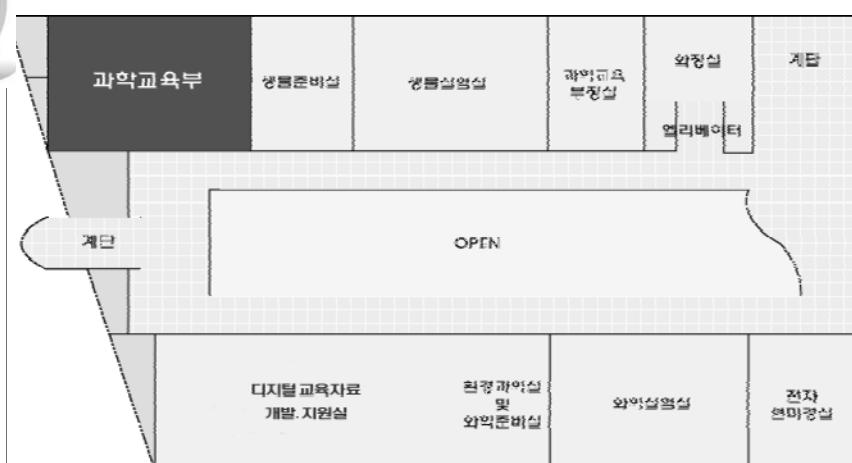
그동안 수고 많으셨습니다. 대단히 감사합니다. ^^*

인천교육과학연구원 배치도

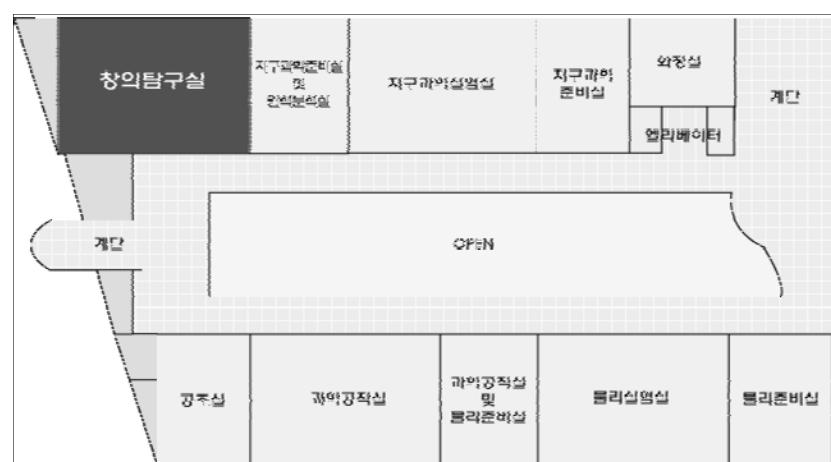
2F



3F



4F



초등과학교과탐구실험직무연수 교재

발 행 일 : 2010년 7월

발 행 인 : 원 장 정 갑 순

편 집 인 : 과학교육부장 김 기 택

담 당 : 교육연구사 진 재 호

발 행처 : 인천광역시교육과학연구원

과학교육부 : (032) 880-0751~5

F A X : (032) 880-0757

Home Page: www.ienet.re.kr

<非賣品>

인쇄 : 경기인쇄사(773-3240)

소속		연수번호		성명	
----	--	------	--	----	--

