

한지로 만드는 목걸이

(전통 과학 차원에서 한지 다시 보기)

이현근(전북과교연, 삼우초등학교, y2k70@chol.com)

I. 이론

종이 이전에는



종이의 역사

종이는 AD 105년에 후한의 채륄에 의해 발명되었다는 것을 정설로 받아들이고 있다. 하지만 현대에 와서는 채륄 이전 시대에 만들어진 종이가 발견되고 있다. 동양에서는 불교의 전파 등으로 일찍이 사용되었다. 서양으로 전해지는 시기는 8세기경으로 본다.

우리나라에는 공식적으로는 AD 600년에 전파되었다. 하지만 이보다 1 천 년 전 낙랑시대의 고분 관속에서 탁섬유 문치가 발굴되어 중국에서 제지기술이 도입되기 전부터 우리 특유의 제지기술이 있지 않았을까 추측되고 있다. 또한 한지의 주원료인 저(楮, 닥나무)가 중국에서는 기원전 2세기부터 기원후 2세기 사이에 'tag' 혹은 'taig'라는 음으로 읽혔다. 이것으로 볼 때 닥은 '저'의 음이 '닥'으로 읽혔던 시기에 종이 원료로 우리나라에 들어왔던 것으로 풀이할 수 있다. 이렇게 볼 때 한지의 기원은 대략 2~7세기경으로 볼 수 있다.

고구려의 스님 담징이 AD 625년경에 일본에 제지술을 전파하였다.

한지 제작과정



한지는 수록(手錄紙())이 특징이며 이 수록기술에 의해서 종이의 종류와 품질이 좌우된다. 수록지를 뜨는 방법은 대개 흘림뜨기와 가둠뜨기가 있는데 전통적인 한지의 초지법은 흘림뜨기인 외발뜨기와 장판지 뜨기이고 현재 많이 사용되고 있는 초지방법인 쌍발 뜨기는 가둠 뜨기와 흘림 뜨기의 중간 형태를 띠고 있다.

수초지(手抄紙 : Handmade Paper)는 현대에 와서 기계 초지법(抄(뿍을초, 거를초)紙法)으로 바뀌는데 이 방법은 1799년 프랑스의 니콜라스 루이 로베르(N. L. Robert)가 초지기(抄紙機)를 발명하여 영국으로 건너가 실용화하였다. 이 초지기는 현대의 초지기와 원리상 차이가 없다. 그러나 이때까지 원료로 사용하던 마, 목면, 님마 등의 공급에는 한계가 있었기 때문에 원료문제를 해결하기 위해 노력한 결과 1840년 독일의 F. G. 켈러(Keller)가 목재섬유(펄프)를 종이의 원료로 사용하는 방법을 발명하여 현대에 이르고 있다.

종이의 조건으로 다음의 네 가지를 든다.

- ① 형상은 얇고 평평할 것
- ② 원료는 하나하나 풀어놓은 식물섬유일 것
- ③ 산산이 흩어진 섬유를 열기설기 엮어놓은 구조 곧 그물구조를 가질 것
- ④ 섬유를 물속에 분산시킨 후 체나 그물로 걸어 올려 물을 여과시켜 만들 것. 이것을 “종이를 뜬다”라고 한다.

II. 활동 & 연구 내용

1. 목표

- 1) ‘종이는 과학일까?’에 대한 질문의 답을 스스로 찾는 기회를 갖는다.
- 2) 전통 한지의 원료인 닥섬유를 이용하여 목걸이-펜던트-를 만든다.

2. 준비

건조된 닥섬유, 떡살(다식판), 팜유, 수건, 줄

3. 유의사항

- 1) 닥섬유를 다식판 모양의 틀에 넣고 누를 때 나오는 물을 잘 처리하여 주변을 깨끗하게 유지하며 만든다.
- 2) 줄을 넣을 때 닥섬유에 얽혀서 잘 빠지지 않도록 닥섬유를 한 덩어리로 틀에 넣는다.
- 3) 말릴 때 통풍이 잘되는 곳에서 말린다.

4. 과정

1) 닥섬유 풀기

- ① 건조된 닥섬유 50g을 물 10L에 넣고 24시간 놓아둔다.
- ② 닥섬유가 완전히 풀어진 것을 확인한다.

- ③ 미리 팜유 20g을 물 10L에 넣고 녹인다.
- ④ 완전히 풀어진 닥섬유 용액(닥섬유가 풀어진 물)에 팜유용액을 조금씩 넣으면서 닥섬유가 잘 섞이는지(고르게 풀어지는지) 확인한다.

2) 한지 목걸이 만들기

- ① 틀을 준비한다.
- ② 틀 밑에 수건을 놓는다. - 물을 흡수하기 위해 필요함
- ③ 적당한 양의 닥섬유를 모양 틀에 넣는다.
- ④ 실을 놓고 틀을 누른다.
- ⑤ 물이 빠진 재료를 말린다.
- ⑥ 적당히 마린 뒤에 물감을 칠한다.

3) 한지 만드는 순서 - 수초지

- ① 건조된 닥섬유 50g을 물 10L에 넣고 24시간 놓아둔다.
- ② 닥섬유가 완전히 풀어진 것을 확인한다.
- ③ 미리 팜유 20g을 물 10L에 넣고 녹인다.
- ④ 완전히 풀어진 닥섬유 용액(닥섬유가 풀어진 물)에 팜유용액을 조금씩 넣으면서 닥섬유가 잘 섞이는지(고르게 풀어지는지) 확인한다.
- ⑤ 완성된 닥섬유 한지 용액에 한지 뜰채로 전후좌우로 흔들면서 고르게 퍼지도록 한다.
- ⑥ 두, 세 번 전후좌우로 흔들어서 들어낸다.
- ⑦ 준비된 부직포에 잘 부친다.
- ⑧ 한지 뜰채의 한쪽을 잘 들어 올리면서 한지가 부직포에 부착되도록 하고, 한지 뜰채만 들어 올린다.
- ⑨ 한지가 부착된 부직포를 물 흡수기에서 물기를 빼낸다.
- ⑩ 물기를 어느 정도 뺀 다음 다리미로 말린다.
- ⑪ 완성된 한지를 가위로 일정한 모양으로 잘라서 작품을 만든다.



< >



< >



< >



< >

(: /)

- ⑫ 부직포에 부착한 한지위에 나뭇잎이나 꽃을 따서 그 위에 보기 좋게 올려놓는다.
- ⑬ 풀어진 닥섬유를 손에 문혀서 꽃이나 나뭇잎 위에 콕콕 찍듯이 문힌다.
- 여기에서 주의할 점은 닥섬유로 꽃이나 나뭇잎을 얇게 코팅한다고 생각.
- ⑭ 물 흡수기에서 물기를 뺀 다음 다리미로 말린다.
- ⑮ 완성된 한지를 틀에 넣고 작품을 완성한다.)



5. 고찰 토의

- 1) 옛사람들이 닥섬유를 이용하여 종이를 만든 이유는 무엇일까?
- 2) 지금의 종이와 전통 한지(韓紙)의 차이점은 무엇일까?
- 3) 한지의 활용한 다양한 공예품은 어떤 것이 있을까?
- 4) 한지(韓紙)의 주 원료인 닥섬유를 응용할 다른 방법은 무엇일까?
- 5) 우리 주변에서 닥섬유가 아닌 다른 물질을 활용하여 수초지를 만들 수 있는 방법은 무엇일까?

Ⅲ. 교수학습 시사점

- 1) 손으로 만드는 예부터 전해오는 종이 만드는 방법을 통해 자연에서 찾은 옛사람들의 과학적 지혜를 인식하게 한다.
- 2) 종이 만드는 기술의 전래 과정을 통해 중국과 서양과 일본 한국 등 각국의 종이의 특징을 알게 한다.
- 3) 한지(韓紙)의 현대적 쓰임에 대해 살피면서 전통과학이 현대에 어떤 형태로 응용되는가를 알게 한다.

Ⅳ. 참고문헌 - 자료출처

- 1) 전주 종이 박물관 자료실
- 2) <http://www.hanji.com>
- 3) <http://www.daknamu.com>
- 4) <http://andonghanji.com>

학습동기유발을 위한 과학과 동영상 수업자료

박 만 호(전북과학교사연합회,
전주영상미디어고등학교,manosam@hanmail.net)

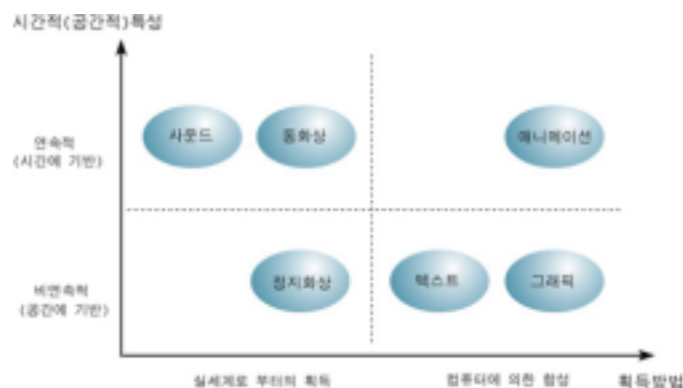
I. 이론

1. 멀티미디어의 의미

멀티(multi)와 미디어(media)라는 두 단어의 합성어로서 멀티는 여러 가지라는 뜻이며, 미디어는 문자, 그림, 소리, 애니메이션, 동영상 등과 같이 정보를 표현하는 매체를 말한다. 따라서 멀티미디어란 문자, 그림, 소리 등과 같은 멀티미디어 구성요소를 두 가지 이상 사용하고, 이것을 디지털 방식으로 변환하여 사용자에게 대화 형태로 제공하는 것이다.

2. 멀티미디어의 구성요소

- 1) 동적 멀티미디어(Dynamic media) : 시간에 따라 변하는 미디어
- 2) 정적 멀티미디어(Static media) : 시간개념이 존재하지 않는 미디어
- 3) 구조화된 멀티미디어 : 콤팩트디스크 타이틀, 하이퍼미디어 문서, 멀티미디어 메시지
- 4) 일반적 구성요소 유형



3. 멀티미디어 자료의 종류

- 1) 문자자료(텍스트) : 텍스트는 멀티미디어의 기본적인 구성 요소로 가장 많이 사용되는 자료 형식이다.(txt, doc, hwp)
- 2) 이미지자료(image) : 정지되어 있는 영상으로 그래픽 프로그램을 이용하여 직접 그리거나 스캐너, 디지털 카메라 등을 통하여 만들 수 있다.(BMP, GIF, JPG)
- 3) 사운드자료(sound) : 사운드는 주의력을 집중시키거나 오락의 현실감을 부여하여 주며, 음악을 재생, 편집, 합성하는 등의 방법으로 멀티미디어의 다양한 효과를 더해 줄 수 있다.
- 4) 애니메이션(animation) : 애니메이션은 낱장의 그림을 한 프레임씩 촬영하여 연속적으로 보여서 그림이 마치 움직이는 것처럼 보이도록 표현하는 것이다.
- 5) 동영상 : 비디오카메라를 통해 얻어진 데이터를 디지털 자료로 만든 연속적인 이미지이다. 다른 자료에 비해 용량이 크고 작업에 많은 시간을 필요로 한다.

※ 이상의 이론 내용은 한국사이버평생교육원의 자료에서 발췌했습니다.

II. 활동 & 연구 내용

1. 목표

- 1) 교사들이 수업에 직접 활용할 수 있는 동영상 수업 자료를 개발한다.
- 2) 과학 수업에 대한 흥미와 동기를 유발시키고 자신감을 갖게 할 수 있는 동영상 자료를 소개 한다

2. 과정

1) 영상자료 준비

가. 영화장면을 수업자료로 만들기

영화장면을 수업자료로 만들기 위해서는 먼저 영화 관람이 먼저일 것이다. 영화 관람은 최근 극장 개봉영화에서부터 DVD, 비디오 등 다양한 매체로 관람을 하도록 한다. 그러나 최근 개봉영화의 경우



그림 10 비디오 및 DVD 재생기

편집하기 위한 파일소스를 구하기가 어려우므로 수업자료제작 대상으로는 적합하지 않다. DVD나 비디오를 통한 영화는 다음에 소개될 간단한 장치로 영상 캡처 및 편집이 가능하므로 수업자료제작에 적당하다. 각종 매체를 통해 영화 관람을 할 때 과학과 관련된 영화만 관람하는 것보다는 모든 분야의 영화를 관람하는 것이 자료를 폭넓게 얻는데 도움이 된다. 관람을 한 후에 과학과 관련된 부분만 선정하여 가능한 짧게 편집한다. 영화의 전체보다는 일부분을 자료로 만들므로 수업에 사용할 때에는 교사의 간단한 영화 설명도 필요하다.

나. 실험장면을 수업자료로 만들기

교과서나 간단히 해볼 수 있는 실험을 캠코더 등으로 촬영하여 자료를 얻는 방법은 영화를 통해 동영상자료를 제작하는 것보다 시간과 노력이 더 필요하다. 간단한 실험이라도 정확히 실험된 한두 장면만을 선별해서 보여주어야 수업자료로서 효과가 있기 때문이다.



그림 11 캠코더

실험 촬영 시 중요한점은 실험 대상이 정확히 식별할 수 있어야 한다는 것이다. 단순히 실험실의 실험대 위에서 실험하는 장면을 찍는 것이 아니라, 실험장치가 돋보일 수 있도록 배경이나 조명, 실험자의 모습 등을 충분히 고려해야 한다. 실험장면을 수업자료로 만드는 것은 교과서의 실험을 교체진도나 내용 설명으로 하기 힘들 때 유용하게 쓰일 수 있다.

다. TV방송을 수업자료로 만들기

각종 공중파와 케이블 방송에서도 과학과 관련된 많은 내용이 있다. 하지만 모든 방송을 다 청취하기는 불가능하므로 자신이 집중적으로 청취하는 방송을 먼저 선택해야 한다. 방송 전체를 녹화하여 필요한 부분만 편집하여 수업자료로 만들어 사용하는 것이 효율적이다. TV방송 녹화는 대부분 1시간 정도로 편성되어 있어서 편집을 위해서는 영화처럼 전체를 다 봐야 한다. 또한 매주 또는 매일 하는 프로그램을 캡처할 때는 캡처한 파일이 많아지므로 프로그램 캡처 후에 바로 편집을 해야 한다.

2) 영상 캡처 및 영상 편집

가. 영상 캡처

TV수신카드를 이용하여 TV방송, DVD, 비디오테이프의 화면을 캡처한다. TV수신카드는 pc의 성능을 고려하여 구입하면 된다.

캡처방법은 영화나 방송 전체를 캡처하는 방법도 있지만 필요한 부분만 선택하여 캡처하는 방법이 있다. 이때 필요한 부분만 편집하기 위한 프로그램은 TV수신카드 구입 시 함께 제공되는 프로그램이나 상업용 편집프로그램(프리미어, 베가스, 에디션 등)을 이용하여 편집한다.



그림 12 TV수신카드

나. 영상 편집

영상 편집은 프로그램을 통해서 하되 파일 하나당 시간이 너무 길게 편집되면 수업 중에 활용하기에 적당하지 않은 경우가 많다. 수업 동기유발을 위해서는 3분, 최대 5분 이상이 되지 않도록 하는 것이 좋으며, 토의나 토론 등에 사용하기 위해서는 10분 이내가 적당하다. 또한 영화나 영상만 보여주고 끝내기 보다는 영상의 내용정리나 관련설명을 교사의 음성, 도표, 그림 등을 첨부하여 편집하면 수업자료로서 더 큰 효과가 있다.

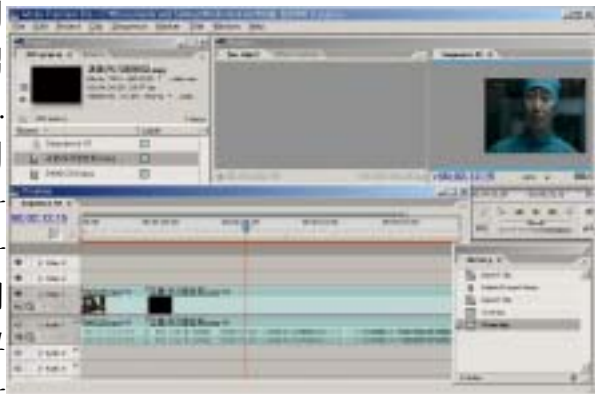


그림 13 프리미어 편집화면

3) 영상 자료 정리

편집된 영상은 그 자체만으로 수업자료로서의 효과를 나타내지만 교사가 쉽게 찾아 수업에 적용할 수 있게 정리되어 있어야 그 효과가 더욱 커진다.

첫째로 편집된 영상자료는 파일명을 수업개념별, 단원별로 정리되어야 한다. 또한 파일을 검색할 때 쉽게 찾을 수 있게 파워포인트나 한글 등의 프로그램 등으로 편집하지 않고 동영상 파일을 윈도우 탐색기로 바로 볼 수 있게 하는 것이 효율적이다.



그림 14 윈도우 탐색기에서 본 동영상 자료

3. 유의사항

- 1) 동영상 수업자료는 수업의 동기유발이나 수업 도입부분에서만 사용되어야 한다.
- 2) 동영상의 내용은 수업 내용이나 교과 개념과 가능한 일치하는 것으로 한다.
- 3) 동영상 편집은 많은 시간과 노력이 필요하므로 한꺼번에 많은 수의 동영상을 한꺼번에 편집하기보다는 캡처한 동영상은 가능한 빠른 시간 안에 편집한다.
- 4) 캡처한 동영상이 수업내용과 큰 관련이 없을 경우는 과감히 삭제한다.

Ⅲ. 교수학습 시사점

1. 동영상 수업자료를 활용한 수업 동기유발은 학습자들에게 학습내용에 친근하게 접근할 수 있는 구체적인 상황을 제시하고 그와 관련된 수업내용을 제시하므로 주어진 과제에 적극적이고 활발하게 참여하게 되어 과학과목에 대한 부정적인 태도를 고치고 학습동기를 부여하는데 아주 효과적이다.
2. 다양하고도 사실적인 동영상을 통해 과학적 원리의 이해를 위해 학습에 필요한 시간을 단축시킴으로써 보다 다양한 정보를 접하게 할 수 있다.
3. 동영상 수업자료는 다양한 탐구 도구를 제공할 수 있으며 창의력을 증진시킬 수 있다.
4. 평상시 경험해 보지 못한 현상이나 무심코 지나쳤던 영상들을 통해 일상생활에서 학생들의 과학적 호기심을 키우는데 도움이 될 것이다.
5. 동영상(멀티미디어) 자료 활용에 대한 교사의 교수-학습 방법에 대한 의식의 변화를 주고 학생들의 과학적 사고능력을 신장시키는데 도움이 될 것이다.

Ⅳ. 참고문헌

1. 영화속에 과학이 쏙쏙(2006, 최원석, 이치)
2. 과학교과서 영화에 딴지 걸다(2004, 이재진, 푸른숲)
3. 과학콘서트(2003, 정재승, 동아시아)

독서지도와 서술형 평가를 연계한 과학논술

한문정(신과람 회원, 숙명여고 moonjhan@chol.com)

1. 독서지도와 평가

글 잘 쓰는 비법은 다독, 다작, 다상량이라 했다. 많이 읽고 많이 쓰고 많이 생각하는 것이 글을 잘 쓰는 비법이라는 것에는 모두 동의할 것이다. 그러나 할 일은 많고 시간은 없는 우리 학생들은 책 읽을 시간이 없다. 아니, 실은 시간이 없는 것이 아니라 책을 읽을 흥미와 의지가 없다고 하는 편이 더 옳을 것이다.

아이들에게 책을 읽게 하려면 독서와 평가를 잘 연결해야 하는데 가장 흔한 방법은 독후감이나 과학논술 쓰기를 수행평가로 하는 것이다. 이 경우에 책을 읽지 않고 인터넷에서 자료를 그냥 베끼는 경우도 많고 형식적인 글쓰기가 되기 쉬워 책읽기를 더욱 싫어하게 하는 요인이 되기도 하며 교사에게는 객관적 채점이라는 부담이 지워지는 단점이 있다.

2. 나의 사례: 독서평가를 서술형 평가에 연계

올해부터 서울시 교육청 및 여러 시도에서 서술형 평가를 50%까지 끌어올리며 강조하고 있다. 과학과의 경우 실험평가나 수행평가를 할 경우 교사의 부담이 너무 커져 대체로는 실험평가와 수행평가가 서술형으로 대체되는 결과를 가져왔다. 서술형 평가가 객관식 평가보다 바람직한 평가임은 분명하나 과목별 특성을 고려하지 않은 채 무조건 50%를 고집하는 것은 여러 가지 문제점을 안고 있다.

어쨌든 독서평가를 수행평가로 하지 않고 올해 새로 등장한 서술형 평가와 연계하면서 독서지도와 함께 아이들의 논술능력도 함께 평가하면 좋겠다는 생각이 들어 방안을 연구해보았다.

화학1 수업에서 매 단원마다 책을 한권씩 정해주고 서술형 평가에 10점을 반영하기로 하였다.

사례1: 1단원 '물'단원에서는 전화영의 '루이스가 들려주는 산 염기 이야기'를 정하였다. 산 염기에 대한 개념 정리와 함께 다양한 사례와 실생활 적용이 있어 흥미롭고 책 분량이나 가격도 너무 부담스럽지 않다. 다음은 1학기 중간고사에 출제한 문항이다.

서술형 문제 예시

<서술형1번> '루이스가 들려주는 이야기'의 내용입니다.(각3점 총12점)

가. 아레니우스의 산 염기 정의를 쓰시오.

나. 하수구가 막혔을 때 이용하는 트러핑, 뚫어뻥 등은 어떤 물질을 이용하는 것이며 이 물질의 어떤 성질을 이용하는 것인지 설명하시오.

다. 1898년 네덜란드 숲에 사는 박새들이 껍질이 얇고 구멍 난 알을 낳는 현상이 발견되었는데 과학자들은 지렁이가 사라져버린 것이 원인이라는 사실을 밝혀냈다. 산성비로 인해 토양 속의 칼슘이온이 부족해져서 지렁이가 살 수 없게 되었기 때문이다. 토양의 칼슘이온이 산성비의 황산이온과 결합하면 물에 안 녹는 염이 만들어지는데 이 반응을 알짜이온반응식으로 적어보자.

라. <아폴로13호>라는 영화에서 보면 숨 쉴 때마다 늘어나는 이산화탄소를 없애기 위해 수산화리튬을 이용하여 중화반응을 시킨다. 이 반응을 화학반응식으로 쓰시오.(상태는 생략)

사례2: 2단원 ‘공기’단원에서는 엘고어의 ‘불편한 진실’을 영화로 수업시간에 보여주었고 같은 제목의 책은 이후에 참고하게 하였다. 지구온난화에 대한 여러 상황과 증거를 다양한 영상으로 제시하고 있어 지구온난화에 대한 전반적인 이해를 할 수 있다. 이번에는 지난번의 서술형 문제보다는 더 논술에 가까운 문항을 출제하였다.

논술형 문제 예시

<서술형5번>다음은 ‘불편한 진실’과 관련된 내용입니다.

<제시문1> 전 세계 해류는 마치 거대한 피비우스의 띠처럼 하나로 이어져 있는데 이를 전 지구적 ‘해양대순환벨트’라고 부른다. 표면에 흐르는 표층수는 따뜻한 해류이고 깊은 곳에 흐르는 심층수는 고염분의 차가운 해류이다. 지구온난화가 가속되면 해양대순환에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 과거 일만 년 전에는 비슷한 이유로 빙하기가 온 적이 있다.



<제시문2> 최근 과학자들의 강력한 지지를 받고 있는 이론에 따르면 지구온난화가 허리케인의 강도와 지속력을 높인다고 한다. 과학자들이 지구온난화와 허리케인의 파괴력을 연관지어 생각하게 된 계기 중의 하나는 4급이나 5급짜리 강력한 태풍의 수가 뚜렷이 늘어나고 있다는 연구 결과이다. MIT의 연구결과에 따르면 1970년대 이래 대서양과 태평양에서 발생하는 주요 폭풍들의 지속력과 강도가 50% 가까이 높아졌다. 2005년 미국을 강타한 허리케인 카트리나는 끔찍한 참상을 가져왔다. 카트리나는 미국 관측사상 4번째로 강력한 허리케인으로 기록됐다.

가. 영화 ‘투모로우’에서도 지구온난화의 결과 빙하기가 온다는 설정을 하고 있는데 이는 <제시문1>에서와 동일한 과학적 가설에 근거하고 있다. <제시문1>을 참조하여 지구온난화가 어떻게 해양대순환에 심각한 영향을 미치는지 구체적으로 설명하시오.(6점)

나. <제시문2>에서 태풍의 세력이 강력해지는 이유를 지구 온난화와 관련하여 설명하시오.(4점)

3. 학생들의 반응과 제한점, 시사점

학생들은 독후감 등의 수행평가보다는 서술형 평가가 낫다는 반응을 보였다. 그러나 여전히 책을 읽어야 하는 부담에 불만을 표시하였다. 아직은 논술의 필요성에 대한 인식이 부족해서 더욱 그런 것 같다.

학생들의 답안을 보면 역시 논술형으로 출제 한 경우 아이들의 오개념을 확실히 알 수 있었고 개념을 어느 정도 이해하고 있는 경우에도 정확한 용어로 표현하는 능력이 많이 부족함을 알 수 있었다.

제한점이라면 단원에 맞는, 평가용 도서를 고르기가 너무 어렵다는 점이다. 가격, 분량, 내용, 흥미도를 만족하면서 해당 단원의 내용에 맞는 도서를 찾기가 너무 어렵다. 교사들이 함께 논의하면 좋을 것 같다.

여러 가지 문제점과 한계를 극복해나가면서 교사들이 함께 평가에 필요한 자료를 모아간다면 과학논술에 필요한 확산적 사고를 기르면서 서술형 평가의 장점도 살릴 수 있는 길이 보이리라 생각한다.

날 잡아봐 ! - 거울과 렌즈에 의한 실상

정성현(경북과학교사모임, 안동여자중학교, shchung@chol.com)

I. 이론

물체의 한점으로부터 나온 광선들이 거울이나 렌즈에 의하여 다시 한점에 모이거나 모인 것처럼 보일 때 이 점을 상이라고 한다. 점들이 모인 것이 물체이고 물체의 상은 이러한 점들의 상이 모인 것이다. 그러면 구면거울과 렌즈에 의한 물체의 상은 어떻게 생기는지 알아보기로 하자.

1. 구면 거울에 의한 상의 작도

상의 작도는 다음 4가지 광선 중에서 임의의 2가지를 이용하여 할 수 있다.

가. 거울 축에 나란한 입사광선은 반사 후 초점을 지나거나(오목 거울), 또는 허초점에서 나온 것같이(볼록 거울) 진행한다.

나. 초점을 지나거나, 향하는 입사 광선은 반사한 후 거울 축에 나란하게 진행한다.

다. 구심을 향하는 입사 광선은 반사 후 온 길을 되돌아간다.

라. 거울 중심에 입사한 광선은 반사 후 거울 축에 대하여 같은 각을 이루며 반사한다(반사의 법칙).

이상 4가지 입사 광선 중 보통 가와 나를 활용하여 상을 작도한다.

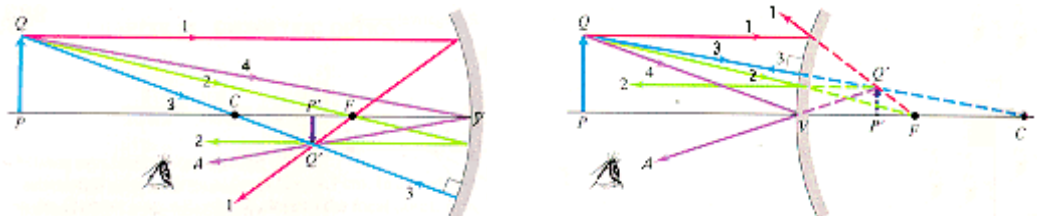


그림		$a = \infty$	$r < a < \infty$	$a = r$	$f < a < r$	$a = f$	$a < f$
오목 거울		$b = f$	$f < b < r$	$b = r$	$r < b < \infty$	$b = \infty$	$b < 0$
		점	도립 축소된 실상	같은 크기의 실상	확대된 도립 실상	상이 생기지 않음	확대된 정립 허상
볼록 거울		$-f < b < 0$ 항상 축소된 정립 허상					

2. 렌즈에 의한 상의 작도

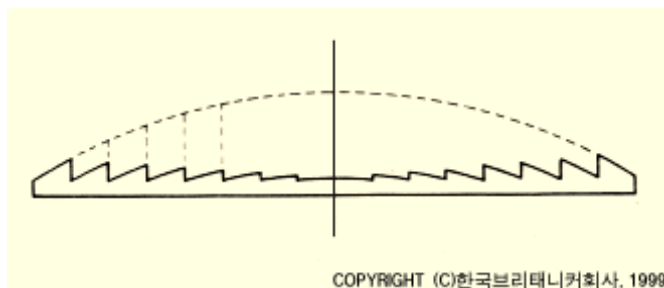
렌즈에 의한 상을 그릴 때에는 다음의 세 가지 경우 중 두 가지 경우를 선택하여 작도한다.

- 가. 렌즈의 축에 평행하게 입사한 빛은 굴절 후 초점을 지나거나(볼록 렌즈), 초점에서 나온 것처럼 진행한다(오목 렌즈)
- 나. 렌즈의 중심을 지나는 빛은 그대로 직진한다.
- 다. 렌즈의 초점을 지나는 빛(볼록 렌즈) 또는 초점을 향하여 입사한 빛(오목 렌즈)은 굴절 후 관측에 평행하게 나간다.

	그림	$a = \infty$	$2f < a < \infty$	$a = 2f$	$f < a < 2f$	$a = f$	$a < f$
볼록 렌즈		$b = f$ 점	$f < b < 2f$ 축소된 도립 실상	$b = 2f$ 같은 크기의 도립 실상	$2f < b < \infty$ 확대된 도립 실상	$b = \infty$ 상이 생기지 않음	$b > 0$ 확대된 정립 허상
오목 렌즈		$-f < b < 0$ 항상 축소된 정립 허상					

3. 프레넬 렌즈

Projector에서 투사 확대된 모든광원(光源)을 수평으로 직진시켜 Center Gain 과 Edge Gain이 균일하도록 하여 시청자에게 선명한 영상을 제공하는 볼록렌즈를 평면설계한 동심원모양 렌즈로 렌즈의 구성요소가 되는 일련의 동심원들을 평면상에 적절하게 배치해 얇은 초점거리를 맺게 한다.



< 프레넬 렌즈의 단면 >

한 조각의 금형 유리로 만든 프레넬 렌즈는 스포트라이트, 투광조명, 철도와 교통신호등, 빌딩의 장식용 조명 등에 편리하다. 원통형의 프레넬 렌즈는 시감도(視感度)를 증가시키기 위해 선상에서 사용하는 랜턴에 이용된다. 여러 종류의 얇은 프레넬 렌즈를 플라스틱으로 주조하는데 이 경우에 각각의 고리의 폭이 수천분의 몇 인치밖에 되지 않으며 불투명 유리 스크린이 있는 카메라에서 대물 렌즈용으로 또는 소형의 영상기에서 스크린 가장자리의 명도를 증가시키기 위해서 사용한다.

렌즈의 무게를 획기적으로 감소시키기 위해 렌즈의 면을 동심원의 고리로 나눌 생각을 최초로 한 사람은 조르주 루이 레클레르 드 뷔퐁이다(1748). 이 아이디어를 1820년 오귀스탱 장 프레넬이 채용하여 등대의 렌즈를 제작했다.

II. 활동 & 연구 내용

1. 목표

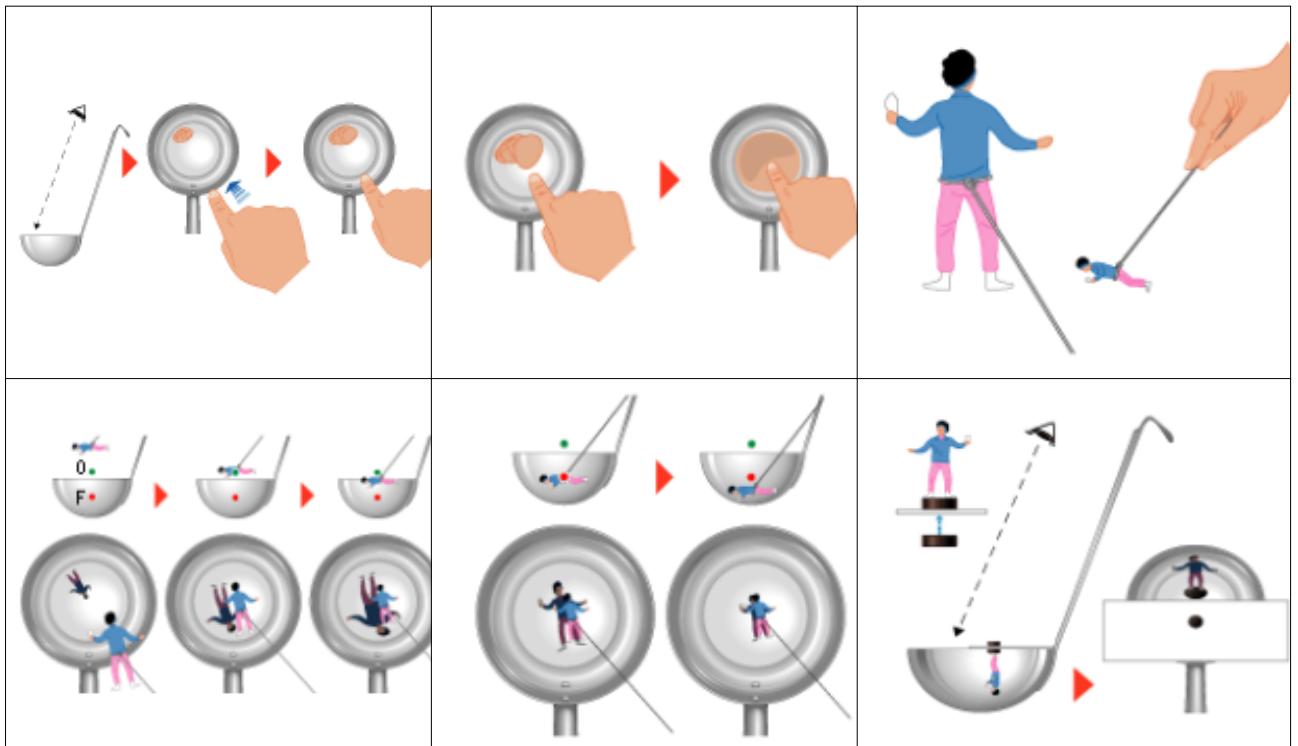
- 1) 구면거울과 렌즈에 의해 상의 생기는 원리를 설명하고, 그릴 수 있다.
- 2) 간단한 장치를 이용하여, 오목거울과 볼록렌즈에 의해 생기는 상(허상과 실상)을 관찰할 수 있다.
- 3) 간단한 장치를 이용하여 입체 실상을 만들 수 있다.

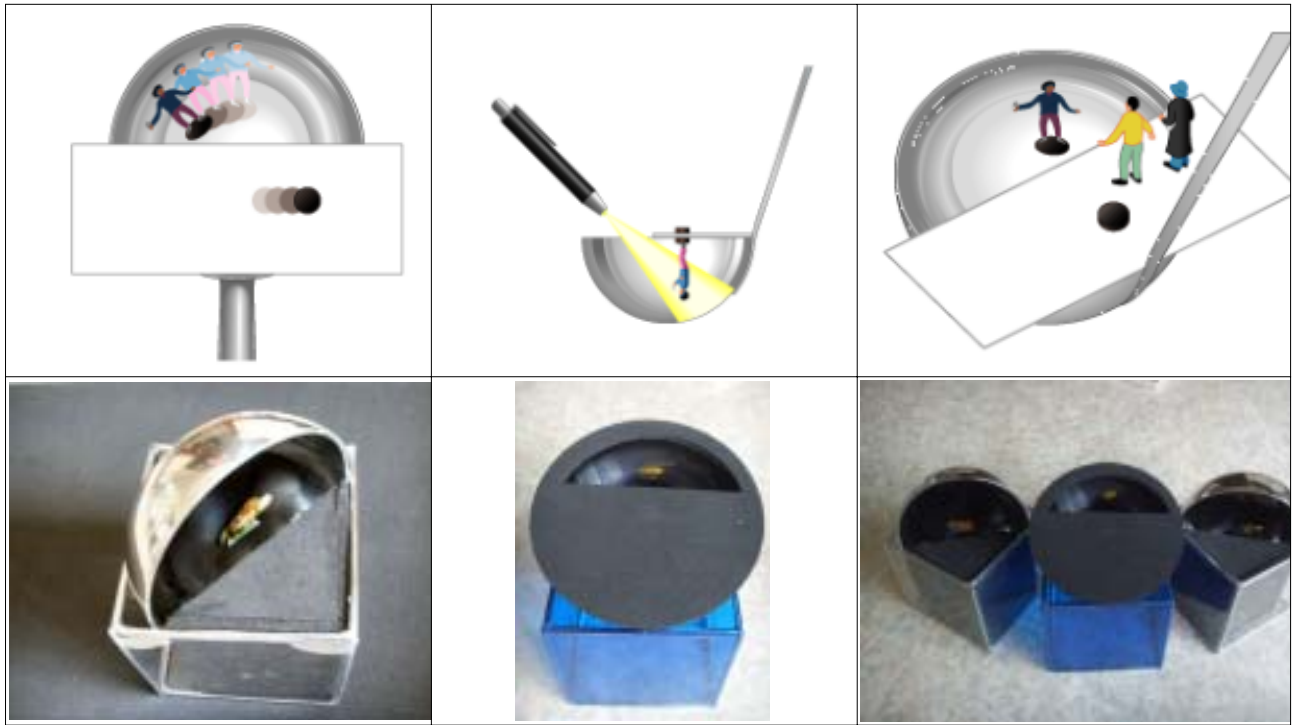
2. 준비

오목거울(또는 오목거울 대응 그릇), OHP용 프레넬 렌즈, 그 외 소품들

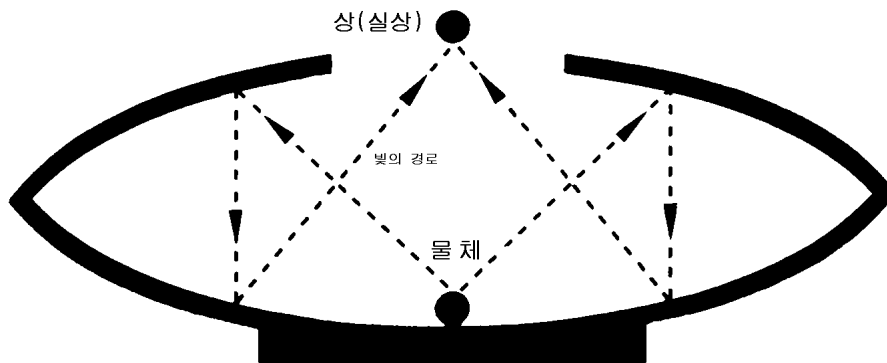
3. 과정 및 결과

- 1) 오목거울에 의한 상(거울 1개 사용)





2) 오목거울에 의한 상(거울 2개 사용 : Mirage)



3) 볼록렌즈에 의한 상



4. 고찰 토의

1) 오목거울에 의한 실상

실상이란 실제로 맺힌 상이므로 실상이 맺히는 곳에 트레이싱 페이퍼를 대면 트레이싱 페이퍼에 상이 맺히는 것을 볼 수 있다. 그러나 트레이싱 페이퍼가 없어도 공중에 실상이 맺혀있으므로 우리가 실상을 보면 입체로 상이 공중에 떠 있는 것으로 보이게 된다.

흔히 학생들을 가르칠 때, 실상은 뒤집히고(도립) 허상은 바로 서 있다고(정립) 배운다. 예를 들면, 평면거울이나 볼록거울에서 나타나는 허상이 모두 정립이고, 오목거울 때에도 초점 거리 안에 물체가 있을 때 생기는 허상은 정립상이다. 또 오목렌즈를 통해 보는 허상도 모두 정립상이고, 볼록렌즈를 물체 가까이 대고 크게 확대하여 볼 때 나타난 허상도 정립이다. 마찬가지로 오목거울의 초점 거리 밖에 물체가 있을 때 나타나는 실상은 도립상이고, 볼록렌즈를 물체로부터 멀리 두고 렌즈를 통해서 본 실상도 도립상이다. 그렇다면, 항상 실상은 도립상이고 허상은 정립상일까? 그러나 상하가 뒤집히지 않는 실상도 있다.

2) 볼록렌즈에 의한 실상

볼록렌즈를 물체에 가까이 하면서 물체를 보면 확대된 상을 볼 수 있다. 이 경우에는 물체가 볼록렌즈의 초점 거리 안에 있는 경우이고, 확대된 상은 허상으로 렌즈의 뒤쪽에 생긴다. 이 때 렌즈로부터 물체가 멀어질수록 허상의 크기는 점점 커진다.

볼록렌즈에 의한 실상의 크기는 물체의 위치에 따라 다르다. 즉 물체가 초점 거리에 있을 때에는 상이 생기지 않으며, 초점 거리와 초점 거리의 2배 사이에 있을 때에는 실상이 물체 크기보다 더 크며, 물체가 초점 거리의 2배 거리에 있을 때에는 실상이 물체 크기와 같고, 물체가 초점 거리 2배 이상의 거리에 있을 때에는 실상이 물체의 크기보다 작다. 일반적으로 물체가 초점 거리와 초점 거리 2배 사이에 있는 경우가 환등기에서 큰 실상을 만드는 경우이고, 물체가 초점 거리 2배 이상의 위치에 있는 경우가 사진기에서 작은 실상을 만드는 경우이다.

그러나, 실상과 허상이 각각 렌즈의 앞과 뒤에 생긴다는 것을 많은 학생들은 실감하지 못한다. 특히, 실상의 경우에도 렌즈 뒤에 상이 있다고 보는 경우가 많다. 실제 실상을 보기 위해서는 g렌즈의 앞에 트레이싱 페이퍼를 놓으면 실제로 상이 맺히는 것을 알 수 있다. 즉, 트레이싱 페이퍼가 없어도 바로 그 자리에 실상이 맺혀 있는 것이다. 이 효과를 보기 위해 위의 활동3)을 만든 것이다. 특히 이 장치는 매우 큰 볼록렌즈(OHP용

프레넬렌즈)를 사용하였기 때문에 공중에 맺힌 실상을 입체로 볼 수 있다.

Ⅲ. 교수학습 시사점

많은 학생들이 거울이나 렌즈에 의해 만들어지는 상에 대하여 이해가 부족할 실정이다. 평면거울에 의한 상에 대해 상하는 바뀌지 않지만 좌우는 바뀐다는 오개념을 가지고 있다. 또한 오목거울에 의한 실상이 거울 뒤에 있다고 잘못 생각하거나 혹은 작도에 의해서만 실상과 허상을 생각하지 실제로 관찰에 의한 실상과 허상의 차이를 느끼지 못하기도 한다.

이 실험들은 여러 가지 거울과 렌즈를 통해서 실상과 허상을 관찰해보고, 여러 가지 상의 특징을 조사해 봄으로써, 학생들의 거울과 렌즈에 의한 상에 대한 개념을 올바르게 인식시키는데 도움이 될 수 있을 것이다.

Ⅳ. 참고문헌

1. 청소년을 위한 과학 제전(일명 동경과학축전) 자료집(2006, 2007)
2. 보면서 생각하는 물리시범, 박종원 지음, 전남대학교출판부(1997)
3. 새로운 물리탐구의 세계, 박종원·이강길 지음, 청문각(2005)

3 가

(, , kkh7843@chol.com)

.
() 가 . (2
) ()

1.

가

1)

2)

가

2.

5 (,

1.

1)

가 :

- 1. - (가 #4000), ()
- 2. - (,), , ,
- 3. - 500ml 400cc , 0.2g 가
- 4. 5 .
- 5. - 0.6%() 가 5
- 6. , 0.6%() 가
- 7. 5 .
- 8. - ,
- 9. 24 .
- 10. - 24 가 가 ,

11. 가 .

- : (, 39)

2) () 가 : 가
(, , DEHP)

- () : 가

* : , :
* % 0.0001%

- () : 가
* % 10%
*

- : DEHP(Di-EthylHexyl Phthalate):

* DEHP % 0.001%

* DEHP : (R-3603)

3) 가

: ,

- ,
- ,
- ,

2.

1) 650nm ()

2) [1]

3) (+) [2]



그림 31 레이저 평행 장치대



그림 32 (+)레이저 장치대

1. 가 (-DEHP)

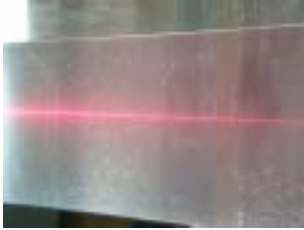


그림 33 광원 1개 사용



그림 34 광원 (+) 사용

2. .



그림 35 볼록렌즈 경로 실험



그림 36 오목렌즈 경로 실험

3. .

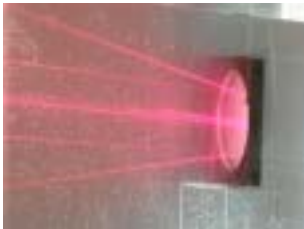


그림 37 볼록거울 경로 실험

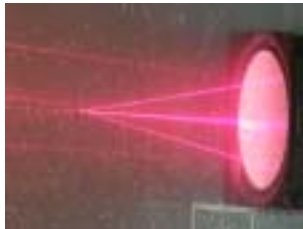


그림 38 오목거울 경로 실험

1.

가

2.

, ,

(3)

가

3.

가

4.

가

5.

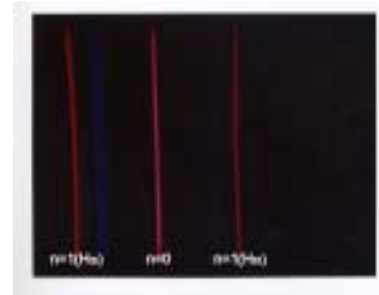
태양관측용 H_α 필터의 특성에 관한 연구

엄태호(강원과학교육연구회, 양구중학교, saegil@paran.com)

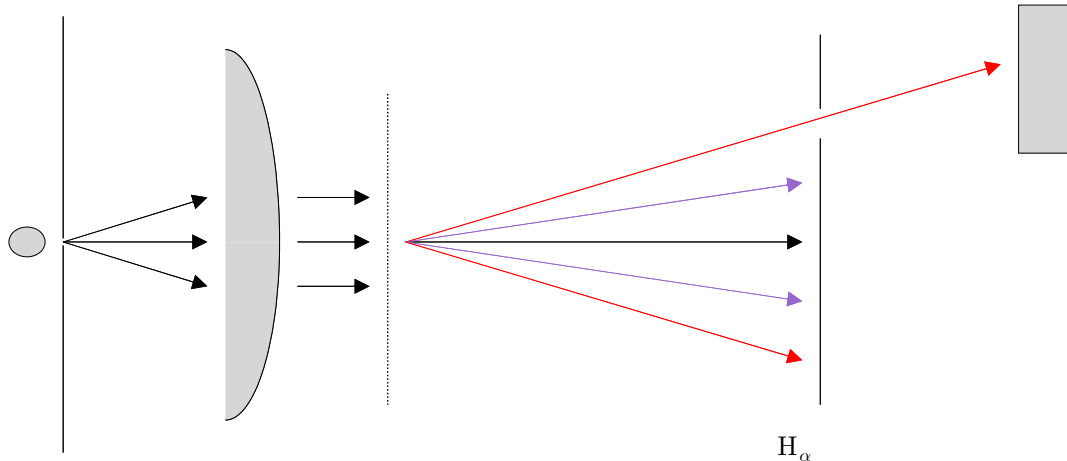
1. 연구의 동기

태양관측용 H_α 필터는 태양의 홍염을 관찰하기 위한 필터이다. 홍염은 태양의 가장자리에 보이는 불꽃 모양의 가스이다. 이 불꽃의 주성분은 수소원자로 붉은 빛의 H_α 선을 강하게 방출한다. 따라서 656.3nm의 H_α 선만을 투과시키는 필터를 사용해야 홍염의 모습을 관찰할 수 있다.

수소스펙트럼을 회절격자로 관찰하다가 즉석필름에 스펙트럼선을 노출시켜 보았을 때 검붉은색의 H_α 선을 확인할 수 있었다. 이 H_α 선을 슬라이드필름에 노출시켜 H_α 선만을 부과시킬 수 있다면 저렴한 가격으로 H_α 필터를 제작할 수 있을 것으로 생각되어 작품을 연구하게 되었다.



2. 필터 제작의 기본 설계



광원으로부터 나온 빛을 회절격자로 분산시킨 후 H_α 선만을 슬릿으로 뽑아내어 카메라의 슬라이드필름에 직접 노광시키는 구조를 설계하였다. 빛을 분산시키는 회절격자는 1mm에 300개의 슬릿을 가진 것을 이용하였다. 이 회절격자를 이용하여 분산시킬 때 H_α 선은 11.4°에서 나타난다.

3. 필터제작 시스템의 제작

가. 카메라 이송장치 및 필름 와인더 장치

카메라의 이송장치는 전산볼트를 마이크로프로세서로 속력이 조절되는 스텝모터로 회전시켜 카메라가 이동할 수 있게 하였고 포토인터럽트스위치를 이용하여 방향을 전환할 수 있게 제작하였다. 스텝모터의 구동은 1/16스텝각을 조절할 수 있는 마이크로스텝 모터드라이버칩이 장착된 스텝모터드라이버를 사용하였다. 모터의 제어는 베이직언어로 프로그래밍이 가능한 마이크로프로세서 CUBLOC과 LCD디스플레이가 내장된 큐터치(CuTouch)를 사용하였다.



나. 어둠상자의 제작

슬릿을 통하여 들어오는 광원을 평행광선으로 만들기 위하여 초점거리 30mm의 집광렌즈를 이용하였고, 회절격자를 이용하여 빛을 분산 시킨 후 카메라에 빛을 노광시킬 수 있는 구조로 제작하였다.



4. 태양관측용 H α 필터의 제작

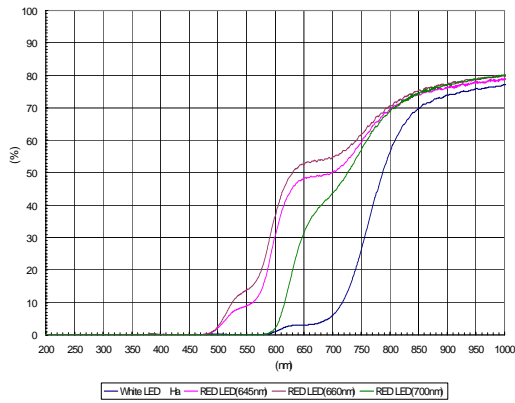
제작된 필터제작시스템을 이용하여 수소스펙트럼관에서 H α 선만을 노광시킨 경우는 빛의 양이 너무 적어 필름에 노광이 되지 않았다. 따라서 다음과 같이 LED를 광원으로 이용하여 필름형 필터를 제작하였고, 제작된 필름형 필터는 52mm규격의 카메라렌즈용 필터셀에 장착하여 실험을 진행하였다.



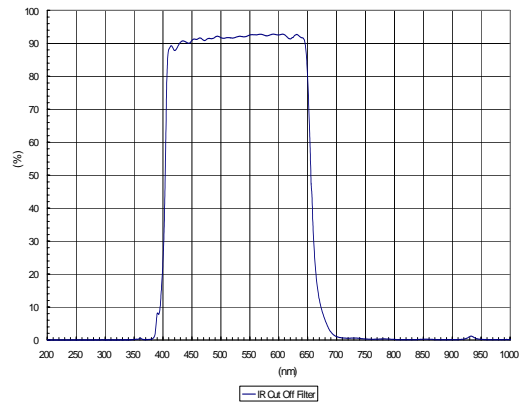
- ① 고휘도 백색 LED광원의 H α 선부근
- ② 고휘도 적색 LED($\lambda_p = 645\text{nm}$)광원
- ③ 고휘도 적색 LED($\lambda_p = 660\text{nm}$)광원
- ④ 적색 LED($\lambda_p = 700\text{nm}$)광원

5. 제작된 필터의 분광테스트

제작된 필름형 필터들의 투과율을 UV/VIS Spectrometer(HP8453)을 이용하여 투과율을 테스트한 결과는 다음 그림의 (가)와 같다.

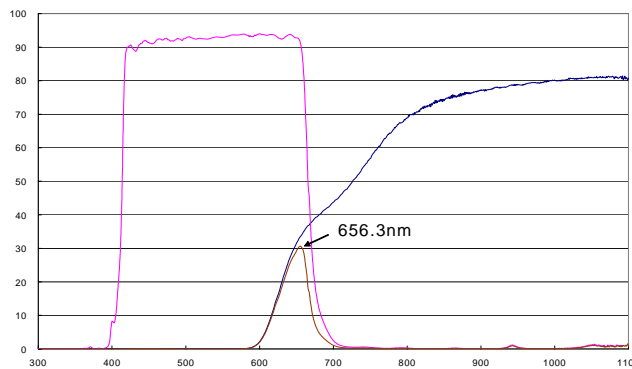


(가)



()

모든 필터에서 700nm이상의 적외선을 모두 통과시키는 것으로 조사되어 700nm이상의 적외선을 차단하는 필터가 필요함을 알 수 있었다. 적외선 차단필터(그림 (나))를 적색 LED($\lambda_p = 700\text{nm}$)광원을 이용하여 만든 필터와 조합하여 테스트한 결과는 그림 (다)와 같이 $\lambda_p = 656.3\text{nm}$ 에서 최대값을 이루는 필터를 완성하였다.



()

6. 태양 촬영의 결과

제작된 필름형 필터를 이용하여 태양을 촬영한 결과, 태양에서 나오는 빛의 세기가 너무 강해 제작된 필터만으로는 사진촬영이 어려워 빛의 세기를 감소시킬 방법으로 편광 필터 2개를 조합하여 편광필터를 회전시켜 빛의 양을 조절할 수 있게 하였고, 홍염이 촬영된 결과는 다음 사진과 같고 광구부분을 제거후 홍염부분을 강조한 사진은 아래와 같다.



부가적으로 필름형 필터를 제거하고 적외선차단필터와 편광필터 2개의 조합을 이용하면 오른쪽 사진과 같이 가시광선으로 본 태양의 모습도 촬영할 수 있음을 알게 되었다.



7. 보완할 사항

사진 촬영의 결과 명확한 홍염의 모습을 확인하기는 어려웠다. 그 이유로는 제작된 필터가 H_{α} 선 부근의 빛만을 통과시키는 것이 아닌 붉은색 부분을 많이 투과시켜 미약한 홍염의 빛을 뚜렷하게 보이지 않게 하고, 필름의 입자에 의해 빛이 확산되어 명확한 상이 나타나지 않은 것으로 파악된다. 이를 해결할 방법으로는 패브리-페로 에타론(Fabry-Perot etalon)을 이용하여 좁은 대역폭의 H_{α} 선 부근의 빛만을 통과시킬 수 있는 방법을 현재 설계하고 있다. 현재 설계단계에 있는 에타론과 제작된 필름형 필터를 조합했을 때의 시뮬레이션 결과는 다음 그림과 같으며, 이 조합을 사용할 경우 좁은 대역폭($\delta\lambda = 6\text{nm}$)의 H_{α} 필터를 제작할 수 있을 것으로 생각된다.



Fabry Perot Etalon

