안전한 실험활동 길잡이 (1)

과목명	과학탐구실험	출판사	천재교육
단원명	Ⅰ. 역사 속의 과학 탐구		
교육과정 탐구활동	파스퇴르의 생물속생설 도출 과정 검토하기		
실험제목	파스퇴르의 백조 목 플라스크 실험 따라 하기		
준비물	■길이 10cm 정도의 유리관 □실리콘 마개 □실리콘 관 □철사 ■250mL 삼각 플라스크 2개 ■우유 100mL □끓임쪽 ■실험실 전용 가스버너 □스탠드 □집게 □보안경 □면장갑		
유사 안전 사고 사례	• ○○○학생이 실험 중 스탠드에 집게가 제대로 고정되지 않아 온도계와 유리관이 떨어져 파손되는 바람에 손이 다치는 사고가 발생하였다. • ○○○교사가 실험을 준비하기 위해 에탄올을 둥근 바닥 플라스크에 넣고 가열을 하던 중 에탄올 증기의 압력이 크게 증가하면서 플라스크가 깨져 유리 파편이 튀는 사고 있었다.		
실험 기구 사용 방법	• 유리 기구 사용할 때 3가지 원칙 1. 깨지거나 금이 간 유리 기구는 사용하지 않는다. 2. 유리 기구는 유리와 반응하지 않는 물질에만 사용한다. 3. 유리 기구는 맨 손으로 만지지 않는다.		
안전 수업 내용	• 파스퇴르의 생물 속생설 : https://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20111030_00047 • 파스퇴르의 플라스크 : https://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20140423_A0009		
유의 사항	1. 우유 대신 고기즙이나 효모 추출액 등을 사용하여 실험할 수 있고, 육수를 이용할 수도 있다. 마른 멸치 또는 양파를 넣은 후 육수가 충분히 우러나올 때까지 끓인다. 멸치 대신 멸치 국물내기 티백을 이용해도 된다. 2. 둥근 플라스크 입구를 가열하여 S자형(백조 목 모양)으로 만들기가 어렵고, 바닥에 넘어지기 쉬운 둥근 플라스크를 대신하여 삼각 플라스크를 사용하고 실리콘 관에 철사를 넣어 S자로 구부린다. 철사를 자르고 구부리는 과정에서 안전사고가 나지 않도록 주의한다. 3. 플라스크 목과 실리콘 관의 연결 부위를 수증기가 새지 않도록 랩으로 밀봉하는 등 세밀한 작업도 추가할 수 있다. 우유를 끓일 때 실리콘 마개 사이로 수증기가 새어 나오는지를 통해 밀봉 상태를 확인할 수 있다. 4. 철사를 넣은 실리콘 관을 충분히 S자 모양으로 구부려 플라스크 속 우유를 끓이고 식히는 과정에서 물방울이 고일 수 있도록 한다. 실험실 전용 가스버너를 사용할 때는 불에 타기 쉬운 종이나 비닐 등을 멀리 두고 환기를 잘 시킨다. 불을 피운 상태에서 가스버너를 옮기는 일은 절대 없도록 한다. 5. 학교나 과학실 어느 공간에서 4일 정도를 안전하게 보관하고 관찰할지 장소를 확보해둔다.		
폐기물	□ 우유 : 폐유기물 용액통에 보관한 후 위탁 처리한다.		

교과서 탐구활동



02

파스퇴르 실험
따라 하기

준비물

☐ 길이 10 cm 정도의 유리관 ☐ 실리콘 마개 ☐ 실리콘 관 ☐ 철사 ☐ 250 mL 삼각 플라스크 2개
☐ 우유 200 mL ☐ 끓임쪽 ☐ 실험실 전용 가스버너 ☐ 스탠드 ☐ 집게 ☐ 보안경 ☐ 면장갑

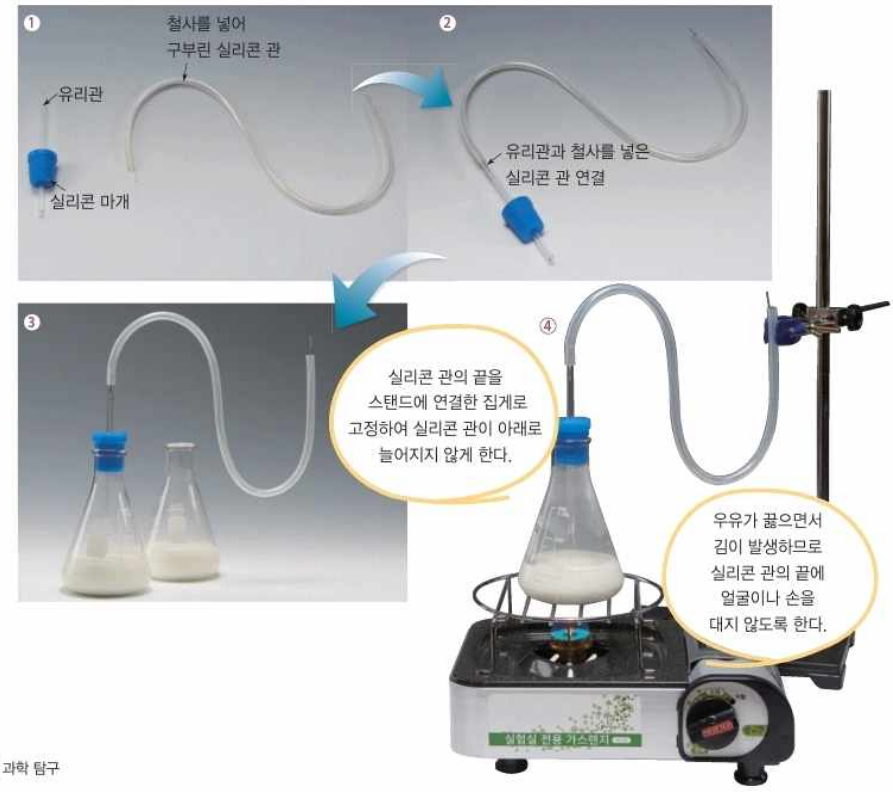
실험 과정

1 실리콘 마개에 유리관을 꽂고, 실리콘 관에 철사를 넣어 S자로 구부린다.

2 유리관과 철사를 넣어 구부린 실리콘 관을 연결한다.

3 두 개의 삼각 플라스크에 각각 우유 100 mL와 끓임쪽을 넣은 후, 하나의 플라스크에만 과정 2에서 만든 마개를 꽂는다.

4 두 삼각 플라스크를 각각 실험실 전용 가스버너로 가열한다. 우유가 끓기 시작하면 2분 후 불을 끈다.



참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 주의점

■ 실험실 전용 가스버너(랩 버너)



1. 환기가 잘 되는 곳에서 사용하고 불에 타기 쉬운 물건은 멀리 두며, 불을 피운 상태에서 옮기는 것은 매우 위험하다.
2. 여러 개 가스버너를 나란히 놓고 사용하거나 삼발이보다 과도하게 큰 기구를 사용하면 폭발사고의 위험이 있다. 알루미늄 호일을 감은 석쇠나 조리 기구를 조리하는 것도 피해야 한다.
3. 휴대용 부탄캔을 화기와 멀리하고, 다 쓴 부탄캔은 안전하게 폐기한다.

4. 부탄캔 사용 안전 수칙

가. 화기 주위나 뜨거운 곳에 부탄캔 방치 금지 : 자외선이 강한 곳이나 화기 주변에 부탄캔을 보관하면 가스가 팽창하여 폭발의 위험이 있다.

나. 부탄캔 가열 금지 : 겨울에는 부탄가스의 화력이 떨어질 수도 있으나 이를 뜨거운 물로 데우거나 화기로 가열해서는 절대 안된다.

다. 부탄캔 잔여 가스 확인 후 분리수거하기 : 가스버너에서 가스가 잘 나오지 않는다고 해서 부탄캔 속 잔여 가스를 모두 사용했다고 생각하면 안 된다. 환기가 잘 되는 곳에서 바람을 등지고 바닥에 노즐을 꾹 누르면 캔 속의 잔여 가스가 배출된다. 가스 빠지는 소리가 나지 않을 때까지 바닥에 누른 뒤 송곳 등으로 캔에 구멍을 내고 분리수거함에 버리면 안전하다.

5. 유사 안전사고 사례

가. 2014년 여수 ○○초등학교 바자회 먹거리에서 요리를 하던 중 석쇠에 감은 **알루미늄 호일의 복사열**로 인해 부탄캔이 폭발된 사고 (2014.11.8. MBC뉴스)

나. 2012년 마포 ○○대학교 축제 현장에서 닭꼬치를 굽기 위해 **3대의 이동식 부탄연소기를 병렬로 설치**하여 사용하는 도중 부탄캔이 폭발한 사고 (2012.5.22. 한국가스안전공사 가스사고현황)

■ 삼각 플라스크

1. 삼각 플라스크는 모두 내열 기구를 사용함으로써 가열할 때 안전사고를 예방한다.
2. 몸통이 삼각형인 플라스크를 말한다. 옆면에 눈금이 그려져 있어 부피 측정이 가능하기도 하지만 부정확하므로 가능하면 안 쓰는 게 좋다. 모양이 삼각형이라는 점만 빼면 비커와 아주 비슷하다. 그냥 비커의 윗면이 좁아진 거라 보면 된다. 따라서 용액을 떨어뜨려도 주변에 튀지 않는 장점이 있다.
3. 가열 및 교반용으로 쓰인다. 가열용으로는 둥근 플라스크가 더 낫지만 가열하면서 교반을 같이 해야 할 경우에는 삼각 플라스크를 쓴다. 이는 자기장으로 법랑 재질의 교반기를 회전시키면서 가열을 함께 할 수 있는 실험실용 핫플레이트가 있기 때문이다. 하지만 장시간 고열을 가하면 둥근 플라스크보다 더 잘 깨진다는 단점이 있다. 특히 증발시켜서 기체를 포집하는 용도로는 매우 부적절하다. 단, 상온에서 서서히 증발시키면서 기체를 포집하는 경우에는 안정적으로 더 잘 서 있기 때문에 삼각 플라스크가 더 낫다.

■ 우유 외 사용 가능한 용액

1. 고기즙(파스퇴르가 실험한 재료, 미래엔, 동아출판 교과서)
2. 효모 추출액, 멸치 또는 양파 육수

[생각해보기] 완전 멸균(121℃로 15분)을 해야 정확한 실험 결과가 나오는데, 전열기 혹은 가스버너로 끓이는 방법으로 완전 멸균이 되지 않을 경우는 어떻게 해결할 수 있을까?

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 안전사고 사례 및 원인

1. 한 학생이 유리관에 고무관을 끼우다 유리관이 깨지면서 손가락이 심하게 베어 신경이 끊어지는 사고 발생
2. 유리 막대로 고체를 녹일 때 격렬하게 젓다가 비커가 깨지면서 손가락이 다치는 일 발생

   ☞ 사례 1, 2 원인 : 유리 기구 사용 부주의
3. 한 학교에서 액체의 열에 의한 대류 실험 중 시험관이 깨지는 사고 발생.

   ☞ 원인 : 교사의 지도에 따라 실험을 진행했는데도 시험관이 깨졌다. 다행히 다친 학생은 없었지만, 교사는 원인을 알지 못해 당황했다. 왜 이런 일이 일어난 것일까? 보통 유리로 된 시험관을 가열해 발생한 사고였다. 시험관 가열 실험을 하다보면 시험관 아래쪽이 깨지는 사고가 빈번히 발생한다. 이를 막기 위해서는 유리 기구 점검이 필요한데, 먼저 내열 유리인지 확인해야 한다. 내열 유리는 보통 유리에 비해 기계적 강도가 높을 뿐 아니라 연화 온도가 높고 열팽창 정도가 작아서 온도의 급변에도 견딜 수 있다. 집기병과 부피 플라스크는 일반적으로 가열 실험에 사용하지 않는다.
4. 핫플레이트로 인한 화상 및 옆에 방치했던 스틸렌, 톨루엔 등 가연 시약에 불이 붙는 화재 사고 발생

   ☞ 원인 : 핫플레이트의 전원을 끈 상태였으나 남아있는 잔열
5. ○○중학교에 재학 중인 ○○○은 과학실에서 토끼풀 광합성 실험을 하던 중 바람이 불어 교실 창문을 닫고 장시간 가열하던 중 석면망에서 발생하는 유독물질로 눈이 따가워 앞, 뒷문을 열고 계속 가열하다가 담당교사가 알코올을 보충하던 중 때마침 불어온 바람에 불이 확산되면서 얼굴 화상을 입은 사고가 발생하였다.

   ☞ 원인 및 고찰 : 좁고 밀폐된 공간에서 장시간 가열함으로써 발생하는 유독물질이 눈을 따갑게 하므로 바람이 직접 불지 않는 복도 창문을 열어 놓아야 하며, 알코올을 보충할 경우는 사고에 대비하여 항상 주의하여야 한다. 과학 실험실에서는 사전에 사고에 대한 안전교육이 선행되어야 할 것이고 사고에 대비해 물수건 및 진화 장비를 갖춘 상태에서 수업에 임해야 한다.

■ 파스퇴르의 백조 목 플라스크 실험

기원전 6세기 그리스 밀레토스의 아낙시만드로스는 생물은 축축한 진흙에 햇빛이 비칠 때 우연히 발생한다고 주장해 '자연발생설'의 효시가 됐다. 그 후 약 2000년 동안 간단한 생명체의 자연 발생을 부정하는 사람들은 거의 없었다.

17세기에 실험을 근거로 자연발생설에 도전장을 낸 사람은 이탈리아 의사 **레디**였다. 그는 1668년 플라스크 2개에 고기를 넣고 한쪽은 천으로 된 망을 씌우고 다른 쪽은 그대로 뒀다. 며칠 뒤 망을 치지 않은 플라스크에는 구더기가 생겼으나 망을 친 플라스크에는 구더기가 생기지 않았다. 이것을 보고 레디는 생물은 반드시 생물에서만 발생한다는 '생물속생설'을 발표했다. 그러나 네덜란드의 **레우벤후크**는 현미경으로 다양한 미생물을 관찰하면서 유기물을 오랫동안 공기와 접촉시켜 두면 새로운 미생물이 발생하는 것을 발견했다. 그는 미생물처럼 단순한 생물은 자연 발생한다고 믿었다. 18세기에도 자연발생설은 끈질기게 영향력을 행사했다. 1745년 영국의 존 **니덤**은 양고기즙을 끓여 플라스크에 넣고 코르크 마개로 입구를 막은 뒤 플라스크를 통째로 뜨거운 재 속에 넣어 플라스크 속의 공기를 멸균했다. 얼마 지난 뒤 그는 플라스크 안의 양고기즙에 미생물이 존재하는 것을 현미경으로 확인했다. 이로부터 그는 미생물이 자연발생할 수 있다고 주장했다. 이에 대해 1765년 이탈리아의 **스팔란차니**는 니덤이 실험할 때 충분히 멸균시키지 않았다며 자연발생설을 배격했다. 자신의 실험에서 충분히 끓인 양고기즙을 플라스크의 유리를 녹여 완전히 밀폐시켰을 때는 미생물이 생기지

않았지만 조금 끓여 마개를 느슨하게 막았을 때는 미생물이 발생했기 때문이다. 스팔란차니는 생물은 생물에서만 발생하며, 잠깐 끓이는 것으로는 죽지 않는 미생물이 있다고 주장했다. 하지만 니덤은 스팔란차니가 양고기즙을 지나치게 가열해 양고기즙의 생명력이 파괴됐고 공기도 변질돼 미생물이 발생할 수 없게 된 것이라고 다시 반박했다.

자연발생설을 항복시킨 인물은 19세기 **파스퇴르**였다. 그는 '싸움'을 시작하기 전 이미 효소 연구를 통해 화학자로 상당한 명성을 얻고 있었다. 발효가 미생물이 관여하는 과정임을 밝혔고, 발효를 위한 최적의 조건을 알아내 맥주, 식초, 포도주, 알코올 산업에 중요한 정보를 제공했다. 1860년 2월 파스퇴르는 공기를 여과해 찌꺼기를 모아서 현미경으로 조사했다. 그는 영양액에서 왕성하게 자라는 미생물들과 매우 유사한 작은 입자들이 그 찌꺼기 속에 존재한다는 것을 발견했다. 미생물은 공기 중에 존재하는 것이 분명했다. 그는 먼지에 섞인 미생물이 공기를 통해 영양액 속에 들어가 번식한다고 생각했지만 이를 입증하기 위해서는 추가적인 실험이 필요했다.

파스퇴르는 설탕을 넣은 효모액을 플라스크에 넣어 몇 분간 끓였다. 그리고 달군 백금 관을 통과시켜 무균 상태로 만든 공기를 플라스크에 주입한 뒤 밀봉해 28~30℃로 유지했을 때 효모액에는 아무런 변화가 생기지 않는 것을 확인했다. 하지만 이 효모액에 공기에서 걸러낸 먼지를 주입하자 2~3일 만에 미생물이 번식했다. 이로부터 파스퇴르는 공기를 타고 들어오는 미생물이 먼지 속에 들어 있는 미생물과 같은 것임을 보일 수 있었다. 이제 공기 속의 먼지가 미생물을 옮기는 것이지 공기 자체는 아무 혐의가 없다는 것을 밝혀야 했다. 이를 위해 파스퇴르가 생각해낸 실험은 매우 간단했다.

그는 설탕을 넣은 효모액을 여러 유리 플라스크에 담고 그중 몇 개는 플라스크의 목을 가열해 지름 1~2mm 정도로 백조의 목처럼 S자 모양의 길고 가는 곡선으로 늘렸다. 그리고 백조목 플라스크 속의 효모액을 몇 분간 끓여 멸균시킨 뒤 플라스크의 목을 통해 공기가 자유롭게 이동할 수 있게 놔뒀다. 단순해 보이는 이 실험의 결과는 결정적이었다. 백조목 플라스크에서는 미생물이 전혀 자라지 않은 반면 곧은 목의 일반 플라스크에서는 미생물이 왕성하게 번식했다. 또 백조 목의 굽은 목을 잘라내면 며칠 뒤 그 플라스크에서도 미생물이 번식했다. 백조목 플라스크에서는 공기가 자유롭게 이동하는 반면 먼지는 백조 목에 고인 물에 걸려 효모액에 도달하지 못하지만 곧은 목에서는 도달할 수 있었던 것이다. 이 실험을 근거로 파스퇴르는 공기를 타고 들어갈 수 있는 모든 기체와 유체, 전기, 자기, 오존 또는 다른 미확인 매체 중 어떤 것도 미생물 발생의 원인이 될 수 없으며 먼지 속에 들어 있는 미생물만이 다른 미생물의 번식을 유발할 수 있다고 주장했다.

이후 파스퇴르는 설탕물 대신 소변과 우유로 영양액을 바꿔 실험했다. 이 두 물질은 보통 공기 중에서는 매우 쉽게 변질된다. 파스퇴르는 소변을 백조목 플라스크 안에서 가열하면 부패하기 쉬운 상온에서도 쉽게 부패되지 않는 것을 확인했다. 우유를 사용했을 때에는 끓이는 시간을 늘릴수록 우유의 응고가 일어나는 플라스크의 수가 줄어드는 것을 발견했다. 110~120℃까지 온도를 높여 가열하면 백조목 플라스크 속에서 우유는 전혀 응고하지 않았다.

파스퇴르는 자연발생설을 반박하는 또 다른 유명한 실험을 했다. 만약 공기가 자연 발생을 일으키는 핵심 요인이라면 어느 곳의 공기를 통과시키든 영양액에는 같은 양의 미생물이 생겨야 한다. 파리천문대 돔 안에서 채취한 공기는 고등사범학교의 파스퇴르 실험실에서 채취한 것보다 미생물을 적게 발생시켰다. 쥐라 고원 기슭에서 채취한 공기는 20개의 플라스크 중 8개에서 미생물을 발생시킨 반면 해발 850m 고지대에서 채취한 공기는 20개 중 5개에서만 미생물을 발생시켰고, 2000m 높이의 몽탕베르 빙하에서 채취한 공기는 단 1개에서만 미생물을 발생시켰다.

그는 1861년 5월 이 결과를 파리 화학회에서 발표했는데, 그의 논문은 그간 자연발생설에 관한 연구를 정리하는 한편 자연발생설을 논증적으로 배격했다. 이 논문이 자연발생설에 관한 모든 논쟁을 종식시키지는 않았지만 자연발생설의 퇴치를 위한 '노르망디 상륙작전'이었던 것은 틀림없다. 특히 파스퇴르의 백조목 플라스크 실험이 자연발생설의 배격에 결정적인 실험으로 인정받을 수 있었던 데는 자신의 주장을 옹호하기에 적합한 실험 조건을 면밀히 검토해 실험을 설계하고 수행한 뒤 그것으로 자신의 주장을 효과적으로 논증하는 파스퇴르의 수완이 상당히 큰 역할을 했다고 볼 수 있다.

파스퇴르는 루이 파스퇴르는 1822년 프랑스 동부의 쥐라산맥에 있는 '돌'이라는 작은 마을에서 무두장이의 둘째 아들로 태어났다. 중학교에서 초기 성적은 평균보다 약간 나은 편이었지만 학문적 열정을 일깨운 교장 선생님 덕분에 곧 학교의 모든 상을 휩쓸었다. 1842년 당시 최고학교였던 고등사범학교 입학시험에서 합격생 22명 중 15위를 하자 입학을 포기하고 이듬해 다시 시험을 치러 4위로 입학했고, 뛰어난 성적으로 화학과 물리학 박사학위를 받고 졸업했다. 1849년부터 스트라스부르대, 릴대, 고등사범학교, 소르본대 교수를 거쳐 1888년 자신이 설립한 파스퇴르연구소에서 1895년 생을 마감할 때까지 학생들을 가르치며 연구했다.

[재현실험]

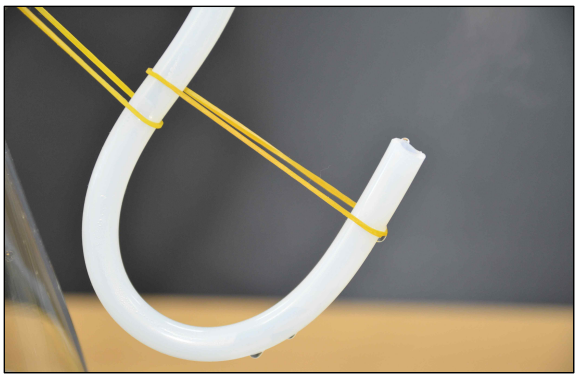
파리의 파스퇴르연구소는 예전 파스퇴르연구소 건물을 박물관으로 바꿔 대중에게 개방하고 있다. 박물관에는 파스퇴르가 자연발생설을 배격하기 위해 만들었던 여러 개의 백조목 플라스크가 진열돼 있는데, 그 속의 영양액은 파스퇴르가 넣은 지 145년이 지난 지금까지 멸균 상태를 유지하고 있다고 한다. 백조목 플라스크 실험은 실험실에서 쉽게 재현할 수 있다. 단 설탕을 넣은 효모액 대신 다른 영양액을 쓸 경우에는 더 오랫동안 끓여줘야 하며 이는 파스퇴르 본인이 실험으로 확인하기도 했다. 1861년 파스퇴르가 자연발생설을 반박하자 그에 대한 반론은 계속됐다. 예를 들어 펠릭스 푸셰는 건초 추출물을 영양액으로 사용했다.

이 안에는 열에 잘 견디는 바실루스가 들어 있었기 때문에 푸셰와 그의 동조자들의 실험 결과는 파스퇴르와 다를 수밖에 없었다. 파스퇴르 자신도 어떤 곰팡이 포자는 건조 상태에서 120~125℃로 1시간씩 가열해도 죽지 않는다는 것을 확인했다. 1876년이 돼서야 영국의 존 틴들이 건초 추출액 속에 들어 있는 내열 바실루스를 찾아내 파스퇴르의 손을 들어줬다. (출처: 과학동아 2005년 8호, 구자현 교수)

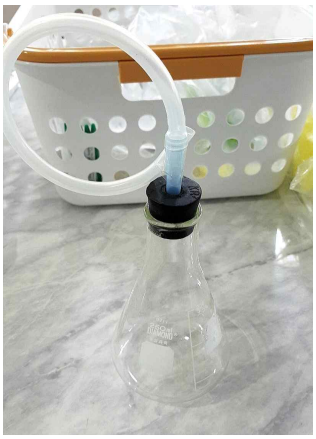
참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

■ S자형 관 재현의 다양한 모습

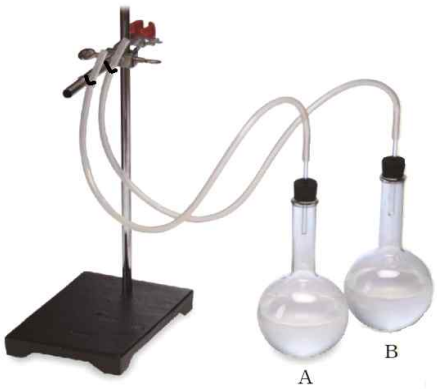
1. ㄱ자 또는 I자 유리관을 꽂은 실리콘 마개로 삼각 플라스크를 막은 후 실리콘 관을 고무줄을 이용하여 S자로 모양으로 만든다. (출처: 경기도융합과학교육원 통합과학&과학탐구실험 연계 수업자료)

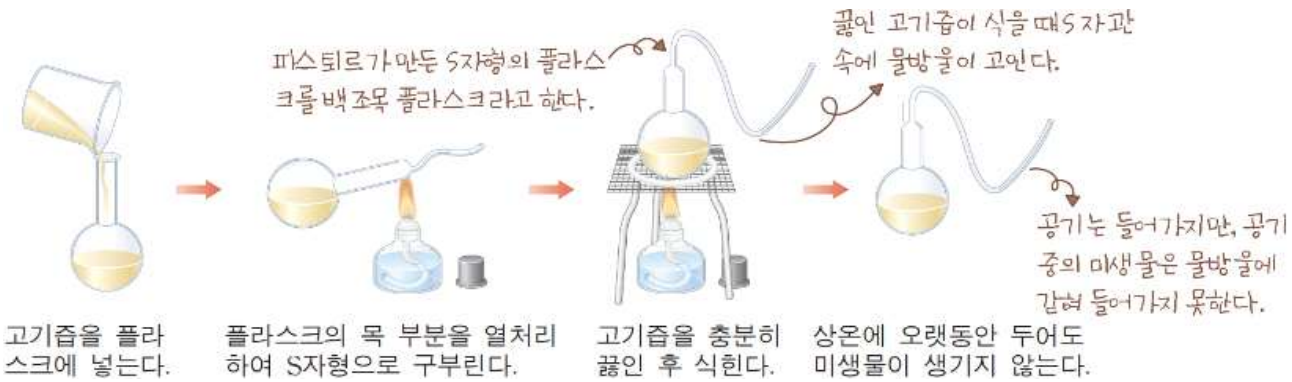
2. 실리콘 관이 연결된 고무마개를 끼우고 실리콘 관이 O자형이 되도록 구부려 간단히 스카치테이프로 고정한다. (출처: 광주중앙고 백종희 수석교사)



3. 실리콘 관이 연결된 고무마개를 끼우고 실리콘 관이 S자형이 되도록 구부려 끝부분을 클램프에 가는 철사로 묶어 고정한다. (출처: 미래엔 교과서)



4. 둥근 플라스크의 목 부분을 열처리하여 S자형으로 구부린다.



안전한 실험활동 길잡이 (2)

과목명	과학탐구실험	출판사	금성출판사
단원명	Ⅱ. 생활 속의 과학탐구		
교육과정 탐구활동	생활 주변에서 탐구 가능한 질문을 찾아서 탐구 수행하기		
실험제목	우리주변에는 어떤 천연 항생 물질이 있을까?		
준비물	■탐구대상 균주 ■LB배지 □증류수 □에탄올 □전자저울 ■고압증기멸균기 □거름종이 □비커 □삼각플라스크 □핀셋 □수조 ■페트리접시 □알루미늄호일 □스프레이 □네임펜 □보안경 □면장갑 □실험용 고무장갑 □실험복		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 2009년 대구 수성구 모 고교 집단 식중독 증세 원인 '장독소성 대장균' 뉴스매체 : 경상매일신문 이영균 기자 사건개요 : 대구 수성구 모 고등학교 집단 식중독 사고 원인은 '장독소성 대장균'인 것으로 밝혀졌다. 4월 24일 대구 수성구보건소에 따르면 대구시보건환경연구원 등과 함께 설사, 복통 등을 호소한 학생과 조리종사자 100여명의 가검물에 대한 역학조사를 벌인 결과, 59명(학생 53명, 조리종사자 6명)이 장독소성 대장균에 감염된 것으로 확인됐다고 밝혔다.		
실험 기구 사용 방법	· 대장균 배양 배지인 액체 LB배지를 삼각플라스크에 준비한다. · 액체 LB배지에 대장균 분말을 넣는다. · 삼각플라스크의 입구를 알루미늄 호일로 밀폐하고 진탕 배양기에서 37℃ 200Rpm으로 16시간 진탕 배양한다.		
안전 수업 내용	http://m.ksmnews.co.kr/view.php?part_idx=274&idx=115834&list_type=0#09HR (고등학교 식중독 사고)		
유의 사항	시약		
	· 대장균을 먹을 경우 보통 건강한 사람에겐 해가 없으나, 면역력이 저하된 환자의 경우 대장균의 종류에 따라서 질환을 일으킬 수 있다. 여행지에서 자주 일어나는 설사에도 영향이 있다. · KCTC생물자원센터에서 분양받을 수 있는 Bio Safety Level 1 실험실용 Wild type 대장균(KCTC No. 1116)은 인체에 해가 없는 Strain이지만 실험실에는 Clean bench 또는 그에 상응하는 장치가 필요하다. · 대장균이 오염되는 것을 막기 위한 장치와 준비도 필요하다. · 실험과정에서 대장균 분말을 흡입하지 않도록 한다. 대장균이 폐로 들어가면 호흡기 질환을 일으킬 수 있으며 드문 경우 폐렴을 일으킬 수 있다. · 취급 방법 : 마스크와 보안경을 착용하고 클린벤치(clean bench)내에서 실험한다.		
	클린벤치(Clean Bench) 사용 : 감염우려가 없도록 멸균작업에 유의하여 실험한다.		
폐기물	□ 실험 후 배지 및 균주 : 멸균 봉지에 봉하여 의료폐기물(학교보건실 폐기물)로 지정하여 처리한다. □ 실험 후 페트리접시 : 멸균 봉지에 봉하여 의료폐기물 전용 용기에 담아 처리한다.		

교과서 탐구활동

탐구 3 식물 추출물에 항생 물질이 들어 있는지 확인하기

탐구 목표 탐구 대상 식물에서 추출물을 얻고, 이 추출물에 항생 물질이 들어 있는지 확인할 수 있다.

실험하기

핫플레이트
내부의 열선에 전기가 흐르면서 금속판을 가열하는 장치이다.

☑ 준비물
- ☑ 탐구 대상 식물
- ☑ 전자저울
- ☑ 수조
- ☑ 보안경
- ☑ 식빵
- ☑ 거름종이
- ☑ 페트리 접시
- ☑ 면장갑
- ☑ 증류수
- ☑ 비커
- ☑ 칼
- ☑ 실험용 고무장갑
- ☑ 에탄올
- ☑ 깔때기
- ☑ 초시계
- ☑ 실험복
- ☑ 전열 기구
- ☑ 핀셋
- ☑ 네임펜

❶ 탐구 대상 식물에서 추출물을 얻을 부위(재료)를 각각 5 g과 10 g씩 준비해 두자.

❷ 증류수 50 mL가 들어 있는 비커 2 개에 재료 5 g과 10 g을 각각 넣고 같은 시간 동안 가열하여 추출물 A와 B를 얻자.



- 재료의 양을 서로 다르게 하여 추출물 A와 B를 얻는 까닭을 서술해 보자.

❸ 추출물 A와 B를 식힌 후 거름종이로 재료를 걸러 내자.

❹ 같은 크기로 자른 식빵 조각 3 개를 준비해 두자.

도움말 식빵은 방부제가 적게 들어간 제품을 사용하는 것이 좋다.

❺ 같은 양의 증류수, 추출물 A, 추출물 B가 들어 있는 페트리 접시에 식빵 조각을 각각 5 초 동안 담갔다가 꺼내자.



도움말 동일한 실험 장치를 여러 개 만들어 실험하면 더 정확한 결과를 얻을 수 있다.

- 식빵 조각을 증류수에 담그는 까닭을 서술해 보자.

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 고압증기멸균기(Autoclave)

1. 고압증기멸균기라 하며 고온과 고압으로 대량의 배지 또는 실험기구를 멸균하는데 이용하는 기기이다. 121℃에서 1.5기압의 압력으로 15분 정도 작동한다.



가. 사용 전 체크 사항

(1) 압력 밸브 손잡이를 오른쪽으로 끝까지 돌려 잠가졌는지 확인한다.

(2) 증류수를 바스켓 바로 밑까지 충분히 채웠는지 확인한다.

(3) 물질의 MSDS를 확인해 보아 휘발성이 있는 물질은 폭발의 위험이 있으므로 사용하지 않는다.

(4) Autoclave를 사용하여 멸균할 액체는 끓어 넘치는 것을 대비해 액체의 부피보다 4~5배 큰 용기를 사용한다. 보통은 배지 멸균용으로 500mL삼각플라스크를 많이 사용한다.

나. 사용 후 관리방법

(1) 가동 후 압력 밸브를 풀고 압력 게이지가 충분히 떨어진 후 뚜껑을 연다.

(2) 실험 횟수에 따라 주기적으로 내부를 청소한다.

(3) 1차 증류수 이외의 수돗물, 생리식염수, 정수기물 등의 액체 사용은 고장의 원인이 된다.

(가) 220V 전원선을 연결하고 뒤쪽의 차단기를 올리면 전원이 들어온다.

(나) 핸들을 왼쪽으로 돌려 뚜껑을 연다.

(다) 바스켓은 멸균할 대상을 올려놓는 그릇이고 히터 커버는 히터를 보호해주는 역할을 한다.

(라) 밑에 보이는 돌돌 말려 있는 달팽이 히터가 잠길 정도로 증류수를 채운다.

(마) 두 숫자 중에 아래 121℃가 멸균온도이고 위에 5.8℃가 현재 물 온도이다. 멸균기가 작동되면 물 온도가 서서히 올라가게 된다.

(바) 바스켓 안에 내용물을 올려놓고 통 안에 넣는다.

(사) 뚜껑을 닫고 핸들을 시계방향으로 꽉 조이게 되면 준비 완료이다.

(아) START 버튼을 2초간 눌러주면 멸균 시작이다.



(자) START 부분과 OUT TIMER 부분에 램프가 들어오면 이상없이 작동되고 있는 상태이다. P.V (현재온도)가 121℃로 올라간 후 압력계의 수치가 1.2로 올라간다. 그때부터 15분간 멸균 후 종료된다.

(차) 종료되면 부저가 자동으로 울리면서 스팀이 빠지게 된다. 압력이 다 빠지면 압력계에 눈금이 0으로 돌아오고 그때 압력밸브를 열어 내용물을 꺼내면 된다.

■ 클린벤치(Clean Bench)

1. 세포배양이나 조직배양과 같이 무균조작이 요구되는 경우, 위험도가 높은 병원체를 다룰 때 병원체가 오염되거나 주변을 오염시키는 것을 막기 위해서 사용하는 장비로, 앞에 앉은 작업자 방향으로 필터를 거친 무균상태의 바람이 나오는 장치이다.



가. 사용 전 체크 사항

(1) 클린벤치의 천장에 설치된 헤파 필터(HEPA Filter)의 사용 기한과 사용 기간을 체크한다.

(2) HEPA Filter는 보통 1년에 한번, 최소 2년에 한번 씩 교환한다.

나. 사용 후 관리 방법

(1) 가동 후 UV살균등을 켜 놓아 남아있는 균을 제거한다.

(2) 클린벤치 석션(suction)기의 고무호스가 너무 끈적하면 H_2SO_4와 수돗물(Tap water)를 2:1로 혼합한 세척액(Cleaning solution)으로 세척하고 그 상태에서 수돗물로 다시 세척한 다음 증류수(D.W.)에 담가두었다가 말려서 사용한다.

(3) 클린벤치 안에는 실험 기자재나 약품을 보관하지 않는다.

(가) 오른쪽의 전원을 켠다.

(나) 벤치 내에 미리 침입했을 수 있는 균을 제거하기 위해 UV살균등을 2~3분 정도 작동 후 끈다.

(다) 형광등을 켠다.

(라) 시작과 끝에는 항상 클린벤치 내부에 소독용 에탄올(70%)을 분무기로 뿌린다.

(마) 팔이 들어갈 정도로만 문을 위로 살짝 열고 알코올이 담긴 분무기를 밖으로 꺼낸다.

(바) 클린벤치 밖에서 손 소독을 하고 클린벤치 내로 손을 넣는다.(다시 밖으로 빼지 않는다)

(사) 작업할 때는 클린벤치 앞 유리를 최대한 내려서 작업자의 비말이나 호흡으로 오염되는 것을 막는다.

(아) 실험기구들을 적절한 위치에 배치한다.

(자) 환풍기가 있는 경우 작동시킨다.

(차) 알코올램프에 점화한다.

(카) 램프 불꽃에 핀셋과 메스를 충분히 소독하고 작업한다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 오염된 로메인 상추 먹고 5명 사망...'이콜라이' 대장균 비상

- 2018.06.02. 스포츠경향 강주일 기자



<로메인 상추>

- 미국에서 병원성 대장균(이콜라이·E.Coli)에 오염된 로메인 상추로 인한 사망자가 5명으로 늘어나며 사태가 확산하고 있다. 현지 보건 당국 관계자들은 최근 오염된 로메인 상추로 인한 첫 사망자가 나온 데 이어 4명이 추가로 사망한 것으로 안다고 1일(현지시간) 밝혔다고 연합뉴스가 2일 보도했다.
미 질병통제예방센터(CDC)는 지난달 캘리포니아의 한 주민이 오염된 로메인 상추를 먹고 사망했다고 밝힌 바 있다. 추가 사망자는 아칸소와 뉴욕에서 각 1명, 미네소타에서 2명이 나왔다. 병원성 대장균 감염환자도 25명 추가돼 35개 주에서 197명으로 늘어났고, 최소 89명이 입원했다.
미국에서는 지난 3월 말부터 이콜라이에 오염된 로메인 상추 때문에 초비상이 걸렸다. CDC는 환자가 속출하자 지난달 '미리 썰어 판매되는 로메인 상추 포장제품'을 폐기토록 한 데 이어 모든 유형의 로메인 상추 섭취를 중단하라고 권고하는 등 이례적으로 강도 높은 조치로 대응하고 있다.
미국에서 생산·유통되는 녹색 채소의 90% 이상은 캘리포니아와 애리조나 주에서 재배된다. 애리조나 주 남동부 유마 지역의 한 농장이 의심을 받는 가운데 최소 20여 개의 농장이 당국의 조사를 받고 있다. 오염원은 아직 정확히 규명되지 않았다.
대장균은 대체로 인체에 해가 없으나, 이번 사태의 원인인 쉬가 독소(Shiga toxin)를 생성하는 장 출혈성 대장균 '이콜라이 O157:H7'은 2~8일의 잠복기를 거쳐 복통·구토·피 섞인 설사를 부르는 등 다른 세균보다 심각한 증세를 유발한다.
이번 파동은 비슷한 종류의 대장균 오염 시금치로 전국에서 200여 명의 환자가 발생한 지난 2006년 이후 최대 규모의 식중독 발병이다.

· 원문보기:
- http://sports.khan.co.kr/bizlife/sk_index.html?art_id=201806021536003&sec_id=560101&pt=nv#csidxc6616c47297023cbb1a27487eba1c02
· 사진출처
- https://www.walmart.ca/en/ip/lettuce-romaine-sold-in-singles/6000194230868

■ 생물실험 관련 폐기물 처리시 필요한 용기

의료 폐기물은 소속 시청에 서류(폐기물 처리계획 확인증명서)를 제출하고 학교 보건실 폐기물로 지정 처리한다.

1. 용기명 : 의료폐기물 전용용기(플라스틱통)

가. 동물사체, 조직, 혈액오염물, 생화학물 등을 처리하는 전용 플라스틱 용기이다.

나. 용기는 10L 대형용기와 3호-5L, 2호-2L 등이 있으나 적은 용량 두가지를 많이 사용한다.

다. 1년 단위로 계약을 하며 월 5kg에 75,000원이다. 무게를 추가하면 1kg당 4,500원이다.

라. 부패와 오염의 위험 때문에 업체에서 2주에 1회씩 자주 수거해 간다.



2. 용기명 : 의료폐기물 전용용기(종이박스)

알코올 솜, 거즈, 1회용 장갑, 마스크, 페트리디쉬 등 1회용품을 처리하는 29L 전용 종이박스 용기이다.



<29L 전용 용기>



<사용 예>

· 미국 '대장균 로메인 상추' 파동 확산 5명 사망 기사
 - http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2018/06/02/0200000000AKR20180602027900009.HTML?input=1179m
· KCTC생물자원센터
 - http://kctc.kribb.re.kr/kctc.aspx
· 의료폐기물 수거업체
 - ㈜뉴그린환경, ㈜대산기업, ㈜ 상우환경, CmC, 다솜환경산업, 동하산업(주), 두만산업위생공사, 메디코리아, 메디코연합, 메디그린, 보광환경(주), 삼우그린 등
· 의료폐기물 중간처분업체
 - ㈜스테리싸이클코리아, ㈜엔비텍코리아 등

■ 실험실에서 사용하는 대장균

1. 대장균은 그람음성의 간균으로서 절반 이상의 균이 운동성이 있고 Lactose를 분해하는 대표적인 장내 세균이다.
2. 대장균은 현재 항원 구조에 따라서 154가지의 균체 표면 O항원과 89가지의 K(캡슐)항원 그리고 49가지의 H(편모) 항원으로 분류 기준을 정하고 있다.
3. 실험실에서 사용하는 대장균은 Group A에 속하는 K-12 계열과 B 계열이다.

가. Group A(K12 strain)

(1) MG1655 : 가장 연구가 많이 된 3종의 대장균 중 하나이다. 번식속도가 빠르고 유전자도 다 알려져서 실험실에서 주로 쓰인다.

(2) DB3.1 : DNA를 붙일 때 사용하는 빈 벡터를 이 strain에 넣는다.

(3) DH5α : Plasmid DNA가 없으며, 항생제 내성이 없는 종이다. 형질전환(Bacterial Transformation)에 특화되어 있으며 40~60kB의 대형 플라스미드 형질전환에 효율이 좋다.

나. Group A(B strain)

(가) BL21(DE3) : Protease 활성을 억제시켜 놓은 것이다. 여기에 T7 RNA polymerase를 삽입한 것이다.

■ 대장균 관련 질병

1. 대장균 식중독

가. 대장균이 식중독을 일으킬 수도 있는데, 쉬가 독소(Shiga toxin)를 생산하는 대장균(E.coli, STEC)이라 불리는 대장균은 해마다 약 176,000 건의 식중독을 일으킨다. 이 중 약 36%는 O157:H7이라는 특정 균주 때문이다.



O157:H7

2. 대장균 감염증

가. 박테리아가 요로감염(UTI)을 일으킬 수 있다. 대장균은 모든 UTI의 85% 이상을 차지하고 있다.

나. 대장균이 폐로 들어가면 호흡기 질환을 일으킬 수 있으며 드문 경우 폐렴을 일으킬 수 있다.

3. 대장균 장 감염의 후유증

휴식과 많은 물로 대부분의 건강한 성인들은 일주일 이내에 대장균 감염으로부터 회복되지만 설사와 구토로 인해 잃어버린 액체를 보충하지 않으면 탈수 증상이 나타날 수 있다. 심한 탈수는 현기증, 정신착란, 빠른 심장 박동, 심장 및 신장 문제를 포함하여 더 심각한 건강 문제를 초래할 수 있다.

· O157:H7 사진 출처
- https://www.nature.com/articles/srep19806/figures/2

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	토양미생물 관찰 실험 – petrifilm 사용하기
목표	petrifilm으로 토양미생물을 관찰하고 동정할 수 있다.
준비물	D.W.(증류수), 50mL Conical Tube 3개, 여과지, 스포이트, petrifilm(대장균, 대장균군), 식물뿌리 근처의 토양 시료, 실리콘 장갑
실험 하기	**토양미생물 관찰실험** ① 물이 담긴 50mL Conical Tube 2개에 준비한 토양 시료 20mL씩 각각 넣는다. ② Tube를 1분간 흔들어 잘 섞어준다. ③ 여과지를 2번 접어 깔때기를 만들어 새 Conical Tube에 꽂는다. ④ ①의 액체를 ③의 Tube에 조금씩 부어 여과시킨다. ⑤ ④의 액체 15ml 를 준비하고 petrifilm에 라벨링을 한다. ⑥ 라벨이 적힌 petrifilm을 조심히 열고, 스포이트로 여과된 액체 1ml를 각각 떨어뜨린다. ⑦ Petrifilm을 덮는다. ⑧ 겔이 만들어 질 때까지 1분간 기다렸다가 35±1℃에서 24±48시간 배양한다. - 대장균은 푸른색으로 염색되며 기체방울이 붙어있다. (대장균은 대사산물인 Glucuronidase가 배지 내의 염색지시약과 반응하여 균체를 푸른색으로 염색시키며, 대사과정에서 CO_2를 발생시켜 균체 가장자리에 기체방울을 만든다.) - 기타 대장균군은 기체방울이 붙어있는 붉은색 군체를 형성한다. - 유의할 점 1. 실험 전에 실리콘 장갑을 낀다. 2. 식물 뿌리에 근접한 흙으로 준비한다. 3. petrifilm 표면을 손으로 만지지 않도록 한다. 4. 실험용 시약과 용액을 다룰 때에는 주의한다.(눈과 피부에 닿지 않도록 하고, 삼키지 않도록 한다.) 

안전한 실험활동 길잡이 (3)

<table>
<tr><td>과목명</td><td colspan="2">과학탐구실험</td><td>출판사</td><td>비상교육</td></tr>
<tr><td>단원명</td><td colspan="4">Ⅱ. 생활 속의 과학탐구</td></tr>
<tr><td>교육과정
탐구활동</td><td colspan="4">3. 생활 주변에서 탐구 가능한 질문을 찾아서 탐구 수행하기</td></tr>
<tr><td>실험제목</td><td colspan="4">가공육을 먹을 때 아질산나트륨의 섭취량을 줄이는 방법 찾기</td></tr>
<tr><td>준비물</td><td colspan="4">□가공육 □아질산염 검출 시약 □아질산 이온의 농도 측정키트 □비커 □바이알병
■스포이트 ■핫플레이트 □실험용 고무장갑 ■핀셋 □온도계
□내열 장갑 □초시계 □실험복 □마스크 ■칼 □보안경</td></tr>
<tr><td>유사
안전
사고
사례</td><td colspan="4">기사 : 보호구 없이 실험하던 KAIST 학생, 플라스크 터져 안면부 부상…실험실 사고 76%는 '안전 불감증
뉴스매체 : 동아사이언스
사건개요 : 이달 7일 대전 유성구 KAIST 화학과 실험실에서 대학원생 1명이 부상을 입는 사고가 발생. 실험 도중 플라스크 안에 담겨 있던 유기화합물이 폭발하면서 깨진 유리 파편이 손과 팔, 얼굴, 가슴 등에 박힌 것이다. 당시 학생은 처음 다루는 물질을 위험성도 제대로 인지하지 못한 채 혼자 실험에 임한 것으로 확인됐다. 실험용 후드의 가림막도 충분히 전개돼 있지 않았고 실험복과 장갑은 물론 보안경도 쓰지 않은 상태였다.</td></tr>
<tr><td>실험
기구
사용
방법</td><td colspan="4">· 가공육을 크기가 같게 4조각으로 자른다.
· 3조각의 가공육을 상온, 60℃, 100℃ 이상의 온도로 구분하여 바이알병 속에 10분 동안 담가두고 나머지 1조각의 경우, 100℃ 이상의 물에서 5분 동안 담가둔다.
· 바이알병 4개에 각각 가공육을 우려낸 물을 아질산염 검출시약 및 농도 측정키트를 활용해 아질산 이온의 농도를 구한다.</td></tr>
<tr><td>안전
수업
내용</td><td colspan="4">· 실험실 물리적·화학적 화상 대응 요령
https://youtu.be/QHFWDBIVeBk</td></tr>
<tr><td rowspan="4">유의
사항</td><td colspan="2">시약</td><td colspan="2">MSDS</td></tr>
<tr><td rowspan="3">아질
산염
검출
시약</td><td>■ 1,8-나프탈렌다이아민 : 바늘 모양 결정(에탄올-물에서 재결정). 녹는점 66.5℃. 에탄올, 에테르, 뜨거운 물에 녹는다. 승화성이 있다. 염화철(Ⅲ)을 작용시키면 갈색 침전을 생성한다.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>■ 염산 : 실험실 시약으로 일반적으로 사용되는 부식성 강산으로 진한 염산의 경우, 염화수소를 36% 함유하고 있다. 실험실에서 사용하는 염산은 묽은 염산으로 염화수소의 농도가 매우 낮으며 그렇다하더라도 피부나 눈에 염산이 닿게 된다면 피부조직 상실 및 실명이 될 가능성이 높다.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>■ 설파닐아미드 : 약물, 항균성 물질로 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있다. 장기적인 영향에 의해 수생동물에게 유독한 영향을 미칠 수 있다. 취급 시 개인 보호구를 착용하고 밀폐공간에서는 공기공급식 송기마스크 착용한다. (면 마스크, 일방적인 방독 마스크 사용금지)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">■ 아질산나트륨 : 아질산나트륨은 공기 중에 노출되면 산화되어 질산나트륨을 생성한다. 질산나트륨의 경우, 유해성 및 위험성 분류에서 눈에 직접적인 자극이 있는 경우, 심각한 눈 손상이 가능하다. 실험 중 가공육을 높은 온도에 중탕하여 얻어진 아질산나트륨이 질산나트륨으로 산화되기 때문에 보안경을 반드시 착용해야 한다.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>폐기물</td><td colspan="4">■ 염산 : 다량의 물에 희석시키거나 묽은 염산과 묽은 수산화 나트륨 용액을 서로 조금씩 섞어 중성으로 만든 후 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다.</td></tr>
</table>

교과서 탐구활동

활동 2 가공육을 먹을 때 아질산 나트륨의 섭취량을 줄이는 방법 찾기

준비물 가공육(햄, 소시지 등), 아질산염 검출 시약 ❶, 아질산염 검출 시약 ❷, 아질산 이온의 농도 측정 카드, 비커, 바이알병, 스포이트, 핀셋, 온도계, 가열 기구, 칼, 보안경, 실험용 고무장갑, 내열 장갑

안전하게 활동하기
- 손을 베이지 않게 주의한다.
- 화상을 입지 않게 주의한다.
- 실험 후 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

1. 가공육을 크기가 같게 4조각으로 자른다.
2. 다음과 같은 조건으로 실험 Ⅰ ~ Ⅳ를 각각 수행한다. 물의 양은 가공육이 잠길 정도로 같게 맞춘다.

실험	조건
Ⅰ	실온의 물을 비커에 넣고 가공육을 10분 동안 담가 둔다.
Ⅱ	60 ℃ 물을 비커에 넣고 가공육을 10분 동안 담가 둔다.
Ⅲ	끓는 물을 비커에 넣고 가공육을 5분 동안 담가 둔다.
Ⅳ	끓는 물을 비커에 넣고 가공육을 10분 동안 담가 둔다.

3. 바이알병 4개에 가공육을 우려낸 물을 5 mL씩 넣는다.

   주의 가공육을 우려낸 물을 실온에서 충분히 식힌 후 실험한다.

4. 과정 3의 바이알병에 아질산염 검출 시약 ❶을 7방울씩 떨어뜨려 잘 흔들고, 10초 후 아질산염 검출 시약 ❷를 7방울씩 떨어뜨려 잘 흔든다.
5. 용액의 색이 변하면 용액의 색과 측정 카드를 비교하여 가공육을 우려낸 물에 들어 있는 아질산 이온(NO_2^-)의 농도를 구한다.

실험	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
아질산 이온의 농도(mg/L)				







참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 핫플레이트

- 절대 알루미늄 호일 등으로 플레이트를 덮지 않는다. 과열로 인한 심각한 장비의 손상을 초래할 수 있다.
- 반드시 실내에서 작동하여야 하고, 실내온도 5℃~35℃ 사이의 온도를 유지한다. 허용범위를 넘는 환경에서의 장기간 사용은 고장의 원인이 된다.
- 락카 및 페인트 등 인화성 스프레이나 휘발성, 인화성 약품 및 그 유사품은 제품 가까이에서 사용하면 안 된다. 스위치의 불꽃 등으로 인화하여 발화의 원인이 된다.
- 제품에 직접 물을 뿌리거나 물로 씻지 않는다. 이는 감전의 원인이 될 수 있다. 젖은 손으로 전원플러그 등 전기부품 등을 만지지 않는다. 햇빛이 지속적으로 비추는 곳이나 비를 맞을 수 있는 곳에서의 사용을 금한다. 이는 기기의 과열이나 전기적 결함을 발생할 수 있다.
- 핫플레이트의 표면 온도가 350℃까지 상승하므로 화상에 주의해야 한다.
- 전원코드에 상처를 내거나 가공 또는 억지로 구부리거나 잡아당기거나 묶거나 하면 안 된다. 또한 전원코드에 무거운 것을 올려놓거나 끼워 놓으면 코드가 파손되어 화재 및 감전의 원인이 될 수 있다.
- 전원플러그를 뽑을 때에는 플러그를 잡아야 한다. 코드를 잡아 당겨 빼면 코드내부선의 일부가 끊어져 발열 및 발화의 원인이 된다. 장기간 사용하지 않는 경우에는 안전을 위해 전원플러그를 콘센트에서 빼주어야 한다. 먼지가 쌓여 발열 및 발화의 원인이 된다.

■ 스포이트

- 끝을 가늘게 만든 유리관 위쪽에 고무 뚜껑을 씌운 것으로 액체를 빨아들이거나 한 방울씩 떨어뜨리는 데 쓰인다. 3개의 손가락으로 유리관을 쥐고, 엄지손가락과 집게손가락으로 고무 뚜껑을 눌러 사용한다.
- 사용 후에는 물로 속을 씻어낸 후 깨끗한 시험관에 세워 보관한다.

■ 핀셋

- 핀셋의 끝을 언제나 깨끗이 닦아 두고 사용한 후 더러워지면 곧 물로 씻고 마른 수건으로 닦아 놓는다.

■ 칼

- 다른 사람에게 칼날이 보인 상태로 절대 건네주지 않는다. 항상 칼의 손잡이 부분부터 건네준다.

■ 아질산나트륨 검출시약 구입 시 유의사항

- 실험 키트 구입 후 실험할 경우 혼합용액의 구성 성분을 명확하게 알기 어려움.
- 실험 키트의 주성분인 시약을 개별 구매하여 실험할 경우 유해 시약의 경우 학교에서 실험에 사용할 것임을 밝히고 사업자등록증을 제출함.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

1. '1급' 아니라 '1군' 발암물질

WHO는 이번 발표에서 전세계 10개국 22명의 전문가가 800여건에 달하는 방대한 문헌을 분석한 근거로 소시지, 햄, 베이컨 등 가공육을 1군 발암물질(Group1)로 지정했다. 1군 발암물질에는 석면·벤젠·벤조피렌 등 맹독성 유해물질 이외에도 담배·술·햇빛·자외선·미세먼지 등이 포함되어 있다. 같은 음식 중엔 젓갈도 몇 년 전 이름을 올렸다.

1군 발암물질의 분류 기준은 뭘까. IARC는 수많은 연구 문헌을 바탕으로 발암물질을 1군부터 4군까지 나눈다. 최성희 식품안전정보원 본부장은 "발암물질의 상관성이 얼마만큼 증명됐느냐가 판단 기준"이라며 "발암성이 과학적으로 입증된 것은 1군, 의심이 강하게 드는 군은 연구 근거 정도에 따라 2A군과 2B군, 위험성이 약하다면 3군과 4군으로 분류한다"고 설명했다. 일부 언론에서는 이를 '1급 발암물질'로 칭했는데, 전문가들은 '1군 발암물질'로 정정해야 한다고 지적했다. WHO가 '발암물질'이라고 급(grade)을 매겨 위해 정도를 평가한 게 아니라 '발암 가능성이 증명된' 군(group)을 분류한 것임에도 과장된 공포가 조장될 수 있기 때문이다.

고광석 이화여대 식품영양학과 교수는 "공기 중 미세먼지도 1군에 속하지만 일상적인 활동을 하지 않느냐"며 "발암 가능성이 증명됐다고 해서 모두 암에 걸리는 게 아니라 섭취 양과 횟수가 중요하므로 적당한 수준의 섭취는 문제가 없다"고 전했다.

국제암연구소(IARC) 발암성물질 분류		
그룹	정의	해석
Group 1	인체 발암성 물질	인체에 대한 충분한 발암성 근거 있음
Group 2A	인체 발암성 예측/추정물질	실험동물에 대한 발암성 근거는 충분하지만 사람에 대한 근거는 제한적임
Group 2B	인체 발암성 가능 물질	실험동물에 대한 발암성 근거는 충분하지 못하며, 사람에 대한 근거 역시 제한적임
Group 3	인체 발암성 미분류 물질	실험동물에 대한 발암성 근거가 제한적이거나 부적당하고 사람에 대한 근거 역시 부적당함
Group 4	인체 비발암성 추정 물질	동물, 사람 공통적으로 발암성에 대한 근거가 없다는 연구 결과

2. 맛있는 햄, 무엇이 문제인가

WHO는 "매일 50g의 가공육을 먹으면 직장암에 걸릴 위험이 18%로 높아지고, 붉은 고기는 매일 100g을 먹으면 직장암에 걸릴 위험이 17% 증가한다"고 경고했다. 하지만 가공육 제조에 쓰이는 보존제 등 첨가물이 문제인지 육류 자체가 문제인지 등 구체적인 원인과 데이터는 발표하지 않아 혼란이 가중되고 있다.

전문가들에 따르면, 가공육에 제기된 문제는 크게 식품첨가물, 염분, 조리법 등이 있다. WHO의 발표 이후 가공육의 식품첨가물인 '아질산나트륨' 유해 논란이 거세지만 지켜봐야 할 문제다. 아질산나트륨은 발

색 및 식중독을 억제하는 첨가물인데, 단백질속 '아민'과 결합해 강력한 발암물질인 '니트로사민'을 생성할 위험이 있다. 하지만 아질산나트륨은 소량을 사용할 경우 식중독균 등 미생물번식을 억제, 식품의 보관을 용이하게 해 꾸준히 사용되고 있다.
백형희 단국대 식품공학과 교수는 "가공육 속 아질산나트륨을 가열하면 니트로사민이 나오는데 니트로사민은 이미 WHO에서 2군 발암물질로 분류돼 그간 아질산나트륨의 유해 가능성이 제기 됐던 것이지 새롭게 유해성이 입증된 게 아니다"며 "가공육의 위험성은 복합적인 요인이 작용한 것이어서 아질산나트륨만의 문제로 보긴 어렵다"고 말했다.

3. 햄도 고기도 '조리법'이 문제?

WHO는 이번 발표에서 가공육과 육류의 조리법에 대한 조언을 했다. IARC는 "바비큐나 프라이팬에서 요리할 때처럼 높은 온도나 직접 뜨거운 불판과 불꽃에 접촉하면서 조리하면 다환방향족탄화수소(PAHs·벤조피렌 등)나 헤테로사이클릭아민 등 암을 유발하는 성분이 생성된다"면서도 "요리방법과 암 유발의 상관관계에 대해서는 결론을 내릴 만큼의 충분한 자료가 없다"고 했다.
어쨌든, 문제는 조리법인 셈이다. 발암 의심 화학물질은 고기를 조리하는 과정에서 형성되기 때문이다. 고 교수는 "고기가 불에 타면 단백질이나 아미노산이 변성을 일으켜 헤테로사이클릭아민이 생기고, 고기를 구울 때 기름이 불꽃에 떨어져 불완전 연소가 일어나면 까만 연기가 고기에 붙는 데 이때 벤조피렌이 생긴다"며 "베이컨을 기름에 튀기듯이 구워 먹거나 스테이크나 삼겹살을 불에 태워 먹는 게 좋지 않은 조리법"이라고 말했다.
'가공육과 고기를 얼마나 먹어야 안전할까'라는 궁금증을 해소하는 데는 시간이 필요할 것으로 보인다. 세계암연구재단(World Cancer Research Fund)은 매주 붉은 고기 요리 섭취를 500g (혹은 생고기로 700g)으로 제한할 것을 권한 바 있다. 우리나라 식품의약품안전처는 WHO의 발표 이후 한국인의 식생활을 고려한 가이드라인을 내놓겠다고 밝혔다.

4. "대장암 예방의 시작은 균형 잡힌 식단"

WHO가 근거 자료로 삼은 논문처럼 육식과 대장·직장암과의 관련 위험성은 꾸준히 제기되어왔다. 김진 고려대학교 안암병원 대장항문외과장은 "대장암의 위험 요인 가운데 하나가 육류 과다섭취"라며 "붉은 고기에 들어있는 철분의 일종인 헴철(Heme iron)이 장 점막에서 유전자 변화를 일으켜 암이 발생하게 되는데, 대장은 소화된 음식이 지나가고 머무는 장소여서 헴철이나 헤테로사이클릭아민과 접촉하는 시간이 길어 영향을 받는 것"이라고 말했다.
서구권에 비해 육류 섭취량이 적은데도 불구하고 한국인의 대장암 발병률이 높아지는 이유는 뭘까. 김 외과장은 "채식 위주의 식사를 했던 과거와 달리 식단이 서구화되면서 육류 섭취가 는 것도 하나의 요인이지만 진단기술의 발달로 발병률이 높아진 점도 있다"면서 "육식을 할 땐 발암 위험을 줄여주는 비타민D 엽산 칼슘 섬유질 등을 함께 섭취하는 등 균형잡힌 식단으로 건강을 관리해야 한다"고 말했다
가공육 섭취로 인한 암 발병 위험율은 얼마나 될까. WHO에 따르면 매년 3만4,000명의 암환자들은 가공육을 많이 섭취했기 때문에 사망했다. 흡연으로 인한 암 발병으로 사망한 사람이 100만명, 술은 60만명인 것과 비교해 보면 큰 차이가 있다. 백 교수는 "가공육이 발암물질 1군으로 분류됐다고 해서 가공육 섭취가 흡연이나 석면만큼 위험하다는 의미는 아니다"라며 "붉은 고기는 양질의 단백질을 얻을 수 있는 중요 영양 공급원인 만큼, 기본 영양소를 고루 갖춰 균형 있는 식사를 꾸준히 하는 게 중요하다"고 조언했다.

소시지=발암물질? 당신이 알아야 할 4가지 -한국일보-
http://www.hankookilbo.com/v/0aafd0e21fdd42eda3fe59ff95e73c97

안전한 실험활동 길잡이 (4)

과목명	**과학탐구실험**	출판사	미래엔
단원명	Ⅱ. 생활 속의 과학탐구		
교육과정 탐구활동	생활 주변에서 탐구 가능한 질문을 찾아서 탐구 수행하기		
실험제목	**생활 제품에 활용되는 효소는 어떤 특성이 있을까?**		
준비물	□ 단백질 분해 효소(파파인) □ 콜라젠 가루 □ 시험관 4개 □ 증류수 □ 유리막대 ■ 비커 ■ 전자거울 □ 뷰렛 용액 □ 스포이트 ■ 항온수조 □ 약숟가락 □ 약포지 □ 눈금실린더		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 중학교 과학실 청소 도중 폭발사고...여학생 2명 부상 뉴스매체 : 연합신문(부산, 조정호 기자) 사건개요 : 부산에 있는 한 중학교 과학실에서 폭발 사고가 발생해 여학생 2명이 다쳤다. 10일 오후 3시 26분께 부산 해운대구에 있는 한 중학교 과학실에서 폭발이 일어나 중학교 3학년 학생 2명이 다쳐 인근 병원으로 옮겨져 치료를 받고 있다. 이날 사고는 수업이 끝난 뒤 학생들이 청소하던 중 비커(유리 용기)에 담긴 나트륨 관련 물질을 물로 씻어 처리하는 과정에서 화학반응이 생기면서 발생한 것으로 추정된다고 소방 당국은 전했다. A(15•여)양은 얼굴에 화상을 입었고 B양은 각막이 손상된 것으로 알려졌다.		
실험 기구 사용 방법	■ 전자거울 사용법 : 1. 전원이 꺼진 상태에서 수평계를 확인하여 수평을 맞춘다. 2. 저울이 영점이 맞을 때까지 저울 위에 물건을 올려놓지 않고 기다린다. 3. 측정할 용기를 올린 후 용기 버튼을 누르면 용기의 무게가 사라진다. (용기 버튼이 없을 시 용기의 무게를 측정하여 전체 무게에서 빼준다.) 		
안전 수업 내용	https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=insucom75&logNo=90174685540&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F (효소의 특징과 종류, 기능) https://www.youtube.com/watch?v=2rj6xH3fmV8 (단백질 분해 실험) https://cafe.naver.com/foodclinic/61331 (전자저울 사용법) https://www.youtube.com/watch?v=_1DVG0fZ8Cc (항온수조 사용법)		
유의 사항	시약 ■ 파파인 : 거의 모든 단백질, 프로테오스, 펩틴을 가수 분해한다. 고기의 연화제, 맥주의 혼탁 제거, 피혁 공업의 효해(酵解), 소화제, 그 외 회충에 용해력이 있기 때문에 구충약으로서도 사용된다. ■ 콜라겐 가루 : 콜라겐은 동물의 뼈와 피부에 주로 존재하며 연골, 장기 막, 머리카락 등에도 분포되어 있는 경단백질로 물고기 비늘의 성분이다. ■ 뷰렛용액 : 지시약의 일종으로, 5% 수산화나트륨 용액과 1% 황산구리 용액을 섞은 것으로, 대부분의 단백질에 반응해서 보라색으로 변한다. 전자저울 : 무리한 힘을 가하지 말고, 전자저울에 용기 버튼이 없을 시 용기의 무게에서 전체 무게에서 빼준다. 항온수조 : 감전이나 화상의 위험성이 있으므로 유의한다. 작동 전에 전 물의 양이 적당한지 확인한다.		
폐기물	□ 콜라겐 용액 : 실험 후 사용된 폐기물은 폐유기용액통에 보관한 후 위탁 처리한다.		

교과서 탐구활동

조사, 실험

사고력 탐구능력 문제 해결력 의사소통 능력

07



생활 제품에 활용되는 효소는 어떤 특성이 있을까?

들어가기

빨래를 할 때 사용하는 세제 중에는 효소가 들어 있는 것이 있다. 단백질 분해 효소, 지방 분해 효소, 녹말 분해 효소 등을 세제에 첨가하면 옷의 찌든 때나 얼룩을 쉽게 제거할 수 있기 때문이다. 이와 같이 일상생활 속 생활 제품에 활용되고 있는 다양한 효소의 특성을 탐구해 보자.



● **탐구 목표** 생활 제품에 활용된 효소의 특성을 알아보는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.

☑ 준비물 ☑ 인터넷 가능 기기 ☑ 참고 도서

조사하기

❶ 생체 촉매인 효소의 역할을 서술해 보자.

❷ 효소의 작용에 영향을 미치는 요인을 조사해 보자.

❸ 우리 생활 속에서 이용되고 있는 효소를 활용한 제품을 찾아보고, 그 제품에는 어떤 효소가 활용되었는지 조사해 보자.

효소 활용 제품	활용된 효소

주제 설정하기

모둠별로 생활 제품에 활용되는 효소의 특성을 알아보기 위한 탐구 주제를 설정해 보자.

예 과일의 종류에 따라 고기가 부드러워지는 정도 비교

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

1. 전자저울(https://blog.naver.com/jakepark3/220621414941)



가. 수평을 맞춘다.
나. 콘센트를 꼽고 전원버튼을 누른다.
다. 영점조정 버튼(Re Zero, Tare, Zero)을 누른다.
라. 유산지를 대각선으로 두 번 접어서 가운데가 오목하도록 하여 놓고 영점조정 버튼을 누르다. 다른 용기가 주어지면 용기를 올려놓고 영점조정 버튼을 누른다.
마. 요청받은 무게를 유산지나 용기에 덜어 넣으며 무게를 잰다.
(5g이라면 4.5g까지는 크게, 나머지는 수저에서 조금씩 털어 넣으며 정확하게 추가함.)

※ 이것만은 주의!

- 평평하고 안정한 곳에 둔다.
- 약품을 저울 위에 바로 올리지 않는다.
- 저울의 측정 가능한 범위를 확인하고, 그 무게 이상의 물체를 올리지 않도록 한다.

2. 항온수조(https://www.youtube.com/watch?v=_1DVG0fZ8Cc)



가. 전원선을 컨트롤러 박스 뒷면에 연결한다.
나. 뚜껑을 열고 부동액 또는 알코올을 넣는다.
(부동액은 물과 희석하여 사용을 권장하며, 알코올 사용 시 발화에 주의한다.)
다. 냉각관이 잠기도록 붓는다.
라. 시간을 설정한다.

3. 비커



가. 비커에 물을 알맞게 담고 약숟가락으로 약품을 넣은 후 유리 막대로 저어 녹인다.
나. 액체를 따를 때는 유리 막대를 따라 흘러 내려가게 하며, 고체 물질을 비커에 넣을 때는 비커를 비스듬하게 기울여서 벽을 따라 물질이 내려가게 한다.

※ 이것만은 주의!

- 가열 가능한 소재의 비커인지 확인하고 가열한다.
- 유리 막대로 저을 때 비커 벽이나 바닥을 때리지 않도록 한다.
- 비커의 액체를 가열할 때는 직접 비커의 바닥을 가열해서는 안 된다.

4. 시약



가. 시약 표시를 잘 보고 필요한 시약을 고른다.
나. 액체 시약은 시험관 안쪽 벽을 따라 흘러 내려가도록 한다.
고체 시약은 약숟가락으로 떠서 시험관 속 깊숙한 곳에서 굴려 내린다.
라. 시약을 넣은 시험관에 시약의 이름을 표시해 놓는다.

※ 이것만은 주의!

- 입으로 맛을 보거나 냄새를 맡는 일이 없도록 하며, 남은 시약은 병에 다시 넣지 않고 폐수통에 모아 버린다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

단백질 분해 효소가 포함된 각종 과일과 채소

효소란 생물체 내에서 일어나는 화학반응은 촉매에 의해 속도가 빨라지는데, 특히 생물체 내 에서 이러한 촉매의 역할을 하는 것이며 단백질로 이루어져 있다. 일반적으로 화학반응에서 반응물질 외에 미량의 촉매는 반응속도를 증가시키는 역할을 한다.

식물은 일반적으로 90% 이상의 물과 함께 탄수화물, 단백질, 지방, 무기염류 등으로 이루어져 있다. 그 중 소화작용에 관여하는 식물성 효소가 다량 포함되어 있는데, 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 무, 배, 생강, 키위, 파인애플에서 탄수화물 분해효소와 단백질 분해효소의 분해력을 알아보았다.

생강은 동인도의 힌두스탄 지역이 원산지로 추정되며 중국에서는 2,500여 년 전에 사천성에서 생산되었다는 기록이 있고 우리나라는 고려 현종 9년(1018년)에 생강을 재배하였다는 기록이 있으며 왕의 하사품으로 쓰일 만큼 귀했다고 한다. 또한 이것에는 소화액의 분비를 자극하고 위장의 운동을 촉진하는 성분이 있어 식욕을 좋게 하고 소화흡수를 돕는다. 특히 녹말 분해효소인 디아스타제(diastase)가 많이 들어있어 탄수화물의 분해를 돕는다.

무는 쌍떡잎식물 양귀비목 십자화과의 한해살이풀 또는 두해살이풀로 배추.고추와 함께 3대 채소다. 원산지는 지중해 연안으로 중앙아시아를 거쳐 중국에 전해졌으며 우리나라에는 중국을 통하여 들어와서 각 지방에 토착화된 재래종이 많다. 무는 소화를 촉진시키고 독소를 제거해 주며 강장효과도 있는데, 특히 무에는 디아스타제와 아밀라아제(amylase)라는 효소가 있어 녹말을 가수분해하여 덱스트린 등으로 만든다. 또, 단백질 분해효소도 포함되어 있어 단백질 소화를 돕는다.

키위는 쌍떡잎식물 측막태좌목 다래나무과의 낙엽 덩굴식물로 원산지는 중국이다. 향기가 있으므로 날것으로 먹고, 잼과 아이스크림 등에 사용한다. 뉴질랜드에서 많은 양을 생산하고 있으며, 한국에서는 1977년에 뉴질랜드에서 묘목이 도입해 제주도·전라남도·경상남도에서 주로 재배하고 있다. 이 속엔 액티니딘(actinidin)과 섬유질이 포함되어 있는데, 액티니딘은 단백질 분해 효소 중 하나로, 변비치료에 효과적이며, 잘 익은 키위의 섬유질은 덜 익은 키위에 비해 3~4배 이상 팽창하여 많은 양의 수분을 보유하도록 함으로써 변비치료에 작용한다. 또 프로테아제(protease)라는 단백질 분해효소가 들어있어, 연육작용을 한다.

배는 배나무의 열매로 서양 배와 중국배, 남방형 동양배로 나뉘는데 그 생김새와 맛이 각각 다르며 한국에서는 남방형 동양 배를 주로 재배하고 삼한시대부터 재배한 기록이 있다. 열매 중 먹을 수 있는 부분이 약 80%인데, 수분이 85~88%, 열량은 약 50kal이다. 날로 먹거나 주스·통조림·잼· 배숙 등을 만들어 먹는다. 특히 배 속에는 효소가 많은 편이어서 소화를 돕는데 불고기를 잴 때나 육회 등에 배를 섞으면 고기가 프로테아제의 작용으로 연해진다.

파인애플은 쌍떡잎식물 분질배유목 파인애플과의 상록 여러해살이풀로 중앙아메리카와 남아메리카 북부 원산으로서 신대륙에서는 옛날부터 재배하여 왔다. 신대륙 발견 뒤 포르투갈 사람과 에스파냐 사람들이 세계 각지에 전하였다. 열매는 즙이 많고 수크로오스 10%, 시트르산 1% 가량이 들어 있으며 상쾌한 신맛과 단맛이 있다. 브로멜린이라는 단백질 분해 효소가 들어있어 배나, 무와는 비교도 안될 만큼 강력한 연육 효과를 발휘한다. 특히 스테이크 요리를 할 때 고기를 직접 재두지 않아도 파인애플과 함께 먹거나 후식으로 먹어 소화를 촉진시킨다. (출처: 일상생활에서 알려진 식물성 효소의 소화 작용에 관한 연구 《WISE 주니어 과학논문집》 제2권 제1호, 2009년 2월)

참 고 자 료	Ⅲ. 학습 자료

효소의 다양한 활용

인류는 효소의 존재와 기능을 과학적으로 알기 훨씬 전부터 일상생활에서 효소를 이용해 왔다. 효소는 생명체 내에서뿐만 아니라 생명체 밖에서도 작용할 수 있으며, 위험성이 작고 경제적이며 친환경적이다.

1. 식품

가. 된장, 간장, 고추장은 주로 미생물이 가진 효소를 이용하여 만든다.
나. 김치, 요구르트는 유산균과 같은 세균을 이용하여 만든다.
다. 맥주, 막걸리 등의 술은 주로 효모를 이용하여 만든다.
라. 식혜를 만들 때 엿기름 속의 '아밀레이스' 란 효소에 의해 녹말이 엿당으로 분해되어 단맛이 난다.
마. 기름진 돼지고기를 먹을 때 새우젓과 함께 먹으면 새우젓 속의 지방분해효소에 의해 소화가 잘된다.
바. 불고기를 만들 때 배, 키위, 파인애플 등 단백질 분해 효소가 들어 있는 과일을 갈아 양념에 첨가하면 불고기가 부드러워진다.

2. 환경 정화

가. 생활하수, 공장 폐수 속에 포함된 암모니아, 황화수소 등과 같은 오염 물질을 제거할 때 미생물이 가지고 있는 효소가 이용된다.
나. 원유 유출 사고로 오염된 갯벌에서 유류 분해 효소를 가진 미생물을 이용하여 유출된 원유를 효율적으로 제거한다.

3. 화학제품

가. 청바지를 만드는 과정에서 섬유소 분해 효소를 이용하여 탈색한다.
나. 가죽 장갑, 가죽 가방 등을 만드는 과정에서 단백질 분해 효소를 이용하여 가죽의 털과 불필요한 단백질을 제거한다.
다. 사탕수수, 옥수수 등의 생물자원을 분해하여 바이오 에너지를 생산하는 데 미생물로부터 얻은 효소를 이용한다.
라. 재생 펄프를 생산하는 데 섬유소 분해 효소를 이용한다.

4. 의약품 및 의료 기기

가. 소화제에는 탄수화물 분해 효소, 단백질 분해 효소, 지방 분해 효소 등이 들어 있어서 소화 기관에서의 소화 작용을 도와준다.
나. 소변 검사지에는 포도당 산화 효소가 들어 있어 오줌 속에 포도당이 있는지의 여부를 판별해 준다.
다. 혈당 측정기에는 포도당 산화 효소가 들어 있어 혈액 속 포도당과 반응하여 전류를 발생하게 함으로써, 전류의 세기를 통해 혈당량을 측정해 준다.
라. 혈전 용해제에는 단백질 분해 효소가 들어 있어 파이브린, 파이브리노젠 등 혈액 속 단백질을 분해한다.

5. 생명 공학

가. 매우 적은 양의 DNA를 대량으로 복제하는 과정에서 미생물의 효소가 이용되고 있다.
나. 유전자 재조합 기술에서 DNA를 절단하는 효소(제한 효소)와 DNA를 연결하는 효소(DNA 연결 효소)가 이용된다. (출처: 미래엔)

안전한 실험활동 길잡이 (5)

과목명	과학탐구실험	출판사	천재교육
단원명	Ⅱ. 생활 속의 과학탐구		
교육과정 탐구활동	생활 주변에서 탐구 가능한 질문을 찾아서 탐구 수행하기		
실험제목	용액의 pH에 따른 지시약의 색 관찰하기		
준비물	■ 5% 수산화 나트륨 수용액 ■ 5% 묽은 염산 □ 증류수 □ 페놀프탈레인 □ 메틸 오렌지 □ BTB □ 만능 지시약 ■ 드라이아이스 □ 12홈판 □ 유리잔 □ 스포이트 □ 실험용 장갑 □ 면장갑 □보안경		
안전 사고 사례	기사제목 : 과학 실험기구 만지다 실명 뉴스매체 : 학교안전사고 사례집 사건개요 : 2006. 5.30 10:44분경 같은 반 학생들이 실험을 위해 드라이아이스가 든 보온통을 과학실에서 교실로 들고 와 억지로 보온병을 열다 마개가 압력으로 열리면서 튀어 올라 옆으로 지나가던 사고학생의 눈에 맞았다. 학생들의 연락을 받은 담임교사가 급히 인근 병원으로 후송했으나 학생은 실명했다.		
기구 사용 방법	스포이트: 엄지손가락과 검지손가락으로 고무 꼭지를 잡고, 나머지 손가락으로 감싸듯이 잡는다. 고무 꼭지를 눌러 스포이트를 액체에 넣은 후, 고무 꼭지를 천천히 놓으면 액체가 올라온다.		
안전 수업 내용	https://www.youtube.com/watch?v=qnZZZHF70Ro (드라이아이스 폭발) https://www.youtube.com/watch?v=r8NJuAk19UQ (지시약별 색변화 세부 설명)		
유의 사항	시약	MSDS	
	■ 수산화 나트륨($NaOH$): 흰색의 냄새가 나지 않는 고체로 대표적인 강염기 물질이다. 공기 중의 수분을 흡수해 스스로 녹는 조해성이 있고, 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 손으로 만지면 위험하다.		
	■ 염산(HCl): 연노랑의 자극성 기체로 수용액은 부식성이 있다. 35% 이상은 진한 염산, 10% 이하를 묽은 염산이라고 한다. 진한 염산은 습한 공기 중에서 두드러지게 발연하고 자극적인 냄새가 난다.		
	■ 드라이 아이스(CO_2): 고농도의 이산화 탄소를 흡입했을 때 순환계에 이상을 일으켜 혼수상태 또는 사망에 이르게 할 수 있다. 다량의 이산화 탄소에 노출되었을 경우 질식이 일어날 수 있다. 낮은 농도의 이산화 탄소는 호흡의 증가와 두통을 일으킬 수 있다.		
	■ 수산화 나트륨($NaOH$): 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다. 눈이나 피부에 묻었을 경우 즉시 흐르는 물로 씻어낸다. ■ 염산(HCl): 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 한다. 냄새를 맡기 위해 염산을 코에 가까이 대지 않도록 주의한다. 피부에 묻어 세척할 때 높은 압력의 물을 사용하면 화학물질이 피부 깊숙이 침투할 우려가 있으니 주의한다. 실험대에 한 방울이라도 부식성 시약을 떨어뜨렸을 때는 즉시 젖은 걸레로 닦는다. 많은 양을 쏟았을 때는 다량의 물을 부어 희석하거나 탄산수소 나트륨($NaHCO_3$) 용액으로 희석한 후 닦는다. ■ 드라이 아이스(CO_2): 직접 손으로 만지지 않도록 주의시키고, 밀폐된 용기(페트병, 보온병 등)에 넣어 가방에 담지 않도록 지도한다.		
폐기물	□ 수산화 나트륨($NaOH$): 염기 폐수통에 넣거나, 묽은 산으로 중화한 후, 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다. □ 염산(HCl): 다량의 물에 희석시켜 산 폐수통에 넣거나, 묽은 수산화 나트륨($NaOH$) 용액을 섞어 중화한 후, 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다.		

교과서 탐구활동

과정 한눈에 보기

1 용액의 pH에 따른 지시약의 색 관찰하기

2 지시약을 이용하는 마술 계획 세우고 공연하기

EBS 클림뱅크 (clipbank.ebs.co.kr)에서 마술, 과학 놀이, 색깔 마술, 용액 마술 등을 검색해 보자.

알록달록 색의 마술사가 되어 보자!

산성 용액과 염기성 용액을 섞으면 용액의 pH가 바뀐다. 그리고 지시약을 이용하면 용액의 pH에 따라 색 변화를 볼 수 있다. 중화 반응과 산·염기 지시약을 이용하여 마술사가 되어 보자.

탐구

목표: pH에 따라 지시약의 색이 달라지는 것을 이용하여 화학 마술을 할 수 있다.

01 용액의 pH에 따른 지시약의 색 관찰하기

준비물

☐ 5 % 수산화 나트륨 수용액 ☐ 5 % 묽은 염산 ☐ 증류수 ☐ 페놀프탈레인 ☐ 메틸 오렌지 ☐ BTB
☐ 만능 지시약 ☐ 드라이아이스 ☐ 12 홈판 ☐ 유리잔 ☐ 스포이트 ☐ 실험용 장갑 ☐ 면장갑 ☐ 보안경

1 12 홈판의 첫 번째 가로줄에 묽은 염산을, 두 번째 가로줄에 증류수를, 세 번째 가로줄에 수산화 나트륨 수용액을 각각 10방울씩, 세 개의 홈에 넣는다.

2 과정 1에서 용액을 넣은 홈판의 첫 번째 세로줄에 페놀프탈레인 용액을, 두 번째 세로줄에 BTB 용액을, 세 번째 세로줄에 메틸 오렌지 용액을 각각 2~3방울씩 떨어뜨리고 색 변화를 관찰하여 기록한다.



실험 유의점

- 지시약을 많이 넣으면 용액의 pH에 영향을 줄 수 있으므로 2~3방울 정도만 넣는다.
- 용액이 손에 묻지 않도록 하고, 묻으면 즉시 흐르는 물에 씻는다.
- 실험 후 남은 산과 염기의 수용액은 구별하여 폐기물 통에 버린다.

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 지시약(indicator)

1. 지시약: 수용액의 pH에 따라 색깔이 달라져 액성을 구별하거나 중화점을 찾는 데 이용할 수 있는 물질로, 지시약을 통해 찾은 중화점을 종말점(눈으로 확인했을 때 반응이 완결되는 시점)이라고 한다.
2. 지시약의 변색 원리: 지시약은 그 자체가 약산 또는 약염기로 약산인 경우 산과 그 짝염기가 평형을 이루고 있으며, 산일 때와 그 짝염기 일 때의 색깔이 달라 산성과 염기성 용액에서 색깔이 다르다.
3. 지시약의 변색 범위:

지시약	변색 범위(pH)	색깔		
		산성	중성	염기성
페놀프탈레인	8.2~10.0	무색	무색	붉은색
메틸 오렌지	3.1~4.4	붉은색	노란색	노란색
메틸 레드	4.4~6.2	붉은색	주황색	노란색
브로모티몰블루(BTB)	6.2~7.6	노란색	녹색	푸른색

4. 중화 적정에서 지시약은 적정 곡선에서 pH가 급격하게 변하는 구간에 지시약의 변색 범위가 포함되는 것을 사용한다.

■ 기타 지시약

1. 만능지시약: 넓은 pH 범위에 걸쳐 각각의 pH에 따라 다른 색을 나타내는 산염기 지시약으로 몇 가지 단일 산염기 지시약의 용액을 적당한 비율로 혼합해 만든다. 근소한 pH의 차이로는 단일 지시약만큼 예민하게 색이 변하지 않으나 변색하는 pH 범위가 넓기 때문에 이 지시약만으로 pH를 대충 알 수 있는 장점이 있다. 메틸레드, α-나프톨프탈레인, 페놀프탈레인, 브롬티몰블루, 티몰프탈레인의 각 0.1% 용액을 같은 양을 혼합하여 조제한 것이 많다. 색조는 pH 4에서 적색, pH 5에서 오렌지적색, pH 6에서 황색, pH 7에서 황록색, pH 8에서 초록색, pH 9에서 청록색, pH 10에서 청자색, pH 11에서 적자색이다.
2. 만능 pH 시험지: 넓은 pH 영역을 측정할 수 있는 시험지를 만능 pH 시험지라 한다. 만능 pH 시험지는 만능 지시약에 포함되는데 한 개의 지시약으로 넓은 pH를 확인하기 힘들어 측정 pH 영역이 겹치지 않게 여러 가지 지시약을 섞어 만능 지시약을 만든다. 예를 들어 메틸오렌지, 메틸레드, 브로모티몰블루, 페놀프탈레인의 혼합물이 있다. 이는 pH 3~10까지 측정할 수 있으며 색의 변화는 적-동-황-녹-청-자의 순으로 변한다. 이를 이용해 시험지의 형태로 만든 것을 만능 pH 시험지라 한다.

■ 드라이 아이스

1. 이산화 탄소는 무색의 가스로 고농도로 흡입하면(질식하여 사망할 수 있음.) 입안에 신맛이 나타나고 코와 목구멍에 쑤시는 느낌이 난다. 이러한 효과는 가스가 점막과 타액에 용해되어 탄산의 약한 용액을 형성하기 때문에 발생한다.
2. **유의사항: 드라이 아이스 실험이 끝나면 일부 학생들은 드라이아이스 조각을 페트병과 같은 밀폐된 용기에 넣어가는 경우가 종종 있다. 이 때 드라이 아이스가 승화되어 용기가 급격하게 팽창하고 폭발하는 사고들이 자주 생기는 편이다. 또한 드라이 아이스를 피부에 직접 닿게 하는 장난을 하여 피부가 상하는 사례가 있어 학생들이 남은 드라이 아이스를 가져가지 않도록 반드시 교사는 확인할 필요가 있다.**

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

‘드라이아이스’로 초등생들이 사제폭탄 만들어



▲ 초등학생이 실험중인 드라이아이스 폭탄 자료 : 하태경 의원실 제공

이른바 ‘드라이아이스 폭탄’이라 불리는 사제폭탄이 청소년 사이에서 유행처럼 번지고 있지만 이에 대한 정부의 모니터링 시스템이 허술해 관계 부처의 각별한 주의가 요구되고 있다.

국회 환경노동위원회 소속 하태경 의원이 4일 화학물질안전원으로부터 제출받은 ‘제4기(15.7~16.6) 화학물질사이버감시단 활동 현황’ 국정감사 자료에 따르면, 지난해 7월부터 지난 6월까지 폭발물 제조 등 화학물질 불법 유통 감시 건수가 1368건을 기록했다. 이 가운데 사제폭탄 제조 및 시연 영상 등 인명피해를 입힐 수 있는 유해정보는 213건에 이르렀다.

또 ‘4기 사이버감시단 개인별 신고실적’을 살펴보면, 화학물질안전원이 선발한 사이버감시단은 총 45명이나, 신고 실적은 소수 몇 사람만 활동하고 있는 것으로 나타났다. 심지어 연간 신고 건수가 0건인 유령 감시단은 16명에 달했고, 상위 3명을 제외한 나머지 42명은 연간 신고실적이 50건 미만에 불과했다.

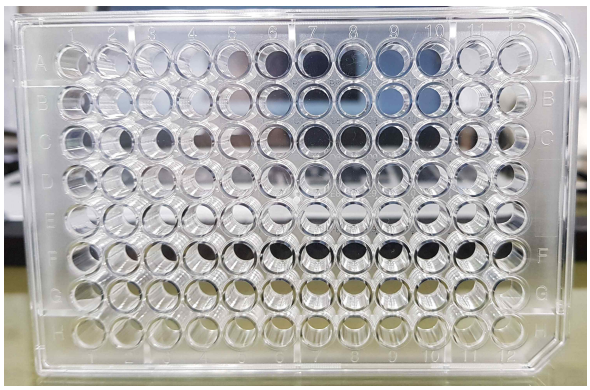
이런 활동에도 여전히 온라인에서는 사제폭탄제조 정보를 쉽게 얻을 수 있다. 특히 ‘드라이아이스 폭탄’은 주위에서 쉽게 구할 수 있는 드라이아이스와 페트병만으로도 가스 압력에 의한 강력한 폭발을 만들어 낼 수 있어 최근 청소년들 사이에서 유행처럼 번지고 있는 상황이다.

그러나 이에 대한 관리·감독이 전혀 되고 있지 않아 사고 위험에 그대로 노출돼 있다.

한편, ‘드라이아이스 폭탄’은 2013년 미국의 LA공항, 디즈니랜드에서도 폭발한 바 있다. 전기밥솥을 이용해 만든 급조폭발물(IED)로 수많은 사상자를 낸 ‘2013 보스턴국제마라톤대회 테러’ 직후 벌어진 사건이라 범인은 사상자가 없음에도 장난삼아 벌인 일로 중징계에 처해졌다.

하 의원은 “유명 아이스크림 상자 속에서 쉽게 볼 수 있는 드라이아이스가 초등학생도 만들 수 있는 ‘급조폭발물(IED)’이 될 수 있다”며 “유행처럼 번지고 있는 위험한 장난이 자칫 큰 인명 사고로 이어질 수 있기 때문에 각별한 주의가 요구 된다”고 말했다. (온라인뉴스부 iseoul@seoul.co.kr 입력 : 2016-10-04)

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	SSC pH에 따른 지시약의 색변화
준비물	96홈판 6개, pH 1 ~ pH 12 용액, 지시약 8종, 실험용 장갑
실험 하기	1. 실험판 위에 96 홈판을 올려준다. 2. pH 1 용액을 96 홈판 A부터 홈판 1번 세로줄 H까지 1~2 방울씩 떨어뜨리고 나머지 pH 2~pH 12 용액도 이와 같이 한다.  <96홈판>  <완충용액과 8종 지시약> 3. 8종에 지시약을 실험판에 적힌 순서대로 떨어뜨리고 각각 변색되는 범위를 알아보고, 도중에 홈에 튀어 들어가지 않도록 주의한다. 4. 색의 변화를 확인 해본다.

안전한 실험활동 길잡이 (6)

<table>
<tr><td>과목명</td><td>과학탐구실험</td><td>출판사</td><td>미래앤</td></tr>
<tr><td>단원명</td><td colspan="3">Ⅱ. 생활 속의 과학탐구</td></tr>
<tr><td>교육과정
탐구활동</td><td colspan="3">생활 주변에서 탐구 가능한 질문을 찾아서 탐구 수행하기</td></tr>
<tr><td>실험제목</td><td colspan="3">산성화된 토양, 호수 등을 중화시키는 방법 고안하기</td></tr>
<tr><td>준비물</td><td colspan="3">□ 식초 □ 증류수 ■ 석회가루 ■ pH측정기 □ 비커 ■ 눈금피펫 □ 온도계
■ 유리막대 ■ 스포이트 □ 전자저울 □ 약숟가락 □ 시약포지
□ 보안경 □ 실험용 고무장갑 □ 실험복</td></tr>
<tr><td>유사
안전
사고
사례</td><td colspan="3">기사제목 : 보호구 없이 실험하던 KAIST 학생, 플라스크 터져 안면 부상...(동아사이언스)
사건개요 : 대전 유성구 KAIST 화학과 실험실에서 실험 도중 플라스크 안에 담겨 있던 유기 화합물이 폭발하면서 깨진 유리 파편이 손과 팔, 얼굴, 가슴 등에 박히는 사고가 발생하였으며, 당시 학생은 처음 다루는 물질을 위험성도 제대로 인지하지 못한 채 혼자 실험에 임한 것으로 확인됐다. 실험용 후드의 가림막도 충분히 전개돼 있지 않았고 실험복과 장갑은 물론 보안경도 쓰지 않은 상태였다. 생략...</td></tr>
<tr><td>실험
기구
사용
방법</td><td colspan="3">■ pH미터
pH 미터는 크게 검출부와 지시부로 구성되어 있는데, 검출부는 유리전극과 비교전극으로부터 기전력을 검출하는 일을 하며, 지시부는 검출부에서 검출한 기전력을 pH로 알려주는 역할을 한다.</td></tr>
<tr><td>안전
수업
내용</td><td colspan="3">□ 열을 발생시키는 산화칼슘 (위험할 수 있는 예)
: https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2440498&cid=51648&categoryId=51648
□ 반월공단 염산누출 사고 발빠른 대응(소석회 이용한 중화반응의 예 – 좋은 예)
:http://www.ajunews.com/common/redirect.jsp?newsId=20130405000366</td></tr>
<tr><td rowspan="2">유의
사항</td><td>시약</td><td colspan="2">MSDS</td></tr>
<tr><td>■ 산화칼슘(CaO) : 녹는점 2,570℃, 끓는점 2,850℃, pH = 12.8
• 석회 또는 생석회라고도 함. 물과 반응하면 수산화 칼슘을 생성한다.
• 독성이나 유해성은 높지 않으나, 가루가 날려 호흡기나 점막, 눈 및 젖은 피부 접촉 시 강한 자극이 있으며, 눈에 들어갔을 경우 즉시 흐르는 물이나 식염수로 씻은 후 병원 치료 필요하다.
• 수분과 접촉할 경우 고온 발열이 있으므로 주의해야하고, 서늘하고 건조한 곳에서 밀폐하여 보관
※ 시약제조 방법 : 석회석($CaCO_3$)을 고온(1,000~1,200℃)으로 가열하여 생성</td><td colspan="2">산화칼슘(CaO)
CAS No. : 1305-78-8
</td></tr>
<tr><td colspan="3">□ 유리 기구는 사용하기 전 깨진 부분 및 금이 간 부분이 없는지 확인하고 조금이라도 문제가 있다면 폐기한다.</td></tr>
<tr><td>폐기물</td><td colspan="3">■ 산화칼슘은 무기계 폐시약통에 보관 후 처리한다.</td></tr>
</table>

교과서 탐구활동

II. 생활 속의 과학 탐구

탐구 활동

[교과서 92~93 쪽] 산성화된 토양과 호수를 어떻게 중화시킬까? ①

토양과 호수의 산성화 원인과 영향 조사하기

_____ 년 _____ 월 _____ 일

_____ 학년 _____ 반 _____ 번

이름 _____

| 목표 | 토양과 호수가 산성화되는 원인과 그 영향을 조사하고 발표할 수 있다.

수행 평가 점수

| 준비물 | 인터넷 가능 기기, 참고 도서, 사절지, 색연필, 사인펜

| 조사 및 발표하기 |

❶ 모둠별로 토양과 호수가 산성화되는 원인을 조사해 보자.

_____ 점

❷ 모둠별로 토양과 호수의 산성화가 미치는 영향을 조사해 보자.

_____ 점

❸ 모둠별로 위에서 조사한 내용을 사절지에 글과 그림으로 요약하여 발표해 보자.

_____ 점



참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ pH 측정기(pH미터)

pH를 측정하기 위한 기기이다. pH 측정의 기준은 수소전극이고, 이것을 피검액 속에 담근다. 전극에서의 기전력과 이미 알고 있는 기전력을 갖는 비교전극 사이의 전위차를 측정하여 pH를 알 수 있다. pH측정기는 크게 검출부와 지시부로 구성되어 있는데, 검출부는 유리전극과 비교전극으로부터 기전력을 검출하는 일을 하며, 지시부는 검출부에서 검출한 기전력을 pH로 알려주는 역할을 한다. pH 미터는 사용 전에 먼저 유리전극을 물에 넣어 두어야 하며, 사용할 때는 pH 미터의 전원을 켠 후 잠시 기다렸다가 유리전극을 물로 씻고 살짝 닦아낸다. pH 미터의 유리전극은 매우 예민하므로 손상이 가지 않도록 부드러운 티슈 등으로 살짝 닦아야 한다. 다음으로 pH를 정확히 알고 있는 표준용액에 몇 분간 담그고, pH 미터에서 표준용액의 pH를 지시한 값이 맞지 않으면 이를 조절한다. 다시 전극을 물로 씻고 살짝 닦아낸 다음 pH를 알고자 하는 용액에 담그고 안정적인 pH 값이 지시될 때까지 기다려 그 값을 읽는다.

pH측정기는 임의의 한 종류의 pH표준액의 pH를 매회 검출부를 물로 잘 씻은 다음 5회 되풀이 하여 측정할 때 그 재현성이 ±0.05 이내 것을 쓴다.

온도	수산염 표준액	프탈산염 표준액	인산염 표준액	붕산염 표준액	탄산염 표준액	수산화칼슘 표준액
0℃	1.67	4.01	6.98	9.46	10.32	13.43
5℃	1.67	4.01	6.95	9.39	10.25	13.21
10℃	1.67	4.00	6.92	9.33	10.18	13.00
15℃	1.67	4.00	6.90	9.27	10.12	12.81
20℃	1.68	4.00	6.88	9.22	10.07	12.63
25℃	1.68	4.01	6.86	9.18	10.02	12.45
30℃	1.69	4.01	6.85	9.14	9.97	12.30
35℃	1.69	4.02	6.84	9.10	9.93	12.14
40℃	1.70	4.03	6.84	9.07	-	11.99
50℃	1.71	4.06	6.83	9.01	-	11.70
60℃	1.73	4.10	6.84	8.96	-	11.45

1. pH측정기 측정 과정

- 사용 전 전극의 오염을 최소화하기 위해 증류수에 넣고 흔들어 센서의 오염을 깨끗하게 처리한다.
- 센서의 물기를 제거한 후, 전극을 pH를 정확하게 알고 있는 표준 용액에 담가 값을 확인함
- 표준 용액의 pH값이 맞지 않으면 버퍼 용액을 이용하여 조절하거나, 기기의 조절 부위로 보정한다. (보정이 잘 되지 않을 경우 폐기함)
- 보정이 완료되면 측정기를 담궈 숫자가 변하지 않을 때의 값을 읽어 측정한다.
- 측정 후 측정기를 증류수나 표준용액에 행구어 닦아 말린 후 캡을 씌어 보관한다.
- 전극에 스크래치나 깨진 부분이 있으면 교체하여 사용해야 한다.

■ 유리 기구의 사용 시 유의점

1. 깨진 부분은 없는가? 금이 간 부분은 없는가?

유리 기구는 흠이 있거나 금이 간 경우 원칙적으로 폐기해야 한다. 금이 간 줄 모르거나 조그마한 금이라고 방심할 경우 가열 도중 유리 기구가 깨지면서 예기치 못한 큰 사고로 이어질 수 있기 때문에 조금이라도 문제가 된다면 곧바로 폐기한다.

2. 내열 유리인가? 집기병, 플라스크인가?

내열 유리는 보통 유리에 비해 기계적 강도가 높을 뿐 아니라 연화 온도가 높고 열팽창 정도가 작아 온도의 급변에도 결딜 수 있다. 집기병과 부피 플라스크는 일반적으로 가열 실험에 사용하지 않는다. 또한 유리로 만들어진 실험 기구는 내열 유리인지 보통 유리인지 확인하고 보관하도록 한다.

3. 유리 기구의 올바른 관리

사용한 유리 기구는 반드시 잘 씻어 건조한다. 유리 기구는 바깥쪽을 먼저 닦고 안쪽을 닦는다. 깨끗하게 씻은 유리 기구는 자연 건조 또는 건조기에 넣어서 말린 후 지정된 장소에 보관한다. 또한 여러개의 병을 씻거나 말릴 때에는 병과 마개가 바뀌지 않도록 주의해야 한다.

4. 깨진 유리 기구의 처리

깨진 유리 조각을 서둘러 처리하려는 과정에서 손을 베이는 사고가 일어날 수 있다. 이를 예방하기 위해서는 유리 기구가 깨지더라도 당황하지 말고 선생님에게 즉시 보고하고 학생들이 손으로 만지지 않도록 주지시킨다. 유리 기구가 미세한 가루로 깨진 경우 청소기를 이용하기 빨아들이는 것이 가장 좋으며, 책상을 닦아낸다. 깨진 유리 기구와 시약병은 따로 분리하여 수집한다.

5. 사용 예

가. 유리 막대 : 용액을 저을 때는 유리 막대의 끝 부분을 잡고 돌리듯 젓되 유리 막대가 비커 바닥이나 벽에 부딪히지 않도록 해야 한다. 유리 막대로 고체를 녹일 때 세게 저으면 유리 막대나 비커가 파손될 수 있다. 유리 막대는 학생들의 장난으로 깨지는 경우가 있다. 유리 파편에 의해 큰 사고가 날 수 있으므로 특히 주의하도록 지도해야 한다.

나. 스포이트 : 스포이트를 사용할 때 엄지와 검지는 고무꼭지를 누르고 나머지 손가락은 스포이트를 감싸 쥔다. 학생들이 엄지와 검지만 써서 고무꼭지를 잡는 경우 고무꼭지가 빠지거나 늘어나면서 약품이 쏟아져 위험할 수 있다. 스포이트를 이용해 용액을 빨아올릴 때 용액 속에 기포가 생기게 해서는 안 된다. 또한 스포이트는 수직으로 세운 상태에서 사용해야 하며 옆으로 기울이거나 뒤집으면 약품이 고무꼭지 속으로 들어가 고무꼭지를 오염시킬 수 있으니 주의 한다.

다. 피펫 : 피펫을 쓸 때에는 반드시 피펫 필러나 펌프를 사용해야 한다. 그럼에도 불구하고 학생들이 피펫을 입으로 빨다가 용액이 입 속으로 들어가는 사고가 발생하는 경우가 있는데, 이런 경우 신속하게 입 안을 물로 충분히 헹구어내고 심한 경우 곧바로 병원에 가도록 한다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 석회질 비료의 종류

칼슘을 주성분으로 하는 비료. 토양의 성질을 개선하여 작물에 대한 양분의 공급력을 높여준다. 직접 양분이 되지 않기 때문에 '간접 비료'라 불린다.

석회는 칼슘, 마그네슘을 함유하는 물질로 농업에서는 이것이 갖는 의의는 매우 크다. 첫째 칼슘과 마그네슘은 필수 식물 영양성분이고, 둘째 석회는 토양의 물리 화학적인 성질을 개량하여 식물과 미생물이 생육하는 좋은 조건을 만들어준다. 이 밖에도 석회는 특수목적을 달성하는데 매우 유용하게 쓰인다. 즉 토양의 산성을 중화하고 간척지나 염해지 토양을 개량하며 광독이나 기타 공해를 경감한다. 자연토양에는 꽤 많은 양의 석회분이 들어 있어서 일반적으로 과수에서 칼슘이나 마그네슘이 부족되는 일은 드물다. 그러나 석회부족으로 토양이 산성화하여 작물의 생산력이 낮아지고 각종 해독을 입는 경우는 많다. 특히 우리나라에는 산성토양이 널리 분포되어 있는데다가 공기와 물 등을 통하여 각종 공해물질이 토양을 오염시키는 경우가 많아서 석회의 필요성은 더욱 크다.

1. 산화칼슘 : 석회·생석회(生石灰)라고도 한다. 화학식 CaO

산소와 칼슘의 화합물로 백색의 결정이다. 녹는점 2,570℃이다. 공기 중에 방치하면 수분과 이산화탄소를 흡수하여 수산화칼슘(소석회)과 탄산칼슘으로 분해한다. 또, 물을 작용시키면 발열(發熱)하여 수산화칼슘이 된다. 석회석 또는 탄산칼슘 $CaCO_3$을 약 900℃ 이상으로 가열하면 생긴다. 용도는 극히 다양하며 강한 알칼리성 물질이며 피부·점막을 상하게 하므로 흡입하면 위험하다.

생석회(CaO, 칼슘)는 팩틴산과 결합하여 식물세포막의 생성과 강화에 관여하며, 유기산등 유해물질의 생체내 중화에 관여하고, 뿌리발육을 촉진하고 식물체의 조직을 강화시켜 병해등에 대한 저항력을 키워주며, 중금속에 의한 유독작용을 경감시키고, 식물에 질산태질소, 칼리, 고토 등의 흡수를 조화롭게 하는 등의 효과가 있다. 생석회는 산성토양을 중성토양으로 개량하여 작물의 영양흡수를 돕고, 중금속흡수를 억제하고, 탄수화물의 이동을 촉진하여 뿌리 및 잎줄기를 튼튼하게 한다. 생석회는 토양미생물의 활동을 촉진하여 유기물분해촉진, 입단구조의 발달촉진 등 토양의 물리성을 개선하고, 양분의 유효도를 증진시켜 작물의 뿌리발육 및 생육을 촉진한다.

2. 수산화칼슘 : 소석회(消石灰)라고도 한다. 화학식은 $Ca(OH)_2$

칼슘의 수산화물로 물에 용해되기 어려운 무색 결정이다. 수산화기를 가지고 있는 염기성의 화합물이며 흰색 분말 형태이다. 이를 녹인 수용액을 석회수라고 하고 현탁액은 석회유라 한다. 수용액은 공기 중의 이산화 탄소와 반응하면 탄산칼슘이 앙금으로 형성된다. 이때 석회수가 뿌옇게 되는데 이를 이용하여 이산화 탄소를 검출할 수 있다. 수산화기를 포함하므로 수용액 상에서 염기성을 띤다. 물에 잘 녹지 않으며, 이온화도가 높은 특성이 있어 물에 녹은 수산화칼슘은 강한 염기성을 나타낸다. 강한 염기성을 이용하여 수산화칼슘이 포함된 비료를 이용하여 산성 토양을 중화시킬 수 있다.

3. 탄산칼슘 : 석회석(石灰石). $CaCO_3$

석회석을 분쇄하여 만들며 백색 내지 회백색을 나타낸다. 공기 중에 안정성이 생석회나 소석회보다 크다. 완충력이 약한 토양의 산도교정에 적합하다. 그 형태도 여러 가지이며, 대리석 ·방해석 ·선석(霰石) ·석회석 ·백악 ·빙주석(氷洲石) ·조개껍데기 ·달걀껍데기 ·산호 등으로서 존재한다. 일반적으로 무색의 결정 또는 백색 고체로, 비중 2.93이며, 825 ℃에서 분해한다. 가열하면 이산화 탄소를 발생하고 생석회를 얻는다.

■ 석회질 비료 사용방법

석회질비료를 시비할 때에는 토양의 산도(pH)를 조사하여 산도를 교정하는데 필요한 알카리분의 양을 구한 후 사용하여야 한다. 같은 pH의 토양이라도 토양의 성질, 작토의 깊이, 부식정도 등에 따라 소요량이 달라집니다, 보통 산도 교정량은 토양의 완충곡선(중화곡선)을 구해서 산출하는데 정확한 사용량은 농업기술센터의 추천을 받아 시비량을 결정해야 한다. 작물의 생육은 토양비옥도 이외에도 작물의 품종, 재배법, 기상조건 등 여러 요인에 의하여 크게 좌우되므로 작물생육에 적당한 토양의 물리, 화학성을 기준하여 적정 시비처방을 하여도 요인에 따라 생산력이 달라질 수 있다. 석회는 알카리성 비료이므로 유안, 초안, 과석, 용과린, 인분, 닭똥 등과 석회와의 접촉 시 효과가 떨어지므로 이런 비료를 주기 2주전에 사용하여야 한다. 시용은 경운전에 시용하여 작토와 잘 혼합하여 주어야 한다. 석회는 토양 내에서 이동이 안되기 때문에 파종 또는 이식 1~2주전에 표층뿐만 아니라 하층까지 잘 섞어 주어야 효과가 좋으며, 특히 한곳으로 몰리면 땅이 굳어지는 현상이 나타날 수 있다. 줄 사이에만 시용할 경우에는 고랑을 깊게 파서 그 속에 살포하고 덮어주거나 흙과 잘 섞어 주어야 한다. 사용량이 300kg/10a 이상일 경우에는 작물의 생육장애가 우려되므로 2~3년에 걸쳐 나누어 주는 것이 좋다. (출처 : 네이버 지식백과 석회비료 (농식품백과사전, 농림수산식품교육문화정보원))

■ 구제역과 생석회(산화칼슘)이야기

1. 구제역

발굽이 2개인 소·돼지·염소·사슴·낙타 등 우제류(발굽이 2개인 동물) 동물의 입과 발굽 주변에 물집이 생긴 뒤 치사율이 5~55%에 달하는 가축의 제1종 바이러스성 법정전염병이다. 구제역은 바이러스의 감염으로 발생하는데 바이러스의 학명은 Picornaviridae Aphthovirus이다. 바이러스의 크기는 약 20nm(나노미터)이며 세계 최초로 발견된 동물 바이러스이다. 구제역 바이러스는 전염성이 매우 강한데 공기를 통해 호흡기로 감염되기 때문에 무리에서 한마리가 감염되면 나머지 가축 모두에게 급속하게 감염된다. 구제역에 감염된 동물이 호흡을 하면서 공기중에 바이러스가 다른 동물의 호흡기를 통해 감염된다.

2. 생석회의 용도 및 소독 원리

생석회는 산화칼슘(CaO)을 말하며 석회석($CaCO_3$)을 1,000~1,200℃ 정도의 고온으로 가열하면 형성되는 물질이다. 생석회는 주로 소독제, 표백제, pH조절제, 식품첨가제, 비료 등에 사용된다. 생석회가 물과 발열반응을 일으켜 병원체를 죽이고 병원체를 죽인 후에 소석회로 변해 강알칼 리가 되어 2차 소독효과를 나타낼 수 있다.





3. 생석회를 사용할 때 주의점

독성이나 유해성은 높지 않으나 호흡기 점막, 눈 및 젖은 피부 접촉시 강한 자극을 줄 수 있는 물질로 생석회를 사용할 때는 사람과 가축에 직접 접촉되지 않도록 하고 접촉했을 때에는 즉시 흐르는 물로 씻거나 병원치료를 받도록 한다.

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	산성비 대리석을 녹이다(식초에 녹는 분필)
관련	■ 최근에는 해양 산성화 문제가 심각하게 다루어지고 있으며 이와 관련된 수업을 하시는 것도 좋습니다. 기사제목 : 해양 산성화, 조개가 위험하다. 사건개요 : 이산화탄소 배출의 증가로 해양산성화가 심각해지고 있으며, 표층에서의 pH는 평균 8.2 정도를 보이는데 수심 10미터가 넘는 곳의 물은 7.4로 산성도가 거의 10배나 강하게 나타나고 있다. (중략) 다행이도 살아있는 조개껍데기와 탄산칼슘 광물이 녹아 바닷물이 산성화되는 것을 어느 정도는 막아주고 있으나 바다가 환경 변화에 대응해 스스로 조절할 수 있는 능력에는 한계가 있으며...(이하 생략)
목표	대리석 건물이나 석상들이 녹아내리는(탄산칼슘이 산성용액에 용해되는 원리를) 이해할 수 있다.
준비물	실험 - 물, 식초, 비이커, 분필(대리석 대신, 탄산칼슘 성분), pH미터 인포그래픽 - 테블릿 PC(검색용), A3종이, 12색 매직(네임펜), 색연필 등
탐구활동 하기	1. 분필의 변화 관찰하기(매우 간단한 실험) ◈ 2인 1실험으로 준비물을 이용하여 다음 실험 순서대로 실험해봅시다. (1) 비이커에 식초를 1/3만큼 채운 후 2/3높이까지 물을 채운다. (2) 다른 비이커에는 물을 2/3까지 채운다. (3) 각각의 비이커의 pH를 측정해본다. (4) 각각의 비이커에 분필을 넣고 관찰한다. (5) 변화가 진행된 후 각각의 비이커의 pH를 측정해본다.   2. 해양 산성화 비주얼씽킹 활동 ◈ 4인 1활동으로 실험활동과 관련하여 자료를 조사한 후 표현해 봅니다. (1) 검색도구를 활용하여 자료를 조사한다. (2) 자료를 분석하고 정리하여 구성하여 표현한다. (3) 표현한 자료를 전시하고 발표한다.

안전한 실험활동 길잡이 (7)

<table>
<tr><td>과목명</td><td>과학탐구실험</td><td>출판사</td><td>미래엔</td></tr>
<tr><td>단원명</td><td colspan="3">Ⅲ. 첨단과학탐구</td></tr>
<tr><td>교육과정
탐구활동</td><td colspan="3">첨단 과학 기술 속의 과학 원리를 찾아서 탐구 수행하기</td></tr>
<tr><td>실험제목</td><td colspan="3">태양광 발전을 이용한 첨단 장치에는 무엇이 있을까?</td></tr>
<tr><td>준비물</td><td colspan="3">■ 태양전지판 ■ 발광 다이오드(LED) ■ 전류계 ■ 전압계
□ A4 용지 □ 색연필 □ 집게도선 □ 반투명 셀로판지 3장</td></tr>
<tr><td>안전
사고
사례</td><td colspan="3">해당 사례는 없으나 전기와 관련된 실험으로 감전이나 화재 등 안전사고에 주의해야 할 필요가 있음.</td></tr>
<tr><td>실험
기구
사용
방법</td><td colspan="3">■ 전류계 : 회로에서 전압을 측정하고자 하는 부분에 직렬로 연결한다.
■ 전압계 : 회로에서 전압을 측정하고자 하는 부분에 병렬로 연결한다.
■ 태양전지 : 태양전지 하나의 발전량은 1.5W 정도로 매우 적은 편이라서 전기용품을 작동하기 위해서 여러 태양전지를 직·병렬로 연결할 필요가 있다. 보통 태양전지 셀 1개의 전압은 0.5V 정도이다. 직렬로 연결하여 빛을 비출수록 전압이 증가한다.</td></tr>
<tr><td>안전
수업
내용</td><td colspan="3">■ 전류계의 원리 및 전류계와 전압계의 사용 방법 : EDUNET T-CLEAR (https://bit.ly/2OQXg6p)
■ 태양전지 셀 연결하기 : https://www.youtube.com/watch?v=v7Z_PrCk7zY</td></tr>
<tr><td>유의
사항</td><td colspan="3">태양전지 셀의 앞·뒷면의 차이점을 살펴보면 다음과 같다.
<table><tr><td>앞면
(푸른색)</td><td>n형 반도체가 사용되며, 빛을 받아 광기전력 효과에 의해 전자의 흐름이 시작되어 도선을 통해 나가므로 (−)극이 된다.</td></tr><tr><td>뒷면
(회색)</td><td>p형 반도체가 사용되며, 정공이 있는 (+)극이다.</td></tr></table>[태양전지(Solar Cell) 기판의 직렬 연결]
태양전지 셀 태양전지 셀 태양전지 셀

·앞면(푸른색) : (−)극
·뒷면(회색) : (+)극</td></tr>
</table>

교과서 탐구활동

실험

01



태양광 발전을 이용한 첨단 장치에는 무엇이 있을까?

들어가기

세계 여러 나라에서 미래 사회를 준비하는 데 어려움을 겪고 있는 것 중 하나가 에너지 자원과 환경 문제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 자원을 소모하지 않고 환경을 파괴하지 않는 첨단 과학 기술로 태양광 발전이 많은 관심을 받고 있다. 태양광 발전은 태양광 발전소는 물론 태양광 자동차, 태양광 비행기 등 다양한 곳에 적용되고 있다.

모둠별로 태양광 발전의 원리를 알아보고 아이디어를 모아 태양광 발전을 이용한 새로운 장치를 고안해 보자.

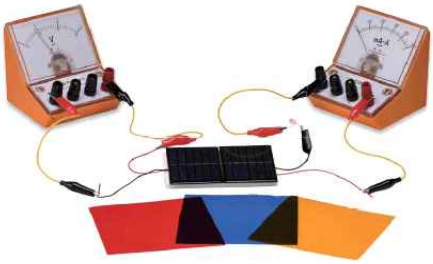


● **탐구 목표** 태양광 발전을 이용하는 장치를 고안하는 활동을 통해 첨단 과학 기술을 이해하고 평가할 수 있다.

☑ 준비물 ☑ 태양 전지판 ☑ 발광 다이오드(LED) ☑ 전압계 ☑ 전류계 ☑ 반투명 셀로판지 3 장 ☑ A4 용지 ☑ 색연필 ☑ 집게 도선

실험하기

❶ 태양 전지판, 발광 다이오드(LED), 전류계, 전압계를 집게 도선으로 연결하자.



❷ 태양 전지판을 햇빛에 수직으로 놓고 태양 전지판보다 큰 반투명 셀로판지를 태양 전지판 위에 한 장씩 겹쳐 놓으면서 전류와 전압의 세기를 측정해 보자.

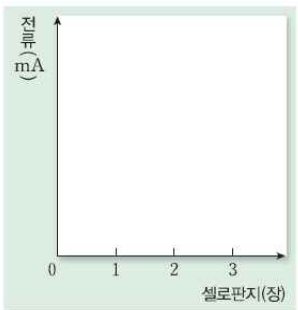
반투명 셀로판지(장)	0	1	2	3
전류(mA)				
전압(V)				

❸ 셀로판지 수에 따른 태양 전지판에서 생산되는 전력을 구해 보자.

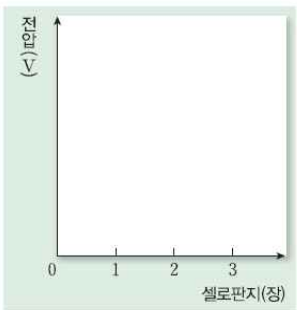
반투명 셀로판지(장)	0	1	2	3
전력(mA·V)				

결과 및 정리하기

셀로판지 수에 따른 전류와 전압의 변화를 그래프로 나타내 보자.



셀로판지 수에 따른 전류 그래프

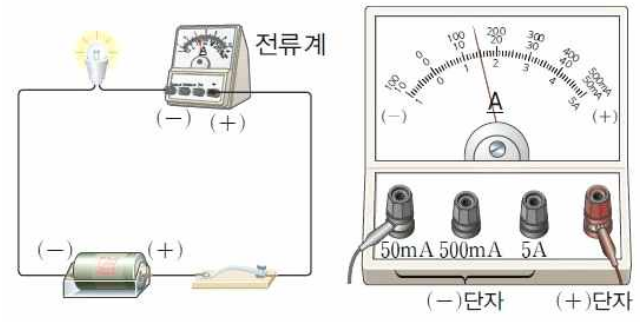


셀로판지 수에 따른 전압 그래프

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 전류계 사용법

1. 전류계 바늘이 0을 가리키도록 조절한다.
2. 전류계의 (+) 단자는 태양 전지판의 (+)극 쪽으로, (-) 단자는 (-)극 쪽으로 회로에 직렬로 연결한다.
3. 전류계의 (-) 단자는 최댓값이 큰 단자부터 차례로 연결한다. 측정하려는 전류의 크기가 전류계의 측정 최댓값을 넘지 않도록 (-)단자를 선택해야 한다.
4. 연결된 (-) 단자의 측정 범위에 해당하는 눈금을 읽는다.



[전류계 연결법]

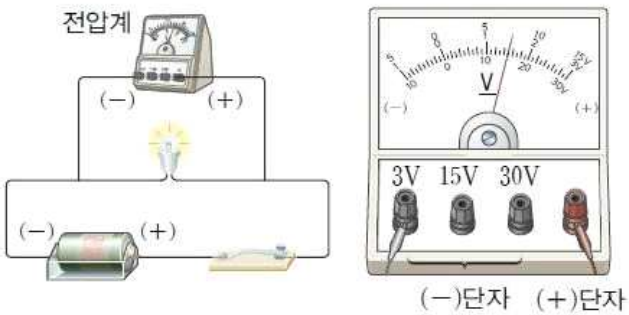
※ 주의사항

- 회로에서 전류를 측정하고자 하는 부분에 직렬로 연결한다.
- 저항이나 LED와 연결하지 않고 전류계를 태양 전지판과 직접 연결하지 않는다.
- 전류계의 (+), (-) 단자를 바꾸어 연결하지 않는다.

■ 전압계 사용법

1. 전압계 바늘이 0을 가리키도록 조절한다.
2. 전압계의 (+) 단자는 태양 전지판의 (+) 극 쪽에, (-) 단자는 (-) 극 쪽에 병렬로 연결한다.
3. 전압계의 (-) 단자는 최댓값이 큰 단자부터 차례로 연결한다. 측정하려는 전압의 크기가 전압계의 측정 최댓값을 넘지 않도록 (-)단자를 선택해야 한다.

4 연결된 (-) 단자의 측정 범위에 해당하는 눈금을 읽는다.

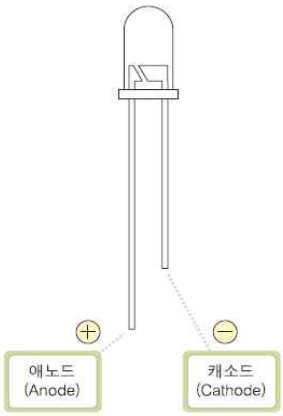


[전압계 연결법]

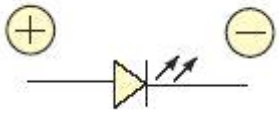
※ 주의사항

- 회로에서 전압을 측정하고자 하는 부분에 병렬로 연결한다.
- 전압계의 (+), (-) 단자를 바꾸어 연결하지 않는다.

■ 발광 다이오드(LED)

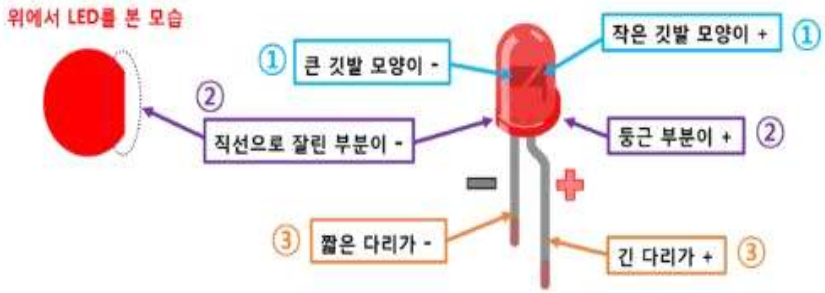


LED는 투명 플라스틱 안에 서로 떨어져 있는 금속을 가지고 있다. 안쪽의 금속이 1자 모양인 부분과 연결된 바깥쪽 핀이 (+)극이고, 안쪽의 ㄱ자 모양인 부분과 연결된 핀이 (-)극이다. 핀을 기준으로 보면 다리가 긴 쪽이 (+)극이고 짧은 쪽이 (-)극이다. (+)극 부분을 애노드(Anode)라고 하고, (-)극 부분을 캐소드(Cathode)라고 한다.



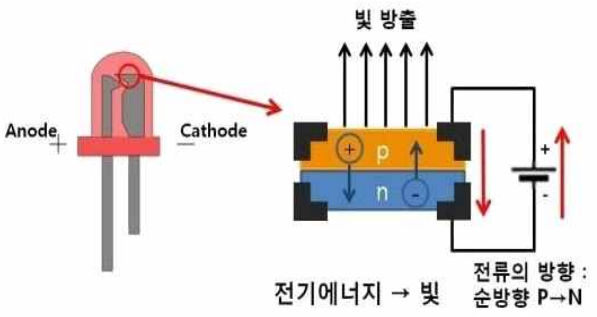
회로 기호

LED는 다이오드지만 순방향 전압이 높은 편이다. 약 1.8V ~ 2.0V 사이의 순방향 전압 값을 가지며, 색깔에 따라 순방향 전압 값에 차이가 나타난다. 역방향 바이어스일 때는 차단되어 전류가 흐르지 않아야 정상 LED이다.

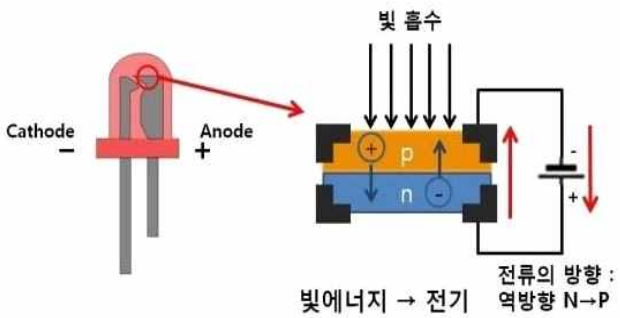


극성 구별법 [소프트웨어야 놀자 홈페이지에서 인용]

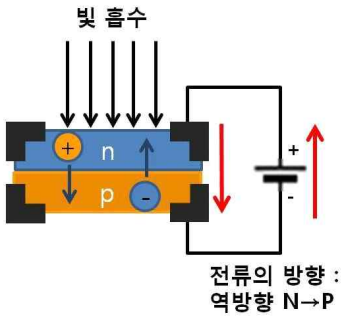
■ 발광 다이오드, 포토 다이오드, 태양전지 작동 비교



<발광 다이오드>



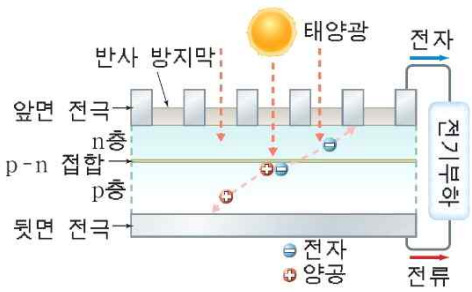
<포토 다이오드>



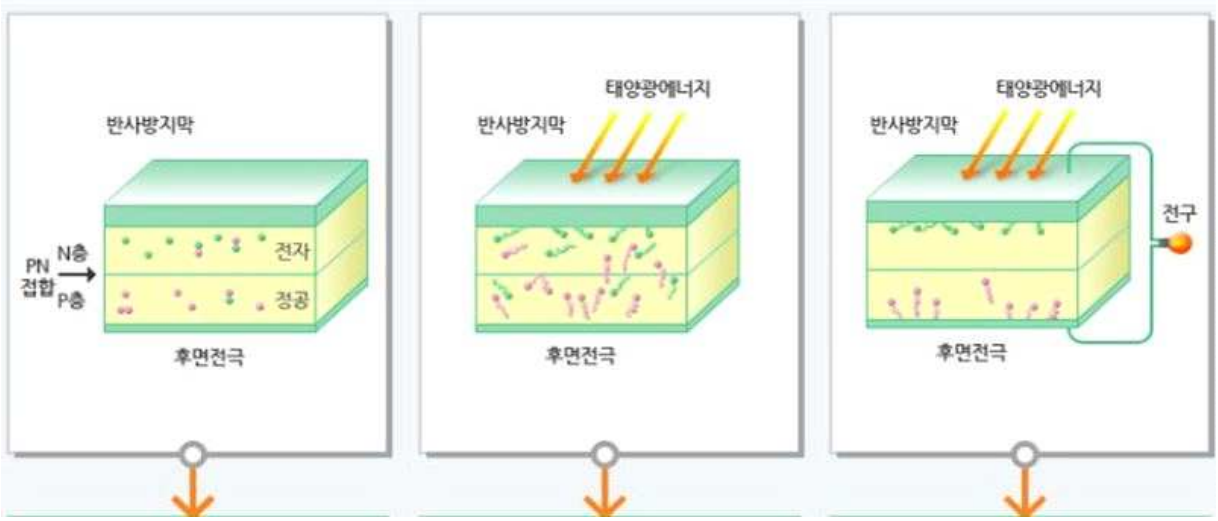
<태양전지>

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 태양전지 작동원리(광기전력 효과)



태양전지는 광기전력 효과를 이용하여 태양 에너지를 전기 에너지로 변환한다. 4족 원소인 실리콘(Si)에 갈륨(Ga), 인듐(In), 붕소(B)와 같은 3족 원소를 도핑한 p-형 반도체와 인(P), 비소(As)와 같은 5족 원소를 도핑한 n-형 반도체를 접합시킨 다이오드로 구성된다. 태양전지를 회로에 연결하고 n형 반도체에 태양광을 비추면, 빛이 흡수되면서 전자·양공 쌍을 만든다. 이들 쌍이 p-n 접합부에 형성된 전기장에 의해 전자는 n층으로, 양공은 p층으로 이동하여 p형 반도체와 n형 반도체 사이에 기전력이 발생한다.



대표적인 결정질 실리콘 태양 전지는 실리콘에 붕소를 첨가한 p형 실리콘 반도체를 기본으로 하여 그 표면에 인을 확산시켜 n형 실리콘 반도체 층을 형성하여 만들고, 이 pn접합에 의해 전계(電界)가 발생한다.	이 태양전지에 빛이 입사되면 반도체 내 전자와 정공이 여기되어 반도체 내부를 자유로이 이동하는 상태가 된다.	자유로이 이동하다가 pn접합에 의해 생긴 전계(電界)에 들어오게 되면 전자는 n형 반도체에, 정공은 p형 반도체에 이르게 되고 각 반도체 표면에 전극을 형성하여 전자를 회로에 흐르게 하면서 전류가 발생한다.

[p-n접합 반도체를 이용한 광기전력 효과(해동에너지 홈페이지에서 인용)]

■ 빛의 양과 태양전지에서 만들어진 전류와 전압의 관계

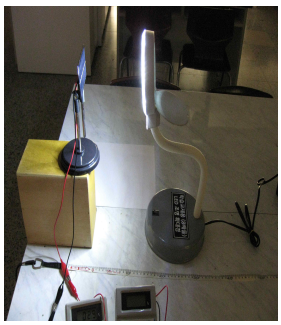
전압 : 셀로판지를 겹친 개수, 즉, 태양전지에 도달하는 빛의 양인 빛의 세기와는 무관하다.

전류 : 셀로판지를 여러 장 겹쳐 놓을수록, 즉, 태양전지에 도달하는 빛의 세기가 약해질수록 전류는 감소한다.

■ 빛의 양과 태양전지에서 생산되는 전력의 관계

빛의 세기가 증가할수록 전류가 비례하여 증가하고, 전압은 일정하므로 (전압×전류)로 표현되는 태양 전지의 생산전력은 증가한다. 햇빛의 세기와 관계없이 태양전지셀 하나에서 1.5V의 전압이 생성되므로, 더 높은 전압을 얻으려면 셀을 직렬로 연결하여 더 많은 전류를 얻으려면 셀을 병렬로 연결하여 모듈과 어레이로 구성한다.

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	태양전지의 출력에 영향을 미치는 요인 알아보기
목표	1. 태양전지의 발전량에 영향을 미치는 요인을 확인할 수 있다. 2. 각 요인과 태양 전지의 발전량의 관계를 설명할 수 있다.
준비물	태양전지판, 각도기, 줄자, 직류 전압계, 직류 전류계, LED 광원 장치, 집게 도선
실험 하기	1. 광원으로부터의 거리에 따른 태양전지의 발전량  ① 태양전지판 전부에 빛이 수직으로 입사하도록 광원 장치를 위치시킨다. ② 태양전지판에 전압계/전류계를 집게 도선을 이용하여 연결한다. ③ 태양전지판으로부터 광원 장치를 5 cm 간격으로 멀어지도록 이동시키며 전압과 전류를 측정한다. ④ 측정 결과를 표와 그래프로 나타낸다. ※ 태양전지판의 셀이 6개이면 최대 발생 전압이 3V이고, 실험실 전등을 켜도 무관하다. 광원장치 이외의 다른 광원에 의한 측정값은 빼주면 되기 때문이고, 실험에서는 태양전지판이 이동시키지 않기 때문에 실험실 전등의 위치에 따른 차이도 발생하지 않는다. 2. 광원과 이루는 각도에 따른 태양전지의 발전량  ① 태양전지판 전부에 빛이 수직으로 입사하도록 광원 장치를 위치시킨다. ② 태양전지판에 전압계/전류계를 집게 도선을 이용하여 연결한다. ③ 태양전지판과 광원 장치의 거리는 고정한 채 태양 전지판과 광원이 이루는 각도를 10° 씩 변화시키며 전압과 전류를 측정한다. ④ 측정 결과를 표와 그래프로 나타낸다.
자료 분석 및 결론	1. 실험결과를 토대로 태양전지판과 광원과의 거리, 이루는 각도가 태양전지의 발전량에 미치는 영향을 서술해보자. 2. 실제 설치할 때 태양전지의 발전량을 증가시킬 수 있도록 하려면 어떻게 하는 것이 좋을지 토의해보자.

안전한 실험활동 길잡이 (8)

과목명	통합과학	출판사	미래엔
단원명	Ⅰ. 물질의 규칙성과 결합		
교육과정 탐구활동	분광기를 이용하여 여러 종류의 스펙트럼을 관찰하기 스펙트럼을 통해 우주의 주요 구성 원소 추론하기		
실험제목	우주의 주요 구성 원소를 어떻게 알아낼 수 있을까?		
준비물	□ 분광기 □ 백열전구 ■ 여러 기체(수소, 헬륨 등)의 방전관 □ 색연필 □ 실험복 □ 면장갑 ■ 고전압 전원장치		
유사 안전 사고 사례	고전압 발생장치를 이용하므로 감전에 주의해야 하며, 유리로 된 기체 방전관을 사용하기 때문에 파손에 의해 상처를 입지 않도록 해야 하며, 실험 진행 시 뜨거워진 기체방전관에 의한 화상에 주의해야 하는 실험임. 분광기를 이용한 스펙트럼 확인 실험 중 방전관의 강한 광원을 오랫동안 직시하여 안구에 부상을 입은 사고가 있음.		
실험 기구 사용 방법	1. 하나의 고전압 발생장치에 기체방전관을 수소, 헬륨, 질소, 네온, 아르곤 기체방전관을 교환하여 장착하고 고전압 발생장치의 전원을 넣는다. 2. 스펙트럼을 관찰한 후 다른 기체방전관으로 교체할 때 면장갑을 끼고 실행한다. 3. 분광기를 통해 기체방전관에서 발생한 빛을 관찰할 때 주변 물체나 사람과 부딪히지 않도록 하고, 눈에 댄 채 장난치지 않는다.		
안전 수업 내용	1. 방전관은 고전압을 사용하므로 감전에 주의한다. 2. 방전관은 유리로 구성되어 있으므로 깨지지 않도록 주의한다. 3. 방전관이 작동할 때는 뜨거우므로 화상에 유의하여 맨손으로 만지지 않도록 한다. 4. 국민안전처 전기감전사고 응급조치법 http://www.mpss.go.kr/home/safetys/disasterTypeSafeEdu/electricaccident/ 5. EBS 클립 뱅크 <태양의 구성 성분> http://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20111007_00002		
유의 사항	1. 기체방전관과 유도코일 장치를 연결하거나 고전압 발생장치가 내장된 기체방전관 실험 세트를 사용하여 실험을 진행할 수 있다. 특히 유도코일 장치를 연결하여 실험할 때는 장치가 개방되어 있으므로 시범을 보이는 교사가 각별히 유의해야 하는 것은 물론이고 학생들의 접근을 통제하여야 하며 유도코일 장치를 상자로 보호하는 등 유의하여야 한다. 2. 기체방전관을 장착시키는 중 파손에 유의하여야 하며 장시간 사용 시 관이 뜨거워져 있으므로 다룰 때 유의해야 한다.		

교과서 탐구활동

사고력 탐구 능력 의사소통 능력

탐구 활동 | 관찰, 추론 **우주의 주요 구성 원소를 어떻게 알아낼 수 있을까?**

| 목표 |

분광기로 스펙트럼을 관찰하고, 스펙트럼을 통해 우주의 주요 구성 원소를 추론할 수 있다.

| 준비물 |

☐ 분광기 ☑ 백열전구 ☐ 여러 기체(수소, 헬륨 등)의 방전관 ☐ 색연필 ☑ 실험복 ☐ 면장갑

| 과정 |

❶ 분광기로 백열전구의 스펙트럼을 관찰해 보자.

❷ 분광기로 여러 기체의 방전관에서 방출되는 빛을 관찰해 보자.

| 결과 및 정리 |

❶ 과정 ❶에서는 어떤 스펙트럼을 관찰할 수 있는지 설명해 보자.

❷ 과정 ❷에서 관찰한 여러 기체의 스펙트럼을 그려 보고, 각각의 기체에서 나타나는 스펙트럼은 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.

수소

헬륨

기타( )

❸ 그림은 우주 전역에서 관측되는 스펙트럼의 일부를 나타낸 것이다. 과정 ❷에서 관찰한 스펙트럼과 비교하여 이 스펙트럼은 어떤 원소의 스펙트럼인지 쓰고, 이를 통해 알 수 있는 사실을 추론해 보자.





유의할 점

- 진공 방전관은 고전압이 발생하므로 감전에 주의한다.
- 방전관의 유리가 깨지지 않도록 주의한다.
- 방전관은 뜨거우므로 맨손으로 만지지 않도록 주의한다.

스스로 평가하기

- 분광기로 여러 종류의 스펙트럼을 잘 관찰하였나요? ☐
- 각각의 기체에서 관측되는 스펙트럼을 잘 설명하였나요? ☐
- 스펙트럼을 통해 우주 전역에서 관측되는 원소를 옳게 추론하였나요? ☐

| 활동 후기 | 탐구 과정에서 부족한 점이나 개선할 점이 있으면 써 보자.

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 기체방전관



<기체방전관>



<고전압 발생장치에 장착한 모습>

고전압 발생장치의 전극에 기체방전관을 끼워 넣을 때, 전원 버튼을 누르지 않도록 주의하며, 스위치가 있는 멀티탭을 사용하는 방법도 있다. 또한 유리로 된 방전관이 파손되어 손을 다치는 경우가 없도록 방전관을 균형 있게 잡고 장착하도록 한다.

■ 고전압 발생장치

교류 220V 60Hz의 전압이 내부의 승압회로에 의해 5000V 정도의 고전압으로 바뀜.



앞면



뒷면

■ 분광기

광학에서 가시광선·자외선·적외선을 파장에 따라서 배열한 것을 스펙트럼이라고 한다. 분광기는 빛을 분산시켜 눈으로 스펙트럼을 관찰하고 분석할 수 있도록 만들어진 장치이다. 빛을 방출하거나 흡수하는 물질의 구조와 성분을 결정하는 데도 이용된다. 분광기에는 프리즘을 사용하는 프리즘 분광기, 회절격자를 사용하는 격자 분광기, 빛의 간섭을 이용하는 간섭 분광기 등이 있으며 스펙트럼의 사진을 찍거나 그리는 장치로 분광사진기도 있다. 물질의 분자구조를 알아내는 적외선 분광기, 금속 내 전자 집단의 행동을 분석하는 자외선 반사 측정용 분광광도계 등 특수 용도로도 만들어졌다. 분광기는 천문학자 허긴스(William Huggins 1824~1910)에 의해 처음 사용되었다. (출처 : 다음백과)

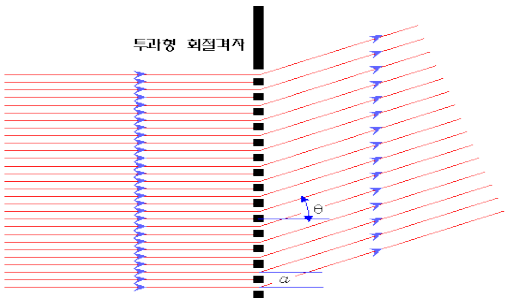
참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 회절격자 분광기를 이용한 스펙트럼 측정

파장에 따라 빛을 구분하여 파장이 긴 쪽으로부터 장파, 중파, 단파, 적외선, 가시광선, 자외선, X-선, γ-선이라 한다. 이중 우리가 통상적으로 빛이라 하는 것은 우리 눈으로 감지할 수 있는 가시광선을 보통 이야기 한다. 가시광선은 300nm~700nm의 파장을 갖고 있고, 그 파장에 따라 우리는 색깔이 다른 것으로 받아들인다. 그러나 태양에서 나오는 빛처럼 여러 종류의 파장이 연속적으로 섞여 있는 경우도 있고, 네온사인이나 레이저에서 나오는 영롱한 빛처럼 몇 개의 불연속적인 단일 파장으로 구성되어 있는 빛도 있다. 스펙트럼을 측정하는 초보적인 방법은 프리즘으로 빛을 굴절시켜 보는 것이다. 파장에 따라 굴절률이 다르기 때문에 굴절된 빛은 색깔 별로 분리되는데 이 방법으로는 측정 정밀도(분해능이라 함)에 한계가 있다. 분해능을 높이기 위해서 회절격자를 이용하는데 이는 빛의 간섭현상을 이용한 것이다.

1. 회절격자

회절격자는 평면유리나 오목한 금속판에 다수의 평행선을 등 간격으로 새긴 것으로 이것에다 빛을 비추면 투과 또는 반사된 빛이 파장 별로 나뉘어서 그 스펙트럼을 얻을 수 있다. 이 회절격자(평면유리로 만들어진)에 평행으로 입사한 빛들은 금이 그어진 곳에서는 흡수가 되거나 산란하여 버리고 금이 그어지지 않은 좁은 틈으로 들어오는 빛은 통과한다. 그러나 통과한 빛은 그대로 직진하지 않고 호이겐스 원리에 의하여 회절되어 원기둥 형태로 퍼져 나간다. 이때 이웃하는 틈으로 통과한 빛과의 광로 차이가 파장의 정수배가 되는 조건이라면 서로 보강간섭이 일어나서 빛이 강해지나, 광로차이가 파장의 정수배가 아닐 때에는 소멸하여 버린다. 따라서 보강간섭이 일어나는 조건이 성립하는 어떤 특정한 방향으로만 빛이 밝게 비추어지고, 그 조건은 그 빛의 파장에 따라 달라지기 때문에, 여러 파장의 빛이 섞여 있을 때에는 프리즘에서처럼 파장 별로 분리가 되는 것이다.



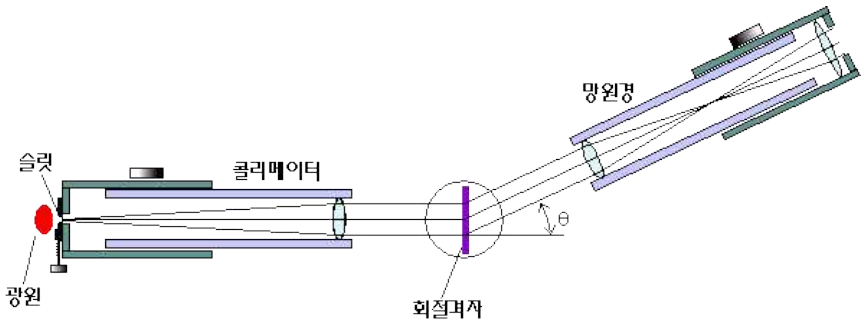
[그림 1] 회절격자에서 θ로 산란된 빛

회절격자 분광기회절격자에서 평행선의 간격을 a라 할 때
보강간섭이 일어나는 조건은

$a\sin\theta = n\lambda$ 이다

(여기서 n은 ...-2,-1,0,1,2...등 정수이고, λ는 빛의 파장, θ는 회절각임).

2. 회절격자를 이용한 분광기의 구조



[그림 2] 분광기의 구조 왼쪽에 광원이 있고 광원에서 나온 빛은 슬릿을 통과하여 콜리메이터를 통하여 평행광선이 된다. 가운데 원형의 지지대 위에 회절격자가 놓여 있어서 색깔(파장)별로 분리되어 망원경으로 들어간다. 여러 가지 색깔을 포함한 광원일 때는 회절각도 θ가 각각의 색깔에 따라 달라져서 망원경을 조절함에 따라 각각을 볼 수 있다. 그림은 한 가지 색깔에 대해서만 그린 것이다.

가. 회절격자(diffraction Grating) : 1mm에 500~600개 정도의 미세한 금이 그어져 있는 투과형 회절격자.

나. 분광기(Spectrometer)

(1) 콜리메이터(Collimator) : 콜리메이터 렌즈의 초점위치에 있는 좁은 슬릿을 통하여 분석될 빛이 콜리메이터로 들어간다. 슬릿을 통하여 들어온 모든 빛은 렌즈에 의해 평행광선이 되어서 회절격자에 수직으로 입사하도록 해준다.

(2) 망원경 : 회절격자에서 회절된 평행광선을 선명하게 관측할 수 있다. 대안렌즈의 내부에는 십자로 금이 그어진 기준선이 있어서 콜리메이터의 슬릿의 허상과 일치시킬 수 있게 되어 있다. 받침에 각도눈금이 붙어 있어 망원경에서 관측되는 빛이 회절격자로부터 회절된 각도를 측정할 수 있다.

(3) 각도 측정용 버니어(Vernier) : 분광기의 기저에 원형으로 각도 눈금이 새겨져 있다. 또한 회전할 수 있는 망원경에도 기저에 접한 쪽에 버니어가 붙어 있어 망원경의 회전 각도를 1분까지 측정할 수 있다.

(4) 기타 부속품들 : 회절격자, 지지대 등

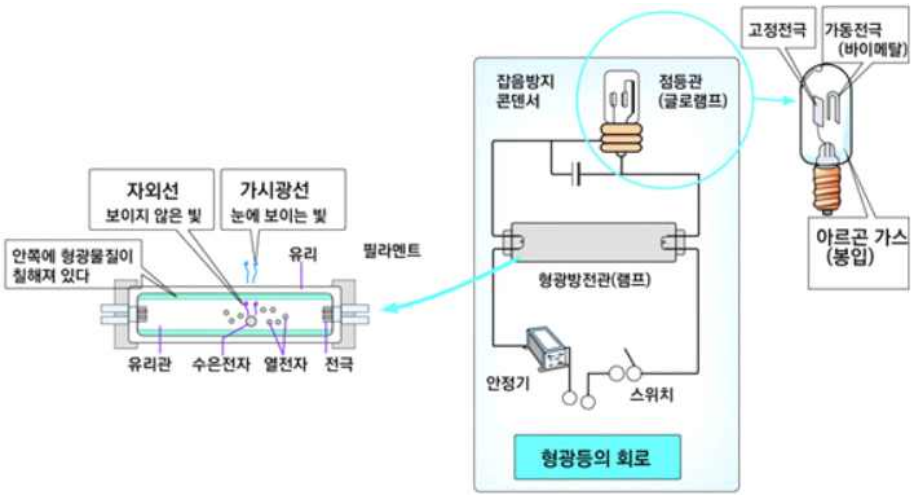
다. 광원 : 기체방전관 (수소, 헬륨, 네온, 수은 등), 고압전원

■ 형광등의 원리

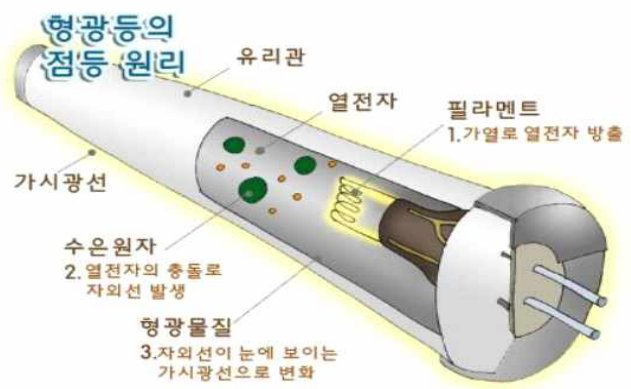
필라멘트 발열에 의한 백열전구에서 한 단계 더 발전한 것이 고전압에서 전기의 방전을 이용한 형광등이다. 형광등은 진공 유리관에 소량의 수은 증기와 방전을 쉽게 하기 위해 아르곤 가스를 넣고 봉한 다음, 양 끝에 전극을 붙인 것으로, 이 전극 사이에 높은 전압을 걸면 방전이 일어나 빛을 발하게 된다. 이때 빛은 자외선으로 이 자외선이 유리관 안쪽의 형광물질과 반응하여 가시광선을 내게 된다. <자료: http://www.science.go.kr/>

1. 형광등의 구조

일반적인 형광등은 형광방전관, 안정기, 점등관, 콘덴서 등으로 구성되어 있다.



2. 형광등이 빛을 내는 원리



가. 형광방전관 : 형광물질을 바른 유리관에 아르곤과 수은을 넣고 밀봉하여 진공상태로 만든 관으로 관 양쪽에 필라멘트 전극이 설치되어 있다. 전극은 이중 코일로 된 필라멘트에 산화바륨이나 산화스트론튬 등의 산화 물질을 발라 높은 전압이 걸리면 쉽게 전자를 방출하여 방전을 일으키게 된다. 수은 증기에 의하여 방사되는 빛은 90%가 눈에 보이지 않는 자외선으로, 눈에 보이는 가시광선을 내기 위해 유리관 안쪽에 형광물질을 칠해 놓는다. 결국 방사된 자외선이 형광물질을 자극하여 빛을 내게 되는 것이다.

나. 안정기와 글로우 램프는 고압을 만들어 방전을 시키고 방전이 일어난 이후에는 일정한 전류가 흐르도록 해주는 역할을 한다. 형광등의 단점 중 하나가 방전 불꽃이 1초에 120번 깜박인다는 것이다. 그러나 우리 눈은 그렇게 민감하지 않기 때문에 1초에 20번 이상 깜박이면 계속 켜져 있는 것으로 인식을 하는데 이것을 잔상 효과라 하며 영화필름이 1초에 24장 바뀔 때 연속된 동작으로 느끼는 것과 같다. 형광등의 수명이 다 되면 방전이 제대로 일어나지 않기 때문에 깜박이는 것을 느낄 수 있다. 예전 자기식 형광등이 점등될 때 심하게 깜박이면 글로우 램프가 기능을 상실한 것이고 형광등 가장자리가 검은색으로 변하면서 불빛이 너울거리거나 깜박거리면 형광등 수명이 다 한 것으로 해석하면 된다.

요즘에 와서 인버터, 또는 바이오 스탠드라는 것이 나오고 있는데 형광등의 최대 단점인 깜박거림을 해소시켜 주는 것이다. 가정용 전기는 1초당 60번 양과 음이 바뀌는 교류전원인데 이를 전자회로를 이용하여 1초에 60Hz를 20,000~50,000Hz로 올려주기 때문에 60Hz를 공급할 때보다 깜박거리는 현상을 전혀 느낄 수가 없어 눈의 피로를 줄여주는 것이다. <자료: http://www.science.go.kr/>

요약하면,

- 전원이 연결되면 점등관의 바이메탈에 의해 폐회로가 형성된다.
- 회로가 연결되어 전류가 흐르면 형광방전관의 필라멘트가 달궈지고, 수은은 증기로 증발된다.
- 안정기의 코일에 유도전류가 생겨 고전압이 발생하여, 달궈진 형광방전관의 필라멘트로부터 열전자가 방출되도록 한다.
- 방출된 열전자와 수은 증기 속 수은 원자가 세차게 부딪치면서 자외선이 많이 포함된 빛이 발생한다.
- 발생한 빛이 형광방전관 벽의 형광물질을 통과하면서 가시광선 영역의 빛으로 전환되어 형광방전관 밖으로 형광등 빛이 나오게 된다.

■ 천문학에서의 분광학 이용

1. 분광학을 통해 천체에 대해 알 수 있는 사실들

원자와 분자가 빛을 방출하거나 흡수할 때는 특정한 파장의 빛만을 방출하고 또 흡수한다. 따라서 우리는 천체의 스펙트럼을 살펴보면, 천체 안에 어떤 종류의 원자와 분자가 있는지 그리고 이런 원자와 분자가 속한 물리적 조건과 환경에 대해 추론할 수 있다. 세밀한 분광학 연구는 구성 물질, 밀도, 온도, 자기장 강도 그리고 구조를 알 수 있게 도와준다. 나아가 스펙트럼 속의 방출선과 흡수선의 도플러 이동을 측정함으로써, 천체가 어떻게 움직이는지도 추론해낼 수 있다. 천체의 다른 성분들이 다른 천체에 비해 어떻게 움직이는지에 대해 알 수 있으며, 먼 거리의 은하나 퀘이사의 경우, 그들의 적색 편이로부터 얼마나 멀리 떨어져 있고 얼마나 오래되었는지 알 수 있다.

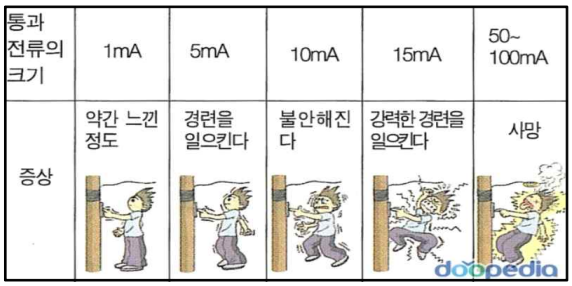
2. 천체분광학에서 처음 발견한 화학 원소는?

천체분광학에서 거둔 첫 번째 과학적 개가는 헬륨의 발견이다. 헬륨은 공기보다 가벼워 밀폐된 공간에 보관하지 않는 이상 지구 대기를 빠져나가게 된다. 그리고 원자 구조상 비활성 기체여서 지구상의 화학 반응에 거의 참여하지 않는다. 그러나 천문학자들이 분광기를 사용하여 태양을 처음 연구했을 때 태양 스펙트럼 속에서 지구상 물질에서 보지 못했던 것을 발견했다. 과학자들은 새로운 원소가 발견되었음을 깨닫고, 이 새로운 원소의 이름을 그리스 신화 속 태양신 헬리오스의 이름을 따 헬륨(helium)이라고 지었다. 마침내 우리는 지구상에서도 어떻게 헬륨을 모으고 사용하는지 알게 되었다. 오늘날 우리는 헬륨이 우주에서 두 번째로 풍부한 원소이며, 우주 전체 원자 질량의 1/4을 이루고 있다는 사실도 알고 있다.

[참고문헌]

광학. Hecht Addison-Wesley p.424~434
알기 쉬운 전기의 세계. 송길영. 동일출판사, 2004
누구나 천문학. 찰스 리우. 지브레인. 2012
형광등의 원리. 국립중앙과학관 홈페이지.
감전 전류의 크기에 따른 증상. 두피디아 홈페이지.
형광등의 점등원리. LG 사이언스랜드 척척박사연구소.

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	전기 안전 교육
목표	가정과 학교에서 전기 기구나 시설을 안전하게 이용하는 방법을 익힌다.
안전수업 내용	다음 내용에 대해 OX 퀴즈 형식으로 실험 시작 전이나 마무리에 간단히 진행할 수 있다. **1. 가정과 학교에서의 전기 안전** • 누전이 될 경우 자동으로 전기가 끊어질 수 있게 하는 누전차단기를 부착한다. • 한 개의 콘센트에 많은 가전제품을 연결하면 화재의 위험이 있으므로, 전기기구를 문어발식으로 사용하지 않는다. • 젖은 손으로 전기기구를 만지지 않는다. • 콘센트는 안전덮개가 있는 것으로 설치한다. 가전제품은 사용 후 스위치를 반드시 끄고 콘센트에서 플러그를 뽑아 둔다. • 콘센트는 반드시 접지 기능이 있는 안전규격을 인정받은 콘센트를 사용한다. • 전깃줄이 바닥에 끌려 발에 걸리는 것을 피하기 위해 붙박이나 천장에 부착하는 것이 좋다. **2. 학교 내 감전사고 발생 시 응급조치 및 예방법** ◇ 학교 내 감전사고 발생 요인 - 파손된 콘센트에 전기 코드를 삽입하거나 콘세트 주변 청소 중 감전 - 피복이 벗겨진 전선이 교실에 방치되어 있을 경우 감전 가능 - 수업 중 여러 가지 전기 기구(전기다리미, 전기후라이팬, 전기 믹서 등) 사용의 부주로 인한 감전 - 변전실 출입문 관리 소홀로 인한 고압전류 감전 - 장마철 학교 내 방치된 가로등의 누전으로 인한 감전 등 ◇ 응급조치 - 전원 차단기를 내리거나 플러그를 뽑아 전기가 흐르지 않게 한다. - 물기 없는 플라스틱 막대나 나무 재질의 막대로 감전 학생을 신속하게 떼어 내거나 마른 수건으로 감전 부위를 내리쳐 감전 학생을 떼어낸다. - 의식이나 맥박이 없으면 119에 신고하고 심장자동재생기를 사용하여 심장이 작동하도록 조치하거나, 심폐소생술을 구급대원이 도착할 때까지 실시한다.  ◇ 예방 대책 - 매월 누전 차단기 테스트 버튼을 눌러 작동 여부 확인한다. - 피복이 벗겨진 전선이나 파손된 콘센트는 반드시 제거하고 교체한다. - 컴퓨터, 모니터, 텔레비전 등 가전기기의 뒤쪽 덮개를 열지 않도록 지도한다. - 하나의 콘센트에 두 가지 이상의 전열 제품을 사용 하지 않도록 지도한다. - 맨손이나 물에 젖은 물건으로 감전된 사람을 구조하지 않도록 지도한다. - 낡은 시설물에 대해 누전 여부를 철저히 점검한다. - 변전실 등 고압 전류가 흐르는 곳에는 학생들이 출입할 수 없도록 출입문 관리를 철저히 한다. - 교내에 설치된 각종 전기 시설물에 대해 철저히 점검한다. - 전기 기구를 청소할 때에는 반드시 담당 교사가 임장하여 지도한다. - 방치된 전기 제품들은 반드시 플러그를 뽑아서 따로 보관한다.

안전한 실험활동 길잡이 (9)

과목명	통합과학	출판사	미래엔
단원명	Ⅰ. 물질의 규칙성과 결합		
교육과정 탐구활동	알칼리 금속과 할로겐의 성질은 무엇일까?		
실험제목	알칼리 금속의 성질		
준비물	■나트륨 ■리튬 □페놀프탈레인 용액 □물 □스포이트 ■유리판 □칼 ■핀셋 □보안경 ■면장갑 □실험복 ■실험용 고무장갑 □네임펜		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 중학교 과학실 청소도중 폭발사고, 여중생 두 명 부상(2017년) 뉴스매체 : 연합뉴스 사건개요 : 부산에 있는 한 중학교 과학실에서 폭발 사고가 발생해 여학생 2명이 다쳤다. 부산 해운대구에 있는 한 중학교 과학실에서 폭발이 일어나 중학교 3학년 학생 2명이 다쳐 인근 병원으로 옮겨져 치료를 받고 있다. 이날 사고는 수업이 끝난 뒤 학생들이 청소하던 중 비커(유리용기)에 담긴 나트륨 관련 물질을 물로 씻어 처리하는 과정에서 화학반응이 생기면서 발생한 것으로 추정된다고 소방당국은 전했다.		
실험 기구 사용 방법	■ 핀셋 : 알칼리 금속은 물과의 반응성이 크므로 반드시 건조시킨 핀셋의 사용한다. ■ 유리판 : 건조시킨 유리판 이용		
안전 수업 내용	□ 나트륨 폭발 : https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2440418&cid=51648&categoryId=51648 □ 할로겐 원소 실험 : http://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20120117_00528		

유의 사항	시약	MSDS
	■ [나트륨(Na), 리튬(Li)] : 은백색의 냄새가 나지 않는 고체 • 칼로 자를 수 있을 정도로 무르고, 공기 중의 산소와 빠르게 반응하여 산화물을 만들며, 물과는 격렬히 폭발적으로 반응한다. • 물과의 반응성이 크므로 습도가 높은 곳이나, 장마철에는 관련 실험을 하지 않으며, 물과 반응시킬 때에는 금속 조각을 쌀알 크기보다 작게 하여 실험한다. • 실험 후 남은 조각은 학생들이 임의로 다루지 않도록 전량 회수한다. ※ 페놀프탈레인 용액 제조 : 페놀프탈레인 1g을 60%에탄올 수용액에 녹여 100mL로 한다.	나트륨(Na) CAS No : 7440-23-5  리튬(Li) CAS No : 7439-93-2 

폐기물	■ 사용하고 남은 미량의 알칼리 금속들은 반응성이 약한 알코올에 넣어 완전히 반응시킨 후 폐유기용액통에 보관 후 처리한다.

교과서 탐구활동

탐구 활동 | 실험, 토의 알칼리 금속과 할로젠 원소의 성질은 무엇일까?

준비물 ☑
- ☐ 나트륨
- ☐ 리튬
- ☐ 페놀프탈레인 용액
- ☐ 물
- ☐ 스포이트
- ☐ 유리판
- ☐ 칼
- ☐ 핀셋
- ☐ 보안경
- ☐ 면장갑
- ☐ 실험복
- ☐ 실험용 고무장갑

유의할 점
- 반드시 보안경, 면장갑, 실험용 고무장갑, 실험복 등 보호 장구를 착용한다.
- 사용하고 남은 알칼리 금속은 반드시 선생님에게 반납하고, 지정된 장소에 보관한다.
- 반응을 관찰할 때 충분한 거리를 유지하며, 얼굴을 가까이 하지 않는다.

알칼리 금속 실험 안전사고 사례

알칼리 금속을 다룰 때 다음 사례와 같은 안전사고가 일어나지 않도록 주의한다.
- 알칼리 금속 조각을 개수대나 세면대에 넣어 얼굴에 화상을 입은 사례
- 알칼리 금속 조각을 바지에 넣었다가 다리에 화상을 입은 사례
- 알칼리 금속 조각을 바닥이나 창밖에 던져 화재가 발생한 사례

알칼리 금속

알칼리 금속의 성질을 관찰하는 실험 동영상을 찾아 시청한 후, 알칼리 금속의 공통적인 성질을 정리해 보자.

| 목표 |

알칼리 금속과 할로젠 원소의 성질을 알아보고, 실생활에서의 역할을 토의하여 설명할 수 있다.

실험 알칼리 금속의 성질

| 과정 |

❶ 유리판 위에 나트륨 조각을 올려놓고 핀셋으로 잡은 다음, 칼로 쌀알 크기만 하게 잘라 단면을 관찰하자.

❷ 물이 $\frac{2}{3}$ 정도 들어 있는 수조에 페놀프탈레인 용액을 1~2 방울 떨어뜨리고, 쌀알 크기로 자른 나트륨 조각을 넣자.

❸ 리튬으로 과정 ❶, ❷를 반복해 보자.

도움말 안전을 위하여 관련 동영상이나 선생님의 시범 실험을 통해 성질을 관찰할 수 있다.



| 결과 |

❶ 과정 ❶과 ❷에서 어떤 변화를 관찰할 수 있는가?

❷ 알칼리 금속의 공통적인 성질이 무엇인지 써 보자.

자료 해석 할로젠 원소의 성질

| 자료 |

다음은 몇 가지 할로젠 원소의 성질을 정리한 것이다.

구분	실온에서의 상태	나트륨과의 반응	수소와의 반응
플루오린	기체	매우 격렬하게 반응한다.	매우 빠르게 반응한다.
염소	기체	격렬하게 반응한다.	빠르게 반응한다.
브로민	액체	잘 반응한다.	잘 반응한다.

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 손 보호구 : 장갑의 종류와 용도

종류		종류	
폴리에틸렌 장갑		내 절단용 장갑	 마모와 절단에서 보호
라텍스 장갑		초저온용 방수 장갑	 액체 질소용
목장갑		내열 장갑	
네오프렌 장갑		방열 장갑	
니트릴 장갑		절연 장갑	
멸균기용 장갑		(초)내화학용 장갑	

■ 알칼리 금속

주기율표의 1족에 속하는 원소로, 리튬(Li) · 나트륨(Na) · 칼륨(K) · 루비듐(Rb) · 세슘(Cs) 등이 이에 속한다. 알칼리 금속은 반응성이 매우 강하기 때문에 자연계에서 원소 상태로는 존재하지 못하고, 다른 원소와 화합한 화합물 상태로 존재한다. 원자가전자가 모두 1개이며, 원자 반지름이 크고, 이온화 에너지가 작으므로 산화되기 쉬운 성질을 가지고 있다. 알칼리 금속이 산화되면 +1가의 양이온이 된다.

반응성이 매우 뛰어나기 때문에 공기 중에 방치하면 빠른 속도로 반응이 일어나 표면의 은백색 광택이 사라진다. 그러므로 알칼리 금속을 보존하기 위해서는 빛이 차단되는 갈색의 병에 파라핀 등의 액상의 유기 탄화수소를 채워 그 안에 잠기게 하여 산소, 물 등과의 접촉을 차단하여 서늘한 응달에 보관해야한다. 알칼리 금속이 공기와 반응하면 산화물이 되고, 물과 반응할 때에는 수소가 발생하며, 수산화 이온이 생기므로 수용액은 염기성을 띤다. 이 때문에 알칼리 금속이라고 부른다. 알칼리 금속 자체의 강력한 반응성으로 인해 피부에 직접 닿지 않도록 취급해야 하고, 적은 양으로도 물과 접촉하면 폭발적으로 반응하게 되므로 항상 주의해야 한다. 폭발적으로 반응하는 성질을 이용하여 폭약을 만들기도 한다. 이처럼 알칼리 금속은 격렬하게 반응하지만 화합물 속에 포함된 알칼리 금속의 양이온은 매우 안정적이며 수용액 속에서 용해도가 매우 크므로 앙금 생성 반응으로 알칼리 금속 이온의 존재 여부를 확인할 수 없다. 하지만 알칼리 금속의 양이온은 불꽃 반응으로 그 존재 여부를 확인할 수 있다.

1. 리튬(Li)

리튬은 물에 뜰 정도로 금속 중에서 가장 가벼운 알칼리금속이다. 염화리튬과 염화칼륨의 혼합물을 전기분해하여 생성되며, 매장량이 현저히 적거나 특정 지역에서만 출토되거나 아예 채굴 자체가 어려운 '희유금속'으로, 아르헨티나, 칠레, 볼리비아 등 남미 지역에 분포되어 있는 금속이다. 리튬은 가장 밀도가 낮은 고체원소로 1817년 스웨덴의 화학자 요한 아르프베드손이 발견하였다. 리튬은 다양한 용도로 쓰이지만 대부분 휴대폰이나 노트북 등의 충전이 가능한 리튬이온전지에 사용된다. 또한 전기 자동차에도 쓰이기 시작하였으며 리튬화합물이 유리 성분의 녹는점을 낮추거나 열저항을 증가시켜주는 역할을 할 수 있어 세라믹 산업에도 많이 이용되고 있다. 이러한 리튬은 조만간 고갈될 것으로 전망되어지고 있어 이를 대처할 물질에 대한 시도가 활발하게 이루어지고 있다.

2. 나트륨(Na)

나트륨은 소금의 구성 성분이면서 고대부터 사람의 생명 유지에 필수 원소로 리튬보다 폭발력을 가진 알칼리 금속으로 1807년 험프리 데이비가 녹은 수산화나트륨에 전류를 흘려 발견하였다. 나트륨은 칼륨과 함께 뇌로 신경 자극을 전달하며, 세포들의 삼투압을 유지시켜 생존은 돕고 있으며, 원자로의 냉각제로 활용되는 등 산업적으로도 이용되고 있다. 산업용으로 사용되는 나트륨 화합물은 염화나트륨을 이용하여 생산하며 매년 2억 톤 이사의 염화나트륨이 생산되고 있고 대부분의 염화나트륨은 지하에 있는 암염에서 얻는다. 염화나트륨은 지하 소금 광산에 따뜻한 물을 주입한 후 물을 퍼 올려 증발시켜 추출하며, 음식물의 보존, 조미료 등으로 사용되고 있다. 또한 리튬의 고갈을 대체할 차세대 전지로서 나트륨 전지 연구도 이루어지고 있다.

3. 칼륨(K)

칼륨은 전기분해를 통해 얻어낸 최초의 금속 원소로 리튬 및 나트륨처럼 물과 폭발적으로 반응하며, 두 원소보다 반응성이 훨씬 높다. 칼륨도 험프리 데이비가 1807년 전기를 이용하여 다양한 실험을 하다가 식물의 재에서 분리해 내었다. 처음 이름은 포타슘이었다가 칼륨으로 다시 명명되었다. 칼륨은 나트륨과 마찬가지로 우리 몸 안에서 세포의 삼투압을 조절해주고 있으며, 경우에 따라 칼륨이 너무 많이 섭취될 경우 신경과 장기에 이상이 생길 수 있으니 주의해야 한다. 칼륨은 반응성이 커서 산업체에서는 염화칼륨, 질산칼륨, 수산화칼륨 등 칼륨화합물이 이용되고 있다. 염화칼륨과 질산칼륨의 90%이상은 비료 생산에 사용되고 있으며, 질산칼륨은 전통적으로 화학제조 에 사용되어 왔다. 수산화나트륨은 유리 및 비누의 제조, 화학공업에 널리 이용되고 있으며, 재충전이 가능한 니켈카드뮴 전지와 수산화티켈 금속 전지를 포함한 알칼라인 전지에도 사용된다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 화재 발생 시 대처 방법

1. 소화 : 연소의 3요소 중 어느 하나라도 제거하여 연소되지 않도록 막음

> 연소 : 물질이 공기 중의 산소와 반응하여 빛과 열을 내며 타는 현상
> 연소의 3요소 : 연료(탈 물질), 공기(산소), 발화점 이상의 온도

2. 소화 방법

가. 냉각 소화 : 물을 뿌려 발화점 이하로 온도를 낮추어 소화하는 방법

나. 질식 소화 : 공기 중 산소를 21%에서 15% 이하로 낮추어 소화하는 방법

다. 제거 소화 : 가연물을 제거하여 소화하는 방법
(유전지대 질소폭약 투하, 가스화재 시 중간밸브 폐쇄, 산불화재 시 전방 나무제거)

라. 희석 소화 : 물을 뿌려가며 연료(탈 물질)의 농도를 낮추어 소화하는 방법

마. 유화 효과 : 물분무 소화 설비를 중유에 방사하는 경우 유류 표면에 얇은 막으로 유화층을 형성하여 소화하는 방법

바. 피복 효과 : 이산화 탄소 약제 방사 시 가연물의 구석까지 침투하여 피복하므로 연소를 차단하여 소화하는 방법

라. 부촉매 효과 : 연쇄반응을 차단하여 소화하는 방법

3. 소화기의 종류

종류	소화 약제	적용 화재	소화 효과
산, 알칼리 소화기	H_2SO_4, $NaHCO_3$	일반화재 (스프레이 : 전기화재)	냉각
강화액 소화기	H_2SO_4, K_2CO_3	일반 화재 (스프레이 : 일반화재, 유류(가스)화재, 전기화재)	냉각(스프레이: 질식)
이산화 탄소 소화기	CO_2	유류(가스)화재, 전기화재	질식, 냉각, 피복
할로젠화합물 소화기	할론 1301, 할론 1211, 할론 2402	유류(가스)화재, 전기화재	질식, 냉각, 억제(부촉매)
분말 소화기 (가루를 이용)	제1종, 제2종, 제3종, 제4종	일반화재, 전기화재, 유류(가스)화재	질식, 냉각, 억제(부촉매)
포말 소화기 (거품을 이용)	$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, $NaHCO_3$	일반화재, 유류(가스)화재	질식, 냉각

(출처 : 교육부, 학교 안전교육 7대 표준안)

분말(축압식) 소화기	투척용 소화기	스프레이형 소화기
불에 잘 타지 않는 기체의 고압가스를 이용해 소화 약품을 뿌리는 방식	어린이나 노약자가 사용하기 쉽도록 무게가 가벼워 던지는 형태로 사용하는 소화기	액체형으로 가루 오염이 없으며 실험대 위에 개별 비치하여 사용하는 소화기
		

안전한 실험활동 길잡이 (10)

과목명	통합과학	출판사	미래엔
단원명	Ⅰ. 물질의 규칙성과 결합		
교육과정 탐구활동	염화칼슘을 대체할 수 있는 친환경 제설제에는 어떤 것이 있을까?		
실험제목	염화칼슘의 제설 효과		
준비물	■ 염화칼슘 □ 소금 □ 설탕 □ 얼음 □ 페트리 접시 □ 약숟가락 □ 실험용 고무장갑 □ 실험복 □ 보안경		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 제설함에서 흘러나온 액체형 염화칼슘에 '미끌'...SUV 차량 전복(2017) 뉴스매체 : SBS뉴스 사건개요 : 오늘(2017년 10월 31일) 오후 3시쯤 경기도 양평군 양평읍 대흥리 6번 국도 홍천방향 편도 2차로에서 70살 A씨가 모는 쏘렌토 차량이 내리막길을 내려가다 중심을 잃고 전복됐습니다. 이 사고로 차량 지붕과 보닛 등이 크게 손상됐지만 A씨는 안전벨트를 맨 덕에 크게 다치지는 않은 것으로 알려졌습니다. 경찰은 인근 제설함이 부서지면서 액체형 염화칼슘이 도로로 흘러나와 차량이 전복된 것으로 보고 있습니다. 경찰 관계자는 "미끄러운 재질의 액체형 염화칼슘이 도로에 흘러 있었는데 A씨 차량이 내리막길을 내려오다 이를 밟고 중심을 잃은 것으로 보인다"며 "왜 제설함이 부서졌는지를 포함해 정확한 사고 원인을 조사하고 있다"고 설명했습니다.		
안전 수업 내용	□ **제설제로서의 염화칼슘 :** https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2451616&cid=51648&categoryId=51648 □ **친환경 제설제 :** http://lg-sl.net/product/scilab/sciencelablist/DCLV/readSciencelabList.mvc?sciencelabListId=DCLV20151120004&subjectId=CHE		

유의 사항	시약	MSDS
	■ 염화칼슘($CaCl_2$) • 염화칼슘 수용액이 눈과 피부에 묻어 자극을 일으킴 • 고체 염화칼슘이 묻은 손이 물과 접촉하면 많은 열이 발생하여 화상을 유발함 • 조해성이 강하므로 이용 후 시약병의 뚜껑을 잘 닫아야 함 • 실험복과 보안경 및 보호 장갑을 착용하여 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 주의	염화칼슘($CaCl_2$) CAS No. : 10043-52-4 

폐기물	■ 염화칼슘 폐수는 무기계 폐수통에 보관하여 처리한다.

교과서 탐구활동

탐구 활동 | 토의 **염화 칼슘을 대체할 수 있는 친환경 제설제에는 어떤 것이 있을까?**

준비물☑
☐ 인터넷 가능 기기

염화 칼슘
- 염화 칼슘의 제설 효과를 보여 주는 실험 동영상을 찾아보자.
- 염화 칼슘 때문에 생긴 피해에는 어떤 것이 있는지 찾아보자.

| 목표 |

염화 칼슘을 대체할 수 있는 친환경 제설제를 찾아 그 유용성을 토의하고 평가할 수 있다.

자료 ❶ 염화 칼슘의 제설 효과

다음은 염화 칼슘을 제설제로 사용하는 까닭을 알아보기 위한 실험이다.



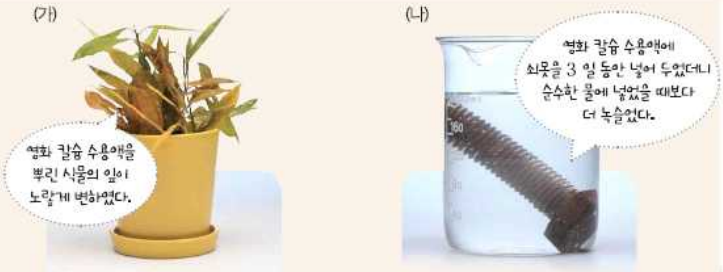
같은 크기의 얼음 조각에 같은 양의 설탕, 소금, 염화 칼슘을 뿌리고 30 분 동안 두었더니 염화 칼슘을 뿌린 얼음이 가장 많이 녹았다.

| 분석 및 정리 |

● 염화 칼슘을 제설제로 사용하는 까닭을 화학 결합과 관련지어 써 보자.

자료 ❷ 염화 칼슘의 영향

다음은 염화 칼슘 수용액을 뿌린 식물과 염화 칼슘 수용액에 넣은 쇠못의 변화를 나타낸 것이다.





| 분석 및 정리 |

❶ 염화 칼슘을 제설제로 사용할 때의 문제점을 써 보자.

❷ 창의력 겨울철에 염화 칼슘 제설제가 뿌려진 도로 위를 주행한 후에는 자동차의 바닥과 타이어 휠 부분을 깨끗이 닦아야 한다. 그 까닭이 무엇인지 생각해 보자.

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 염화칼슘

1. 염화칼슘의 종류 및 특성

염화칼슘($CaCl_2$)은 분자식에서 보는 것처럼 칼슘이온 1개와 염화이온 2개의 비율로 구성된 화학물질이다. 상온에서 고체이고 물에 잘 녹으며 하얀색을 띤다. 염화칼슘은 낮은 온도에서도 물에 잘 녹는다(0℃에서 약 60g/100 mL). 공기에 포함된 수분을 흡수하기 때문에 밀폐된 공간의 수분 제거 혹은 순수한 기체에 포함된 수분 제거에도 염화칼슘을 이용한다. 염화칼슘의 제습 효과는 실리카 겔의 제습 효과보다 훨씬 뛰어나고, 습도가 낮은 조건에서도 그 효과가 좋다. 그래서 수분에 의해 변질되기 쉽고, 매우 민감한 화학물질을 밀봉이 된 건조용기에 염화칼슘과 함께 보관하면 화학물질이 수분에 의해서 변질되는 것을 막을 수 있다. 이런 방법은 수분에 의해 변질되기 쉽고, 매우 민감한 화학물질을 보관하는 방법으로 오래전부터 이용되고 있다. 길에 뿌려진 염화칼슘은 대기의 수분을 흡수하여 물을 머금은 축축한 막을 형성하기도 한다. 그런 얇은 층은 도로의 미세 먼지를 붙잡을 수 있어서 먼지를 제거하는 효과도 있다. 그러나 기온이 많이 내려가서 물과 함께 얼어버리면 미끄러운 얼음 층이 되어 자동차 및 사람들 통행에 방해가 되기도 한다. 염화칼슘과 결합하는 물 분자의 개수는 염화칼슘의 종류에 따라 다르다. 무수 염화칼슘($CaCl_2$)도 있고, 6개의 물 분자까지 결합된 염화칼슘($CaCl_2 \cdot 6H_2O$)도 있다. 그러므로 제습 능력은 사용되는 염화칼슘이 몇 개의 물 분자와 결합하고 있는 종류인지 혹은 불순물의 비율이 얼마나 되는지에 달려 있을 것이다. 오래된 무수 염화칼슘의 제습 효율이 떨어지는 것은 보관을 잘못하여 이미 공기 중의 물 분자를 많이 흡수하였을 가능성이 매우 크다.

2. 염화칼슘은 녹을 때 열이 난다

고체 염이 물에 녹을 때 열의 발생 혹은 흡수가 진행된다. 그 결과 염을 녹이는 물의 온도 및 용기의 온도에 변화가 있다. 그 열을 염의 용해열(heat of solution) 혹은 용해 엔탈피(enthalpy of solution, ΔHsol)라 한다. 용해 엔탈피를 표시할 때 발열은 - 로 흡열은 + 로, 그 크기는 숫자로 한다. 예를 들어 염화칼슘(분자량: 110.98 g/mol)이 물에 녹을 때 열이 발생(발열)된다. 염화칼슘 110.98 g(1 mol의 질량)이 녹을 때 발생되는 열은 약 80 kJ이며, 그것은 ΔHsol = -80 kJ/mol 라 적는다. 이 정도의 열은 얼마만한 것인지 계산해보자. 계산에는 물 1 g을 1℃ 올리는 데 필요한 열은 약 4.18 J(줄)이며, 0℃의 얼음을 0℃의 물로 변환되는 데 필요한 열(융해열, heat of fusion)은 약 334 J/g 이라는 자료가 필요하다. 만약에 염화칼슘 10g을 물에 녹인다면, 그 때 발생되는 열은 25℃의 물 100g의 온도를 약 42℃까지 올릴 수 있다. 만약에 물의 양이 20g이라면, 물의 온도는 끓는 온도까지 올라간다. 염화칼슘을 이용하여 일회용 핫팩을 만들 수 있는 것도 이런 발열현상 때문이다. 염화칼슘 10g에서 발생되는 열로는 0℃의 눈(얼음) 약 21.6g을 녹일 수 있다. 이것은 순수한 염화칼슘에 대한 계산이므로, 불순물이 섞인 제설용 염화칼슘은 그 성능이 다소 떨어질 것이다. 염화칼슘과는 달리 염화소듐($NaCl$, 염화나트륨, 소금)이 물에 녹을 때는 열을 흡수한다. 소금을 물에 녹일 때 용기가 차갑게 느껴지는 것은 바로 이 때문이다. 염화소듐(분자량: 110.98 그램/몰)이 녹을 때 흡수하는 열은 약 3.87 kJ/mol 이며, 그것은 ΔHsol = +3.87 kJ/mol로 적는다.

3. 제설하는 원리

바닷물 혹은 한강물은 기온이 영하로 떨어져도 얼지 않는다. 순수한 물은 0℃에서 얼지만, 염화칼슘과 같은 염을 비롯한 불순물(물 이외의 다른 화학물질)이 녹아 있는 용액은 어는 온도가 0℃ 이하로 내려간다. 이와 같이 순수한 용매(물)의 어는 점(온도)보다 용액(용매+용질, 예: 물+염)의 어는 점이 낮은 것을 어는 점 내림(Freezing point depression)이라 한다. 어는 과정을 간략하게 상상해 보자. 만약 기온이 떨어져 물의 온도가

낮아지면 물 분자의 움직임이 둔해질 것이다. 바로 이웃해 있는 물 분자들이 서로 일정한 배열을 하면서 결정으로 성장할 것이다. 그런데 매우 작은 얼음 결정 주위에 다른 종류의 분자(혹은 이온)들이 있으면 얼음 결정이 성장하는 데 방해가 된다. 따라서 염(불순물)이 섞인 용액의 얼음 형성은 순수한 물에서 얼음이 형성보다 어렵게 되고, 온도가 더 낮아져야 결정 성장이 가능할 것이다. 용액의 어는 점 내림이 일어나는 것은 바로 이런 이유 때문이다. 어는 점 내림의 크기는 용액의 총괄성(colligative property)이라는 특성과 연관이 있다. 총괄성이란 용액에 포함되어 있는 분자(혹은 이온)의 종류에는 상관이 없고 오로지 분자(혹은 이온)의 많고 적음에 따라 용액의 물리적 특성이 달라지는 것을 말한다. 총괄성을 따르며 물리적 특성이 변화되는 것으로 용액의 어는 점 내림 외에도, 용액의 끓는 점 오름, 용액의 삼투압, 용액의 증기압 내림 등이 있다. 이들 물리적 특성의 변화 크기는 모두 용액에 존재하는 분자(혹은 이온)의 개수(number)에만 의존한다는 특징을 지닌다. 어는 점 내림의 정도(크기)는 용매(물)에 녹는 용질(화학물질)의 농도(몰랄농도:molality)에 비례한다. 몰랄농도는 용매 1 킬로그램(kg)에 녹은 용질의 몰 수(number of mole)이며, 몰 수는 용질의 질량(mass)을 용질의 분자량으로 나눈 값이다. 그러므로 녹인 물질의 양이 많을수록 다시 말해 불순물이 많이 섞일수록 어는 점 내림이 더 크다. 만약에 서로 다른 종류의 화학물질이 같은 양만큼 녹은 용액들의 어는 점 내림 정도를 비교해보면 분자량이 작은 물질이 녹은 용액에서 어는 점 내림이 더 크게 일어난다. 그것은 동일한 질량일지라도 분자량이 작으면, 몰 수 및 몰랄농도가 더 크기 때문이다. 예를 들어서 과당(분자량: 180.16 g/mol) 혹은 설탕(분자량: 342.30 g/mol)을 같은 양(예를 들어 10 그램) 녹인 용액의 어는점을 비교해 보면, 과당을 녹인 용액의 어는점이 더 낮다는 말이다. 아이스크림을 만드는 용액의 과당 혹은 설탕을 비롯한 첨가물의 양을 조절하면, 아이스크림이 생성되는 온도를 조절할 수 있는 것도 어는 점 내림을 응용한 것이다.

4. 염화칼슘이 제설에 더 효과적인 이유

똑같은 몰랄농도라 할지라도 해리(dissociation)되는 분자와 해리되지 않는 분자를 포함하는 어는 점 내림의 크기는 다르다. 물에 녹아 해리 되는 분자를 포함한 용액의 어는 점 내림이 더 크다. 왜냐하면 해리가 되면 더 많은 개수의 이온(혹은 분자)들이 존재하기 때문이다. 예를 들어 염화소듐은 물에 녹으면 각각의 염화이온, 소듐이온으로 해리되며, 염화칼슘은 염화이온 둘, 칼슘이온 하나로 해리부된다. 그 결과 소금 용액에는 해리 안 되는 분자(예: 설탕)가 포함된 용액보다 이온의 개수는 2배나 많고, 그 결과 어는 점 내림도 2배가 된다. 염화칼슘의 경우에는 설탕용액의 경우보다 어는 점 내림이 3배가 된다. 만약에 0.1 몰랄농도의 세 종류의 용액(1 kg의 물에 각각 설탕 34.2g, 염화소듐 5.84g, 염화칼슘 11.0g을 녹인 용액)에 있는 분자 혹은 이온의 개수는 설탕 용액의 경우를 1 이라 하면, 염화소듐은 2, 염화칼슘은 3이 된다. 따라서 총괄성을 따르는 어는 점 내림 정도는 염화소듐 용액은 설탕용액의 2배, 염화칼슘 용액은 설탕용액의 3배와 염화소듐 용액의 1.5배가 된다. 그러므로 제설제로서 사용될 때 염화칼슘이 염화소듐보다 더 효과적이다. 더구나 염화칼슘의 발열반응까지 고려하면 더 좋다. 그럼에도 불구하고 기온이 어는 점 내림 효과를 상쇄할 정도로 더 내려간다면 아무리 염화칼슘을 뿌린다고 해도 소용이 없을 것이다. 염화칼슘의 용해열은 물론, 어는 점 내림 효과가 무시될 정도로 기온이 내려가면 제설제로서 염화칼슘은 그야말로 무용지물이 될 것이다. 염화소듐의 흡열 특성에도 불구하고 염화소듐의 가격 경쟁력이 있는 지역에서는 제설제로 염화소듐을 이용한다. 이것은 불순물에 의한 어는 점 내림효과가 제설에 중요한 영향을 미친다는 것을 말해준다. 염화칼슘 염과 얼음 물을 적절한 비율로 섞으면 영하 30℃ 이하에서도 얼지 않는 냉매를 만들 수 있다.

5. 눈 녹이기 좋다고 너무 많이 뿌리면 부작용도

길에 뿌린 염화칼슘 혹은 염화소듐으로 인해서 추운 지방에서 운행되는 자동차들의 차체 부식이 더 빨리 진행된다. 염화이온이 철 및 강철의 부식을 촉진하기 때문이다. 또한 염화칼슘을 과다하게 사용하면 동식물에 끼치는 영향도 적지 않고, 녹았다가 다시 얼어붙어 형성된 얇은 얼음 막으로 인한 교통사고의 유발로 경제적 손실도 적지 않다. 화학물질은 역시 필요한 만큼 적절하고, 안전하게 사용하는 것이 최선이다.

출처 : [네이버 지식백과] 염화칼슘 - 눈 올 때 도로에 뿌려대는 하얀 가루의 정체 (화학산책)

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 염화칼슘 이외의 제설방법

1. 스노우 멜팅



케이블이 깔려있는 주차장의 (출처: www.mccalllandscapes.com)



스노우 멜팅 설치 모습(출처: http://climatecontrolcompany.com)

열선 시스템인 스노우 멜팅 시스템은 노면에 설치된 센서가 외기 온도와 습도를 감지하고 필요시 컨트롤러 유닛에 신호를 보내어 필요시 히팅 케이블이 작동하도록 하는 원리이다. 히팅 케이블은 발열체와 무기절연층, 외피 등으로 이루어져 있으며, 발열 온도의 범위는 200 ~ 400℃ 수준이다. 그 위에 5 ~ 10cm 두께의 아스콘 또는 콘크리트로 마감해 발연 온도를 일정 수준으로 낮추게 된다. 다만 도로를 관리하는 기관이 높은 전기 요금을 부담해야 한다는 점에서 경제적인 어려움이 있을 수 있다. 폭설이 내리면 제설을 위해 투입하는 인력과 장비, 그리고 폭설로 인한 도로 정체 등 피해가 계속 증가하고 있기 때문에 우리나라도 2010년도부터 조금씩 눈을 녹이는 시스템을 검토하기 시작하였으며, 기업이나 아파트 등 건물을 지을 때 인근 도로와 주차장 및 폭설 취약 도로 등에 점차 확대 적용되고 있다.

2. CMA(Calcium Magnesium Acetate)

미국에서는 1980년대 초 대체 제설제로 CMA(Calcium Magnesium Acetate)를 개발했다. CMA는 동절기에 도로의 결빙을 방지하기 위한 환경 친화적 대체 제설제로 기존의 제설제 염화칼슘과는 달리 염소이온을 함유하고 있지 않기 때문에 부식성이 없고 산성 토양을 중화하는 역할을 하는 등의 장점이 있다. 반면에 CMA는 상대적으로 생산 단가가 높아 실제 범용화하기에는 경제적인 문제가 있어, 제설제로서 효과를 다하면서도 경제성이 있는 제설제에 대한 연구가 진행 요구되었다. 그중 하나로 음식물 쓰레기를 처리할 때 발생하는 여러 가지 폐기물에서 추출한 프로피온산 박테리아를 이용해 유기산을 발효시킨 후 만든 CMO(Calcium Magnesium Salt of Organic acids)가 있다. 유기산을 발효해 만든 제설제는 음식물 쓰레기를 재활용한다는 관점에서 긍정적이며, 또한 음식물 쓰레기는 퇴비로도 많이 사용되고 있는 만큼, 식물들의 생장에 도움을 주는 것으로도 나타났다. 염화칼슘에 비해 독성이 적고, 차량 부식 등의 문제를 일으키지 않아 우리나라에서도 친환경 제설제로 향후 지속 개발할 예정이라고 한다.

단 친환경 제설제에도 단점은 있다. 염소 성분을 제한한 만큼 염화칼슘의 제설 능력에 미치지 못하는 것들이 있으며, 일부 친환경제설제에는 아스팔트나 콘크리트를 부식시키는 성분이 포함되어 있기도 하다.

3. 에코트랙션



출처: https://www.acklandsgrainger.com

에코트랙션은 캐나다산 천연 광물질(화산석)로 태양열을 흡착해 주변의 온도를 높여 눈과 얼음을 녹이기 때문에 제설과 미끄럼 방지에 효과가 높은 제품으로 환경 보호구역과 이면도로, 공원, 자전거 도로 그리고 제설 취약지구에 사용되고 있다. 눈 녹임 기능만을 가진 염화칼슘 제설제와는 달리 미끄럼 방지 기능도 갖춰 빙판길 보행자의 안전을 효과적으로 지킬 수 있고 천연물질로 구성돼 환경보호 및 인체에 무해하다는 게 큰 특징이다. 모래보다 부드러우며 금속이나 콘크리트 등에 대한 비부식성을 갖고 있으며, 염화칼슘의 9배나 적은 양으로도 효과를 나타낸다. 눈이 쌓인 도로나 인도에 에코트랙션을 뿌려주면 결빙사고를 방지하고 마찰력이 생겨 차량이나 보행자가 미끄러질 염려가 없다.

4. 태양광 도로 : 솔라로드, 와트웨이



태양광 도로(출처: www.briggskia.com)

가. 솔라로드(Solar Road) : 태양광 자전거 도로

네덜란드 암스테르담 북쪽에 위치한 크로메니 마을에 가면 세계 최초의 태양광 자전거 도로를 만날 수 있다. 아직까지 시범 도로인 네덜란드 솔라로드는 약 70m로 콘크리트 모듈과 강화 유리로 마감된 조립식 패널로 이뤄져 있으며, 이 태양광 자전거 도로는 1년에 1제곱미터당 50~70kWh의 전력을 생산할 수 있으며, 이 전력을 활용해서 도로 가로등이나 신호등에 사용할 수 있다.

나. 와트웨이(Wattway)

태양광 도로를 프랑스에 가면 만나볼 수 있다. 프랑스 환경부는 노르망디 투루브르에서 페르슈까지 약 1km의 구간은 태양광 도로인 와트웨이(Wattway)를 만들었다. 약 3,000개의 특수 패널이 사용된 이 도로는 하루에 767kWh, 연간 280MWh의 전력을 생산할 것으로 예상되고 있다. 또한 차량이 지나가도 될 정도로 튼튼한 소재인 실리콘 시트가 포함되어 아무런 걱정 없이 자동차 운행이 가능하다.

이러한 태양광 도로는 도로표층, 전자층, 베이스 등 3개의 층으로 구성되어 있으며, 도로표층은 빛을 받아들이는 층으로 자동차의 무게를 버틸 만큼 높은 강도를 가지고 있다. 전자층은 LED와 전자회로, 발열체와 태양전지셀로 이루어져 있으며, 베이스층은 발전한 전력을 다른 곳으로 전달하는 역할을 한다. 태양광 도로는 아스팔트의 2배로 수명이 길며, 도로가 태양광으로 전기를 만들기 때문에 자체 발열을 통해 눈을 녹일 수 있고, LED를 내장하고 있어 기상상태에 따라 차선이 희미해질 일도 없고, 유사시에는 차선을 변경하는 것도 가능하다. 또한 도로 상의 전방의 위험 신호를 알리는 변화에 대응할 수도 있다. 다만 아직은 에너지 효율에 비해 비용이 비싸다. 우리나라에서도 잠실대교 북단 위를 지나는 자양고가차도, 광진구에서 경기 구리시로 이어지는 아차산대교를 시범구간으로 조성하겠다고 밝혔으며, 폭 1m짜리 태양광 설비를 자양고가에는 800m, 아차산대교에는 2km 길이로 설치해 이르면 2019년에 완공할 예정이다.

안전한 실험활동 길잡이 (11)

과목명	통합과학	출판사	금성출판사
단원명	Ⅱ. 생활 속의 과학탐구		
교육과정 탐구활동	산화 환원 반응과 전자의 이동		
실험제목	산화 환원 반응과 전자의 이동		
준비물	■철판 ■아연판 ■황산구리(II) 수용액 □6홈판 ■사포 ■스포이드		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 화학실험 후 화재 발생시킨 30대 담당교사 벌금 300만원 뉴스매체 : 중부일보 사건개요 : 용인시의 한 초등학교 교사인 김씨는 지난해 10월 18일 오전 9시부터 낮 12시20분까지 학교 교실에서 학생들과 함께 수산화나트륨 수용액에 아연가루, 구리조각을 끓여 색의 변화 과정을 확인하는 실험을 한 뒤 실험물질을 쓰레기통에 버리고 퇴근해 불을 낸 혐의로 기소.		
실험 기구 사용 방법	· 철판과 아연판을 광택이 날 때까지 사포로 문지른다. · 6홈판 두 곳에 황산구리(II) 수용액을 넣는다. · 철판과 아연판을 황산구리(II) 수용액에 절반쯤 잠기도록 담근다. · 각 홈에서 어떤 변화가 일어나는지 10분 정도 관찰한다. · 각 홈에서 철판과 아연판을 꺼내 황산구리(II) 수용액에 잠긴 부분에서 발생한 변화를 관찰한다.		
안전 수업 내용	· 연구실 폐시약 안전한 처리방법 https://youtu.be/ezDUO5D5LuU		

유의 사항	시약	MSDS
	■ 아연(Zn) : 공기에 노출되면 스스로 발화함. 수생생물에 매우 유독함. 물질은 상온 또는 약간 온도상승된 공기에 노출 시 자연발화될 수 있으므로 적정온도 이하에서 보관	
	■ 철(Fe) : 가열시 용기가 폭발할 수 있음. 마찰, 열, 스파크, 화염에 의해 점화할 수 있음. 소화 후에도 재점화할 수 있음. 일부 물질은 강렬한 열로 연소함. 분진은 공기와 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음.	
	■ 황산구리Ⅱ($CuSO_4$) : 가열시 용기가 폭발할 수 있음. 일부는 탈 수 있으나 쉽게 점화하지 않음. 접촉 시 피부와 눈에 화상을 입힐 수 있음. 화재시 자극성, 독성 가스를 발생할 수 있음. 물질의 흡입은 유해할 수 있음	

폐기물	□ 아연판 및 철판은 산을 포함한 인화성 물질과 분리해서 처리해야 하므로 학생들이 사용한 금속판을 쓰레기통에 버리지 않게 지도 후 모두 수거하여 물기를 제거한 후 밀폐용기에 넣어 보관한다. □ 황산구리Ⅱ는 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다.

교과서 탐구활동

탐구 2 실험 산화 환원 반응과 전자의 이동

과학적 탐구 능력

● **목표** 철과 아연이 황산 구리(II) 수용액에서 각각 어떻게 변화하는지 관찰하고, 이 반응을 통해 산화 환원 반응에 따른 전자의 이동을 설명할 수 있다.

● **준비물** **실험 기구** 6홈판, 사포, 스포이트, 장갑
실험 재료 철판, 아연판, 황산 구리(II) 수용액

5분 안전

- 사포로 문지를 때는 손을 다치지 않도록 주의한다.
- 약품이 피부에 닿지 않도록 조심한다.
- 실험 후 폐기물은 반드시 지정된 곳에서 안전하게 처리한다.

● **과정**

❶ 철판과 아연판을 광택이 날 때까지 사포로 문지르자.
❷ 6홈판 두 곳에 황산 구리(II) 수용액을 넣자.
❸ 철판과 아연판을 황산 구리(II) 수용액에 절반쯤 잠기도록 담그자.
❹ 각 홈에서 어떤 변화가 일어나는지 10분 정도 관찰하자.
❺ 각 홈에서 철판과 아연판을 꺼내 황산 구리(II) 수용액에 잠긴 부분에서 일어난 변화를 관찰해 보자.


과정 1


과정 2

● **결과·정리**

1. 각 홈에서 일어난 변화를 다음 표에 기록해 보자.

구분	금속판의 변화	황산 구리(II) 수용액의 색깔* 변화
철판		
아연판		

* 황산 구리(II) 수용액의 색깔
구리가 수용액에서 이온 상태로 존재할 때는 푸른색을 띤다.

2. 반응 후 철판과 아연판에 붙어 있는 물질은 각각 무엇이라고 생각되는가?
3. 시간이 지날수록 황산 구리(II) 수용액의 색깔이 어떻게 변하는지 기록하고, 그렇게 색깔이 변한 까닭을 설명해 보자.
4. 각 홈에서 일어난 반응을 전자의 이동으로 설명해 보자.

자기 평가

1. 황산 구리(II) 수용액에 철판과 아연판을 넣었을 때의 변화를 이해하였는가?
2. 실험 안전에 유의하고, 실험 후 폐기물을 적절히 처리하였는가?

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 아연(Zn)

- CAS번호 7440-66-6으로 MSDS에 등록되어 있으며 녹는점 및 어는점은 419, 초기 끓는점은 907℃로 상온에서는 무취의 고체 상태로 존재한다. 미세분말의 경우에는 자연발화온도는 460℃이다.
- 공기에 노출되면 스스로 발화할 수 있으며 물과의 접촉 시 가연성 가스가 생성된다.
- 상온 또는 약간 온도상승된 공기에 노출 시 자연발화 가능성이 높으므로 적정 이하의 온도에서 보관 및 처리해야 한다.

■ 철(Fe)

- CAS번호 7439-89-6으로 MSDS에 등록되어 있으며 녹는점은 1639℃이다. 초기 끓는점은 2750℃으로 상온에서 공기와 접촉하여도 폭발가능성이 낮다.
- 하지만 마찰 및 스파크에 의해서 점화될 수 있으며 할로겐족에 해당하는 물질을 포함한 촉매는 분리해서 보관해야 한다.

■ 황산구리 수용액(II)

- CAS no. 7758-99-8로 등록, 대략 150℃에서 분해되며 군청색을 띈다.
- 주변 온도가 높게 유지되거나 황산구리 수용액을 가열할 경우, 타는 동안 열분해에 의해 매우 유독한 가스가 발생할 수 있음을 명심해야 한다.

■ 사포

- 사포를 분류하자면 재질과 거칠기에 따라 구분할 수 있는데, 종이, 천, 원형, 스펀지, 벨트, 필름 등으로 분류한다. 일반적으로는 종이와 천사포가 많이 쓰인다.
- 어느 연마재(알루미늄 옥사이드, 실리콘 카바이드, 지르코늄, 가넷 등)을 어떤 비율로 섞느냐에 따라 많은 종류의 제품이 만들어진다.
- 가급적 사포를 한번 접어 두겹을 만든 후 손가락을 감싸 사용하는 것이 좋다.
- 사포돌이나 스폰지류를 시중에서 구매해서 쓰거나 손에 잡기 좋은 크기의 목재 등에 감싸 쓰는 것이 좋다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 한국화학연구원 실험실서 화재 발생
스프링쿨러 작동해 진화…인명피해 없어

10일 오전 10시 44분께 유성구 한국화학연구원 한 실험실에서 불이 났다. 불은 작동한 스프링클러에 의해 6분 만에 꺼졌다. 당시 연구동에는 연구원 30여명이 있었으나, 즉시 대피해 인명피해는 없었다. 불은 실험실 내부 일부를 태우고, 그을음을 입혀 90만원 상당의 재산피해를 냈다.
불로 일부 질소가스가 유출됐지만 이 가스는 인체에 무해하다고 화학연구원 측은 설명했다.
독성물질 누출 검사 결과, 평소 수준 소량의 톨루엔과 포름알데히드가 검출돼 문제가 없는 것으로 확인됐다.
소방당국은 아스팔트용 폐유에 금속성물질과 산 성분이 섞이며 일어난 열 반응으로 불이난 것으로 보고 정확한 화재 원인을 조사 중이다.

중도일보-2016-06-10 17:52 송익준・최소망 기자

■ 폐기 시 주의를 요하는 화학 폐기물

1. 과산화물 생성 물질

과산화물은 충격, 강한 빛, 열 등에 노출될 경우 폭발할 수 있는 폭발성 화학물이다. 따라서 과산화물을 취급, 저장, 폐기처리 시에는 각별할 주의가 요구된다. 과산화물을 만들어 낼 수 있는 물질은 개봉 후 물질에 따라 3개월 또는 6개월 내 폐기처리 하는 것이 안전하다.

2. 수은

수은은 매우 독성이 강한 액체금속이다. 수은이 누출되었을 경우에는 일회용 스포이드를 이하여 플라스틱 용기에 수집한다. 수집한 수은에 황 또는 아연을 뿌려 안정화시킨 후 폐기처리 한다.

3. 알칼리 금속

나트륨, 리튬, 칼륨 등 알칼리 금속은 공기 중에서 자연 발화할 수 있으며 물과 반응하여 폭발할 수 있다. 완전히 산화되거나 용액으로 존재하는 경우 화학폐기물 처리방법에 의해 폐기 처리할 수 있다. 하지만 덩어리로 된 알칼리 금속을 폐기처리 시에는 플라스틱 용기에 알카리 금속을 넣은 후 등유, 미네랄오일 가득 채운 후 용기를 밀폐하여 배출해야 한다.

4. 타 처리 시 주의를 요하는 화학물질

실험 중 혼합된 폐기물은 폭발, 가스 발생 등의 위험성이 있다. 서로 다른 성상의 폐기물을 혼합 시에는 특별히 주의해야 하며 혼합된 폐기물의 반응 완전히 종료된 후 폐기물로 처리해야 한다.

○ 폭발 위험이 있는 폐기물 : 질산+유기물, 황산+과망간산칼륨
○ 반응성 강한 폐기물 : 황산, 농질산
○ 가스를 발생하는 폐기물 : 질산+유기물, 과산화수소 혼합물, 중탄산염+무기산
○ 발화성 폐기물 : 발화성 물질에 속하는 위험물은 주기율표 1~3족에 속하는 금속 원소 덩어리를 포함한다.(높은 반응성의 아연도 포함) 금속칼륨, 탄화칼슘, 마그네슘 분말, 아연 분말, 알칼아미늄 등 물과 작용해서 발연반응을 일으키거나 가연성 가스를 발생시켜 연소 또는 폭발 반드시 완전히 반응시키거나 산화시켜 고형물질로 폐기하거나 용액으로 만들어 폐기 처리 한다.

■ 화학폐기물 스티커

수집용기에 담은 화학폐기물 수집 시작부터 화학폐기물 스티커를 부착하여 사용해야 한다. 폐기물 스티커는 폐기물정보 및 발생지정보를 기록하도록 되어 있다. 화학폐기물 발생시점부터 폐기물 스티커에 기록하여 관리해야한다. 또한, 혼합물질의 경우에는 반드시 혼합된 물질은 모두 기재해야 한다. 폭발성, 맹독성, 중금속 등 운반 및 처리 시 주의를 요하는 폐기물일 경우 운반자 또는 처리자가 이를 확인할 수 있도록 반드시 폐기물 스티커 주의사항에 기록을 해야 한다.

구분	할로겐 유기용제	무기물질	알칼리	폐산	폐시약	기타폐기물
종류	불소, 염소를 포함한 유기물	촉매, 세라믹, 금속 등	암모니아, 수산화나트륨 등	황산, 염산 등	사용하지 않는 폐시약	빈 병, 초자류, 폐플라스틱 등
색상	갈색	녹색	파란색	노란색	흰색	주황색

<할로겐 유기용제>



<무기물질>



<알칼리>



<폐산>



<폐시약>



<기타폐기물>



참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	금속의 산화반응에 의한 동전도금
목표	산화-환원 반응을 통해 도금의 원리를 이해한다.
준비물	클립, 식초, 소금, 지퍼백, 나무젓가락, 10원짜리 구리동전
실험 하기	1. 지퍼백에 식초를 100ml 붓는다. 2. 굵은 소금을 한 숟가락 넣고 잘 녹인다. 3. 동전을 지퍼백에 넣고 입구를 잠근 뒤 5분정도 흔든다. 4. 동전을 나무젓가락으로 꺼낸다. 5. 클립을 지퍼백에 넣는다. 6. 지퍼백을 잠그고 30분 정도 기다렸다가 클립을 뺀다.  용매에 녹으면서 전자가 떨어져 나오거나 전자를 더 얻은 원자를 '이온'이라 일컫는다. 이온은 용액 속에서 자유롭게 움직이면서 자기와 반대되는 전하 쪽으로 이끌리며, 양이온과 음이온은 잘 결합한다. 구리를 식초에 넣으면 구리 원자가 전자를 잃고 이온상태로 떨어져 나와 식초 안을 돌아다니다가 클립으로부터 전자를 받고 다시 금속 구리로 돌아간다. 이 금속들이 클립 표면에 모이면서 얇은 구리 막을 만드는 것이다.

안전한 실험활동 길잡이 (12)

과목명	통합과학	출판사	미래엔
단원명	Ⅲ. 변화와 다양성		
교육과정 탐구활동	산과 염기의 중화 반응을 실험하고, 일상생활에서 중화 반응의 사례 탐구하기		
실험제목	산과 염기가 만나면 어떤 변화가 일어날까?		
준비물	■5% 염산 ■5% 수산화나트륨 수용액 □BTB 용액 □비커 □스포이트 □피펫 □교반기 □자석 젓개 막대 □디지털 온도계 □보안경 □실험복 □실험용 고무장갑		
안전 사고 사례	기사제목 : 미국 영스타운 주립대학교 염산 오염사고 뉴스매체 : the jambar.com(국내외 연구실 사고사례 모음집) 사건개요 : 2012년 11월 13일, 미국 영스타운 주립대학교에서 염산이 들어있는 유리용기를 학생이 저장시설로 운반하던 중 용기가 파손되면서 다량의 염산이 유출됨. 이 사고로 학생은 다리에 화학 화상을 입고 병원에서 치료를 받음.		
실험 기구 사용 방법	■ 교반기(자석식): 액체 속에 Magnetic Bar를 침전시켜 사용하며, Magnetic Bar의 회전 속도를 조절할 수 있음. ■ 스포이트: 엄지손가락과 검지 손가락으로 고무 꼭지를 잡고, 나머지 손가락으로 감싸듯이 잡는다. 고무 꼭지를 눌러 스포이트를 액체에 넣은 후, 고무 꼭지를 천천히 놓으면 액체가 올라온다.		
안전 수업 내용	https://www.youtube.com/watch?v=9wVC58ff1X8 (스포이트 사용법 알 수 있음/폐시약 처리방법) https://www.youtube.com/watch?v=uKbFRlnlwrY (중화 반응 시범실험)		
유의 사항	시약	MSDS	
	■ 수산화 나트륨($NaOH$): 흰색의 냄새가 나지 않는 고체로 대표적인 강염기 물질이다. 공기 중의 수분을 흡수해 스스로 녹는 조해성이 있고, 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 손으로 만지면 위험하다.		
	■ 염산(HCl): 연노랑의 자극성 기체로 수용액은 부식성이 있다. 35% 이상은 진한 염산, 10% 이하를 묽은 염산이라고 한다. 진한 염산은 습한 공기 중에서 두드러지게 발연하고 자극적인 냄새가 난다.		
	■ 수산화 나트륨($NaOH$): 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다. 눈이나 피부에 묻었을 경우 즉시 흐르는 물로 씻어낸다. ■ 염산(HCl): 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 한다. 냄새를 맡기 위해 염산을 코에 가까이 대지 않도록 주의한다. 피부에 묻어 세척할 때 높은 압력의 물을 사용하면 화학물질이 피부 깊숙이 침투할 우려가 있으니 주의한다. 실험대에 한 방울이라도 부식성 시약을 떨어뜨렸을 때는 즉시 젖은 걸레로 닦는다. 많은 양을 쏟았을 때는 다량의 물을 부어 희석하거나 탄산수소 나트륨($NaHCO_3$) 용액으로 희석한 후 닦는다.		
폐기물	□ 수산화 나트륨($NaOH$): 염기 폐수통에 넣거나, 묽은 산으로 중화한 후, 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다. □ 염산(HCl) : 다량의 물에 희석시켜 산 폐수통에 넣거나, 묽은 수산화 나트륨($NaOH$) 용액을 섞어 중화한 후, 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다.		

교과서 탐구활동

탐구 활동 | 실험

산과 염기가 만나면 어떤 변화가 일어날까?

| 목표 |

산과 염기 용액을 섞었을 때 일어나는 변화를 관찰하고, 관찰한 결과를 해석하여 설명할 수 있다.

준비물 ☑

- ☑ 5 % 염산
- ☑ 5 % 수산화 나트륨 수용액
- ☑ BTB 용액
- ☑ 비커
- ☑ 스포이트
- ☑ 피펫
- ☑ 교반기
- ☑ 자석 젓개 막대
- ☑ 디지털 온도계
- ☑ 보안경
- ☑ 실험복
- ☑ 실험용 고무장갑

유의할 점

- 용액이 피부에 묻으면 즉시 흐르는 물에 씻는다.
- 사용한 용액은 선생님의 지시에 따라 지정된 곳에 모아 처리한다.

| 과정 |

❶ 비커에 염산 20 mL를 넣고 자석 젓개 막대를 넣은 다음, 교반기 위에 올려 놓자.

❷ 과정 ❶의 용액에 BTB 용액을 3~4 방울 넣고 온도를 측정한 후, 용액의 색깔을 관찰해 보자.

❸ 과정 ❷의 용액에 피펫을 사용하여 수산화 나트륨 수용액을 4 mL씩 떨어뜨리면서 온도를 측정하고, 용액의 색깔을 관찰해 보자.



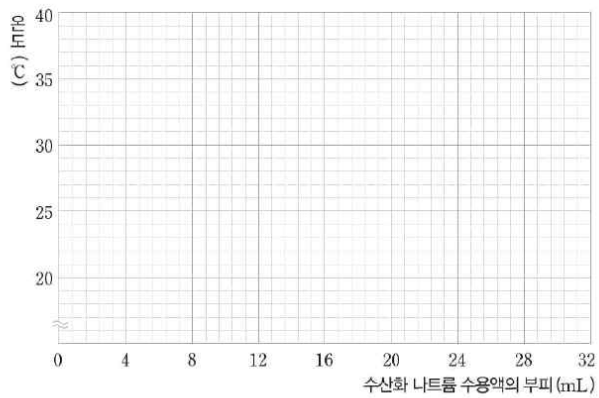
| 결과 |

❶ 용액의 온도와 색깔을 표에 기록하고, 각 지점에서의 액성을 적어 보자.

수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	0	4	8	12	16	20	24	28	32
용액의 온도(℃)									
용액의 색깔									
용액의 액성									



❷ 결과 ❶에서 용액의 온도 변화를 그래프로 나타내 보자.



참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품사용 주의점

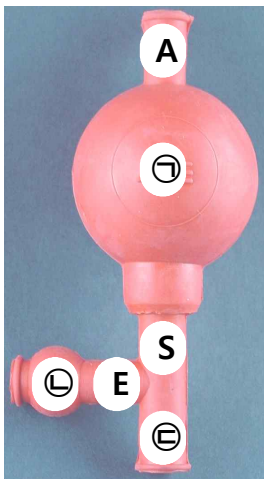
■ 자석 교반기(Magnetic Stirrer) 사용법

1. 염산이 담긴 용액에 자석 젓개 막대(Magnetic Stiring Bar)를 넣고, 교반기 위에 올려놓는다.
2. 교반기의 전원을 켜고, 자석 젓개 막대의 회전수를 조절한다. 이 때 용액이 튀지 않도록 적당한 크기의 비커를 사용한다.
3. 중화 반응이 끝나면 집게를 이용하여 자석 젓개 막대를 빼서 흐르는 물에 잘 씻고, 잘 말린 후 보관한다.
4. 주의사항: 자석 젓개 막대가 있는 용액을 폐수통에 버리지 않도록 학생들에게 주의시킨다.

■ 스포이트 사용법(사진 및 내용: 미래엔 탐구실험 지도서)



■ 피펫 필러 사용법



1. ㉢ 부분에 피펫을 끼워줍니다. 이 때 피펫이 빠지지 않도록 하되 너무 강하게 밀어 넣지 않도록 합니다.
2. A 부분을 누르고 ㉠ 부분을 눌러 공기를 적당량 빼준다.
3. 용액이 담긴 비커에 피펫 끝을 담근 후 S 부분을 누르면 용액이 피펫 안으로 빨려 들어옵니다. 이 때 ㉠ 부분은 다시 공기가 채워집니다.
4. 원하는 양만큼 용액을 취한 후, 피펫을 담을 용기 위에서 E 부분을 누르면 용액이 배출된다.
5. 피펫 끝부분에 조금 남아있는 용액은 ㉡ 부분 옆쪽의 구멍을 막으면서 누르면 피펫 내의 용액이 모두 배출된다.
6. 용액이 피펫 필러 안으로 흘러들어 가지 않도록 피펫을 기울여서는 안된다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 실험실 안전사고 방지를 위한 실험 전·후 자기보호 점검표 확인

(학생들의 복장을 확인하여 안전사고가 일어나지 않도록 철저히 준비한다.)

단계	내용	확인
1	실험복은 착용하였는가? (단추를 모두 채울 수 있도록 안내한다.)	
2	보안경은 착용하였는가?	
3	긴 머리카락은 묶었는가?(묶은 머리가 주변 실험기구에 닿을 수 있는 가능성도 확인한다.)	
4	실험에 맞는 장갑을 착용하였는가?	
5	발등을 덮는 신발을 착용하였는가?(학생들이 용액이 담긴 용기를 떨어뜨릴 수 있으므로 전체적으로 보호가능한 신발을 신도록 안내한다.)	
6	비상구의 위치는 확인하였는가?	
7	눈 세척기와 비상 샤워기의 위치는 확인하였는가?	
8	구급상자의 위치는 확인하였는가?(학생보단 교사가 미리 준비하고, 부족한 구급물품이 없는지 사전에 확인해 둔다.)	
9	실험 후 손을 깨끗하게 씻었는가?	

[표] (중등)과학실험안전 원격직무연수 자료_한국과학창의재단

■ '염산테러' 당한 얼굴 당당히 들고 런웨이에 선 여성들

극복하기 어려운 끔찍한 트라우마일 수밖에 없는 '염산테러'. 그것도 남편이나 가까운 가족 등으로부터 테러를 당해 얼굴에 상처를 입은 인도 여성 9명이 패션쇼 무대에 섰다. AFP통신에 따르면 세계 여성 폭력 추방의 날인 25일(현지시간) 인도 뉴델리 랄리트 호텔에서 이 여성들이 로힛 발, 라나 길, 아르체나 코차르 등 인도 유명 디자이너들이 기부한 의상을 입고 모델로 나선 패션쇼가 열렸다.

이날 무대에 선 미나 카툰 씨는 전남편에게 산성 물질 공격을 당했다. 그는 AFP와의 인터뷰에서 "밖에 나가면 사람들이 나를 쳐다보고, 그들은 나를 보면 반대 방향으로 걷는다"며 그동안 겪어온 어려움에 대해 고백했다. 하지만 어느 날 미나 씨는 생각을 바꿨다. 미나 씨는 "어느 날 '당신이 그런 식으로 생각한다면 그렇게 하라'고 생각했다. 나는 내 인생을 꾸려야 한다. 내 아들이 공부하기를 원하고, 그를 뒷바라지해야 한다"고 말했다.



25일(현지시간) 인도 뉴델리에서 열린 패션쇼에 모델로 참가한 산성 물질 공격 피해 여성들 [AFP=연합뉴스]



25일(현지시간) 인도 뉴델리에서 열린 패션쇼에 선 산성 물질 공격 피해자 아누판라 [AFP=연합뉴스]

지난해 뉴욕 패션위크 무대에 올라 화제를 모은 레슈마 쿠레시(20) 씨도 이날 모델로 쇼에 참여했다. 그는 3년 전 형부에게 염산 공격을 받았다. 얼굴과 등, 양팔에 심한 화상을 입었다. 한쪽 눈도 잃었다. 쿠레시 역시 끔찍한 트라우마에 시달렸다. 쿠레시는 그런 일이 또 일어날까 봐 무서웠고, 사람들이 거리에서 자신에게 보이는 반응이 무서웠다고 털어놨다. 하지만 그 역시 생각을 바꿨다. 쿠레시는 "사람들은 아무도 너와 결혼하지 않을 것이라고, 너는 아름답지 않다고 말하곤 했지만 나는 내가 자랑스럽다"고 말했다. 이어 "당신을 아름답게 하는 것은 얼굴이 아닌 마음이라는 것을 사람들이 알기를 바란다"며 "다른 여성들도 내가 한 경험을 누릴 기회를 얻어 행복하다"고 덧붙였다.

해당 패션쇼는 비정부단체 '상처 아닌 사랑을 만들자'(Make Love Not Scars·MLNS)가 주최했다. 이 단체는 산성 물질 테러 방지 운동을 벌이며 피해자들의 회복을 돕는다. 이 단체에 따르면 인도에서 주로 여성을 겨냥해 일어나는 산성 물질 테러는 매년 보고된 건수가 수백 건, 실제로 수천 건에 이른다.

타니아 싱 MLNS 부회장은 패션쇼가 산성 물질 테러 생존자들의 자신감을 북돋우는 중요한 수단이라고 설명했다. 그는 "패션쇼는 그들이 인정받고 사랑받을 자격이 있다고 깨달을 기회"라며 "이제 그들은 돌아가서 얼굴과 흉터를 숨길 필요가 없다고 세상에 말할 수 있다. 생각을 바꿔야 하는 것은 이 세상"이라고 의미를 강조했다.

정은혜 기자 jeong.eunhye1@joongang.co.kr [출처: 중앙일보]

■ `층간소음` 때문에 윗집 이웃에 염산 뿌린 30대 구속

층간소음 문제로 윗집 이웃에게 염산 희석액을 뿌린 30대가 경찰에 붙잡혔다.

경남 밀양경찰서는 층간소음에 불만을 품고 윗집에 사는 40대 여성에게 물에 희석한 염산을 뿌린 혐의(특수상해)로 A씨(37·남)를 구속했다고 30일 밝혔다. 경찰에 따르면 A 씨는 지난 26일 오전 8시께 밀양시내에 위치한 빌라 주차장에서 페트병(500㎖)에 담긴 염산(35%, 1ℓ) 희석액을 B씨(40)의 얼굴에 한 차례 뿌렸다. 이 사고로 B씨는 병원으로 옮겨졌으며 생명에 지장은 없는 것으로 알려졌다.

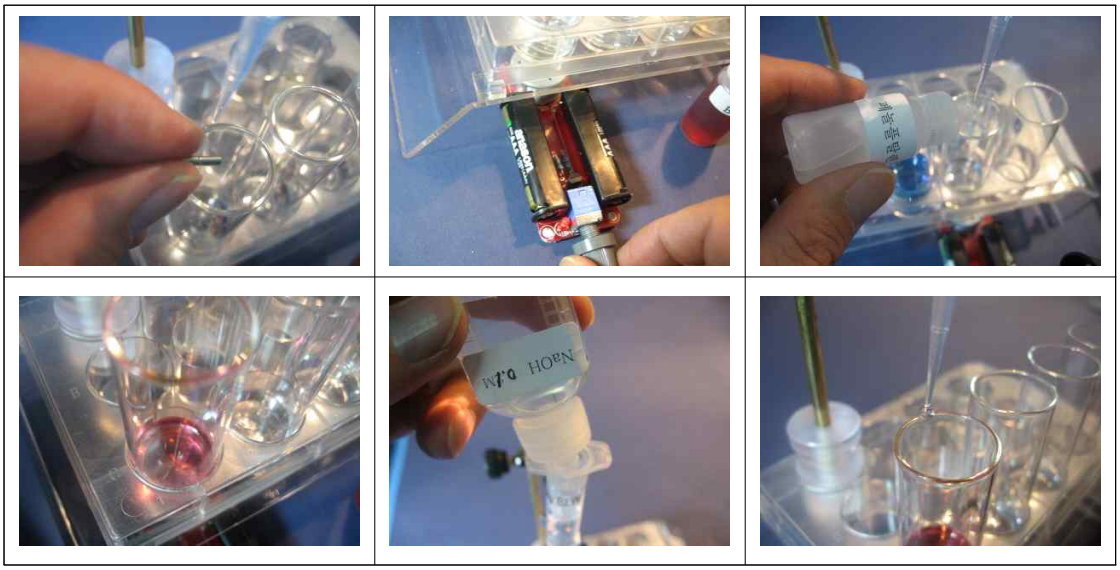
A씨는 B씨의 신고를 받고 출동한 경찰에 현행범으로 체포됐다. A씨는 과거에도 층간소음 문제로 112에 신고한 적이 있는 것으로 드러났다. 경찰 관계자는 "A씨가 층간소음에 불만을 품고 염산을 사 보관하다가 범행한 것으로 보고 있다"며 "A씨에 대한 조사를 마무리한 뒤 검찰에 송치할 방침이다"고 전했다.

[디지털뉴스국 문혜령 인턴기자]

[ⓒ 매일경제 & mk.co.kr, 무단전재 및 재배포 금지]

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	마이크로스케일 중화반응
준비물	마이크로스케일 교반기, 교반기용 자석, 홈판스탠드, 쉘바이알 4개, 12홈판1개, 스탠드클램프, 5mL 주사기 뷰렛키트(2way valve포함) 2개, 0.1M HCl 30mL, 0.1M NaOH 30mL , BTB 지시약 1병, 페놀프탈레인지시약 1병, 만능지시약 1병, 메틸오렌지 지시약 1병, 자석 집게, 30mL 플라스틱비이커 1개.
실험 하기	1. 마이크로 뷰렛에 염산을 떨어뜨린다. 약 3mL에서 4mL 정도의 염산이 필요하다. 2. 스탠드 클램프를 돌려 염산을 쉘바이알에 넣는다. 3. 교반기용 자석을 넣고(2개를 연결하여 넣으면 더 잘 섞인다.) 작동한다. 4. 페놀프탈레인을 한 두 방울 넣어준다. 5. 준비된 다른 뷰렛에 0.1M 수산화나트륨 용액을 넣고 눈금을 기억한다. 6. 1초에 2방울 정도 떨어지도록 용액을 떨어뜨린다.



8. 중화점을 지나면 반기용 자석집게를 이용하여 자석을 꺼낸다.
9. 준비된 플라스틱 비이커에 넣고 잘 씻어준다.
10. 다양한 종류의 지시약을 사용하여 실험을 실행해 본다.



아람과학사(http://www.kitlab.co.kr/goods/goods_view.php?goodsNo=1000006748) 참고

안전한 실험활동 길잡이 (13)

과목명	통합과학	출판사	동아출판
단원명	Ⅳ-1. 생태계와 환경		
교육과정 탐구활동	마른 멸치를 해부하여 위장 속의 먹이 종류를 관찰하고, 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 원리 토의하기		
실험제목	멸치 해부를 통해 해양 생태계의 먹이 관계 추론하기		
준비물	□마른 멸치 □물 □덮개 유리 □받침 유리 □패트리 접시 □스포이드 □거름종이 □비커 ■해부칼 ■해부 침 ■현미경 □실험용 장갑		
안전 사고 사례	• 2012년 6월 ○○○학생이 돼지 심장 해부 실험에서 심장을 해부용 칼로 자르다가 옆에서 잡아주던 친구의 손을 베었다. • ○○중학교에서 2013년 9월 소 눈을 해부할 때 눈의 근육을 자르기 위해 힘을 주다가 해부용 칼로 손을 베었다.		
실험 기구 사용 방법	• 해부용 실험 기구는 끝이 날카로우므로 안전에 유의한다. • 해부용 기구의 날카로운 면이 사람을 향하지 않도록 한다. • 실험이 끝난 후 해부용 칼과 가위, 해부 접시는 세제를 사용하여 깨끗하게 씻는다. • 사용한 기구의 소독을 위해 알코올을 사용하여 닦아 내거나 염소계 표백제를 희석한 물에 잠시 담갔다가 물기를 완전히 제거한 후 보관한다. • 해부 침을 사용할 때는 신체가 찔리지 않도록 주의하고, 해부 침과 칼은 사용 후 제자리에 놓는다. 해부 침에 찔렸을 경우에는 흐르는 물에 씻고 소독한다.		
안전 수업 내용	• LG사이언스랜드 생활의 발견(멸치도 생선이다) 중 멸치 해부(1분55초~5분15초) https://www.youtube.com/watch?v=PM9i4bmlg6A		
유의 사항	1. 끓인 물에 마른 멸치를 10분 정도 담아 불린다. 크기가 큰 국물용 멸치를 이용하도록 한다. 끓인 물에 데지 않도록 주의한다. 좀 더 안전하게 실험을 하거나 실험시간을 단축하려면 교사가 미리 멸치를 불려서 준비한다. 찬물에는 10시간 정도 미리 담가 두어 불려서 사용한다. 멸치의 상태에 따라 담가두는 시간을 조절한다. 2. 해부칼로 멸치의 배를 가르고 위를 찾아 받침 유리 위에 놓는다. 멸치의 위는 살짝 투명한 막에 싸여 있으며, 검게 보이는 간 아래쪽에 있다. 3. 위 속에 들어 있는 내용물을 꺼낸 후 물 한 방울을 떨어뜨리고 해부 침으로 잘게 찢는다. 4. 덮개 유리를 덮고 거름종이를 얹은 후에 지긋이 누르고 현미경으로 관찰한다. 거름종이를 누를 때 덮개 유리가 깨지지 않도록 한다. 현미경 상에서 멸치의 먹이가 되는 플랑크톤을 찾기가 쉽지 않으므로 멸치의 먹이가 되는 식물 플랑크톤과 동물 플랑크톤(조각이 나 있을 수도 있음)의 자료를 준비하여, 그것을 참고하여 찾을 수 있도록 지도한다. ※ 척추동물을 대상으로 하는 실험은 도축 후 죽은 동물의 부산물을 이용하는 경우에만 동물실험윤리위원회의 승인 없이 동물 실험이 가능하다. 동물 실험을 할 때 생명의 존엄성, 동물 실험의 원칙 등에 대해 충분한 사전 교육이 이루어져 진지한 태도로 임할 수 있도록 지도한다.		
폐기물	□ 실험 후 해부잔여물 : 멸균 봉지에 봉하여 의료폐기물(학교보건실 폐기물)로 지정 처리한다.		

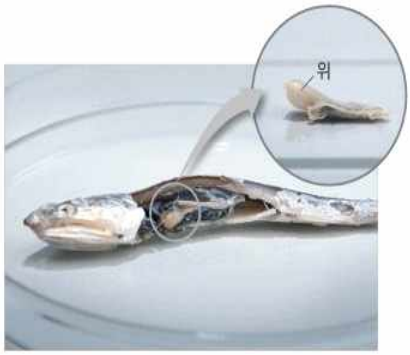
교과서 탐구활동

과학과 핵심역량 **키움 활동** 멸치 해부를 통해 해양 생태계의 먹이 관계 추론하기

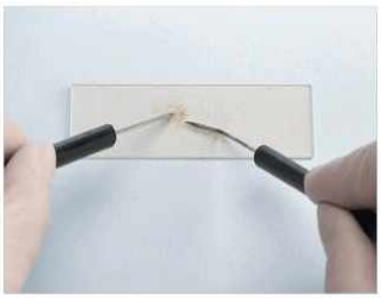
실험하기



❶ 끓인 물에 마른 멸치를 10분 정도 담아 불린다.



❷ 해부칼로 멸치의 배를 가르고 위를 찾아 받침유리 위에 놓는다.



❸ 위 속에 들어 있는 내용물을 꺼낸 후 물 한 방울을 떨어뜨리고 해부 침으로 잘게 찢는다.



❹ 덮개 유리를 덮고 거름종이를 얹은 후에 지긋이 누르고 현미경으로 관찰한다.

목표 확인하기

멸치 위 속에 들어 있는 먹이를 관찰하여 해양 생물의 먹이 관계를 추론하고 생태계 평형이 유지되는 원리를 설명할 수 있다.

준비물 확인하기

마른 멸치, 물, 비커, 거름종이, 덮개 유리, 받침유리, 페트리 접시, 스포이트, 해부칼, 해부 침, 실험용 장갑, 현미경

유의점 확인하기

- 살아 있는 채로 바로 삶아서 말린 큰 멸치를 사용하는 것이 위 속의 내용물을 관찰하기 좋다.
- 끓인 물에 데지 않도록 주의한다.
- 멸치의 위는 살짝 투명한 막에 싸여 있으며, 검게 보이는 간 아래쪽에 있다.
- 거름종이를 누를 때 덮개 유리가 깨지지 않도록 한다.
- 현미경 사용 방법은 교과서 319쪽을 참고한다.

관찰하기

멸치의 위 속 내용물에서 무엇이 관찰되는가? 관찰 결과를 그려 보자.



참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 광학 현미경

1. 실험 전

가. 멀티탭을 사용하여 현미경의 전원 장치를 연결할 경우 전선이나 멀티탭이 발에 걸리지 않도록 정리하거나 고정한다.

나. 현미경은 실험대 안쪽으로 배치하여 떨어지지 않도록 한다.

다. 칼을 이용하여 현미경 표본을 제작할 때에는 자상, 절상 사고에 대한 사전 주의 지도가 필요하다.

2. 실험 중

가. 광원 장치가 뜨거워져 화상을 입을 수 있으므로 관찰하지 않을 때는 광원 장치를 끄도록 한다.

나. 조동나사와 미동나사를 조절할 때 양손으로 가볍게 잡고 움직이도록 한다. 억지로 힘을 주어 움직이면 나사가 쉽게 마모될 수 있다.

다. 현미경 표본을 만들기 위해 칼을 사용하는 경우 손이 베이지 않도록 주의한다.

라. 받침유리와 덮개유리는 가운데 부분을 잡으면 깨져 손 끝에 박힐 수 있으므로 양쪽 가장자리를 잡아야 한다.



마. 관찰 시 대물렌즈가 현미경 표본에 닿아 덮개유리와 받침유리가 깨지지 않도록 한다.



바. 뜨거운 광원 장치에 데었을 경우 흐르는 물로 열기를 식힌 다음 치료를 받도록 한다.

사. 받침 유리나 덮개 유리 등에 베었을 경우는 유리 조각이 박히지는 않았는지 살펴보고 지혈한다. 상처 부위가 커서 지혈이 잘 안 되는 경우는 상처 부위를 꼭 누르고 병원으로 이송한다.

3. 실험 후

가. 사용한 받침 유리는 한곳에 모으고, 덮개 유리는 깨지지 않도록 주의하면서 지정된 곳에 버린다.

나. 염색액을 사용했을 경우 창문을 열러 환기를 시킨다.

■ 광학 현미경을 이용한 실험의 주의사항

	실험 전	실험 중	실험 후
식물조직 관찰 실험	안전을 위해 단면 면도날을 준비한다.	식물 조직을 얇게 자르기 위해 당근과 같이 단단한 야채류에 끼워 자르는 경우, 사고 시 상처가 더 깊게 날 수 있으므로 주의한다.	현미경 표본을 만들 때 사용한 칼(단면 면도날)은 사용 후 제자리에 놓는다.
꽃가루 관찰 실험	알레르기를 일으킬 가능성이 적은 식물의 꽃가루를 선택한다. 사용할 식물의 종류를 사전 공지하고 꽃가루 알레르기가 있는 학생을 파악한다.	꽃가루를 손으로 만지거나 가까이에서 흡입하지 않도록 한다.	꽃가루 관찰 실험 후에는 손을 깨끗하게 씻는다.
세포 분열 관찰 실험	양파뿌리를 해리할 때 묽은 염산과 알코올 램프 사용에 주의한다. 염색액(아세트산카민, 아세트오르세인)을 직접 제작해 사용할 경우 아세트산이 피부나 옷에 묻지 않도록 주위하며, 환기에 유의한다.	염색액이 피부에 묻지 않도록 주의하고 옷이나 피부에 묻으면 흐르는 물에 씻는다. 해부 침을 사용할 때는 신체가 찔리지 않도록 주의한다.	해부 침과 칼은 사용 후 제자리에 놓는다.
혈액 관찰 실험	피를 보고 어지러움을 느끼는 학생이 있을 수 있으므로 주의한다.	채혈기에 채혈침을 끼울 때에는 채혈 깊이에 유의하여 조절하며, 채혈 시 깊이 찔리지 않도록 한다. 소독용 에탄올을 적신 탈지면을 사용해 채혈 전과 후에 소독하며 채혈침은 재사용하지 않는다.	혈액이 묻은 솜과 채혈침은 각각 따로 모아 처리한다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ **멸치 해부의 목표 :** 멸치의 위 속에 들어 있는 먹이를 관찰하여 해양 생태계의 먹이 관계를 추론하고 생태계 평형이 유지되는 원리를 설명할 수 있다.

■ **멸치의 크기**

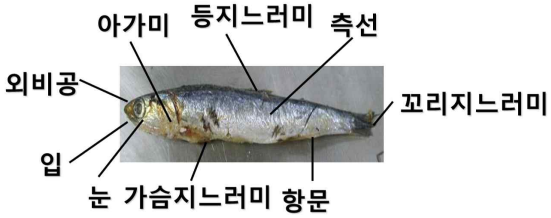


7.7cm이상의 큰 멸치(대멸) : 다시멸치(보통 국물용 멸치), 주바멸치(고급 국물용 멸치), 죽방멸치(최고급 국물용 멸치)

■ **탐구대상 멸치는 <u>국물용 멸치</u>를 사용하는 것이 좋다.**

■ **멸치의 외형 관찰**

1. 멸치의 외부 명칭을 기록한다.



2. 길이와 폭을 자로 측정해본다.



■ **[멸치 해부]의 완전 해부 ☞ 멸치 해부의 모든 것은 여기 있다.**

1. 머리와 몸통을 **살짝 벌리기** : 아가미 쪽 아랫부분 머리와 몸통을 배 쪽에서 살짝 벌리면 처음 보이는 곳이 심장이다.



2. **머리**를 몸통과 **분리**한 후 실험을 시작한다. 머리와 몸통을 벌릴 때 심장을 꼭 관찰하고 분리한다.



3. 머리 해부(뇌, 이석, 눈)

가. 잘려진 머리 부분을 위쪽부터 중앙을 절개하여 천천히 양쪽으로 벌린다.







나. 위쪽 좌우에 눈 뒷부분, 중앙에 뇌, 바로 아래 이석을 찾을 수 있다.

다. 중앙의 뇌를 살짝 꺼내면 뇌 아래부근에 쌀알 모양의 이석을 관찰할 수 있다.

라. 이석과 뇌를 관찰한 후 눈과 시신경을 관찰한다.



현미경 사진(이석 x100)



눈

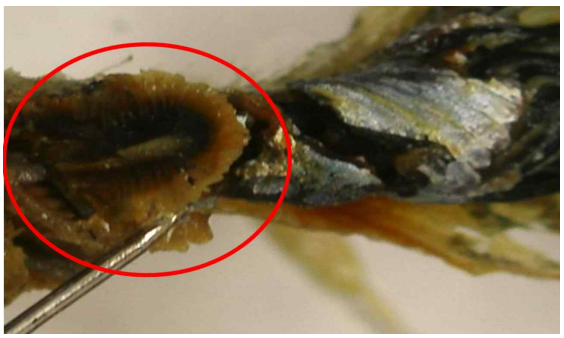


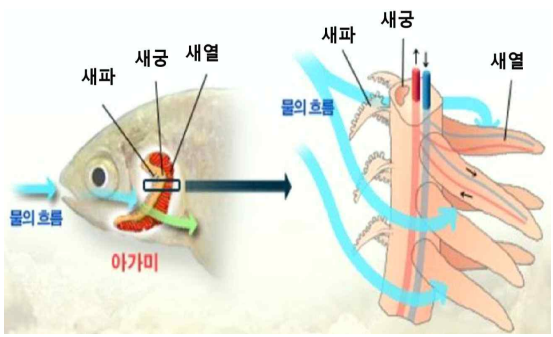
마. 이석 : 동물의 평형감각을 유지 시켜주는 역할을 하는 돌로서 주성분은 칼슘이다.

4. 머리 해부(아가미)

가. 새파 : 물고기는 먹이를 물과 함께 입속으로 빨아들인 후 새파로 여과해서 먹는다. 육식어류에서는 숫자가 줄어들어 듬성듬성 나 있거나 크기가 작고 퇴화 단계에 있는 종류도 있다.

나. 새궁 : 새파와 새열을 지지해주는 뼈이며 활모양을 닮아 활궁자가 붙여졌다. 같은 말로는 아가미 활이라고도 한다.





5. 몸통 해부(척추와 부레)

가. 멸치 몸통을 반으로 가른다.

나. 척추와 신경을 관찰하고 척추 아래쪽 부레도 관찰한다.





6. 몸통 해부(심장과 간)

가. 머리와 몸통을 분리하기 전에 심장의 위치를 꼭 확인하여 심장을 분리해낸다.

(1) 심장 외형 관찰 (2) 심장 꺼내기 (3) 심장 분리







(1) 심장 외형 관찰 : 심장의 외부 모습을 관찰한다. 머리와 몸통을 벌린 사이로 삼각형 모양의 독특한 구조를 확인할 수 있다.

(2) 심장 꺼내기 : 분리된 몸통에서 심장을 조심스럽게 꺼낸다.

(3) 심장 분리 : 꺼낸 심자을 잘 관찰하여 심장에 붙어 있는 주변장리를 제거하고 심장만 분리하여 확인한다. 외형 관찰 후 절개하여 관찰해본다.

7. 몸통 해부(유문수와 위)

가. 유문수 : 심장 아래쪽 검은 덩어리 부분이 유문수 부분이다. 이 부분을 조심스럽게 떼어낸 수 중심을 절단하여 V자 모양의 기관이 나오는데 이것이 기도와 식도이다. 외형을 관찰한 후 유문수는 물에 불리면 본 모습을 관찰할 수 있다. 유문수는 경골어류에 있는 소화효소를 분비하는 특별한 기관이다.

나. 위 : 위를 감싸고 있는 부분이 유문수 부분이다. 이 부분을 제거하면 아가미와 연결된 부분이 식도이며 그 위쪽에 혹처럼 튀어나와 있는 부분이 위이다. 절개하여 위 속 내용물을 분리한 후 현미경으로 관찰하여 본다.

(1) 심장 아래쪽 장기 적출 (2) 중간 부분을 벌려 기관을 분리 (3) 관찰 후 물에 불리기







(4) 유문수 안 쪽 위 관찰



(5) 유문수를 제거하면 관찰되는 장기가 위와 식도이다.



8. 몸통 해부(소・대장, 생식샘)

가. 해부 침을 이용하여 몸통을 반으로 나누어 장과 생식샘의 연결 부위를 확인한다.



생식선과의 연결



생식샘

나. 소・대장과 생식선 관찰 : 소・대장부분의 끝쪽에는 두 갈래 또는 한 갈래의 생식샘이 붙어 있으니 조심스럽게 적출할 수 있도록 한다. 마지막으로 생식선 또는 항문 부근 쪽으로 연결된 얇은 막이 관찰되는데 이것은 부레가 말라붙어 있는 것이다. 척추의 아래쪽에 붙어 있는 경우도 있으니 잘 확인하면서 분리해낸다.







정소

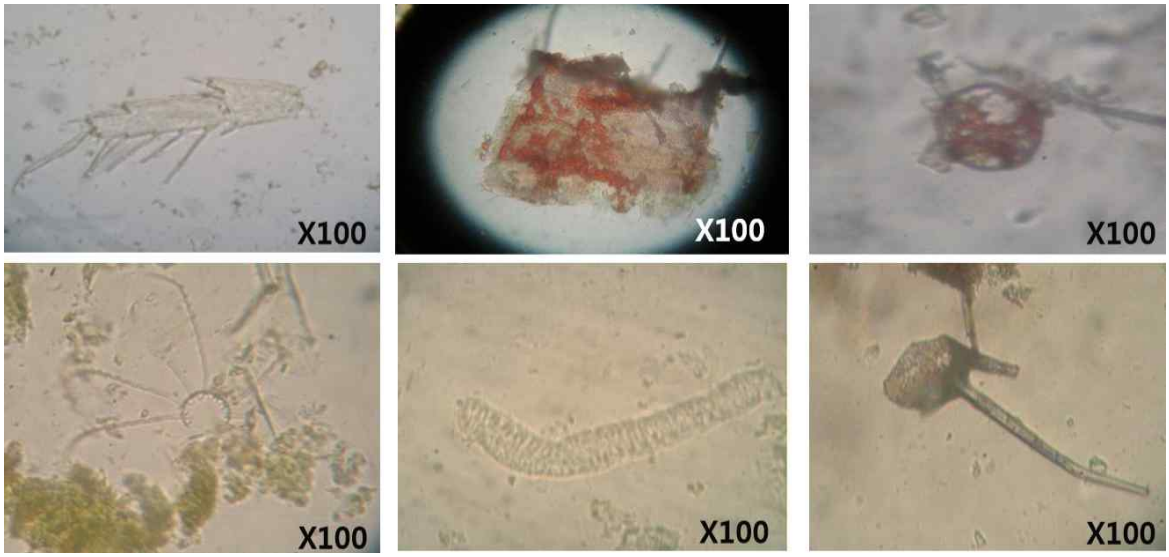


난소

9. 위 내용물 관찰하기

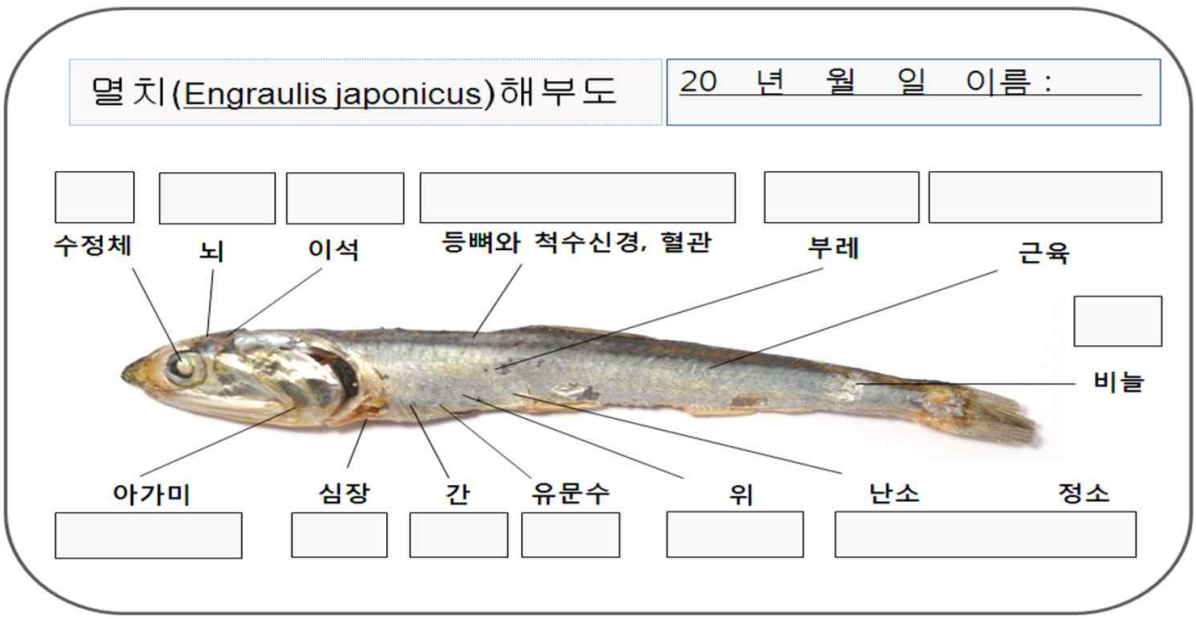
가. 멸치는 그물로 잡으면 일반적으로 즉시 배 안에서 쪄서 육지로 가져오기 때문에 내용물이 소화될 가능이 적어 현미경으로 멸치가 먹은 먹이를 확인할 수 있다. 멸치의 위장에 있는 먹이를 현미경으로 관찰해 보면 동물성 플랑크톤을 주로 먹는 것을 확인할 수 있다.

나. 해부 시 분리해낸 위(stomach)를 반으로 절개하여 그 속의 내용물을 현미경으로 관찰하여 멸치의 주요 먹이가 무엇인지 알아본다.



10. 결과 및 해석

- 해부도의 해당하는 부위를 풀 또는 양면테이프를 사용하여 붙여보자.



■ 사진 출처

1. 2016 중등 과학과 1급 정교사 자격연수(생물) 멸치 해부, 문정고 임혁
2. 2017 신나는과학수업연구회 7월 워크숍 멸치 해부, 어정중 이재호

안전한 실험활동 길잡이 (14)

과목명	**통합과학**	출판사	미래엔, 비상교육
단원명	Ⅴ. 생명 시스템		
교육과정 탐구활동	카탈레이스 유무에 따른 과산화수소의 분해 탐구 실험하고, 촉매가 산업 현장에서 유용하게 사용되는 사례 조사하기		
실험제목	**카탈레이스를 이용하면 과산화 수소가 더 빨리 분해될까?**		
준비물	□ 생감자 ■ 5% 과산화수소수 □ 증류수 □ 삼각플라스크 □ 페트리접시 □ 비커 ■ 강판 □ 고무풍선 2개 □ 거즈 □ 유성 사인펜 □ 칼 □ 자 ■ 보안경 □ 면장갑 □ 실험용 고무장갑 □ 실험복		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 대전 신일동 과산화수소 폭발사고 발생 뉴스매체 : 2014년 10월 29일 17시 06분(아시아뉴스통신= 이기출기자) 사건개요 : 28일 오후 3시10분쯤 대전시 대덕구 신일동 소재 지켐 공장에서 과산화수소 폭발사고로 근로자 4명이 병원으로 후송되는 피해가 발생했다. 28일 오후 3시 10분쯤 대전시 대덕구 신일동 소재 지노켐 공장에서 과산화수소 폭발 사고가 발생했다. 금강유역환경청은 현장에 출동해 사업장 주변과 사고지점에 대한 유독물질탐지 및 잔류오염도 조사를 실시했다. 조사결과 사업장 외부에는 유독물질이 검출되지 않았고 공장 내부에도 0.4ppm(작업장 허용노출농도 1ppm이하) 정도로 위해성이 없는 것으로 판명됐다고 밝혔다.		
실험 기구 사용 방법	**강판 사용법** : 강판은 그림과 같이 위쪽 표면이 날카로워서 위험하므로 주의한다. 먼저 페트리 접시를 아래에 놓은 후, 한 손으로는 강판의 손잡이를 잡고 다른 손으로는 강판 위쪽 면에 감자를 손으로 잡고 앞뒤로 움직이면서 천천히 간다. 		
안전 수업 내용	https://www.youtube.com/watch?v=HUjkCi0WOgg (안전하게 과산화수소 실험) https://www.youtube.com/watch?v=HpcXZGer3gE (실험 동영상) https://steptohealth.co.kr/various-usage-of-hydrogen-peroxide/ (과산화수소의 쓰임) http://www.ftoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=87532 (과산화수소 사고 사례)		
유의 사항	시약	MSDS	
	■ **과산화 수소(H_2O_2)** : 무색, 무취 또는 약한 오존의 냄새를 가진 투명한 액체 - 성질 : 부식성, 산화성, 유해성 물질(독성과 강한 자극성 있음 → 구토 유발) - 용도 : 견사나 양모 등의 표백제, 시약의 산화제, 촉매제, 로켓 연료, 스폰지 고무 - 가연성 물질과 접촉하면 발화 가능성이 있음. - 눈에 대한 영향 : 시야가 흐려짐 - 피부에 대한 영향 : 20~30% 수용액은 피부점막에 화상과 자극을 일으킴 - 보관 : 가벼운 플라스틱 병에 밀봉하여 보관하며, 35℃이하의 장소에 보관할 것, 대부분의 금속이나 금속의 염, 알코올, 아세톤, 유기화합물, 가연성 물질과 분리하여 보관할 것. 손, 눈의 보호를 위해 고무장갑, 보호안경을 착용할 것, 물이나 알코올과 혼합될 때 다량의 열을 발생함.(발열반응)	과산화수소(H_2O_2) CAS No. 7722-84-1 	
	■ **강판** : 날카로운 부위에 다치지 않도록 주의하고, 강판을 사용하여 감자를 갈 때 손을 다치지 않도록 조심한다.		
폐기물	과산화수소는 적어도 50배 이상의 물로 희석하여 무기계 폐수통에 버리고 잔류 기체가 빠져나갈 수 있도록 꼭 닫아두지 않는다.		

교과서 탐구활동

탐구 활동 | 실험 **카탈레이스를 이용하면 과산화 수소가 더 빨리 분해될까?**



유의할 점

- 강판을 사용하여 감자를 갈 때 손을 다치지 않도록 조심한다.
- 과산화 수소수가 손에 묻으면 따가울 수 있으므로 손에 묻지 않도록 실험용 고무장갑을 착용한다.

| 목표 |

카탈레이스 유무에 따라 과산화 수소의 분해가 어떻게 달라지는지 관찰하고, 카탈레이스의 역할을 설명할 수 있다.

| 준비물 |

☐ 생감자	☐ 5 % 과산화 수소수	☐ 증류수	☐ 삼각 플라스크
☐ 페트리 접시	☐ 비커	☐ 강판	☐ 거즈
☐ 고무풍선 2 개	☐ 유성 사인펜	☐ 칼	☐ 자
☐ 보안경	☐ 면장갑	☐ 실험용 고무장갑	☐ 실험복

| 예상 |

카탈레이스가 있을 때가 없을 때보다 과산화 수소의 분해가 _____ 일어날 것이다.



| 과정 |



❶ 바람을 뺀 고무풍선 2 개에 각각 1 cm 간격을 두고 2 개의 점을 표시하자.

❷ 생감자를 강판에 갈아 거즈로 걸러서 감자즙을 만들자.

❸ 5 % 과산화 수소수를 삼각 플라스크 A와 B에 각각 100 mL씩 넣자.

❹ 삼각 플라스크 A에는 증류수 10 mL를, B에는 감자즙 10 mL를 넣은 후 잘 섞자.

❺ 삼각 플라스크 A와 B의 입구에 고무풍선을 동시에 끼우고 일정 시간 동안 관찰한 후, 고무풍선의 두 점 사이 거리를 측정해 보자.



참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 과산화 수소 실험에서 실험복, 보안경, 고무장갑을 반드시 착용한다.

30% 과산화 수소 분해실험에서 아이오딘화칼륨(KI)을 넣어 거품이 많이 나오게 되는 촉매실험을 하는 경우 용액이 튀어 오르고 발열량이 많아 반드시 실험복과 고글(보안경)을 착용해야한다.
과산화 수소는 피부에 닿으면 매우 따가우며 하얗게 탈색이 되므로 조심해야한다.
실험복은 실험실에서 몸을 보호하기 위한 복장이다. 실험복은 신체의 일부가 노출되는 것을 막고, 위험한 화학약품으로 위복이 오염되는 것을 막아 준다. 약품이 많이 튀는 상황에서는 앞치마를 추가로 두르는 것이 좋다. 합성 섬유로 된 실험복은 열과 산 등에 약하므로, 면으로 된 실험복을 착용하는 것이 좋다.

■ 고글과 보안경의 차이점

- 고글(safety goggle)은 아래 (가)와 같이 안경 위에도 착용할 수 있는 커다란 물안경 모양의 보호 안경이다. 보안경보다 착용감이 좋지 않으나 보호 기능은 더 우수하다.
- 보안경(safety glasses)은 보통의 안경과 유사하게 생긴 것으로, 앞부분에 플라스틱 보호막이 있는 것이다. (나)와 같은 모양으로 안경 위에 착용할 수 없으므로 렌즈에 도수가 있는 것으로 제작되기도 한다. 대부분 고글과 보안경을 혼용하여 사용하며 고글을 보안경으로 표현하는 경우가 많다.



(가) 고글



(나) 보안경

■ 과산화 수소(H_2O_2)

1. 특성



분자식 H_2O_2, 순수한 것은 수렴성이 있는 기름 모양의 불안정한 무색액체이다. 녹는점 0.89℃, 끓는점 151℃(100℃에서 분해한다), 비중 1.46이다. 과산화수소는 매우 불안정한 물질로 산소와 물로 분해된다($2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$). 보통의 시판품은 옥시돌이라 하여 과산화수소 2.5~3%를 함유한다. 강한 산화력을 가지며, 생성물이 무해하다는 점과 쉽게 분해하여 산소를 발생하는 점에서 분석시약의 산화제, 표백제, 플라스틱 공업에서 비닐중합의 촉매로, 소독제, 폭약으로도 사용된다. 90%수용액은 로켓의 추진제, 잠수함 엔진의 작동용으로 쓰인다. 최근에 공업용으로는 30%수용액이 사용되는데, 산화성이 격렬하고 피부가 심하게 상하므로, 장갑·보호안경 등을 착용하고 취급해야 한다. 아세톤과 같은 케톤류는 초산, 질산, 과산화수소 등의 강산화제와 접촉하여 폭발성의 과산화물을 형성하며 물이나 알코올과 혼합될 때 다량의 열을 발생한다.

2. 보관

과산화 수소의 진한 수용액(30%)에 중금속이나 그 산화물, 탄소가루 혹은 혈액 등이 섞이면 격렬한 반응이 일어나는 일이 있다. 과산화 수소 수를 보관할 때에는 갈색 병에 넣고 폴리에틸렌 뚜껑의 중앙에 바늘구멍을 뚫은 후 온도가 낮고 어두운 곳에 보관하여야 한다. 마개를 열 때는 보안경과 고무장갑을 착용하는 것이 안전하다.

3. 묽은 과산화 수소 제조법

산소 발생 시 사용하는 과산화수소의 적당한 농도는 5~6% 정도이다. 화학 약품으로 시판되는 30%의 진한 과산화 수소 100mL에 400mL물을 부어 전체 부피가 500mL되게 하면, 5~6%의 과산화수소가 된다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 치아미백제 2종, 과산화 수소 기준치 초과 (2013년 1월 17일)

- 18일 소비자보호원 발표, 기준치 3% 넘는 10.3%·4.4% 달해

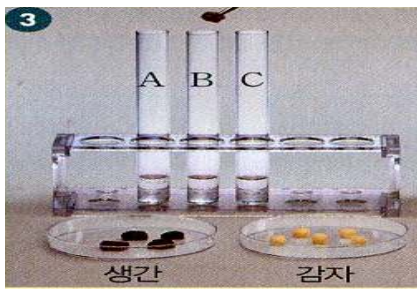
일부 치과가 공업용 과산화수소를 사용해 불법으로 치아미백제를 만들어 사용해 논란이 됐던 사건이 이번엔 온라인에서 유통되는 자가 시술용 치아 미백제에서 유사한 형태로 발생했다. 2012년 5월 발생한 공업용 과산화수소 사건은 일부 치과에서 '급속미백'이란 명목 하에 34.5%의 고농도 공업용 과산화수소를 불법으로 제조, 시술에 사용된 사례다. 그 당시 경찰에 적발된 치과 대표에게는 체포영장이 청구되기도 했다. 당시 문제가 됐던 가장 큰 요인은 기준치를 훨씬 초과한 과산화수소 함유량이었다. 전문가들은 제품 사용 중 과산화수소 용액을 섭취하게 되면 위장 자극이 발생하며, 함량이 10%를 초과하면 심각한 부작용을 초래할 수 있다고 경고했다. 18일 한국소비자원이 발표한 '겔타입 치아미백제 10개 제품' 분석 결과에 따르면 온라인 상에서 유통된 2개 제품이 과산화수소 허용기준 3%를 초과했다. 공업용 과산화수소를 사용한 것은 아니지만, 역시 빠른 미백 효과를 위해 과산화수소를 과다 함유한 것이다.

기준치 초과 제품은 '화이트닝 펜'(제조처 : 미상, 제조국 : 중국)과 'Listerine Whitening Pen'(제조처 : Johnson & Johnson Healthcare Products, 제조국 : 미국)이다. 이들 제품은 과산화수소 농도가 각각 10.3%와 4.4%에 달했다. 특히 Johnson & Johnson Healthcare는 타 제품에 비해 기준치를 소폭 초과했으나, 제품 판매에는 제동이 걸릴 것으로 보인다. 이미 유럽연합(EU)에서는 과산화수소 함량 0.1% 초과 치아미백제품의 부작용을 사전에 예방하기 위해 18세 미만 어린이나 청소년의 사용을 금지하고 있다. 이에 반해 국내에는 연령 제한기준이 없는 실정이다.

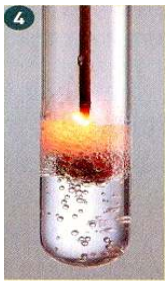
제조사에서 '12세 또는 14세 미만의 사용을 제한'하거나 '치과의사와 상담 후 사용'이란 문구를 제품에 명시해 놓았긴 하지만, 업체마다 사용연령 제한기준이 천차만별이기 때문에 제도보완이 시급하다. 이에 따라 한국소비자원은 미백제품의 안전성 확보를 위해 ▲수입 미백화장품의 안전 관리 및 온라인 유통 제품의 표시 · 광고 단속 강화 ▲치아미백제 안전관리 강화와 사용연령 제한 근거규정 마련 등을 식품의약품안전청에 건의할 예정이다. 소비자보호원은 "국가별 치아미백제 과산화수소 함량 규정이 국내 기준과 달라 해외 구매대행으로 치아미백제를 소비자가 임의로 구입해 사용하게 되면 부작용 발생이 우려되므로 이에 대한 근본적 대책마련이 필요하다"고 강조했다. (김민수 기자 kms@dailymedi.com)

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	카탈레이스로 과산화 수소 분해 (2) [동아출판]
목표	카탈레이스에 의해 과산화 수소가 분해되는 실험을 통해 효소의 역할을 이해할 수 있다.
준비물	생감자, 생간, 비커 2개, 시험관대, 시험관 3개, 샤알레 2개, 향, 성냥, 5% 과산화 수소수, 증류수, 칼, 강판, 유성 사인펜, 보안경, 면장갑, 실험용 고무장갑, 실험복
실험 하기	1. 과정 (1) 시험관 A~C에 5% 과산화 수소수를 5mL씩 넣는다. (2) 생간과 감자를 비슷한 크기로 자른다. (3) 시험관 A는 그대로 두고, 시험관 B에는 생간 조각을, 시험관 C에는 감자 조각을 각각 넣고 반응을 관찰한다. (4) 향에 불을 붙이고 불씨만 남긴 후, 향불을 시험관 A~C에 각각 넣고 반응을 관찰한다.



[(3)번 실험장치]



[(4)번 실험장치]

2. 결과

시험관	A	B	C
과정 (3)의 결과			
과정 (4)의 결과			

3. 정리

· 과정 (3)의 결과 해석
- 과산화 수소의 분해 반응식 :
- 시험관 A :
- 시험관 B, C :

· 과정 (4)의 결과 해석

· 결론 :

참 고 자 료	Ⅳ. 학습자료

산업현장의 숨은 주역, 촉매

■ 촉매, 화학반응의 매듭을 풀다

촉매는 자신은 변하지 않으면서 화학반응 속도를 더 빠르거나 느리게 조절하는 방식으로 화학반응을 돕는다. 촉매의 역할을 이해하기 위해서는 화학반응과 활성화 에너지의 관계를 먼저 이해해야 한다. 화학반응이 일어나는 최소한의 조건이 활성화 에너지다. 반응이 일어나려면 활성화 에너지 이상이 필요하다. 다시 말해 활성화에너지가 높은 반응은 쉽게 일어나지 않고, 활성화 에너지가 낮은 반응은 쉽게 일어날 수 있다. 여기서 **촉매는** 반응에 필요한 활성화 에너지를 변화시킨다. **촉매는** 활성화 에너지를 낮춰 반응이 빨리 일어나도록 돕거나 높여 반응이 잘 일어나지 않도록 하는 것이다.

자동차에는 배기가스를 정화하는데 촉매가 사용된다. 백금, 팔라듐, 로듐 등의 촉매가 부착된 삼원촉매 장치에서 정화 과정이 일어난다. 이들 촉매는 일산화탄소, 탄화수소, 산화질소 등을 분해하는데 이 과정에서 자동차가 배출하는 공해 물질의 98% 이상이 제거된다.

작물 재배에 혁신을 가져온 비료 개발도 촉매 기술의 성과물이다. 독일의 화학자 **프리츠 하버와 카를 보슈가는** 1909년 공기 중의 질소와 수소를 이용해 질소비료의 주원료인 암모니아를 대량 생산하는 기술을 개발했다. **질소는** 공기 중의 70%를 차지할 정도로 그 양이 많지만 반응성이 적어 질소를 암모니아로 만들어 내는 것이 어려웠다.

하버는 다양한 촉매를 이용해 고온, 고압 조건에서 암모니아 생성 실험을 한 끝에 철, 산화알루미늄, 산화칼륨으로 구성된 촉매를 활용하면 질소를 암모니아로 만들 수 있다는 사실을 알아냈다. 550도, 175기압에서 촉매를 활용하면 암모니아의 수득율을 8%로 높일 수 있었는데, 당시 **하버가** 실험기구에서 암모니아가 한 방울씩 떨어지기 시작하자 "떨어진다. 떨어진다!"고 환성을 질렀다는 일화는 유명하다. **하버는 하버-보슈법으로 불리는 이 기술을 개발한 공로로 1918년 노벨화학상을 수상했다.**



프리츠 하버

■ 산업현장 제품 90% 이상이 촉매로 만들어(☜ 다양한 산업 공정에서 사용되는 촉매)

촉매의 역할이 가장 빛나는 분야는 산업 현장이다. 산업적으로 생산되는 **모든 화학제품의 90% 이상이** 제조 과정에 촉매가 필요하다고 추정될 정도니 촉매의 위력을 실감할 수 있다. **산업 현장에서 촉매는** 필수다.

과학자들은 비용을 들여 고온·고압의 환경을 만들지 않더라도 탄소화합물의 반응을 쉽게 일으키는 방법을 강구해왔다. 답은 촉매에서 나왔다. 연구자가 원하는 화학반응을 위해 필요한 활성화 에너지를 낮추는 촉매를 개발하는 것이다. **우수한 촉매를 찾아내면** 반응성이 낮은 탄소화합물을 보다 낮은 온도와 압력 조건에서도 반응시킬 수 있게 돼 탄소화합물을 이용한 생산성을 크게 높이는 효과를 낼 수 있다.

공정	촉매
암모니아 합성	철
황산 제조	산화질소(Ⅱ), 백금
석유 분해 및 증류	실리카-알루미나
불포화탄화수소의 수소화반응	니켈, 백금, 팔라듐
자동차 배기가스 정화	산화구리, 백금, 팔라듐

산업 공정에서 사용되는 촉매의 종류

(출처: IBS기초연구원 https://www.ibs.re.kr 말랑과학)

안전한 실험활동 길잡이 (15)

과목명	통합과학	출판사	미래엔
단원명	Ⅷ. 생태계와 환경		
교육과정 탐구활동	과학 역량 기르는 생각 열기		
실험제목	멸치는 생태계의 평형유지에 어떤 영향을 미칠까?		
준비물	■탐구대상 마른멸치 ■실험복 ■증류수 □에탄올 ■전열기구 ■광학현미경 ■거름종이 ■비커 ■해부침 ■핀셋 □수조 ■페트리접시 ■칼 ■메스날 □네임펜 □보안경 ■면장갑 ■실험용 고무장갑 ■실험복 ■Disposable blade remover		
유사 안전 사고 사례	기사제목 : 인천지역 여고서 유기동물 안락사 '해부실습' 논란 뉴스매체 : 기호일보 사건개요 : 2012년 5월 인천의 한 고등학교가 개·고양이 등 유기동물 사체를 대상으로 해부수업을 실시, 논란이 일고 있다. 13일 인천시 남동구 S여고에 따르면 이 학교는 지난 1월부터 방과후수업을 이용해 의과대·수의학과·간호학과 등 관련 학과 진학 희망자 30여 명을 모집, 교사의 지도 아래 안락사시킨 유기견 등을 기증받아 해부 실습을 하고 있다. 이런 사실이 외부로 알려지자 동물사랑실천협회 회원을 비롯, 동물 애호가들의 해부 실습 반대 여론이 거세다. 더욱이 실습시간에 해부한 유기동물의 머리를 들고 손가락으로 'V'자를 그리며 촬영한 한 학생의 사진이 인터넷에 떠돌며 반대 여론은 걷잡을 수 없이 커지고 있다.		
실험 기구 사용 방법	10호 메스는 중간 크기를 절개하거나 절단할 때 사용하며, 조직을 긁어낼 때도 사용한다. 11호 메스는 끝부분이 뾰족하므로 깊고 좁게 절개하거나 신경, 혈관, 실 같은 구조물을 절단할 때 사용한다. 해부할 때는 메스 칼날이 위를 향하지 않도록 하고, 메스 홀더를 연필 잡듯이 잡아 아래로 그어 내려 절개한다.		
안전 수업 내용	http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2012/05/12/2012051201261.html(여고생들의 유기묘 해부) http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002220141(돼지 폐 해부하는 아이들... 공공연한 학교 밖 동물 실습)		
유의 사항	시약 - 메스 날이 부러지거나 빠지면 손으로 집어내지 말고 핀셋으로 집어 꺼낸다. - 해부실험을 할 때는 비록 죽은 생명체이지만 생명에 대한 경건한 마음으로 실험해야 하며 무분별한 난도질을 하지 않도록 한다. - 실험대상 동물이 알 수 없는 질병 혹은 전염병에 걸려있을 수 있어 실험자는 피가 손에 묻지 않도록 실리콘 장갑을 낀 채로 해부하여 감염을 예방한다. 또한 장갑에 구멍이 나지 않도록 주의한다. · 동물보호법 또는 실험동물에 관한 법률을 위반할 소지가 있는지 확인한다.		
폐기물	□ 실험 후 해부잔여물 : 멸균 봉지에 봉하여 의료폐기물(학교보건실 폐기물)로 지정 처리한다.		

교과서 탐구활동

탐구 활동 | 실험, 토의 멸치는 생태계의 평형 유지에 어떤 영향을 미칠까?

유의할 점

- 플랑크톤을 잘 관찰하기 위해서는 살아 있는 채로 바로 삶은 후 말린 멸치를 사용하는 것이 좋다.
- 해부칼 사용 시 손이 베이지 않도록 주의한다.
- 해부침의 끝이 뾰족하므로 찔리지 않도록 주의한다.
- 덮개 유리나 받침 유리가 깨지지 않도록 조심한다.

| 목표 |

멸치를 해부하여 위 속의 플랑크톤을 관찰하고, 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 원리를 토의하여 설명할 수 있다.

| 준비물 |

☑ 마른 멸치	☑ 뜨거운 물	☑ 광학 현미경	☑ 해부침	☑ 해부칼
☑ 스포이트	☑ 덮개 유리	☑ 페트리 접시	☑ 받침 유리	☑ 비커
☑ 핀셋	☑ 거름종이	☑ 면장갑	☑ 실험용 고무장갑	☑ 실험복

| 과정 |



❶ 마른 멸치를 뜨거운 물에 5~10 분 정도 담가 두었다가 꺼내자



❷ 물에 불린 멸치의 몸통을 해부하여 식도와 연결된 위를 찾아 분리하자.



❸ 받침 유리에 분리한 멸치의 위를 올려놓고 반으로 절개한 후, 물을 1~2 방울 떨어뜨리자.



❹ 해부침을 이용하여 위 속의 내용물을 꺼내자.

도움말 마른 멸치를 끓는 물에 데쳐서 사용해도 된다.



❺ 과정 ❹의 받침 유리에 덮개 유리를 덮고 거름종이로 물을 제거한 후, 현미경으로 위 속에 들어 있는 플랑크톤을 찾아 관찰해 보자.

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 해부용 메스(mess)

- 메스(mess)는 해부할 때 조직의 구조를 끊거나 자를 때 사용한다. 메스의 날(Scalpel blade)은 모양에 따라 여러 가지로 호수로 구분한다. 가장 많이 쓰이는 호수는 10호와 11호이다.



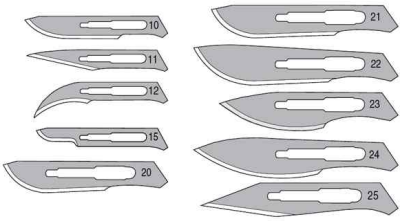
10호 Scalpel blade



11호 Scalpel blade

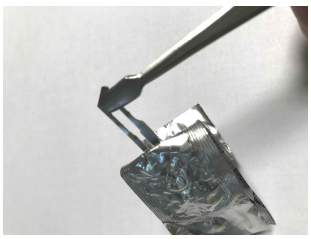


메스홀더 3호(Scalpel blade handle No,3)



여러 가지 메스 날

■ 메스 날 끼우기







① 핀셋으로 날의 아래 부분을 잡아 포장용지에서 날을 꺼낸다. 이때 손으로 메스 날을 잡으면 안된다.
② 메스 날의 가장자리를 메스 홀더의 가장자리에 맞춘다.
③ 날을 아래로 밀어 메스 홀더의 작은 홈에 떨어지게 한다.
④ 찰칵 소리가 날 때까지 날을 아래로 계속 밀어 넣어 고정한다.

■ 메스 날 빼내기

① 메스 날 제거기 본체를 삽입구가 위로 가게 하여 똑바로 세운다.
② 날을 위로 향하게 하고 메스홀더를 제거기에 끝까지 삽입한다.
③ 메스 날이 제거될 때까지 제거기 위쪽의 제거버튼을 누른다.
④ 메스홀더를 수평으로 잡아 당겨서 메스 날이 제거된 채로 빼낸다.



메스 날 제거기



메스 날 제거 모습

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

■ 사례별 둘러보기

· **사례 1.** 2016년 6월 양평군에 있는 한 사교육업체가 이 지역 초등학생 수백 명에게 동물 해부 실습을 진행하였다.



돼지 폐 해부하는 아이들… 공공연한 학교 밖 동물 실습

오마이뉴스 2016.6.22. 윤근혁 기자

- 초·중·고교는 동물보호법 및 실험동물에 관한 법률 상 동물실험시행기관으로 규정될 수 없다. 따라서 이곳에서 이뤄지는 어린이나 청소년 대상 동물해부실험은 동물보호법 제23조를 준수하는 것이 현실적으로 어렵다. 하지만 농식품부는 법제처에 '동물보호법 제23조를 준수하여 동물실험을 하는 것이 동물학대에 해당하는가'라는 질의를 했고, 그 결과 2016년 11월 29일 '동물보호법 제23조를 준수하면 동물학대가 아니다'라는 해석을 받았다.
- 동물보호법 제24조의2(미성년자 동물 해부실습의 금지) 미성년자(19세 미만)에게 체험·교육·시험·연구 등의 목적으로 동물(사체 포함) 해부실습을 하게 하여서는 아니 된다, 다만,「초·중등교육법」제2조에 따른 학교 또는 동물실험시행기관 등이 시행하는 경우 등 농림축산식품부령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 초·중등학교는 위의 금지에서 예외로 규정하고 있다,

□ 교육부는 '생명존중교육에 위배된다'는 지적에 따라 2009년부터 초등학교 교육과정에서 해부실습을 제외함.

□ 제23조(동물실험의 원칙) - 동물실험의 원칙에 관하여 필요한 사항은 농림축산식품부장관이 정하여 고시한다 - 동물실험지침 농림축산검역본부훈령 제75호 농림축산검역본부(동물보호과) 제4조~11조 : 동물실험계획서/동물실험시설 환경기준 준수/동물실험종료보고서/실험동물사체처리내역서 제출 의무 (2016.3.9.)

□ 초·중·고교 학생들의 살아있는 동물 실험을 제한하고, 대체학습(영상자료, 모형 등)을 통해 동물 습성과 동물 보호·이용에 대한 윤리적 식견을 넓힐 수 있는 학습과정으로 운영할 필요가 있다.

· 원문보기 및 사진출처
- http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002220141
- https://blog.naver.com/animalkara/221233170918 (카라x폴리시브릿지)

· **사례 2.** 2012년 5월 인천의 한 고등학교에서 개·고양이 등 유기동물 사체를 대상으로 방과후 해부학 실습 시간에 해부수업을 실시해 논란이 일었다.



여고생들의 '잔인한' 유기견·유기묘 해부에 시끌

조선일보 2012.5.12. 최연진 기자

○ 실험동물에 관한 법률 제3조(적용 대상) 살아있는 동물의 실험을 전제로 함. 그러나 이미 죽어있는 동물을 기증받은 것이기 때문에 '실험'이라기보다 '실습'으로 인정된다.
다만 ① 실습의 주체가 고등학생이라는 점에 "반대" 여론이 높다.
② 수의과대학도 2년 이상의 기본과정을 거쳐야 3년째 개해부학을 수업할 정도로 해부는 전문적인 영역이다.

○ 동물보호법 제24조(동물실험의 금지 등) 누구든지 다음 각 호의 동물실험을 하여서는 아니 된다.
1. 유실·유기동물(보호조치 중인 동물을 포함한다)을 대상으로 하는 실험(이후 2013.3.개정)

○ 동물보호법 제23조(동물실험의 원칙)
- 지식과 경험을 보유한 자가 시행
- 동물실험윤리위원회 설치
- 대체 방법 고려, 고통 최소화

○ 실험동물에 관한 법률 제7조(실험동물운영위원회 설치 등)
- 실험동물운영위원회 설치
- 시설등록, 자격증 소지자가 관리
- 농림축산식품부장관 승인 후 실험
- 사체는 폐기물관리법에 따라 처리

□ 생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 제24조(생태계교란 생물의 관리)
- 생태계 교란종의 인공증식 및 매매는 환경부 장관의 허가 사항

· 원문보기 및 사진출처
- http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2012/05/12/2012051201261.html

· **사례 3.** A중학교에서 과학 실험시간에 동물의 신체 기관 및 구조 등에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 동물해부실험을 하려고 한다. 이렇게 학교에서 교육 목적으로 이뤄지는 동물해부실험은 제8조제1항 또는 2항을 위반한 동물학대에 해당될까?



- 동물단체 입장 : 초·중·고등학교는 동물보호법에 따른 동물실험시행기관 등에 포함되지 않는 점을 이유로, A중학교에서 이뤄지는 동물해부실험은 동물학대행위라고 주장한다.
- 농림축산식품부 입장 : 동물보호법 제23조에 따른 동물실험의 원칙을 준수하고 있다면, 초.중.고등학교에서 이뤄지는 동물해부실험은 동물학대행위가 아니라고 한다.

○ 폐기물관리법 제13조(폐기물의 처리 기준 등) 의료폐기물은 검사를 받아 합격한 의료폐기물 전용용기만을 사용하여 처리하여야 한다.

○ 동물보호법

제8조 잔인한 방법으로 죽이는 행위 또는 상해를 입히는 행위 등 학대행위 금지

제23조 동물실험은 인류의 복지 증진과 동물 생명의 존엄성을 고려하여 실시해야 한다.

○ 동물보호법 시행령 제4조 국가기관, 대학교 등을 동물실험시행기관으로 규정

- 대학, 병원, 기업, 공공기관의 실험실은 동물실험윤리위원회 심의를 거쳐야만 해부 등 동물실험을 할 수 있다. 초중고교와 수련원 등은 동물실험시행기관이 아니며 윤리위원회 구성 의무가 있는 기관에 해당하지 않는다.

○ 법제처는 동물보호법에서는 장애인 보조견 등 동물실험의 대상이 되는 동물에 대해서만 동물실험을 금지하고 있을 뿐, 동물실험의 주체에 대해서는 제한을 두고 있지 않다.

- 동물보호법 제4조에서 동물실험시행기관(국가기관/대학교) 등을 구체적으로 규정하고 있는 이유는 동물실험이 계속적이고 광범위하게 이루어지는 점을 고려해, 실험동물을 윤리적으로 취급하고 관리하기 위한 것이지, 이 법령에 규정되지 않은 나머지 기관이나 시설에서의 교육/연구 목적의 일체의 동물실험을 아예 금지하는 것은 아니다.
- 초·중·고등학교 등에서 동물실험의 원칙을 준수하여 동물실험을 하는 것은 동물학대행위에 해당하지 않는다고 해석했다.

· 원문보기
- https://blog.naver.com/savehope/220879526848

■ 동물보호에 관한 법률 둘러보기

· 1985년 WHO(세계보건기구)는 동물실험윤리위원회의 설치 및 3R 원칙의 적용을 권고하였다.
  - 3R 원칙 : Replace(대체), Reduce(감소), Refine(고통완화)

1. 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률

· 제14조(멸종위기 야생생물의 포획·채취 금지) 누구든지 멸종위기 야생생물을 포획·채취(유통하는 경우에는 죽은 것을 포함)·죽이거나 훼손해서는 아니 된다.
· 제19조(환경부령으로 정하는 야생생물의 포획·채취 금지 등) 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률 시행규칙의 야생생물은 포유류(57종)조류(396종)양서류(10종)파충류(16종)이 포함된다.
  ex) 한국산개구리/북방산개구리/계곡산개구리 등

2. 동물보호법

· 제23조(동물실험의 원칙)
  - 과학적 사용에 관한 지식과 경험을 보유한 자가 시행하여야 한다.
  - 고통을 덜어주기 위한 적절한 조치를 하여야 한다.
  - 대체할 수 있는 방법을 우선 고려하여야 한다.
· 제24조의2(미성년자 동물 해부실습의 금지) 미성년자(19세 미만)에게 체험·교육·시험·연구 등의 목적으로 동물(사체 포함) 해부실습을 하게 하여서는 아니 된다. 다만, 학교 또는 동물실험시행기관 등이 시행하는 경우 등 농림축산식품부령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.
· 제25조(동물실험윤리위원회의 설치 등)

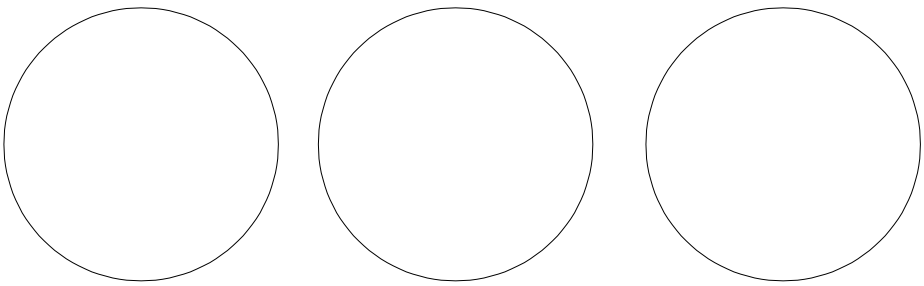
3. 실험동물에 관한 법률

  - 제7조(실험동물운영위원회 설치 등)
  - 실험동물의 사용·관리 연수 이수
  - 실험동물의 사체 등의 폐기물은 폐기물관리법에 따라 처리
  - 실제 동물실험을 수행하는 자(학생, 연구원, 실험동물기술원등)는 반드시 동물실험윤리위원회에서 주최하는 교육을 이수, 이수번호를 부여받아야 함.
  - 실험동물에 대한 정확한 정보를 기술(실험동물의 종류, 정확한 계통명, 성별 및 수량, 체중 혹은 주령, 미생물학적 등급, 사육장소의 미생물 관리등급, 동물구입처)
  - 식품의약품안전처에 등록된 동물실험시설에서는 「실험동물에 관한 법률」에서 우선 등록대상으로 지정된 마우스, 랫드, 햄스터, 저빌, 기니피그, 토끼, 개, 돼지, 원숭이에 한 해 식품의약품안전처 등록 실험동물 공급업체에서 구입한다.

4. 폐기물관리법

· 제13조(폐기물의 처리 기준 등) 의료폐기물은 검사를 받아 합격한 의료폐기물 전용용기만을 사용하여 처리하여야 한다.
  - 의료폐기물은 「폐기물처리계획 확인증명서」를 시청에 제출 후 학교보건실 폐기물에 지정 처리한다.
  - 알콜솜, 거즈, 1회용 장갑, 마스크 등은 지정 비닐봉투에 넣어 의료폐기물 전용용기(종이박스)로 폐기물업체에 처리한다.
  - 동물사체, 조직, 혈액오염물, 생화학물 등은 의료폐기물 전용용기(플라스틱)로 폐기물업체에 처리한다.

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	멸치 해부와 위장 속 미생물 관찰
목표	멸치를 해부하여 척추동물 어류에 대해 알아보고 위장 속 미생물을 관찰할 수 있다.
준비물	마른 멸치, 핀셋, 스포이트, 메스, 해부침, 현미경, 12홈판, 과산화수소
실험 하기	**멸치 해부** ① 육수용 대형 멸치를 물이든 비커에 넣어 불린다. ② 불어난 멸치를 건져내어 외부구조를 관찰한다. ③ 해부용 메스로 배를 갈라 멸치의 내부기관을 확인한다. ④ 멸치 머리 부분을 해부한 다음 핀셋으로 뇌를 꺼내 관찰한다. ⑤ 뇌를 제거한 부분의 양쪽에서 이석을 찾아 관찰한다. ⑥ 핀셋으로 눈알을 꺼내 수정체, 홍채, 유리체와 망막 및 시신경을 확인한다. ⑦ 아가미를 관찰하여, 새엽, 새궁, 새파를 확인한다. ⑧ 해부과정 중 발견된 기생충을 관찰하고 기생충에 대해 조사한다. ⑨ 해부용 메스로 멸치 몸통을 해부하여 심장을 찾아 관찰한다. ⑩ 소장, 대장 및 생식선을 찾아 관찰한다. - 간을 꺼내 과산화수소를 떨어뜨려 보자. 어떤 반응이 나타나는가? 반응을 통해 무엇을 알 수 있는가? **멸치 위장 속 미생물 관찰** ① 멸치에서 위를 찾아 위를 칼로 이등분한다. ② 절단된 단면을 보면 속이 차 있는 것을 볼 수 있다. ③ 핀셋을 이용하여 위장에서 내용물을 꺼내 홈판에 넣는다. ④ 스포이트로 2~3 방울의 물을 각각 떨어뜨린다. ⑤ 홈판 안에서 내용물을 잘게 부순다. ⑥ 스포이트로 밑에 가라앉은 내용물을 slide glass에 한 방울을 떨어뜨린다. ⑦ cover glass를 덮고 현미경으로 검경한다. ⑧ 현미경 상에서 보이는 다양한 미생물이나 작은 동물의 잔해를 점묘화로 그린다.  ( )배 ( )배 ( )배 **토의 및 발표** 멸치의 내장에서 미세플라스틱이 발견된다면 어떤 일이 일어날지 토의해보자.

안전한 실험활동 길잡이 (16)

과목명	통합과학	출판사	미래엔
단원명	IX. 발전과 신재생 에너지		
교육과정 탐구활동	물의 전기 분해와 연료 전지 실험을 통해 연료 전지의 장점을 설명할 수 있다.		
실험제목	물의 전기 분해 / 연료 전지		
준비물	■ 수산화나트륨 수용액 □ 12홈판 □ 플라스틱병 □ 핀 □ 구멍 있는 빨대 마개 □ 투명 빨대 □ 스포이트 ■ 양방향 꼭지(밸브) □ 9 V 건전지용 집게 달린 전선 □ 9 V 건전지 ■ 주사기 □ 고무관 □ 연료 전지 □ 발광 다이오드 □ 보안경 □ 집게 달린 전선 □ 실험용 고무장갑 □ 실험복		
유사 안전 사고 사례	· 전기분해 실험 중 결과가 안나오자 아이들이 수산화나트륨을 계속 넣었다. 용액이 점점 더 강염기가 되어 가는데, 그걸 모르고 용액에 손을 넣어서 피부가 벗겨지는 일이 있었다. · 투명빨대에 핀(침핀)을 연결하며 손에 핀이 찔린 경우 수산화나트륨이 상처부위에 닿아 상처가 더 악화되었다.		
실험 기구 사용 방법	· 실험을 빨리 끝내기 위해 전압을 올려(전지를 여러 개 연결하여) 실험하는 경우가 있다. 전기분해는 직류전원장치나 건전지, 용액의 농도에 따라 그 속도가 달라진다. 반드시 예비실험 후에 학생들에게 안내해야하며, 전기관련 사고는 대형사고로 이어지므로 되도록 직류 전원장치보다는 건전지를 이용한 소규모 실험(SSC)을 권장한다.		
안전 수업 내용	EBSi 고교강의 물의 전기분해 실험영상 전화영의 Life & Cool Science 물의 전기분해-SSC		
유의 사항	시약	MSDS	
	■ 수산화나트륨(NaOH) : 실온 건조한 곳에서 흰색의 냄새가 나지 않는 고체 상태이며, 대표적인 강염기 물질로 가성 소다라고도 한다. 공기 중의 수분을 흡수해 스스로 녹는 조해성이 있고 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 손으로 만지면 위험하다. ■ 시약 조제 시 주의사항 • 조해성이 있으므로 시약을 사용한 즉시, 약품 용기의 뚜껑을 닫는다. • 물에 용해 시 많은 열이 발생하므로 다량의 물에 용질을 넣고 천천히 저어 가며 녹인다. ※ 물의 전기 분해 실험에서의 시약제조 방법 : 증류수 500 ml 에 약숟가락 한 스푼 정도의 수산화나트륨을 넣고 유리막대로 잘 저어 녹인다.	수산화나트륨(NaOH) CAS No. : 1310-73-2 	
	수산화나트륨 용액이 피부에 닿지 않도록 실험용 고무장갑과 실험복을 착용하며, (-)극에서 발생하는 수소를 확인해 복 위해 점화기를 이용할 수 있으므로 화상에 유의하고 보안경을 착용하도록 한다.		
폐기물	■ 수산화나트륨 : 묽은 산으로 중화한 후 무기계 폐수통에 처리한다.		

교과서 탐구활동

탐구 활동 | 실험 연료 전지에서 전기를 어떻게 얻을까?

준비물 ☑
- ☐ 수산화 나트륨 수용액
- ☐ 12홈판
- ☐ 플라스틱병
- ☐ 핀
- ☐ 투명 빨대
- ☐ 구멍 있는 빨대 마개
- ☐ 스포이트
- ☐ 양방향 꼭지
- ☐ 9 V 건전지
- ☐ 9 V 건전지용 집게 달린 전선
- ☐ 주사기
- ☐ 고무관
- ☐ 연료 전지
- ☐ 발광 다이오드
- ☐ 집게 달린 전선
- ☐ 보안경
- ☐ 실험용 고무장갑
- ☐ 실험복

유의할 점
- 수산화 나트륨 수용액이 피부에 묻으면 즉시 흐르는 물에 씻는다.
- 사용한 용액은 선생님의 지시에 따라 지정된 곳에 모아 처리한다.

| 목표 |

물의 전기 분해와 연료 전지 실험을 통해 연료 전지의 장점을 토의하여 설명할 수 있다.

| 과정 1 | 물의 전기 분해

❶ 12홈판에 플라스틱병을 끼우고, 플라스틱병에 수산화 나트륨 수용액을 $\frac{2}{3}$ 정도 넣자.

❷ 투명 빨대 2 개의 끝을 빨대 마개로 막고, 빨대 마개 위에 양방향 꼭지를 잠가서 끼우자.

❸ 스포이트로 투명 빨대 2 개에 각각 수산화 나트륨 수용액을 가득 채워 플라스틱병에 세운 다음, 아래 그림과 같이 빨대의 아래쪽에 핀을 꽂아 건전지를 연결하자.

– 빨대에서 어떤 현상이 일어나는가?

| 과정 2 | 연료 전지

❶ 물의 전기 분해 장치에서 (−)극에 연결된 빨대의 양방향 꼭지에 주사기를 끼운 다음, 꼭지를 열어 (−)극에서 발생한 기체를 주사기에 모으자.

❷ 연료 전지의 연료 전극 위쪽의 주입구는 마개로 막고, 아래쪽의 주입구에 고무관을 끼워 과정 ❶에서 기체를 모아 놓은 주사기를 연결하자.

❸ 아래 그림과 같이 연료 전지에 발광 다이오드를 연결하고, 주사기의 피스톤을 눌러 기체를 주입하자.

– 어떤 현상이 일어나는가?



물의 전기 분해



연료 전지

참 고 자 료	Ⅰ. 실험 기구 사용법 및 약품 사용 주의점

■ 소규모 화학 (SSC, Small Scale Chemistry)

SSC란 Small Scale Chemistry의 약자로 미국의 콜로라도 대학의 톰슨교수를 중심으로 연구된 화학실험 방법으로 플라스틱 기구와 소량의 시약을 사용하는 실험방법을 말한다. 1997년 UNESCO와 IUPAC에서는 기존의 화학교육에 대한 문제점을 지적하고 저가의 실험 장비를 사용하는 SSC 키트의 개발 및 보급에 노력한 결과 2002년 약 40개국에서 이를 적극적으로 받아들여 화학교육의 활성화를 도모하고 있다(정덕영, 2003).

SSC는 저가의 실험 키트를 사용함으로써 전통적인 실험 기법에 기반을 둔 탐구활동이 가지는 경제적인 부담을 해소할 수 있으며, 교과서 안의 탐구활동뿐 아니라 교과서에서 다루지 않는 생활 속 탐구활동을 간단하고 안전하게 수행할 수 있어서 이론수업과 실험수업을 동시에 병행할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 실험을 준비하거나 실험하는 시간이 절약되며, 실험에 사용하는 시료의 양이 전통적인 방법에 의한 것에 비해 1000분의 1 수준이므로 폐기물 처리에도 매우 유리하다. 무엇보다 플라스틱의 실험도구로 구성되어 기존의 초자 기구를 이용한 실험에 비해 안전하게 실험을 진행할 수 있다는 장점이 있다.

환경오염 없이 시간을 절약(time-saving)하고 비용(cost saving)을 절약하는 소규모화학(SSC)과 같은 맥락으로 기체실험의 안전성을 위해 주사기를 활용한 화학이 세계 화학교육대회(ICCE) 소개되면서 소규모 화학과 주사기를 활용한 다양한 화학실험이 개발되고 적용되고 있다.

"하나의 간단한 실험이 우리의 마음에는 수십 개의 화학식보다도 더 가치가 있다.(1879-1955 Albert Einstein)"

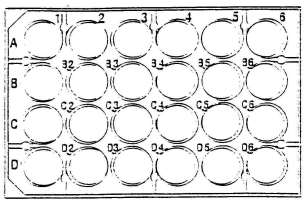
■ 소규모 화학 실험에 따른 기대효과

1. **학생의 측면** : 기존에 경험하기 어려웠던 실험과 다양한 실험 기회를 제공함으로써 과학에 흥미를 유발할 수 있다.
2. **교사의 측면** : 실험과 이론 수업을 동시에 효과적으로 할 수 있어 과학교육을 충실하게 진행할 수 있다.
3. **환경적인 측면** : 실험 폐수가 발생하지 않아 친환경적이고 적은 양의 시약 사용으로 실험 시 안전하게 진행할 수 있다.

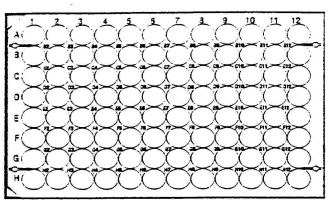
■ 소규모 화학 실험기구 소개

최근 화학교육, 과학교육에서 활용되고 있는 SSC, 주사기 화학실험 도구들을 간단히 정리하면 다음과 같다.

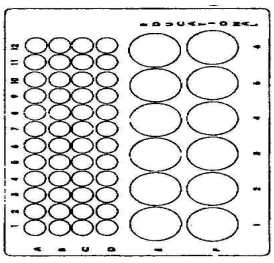
1. **홈판(well plate)** : 24홈과 96홈이 있으며 두 가지를 통합한 콤보형이 있다. 홈판은 반응 용기로 사용하거나 시료가 들어있는 스템 피펫을 보관하는데 사용한다.



<24 홈판>



<96 홈판>



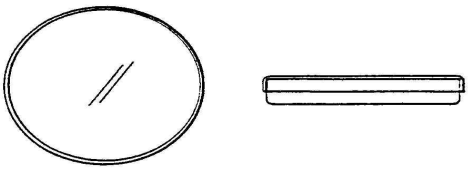
<콤보 홈판>

2. **홈띠(well strip) :** 96홈판 중 한 줄만 있는 것으로 시료의 분광학적 스펙트럼을 관찰하거나 비교하기에 용이하다.

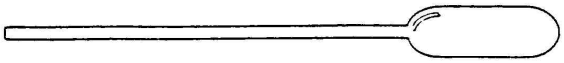


<1×2 홈띠>

3. **페트리접시(petri dish)** : 용기 내에서 반응을 진행시키며, 뚜껑이 있어 밀폐된 공간 내에서 기체를 발생시키거나 기체와의 반응을 조사하기에 편리하다.
4. **마이크로 피펫(stem pipets)** : SSC 피펫 또는 스템 피펫이라고도 부르며, 오른 쪽의 컨테이너에 용액을 저장하거나, 왼쪽의 관 부분을 잡아 늘여 스포이트처럼 사용한다.

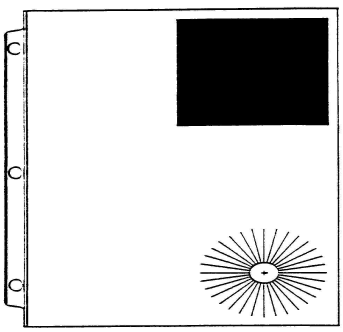


<페트리 접시 (위, 옆)>



<마이크로 피펫>

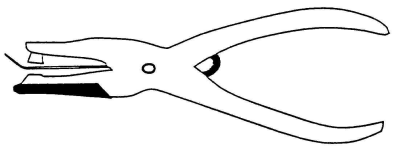
5. **반응판(lab top)** : 페트리 접시나 홈판을 그 위에 얹거나, 직접 반응판 위에 시약을 방울로 떨어뜨려 일어나는 화학반응을 관찰하거나 색깔을 분석하는데 쓰인다.



<반응판>

6. **빨대(Slim Straw)** : 유리관이나 호스 대용으로 사용하거나 가위로 잘라 시약 스푼으로 사용할 수 있을 뿐 아니라 반응장치제작에 사용한다.
7. **펀치(hole punch)** : 빨대에 구멍을 뚫어 반응 장치를 제작할 때 쓰인다.

<빨대>



<펀치>

8. **LuerLock 주사기** : 나사형주사기로 3-way 콕에 나사방식으로 연결할 수 있는 주사기이다. 부피용량으로 60mL, 10mL, 5mL 등으로 다양하다.
9. **2-way 콕 또는 3-way 콕** : **양방향 꼭지**라고도 불리며, 2방향 또는 3방향의 벨브 형식으로 구성되어 있어 원하는 방향으로 흐름을 바꿀 수 있는 잠금장치이다. 파란색 플라스틱 밸브가 통로를 의미하므로 방향을 바꿔가면서 액체 또는 기체의 흐름을 조절할 수 있다.
10. **PVC 마개** : PVC 재질로 이루어졌으며 상하방향의 1구와 좌측에 1구로 구성되어 모두 끝이 2-way 또는 3-way 콕을 연결할 수 있도록 제작되었으며 마개의 크기는 18mm높이의 바이알병 입구에 맞는다.

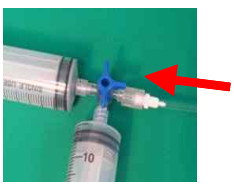
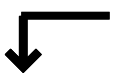
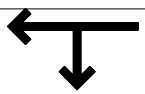
11. **미니스탠드 바이알병 고정 장치** : 바이알병 사이즈에 맞게 제작된 고정 장치로 병이 바로 철제에 닿지 않도록 고무를 덧대어 잘 깨지지 않고 고정되어 안전하게 실험이 가능하다.
12. **자석부착형 바이알병** : 바이알병이 제대로 고정되지 않으면 실험이 위험할 수 있다. 바닥이 오목한 시험관보다는 강도가 더 높은 바이알병을 선택하였으며 바닥이 납작하므로 자석을 덧대어 철재미니스탠드에 고정되도록 하면 안전하게 실험을 할 수 있다.

				
LuerLock 주사기	PVC 마개	2-way 콕 3-way 콕	미니스탠드 바이알병 고정 장치	자석부착형 바이알병

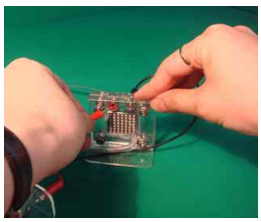
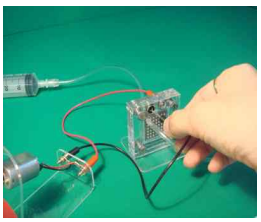
13. **주사기 화학에서의 기체포집 실험장치의 구성** : 5mL의 주사기는 PVC 마개의 위쪽 방향으로 2-way콕과 연결하고, 기체포집용 60mL주사기는 아랫방향 3-way콕과 연결하도록 한다.



14. **3-way 콕 사용법** : 밸브의 방향이 통하는 길을 의미한다. 3가지 방향이 가능하고, 주로 밸브를 돌려 2가지 통로로 많이 사용한다.

콕의 방향			
기체나 액체 투입 시 흐름 모식도			

15. **고분자 연료전지와 프로펠라** : 고분자연료전지에 연결하여 사용할 수 있는 플라스틱 프로펠라로 구성되어 있으며 양극과 음극의 구분이 되어있어 산소기체는 위쪽방향에서 넣어주고, 수소기체는 아래쪽 방향에서 연결하도록 한다.


■ 전기분해실험을 SSC 실험기구로 진행 시 차이점

내용 / 항목	전통적 실험	SSC 적용 실험
준비물	직류전원장치, 비커, 전기분해장치, NaCl 수용액, 스포이드	SSC 24홈판, 9V건전지, 집게도선2개, 연필심, 물, 염화나트륨(소금), 수산화나트륨, BTB용액, 페놀프탈레인용액, 한천, 빨대
시약의 양	2반 사용량 1000㎖준비	2반 사용량 각 용액 50㎖준비
실험시	물의 전기 분해 장치를 학생 개별로 사용할 수 없다. 기계사용법에 대해 설명하는 시간이 길어져 실험에 필요한 이론 설명을 할 수 없다. 재실험에 대한 의욕이 없다.	학생개별로 실험이 가능하며 전기분해 생성물을 지시약으로 확인 가능하다. 실험과 함께 이론수업을 병행할 수 있는 시간적 여유가 있다.
실험인원	4인 1조 (4인 1실험도구)	2인1조 개별실험(1인1실험도구)
실험후 처리	폐시약의 양이 많으므로 처리에 힘이 들다.	연필심은 재사용이 가능하고, 폐시약의 양이 적으므로 친환경적이다.
안전성	시험관이 깨지거나 많은 양의 시약을 흘릴 경우 위험하다.	기구가 깨지거나 시약을 흘릴 우려가 없다.

(출처 : 화학Ⅱ교과에서 Small Scale Chemistry의 적용 효과 연구. 2008 이화여자대학교 석사논문)

■ 전기분해 실험 시 주의사항

· 소금물(염화나트륨 수용액)의 전기분해 시 (+)극에서 나오는 염소 기체 때문에 두통을 호소하거나 기침을 하는 학생이 발생한 적이 있다.

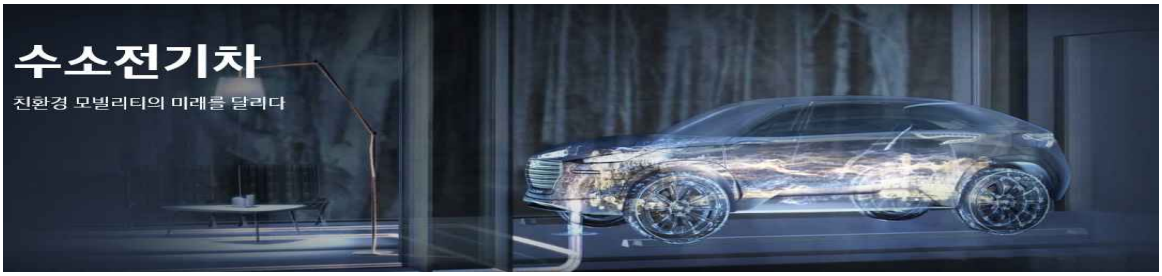


소규모로 실험을 하면 어느 정도의 위험성을 해소할 수 있으나, 염소기체는 매우 유독하므로 소량이라 하더라도 학생이 직접 흡입하는 일이 없도록 각별히 주의해야한다. 염소기체의 위험성을 미리 알리고 흄후드 장치가 있다면 후드 장치에서 실험하고, 일반학교에는 후드 장치가 대부분 없으므로 실험 전 창문에 설치된 환기팬을 돌리고, 발생한 염소기체가 잘 빠져나가도록 조치를 취하도록 한다.

· 수산화나트륨은 흰색결정으로 흰색 시약병에 보관되어있어 학생들이 위험한 시약으로 지각하지 못한다. 전기분해 실험 시 미리 수산화나트륨이 강염기임을 안내하고 그 위험성을 알려 용액에 손을 넣는 일이 없도록 한다. 진한 수용액 또는 고체가 손에 닿을 경우 물로 여러 차례 씻고, 눈에 들어갔을 경우에는 일단 많은 양의 물과 붕산수로 씻은 후 보건실을 거쳐 지정 병원으로 이동하도록 한다.

참 고 자 료	Ⅱ. 읽을거리

수소전기차-Eco-브랜드스토리, 현대자동차



세계 최초의 수소전기차(FCEV)를 만나기 위한 15년의 기다림

지난 2012년 9월 프랑스 파리에서 개최된 '2012 파리 모터쇼'는 행사 기간 내내 뜻밖의 소식으로 술렁였습니다. 현대자동차가 전 세계 자동차 메이커 중 최초로 수소전기차 양산형 모델인 'ix35 Fuel Cell'을 선보이면서 행사장의 주인공은 삽시간에 바뀌었습니다. 현대자동차는 지난 1998년 수소전기 연료 개발을 시작으로, 2003년에는 독자개발 스택을 탑재한 수소전기차 개발을 위한 프로젝트에 착수하여 불과 3년 만인 2006년에 세계 최고 수준의 수소전기차 독자 개발에 성공함으로써 주요 부품의 국산화를 이루어내며 1차 목표를 달성했습니다. 하지만 현대자동차는 이에 만족하지 않고 기존 내연기관에 뒤지지 않는 동력 성능 확보와 핵심 부품의 모듈화, 저가 소재 개발, 양산 공법 개발에 이르는 4단계 과정을 더해 2013년 마침내 '세계 최초의 수소전기차 양산'을 현실화하였습니다.

자연에서 가져온 수소가 자동차의 새로운 추진동력

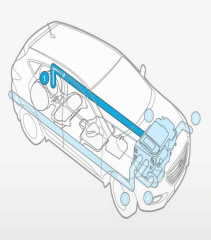
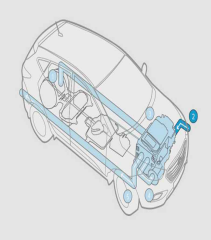
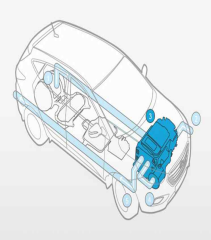
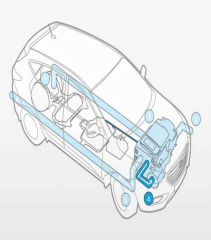
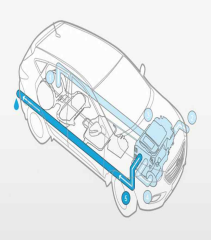
수소전기차 동력의 주원료인 수소는 수력, 풍력, 태양열 발전을 통해 지속적인 모집이 가능해 차세대 에너지원으로 관심받는, 가장 핫(Hot)한 에너지 자원입니다. 에너지로 변화하는 과정도 단순해서 1차로 수소저장 탱크에 모인 수소는 연료전지로 옮겨져 수소이온과 전자로 나뉘고, 그중 수소이온은 공기 중 산소와 반응해 물이 됩니다. 이 화학반응에서 만들어지는 전기에너지가 인버터를 거쳐 모터로 전달되면 이 힘이 타이어로 전달돼 자동차가 움직입니다. 이렇게 쉽게 에너지가 만들어진다니 신기하시겠지만, 사실 세상에서 가장 어려운 일과 쉬운 일은 통하는 법입니다. 그리고 이 어려운 공정을 쉽고 간단하게 만드는 것이 바로 현대자동차가 보유한 핵심기술입니다.

생소함과 복잡함을 넘어 세계 시장에서 인정받은 기술력

수소전기차는 일반적인 자동차 엔진 대신, 연료전지 스택과 모터 제어기, 배터리, 수소탱크 등을 갖추고 있습니다. 이들은 각각 충전된 수소와 산소를 반응시켜 전기를 생산하고(연료전지 스택), 전기로 구동력

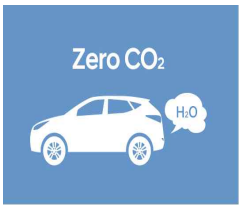
을 발생시키며(모터 제어기 등 전기동력 부품), 고압의 수소를 안전하게 저장·공급하고(수소탱크), 보조에너지를 저장·공급하는(배터리) 역할을 합니다.
물론 다른 친환경 자동차와 마찬가지로 감속 시에는 운동에너지로 모터를 구동시켜 배터리를 충전하는 기능도 갖추고 있습니다. 투싼 ix Fuel Cell에 탑재된 전기자동차는 미국 자동차 전문 미디어인 '워즈오토(Wardsauto)'가 선정하는 '2015 10대 최고 엔진(2015 Ward's 10 Best Engines)'에 선정되어 그 성능을 인정받았습니다.



				
A.수소 저장 시스템	B. 고전압 배터리	C. 연료 전지 스택	D. 전기 구동 모터 및 감속기	E. 전력 변환장치

1단계: 탱크에 저장된 수소가 연료 전지 스택으로 공급됩니다.
2단계: 유입된 산소가 연료 전지 스택으로 공급됩니다.
3단계: 연료 전지 안에서 산소와 수소가 반응을 일으켜 전기를 생산합니다.
4단계: 발생된 전기가 모터와 배터리로 공급됩니다.
5단계: 그리고 배출되는 것은, 물 뿐입니다.

부산물도 자연으로 돌려보내는 친환경 에너지사용 시스템



그렇다면 에너지를 얻고 난 부산물은 어떤 형태로 남게 될까요? 수소전기차는 매연이 발생하는 현재의 자동차와는 달리 에너지 발생 후의 부산물이 물로 배출되고, 그 물은 다시 자연으로 돌아갑니다. 이쯤 되면 수소전기차가 공해를 만들지 않는 100% 친환경 자동차라는 사실이 이제 이해되실 겁니다. 게다가 수소가 존재하는 한, 수소전기차의 원료는 무궁무진하게 만들어지는 셈이니 새로운 에너지원으로 각광받는 또 다른 이유가 바로 여기 있습니다.(출처: www.hyundai.com.kr.ko.brand)

참 고 자 료	Ⅲ. 이런 수업 어때요?

제목	수소-산소 연료전지실험 (화학Ⅰ)
목표	• 수소산소 연료전지의 원리를 이해 할 수 있다.
준비물	기체포집 실험장치(스탠드, 주사기, 2-way, 3-way 연결관), 바이알병(2ϕ×11mm), 1M 염산, 마그네슘리본 3cm조각, 3%과산화수소수, KI가루, 프로펠라, 고분자 연료전지
실험 하기	◈ 2인 1실험으로 준비물을 이용하여 다음 실험 순서대로 실험해봅시다. **1. 산소기체 만들기** (1) 스탠드에 바이알병을 세우고, 고정한다. (2) PVC마개 위쪽으로 2-way콕을 연결하고 과산화수소수를 담은 5mL주사기를 연결한다. (3) 요오드화칼륨(KI)고체를 **미니숟가락으로 1숟가락**정도 바이알병에 담고 (2)의 마개를 닫는다. (4) PVC마개 좌측으로 연결된 관 끝에 3-way콕을 연결하고 60mL주사기를 연결하자. (5) 5mL 주사기는 2-way 밸브를 열어 **과산화수소수을 2mL**넣고 밸브를 잠근다. (6) 발생한 산소기체는 주사기 캡으로 막아 준비한다. **2. 수소기체 만들기** (1) 바이알병에 **마그네슘리본을 1조각(3cm)** 넣고, 5mL 주사기에는 염산을 3mL 준비한다. (2) PVC마개에 연결하고 **염산을 3mL**정도 주입하여 수소기체를 모은다. (3) 발생한 수소기체는 주사기 캡으로 막아 준비해둔다. **3. 연료 전지 테스트** (!) 프로펠러와 고분자전지를 연결하고, 위포집한 산소와 수소기체 주사기를 각각 연결한다. (2) 수소기체는 아래에서, 산소기체는 위에서 연결한다. (3) 조심스럽게 산소기체와 수소기체를 주입하면서 프로펠러가 도는지 관찰해보자.  [1번,2번 실험장치]  [3번 연료전지 실험장치]

제목	물의 전기분해 (화학 I)
목표	물과 소금물에 전류가 흐를 때 두 전극에서 생성되는 물질을 확인하고 이를 통해 전해질 수용액에 이온이 존재한다는 것을 안다.
준비물	SSC 24홈판, 9V건전지, 집게도선2개, 샤프심, 물, 염화나트륨(소금), 수산화나트륨, BTB용액, 페놀프탈레인용액, 한천, 빨대 (한천 대신 거름종이, KCl 포화수용액을 사용해도 좋다)
실험하기	◈ 2인 1실험으로 준비물을 이용하여 다음 실험 순서대로 실험해봅시다. **1. 물의 전기분해** (1) 24홈판 중 두개의 홈에 물을 홈 부피의 2/3정도 넣는다. (2) 0.1M의 수산화나트륨과 지시약으로 페놀프탈레인을 양쪽에 각각 **한 방울씩** 넣은 후 두 홈을 한천 염다리로 연결한다. (3) 각각의 홈 안에 샤프심을 꽂고 9V 건전지를 연결한 후, 약 10분 동안 두 극 주위에서 일어나는 변화를 관찰하여 기록하자. **2. 소금물의 전기분해** (1) 물 대신 20%의 소금물을 넣은 후, 물의 전기분해와 같은 방법으로 (-)극을 연결할 홈에는 페놀프탈레인 용액을 넣고, (+)극을 연결할 홈에는 BTB용액을 각각 한 방울씩 넣는다. (2) 각각의 홈 안에 샤프심을 꽂고 9V 건전지를 연결한 후, 약 10분 동안 두 극 주위에서 일어나는 변화를 기록하자.  **(※ 염다리로 연결 : 염다리는 한천으로 만들 수도 있고, 거름종이를 홈판 원형 크기에 맞게 작게(1cm×4cm정도) 자른 후 KCl포화수용액에 2~3분정도 담근 후 집게로 건져 두 홈판 사이 용액에 걸쳐서 염다리로 활용해도 실험이 잘 된다.)**