

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

형광 메모보드

형광펜으로 쓰면 아름다운 빛을 발하는 형광 메모보드를 만들어 보고, 형광 색소와 자외선의 관계를 알아봅시다.

실험키트구성

칼라보드, 블랙보드, 자외선 LED 2개, 2P 커넥터 2개, 엔드캡, 커넥터용 전선 4개, 동전전지 2개+전지홀더, 아크릴판, 양면테이프

준비물

형광펜

생각해보기

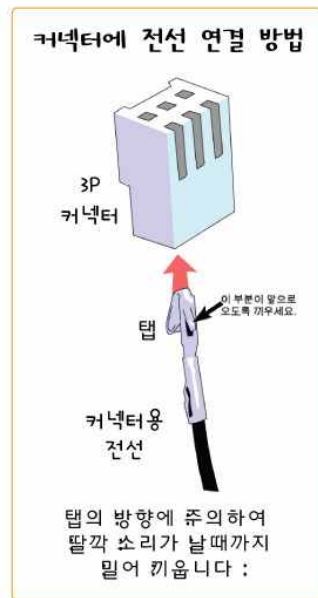
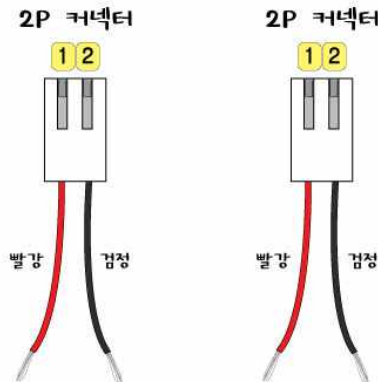


일반 사인펜과 형광펜의 색은 어떤 점이 다른가요?

실험방법

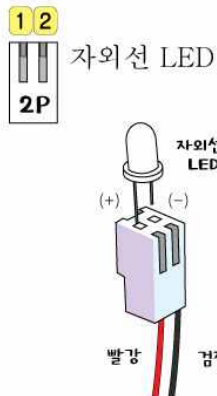
[전기회로 만들기]

1. 그림과 같이 커넥터에 커넥터용 전선을 끼웁니다.

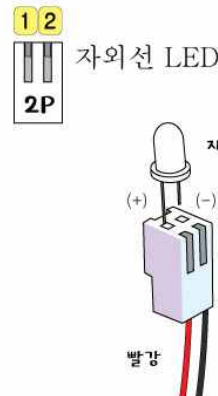


2. 각 커넥터의 이름을 확인한 후 부품을 그림과 같이 끼웁니다.

- 커넥터 아래로 빠져나온 모든 부품의 다리는 서로 닿지 않도록 벌리거나 접어올립니다.

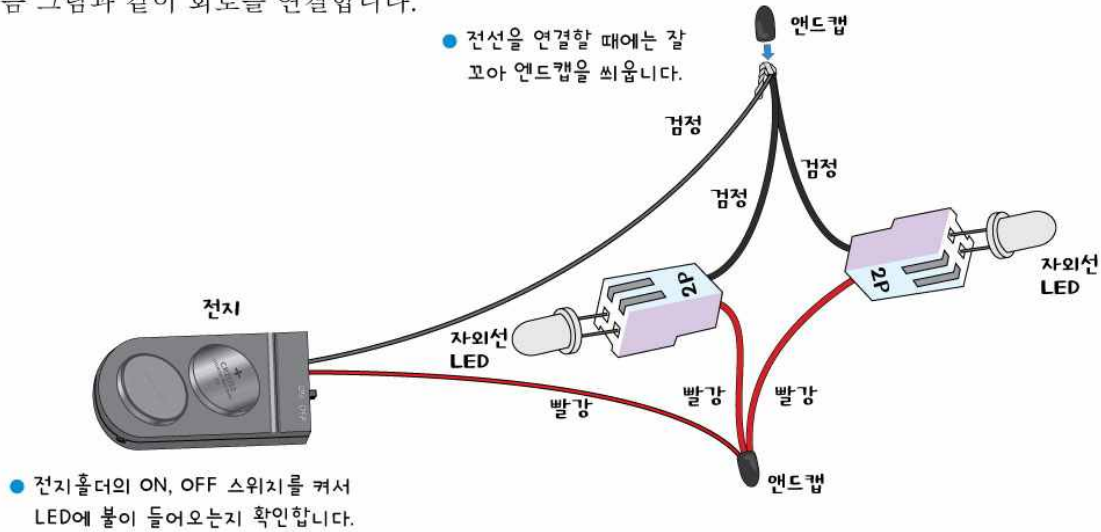


- 자외선 LED의 긴 다리(+) : 빨강 전선
- 자외선 LED의 짧은 다리(-) : 검정 전선



- 자외선 LED의 긴 다리(+) : 빨강 전선
- 자외선 LED의 짧은 다리(-) : 검정 전선

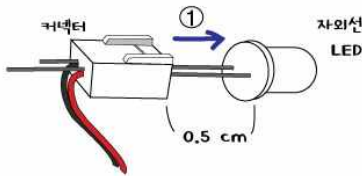
3. 다음 그림과 같이 회로를 연결합니다.



[메모보드 만들기]

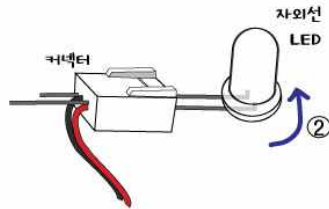
4. 자외선 LED가 연결된 커넥터 2개를 그림과 같이 만듭니다.

① 커넥터에서 자외선 LED를 약 0.5 cm 뽑습니다.



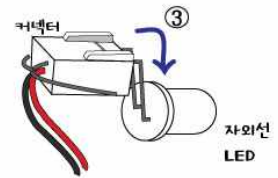
- 자외선 LED가 연결된 커넥터 2개를 모두 같은 방법으로 만듭니다.

② LED 머리를 직각으로 꺾어 올립니다.



- LED의 다리를 구부렸다 폼다 반복하면 부러지기 쉽습니다. 조심하세요.

③ 커넥터 위의 다리를 직각으로 꺾어 내립니다.

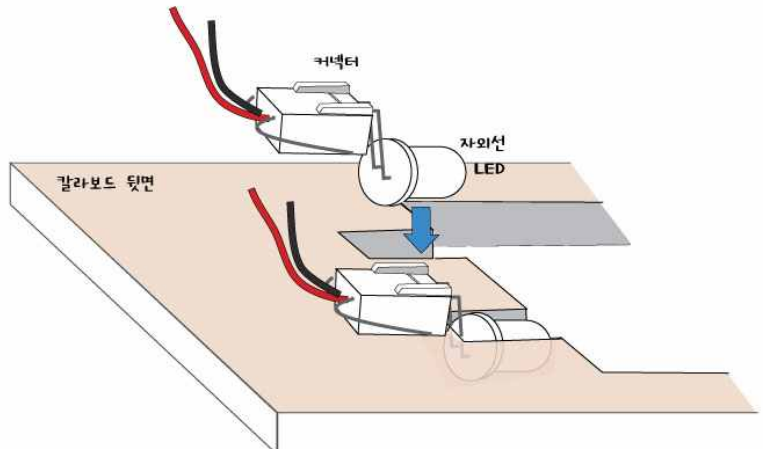


- 커넥터 뒤로 나온 LED의 다리를 양쪽으로 벌려 정리합니다.

5. 칼라보드 뒷면의 보호지를 떼어 냅니다.

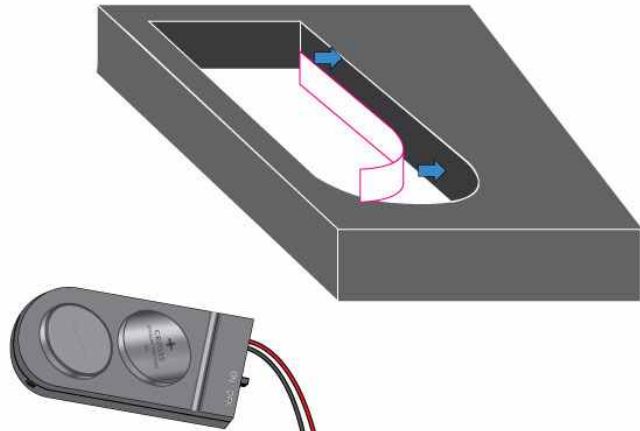
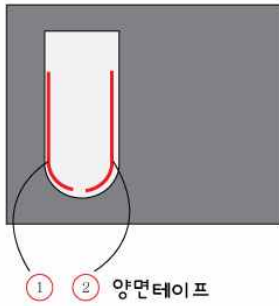
- 양면테이프 처리가 되어 있습니다.

6. 오른쪽 그림처럼 칼라보드의 뒷면(끈적이는 면)이 위로 오도록 놓고, 자외선 LED를 칼라보드의 홈에 각각 장착합니다.

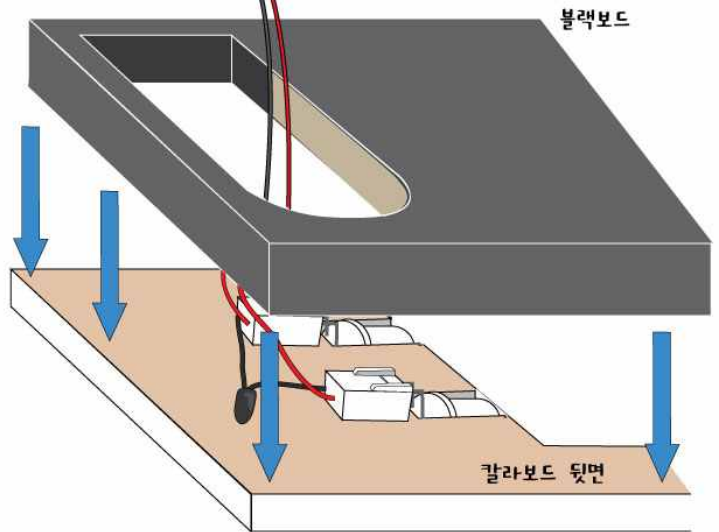


7. 블랙보드의 빈 자리에 그림처럼 양면테이프를 두 군데에 붙이세요.

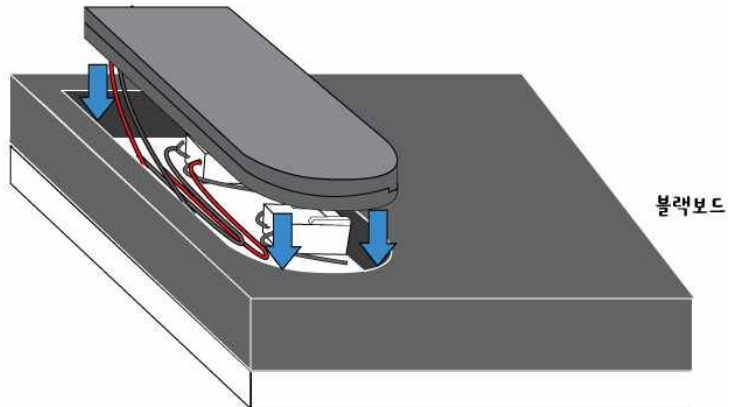
● 전지홀더가 잘 빠지지 않도록 고정시키는 역할입니다.



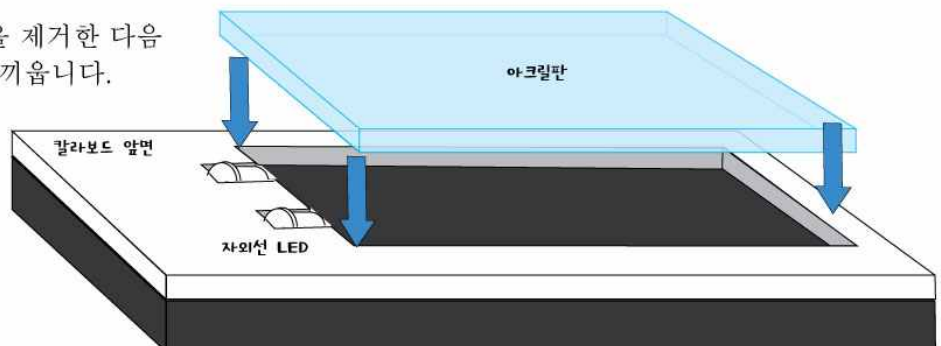
8. 블랙보드의 방향을 그림과 같게 한 다음, 회로가 블랙보드의 홈으로 모두 들어오도록 칼라보드와 블랙보드를 붙입니다.



9. 지지분한 전선을 잘 정리하여 홈 속으로 밀어넣은 후 전지홀더를 잘 덮어씌웁니다.



10. 아크릴판의 앞뒤 보호필름을 제거한 다음 칼라보드 앞면의 홈에 맞추어 끼웁니다.



13. 남은 칼라보드로 예쁜 모양을 오려 LED의 위치에 붙여 가립니다.

- LED에서 나오는 자외선을 차단하여 눈도 보호하고, 형광메모보드 성능도 더 좋아집니다.



14. 아크릴판에 여러가지 색의 형광펜으로 글씨나 그림을 그리고, 스위치를 눌러 그 색의 변화를 관찰합니다.

실험시 주의사항

1. 전지와 전선을 연결할 때 은박테이프를 붙인 다음 손 끝으로 문질러 완전히 밀착되도록 하세요.
2. +극과 -극의 은박테이프가 서로 닿지 않도록, LED다리와도 닿지 않도록 주의하세요.
3. 만약 불이 들어오지 않거나, 전지에서 열이 많이 난다면 전기 회로를 다시 한 번 살펴 확인하세요.
4. 아크릴판 위에 형광펜으로 쓴 글씨는 물티슈로 잘 지워집니다. 여러 번 활용할 수 있습니다.

확인학습

1. 아크릴판 위에 형광펜과 일반 수성사인펜으로 글씨를 쓴 다음 스위치를 켜봅니다. 어떻게 다른가요?

2. 형광펜의 잉크는 자외선과 반응하여 발광합니다. 그 이유는 무엇일까요?

원리학습

우리가 주로 쓰는 펜(사인펜)에 들어있는 일반 색소는 에너지를 받으면 흡수하여 받은 에너지를 모두 색소 분자가 진동하거나 다른 분자와 충돌하는데 사용합니다. 그래서 강한 에너지를 쬐어주면 보통 색소의 온도가 올라갑니다. 그런데 형광펜에 들어있는 형광색소는 흡수한 에너지를 다시 다른 빛의 형태로 방출한다는 점이 일반 색소와는 다릅니다. 형광색소가 에너지를 받으면 쬐여준 빛에는 없는 색깔의 빛이 나오기도 합니다.

자외선 : 가시광선이나 적외선에 비해 파장이 짧고, 많은 에너지를 가지고 있습니다.

형광이란 물질이 에너지를 흡수했다가 빛의 형태로 에너지를 다시 방출하는 현상을 말합니다. 형광 색소 분자들은 자외선을 받으면 쉽게 흥분(들뜬상태)하여 색소 분자 하나하나가 마치 작은 전구의 역할을 하며 밝게 빛납니다.

이런 현상은 화폐나 수표, 상품권의 위조 방지로도 널리 쓰이고 있습니다. 무색 형광잉크는 평소엔 보이지 않다가 자외선 판독기로 비춰주면 특별한 무늬가 나타나기 때문입니다. 따라서 복사기로는 위조가 불가능합니다. 중요하고 특별한 문서를 비밀스럽게 보관하기 위하여 사용하기도 한답니다.

느낀점

■교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	형광메모보드		실험 원리	형광잉크의 특징과 UV에 대한 반응	
실험 시간	60분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	칼라보드, 블랙보드, 자외선LED, 2P커넥터, 엔드캡, 커넥터용 전선, 동전전지+전지홀더, 양면테이프, 아크릴판				
교사준비물		학생준비물	형광펜		
실험 결과	형광메모보드 1개를 가지고 갑니다.				
실험 팁	<p>TIP 1. LED의 극성 (긴다리가 +극)이 맞게 연결되도록 확인하여 주시고, 전기 회로 자체가 바르게 연결되었는지 확인해주세요.</p> <p>TIP 2. 여러 형광펜으로 글씨를 써보세요. 분홍, 파랑색보다 연두(노랑)색이 비교적 효과가 잘 나타납니다.</p> <p>TIP 3. LED를 꺾을 때 여러번 구부리고 펴기를 반복하면 다리가 부러질 수 있으니 주의지도바랍니다.</p>				

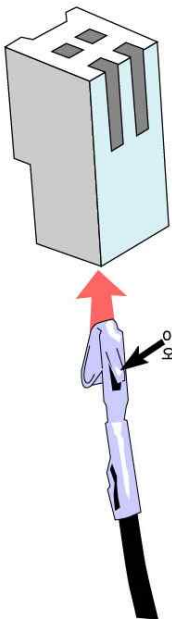
◀ LED용 커넥터와 전선입니다.

커넥터는 흰색이고 사각으로 각진 모양입니다. 전선은 갈고리 모양으로 생겼습니다. 그림과 같은 방향으로 딸깍 소리가 날 때까지 끼웁니다. 당겼을 때 빠지지 않아야 합니다.

생각해보기 ...

▶ 일반 사인펜과 형광펜의 색은 어떤 점이 다른가요?

일반 사인펜은 색이 진하고 형광펜은 흐리지만 색이 눈에 잘 띕니다. 복사했을 때 사인펜은 잘 보이고 형광펜은 잘 복사되지 않습니다.



확인학습

1. 아크릴판 위에 형광펜과 일반 수성사인펜으로 글씨를 쓴 다음 스위치를 켜봅시다. 어떻게 다른가요?

스위치를 켰을 때 형광펜으로 쓴 글씨가 훨씬 밝게 보입니다.

2. 형광펜의 잉크는 자외선과 반응하여 발광합니다. 그 이유는 무엇일까요?

형광펜 속의 형광색소는 자외선을 받으면 그 에너지를 흡수했다가 다시 빛을 방출시키기 때문에 색소 하나하나가 전구가 된 것 처럼 밝게 빛납니다.

형광 [螢光, fluorescence]

물질이 빛의 자극에 의해서 발광하는 현상. 빛에너지를 받은 물질이 새로운 빛을 내는 것으로 반사와는 다르다. 쪼인 빛을 제거해도 계속 발광하는 것을 인광, 조사광을 제거하면 바로 소멸해 버리는 것을 형광으로 따로 구별하는 경우가 많다.

형광으로 나오는 빛은 일반적으로 조사광(照射光)보다 파장이 길다. 따라서 물질의 반사색이나 투과색과는 다른 색을 띤다. 예로 태양광선 아래 관찰되는 붉은색 잉크에서 볼 수 있는 초록색, 등유의 유청색(乳靑色) 등을 들 수 있다. 특히 자외선 등 에너지가 강한 광선을 사용하면 많은 물질들이 형광성을 나타내게 된다. 형광등은 관 내부의 기체분자가 자외선의 자극을 받아 가시광선 영역의 형광을 방출하는 것을 이용한다. 이 밖에도 X선, 방사선, 음극선 등도 형광을 발생하게 하는 원인이 된다.

형광이 발생하는 물리적 과정은 빛에너지를 흡수한 형광물질이 그 일부를 다시 빛에너지로서 복사하는 현상으로 볼 수 있다. 빛은 파장이 짧을수록 에너지가 크다. 따라서 자극광보다 에너지가 적은 형광의 파장은 자극광의 파장보다 길어야 한다. 이것이 형광·인광에 대한 스토크스의 법칙(Stokes' law)이다.

형광의 스펙트럼을 형광스펙트럼이라 하는데 보통 기체에서는 회선스펙트럼, 액체에서는 복잡한 띠스펙트럼, 그리고 고체

에서는 좁은 범위의 연속스펙트럼이 된다. 이것은 분자 내에서의 빛에너지의 교환과정이 복잡하다는 것을 나타내고 있으며, 이들의 이론적인 뒷받침은 아직 충분히 이루어지지 못하고 있다.

조사광을 제거해도 계속 발광하는 것을 인광, 조사광을 제거하면 바로 소멸해 버리는 것을 형광으로 따로 구별하는 경우가 많다. 인광은 흔히 고체에서 볼 수 있으나 형광은 액체나 기체에서 많이 나타난다. 인광은 일반적으로 온도가 낮아지면 밝기가 감소하나 형광은 밝기가 변하지 않고 오히려 증가하는 특징이 있다.

형광방전등이나 여러 가지 목적에 사용되는 형광도료가 있다. 형광표백제는 자외선에 의하여 청자색의 빛을 내는 형광도료로, 누렇게 된 섬유를 노랑의 보색인 청자색으로 희게 보이게 한다. 또 형광물질을 첨가하여 성형한 플라스틱판이 자동차의 후미등이나 교통표지등 등으로 널리 사용된다. 물질 자체나 그 화합물, 또는 유도체의 형광성을 이용하여 어떤 특정 물질을 검출하는 형광분석도 형광을 이용한 것이며, 이 방법에 따르면 극히 미량의 물질도 검출할 수 있다. 그 밖에 형광 물질의 용액을 물체 표면에 바른 다음 그것을 닦아내고 암실에서 자외선을 조사해 용액이 스며 들어간 상처를 찾아내는 방법, 형광현미경 제작 등 그 이용이 광범위하다.

형광물질 [螢光物質, fluorescent material]

형광을 내는 물질로서 석유·납유리·사이안화백금 등이 있는데, 실용적인 것으로는 ZnS:Cu라고 기재하는 것으로 주로 브라운관이나 전자현미경 등에 쓰인다. 원료물질과 첨가해 주는 부활제의 조합에 따라 다양하여 목적에 맞게 제조하여 색을 낼 수 있다.

본문

형광체라고도 한다. 석유·납유리·사이안화백금 등 여러 가지가 있는데 실용적인 목적에 사용되는 대표적인 것은 황화아연 ZnS 또는 황화아연과 황화카드뮴의 혼합물에 미량의 부활제(賦活劑: 은·구리·망가니즈·납 등)를 가하여 1,000℃ 정도로 소성하여 만든다. 이것을 ZnS:Cu라고 기재한다. 이들 황화아연계는 주로 브라운관·X선·전자현미경 등에 쓰인다.

형광등에는 인산염계(Ca₂(PO₄)₂·CaF₂:Sb 등)·규산염계, 또는 순수형인 텅스텐산염계(CaWO₄나 MgWO₄) 등을 사용한다. 각 물질과 부활제의 조합에 의하여 발광색·강도·빛의 감쇠형 등이 다르고 대단히 복잡하다. 컬러텔레비전의 수상관에서는 특히 요구가 까다로우며 모든 색을 정확하게 낼 수 있고, 3색의 열화특성(劣化特性)이나 잔광특성(殘光特性)까지 갖추어야 하는 것 등이 필요하다. 이 형광물질로는 보통 황화물계 또는 규산염계가 사용되는데, 황화아연과 황화카드뮴의 혼합물과 부활제의 선정이 중요하다. 또한 야광도료에서는 라듐염 등의 반감기가 긴 방사성 물질을 섞고 거기에서 나오는 α선의 자극에 의하여 상시 발광시킨다.

기체·액체·고체의 모든 상태에서 발견되는 형광체의 색깔을 살펴보면, 가시광 아래에서 형광을 내는 물질로서는 예오신(형광은 녹색)·플루오레세인(녹색) 등의 염료나 등유(乳靑色) 등이 있고, 그 밖에 클로로필(靑靑色), 산화우라늄을 함유하는 유리인 카나리유리(녹색)나 형석(螢石:푸른색) 등이 있다. 또 형광방전등을 비롯하여 형광의 이용도 넓어져 그 색에도 여러 가지가 나오고 있으며, 텅스텐산칼슘(푸른색)·텅스텐산마그네슘(청백색)·규산아연(녹색)·규산카드뮴(주황색)·붕산카드뮴(붉은색) 등 자외선에 의하여 고유한 색을 내는 형광체도 있다.

자외선 [紫外線, ultraviolet rays]

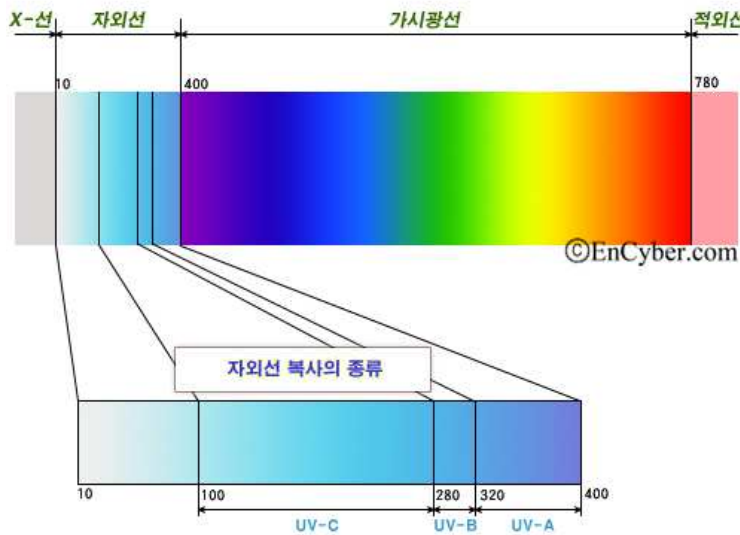
태양광의 스펙트럼을 사진으로 찍었을 때, 가시광선보다 짧은 파장으로 눈에 보이지 않는 빛이다. 사람의 피부를 태우거나 살균작용을 하며, 과도하게 노출될 경우 피부암에 걸릴 수도 있다.

1801년 독일의 화학자 J.W.리터가 자외선이 가지는 사진작용[感光作用]에서 처음 발견하였다. 자외선은 파장이 약 397~10nm인 전자기파의 총칭으로서, 극단적으로 파장이 짧은 자외선은 x선과 거의 구별되지 않는다. 적외선을 열선이라고 하는데 대응하여 자외선은 화학작용이 강하므로 화학선이라 하기도 한다. 또 파장의 길이에 따라 근자외선(파장 290nm 이상), 수정범위(水晶範圍)의 자외선(수정을 투과하는 290~190nm), 슈만선(190~120nm), 라이만선(120~60nm), 밀리컨선(60nm 이하) 등으로 세분하거나, 190nm 이하의 파장을 가지는 자외선을 원자외선(遠紫外線)이라고도 한다.

자외선 복사의 종류

태양은 광범위한 파장을 가진 빛 에너지를 방출한다. 가시광선의 파란색이나 보라색 광선보다 더 짧은 파장을 가진 자외선 복사는 살갓을 태우고 건강에 해로운 영향을 준다. 성층권에 존재하는 오존층은 대부분의 해로운 자외선이 지구상의 생명체에 도달하는 것을 막아준다. 그러나 성층권의 오존층이 얇아지면 지표에 도달하는 자외선 복사량이 증가한다.

과학자들은 UV-C, UV-B, UV-A 세 가지 종류로 UV 복사를 분류했다. 성층권 오존층은 이러한 종류의 UV를 모두 흡수하는 것이 아니라 일부분을 흡수한다.



1) UV-A (320~400nm) : 오존층에 흡수되지 않는다. 파장영역이 0.32~0.40 μm 에 해당하는 자외선 UV-A는 UV-B에 비하여 에너지량이 적지만 피부를 그을릴 수 있다. 피부를 태우는 주역은 UV-B이지만 UV-A는 피부를 벌겋게 만들 뿐 아니라 피부 면역 체계에 작용하여 피부 노화에 따른 장기적 피부 손상을 일으킬 수 있다. 최근에는 UV-A 노출 시간이 피부를 그을릴 정도로 길어지면 피부암 발생의 위험이 UV-B의 경우와 같아진다는 연구 결과가 보고되기도 하였다. 자외선이 인체에 도달하면 표피층 아래로 흡수되는데, 이 해로운 광선에서 피부를 보호하기 위하여 인체 면역 작용이 발동한다. 그 예로 일부 세포는 자외선에 노출될 때 멜라닌이란 검은 색소를 생성하는데 그것이 자외선의 일부를 흡수한다. 따라서 백인종과 같이 멜라닌을 적게 생성하는 사람은 UV-B에 대한 자연적 보호막도

적은 셈이다.

2) UV-B (280~320nm) : 대부분은 오존층에 흡수되지만, 일부는 지표면에 도달한다. 지구에 극소량이 도달하는 UV-B는 파장영역이 0.28~0.32 μm 에 해당하는 자외선이다. UV-B는 동물체의 피부를 태우고 피부 조직을 뚫고 들어가며 때로는 피부암을 일으키는데, 피부암 발생의 원인은 대부분 태양 광선의 노출 및 UV-B와 관련이 있다. 또, UV-B는 피부에서 프로비타민 D를 활성화시켜 인체에 필수적인 비타민 D로 전환시킨다.

3) UV-C (100~280nm) : 오존층에 완전히 흡수된다. 파장영역이 0.20~0.29 μm 인 자외선 중 UV-C는 염색체 변이를 일으켜 단세포 유기물을 죽이며, 눈의 각막을 해치는 등 생명체에 해로운 영향을 미친다. 다행히 UV-C로 알려진 이 범위의 자외선은 성층권의 오존에 의해 거의 모두 흡수된다.

자외선에 대한 오존층의 역할

지상으로부터 약 13~50km 사이의 성층권에 있는 오존층은 태양광선 중 자외선을 차단함으로써 사람을 비롯한 지구상의 생명체를 보호하는 역할을 하고 있다. 오존층이 파괴되어 자외선을 차단하는 능력이 떨어지게 되면 지표면에 도달하는 자외선의 양은 증가한다. 따라서 대기오염이 심해지면서 오존층을 파괴하여 오존의 양이 감소하면 지표면에 도달하는 자외선의 양이 증가하여 사람에게 좋지 않은 영향을 주게 된다.

들뜬상태 [excited state]

양자역학적 상태 중 에너지가 가장 안정된 상태인 바닥상태를 제외하고 이 보다 에너지가 높은 상태를 모두 가리킨다. 주위에서 일어난 어떤 현상에 의해 원자가 에너지를 흡수했을 때 일어나며, 짧은 시간동안 유지되다가 곧 바닥상태로 다시 돌아가면서 그 에너지에 해당하는 크기의 전자기파를 방출한다. 여기상태(勵起狀態)라고도 하며, 바닥상태에서의 들뜸[勵起:excitation] 또는 충돌에 의한 복합입자의 생성 등에서 생기는 경우가 많다. 일반적으로 가열, 전자기파나 복사선·입자선의 조사(照射), 화학적·전기적 자극 등 많은 원인에 의해서 실현된다. 이 상태는 극히 짧은 동안만 계속되고, 원자·분자간의 분해나 충돌이 없을 때는 $10^{-9} \sim 10^{-6}$ s에서 원래의 상태로 돌아가 자연적으로 정해진 파장의 전자기파를 방출한다. 분자의 경우에는 이 밖에 진동이나 회전상태에 대한 들뜬상태가 생각되며, 들뜬상태가 된 결과 해리(解離)가 일어나는 경우도 있다.