실험 제목	실험교사 서명
산화환원 원리를 이용한 화학신호등과 청색병반응	

고등학교	학년	반	이름

1. 실험 목표

유기화합물 지시약의 색 변화를 통하여 포도당의 환원과 공기 중 산소에 의한 산화 반응을 관찰하고, 이를 통하여 산화환원의 원리를 이해한다.

2. 배경이론

1) 산화와 환원

	산화	환원
산소의 이동	산화 생성물의 반응에서 생성물 중 하나 이상이 **산소를 얻는 것**이다. 예) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	한 반응물에 의하여 **산소를 잃는 것**이다. 예) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g)$
수소의 이동	반응물이 **수소를 잃는 것**이다. 예) $CH_3CH_2OH(aq) \rightarrow CH_3CHO(aq)$: 간장에서 일어나는 에탄올 분해반응	한 반응물에 의하여 **수소를 얻는 것**이다. 예) $N_2 + 3H_2 (g) \rightarrow 2NH_3(g)$
전자의 이동	원자이온 또는 분자가 원자가**전자를 잃는 것**이다. 예) $2Na + Br_2 \rightarrow 2NaBr(s)$: 이온반응에서 양이온의 형성	원자, 분자나 이온이 **전자를 얻는 것**이다. 예) $2Na + Br_2 \rightarrow 2NaBr(s)$

2) 산화제와 환원제

– 산화·환원반응은 항상 동시에 일어나므로 자신이 산화되는 물질은 다른 물질을 환원시키는데 이를 환원제라 하고 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질을 말한다.

환원

예) $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

환원제 산화제

산화

※ 산화–환원 반응은 함께 일어난다. 둘 중 한 반응만 일어나지 않는다.

※ 예제) 다음 반응에서 산화제와 환원제를 찾아라.

(a) $2C + O_2 \rightarrow 2CO_2$

(b) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

(c) $SnO + H_2 \rightarrow Sn + H_2O$

(d) $Mg + Cl_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$

3) 알데히드 작용기와 포도당의 환원력

$$R-CH_2-OH \xleftarrow{[H]} R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H \xrightarrow{[O]} R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OH$$

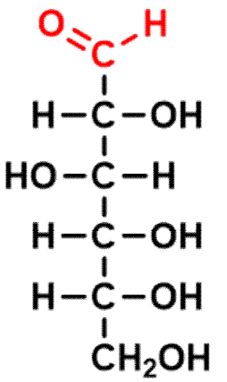
1차 알코올 알데히드 카르복시산

([O]는 산화제를 의미/ [H]는 환원제를 의미)

(1) 성질

– 탄소수가 적은 알데히드는 물에 잘 녹는다.

– 알데히드는 쉽게 산화되어 카르복시산이 되며, 환원되면 1차 알코올이 된다.



D-glucose

(2) 반응

– 알데히드는 환원성(쉽게 산화되는 성질)이 커서 은거울 반응과 펠링용액 반응을 한다.

– **포도당** (오른쪽 그림) 은 알데히드 작용기를 갖는 탄화수소 화합물로 특히 염기성 조건에서 환원력을 갖는다.

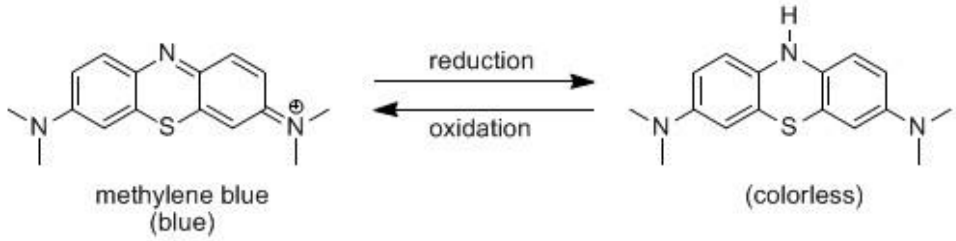
※ 탄화수소유도체

계통명	작용기
할로겐 화합물	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-X$ (X=F, Cl, Br, I)
알코올	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-OH$
에테르	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-O-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-$
아민	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-NH_2$
니트릴	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-C\equiv N$
황화합물	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-S-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-$
싸이올	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-SH$
알데히드	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$
케톤	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-$
카르복시산	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$
에스테르	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-$
아미드	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH_2$

<u>탄화수소의 보편적 성질 외에 작용기에 따른 성질을 갖는다.</u>

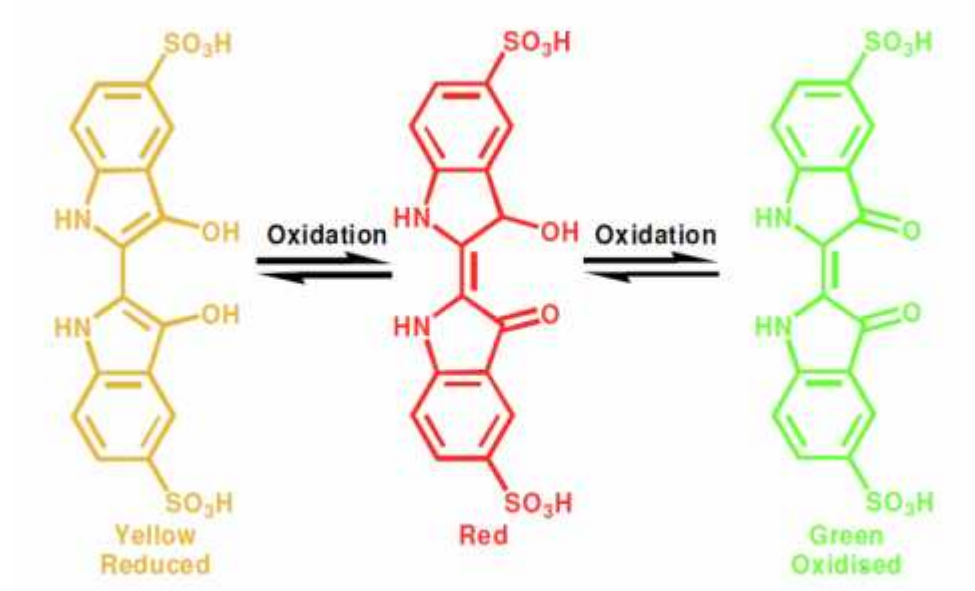
4) 메틸렌블루 지시약의 산화 환원

– 메틸렌블루 지시약은 평소에는 파란색을 띠고 있지만, 환원반응이 일어나면 색을 잃고 투명해진다. 아래와 같이 메틸렌 블루의 구조식을 확인해보고, 포도당을 넣거나(환원) 산소에 노출되었을 때(산화)의 색을 확인해보자.



5) 인디고카민 지시약의 산화 환원

– 인디고카민 지시약은 산성조건의 수용액에서 녹색을 띠고 있는데, 환원제에 노출되면 빨간색의 중간 환원형태에서, 결국에는 노란색의 환원상태로 변하게 된다. 아래와 같이 인디고카민의 구조식을 확인해보고, 포도당을 넣거나(환원) 산소에 노출되었을 때(산화)의 색을 확인해보자.



3. 실험준비물

수산화나트륨, 포도당, 메틸렌블루 지시약, 인디고카민 지시약, 증류수

* 수산화나트륨은 강염기로 단백질을 녹이는 성질을 가지기 때문에, 눈이나 피부에 닿지 않도록 특히 주의하고 만약 닿으면 즉시 흐르는 물에 씻어내야 함.

삼각플라스크, 일회용 스포이드, 비커, 저울, 유산지

* 안전을 위해 보안경, 라텍스 또는 비닐 장갑, 마스크, 실험복은 필수 준비

4. 실험방법

<u>메틸렌블루를 이용한 청색병 반응</u>

1. 삼각플라스크에 물 150ml 를 담고 수산화나트륨 5g 을 녹인다. (주의: 수산화나트륨을 녹일 때 파라필름으로 잘 막고 흔든다)

2. 수산화나트륨 용액에 포도당 5g을 넣고 잘 녹인다.

3. 위에서 만들어진 용액에 메틸렌블루 지시약 7방울을 떨어뜨리면서 색을 관찰한다.

4. 용액을 50mL 유리병에 담고 (30 mL 정도) 뚜껑을 완전히 닫은 후 놓아둔다. 역시 색의 변화를 관찰한다. (실험조당 각각 4명의 유리병에 옮겨 담아 색을 관찰한다.)

5. 용액의 색이 사라지면 병을 흔들어 색 변화를 관찰한다.

6. 5번을 반복하여 시간에 따라 반응 용액의 색 변화를 관찰한다.

<u>인디고카민을 이용한 화학신호등 반응</u>

1. 삼각플라스크에 물 150 ml 를 담고 수산화나트륨 5g 과 포도당 5g을 넣고 잘 녹인다. (주의: 수산화나트륨을 녹일 때 파라필름으로 잘 막고 흔든다)

2. 위에서 만들어진 용액에 인디고카민 지시약을 약 12 mL 넣고 색을 관찰한다.

3. 용액을 50mL 유리병에 담고 (30mL 정도) 뚜껑을 완전히 닫은 후 놓아둔다. 역시 색의 변화를 관찰한다. (실험조당 각각 4명의 유리병에 옮겨 담아 색을 관찰한다.)

4. 용액의 색이 더 이상 변하지 않으면, 병을 흔들어 색 변화를 관찰한다.

5. 4번을 반복하여 시간에 따라 반응 용액의 색 변화를 관찰한다.

6. 색이 더 이상 변하지 않을 경우, 뚜껑을 열어 산소가 들어갈 수 있게 한 후, 뚜껑을 닫고 병을 흔들어 색 변화를 관찰한다.

5. 실험결과 및 고찰

1) 청색병 반응에서 처음 지시약이 용액에 떨어진 후의 색은 어떻게 되는가?

2) 청색병 반응에서 시간에 따라 또는 병을 흔드는 과정에 의해 색이 어떻게 변하는가?

3) 화학신호등 반응에서 처음 지시약이 용액에 떨어진 후의 색은 어떻게 되는가?

4) 화학신호등 반응에서 시간에 따라 또는 병을 흔드는 과정에 의해 색이 어떻게 변하는가?

5) 1)-4) 번의 반복된 과정을 아래 표에 정리해보자.

실험 / 색깔	지시약을 넣을 때	안정화 된 후	병을 흔든 후	중간 변화	안정화 된 후	병을 흔든 후	중간 변화	안정화 된 후	
청색병 반응									
화학신호등 반응									

6) 반응 시간에 따라 반응 용액의 색깔이 점차 변하는 이유는 무엇이라고 생각하는가?

7) 병을 흔든 후 색의 변화에 걸리는 시간을 측정해 보자.

◎ 고찰

고찰이란?

실험을 통하여 결과를 얻었을 때, 실험 과정과 결과에 대해 생각하고 연구하는 것을 의미한다. 실험 결과가 좋던 나쁘던 관계없이 실험 과정에서 발생할 수 있는 오류에 대해 생각하여 기재하고, 실험 결과에 대해 전체적인 정리를 하고, 더 나아가 실험과정과 결과를 이용하여 더 깊이 연구할 수 있는 실험에 대해 생각하고, 어떤 분야에 응용할 수 있는지에 대해 생각해보도록 하자.

6. 토론

1) 청색병 반응과 화학신호등 반응에서 각각 산화, 환원되는 화합물은 무엇인지 생각해 보자.

– 청색병 반응

– 화학신호등 반응

2) 청색병 반응과 화학신호등 반응에서 병뚜껑을 열어주는 것은 어떤 작용을 하는 것일까?

3) 화학 신호등 반응에서 인디고카민의 산화, 환원 상태에 따른 분자식의 변화는 어떻게 될지 그려보자.

4) 각 반응 용액들을 하루 이상 반응하도록 방치한다면 반응 용액들이 어떤 색으로 변할 이라고 예측할 수 있는가?

7. 느낀점