

신호등 반응실험

이 실험은

카멜레온처럼 용액의 색깔이 우리의 주문에 따라 변한다면 믿을 수 있을까?
투명의 튜브에 세 가지 용액을 넣고 흔들 때 마다 마술처럼 색이 달라지는 현상을 볼 수 있는 흔히 신호등 반응이라고 하는 실험으로 산화-환원 지시약을 사용한 산화-환원반응 실험을 해 볼 수 있습니다.

장 점

- 가. 이 키트를 이용 하면 실험 준비와 실험이 편리합니다.
- 나. 기존의 큰 실험과 똑같은 양의 용액임에도 개별적으로 분배하여 참여하는 효과적인 실험을 할 수 있습니다.

잠깐만!

- * 언제나 안전을 염두에 두고 지도 교사의 지시에 따라 실험합니다.
- * 실험 중에는 항상 정숙하며, 실험에 집중합니다.
- * 교사의 지시에 의해 기구 사용법을 알고 사용한다.
- * 시약을 옮기거나 부을 때는 주의하며 천천히 합니다.
- * 실험시약은 절대 마시거나 냄새를 맡지 않습니다.
- * 실험 전, 실험 후 실험대 위를 정리 정돈합니다.

이 키트는 실험과정 이해를 돕고자 **동영상**으로도 준비 하였습니다.

준비물: 투명플라스틱 시험관(14mL), 24홈판, 인디고카민용액, 포도당용액, 수산화나트륨용액.

별도준비물: 비닐장갑, 보안경.



과정 및 방법

1. 투명플라스틱 시험관에 수산화나트륨용액을 5ml를 넣는다.
2. 포도당 3ml를 넣고 인디고카민 1ml(약 5~10방울)를 넣어 뚜껑을 닫는다.
3. 시험관을 살짝 뒤집어 용액을 지시약반응을 시켜 처음의 색을 본 후 24홈판에 꽂아 노란색으로 변할 때 까지 놓아둔다.
4. 완전히 노랗게 변했을 때(약10분 후) 시험관을 손에 들고 천천히 한두 번 흔들면서 "빨강게 변해라"하고 크게 주문을 원다.
5. 이번에는 더 세게 흔들면서 "초록색으로 변해라"하고 주문을 원다.

결과 및 토의

용액의 색깔은 원래의 노란색에서 붉은색을 거쳐 초록색으로 변화되며, 가만히 두면 다시 노란색으로 되돌아간다. 이렇게 여러 가지로 색깔이 변화되는 이유는 무엇일까?

원리

용액을 가만히 두면 용액속의 포도당이 환원력이 있어서 인디고 카민을 환원형으로 만듭니다. 노란색으로 존재하지요. 흔들면 공기 중의 산소에 의해 산화가 되고 지시약은 빨강을 거쳐 초록색이 됩니다. 용액을 가만히 놔두면 포도당이 다시 환원시켜 빨강을 거쳐 노란색이 됩니다. 인디고카민은 세 가지 형태의 산화-환원상태에 따라 색이 변하는 지시약입니다. 뚜껑 열어놓으면 산소가 계속 공급되어 용액의 수명이 짧아지지요.

포도당 용액을 넣는 이유

포도당은 환원당으로 많이 광합성을 하기 이전의 용액 안의 산소와 결합하여 용액의 색이 바로 변하는 것을 방지한다.

색깔이 변하는 이유

그 비밀은 바로 인디고카민 지시약에 있다. 지시약이란 용액의 성질을 알 수 있게 해주는 약품인데, 우리가 많이 사용하는 지시약은 페놀프탈레인용액이나 BTB용액 같은 산-염기 지시약이다. 그러나 인디고카민은 산화-환원 지시약으로서 용액속의 산소의 농도에 따라 색깔이 달라지는 것이다.

흔들지 않은 상태의 용액은 포도당이 산소를 모두 흡수하기 때문에 인디고카민이 산소와 결합할 수 없어 노란색을 나타낸다(환원 상태). 즉, 포도당은 염기성용액 속

에서 인디고카민을 환원시키는 매개자 역할을 하는 것이다. 그런데 흔들어 주게 되면 공기 중의 산소가 용액 속으로 용해되면서 인디고카민과 결합하여 인디고카민이 산화되면서 색깔이 변화되는 것이다. 이 용액을 가만히 두면 포도당이 다시 산소를 흡수하므로 환원되면서 본래의 색깔로 되돌아가게 되는 것이다.

실험에 사용한 인디고카민 지시약은 수용액 상태에서는 푸른색을 띠고, 염기성 포도당용액(포도당+수산화나트륨)에서는 **노란색**을 띠며, 산소와 결합 할수록 **붉은색** → **녹색**으로 변합니다. 그 이유는 포도당이 강한 염기성 용액에서 산소와 쉽게 결합하는 성질 때문입니다. 녹색으로 변한 용액을 그대로 두면 산소에 의해 산화되었던 인디고카민 지시약이 포도당에 의해 환원되므로 **녹색** → **붉은색** → **노란색**으로 되돌아오게 됩니다.

* **주의** -안전에 주의 합니다.

참사이언스몰 동영상 참고, 실험설명 자료실에서 내용 다운받으세요.
02-3672-6402 www.charmscience.co.kr

<반응>

1. 지시약은 염기성 포도당 용액에 의해 환원되어 노란색을 나타낸다.
2. 플라스크를 천천히 돌리면 용액 속의 산소의 양이 증가하여 지시약이 산화되어 붉은색으로 변한다.
3. 플라스크를 빠른 속도로 흔들면 용액 속의 산소의 양이 더욱 증가하여, 지시약이 더욱 산화되어 녹색으로 변한다.
4. 플라스크를 가만히 놓아두면 지시약은 포도당에 의해 환원되어 노란색으로 되돌아간다.

<풀이>

(1) 지시약을 포도당 용액 속에 넣었을 때
지시약 : 환원됨 → 노란색
포도당 : 산화됨

(2) 플라스크를 천천히 돌릴 때
지시약 : 산화됨 → 붉은색
산소 : 환원됨

(3) 플라스크를 빠른 속도로 흔들었을 때
지시약 : 산화됨 → 녹색
산소 : 환원됨

(4) 플라스크를 가만히 놓아두었을 때

지시약 : 환원됨 → 노란색

포도당 : 산화됨

실험원리

인디고 카르민은 산화 환원 지시약으로서 약하게 흔들었을 때는 산소가 조금 녹아 들어가 약하게 산화되어 붉은 색을 나타내고 붉은색에서 더 세게 흔들면 더욱 산화가 되어 초록색을 나타내는 것이다. 그리고 이 플라스크를 다시 가만히 놓아두면 노란색으로 되는데 이는 포도당이 환원력을 가지고 있기 때문이다. 포도당이 환원력을 가지는 것은 포도당이 물에 녹아 고리모양에서 사슬모양으로 되면서 그 속에 $-CHO$ (알데히드기)를 가지고 있기 때문이다.(아래그림)

