

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

이온의 이동으로 알아보는

미니 전기영동 장치

전기영동의 의미와 그 원리에 대하여
 알아보고 직접 만든 미니 전기영동 장
 치를 이용해 이온 샘플의 이동을 관찰
 해봅시다.

실험키트구성

이온 샘플 3종, 질산칼륨, 한천, 스포이트, 나무스틱,
 금속 단자, 전선, 3칸 투명 용기, 눈금 스티커, 콤(comb)

준비를

가열도구(알코올램프 또는 핫플레이트), 가능하면 온도계
 유리 비커, 증류수(정수기 물 대체 가능), 면장갑, 테이프
 전원장치(6V 전지+집게 전선 등) 네임펜, 자, 가위

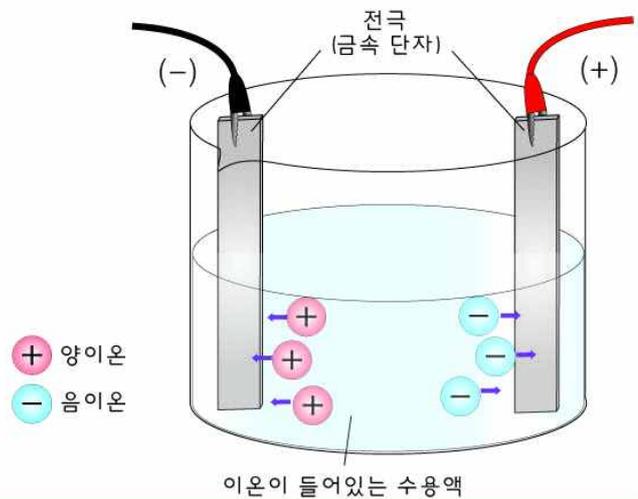
이온이 들어있는 수용액에 전류를 흘려주면?

전기적으로 중성인 원자가 전자를 잃거나 얻
 어서 전하를 띠게 된 것을 이온이라 합니다.

전자를 잃은 경우는 (+) 전하를 띤 양이온이,
 전자를 얻은 경우는 (-) 전하를 띤 음이온이 됩니다.

이온이 들어 있는 수용액에 전류를 흘려주면
 양이온과 음이온은 각각 어떻게 될까요?

이온이 들어 있는 수용액에 전류를 흘려주면
 (+) 전하를 띤 양이온은 (-) 극 쪽으로,
 (-) 전하를 띤 음이온은 (+) 극 쪽으로
 이동하게 됩니다.

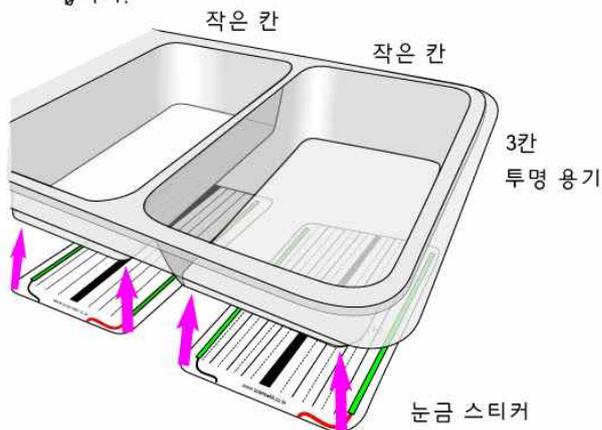


실험방법

[미니 전기영동 장치 만들기] 조별 활동

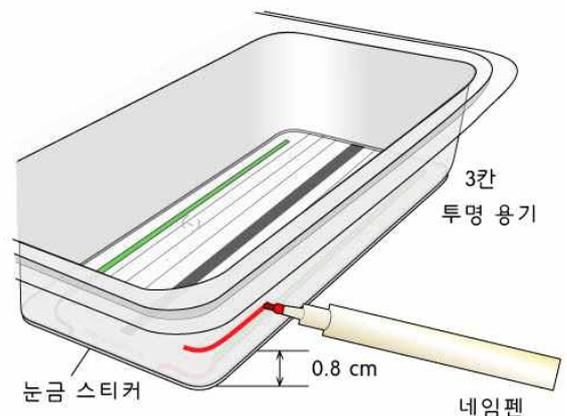
1. 3칸 투명 용기에서 작은 칸 2개의 바닥면에
 눈금 스티커를 각각 붙입니다.

✓ 눈금 스티커를 투명 용기의 바깥 아래쪽에 붙
 입니다.



2. 바닥면에서부터 약 0.8 cm 높이에 네임펜을
 이용하여 각각 표시합니다.

✓ 눈금 스티커가 붙어있는 2개의 칸에 모두 표시 합니
 다.



- 유리 비커에 한천 1포, 질산칼륨 1포, 따뜻한 물 80 mL를 넣고 가열하면서 잘 젓습니다.
 - ✓ 면장갑을 착용하고 화재 및 화상에 주의합니다.
 - ✓ 한천은 약 90 °C에서 녹습니다. 투명하게 완전히 녹으면 가열을 멈춥니다.



- 투명하게 녹은 한천 용액을 40~65 °C가 되도록 실온에서 식힙니다.
 - ✓ 개인차가 있을 수 있으나 손으로 만졌을 때 뜨겁지 않고 따뜻한 정도까지 식힙니다.

💡 한천 용액의 사용법

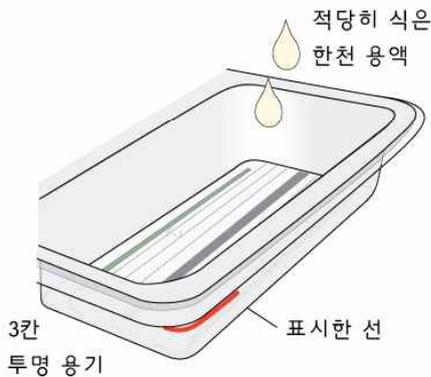
한천 용액은 투명해질 때까지 끓어야만 굳습니다. 시간이 지나도 용액이 굳지 않는다면 다시 비커에 담아 가열하여 끓인 다음 사용해주세요.

한천의 녹는점 : 85 ~ 90 °C

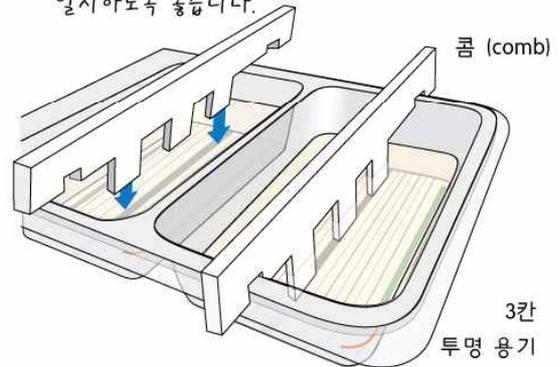
한천의 어는점 : 31 ~ 41 °C

3단 투명 용기(PET)의 내열 온도 : 약 65 °C

- 적당히 식은 한천 용액을 과정 2에서 표시한 선까지 각각 붓습니다.
 - ✓ 표시한 선까지 부으면 약 30 mL입니다.



- 눈금 스티커의 굵은 선에 맞추어 콤(comb)을 꽂은 다음 식혀 겔을 만들고, 완전히 식으면 콤을 빼냅니다.
 - ✓ 위에서 아래로 똑바로 내려다보았을 때 굵은 선과 일치하도록 놓습니다.



[전기영동 실험하기]



조별 활동

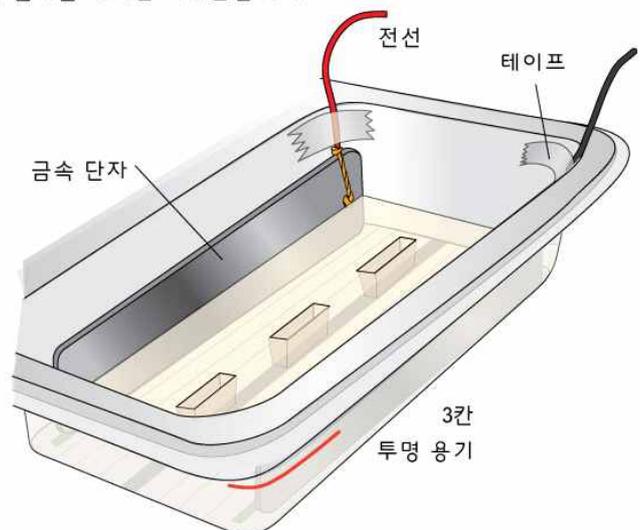
완성된 2칸의 겔 중 1칸만 사용합니다. 나머지 1칸은 이온 샘플이 번지거나 실험 실패를 대비한 여유분입니다.

- 금속 단자에 전선을 연결합니다.
 - ✓ 한천에 꽂고 고정하기 쉽도록 그림과 같이 옆으로 고정합니다.



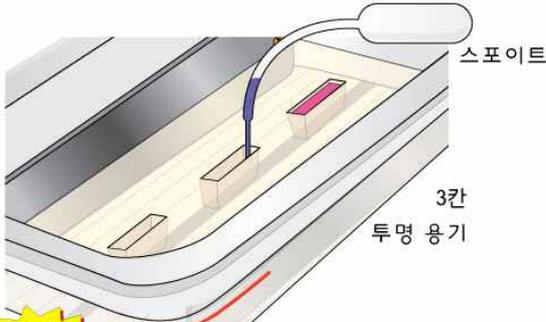
- 금속 단자를 눈금 스티커에 표시된 부분에 꽂은 다음 테이프로 고정합니다.

- 스냅(또는 전지 끼우개)의 전선이나 전원장치의 전선을 단자에 연결된 전선에 연결합니다. (건전지를 연결하거나 전원장치의 전원을 켜지 않도록 주의합니다.)
 - ✓ (+)극과 (-)극을 확인하여 맞추어 꽂습니다.



7. 스포이트를 사용하여 콤(comb)을 뽑은 자리에 생긴 3개의 홈에 이온 샘플을 하나씩 넣습니다.

- ✓ 홈 밖으로 넘치거나 번지지 않도록 주의합니다.
- ✓ 스포이트의 긴 관 부분을 좌우로 잡아당겨 늘린 다음 잘라 사용하면 이온 샘플의 양을 조절하기 쉽습니다.



주의!! 반드시 스포이트 입구를 홈에 넣은 상태로 이온 샘플을 넣어야 주변으로 번지지 않습니다.

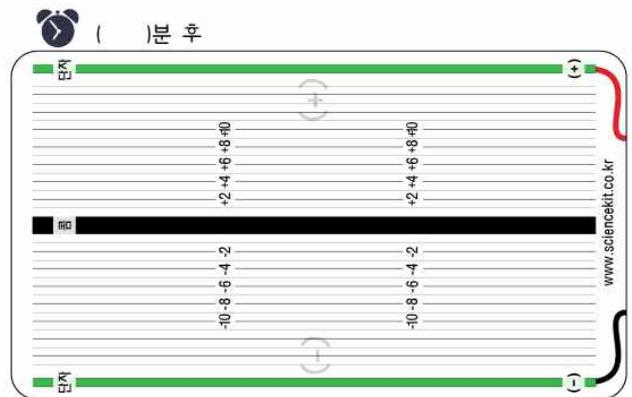
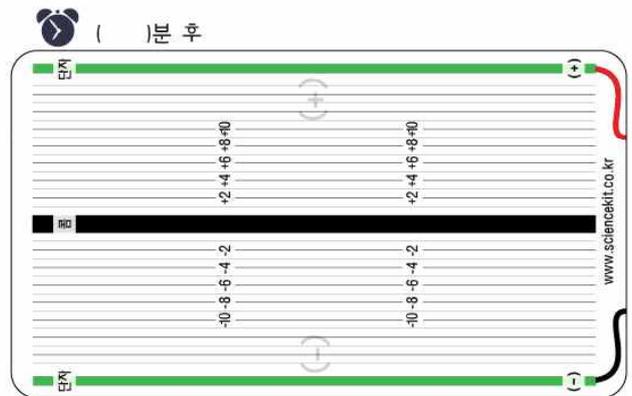
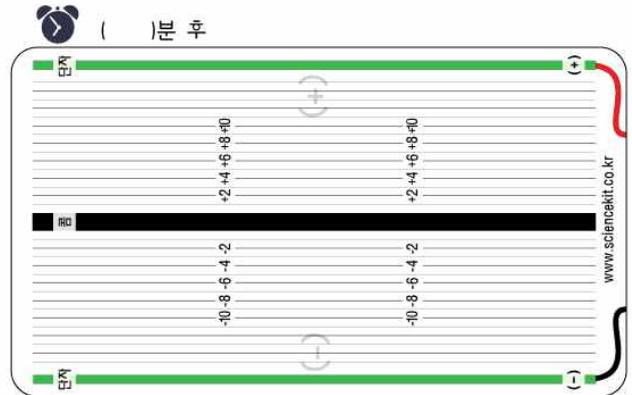


8. 집게 전선을 전원장치(전지 등)을 연결한 다음 전원을 켭니다.

- ✓ 전원장치의 전압은 6~9V가 적합합니다.
- ✓ (+)극과 (-)극을 확인하여 연결합니다.

9. 전원 장치를 연결한 다음 ()분 간격으로 이온 샘플이 이동한 방향과 거리를 그림으로 나타냅니다.

- ✓ 이온 샘플이 이동한 모습을 장치의 바닥에 보이는 눈금과 비교하여 그림에 표시합니다.
- ✓ 위에서 아래로 똑바로 내려다보아야 정확한 값을 읽을 수 있습니다.



실험시 주의사항

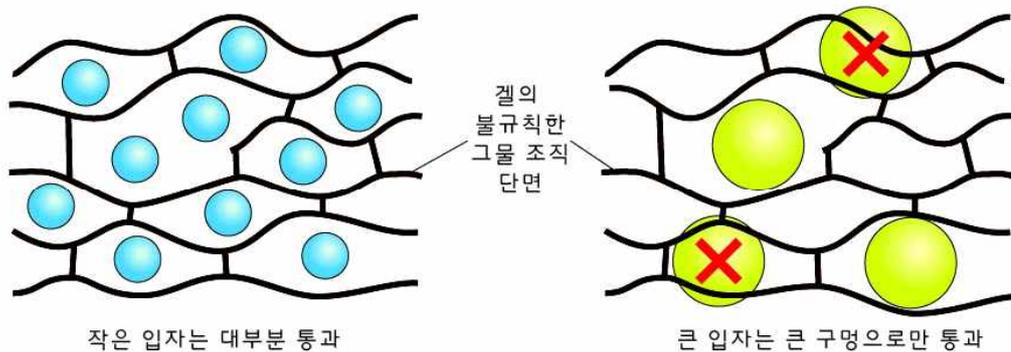
1. 완성된 2칸의 겔 중 1칸만 사용합니다. 나머지 1칸은 이온 샘플이 번지거나 실험 실패를 대비한 것입니다.
2. 금속 단자에 연결된 전선과 전원장치의 전선을 연결할 때, 눈금 스티커의 (+)극과 (-)극 표시를 확인하고 이에 맞추어 연결합니다.
3. 색이 있는 이온 샘플이 옷에 묻지 않도록 주의합니다. 옷에 착색될 수 있습니다.

실험 결과를 토대로 각 이온 샘플의 특징을 알아봅시다.

	이온 샘플 1	이온 샘플 2	이온 샘플 3
양이온의 색깔			
음이온의 색깔			
색을 띠는 이온의 이동 거리			
색을 띠는 이온의 이동 거리 순위			
색을 띠는 이온의 입자의 크기 순위			

색을 띠는 이온의 입자의 크기는 어떻게 알 수 있을까요?

겔은 아래 그림과 같은 불규칙한 그물 조직으로 되어있습니다. 겔에 전류를 흘려주면 전하를 띤 입자(이온)가 이동하게 되는데 작은 크기의 입자의 경우 대부분의 그물 조직을 통과할 수 있기 때문에 빠르게 이동합니다. 그런데 큰 입자(이온)의 경우 큰 구멍으로만 통과할 수 있기 때문에 이동속도가 작은 입자에 비해 느리게 됩니다. 이로 인해 겔을 사용한 전기영동을 하면 크기가 다른 입자를 서로 분리할 수 있게 되는 것입니다.



크기가 작은 이온일수록 겔을 통과하는 속도가 (빠르므로, 느리므로) 출발선으로부터 금속단자를 향하여 이동한 거리가 가장 (크다, 작다)

확인학습

1. 다음 문장에서 올바른 단어에 동그라미 하세요.

이온이 들어있는 수용액에 전류가 흐를 때, (-)전극으로 이동하는 이온은 (양이온 , 음이온) 이고 (+)극으로 이동하는 이온은 (양이온 , 음이온) 입니다.

2. 다음 문장의 빈 칸에 들어갈 알맞은 단어를 각각 넣으세요.

전기적인 힘에 의해 전하를 띤 입자가 이동하는 것을 이라고 합니다. 겔을 사용하면 입자의 성질(구조나 크기 등)에 따라서 겔을 통과하는 가 달라지므로 성질이 다른 입자를 분리하는 데 사용되기도 합니다.

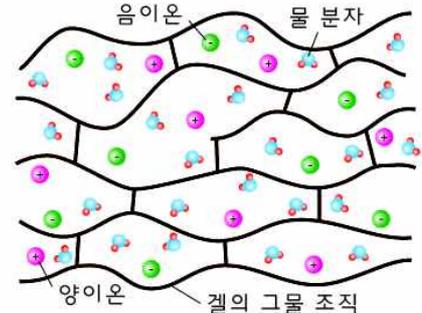
원리학습

* 전해질 용액 : 이온이 들어있어 전류가 잘 통하는 용액

전기영동 (electrophoresis)이란 *전해질 용액 속에서 전기적인 힘에 의해 전하를 띤 입자가 이동하는 것을 말합니다. 전기 영동은 그 원리와 지지체의 종류에 따라 여러 가지 종류로 나뉘어지는데 겔을 지지체로 사용한 것을 **겔 전기영동 (gel electrophoresis)**이라고 합니다. 겔은 주로 한천(아가로오스)이나 폴리아크릴아마이드 등을 사용하여 만드는데 겔을 사용하면 입자의 성질에 따라 분리도 가능합니다.

그렇다면 겔 (gel)이란 무엇이며 어떻게 전류가 흐를 수 있을까요?

겔이란 젤리나 목처럼 액체와 고체의 중간형태입니다. 이와 같은 성질을 띠는 이유는 겔은 오른쪽 그림과 같이 그물 조직 사이에 액체 등이 갇혀 있는 상태이기 때문입니다. 이 성질을 이용하여 겔을 만들 때 전해질 용액을 사용하면 양이온은 (-)극으로 음이온은 (+)극으로 이동할 수 있는 좋은 지지체가 됩니다.

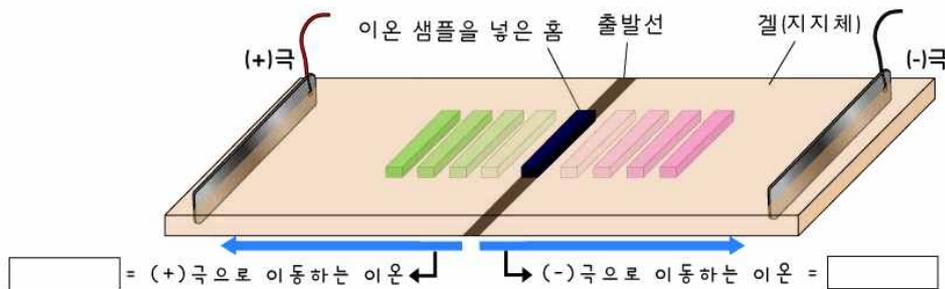


겔을 지지체로 사용한 전기영동법으로 입자들을 어떻게 분리할 수 있을까요?

겔 지지체에 전류를 흘려주면 입자들은 자신의 전하와 반대 방향의 전극을 향해 이동하기 시작합니다. 종류가 다른 이온들은 그 구조나 크기가 서로 다르므로 이동하는 동안 겔의 그물조직을 통과할 때 속도에 차이가 나게 됩니다. 이러한 원리로 크기와 구조가 서로 다른 입자는 겔을 통과하면서 이동하는 속도가 달라 서로 분리되는 것이지요.

정리하면 겔 전기영동법은 전류를 흘려주면 전하를 가진 입자가 겔 내부에서 이동하면서 입자의 성질(크기와 구조 등)에 따라 분리되도록 하는 방법입니다.

오늘 실험한 내용을 그림으로 표현하면 다음과 같습니다.



겔 전기영동법에서 입자의 구조와 크기가 클수록 이동 속도는 (커지므로, 작아지므로) 구조와 크기가 다른 입자를 분리할 수 있습니다.

실험에 사용한 이온 샘플은 색을 띠는 양이온 혹은 음이온을 포함하고 있습니다. 이 이온들이 같은 시간 동안에 이동한 거리를 측정하면 이온들의 크기를 비교할 수 있습니다. (단, 이온의 크기 외의 모든 조건은 같다고 가정합니다.)

이렇게 크기에 따라 서로 분류가 가능한 겔 전기영동법은 DNA, RNA, 단백질 등의 분자를 서로 분리하는데도 사용되고 있으며 그 결과를 통해 친자를 확인하거나 용의자 중에서 범인을 가려내어 수사에 도움을 주게 됩니다.

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	이온의 이동으로 알아보는 미니 전기영동 장치		실험 원리	이온, 전해질, 전기영동	
실험 시간	50분	실험 분야	생명과학, 화학	실험 방법	4인 1조, 조별실험
세트구성물	이온 샘플 3종, 질산칼륨, 한천, 스포이트, 나무스틱, 금속 단자, 3단 투명 용기, 눈금 스티커, 콤(comb)				
교사준비물	가열도구(알코올램프 또는 핫플레이트), 유리 비커, 증류수(정수기 물 대체 가능), 전원장치(6V전지+집계전선 등), 가능하면 온도계		학생준비물	네임펜, 테이프, 자, 가위, 면장갑	
실험 결과	실험 장소에서 전기영동 실험으로 이온 샘플(3종)이 이동하는 것을 관찰합니다.				
실험팁	<p>[미니 전기영동 장치 만들기]</p> <p>TIP 1. 시간 단축 및 빠른 실험 진행을 원하시는 경우, 미리 만들어 두어도 됩니다. (1~2일 전 가능)</p> <p>TIP 2. 미리 만들어 놓은 겔을 보관할 때는 콤(comb)을 뽑지 않은 상태로 굳힌 다음 비닐을 씌워 냉장 보관합니다. 콤(comb)을 미리 뽑은 상태로 뚜껑을 단아서 보관하면 콤(comb)을 뺀 홈에 물이 고여 이온 샘플을 넣을 때 밖으로 넘칠 수 있습니다. 또한 비닐을 씌우지 않을 경우 보관하면 겔이 마를 수 있으므로 반드시 비닐을 씌워 보관합니다.</p> <p>[전기영동 실험하기]</p> <p>TIP 3. 스포이트 입구를 반드시 홈 안에 넣은 상태로 이온 샘플을 넣습니다. 그렇지 않을 경우, 이온 샘플을 넣는 과정에서 홈 밖으로 튀거나 번질 수 있습니다.</p> <p>TIP 4. 스포이트를 사용할 때는 스포이트의 긴 관 부분을 늘린 뒤 잘라서 사용하면 양 조절이 용이합니다. 특별한 도구없이 양손으로 잡아 당기기만 하면 되므로 가급적 늘려서 사용하기를 권장합니다.</p> <p>TIP 5. 키트 구성품인 이온 샘플은 색소의 일종으로 피부나 옷에 묻으면 잘 지워지지 않으며 착색될 수 있습니다. 피부에 닿거나 옷에 묻었을 경우, 흐르는 물에 바로 씻어냅니다. (이온 샘플의 성분: 수산화나트륨, 에탄올, 페놀프탈레인, 브롬티몰블루, 염화제이철)</p> <p>TIP 6. 전기영동 실험시 총 걸리는 시간입니다. (제조사에 따라 차이가 날 수 있습니다.) 6V(퀀턴용 전지) : 15~20분 9V(사각모양 전지) : 40~50분 6V(전원 장치, 0.2A) : 15~20분 9V(전원 장치, 0.3A) : 10분</p>				

실험방법

	이온 샘플 1	이온 샘플 2	이온 샘플 3
양이온의 색깔	붉은색 용액 → 무색의 양이온 + 붉은색의 음이온		
음이온의 색깔	푸른색 용액 → 무색의 양이온 + 푸른색의 음이온		
색을 띠는 이온의 이동 거리	마지막 결과를 기준으로 적도록 시간을 제시해주세요.		예시) 40분후 (+)극으로 6칸
색을 띠는 이온의 이동 거리 순위	이동 거리가 큰 이온 샘플을 1위로 적어주세요.		
색을 띠는 이온의 입자의 크기 순위	입자의 크기 순위는 이동거리 순위의 역순으로 적어주세요.		

** 이온 샘플을 홈에 넣는 과정에서 밖으로 튀기거나 홈과 굽은선(출발선)이 일치하지 않는 등의 이유로 이론값과 결과가 다르게 나올 수 있습니다.

크기가 작은 이온일수록 겔을 통과하는 속도가 **(빠르므로)**, 느리므로) 출발선으로부터 금속단자를 향하여 이동한 거리가 가장 **(크다)**, 작다)

확인학습

1. 다음 문장에서 올바른 단어에 동그라미 하세요.

이온이 들어있는 수용액에 전류가 흐를 때, (-)전극으로 이동하는 이온은 (양이온), 음이온) 이고 (+)극으로 이동하는 이온은 (양이온 , 음이온) 입니다.

2. 다음 문장의 빈 칸에 들어갈 알맞은 단어들을 각각 넣으세요.

전기적인 힘에 의해 전하를 띤 입자가 이동하는 것을 **전기영동** 이라고 합니다.
겔을 사용하면 입자의 성질(구조나 크기 등)에 따라서 겔을 통과하는 **속도** 가 달라지므로 성질이 다른 입자를 분리하는 데 사용되기도 합니다.

원리학습

겔 전기영동법에서 입자의 구조와 크기가 클수록 이동 속도는 (커지므로 , 작아지므로) 구조와 크기가 다른 입자를 분리할 수 있습니다.

이온[ion]

한 개의 원자로 구성된 이온을 단원자 이온이라 하고, 여러 개의 원자로 이루어진 이온을 원자단 혹은 다원자 이온이라 한다. 핵에 있는 양성자보다 전자가 더 많아 음으로 하전된 이온을 음이온(anion)이라 한다. 영국의 과학자 패러데이가 전기분해 때, 용액 속에서 애노드(+극)에 끌려가므로 이 이름이 붙었다. 한편, 양으로 하전된 이온을 양이온(cation)이라 부른다. 캐소드(-극)으로 이동하므로 지어진 이름이다. 이온의 표기는 이온생성시 잃거나 얻은 전자 개수에 전자를 얻으면 (-), 잃으면 (+) 부호를 붙여 나타낸다.

- 양이온 : 양으로 하전된 이온
- 음이온 : 음으로 하전된 이온
- 라디칼 이온 : 홀수 개의 전자를 가지고 있고 매우 활동적이고 불안정한 라디칼로부터 구성된 이온
- 플라즈마 : 가스 상태에 있는 이온의 집합을 플라즈마라 한다. 이는 기체, 액체, 고체와 성질이 다르므로 제4의 물질의 상태라 일컫는다. 눈에 보이는 우주의 99.9% 이상이 전자와 양성자로 이루어진 우주 플라즈마로 이루어져 있다.

전해질 [electrolyte , 電解質]

설탕은 물에 잘 녹는 물질이다. 설탕을 물에 넣으면 중성 상태의 분자 하나하나가 떨어져 나와 수용액 속을 돌아다닌다. 그런데 소금의 경우는 약간 다른 양상을 보인다. 소금 역시 물에 잘 녹는 물질이며 입자들이 수용액 속에 고루 퍼지게 되는데, 이때 소금은 Na^+ 입자와 Cl^- 입자의 형태로 이온화된다. 즉 전하를 띤 이온들이 물 속에 녹아 있는 것이다. 물에 녹아 중성의 분자 상태로 존재하는 설탕과 달리, 소금처럼 물에 녹았을 때 해리되어 이온 상태로 존재하는 물질을 전해질이라 한다. 설탕처럼 물에 녹아 전류를 흐르게 하지 못하는 물질은 비전해질이라 한다.

- 전해질의 전기분해

전해질은 물에 녹아 전하를 띤 입자를 만들기 때문에 전류를 흐르게 할 수 있다. 먼저, 전해질을 용매에 녹여 전해질용액을 만든 후, 용액에 전극을 담고 전원 장치를 연결하면 전류가 흐른다. 이때 양 극에서 화학적인 변화가 일어나 전기 분해가 가능해진다.

예를 들어, 이온결합 물질인 염화구리는 물에 녹아 Cu^{2+} 와 Cl^- 를 1:2의 비율로 만드는 전해질이다. 이때 용액에 전류를 통하게 하면 (-)극에서는 Cu(s) 가 만들어지고 (+)극에서는 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 가 만들어진다. 이렇게 전해질은 전류를 이용해 분해할 수 있다.

- 전해질 용액의 입자 수

전해질은 용매에 녹이면 입자의 수가 달라진다는 점에 유의해야 한다. NaCl(s) 입자 하나가 물에 녹아 Na^+ 와 Cl^- , 두 개의 입자를 만들고 $\text{CuCl}_2(\text{s})$ 는 물에 녹아 Cu^{2+} , Cl^- , Cl^- , 이렇게 총 세 개의 입자를 만든다. 따라서 입자의 수에 비례하여 나타나는 성질을 판단할 때에는 이온화되어 몇 개의 입자가 생기는지 잘 파악해야 한다. 예를 들어, 소금물의 삼투압을 생각해보자. 삼투압은 용질 입자 수에 비례하여 나타난다. 물에 1몰의 소금(NaCl)을 넣었다면, 이온화에 의해 용액 속에는 1몰이 아닌 2몰의 입자(Na^+ , Cl^-)가 들어 있는 것이다. 따라서 삼투압 계산 시, 2몰의 입자가 존재하는 것으로 계산해야 한다.

전기영동 [electrophoresis]

전해질 중에 존재하는 하전(荷電) 입자에 직류전압을 걸면 정의 하전 입자는 음극으로, 부의 하전 입자는 양극으로 향하여 이동한다. 이 현상을 전기영동이라고 한다. 또한 동일 방향으로 이동하는 하전 입자의 사이에서도, 전기영동할 때 이동속도가 다른 성분은 점차로 분리되어 간다. 이 기법은 용액 중에서의 이동이기 때문에 전기이동보다는 전기영동(泳動)이라고 번역하는 것이 더 합리적이다.

전기영동은 1807년에 러시아의 물리학자 A. Reuss가 점토의 현탁액에 관해서 현상을 발견하고 1930년대에 스웨덴의 생화학자 A. W. K. Tiselius에 의하여 이동계면 전기영동장치(Tiselius형 전기영동장치)가 개발되어 실용적인 기법으로 확립되었다. 이 장치는 혈청 단백질의 분석 등 단백질의 연구에 공헌하였다. 그 후 겔 전기영동이 등장하여 단백질이나 핵산의 분리, 단백질의 분자량 측정 등 생화학 분야에서 널리 이용되어 많은 변법이 나왔다.

전기영동은 분리원리에 따라 등속전기영동, 등전점 전기영동 등으로 나누어지고 지지체에 따라 여과지 전기영동, 겔 전기영동 등 분리의 장소의 형태에 따라 슬라브 전기영동, 디스크 전기영동, aahtp관 전기영동 등으로 나누어진다.

- 1) Zone 전기영동: Tiselius형 전기영동으로는 오늘의 전기영동과 같이 시료를 층상으로 분리할 수 없다. 아래에서 말하는 전기영동은 전부 zone 전기영동에 속한다.
- 2) 등속전기영동: 시료를 전기영동할 때 이동속도가 큰 이온과 작은 이온의 사이에 넣어서 이동시키면 시료는 등속으로 이동되기 때문에 등속전기영동이라고 한다. 이 원리는 디스크 전기영동으로 시료를 농축할 때 이용된다.
- 3) 등전점 전기영동: 초점 전기영동이라고도 한다. 여러 가지의 등전점을 갖는 양성전해질의 혼합액을 지지체로 하여 단백질을 전기영동 하면 단백질은 등전점의 pH 부위에 달하면 이동하지 않게 된다. 즉, 등전점의 차이에 따라 분리되고 또한 농축된다.
- 4) 겔 전기영동: 지지체로서 겔을 사용하는 전기영동의 총칭. 일반적으로 polyacrylamide gel이나 agarose gel이 사용된다. 겔에는 대류방지, 시료의 보호, 분자체 등의 기능이 있다. Sodium dodecylsulfate(SDS) 존재하에서 행하는 것을 polyacrylamide gel 전기영동이라고 한다.
- 5) 슬라브 전기영동: 지지체로서 평판상의 겔을 사용하여 겔 전기영동의 일종. 평판 겔 전기영동이라고도 한다. 복수의 시료를 동일 평판상에서 영동시킬 수 있다. 또한, 방열효과가 높기 때문에 분리가 좋고 겔을 염색하여 건조보존할 수가 있다.
- 6) 디스크 전기영동: L. Ornstein과 B. J. Davis에 의해서 개발된 전기영동법으로 시료 농축용과 분리용의 2층의 polyacrylamide gel을 유리판 중에 만들어 시료를 대단히 얇은 원판상에 농축하고 나서 분리하는 것이 특징으로 되어 있다. 얇은 원판의 층상으로 분리되기 때문에 이렇게 부른다.
- 7) 2차원 전기영동: 가는 주상 겔로 전기영동시켜 분리한 시료를 그대로 슬라브 겔에 물어넣어 두 번째 전기영동을 한다. 분리능의 대단히 높은 전기영동.
- 8) 모세관 전기영동: 세관의 끝을 전해액에 담가 직류고전압으로 세관 중의 시료를 영동하여 분리한다. 이동속도가 빠르기 때문에 단시간으로 분석할 수 있다.

겔 전기영동 [gel electrophoresis]

DNA나 RNA, 단백질과 같은 큰 분자들을 전기적인 힘을 이용하여 겔에서 이동시켜 크기에 따라 서로 분리하는 기술. 겔은 콜로이드(colloid) 용액이 굳어진 상태를 말하는 것이다. 전기영동이란 말은 전기적인 힘에 의해 전하를 띤 입자가 이동하는 것을 가리키는 표현이다. 따라서 겔전기영동은 전류를 흘려주어서 전하를 가진 입자가 겔 내부에서 이동하여 분리되도록 하는 기술이다. DNA나 RNA의 경우 주로 아가로스(agarose)를 사용하고, 단백질의 경우 폴리아크릴아마이드(polyacrylamide) 등을 굳혀서 겔을 만든다. 구조나 크기 등 입자의 성질에 따라서 겔을 통과하여 이동하는 속도가 달라지게 된다.

겔에 홈을 만들어 DNA나 RNA, 단백질 등의 분자를 집어넣고 전류를 흘려주면 음전하를 띤 이들 분자들은 전기적인 힘에 의해 겔 안에서 이동하게 된다. 같은 크기를 가진 분자들은 하나의 집단을 형성하여 움직이게 되는데 만약 수조개의 동일한 분자들을 전기영동하였다면 겔을 염색하였을 때 이것이 하나의 띠 모양으로 나타나는 것을 확인할 수 있다. 작은 분자는 큰 분자에 비해 빠른 속도로 이동하기 때문에 결과적으로 서로 다른 크기의 분자들은 겔 상에서 서로 다른 위치에서 띠 모양을 나타내게 된다. 각각의 띠를 이루고 있는 분자들의 크기는 이미 크기를 알고 있는 분자들을 나란하게 전기영동하여 겔 상에 나타난 띠의 상대적인 위치를 비교함으로써 그 크기를 측정할 수 있다(그림).

전기영동은 이와 같은 원리를 이용하여 분자량 결정을 비롯하여 등전점이나 순도결정, 각 성분의 정량, 정제 등에 이용되고 있으며, 단백질이나 핵산의 주된 분리분석법이 되고 있다.