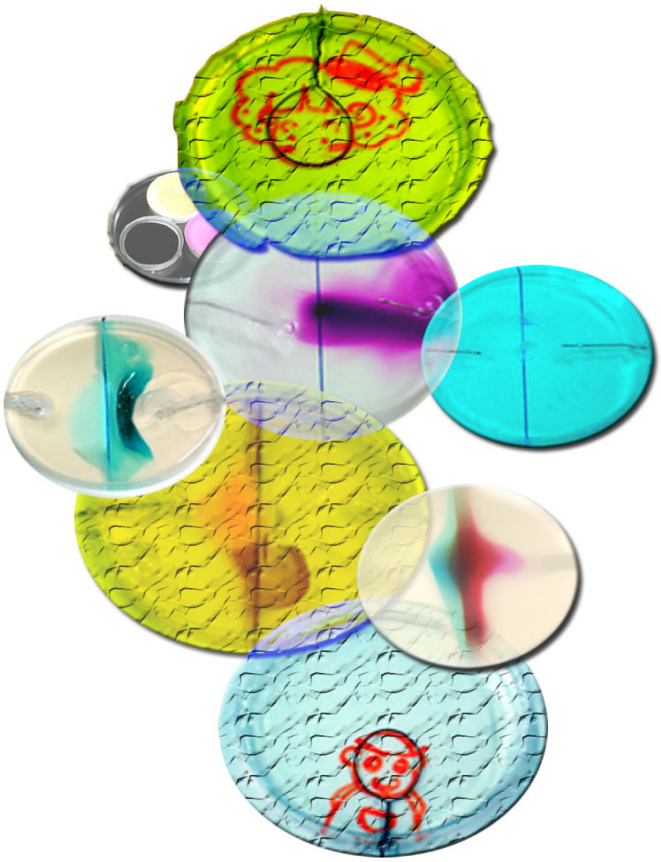
KICE 한국교육과정평가원
KOREA INSTITUTE OF CURRICULUM & EVALUATION

샬레속의 반응



한국 교육 과정 평가원

C O N T E N T S

샬레속의 반응

1 Ⅰ. 칸막이 샬레
1 실험**A.** 소금과 황산의 반응
5 실험**B.** 탄산나트륨과 염산의 반응

10 Ⅱ. 난 행복해!!!
10 실험**A.** 턱수염이 쑥쑥~ ~
13 실험**B.** 머리카락이 쑥쑥~ ~

17 Ⅲ. 샬레에서의 이온이동
17 실험**A.** 과망간산칼륨 수용액
22 실험**B.** 황산구리 수용액

26 Ⅳ. 한천을 이용한 이온들의 이동
26 실험**A.** 과망간산칼륨 수용액
29 실험**B.** 크롬산칼륨 수용액
32 실험**C.** 황산구리 수용액
35 실험**D.** 크롬산칼륨과 황산구리의 혼합 용액
38 실험**E.** 과망간산칼륨과 황산구리의 혼합 용액

41 Ⅴ. 용액의 전기분해
41 실험**A.** 물의 전기분해
43 실험**B.** 다양한 용액들의 전기분해

실험1. 칸막이 샬레

◪이 실험은

복잡한 실험도구 없이 샬레를 다양하게 변화시켜 샬레 속에서 일어나는 반응을 보여줌으로써 복잡한 실험을 간단한 실험으로 바꾸어 언제 어디서나 재현할 수 있는 좋은 실험이다. OHP위에서 시범실험을 하여 확대된 스크린 화면을 통해 실험이 효과를 극대화할 수도 있는 좋은 계기가 될 것이다.

실험A. 소금과 황산의 반응

1. 필요한 것들

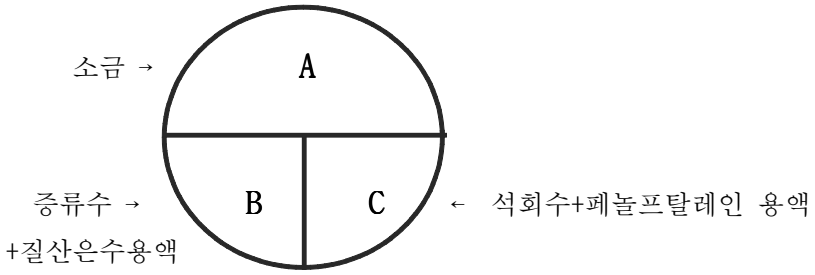
(세)칸막이 샬레(또는 샬레 안에 작은 병뚜껑이나 종이컵을 잘라 활용해도 된다), 스포이트, 증류수, 휴지, 소금, 진한 황산, 질산은 용액, 석회수(또는 묽은 수산화나트륨 수용액), 페놀프탈레인 용액

2. 이렇게 하세요.

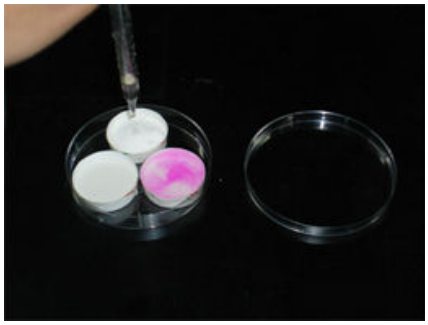
⑴ B칸에는 증류수로 절반을 채우고 질산은수용액 2-3방울을 넣는다.

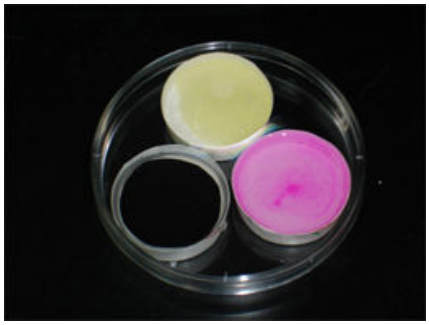
⑵ C칸에는 석회수로 절반을 채우고 페놀프탈레인 용액 2-3 방울을 넣는다.

⑶ A칸에는 소금을 2-3 숟가락 넣는다.



(4) A칸의 소금위에 진한 황산 1-2방울을 떨어뜨린 다음 물기가 없는 샬레 뚜껑을 바로 덮는다.





(5) 샬레에서 일어나는 변화를 관찰하여 다음 표에 기록한다.

구 분	(A)	(B)	(C)
사용한 물질	소금 + 진한 황산	증류수 + 질산은수용액	석회수 + 페놀프탈레인
용액의 색변화			
침전의 유무			

2

3. 생각해 봅시다.

(1) A 칸에서 일어난 변화를 화학반응식으로 나타내어라.

(2) B 칸에서 일어난 변화를 화학반응식으로 나타내어라.

(3) C 칸의 결과로 알 수 있는 사실은 무엇인가?

4. 알아야 할 사실

(1) 소금과 황산의 반응은 다음과 같으며 생성되는 기체는 염화수소이다.

$$NaCl(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow NaHSO_4(s) + HCl(g)\uparrow$$

(2) 생성된 염화수소 기체는 물에 매우 잘 녹으므로 석회수에 녹는다. 염화수소 기체가 녹은 수용액이 염산이므로 액성은 산성이 되어 용액의 색은 무색이 된다.

(3) 염화수소 기체가 녹으면 염화 이온(Cl-)이 생성되므로 질산은 수용액 중의 은이온(Ag+)과 침전반응이 일어난다.

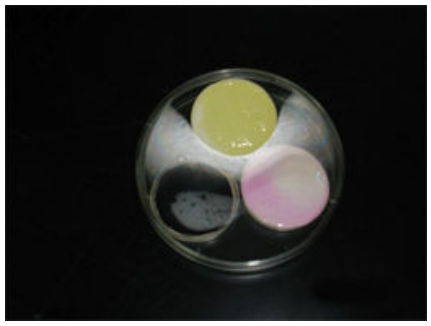
$$Ag+(aq) + Cl-(aq) \rightarrow AgCl(s)\downarrow$$

(4) 실험 결과를 정리하면 다음과 같다.

구 분	(A)	(B)	(C)
사용한 물질	소금 + 진한 황산	증류수 + 질산은수용액	석회수 + 페놀프탈레인
용액의 색변화	흰색 기체 발생	무색 → 우유빛	붉은색 → 무색
침전의 유무		○	×

3

<반응초기>



<반응후기>

4

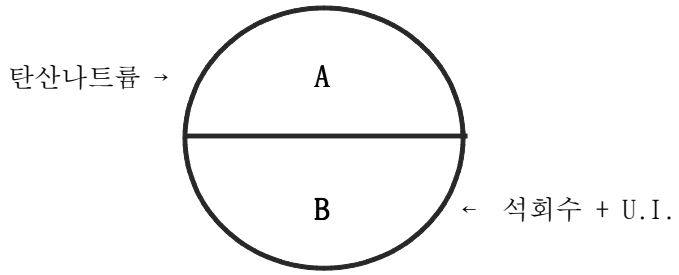
실험B. 탄산나트륨과 염산의 반응

1. 필요한 것들

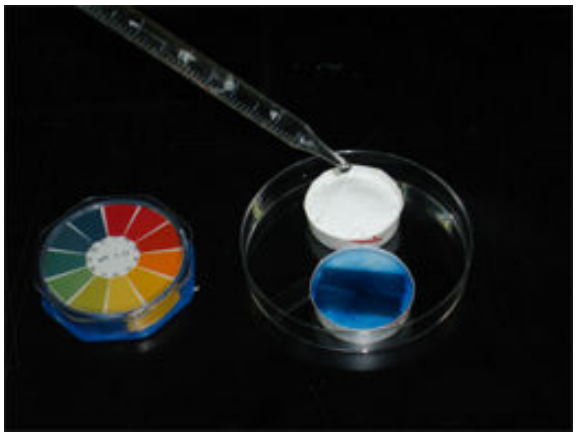
(두)칸막이 샬레(또는 샬레 안에 작은 병뚜껑이나 종이컵을 잘라 활용해도 된다), 스포이트, 증류수, 만능지시약(universal indicator), 탄산나트륨, 진한 염산, 석회수

2. 이렇게 하세요.

⑴ 그림처럼 (두)칸막이 샬레를 준비한다.



⑵ A칸에는 탄산나트륨 2~3 숟가락을 넣는다.
⑶ B칸에는 석회수를 절반 높이로 넣고 U.I.(universal indicator, 만능지시약)을 한 두 방울 넣는다.
⑷ 샬레를 OHP위에 올려놓는다.(시범실험시)
⑸ 탄산나트륨 위에 진한 염산을 한 두 방울 떨어뜨린 다음 샬레의 뚜껑을 덮는다.



(6) 샬레에서 일어나는 변화를 관찰하여 다음 표에 기록한다.

구 분	(A)	(B)
사용한 물질	탄산나트륨 + 진한 염산	석회수 + U.I.
용액의 색변화		
침전의 유무		

3. 생각해 봅시다.

(1) A 칸에서 일어난 변화를 화학반응식으로 나타내어라.

(2) B 칸의 결과로 알 수 있는 사실은 무엇인가?

(3) 이 반응 결과로 알 수 있는 사실은 무엇인가?

4. 알아야 할 사실

(1) A칸에서의 탄산나트륨과 염산의 반응은 다음과 같으며, 생성되는 기체는 이산화탄소이다.

$$Na_2CO_3(s) + 2HCl(l) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O + CO_2(g)\uparrow$$

(2) 생성된 이산화탄소 기체는 석회수($Ca(OH)_2$)와 반응하여 뿌옇게 흐려진다.

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)\downarrow + H_2O(l)$$

시간이 지남에 따라 점점 더 많은 CO_2 와 반응하여 물에 녹기 쉬운 탄산수소칼슘, $Ca(HCO_3)_2$ 이 형성되므로, 투명해진다.

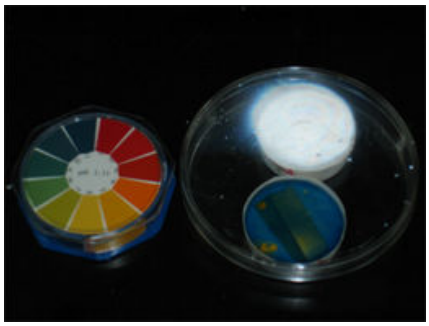
$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

따라서 액성은 염기성에서 점점 산성으로 변하여 용액의 색은 푸른색에서 녹색을 거쳐 노랑으로 변하게 된다.

석회암 동굴이 형성되는 것도 이와 같은 반응이다.

(3) 실험 결과를 정리하면 다음과 같다.

구 분	(A)	(B)
사용한 물질	탄산나트륨 + 진한 염산	석회수 + U.I.
용액의 색변화	무색 기체 발생	푸른색 →연두색→노랑
침전의 유무	×	○



<반응 초기>

<반응 후기>

7

⑷ 석회수 만드는 법

① 시험관에 2/3정도 물을 넣는다.

② 여기에 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)을 쌀알만큼 넣는다.

③ 시험관을 고무마개나 손가락으로 막고 약 10초 동안 힘껏 흔든다.

④ 다른 시험관이나 삼각플라스크에 여과한다.

⑤ 여과된 맑은 용액이 석회수이다. 석회수는 수산화칼슘수용액이다.

⑸ 만능지시약 만드는 방법

A) universal indicator solution

메틸오렌지 1g, 메틸레드 0.04g

브로모티몰블루 0.4g, 페놀프탈레인 0.5g

나프톨프탈레인 0.32g, 크레졸프탈레인 1.6g

이상 6개의 약품을 에테르 100mL에 녹인다.

B) 야마다 지시약

티몰블루 5mg, 메틸레드 12.5mg, 브로모티몰블루 50mg, 페놀프탈레인 100mg 이상 4개의 약품을 95% 에탄올 100mL에 녹인 후, 0.05M NaOH 수용액으로 중화시킨다. 여기에 증류수를 가하여 200mL가 되게 한다.

이 때 색깔 변화가 생기는 pH범위는 다음과 같다.

pH 범위	4	5	6	7	8	9	10
색깔 변화	빨간색	오렌지색	노란색	초록색	푸른색	인디고색	보라색

6. 지시약의 종류와 색깔 변화에 대하여

지시약	색깔 변화	색깔변화가 생기는 pH범위
thymol blue	붉은색→노란색	1.2 ~ 2.3
bromophenol blue	노란색→푸른색	3.0 ~ 4.6
congo red	푸른색→붉은색	3.0 ~ 5.0
methyl orange	붉은색→노란색	3.2 ~ 4.4
bromocresol green	노란색→푸른색	3.8 ~ 5.4
methyl red	붉은색→노란색	4.8 ~ 6.0
bromocresol purple	노란색→자주색	5.2 ~ 6.8
bromothymol blue	노란색→푸른색	6.0 ~ 7.6
cresol red	노란색→붉은색	7.0 ~ 8.8
thymol blue	노란색→푸른색	8.0 ~ 9.6
phenolphthalein	무 색→분홍색	8.2 ~ 10.0
alizarin yellow	노란색→붉은색	10.1 ~ 12.0

실험2. 난 행복해!

◪ 이 실험은

링컨은 어린 소녀의 사랑어린 충고로 턱수염을 길러 밋밋한 턱을 보완하였고, 그 결과 부드러운 이미지를 갖게 되어 대통령 선거에서 승리하였다는 뒷이야기가 있다. 수염을 길러서 덕을 본 사람이다.

그런데 머리가 없어서 고민하는 사람들은 어떻게 할까?

자, 대머리는 모두 모여라! 턱수염뿐만 아니라 머리카락도 쑥쑥 자라게 해 보자!

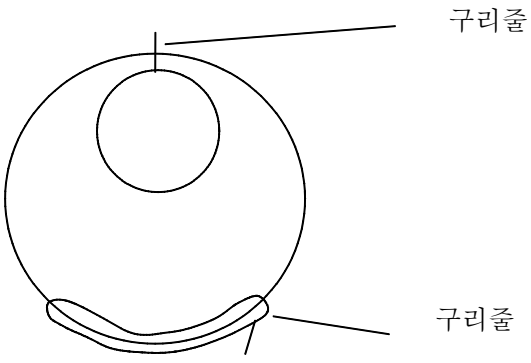
◪ 필요한 것들

플라스틱 샬레, 악어 집게 도선, 전극(못 또는 클립, 구리줄), 초, 9V 건전지(또는 직류 전원 장치), 증류수, 0.2M 질산납 수용액 또는 0.2M 황산구리 수용액, 펜치, 유성 사인펜, 알코올램프, 글루건

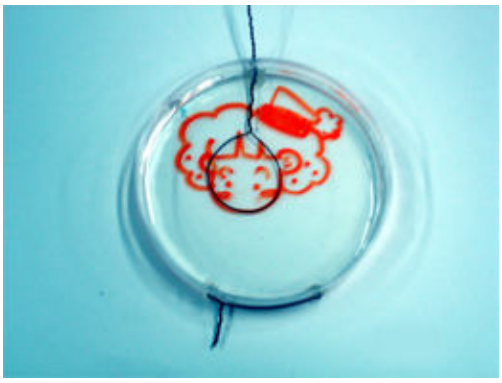
실험A. 턱수염이 쑥쑥~

1. 이렇게 하세요.

(1) 다음 그림처럼 샬레의 세 부분에 구멍을 내고 구리줄을 각각 끼운 다음 틈새를 촛농이나 왁스(또는 글루건)으로 메운다.

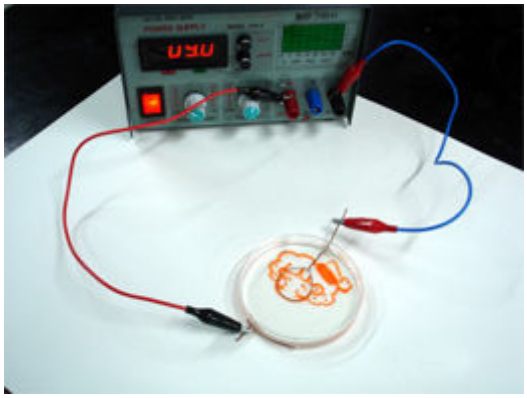


⑵ 샬레 뒷면(또는 OHP필름)에 아래와 같은 그림을 그린다.
(단, 원의 크기는 샬레와 같고 얼굴은 구리줄로 만든 원과 같아야 한다.)



⑶ OHP 위에 (그림을 그린 필름을 놓고 필름 위에 다시) 샬레를 올려놓는다.

⑷ 샬레를 0.2M 질산납 수용액(또는 0.2M 황산구리 수용액)으로 채우고 9V 전원에 연결한다.
(이 때 얼굴 모양의 동그란 구리선은 (-)극에 연결하고, 반대쪽은 (+)극에 연결한다.)



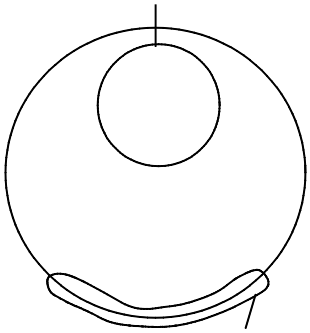
⑸ OHP 의 전원을 켠다.

⑹ 시간이 지남에 따라 초상화의 얼굴이 어떻게 변하는 지를 관찰한다.

2. 생각해 봅시다.

⑴ (+)극과 (-)극에서 어떤 변화가 일어났는지 적어보고, 그림으로 그려 보자. 또, 그 이유를 생각해 보자.

(　　) 극 :



(　　) 극 :

⑵ (+)극과 (-)극에서 일어나는 변화를 화학반응식으로 나타내어 보고, 산화·환원 반응으로 구분하여 보자.

☞ (+)극 :

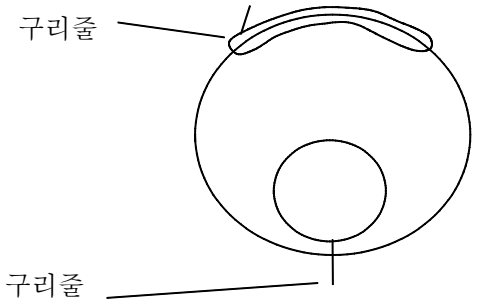
☞ (-)극 :

12

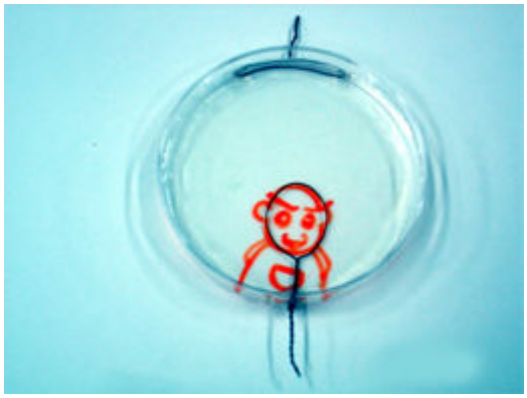
B. 머리카락이 쑥쑥~

1. 이렇게 하세요.

⑴ 다음 그림처럼 샬레의 세 부분에 구멍을 내고 구리줄을 각각 끼운 다음 틈새를 촛농이나 왁스(또는 글루건)으로 메운다.

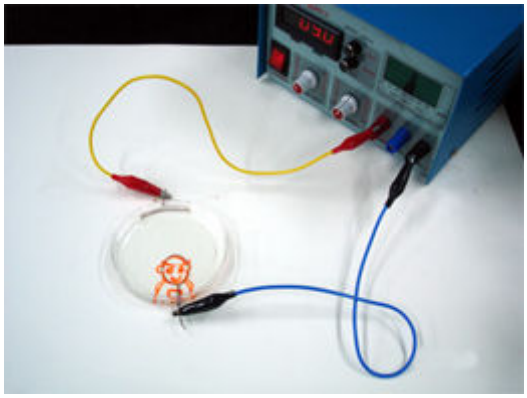


⑵ 샬레 뒷면(또는 OHP필름)에 아래와 같은 그림을 그린다.
(단, 원의 크기는 샬레와 같고 얼굴은 구리줄로 만든 원과 같아야 한다.)



⑶ OHP 위에 그림을 그린 필름을 놓고 필름 위에 다시 샬레를 올려놓는다.

⑷ 샬레를 0.2M 질산납 수용액(또는 0.2M 황산구리 수용액)으로 채우고 9V 전원에 연결한다.
(이 때 얼굴 모양의 동그란 구리선은 (-)극에 연결하고, 반대쪽은 (+)극에 연결한다.)



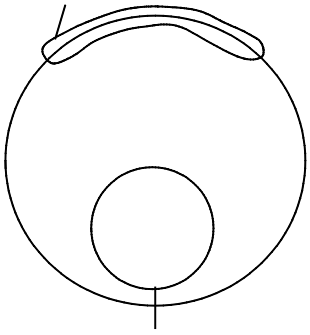
(5) OHP 의 전원을 켠다.

(6) 시간이 지남에 따라 초상화의 얼굴이 어떻게 변하는 지를 관찰한다.

2. 생각해 봅시다.

⑴ (+)극과 (-)극에서 어떤 변화가 일어났는지 적어 보고, 그림으로 그려 보자. 또, 그 이유를 생각해 보자.

(　　) 극 :



(　　) 극 :

2. (+)극과 (-)극에서 일어나는 변화를 화학반응식으로 나타내어 보고, 산화·환원 반응으로 구분하여 보자.

☞ (+)극 :

☞ (-)극 :

3. 알아야 할 사실

⑴ 이 실험은 전기 분해에 의한 금속염의 석출을 이용한 것이다.
각 극에서 일어나는 반응은 다음과 같다.

(+)극 : 수산화 이온이 산화되어 산소가 발생한다.

$$2OH^- \rightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2\uparrow + 2e^-$$

(-)극 : 납(또는 구리) 이온의 환원 반응이 일어나고 납(또는 구리)가 석출된다.

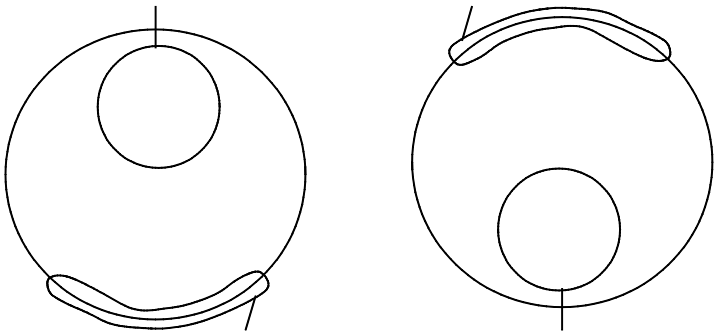
$$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb(s)\downarrow$$

$$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu(s)\downarrow$$

⑵ (-)극에서 금속이온은 구리 극에서 환원되어 석출되므로 마치 수염이나 머리카락이 자라는 것처럼 보인 것이다.

⑶ 사람 얼굴은 반드시 구리줄로 만든 원과 겹치게 그리고, 전원 연결시 (-)극 단자에 연결한다.

⑷ 턱수염을 기르게 하려면 A처럼 하고 머리카락을 기르게 하려면 B처럼 하도록 한다.



[A]　　[B]

16

실험3. 샬레에서의 이온 이동

◪ 이 실험은

이온들은 전기를 통해주면 인력(끌어당기는 힘)에 의해 양이온은 (-)극 쪽으로 음이온은 (+)극 쪽으로 이동합니다. 이온들 중에는 독특한 색깔을 내는 것들이 있는데 이런 이온들의 이동은 쉽게 관찰할 수 있습니다. 자! 이제부터 어렵게만 느껴졌던 이온의 이동을 손쉽게 그리고 확실하게 관찰해 봅시다. OHP를 사용하여 효과를 극대화한다면 더욱 좋은 실험이 될 것이다.

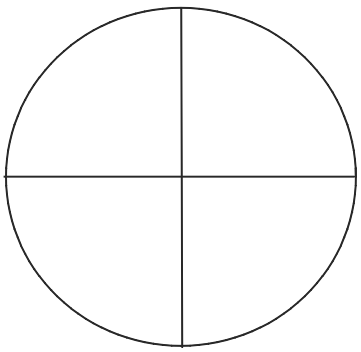
◪ 필요한 것들

플라스틱 샬레, 클립, 집게도선 2개, 직류전원장치(약20V), 알코올램프, 저울, 약 수저, 비커, 질산칼륨, 과망간산칼륨, 황산구리, 크롬산칼륨

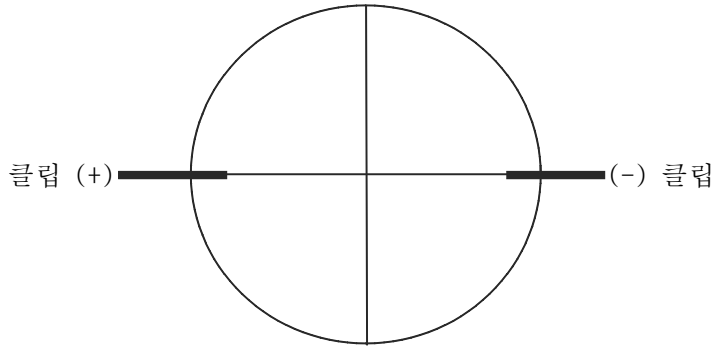
실험A. 과망간산칼륨 수용액에서의 이온의 이동

1. 이렇게 하세요.

⑴ 샬레 뒷면 바닥에 + 표시를 옅게 하여 중앙을 쉽게 알아 볼 수 있도록 한다.



(2) 알콜 램프로 클립을 달구어 그림과 같이 샬레 양쪽 옆에 각각 구멍을 내고 전극으로 사용할 클립을 꽂는다.(이 때 가능한 한 샬레 바닥에서 1-2㎜ 위의 위치에 구멍을 뚫어야 한다.)



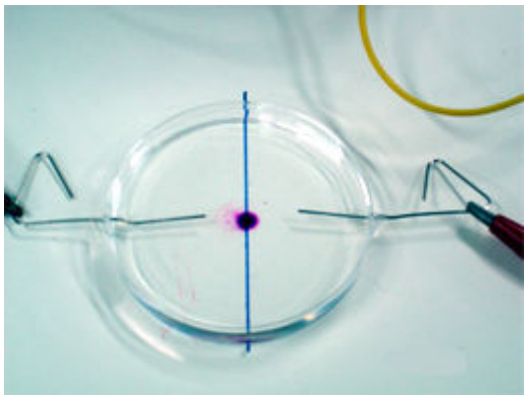
(3) 클립이 꽂힌 부분의 틈새를 용액이 새지 않도록 바깥쪽을 글루건으로 완전히 막는다.

(4) 색 관찰을 쉽게 하기 위하여 샬레를 여과지위에 올려놓는다.

(5) 샬레에 5% 질산칼륨 수용액을 전극봉이 잠길 정도로만 (최대한 적은 양을) 붓는다.

(6) 샬레의 양쪽 클립 전극봉을 집게 전선으로 직류전원장치에 연결한다.

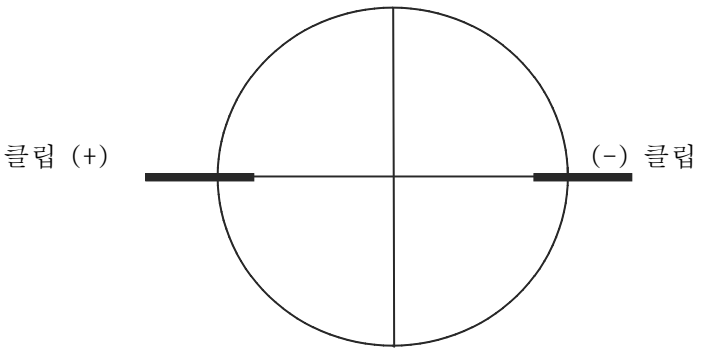
(7) 양 클립 전극봉 정 중앙에 $KMnO_4$ 알갱이 아주 작은 결정 한 개를 약숟가락이나 클립 끝을 이용하여 조심스럽게 떨어뜨린다.(반드시 수평을 유지하고 알갱이가 용액위에 떠있으면 살짝 가라앉힌다.)



(8) 떨어뜨린 즉시 스위치를 올리고 변화를 관찰한다.(처음에는 15V에서 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)

(9) 끌려가는 한 쪽 이온 기둥 맨 끝이 전극 봉에 닿기 전에 직류전원장치의 집게도선을 빼어 전극을 바꿨을 때 어떻게 달라지는지 다시 관찰해 보자.

(10) 실험결과를 그림으로 그려보자.



2. 생각해 봅시다.

(1) 이온 기둥의 색은 어떤 색으로 만들어지는가?
(과망간산칼륨 $KMnO_4$결정은 검은 자주색으로 수용액속에서 K^+, MnO_4^- 로 나누어진다.)

(2) 이 색 띠는 어느 극으로 끌려가는가? 이 사실로 이 색 띠는 어떤 이온이겠는가?

(3) 전극을 바꾸었을 때에는 어떤 현상이 나타나는가?

(4) 실수로 결정을 떨어뜨리고 전기를 통하지 않았다면 어떤 현상이 나타나겠는가?

3. 알아야 할 사실

(1) 과망간산칼륨 ($KMnO_4$)

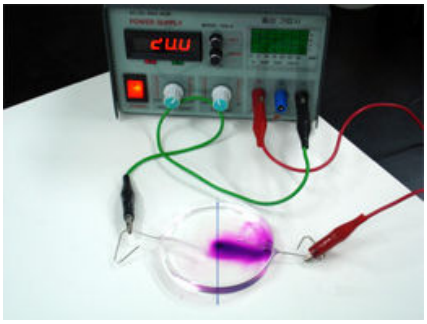
$KMnO_4$는 염기성 K_2MnO_4용액에서 전기산화에 의하여 만들어진다. 그 이온은 진한 자주 빛이고 결정 염은 거의 검은 색으로 나타난다.

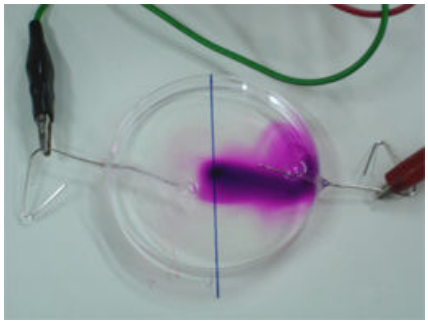
비중은 2.703. 단맛이 있으나 수렴미(收斂味)가 남는다. 공기 중에서는 안정하고 물에 잘 녹는데, 용해도는 10g의 물에 0℃일 때 2.83g, 10℃일 때 6.15g, 75℃일 때 32.35g이다.

200℃로 가열하면 산소를 발생하며 망간산칼륨과 이산화망간이 되고, 다시 삼이산화망간이 된다. 또 진한 용액에 강한 알칼리용액을 작용시켜도 산소를 발생하며, 용액은 망간산칼륨 K2MnO4가 되어 녹색으로 변한다. 염산과 반응하여 염소를 발생하고, 진한 황산에 의하여 폭발을 일으키므로 위험하다.

망간산칼륨을 염소 또는 이산화탄소로 산화시키거나, 격막을 써서 전기분해하여 양극에 생긴 용액을 농축하여 냉각시키면 결정으로서 얻어진다. 산화제로 쓰이는데, 용액의 산성 ·중성 ·알칼리성에 따라 산화하는 모양이 달라지며, 산성인 경우가 산화력이 강하여 응용범위도 넓다. 과망간산염의 적정, 유기합성, 살균소독, 표백제 등의 원료로 사용된다.

(2) 실험 결과는 다음과 같다.





수용액 중에서 전류가 흐르지 않았을 때에는 어느 쪽으로도 이동하지 않았던 진한 자줏빛 이온 기둥이 전류를 흘렀을 때에야 (+)극으로 끌려가는 것으로 보아, 또한 전극을 바꾸어 보아도 결국 (+)극으로 다시 끌려가는 것으로 보아 이는 (-)전기를 띠고 있는 음이온임을 알 수 있다.

3. 과망간산칼륨 $KMnO_4$결정은 검은 자주색으로 수용액속에서 칼륨 이온, K^+ 와 과망간산이온, MnO_4^- 로 나누어진다.

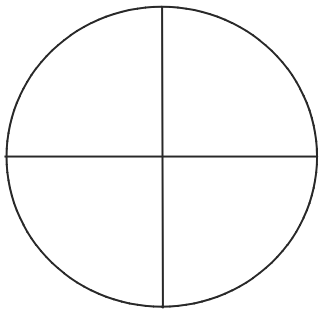
$$KMnO_4 \rightarrow \underset{\text{(무색)}}{K^+} + \underset{\text{(자주색)}}{MnO_4^-}$$

따라서 진한 자줏빛 이온은 과망간산이온, MnO_4^- 이다.

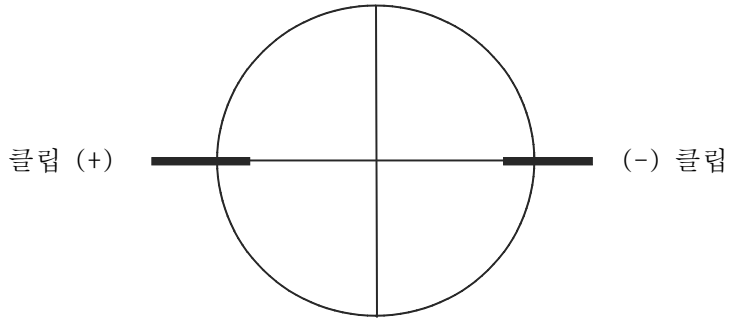
실험B. 황산구리 수용액에서의 이온의 이동

1. 이렇게 하세요.

⑴ 샬레 뒷면 바닥에 + 표시를 옅게 하여 중앙을 쉽게 알아 볼 수 있도록 한다.



⑵ 알콜 램프로 클립을 달구어 그림과 같이 샬레 양쪽 옆에 각각 구멍을 내고 전극으로 사용할 클립을 꽂는다.(이 때 가능한 한 샬레 바닥에서 1-2㎜ 위의 위치에 구멍을 뚫어야 한다.)

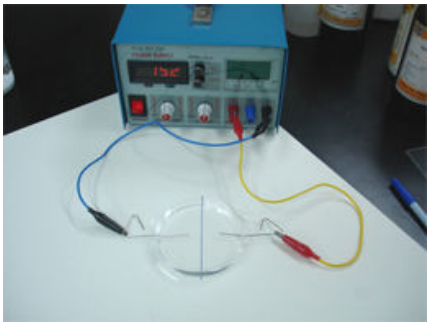


⑶ 클립이 꽂힌 부분의 틈새를 용액이 새지 않도록 바깥쪽을 글루건으로 완전히 막는다.

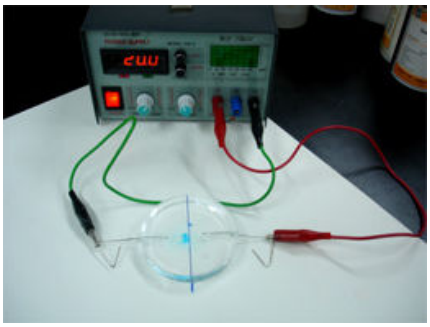
⑷ 색 관찰을 쉽게 하기 위하여 샬레를 여과지위에 올려놓는다.

⑸ 샬레에 5% 질산칼륨 수용액을 전극봉이 잠길 정도로만 (최대한 적은 양을) 붓는다.

⑹ 샬레의 양쪽 클립 전극봉을 집게 전선으로 직류전원장치에 연결한다.



(7) 양 클립 전극봉 정 중앙에 $CuSO_4$ 알갱이 아주 작은 결정 한 개를 약숟가락이나 클립 끝을 이용하여 조심스럽게 떨어뜨린다.(반드시 수평을 유지하고 알갱이가 용액위에 떠있으면 살짝 가라앉힌다. 가능한 쌀알 크기로 하는 것이 좋다.)

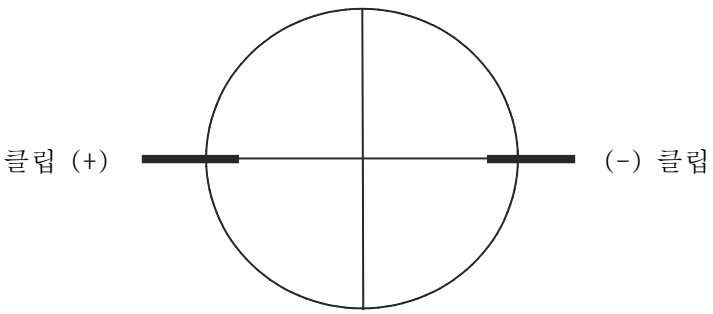


(8) 진한 암모니아수를 소량 넣고 다시 관찰해보자.
(☞진한 암모니아수 사용 시 주의 환기)

(9) 떨어뜨린 즉시 스위치를 올리고 변화를 관찰한다.(처음에는 15V에서 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)

(10) 끌려가는 한 쪽 이온 기둥 맨 끝이 전극 봉에 닿기 전에 직류전원장치의 집게도선을 빼어 전극을 바꿨을 때 어떻게 달라지는지 다시 관찰해 보자.

(11) 실험결과를 그림으로 그려보자.



2. 생각해 봅시다.

(1) 이온 기둥의 색은 어떤 색으로 만들어지는가?
(황산구리 $CuSO_4$결정은 푸른색으로 수용액속에서 Cu^{2+}, SO_4^{2-} 로 나누어진다.)

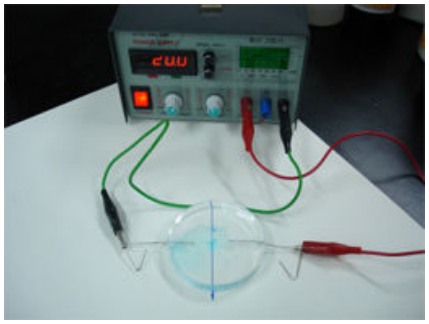
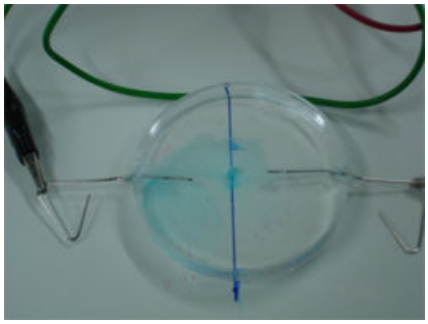
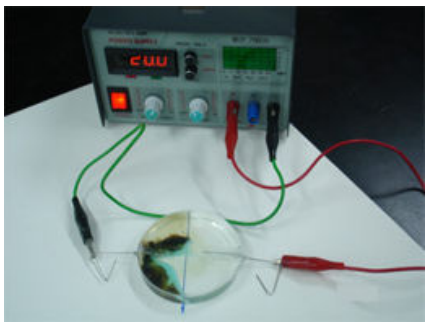
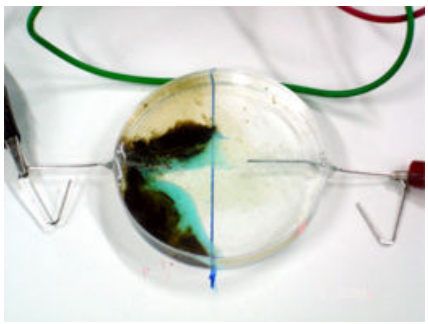
(2) 이 색 띠는 어느 극으로 끌려가는가? 이 사실로 이 색 띠는 어떤 이온이겠는가?

(3) 전극을 바꾸었을 때에는 어떤 현상이 나타나는가?

(4) 실수로 결정을 떨어뜨리고 전기를 통하지 않았다면 어떤 현상이 나타나겠는가?

3. 알아야 할 사실

(1) 실험 결과는 다음과 같다.

수용액 중에서 전류가 흐르지 않았을 때에는 어느 쪽으로도 이동하지 않았던 푸른색 이온 기둥이 전류를 흘렀을 때에야 (-)극으로 끌려가는 것으로 보아, 또한 전극을 바꾸어 보아도 결국 (-)극으로 다시 끌려가는 것으로 보아 이는 (+)전기를 띠고 있는 양이온임을 알 수 있다.

(2) 황산구리 $CuSO_4$결정은 푸른색으로 수용액속에서 Cu^{2+}, SO_4^{2-} 로 나누어진다.

$$CuSO_4 \rightarrow \underset{(\text{푸른색})}{Cu^{2+}} + \underset{(\text{무색})}{SO_4^{2-}}$$

따라서 푸른색 이온은 구리이온, Cu^{2+} 이다.

(3) 황산구리 수용액에 진한 암모니아수를 넣으면 색이 더 진해진다.

$$CuSO_4 \xrightarrow{NH_4OH} \underset{\text{연한 하늘색}}{Cu(OH)_2} \xrightarrow{NH_4OH} \underset{\text{진한 푸른색}}{[Cu(NH_3)4]^{2+}}$$

(4) 황산구리 ($CuSO_4$)

1가의 황산구리(Ⅰ) 및 2가의 황산구리(Ⅱ)가 알려져 있다.

① 황산구리(Ⅰ)(황산제일구리):화학식 Cu_2SO_4. 무색 또는 회색의 분말로, 물속에 넣거나 습한 공기 중에 방치하면 황산구리(Ⅱ)가 된다. 구리를 200℃로 가열한 진한 황산에 녹여, 알코올로 처리하면 얻을 수 있다.

② 황산구리(Ⅱ)(황산제이구리):화학식 CuSO4. 청색의 투명한 결정으로 비중 2.286이다. 건조한 공기 중에서 서서히 풍해(風解)한다. 가열하면 45℃에서 2분자의 물, 110℃에서 4분자의 물, 다시 250℃에서 모든 물 분자를 잃고 무색의 무수물이 된다. 100g의 물에 0℃에서 24.3g, 100℃에서 205g 녹는다. 글리세롤·메탄올 등에도 녹는다.

수산화나트륨(가성소다)을 넣어 가열하면 염기성 산화구리가 되어 흑색이 된다. 암모니아수와 작용시키면 처음에는 염기성 황산구리 청록색 침전이 생기는데, 암모니아수를 과잉으로 가하면 구리의 암모니아착염(錯鹽)을 형성하기 때문에 진한 청색이 된다.

$$CuSO_4 \cdot Cu(OH)_2 + 8NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]\,SO_4 + [Cu(NH_3)_4]\,(OH)_2$$

무수물 외에 5수화물이 있다. 무수물은 하이드로시아나이트로, 5수화물은 담반(膽礬)으로 천연으로도 산출된다.

무수물은 백색의 분말로 비중 3.03, 100g의 물에 0℃에서 14.3g, 100℃에서 75.4g 녹는다. 메탄올에는 조금 녹지만 에탄올에는 녹지 않는다. 5수화물은 구리에 묽은 황산과 공기를 작용시키거나, 산화구리를 묽은 황산에 용해시켜 증발·농축시켜 결정화한다.

실험4. 한천을 이용한 이온들의 이동

◪ 이 실험은

염다리를 만들 때 사용하는 굳은 한천 용액을 이용하여 더 손쉽고도 확실하게, 색다른 이온의 이동을 경험해 보자. 더욱이 혼합용액에서의 색의 결합과 분리를 통해 이온의 이동이 한 눈에 펼쳐지는 아름다운 장면을 목격할 수 있게 될 것이다.

◪ 필요한 것들

한천 용액, 과망간산칼륨, 크롬산칼륨(또는 중크롬산칼륨), 황산구리, 질산칼륨, 진한 암모니아수, 증류수, 플라스틱 샬레, 클립, 집게도선, 직류전원장치(약20V), 알코올램프, 삼발이, 석면망, 성냥, 주사기, 여과지, 유성펜, 금속판, 저울, 약 수저, 스포이트, 비커, 시험관

실험 A. 과망간산칼륨 수용액에서의 이온의 이동

1. 이렇게 하세요.

⑴ 한천용액을 만든다.

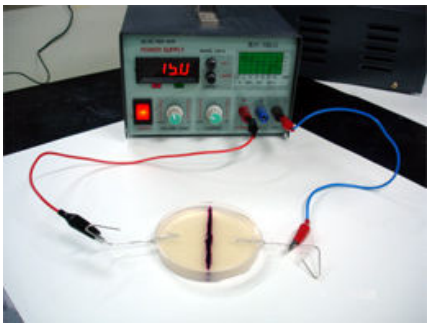
① 한천 1g과 질산칼륨(KNO_3) 1g을 증류수 90mL에 녹인 후 용액이 투명해질 때까지 저으면서 가열한다.

② 투명해진 용액에 진한 암모니아수 10mL를 넣은 후 조금 식으면 플라스틱 샬레에 붓는다.(진한 암모니아수를 넣으면 빨리 굳으며, 반드시 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.)

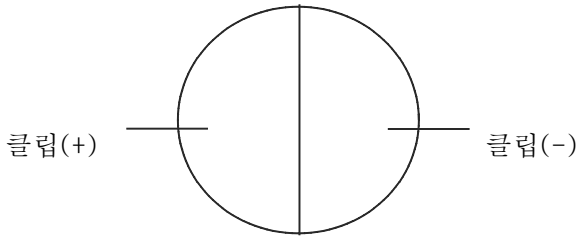
③ 이렇게 만든 양은 플라스틱 샬레 3개 분량이 나온다.

⑵ 샬레에 넣은 한천 용액이 굳으면 알코올램프로 클립을 달구어 플라스틱샬레 양쪽에 꽂는다. (이 때 한천이 상하지 않도록 조심하여 꽂는다. 또는 한천용액을 붓기 전에 미리 만들어놓아도 좋다.)

(3) 한천의 한가운데를 틈이 생기도록 금속판 또는 칼로 잘라놓는다.
(4) 한가운데를 선을 그어 표시해놓은 여과지를 한천 중앙의 자른 틈과 일치하도록 샬레 바닥에 받쳐 놓는다.
(5) 과망간산칼륨 작은 한 조각을 핀셋으로 집어(또는 진한 과망간산칼륨 수용액을 주사기를 이용하여) 한천의 자른 틈으로 넣어 스며들게 한다.
(6) 클립 전극봉을 집게 도선으로 직류전원장치에 연결한다.(처음에는 15V로 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)



(7) 색변화를 중심으로 실험결과를 관찰하여 그려보자.



2. 생각해 봅시다.

(1) 과망간산칼륨의 색깔은 무슨 색이며, 어느 극으로 끌려가는가?

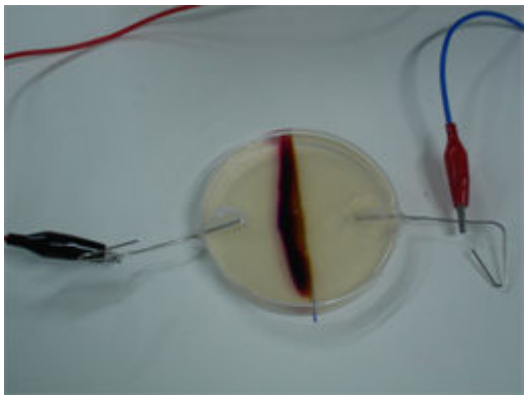
(2) 이 사실로 이 특유 색깔의 물질은 어떤 이온일까?

(3) 과망간산칼륨이 전해되었을 때의 화학반응식을 써보자.

(4) 전극을 바꾸었을 때에는 어떤 현상이 나타나겠는가?

3. 알아야 할 사실

◪ 실험 결과는 다음과 같다.

(+)극  (-)극

(1) 과망간산칼륨의 색깔은 검은 자주색으로, (+)극으로 끌려감을 볼 수 있다. 이 사실로 자주색의 이온은 (-)전하를 띠는 음이온으로 과망간산이온, MnO_4^- 의 색깔이다.

(2) 과망간산칼륨이 전해되었을 때의 화학반응식은 다음과 같다.

$$KMnO_4 \rightarrow K^+ + MnO_4^-$$

(무색) (자주색)

(3) 전극을 바꾸었을 때에도 자주색 이온 물질인 과망간산이온, MnO_4^- 는 다시 반대쪽인 (+)극으로 이동함을 볼 수 있다.

실험 B. 크롬산칼륨 수용액에서의 이온의 이동

1. 이렇게 하세요.

(1) 한천용액을 만든다.

① 한천 1g과 질산칼륨(KNO_3) 1g을 증류수 90mL에 녹인 후 용액이 투명해질 때까지 저으면서 가열한다.

② 투명해진 용액에 진한 암모니아수 10mL를 넣은 후 조금 식으면 플라스틱 샬레에 붓는다.(진한 암모니아수를 넣으면 빨리 굳으며, 반드시 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.)

③ 이렇게 만든 양은 플라스틱 샬레 3개 분량이 나온다.

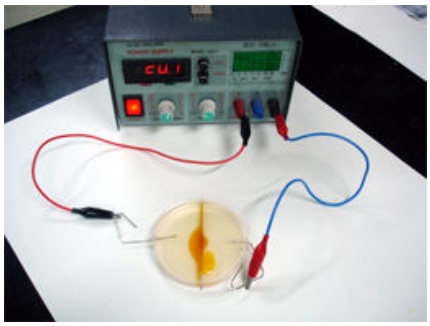
(2) 샬레에 넣은 한천 용액이 굳으면 알코올램프로 클립을 달구어 플라스틱 샬레 양쪽에 꽂는다. (이 때 한천이 상하지 않도록 조심하여 꽂는다. 또는 한천용액을 붓기 전에 미리 만들어놓아도 좋다.)

(3) 한천의 한가운데를 틈이 생기도록 금속판 또는 칼로 잘라놓는다.

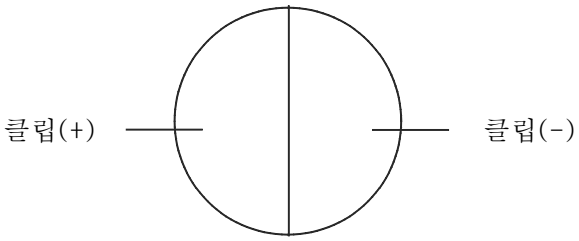
(4) 한가운데를 선을 그어 표시해놓은 여과지를 한천 중앙의 자른 틈과 일치하도록 샬레 바닥에 받쳐 놓는다.

(5) 진한 크롬산칼륨 수용액을 주사기를 이용하여 한천의 자른 틈으로 넣어 스며들게 한다.

(6) 클립 전극봉을 집게 도선으로 직류전원장치에 연결한다.(처음에는 15V로 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)



(7) 색변화를 중심으로 실험결과를 관찰하여 그려보자.



2. 생각해 봅시다.

(1) 크롬산칼륨의 색깔은 무슨 색이며, 어느 극으로 끌려가는가?

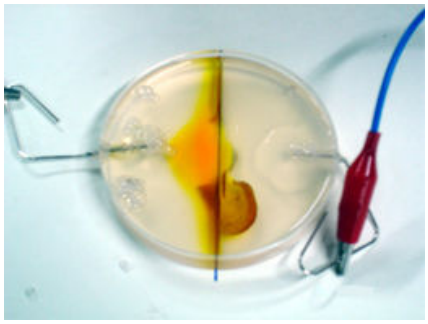
☞ 이 사실로 이 특유 색깔의 물질은 어떤 이온일까?

(2) 크롬산칼륨이 전해되었을 때의 화학반응식을 써보자.

(3) 전극을 바꾸었을 때에는 어떤 현상이 나타나겠는가?

3. 알아야 할 사실

(1) 실험 결과는 다음과 같다.

(+)극  (-)극

① (+)극으로 끌려가는 색깔은 노란색으로, (-)전하를 띠는 음이온임을 알 수 있다. 즉, 크롬산칼륨 용액에서 크롬산이온, CrO_4^{2-}의 색깔이다.

② 크롬산칼륨이 전해되었을 때의 화학반응식은 다음과 같다.

$$K_2CrO_4 \rightarrow 2K^+ + CrO_4^{2-}$$

(무색) (노란색)

③ 전극을 바꾸었을 때에도 노란색 물질인 크롬산 이온, CrO_4^{2-}은 다시 반대쪽인 (+)극으로 끌려감을 볼 수 있다.

(2) 크롬산칼륨 (K_2CrO_4)

크롬산의 칼륨염. 황색 결정으로, 녹는점 975℃, 비중 2.732이다. 가열하면 적색이 되고, 냉각하면 원래대로 되돌아간다. 물에 잘 녹고, 또 용해도는 온도변화에 그다지 영향을 받지 않는다. 수용액은 가수분해하여 알칼리성을 나타내며, 용액을 산성으로 하면 주황색이 되는데, 알칼리를 가하면 이 반응은 역행한다. pH 6 이상의 염기성용액에서 CrO_3 은 정사면체의 노란색 크롬산이온, CrO_4^{2-} 를 생성한다.

1. 이렇게 하세요.

(1) 한천용액을 만든다.

① 한천 1g과 질산칼륨(KNO_3) 1g을 증류수 90mL에 녹인 후 용액이 투명해질 때까지 저으면서 가열한다.

② 투명해진 용액에 진한 암모니아수 10mL를 넣은 후 조금 식으면 플라스틱 샬레에 붓는다.(진한 암모니아수를 넣으면 빨리 굳으며, 반드시 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.)

③ 이렇게 만든 양은 플라스틱 샬레 3개 분량이 나온다.

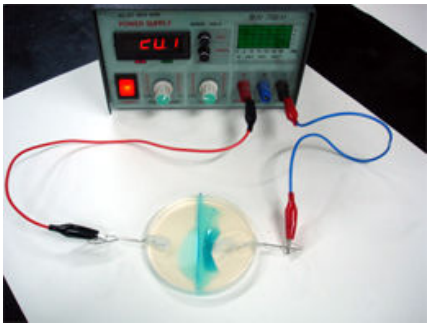
(2) 샬레에 넣은 한천 용액이 굳으면 알코올램프로 클립을 달구어 플라스틱샬레 양쪽에 꽂는다. (이 때 한천이 상하지 않도록 조심하여 꽂는다. 또는 한천용액을 붓기 전에 미리 만들어놓아도 좋다.)

(3) 한천의 한가운데를 틈이 생기도록 금속판 또는 칼로 잘라놓는다.

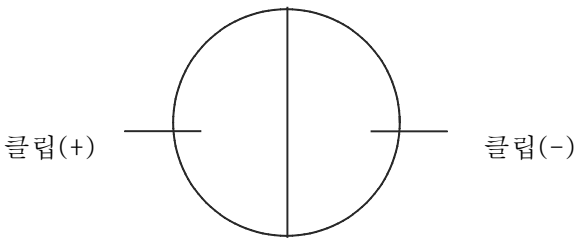
(4) 한가운데를 선을 그어 표시해놓은 여과지를 한천 중앙의 자른 틈과 일치하도록 샬레 바닥에 받쳐 놓는다.

(5) 진한 황산구리 수용액을 주사기를 이용하여 한천의 자른 틈으로 넣어 스며들게 한다.

(6) 클립 전극봉을 집게 도선으로 직류전원장치에 연결한다.(처음에는 15V로 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)



(7) 색변화를 중심으로 실험결과를 관찰하여 그려보자.



2. 생각해 봅시다.

(1) 황산구리의 색깔은 무슨 색이며, 어느 극으로 끌려가는가?

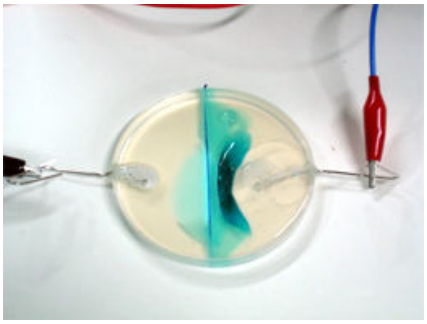
☞ 이 사실로 이 특유 색깔의 물질은 어떤 이온일까?

(2) 황산구리가 전해되었을 때의 화학반응식을 써보자.

(3) 전극을 바꾸었을 때에는 어떤 현상이 나타나겠는가?

3. 알아야 할 사실

(1) 실험 결과는 다음과 같다.

(+)극  (-)극

① 황산구리의 색깔은 푸른색으로, 전원을 흘려 넣으면 푸른색이 (-)극으로 끌려가는 것을 볼 수 있다. 이 사실로 푸른색 물질은 (+)전하를 띠는 양이온인, 구리 이온(Cu^{2+})임을 알 수 있다.

② 황산구리가 전해되었을 때의 화학반응식은 다음과 같다.

$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$

(푸른색) (무색)

33

(2) 황산구리 수용액에 진한 암모니아수를 넣으면 구리 착이온의 형성으로 푸른색이 더 진해진다.

$$CuSO_4 \xrightarrow{NH_4OH\ (\downarrow)} Cu(OH)_2 \xrightarrow{NH_4OH\ (\downarrow)} [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

연한 하늘색 진한 푸른색

34

실험D. 크롬산칼륨과 황산구리의 혼합 용액에서의 이온 이동

1. 이렇게 하세요.

⑴ 한천용액을 만든다.

① 한천 1g 과 질산칼륨(KNO_3) 1g 을 증류수 90mL 에 녹인 후 용액이 투명해질 때까지 저으면서 가열한다.

② 투명해진 용액에 진한 암모니아수 10mL 를 넣은 후 조금 식으면 플라스틱 샬레에 붓는다.(진한 암모니아수를 넣으면 빨리 굳으며, 반드시 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.)

③ 이렇게 만든 양은 플라스틱 샬레 3개 분량이 나온다.

⑵ 샬레에 넣은 한천 용액이 굳으면 알코올램프로 클립을 달구어 플라스틱샬레 양쪽에 꽂는다. (이 때 한천이 상하지 않도록 조심하여 꽂는다. 또는 한천용액을 붓기 전에 미리 만들어놓아도 좋다.)

⑶ 한천의 한가운데를 틈이 생기도록 금속판 또는 칼로 잘라놓는다.

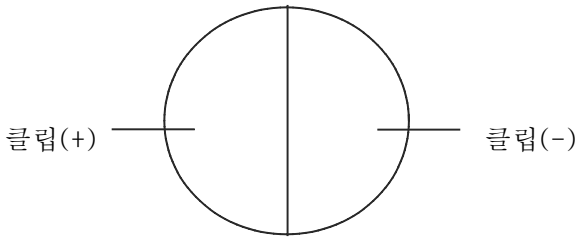
⑷ 한가운데를 선을 그어 표시해놓은 여과지를 한천 중앙의 자른 틈과 일치하도록 샬레 바닥에 받쳐 놓는다.

⑸ 황산구리와 크롬산칼륨 혼합용액을 만들어 주사기를 이용, 한천의 자른 틈으로 스며들게 한다.

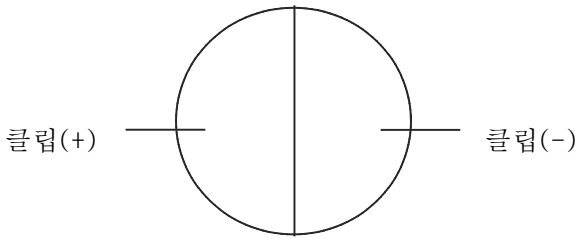
(☞ 황산구리와 크롬산칼륨을 같은 양을 섞어 가능한 적은 양의 증류수로 녹인다. 암모니아수를 소량 가하여 녹지 않은 침전물을 완전히 녹이면 이 때 용액의 색은 녹색이 될 것이다.)

⑹ 클립 전극 봉을 집게 도선으로 직류전원장치에 연결한다.(처음에는 15V로 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)

⑺ 색변화를 중심으로 실험결과를 그려보자.



⑻ 전극을 반대로 연결하면 어떤 현상이 일어나는지 관찰해보자.



2. 생각해 봅시다.

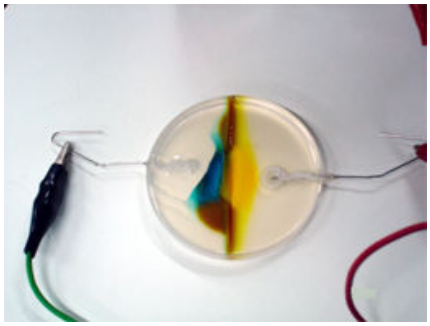
⑴ (+)극으로 끌려가는 색깔은 무엇이며, 어떤 이온인가?

⑵ (-)극으로 끌려가는 색깔은 무엇이며, 어떤 이온인가?

⑶ 황산구리와 크롬산칼륨 혼합용액을 만들 때 진한 암모니아수를 넣는 이유는 무엇인가?

3. 알아야 할 사실

1. 실험 결과는 다음과 같다.

(-)극  (+)극

① (+)극으로 끌려가는 색깔은 노란색으로, (-)전하를 띠는 음이온임을 알 수 있다. 즉, 크롬산칼륨 용액에서 크롬산이온, CrO_4^{2-}의 색깔이다.

② (-)극으로 끌려가는 색깔은 푸른색으로, (+)전하를 띠는 양이온임을 알 수 있다. 즉, 황산구리 용액에서 구리이온, Cu^{2+}의 색깔이다.

(2) 황산구리와 크롬산칼륨 혼합용액을 만들 때 진한 암모니아수를 넣는 이유는 황산구리가 암모니아수와 반응하여 구리착이온이 형성되므로 푸른색이 더 진해진다.

$$CuSO_4 \xrightarrow{NH_4OH} Cu(OH)_2 \xrightarrow{NH_4OH} [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

연한 하늘색 진한 푸른색

실험E. 과망간산칼륨과 황산구리의 혼합 용액에서의 이온 이동

1. 이렇게 하세요.

(1) 한천용액을 만든다.

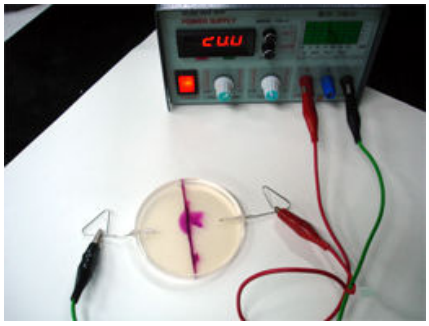
(2) 플라스틱 샬레에 한천용액이 굳기전에 붓는다.

(3) 샬레에 넣은 한천 용액이 굳으면 알코올램프로 클립을 달구어 플라스틱샬레 양쪽에 꽂는다. (이 때 한천이 상하지 않도록 조심하여 꽂는다. 또는 한천용액을 붓기 전에 미리 만들어놓아도 좋다.)

(4) 한천의 한가운데를 틈이 생기도록 금속판 또는 칼로 잘라놓는다.

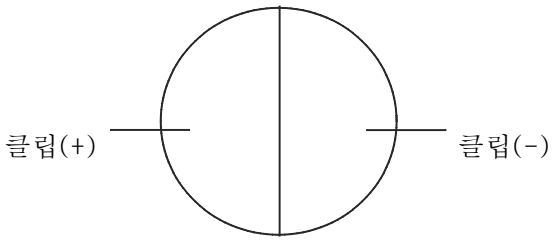
(5) 황산구리와 과망간산칼륨 혼합용액을 만들어 주사기를 이용, 한천의 자른 틈으로 스며들게 한다.

(☞ 황산구리와 과망간산칼륨을 같은 양을 섞어 가능한 적은 양의 증류수로 녹인다. 암모니아수를 소량 가하여 녹지 않은 침전물을 완전히 녹이면 이 때 용액의 색은 녹색이 될 것이다.)

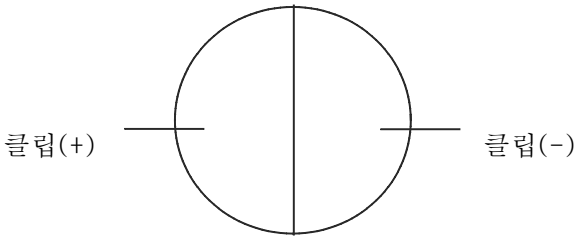


(6) 클립 전극 봉을 집게 도선으로 직류전원장치에 연결한다.(처음에는 15V로 시작하여 20V에서 관찰하는 것이 가장 좋다.)

(7) 색변화를 중심으로 실험결과를 그려보자.



(8) 전극을 반대로 연결하면 어떤 현상이 일어나는지 관찰해보자.



2. 생각해 봅시다.

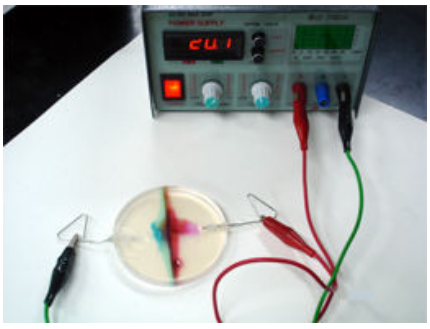
(1) (+)극으로 끌려가는 색깔은 무엇이며, 어떤 이온인가?

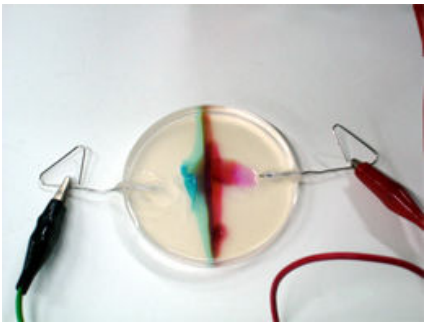
(2) (-)극으로 끌려가는 색깔은 무엇이며, 어떤 이온인가?

(3) 과망간산칼륨과 황산구리의 혼합용액을 만들 때 진한 암모니아수를 넣는 이유는 무엇인가?

3. 알아야 할 사실

(1) 실험 결과는 다음과 같다.

(-)극  (+)극

(-)극  (+)극

⑵ 자주색 이온물질이 (+)극으로 끌려가는 것으로 보아 (-)전하를 띠는 음이온 즉, 과망간산칼륨 용액의 과망간산이온 MnO_4^- 임을 알 수 있다.

⑶ (-)극으로 끌려가는 색깔은 푸른색으로, (+)전하를 띠는 양이온 즉, 푸른색인 황산구리 용액의 구리이온, Cu^{2+}임을 알 수 있다.

⑷ 황산구리와 과망간산칼륨 혼합용액을 만들 때 진한 암모니아수를 넣는 이유는 황산구리가 암모니아수와 반응하여 구리착이온이 형성되므로 푸른색이 더 진해지게 함이다.

실험 5: 용액의 전기분해

◪ 이 실험은

여러 가지 수용액의 전기분해를 하면서 동시에 지시약을 사용하여 음극과 양극에서 생성되는 물질들을 확인하는 실험이다. 또한 수용액에서 할로겐 이온의 화학적 성질을 이용하여 할로겐 이온을 구별하고, 더불어 염소기체도 발생하는 것을 확인 해보는 실험이다.

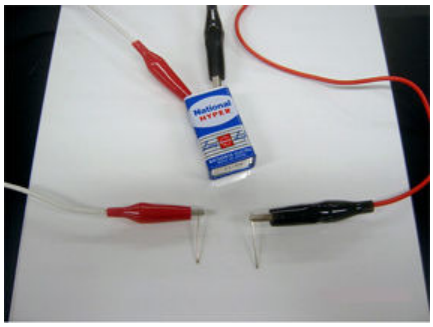
실험A : 물의 전기 분해

1. 필요한 것 들

SSS 실험키트, 9V 건전지, 집게전선, 시침핀, 소금, 숟가락, 아크릴판

2. 이렇게 하세요.

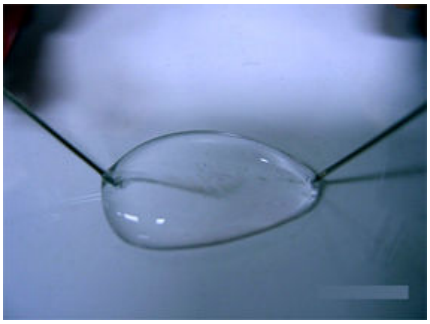
(1) 그림1을 참고로 하여 전기 분해 장치를 연결한다.



[그림1]

(2) 샬레 가운데에 물을 3-4방울 떨어뜨린다.

(3) 그림2처럼 전기분해 장치를 이용하여 물을 전기분해 한다.



(4) (+)극과 (-)극에서 일어나는 관찰 결과를 기록한다.

▸(+)극 :

▸(-)극 :

(5) 이번에는 소금을 좁쌀 알 만큼 녹인 다음 전기분해를 해 본다.

(6) (+)극과 (-)극에서 일어나는 관찰 결과를 기록한다.

▸(+)극 :

▸(-)극 :

실험B : 다양한 용액들의 전기분해

1. 필요한 것들

H_2O, Na_2SO_4, KI, KI + 녹말, NaCl, KBr, $CuSO_4$, 페놀프탈레인 용액, 샬레, 악어집게 2개, 9v 건전지, 티슈

2. 실험 시 유의사항

(1) 가능한 멀리 보고 실험한다.(보안경이 있으면 착용)

(2) 실험에서 사용한 전극은 불꽃반응 할 때 사용하는 백금 선을 사용하면 좋다. 샤프심을 사용하여도 되는데 너무 약해서 실험에 어려움이 있을 수 도 있다. 문구용 침 핀을 사용하여도 무방하다.

3. 이렇게 하세요.

(1) 샬레 가운데에 준비한 용액을 한 방울씩 떨어뜨리고 전기분해장치를 연결한다.

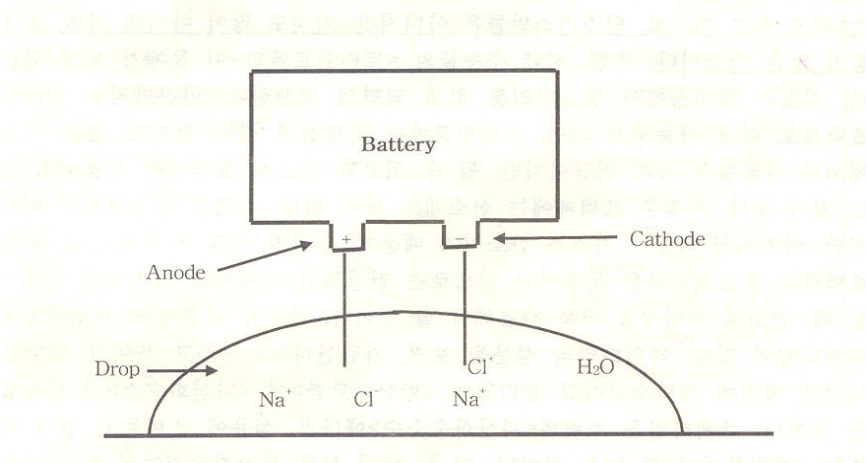
(2) 각 실험이 바뀔 때 마다 전극을 티슈로 깨끗이 씻는다.

(3) 각 전극에서 일어나는 현상을 관찰하고 표에 기록한다.

용액	양극(+)	방울	음극(−)	반쪽반응
Na_2SO_4				$2H_2O+2e^-\rightarrow H_2(g)+2OH^-$ $H_2O\rightarrow 1/2O_2(g)+2H^++2e^-$
Na_2SO_4 + BTB				
KI + 녹말				$2H_2O+2e^-\rightarrow H_2(g)+2OH^-$ $2I^-\rightarrow I_2(g)+2e^-$
KI + BTB				
NaCl + BTB				$2H_2O+2e^-\rightarrow H_2(g)+2OH^-$ $2Cl^-\rightarrow Cl_2(g)+2e^-$
KBr + BTB				$2H_2O+2e^-\rightarrow H_2(g)+2OH^-$ $2Br^-\rightarrow Br_2(g)+2e^-$
$CuSO_4$				$Cu^{2+}+2e^-\rightarrow Cu(s)$ $H_2O\rightarrow 1/2O_2(g)+2H^++2e^-$

4. 참고자료

우리는 이온화합물의 수용액이 전해질이라는 것을 이미 배웠다. 그 양이온이나 음이온들은 용액에서 이동이 자유롭다. 용액에서 이온들은 전자를 이끌 뿐만 아니라 전자를 잃거나 얻기도 한다. 다시 말하면 이온들은 산화와 환원된다. 전기 분해는 전류의 흐름이 화학반응을 일으키게 하는 하나의 과정이다. 전해조는 전기분해 반응이 일어나는 용기이다. 전해조는 두 전극으로 구성된다. 전압을 전극에 걸어줄 때 전기분해 반응은 다음 그림과 같이 일어난다.



할로겐은 주기율표에서 17족 원소에 해당한다. 각각의 원소는 플루오르, 염소, 브롬, 요오드, 아스타틴이다. 할로겐 원소들은 반응성이 크기 때문에 자연계에서 홑 원소나 원자상태로 존재할 수 없다. 할로겐들은 큰 화합물로 형성되는데 많은 곳에 이용되고 있다. 기본적인 형태에 있어서 할로겐은 F_2, Cl_2, Br_2, I_2,와 같은 이원자 분자상태로 매우 안정하게 존재한다.

할로겐의 반응성과 그들의 유사한 성질들은 그들의 매우 비슷한 전자 배치 때문이다. 모든 할로겐은 최외각 전자 7개를 가지며 각 할로겐은 전자 1개를 얻어 안정한 음이온이 되려는 성질이 있다.

$$X + e^- \rightarrow X^- \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

이들 할로겐 음이온들을 할로겐 이온이라고 한다.

할로겐 반응성의 크기는 **F > Cl > Br > I** 이다.