

20 년 월 일 요일

시간 : 장소 : 
학교 학년 반
번호 이름 :

염화구리 수용액으로 알루미늄판을 부식시켜 알루미늄태그를 만들어보고 산화의 일종인 금속의 부식에 대하여 알아봅시다.

알루미늄태그 만들기

-금속의부식

실험키트구성

알루미늄 판, 볼체인고리, 염화구리, 알코올솜, 모양스티커, 투명컵, 계량컵, 스틱, 플라스틱통

준비물

증류수(정수기물), 유성펜(또는 수정펜), 칼, 자, 물기를 닦을 티슈 일회용장갑(또는 핀셋), 보안경

생각해보기

‘부식’이란 금속이 외부로부터의 화학적 작용에 의해 소모되어 가는 현상을 말합니다. 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 부식 현상을 찾아봅시다.

실험방법

[용액만들기] 조별 활동

1. 염화구리(CuCl_2) 1포를 투명컵에 담고 물을 150ml(계량컵 5회) 넣은 다음 잘 저어 완전히 녹입니다. 만들어진 용액을 염화구리 수용액이라 합니다.

 만들어진 용액은 무슨 색깔인가요?

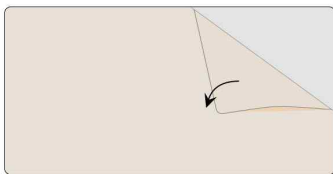
 주의 용액이 피부에 직접 닿으면 좋지 않습니다. 가능하면 보안경과 일회용장갑을 착용하여 주세요.

[알루미늄 판 꾸미기] 개별 활동

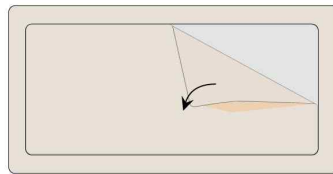
● 꾸미기 전에 알아 둘 내용 ●

- ★알루미늄 판이 드러난 곳에 염화구리 수용액이 묻으면 부식이 일어나 짙은 회색으로 변합니다.
- ★보호필름, 스티커가 붙어있거나 수정펜(유성펜)이 칠해져 있는 곳은 염화구리 수용액으로 부터 보호되므로 알루미늄 그대로 유지됩니다.
- ★양면을 모두 꾸미고 동시에 부식시키면 간편하며, 한 면만 먼저 부식시키는 경우에는 반드시 다른 면은 보호필름이나 셀로판테이프로 보호하여야 부식되지 않습니다.

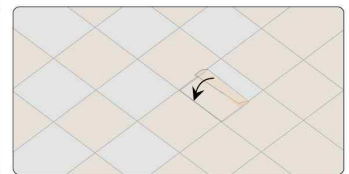
2. 알루미늄판 한면에는 보호필름이 부착되어있습니다. 부식시킬 면을 생각하면서 보호필름을 떼어냅니다. 보호필름이 없는 면은 그냥 사용하거나 셀로판테이프로 테두리를 둘러 사용합니다.



방법 1 모두 떼어냅니다.



방법 2 칼로 원하는 모양을 긁고 원하는 부분만 떼어 냅니다.
 칼 사용시 손조심!!



3. 알루미늄이 드러난 부분에 원하는 모양으로 모양스티커를 붙이거나 유성펜으로 그립니다.

4. 유성펜이나 수정펜으로 그린 경우 완전히 마르도록 기다립니다.

[알루미늄 판 부식시키기]

5. 알루미늄 판을 플라스틱통 안에 넣고 만들어 놓은 염화구리 수용액을 넣습니다.

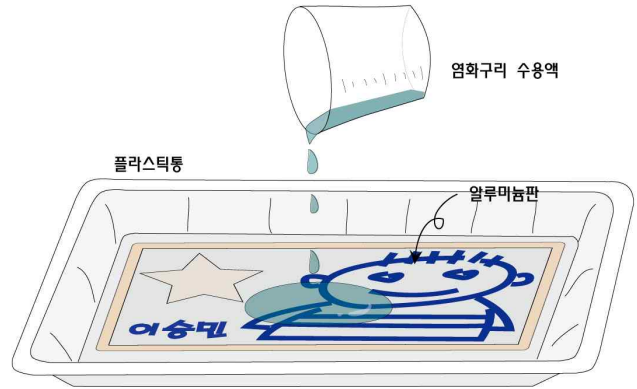
양면을 동시에 부식 : 30ml
한면만 부식 : 15ml

▶ 잠시 후 알루미늄 판에는 어떤 현상이 나타납니까?



발생되는 기체는 수소기체입니다.

인체에 해는 없으나 직접 들이마시면 좋지 않으니 환기가 잘 되는 곳에서 실시하는 것이 좋습니다.



6. 용액이 튀지 않도록 주의하면서, 반응이 끝날 때까지 플라스틱통을 좌우로 살살 흔들어줍니다.

▶ 알루미늄판 표면에서 석출되는 고체구리를 떨어뜨려 반응을 최대해 주는 작업입니다.

▶ 반응이 끝나면 기체(기포)발생이 멈추고, 구리의 석출도 멈추고, 푸른색이었던 용액이 무색이 됩니다.

7. 반응이 끝나면 맑은 물로 씻어냅니다.

▶ 용기 속에 남은 염화알루미늄 용액은 물에 희석하여 배수구에 따라버리고, 석출된 고체 구리 찌꺼기는 따로 모아 쓰레기통에 버립니다.

8. 알루미늄판에 붙어있는 보호필름과 스티커는 떼어내고, 유성펜 그림은 알코올솜으로 닦아냅니다. 수정펜으로 그린 그림은 자로 긁어냅니다.

9. 물기를 완전히 닦아낸 다음 구멍에 볼체인 고리를 걸어 완성합니다.



실험시 주의사항

1. 일회용 장갑(핀셋)과 보안경을 착용하여 용액이 피부에 직접 묻지 않도록 주의하세요.
2. 알루미늄 판에서 발생하는 기체는 수소기체입니다. 기체를 직접 흡입하지 않도록 주의하세요.
3. 생성된 고체 구리 찌꺼기는 배수구에 버리지 말고, 따로 모아 쓰레기통에 버립니다.

확인학습

1. 금속이 주재료인 구조물이나 자동차, 배 등이 부식되면 매우 위험할 수 있습니다. 어떻게 하면 부식을 방지할 수 있을까요?

2. 금속의 부식현상을 어느 곳에 이용할 수 있을까요? 금속의 부식현상을 활용한 예를 찾아봅시다.

원리학습

금속이 외부로 부터의 화학적 작용에 의해 소모되는(없어지는) 현상을 부식이라 하는데, 오래된 못이 외부의 습기와 산소에 의해 별경게 녹슨 현상도 부식의 일종입니다. 녹슨 못은 약해서 잘 부러지지요.

오늘 실험에서 알루미늄판과 염화구리 수용액이 만나면 부글부글 기체와 열이 발생하면서 알루미늄판이 녹아버리는 현상을 관찰하였습니다. 반응이 끝난 후 잘 닦아 내면 그 표면이 거칠어 지고 깊어져 녹은것을 확인할 수 있으며, 여러번 반복하면 그 모습이 더 확실하게 나타납니다. **알루미늄판이 부식된** 것입니다.

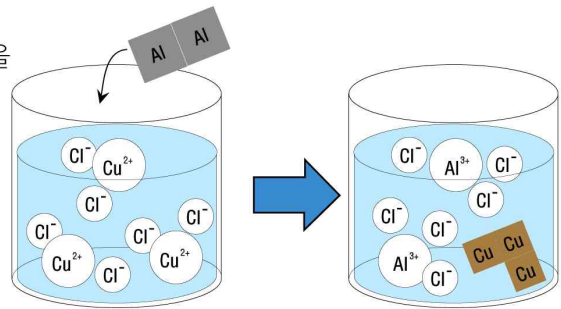
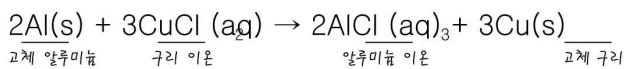
[화학적 작용]

알루미늄은 구리보다 녹는 것을 더 좋아하는 성질이 있습니다.

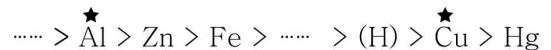
(이온화 경향이 크다고 말합니다.)

염화구리 수용액에 들어간 고체알루미늄은 녹아있던 구리이온을 고체구리로 석출시키고 자신은 녹아 알루미늄이온이 됩니다.

오른쪽 그림은 이 과정을 모식적으로 나타낸 것 입니다.



이 과정을 통해 알루미늄은 **부식(산화)**되고 구리는 **환원(석출)**됩니다. 이 반응이 일어나면서 수소기체도 함께 발생합니다.



생활에서 찾을 수 있는 금속의 부식을 살펴볼까요?

항공기의 부품 중에는 표면이 울퉁불퉁한 경우도 있고 속이 빈 벌집 모양도 종종 사용됩니다. 항공기를 만들 때 중요한 것은 항공기 무게를 줄이는 것인데, 무게를 줄이는 일이 곧 연료비를 줄일 수 있는 일이기 때문입니다. 따라서 가볍고도 단단한 금속인 알루미늄을 사용한 경우라도 필요없는 부분을 제거해(부식시켜) 요철 형태로 부품을 만듭니다.

부식은 미술에도 많이 쓰입니다. 동판이나 알루미늄판에 섬세한 그림을 새겨 넣기 위해서는 화학적인 부식의 방법을 사용하지요. 실험에서 처럼 부식방지제를 얇게 바른 후 금속바늘로 그림을 그린 다음 부식용액 속에 넣어 원하는 부분만 부식시킵니다. 완성된 판은 잉크를 묻혀 찍어내는 판화로도 쓰이며, 금속판 자체로도 좋은 미술품이 됩니다.

이러한 부식은 일상 생활에서 필요한 경우도 있지만, 막아야 하는 경우가 더 많습니다.

페인트 커다란 선박이나 현관문, 자동차의 표면은 오랜시간 동안 공기와 수분이 접촉하여 부식되면 표면이 떨어져나가며 약해지는데, 이를 막기 위해서 페인트를 칠합니다.

양 철 부식이 덜 되는 금속을 표면에 입혀 부식을 막기도 하는데 통조림캔이 대표적인 예 입니다.

함 석 또 오히려 부식이 잘 되는 금속을 표면에 입혀 그 금속이 대신 부식되도록 유도하기도 합니다

느낌점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	알루미늄태그 만들기			실험 원리	산화와 환원, 금속의 부식
실험 시간	40분	실험 분야	화학	실험 방법	4인 1조 조별실험
세트구성물	알루미늄판, 볼체인고리, 염화구리, 알코올 솜, 모양스티커, 투명컵, 계량컵, 플라스틱통, 나무스틱				
교사준비물	증류수(정수기물), 수돗물 환기가 잘 되는 실내에서 실시요망			학생준비물	유성펜(수정펜), 칼, 자, 일회용장갑, 보안경, 물기를 닦을 티슈
실험 결과	알루미늄태그 1개를 가지고 갈 수 있습니다.				
실험팁	TIP 1. 실험 과정에서 수소기체가 발생합니다. 인체에 해는 없으나 직접 흡입하면 좋지 않으므로 학생들의 주의가 필요하며 환기가 잘 되는 실내에서 실시하시기 바랍니다. TIP 2. 알루미늄 판을 꾸밀 때 양면을 모두 꾸미고 동시에 부식 시키면 간단히 실험할 수 있습니다. 한 면씩 할 때에는 반대 면은 반드시 보호필름이나 셀로판테이프로 보호되어야 합니다. TIP 3. 실험용 시약은 손에 묻으면 좋지 않으므로 일회용장갑이나 핀셋을 준비하도록 하시고, 가능하면 보안경도 사용하시기 바랍니다. TIP 4. 유성펜을 지울 때 플라스틱통에 알코올을 적당량 넣고 부식된 알루미늄판을 넣어 흔드는 것도 좋은 방법입니다.				

생각해보기

부식이란 금속이 외부로부터의 화학적 작용에 의해 소모되어가는 현상을 말합니다. 우리주변에서 흔히 볼 수 있는 부식현상을 찾아봅시다.

원리참조

실험방법

[용액만들기]

1. 만들어진 용액은 무슨색깔인가요?

구리 이온이 함유된 염화구리 수용액은 맑은 푸른색 용액입니다.

[알루미늄판 부식시키기]

5. 잠시 후 알루미늄 판에는 어떤 현상이 나타납니까?

염화구리수용액에 잠긴 알루미늄 판의 표면에서 부글부글 (수소)기체가 발생하며, 따뜻(발열)해집니다.

수소기체는 인체에 해는 없지만 직접 흡입하면 좋지 않으므로 조금 물러서서 관찰합니다.

확인학습

1. 금속이 주재료인 구조물이나 자동차, 배 등이 부식되면 매우 위험할 수 있습니다. 어떻게 하면 부식을 방지할 수 있을까요?

원리학습 참조, 오늘 실험에서 사용한 스티커나 유성펜은 부식 방지제와 같은 역할을 하고 있음을 상기시켜 주시면 좋습니다.

2. 금속의 부식 현상을 어느 곳에 이용할 수 있을까요? 금속의 부식현상을 활용한 예를 찾아봅시다.

원리학습 참조, 여러 가지 금속판화 미술품이나 엘리베이터 문앞에서 보는 금속판의 무늬 등은 부식을 이용한 것입니다.

부식 [腐蝕, corrosion]

금속이 외부로부터의 화학적 작용에 의해 소모되어 가는 현상으로 습식과 건식으로 크게 구별된다. 부식은 계속적으로 일어나는 성질이 있으며, 도금·도장, 표면 산화피막의 형성, 전기방식 등의 부식 방지법이 있다.

액체상(液體相)과 접촉하고 있을 때 일어나는 습식(濕蝕)과, 기체상만으로 비교적 고온일 경우에 일어나는 건식(乾蝕)으로 대별된다. 예를 들면, 상온에서 철이 녹스는 것은 습식이고, 고온 할로젠기체 속에서 각종 금속이 소모되는 것은 건식이다. 평상시 주변에서 흔히 볼 수 있는 것은 습식이지만, 그 메커니즘은 국부전지(局部電池)의 형식에 의해 설명된다. 즉, 같은 금속의 표면일지라도 미시적(微視的)으로는 물리적·화학적으론 각부의 상태가 다르므로, 그것들의 전극전위는 모두 다르다.

따라서 전위가 낮은 부분(전자가 풍부한 부분)은 전위가 높은 부분(전자가 적은 부분)에 전자를 주어 용해하고, 높은 부분에 도달한 전자는 이 부분에 용액 속으로부터 확산 또는 이동해 온 이온을 환원함으로써 소비되는데, 이 이동이 반복되면서 부식이 진척된다. 또 부식은 금속표면이 고르게 부식되는 전면부식과, 한정된 일부만이 부식되는 국부부식으로 분류하기도 한다. 특히 국부부식의 예는 많은데, 그 대표적인 것으로서, 스테인리스강이나 두랄루민에서 볼 수 있는 금속결정의 결정립계(結晶粒界)에 따라 부식이 진행되는 입간부식(粒間腐蝕)이나 금속표면의 방식피막(防蝕被膜)에 핀홀[氣孔]이 생겨서 거기에서 받은 부식이 내부로 급속히 진행되어 가는 점식(點蝕) 및 금속과 금속 간의 접점(接點)이 미동(微動)함으로써 생기는 접동부식(摺動腐蝕) 등을 들 수 있다.

접동부식은 금속표면의 피막이 접동에 의해 파괴되고, 금속 또는 금속산화물의 파편이 금속 사이에 끼여서 동시에 산화한다고 생각된다. 이것들에 비하여 대기 안에서의 부식이나 산수용액 안에서의 금속의 용해 등은 전면부식의 예이다. [출처] 부식 [腐蝕, corrosion] | 네이버 백과사전

주석판 [朱錫板, tin plate]-양철

주석을 입힌 철판으로 주석은 일반적으로 철보다 이온화 경향이 작은 금속이므로 주석을 입힌 철판은 철을 완전히 보호할 수 있으나, 일단 주석이 벗겨지면 철의 부식을 촉진하는 경우가 있다. 통조림통의 재료로 가장 널리 사용되며, 그 밖에 완구나 방습용의 식품용기에 사용된다.

주석은 일반적으로 철보다 이온화 경향이 작은 금속이므로 주석을 입힌 철판은 철을 완전히 보호할 수 있으나, 일단 주석이 벗겨지면 철의 부식을 촉진하는 경우가 있다. 주석판은 통조림통의 재료로 가장 널리 사용되며, 그 밖에 완구나 방습용의 식품용기에 사용된다. 주석도금 방법은 양산(量産)에 적합한 자동적인 방법이 있는데, 먼저 소재인 철판을 산으로 씻어 표면의 산화막을 제거한 후, 중화수로 씻고, 용해된 주석면에 염화아연을 용해시킨 층이 떠 있는 주석욕조 속에 넣어 표면에 주석을 붙인 다음 반대쪽에서 끌어올린다. 끌어올리는 쪽에서는 주석용액면에 야자기름이 띄워져 있으므로 주석이 여기서 고른 두께로 부착하게 되는데, 이것을 다시 롤 사이로 통과시켜 여분의 주석을 닦아 내고 마지막으로 플란넬의 롤로 연마하여 광택을 낸다. [출처] 주석판 [朱錫板, | 네이버 백과사전

아연도금철판 [亞鉛鍍金鐵板, galvanized steel sheet]-합석

녹은 아연이 들어 있는 탱크에 철판을 넣고 표면에 얇은 아연층을 입힌 것으로 합석이라고도 하며 합석 표면에 보이는 큰 꽃 모양의 무늬는 아연의 결정(結晶)이다. 건축자재, 가솔린통 등을 만들 때 쓰인다.

합석이라고도 하며, 주석을 입힌 양철과 함께 잘 알려져 있다. 합석 표면에 보이는 큰 꽃 모양의 무늬는 아연의 결정(結晶)이다. 외관은 양철보다 나쁘고 산에 약하나, 철의 내식피복(耐蝕被覆)으로서는 양철보다 우수하며, 일부가 벗겨져도 아연이 전기화학적으로 녹기 쉬우므로 먼저 녹아 속의 철판을 부식으로부터 지켜준다.

용도는 지붕 등의 건재(建材)를 비롯하여 가솔린통 등에 사용된다. 알루미늄판에 비해 값이 싸며, 두꺼운 것에 도장(塗裝)을 충분히 함으로써 내구성(耐久性)을 얻을 수 있고 물매가 완만한 지붕에도 긴 것을 사용하면 빗물이 잘 빠져 흐르고 외관도 근대적이므로 지붕재로 많이 사용된다. 또 방화건축(防火建築)의 벽재(壁材)로서 사용되며, 공장건축에도 사용된다.

모양으로는 평판(平板)과 파형판(波形板), 코일이 있으며, 크기나 두께 등에 대해서는 한국산업규격으로 정해져 있다(KS D 3506). 건재용으로는 두께 0.25~0.42 mm의 것이 많이 사용되며, 특히 지붕재료는 0.40 mm의 것이 좋다.

[출처] 아연도금철판 [亞鉛鍍金鐵板, galvanized steel sheet] | 네이버 백과사전

음극화보호 [陰極化保護, cathodic protection]

반응성이 더 큰 금속을 연결함으로써, 금속으로 만든 구조물의 부식을 방지하여 보호하는 것이다.

금속의 반응성의 차이를 이용해서 금속이 녹스는 것을 막기 위한 방법으로 사용하며, 금속으로 만들어진 지하 수송관이나 저장탱크·선박 등을 부식으로부터 보호하는데 이용된다.

대표적인 예로, 빗물받이에 사용하는 합석을 들 수 있다. 합석은 철에 아연을 코팅한 것으로, 아연의 반응성이 철보다 커서 철보다 먼저 산화되므로, 그 표면에 흠이 생겨도 아연이 먼저 산화되어 내부 철의 부식은 막을 수 있다. 이때, 합

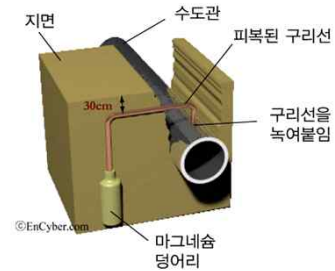
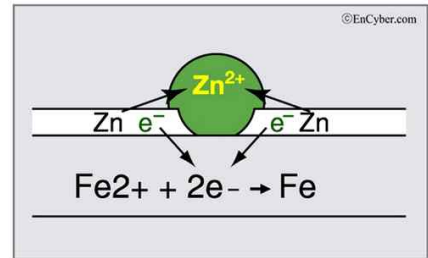
석 표면의 아연에서는 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 의 산화 반응이 일어나며, 이 반응에서 생성된 전자가 철이 산화되어 녹스는 것을 막아준다.

지하에 매설한 수도·가스관이나 기름탱크 등도 쉽게 산화되기 때문에, 철다 반응성이 큰 마그네슘(Mg)을 도선으로 연결해 놓으면 마그네슘이 철보다 먼저 산화하므로 철 구조물을 보호할 수 있다.

선박의 경우도 밀창에 아연을 부착하여 배의 구조를 이루는 철이 녹스는 것을 억제할 수 있다.

음극화 보호 작용의 가장 큰 부작용은 수소취성(hydrogen brittleness)으로, 전자의 이동의 결과로 발생한 수소가 금속 안으로 침투하여 속의 기계적 성질을 약화시켜 금속이 쉽게 부스러지는 현상을 말한다.

[출처] 음극화보호 [陰極化保護, cathodic protection] | 네이버 백과사전



에
보
다
것
e m
금

된
으
입

녹 [rust]

금속의 표면에 생기는 부식생성물(腐蝕生成物)의 총칭이다.

방지법 : 녹을 방지하는 데는 금속이 공기나 습기에 직접 닿지 않도록 하거나. 따라서 그 방법으로는 금속을 보호피막으로 덮는 방법이 물리적·화학적으로 시행되고 있다. 안전면도날이나 핀 등의 표면에 자성(磁性)산화철 피막을 한 것이나 알루미늄 등은 그 대표적인 것이다.

또 도금(鍍金)도 널리 쓰이는데, 전기도금에서는 철의 표면에 니켈·크롬 등을 피복하는 예도 있고, 합석처럼 아연을 녹인 것에 철판을 담가 부착시키는 용융도금(熔融鍍金)도 있다. 그밖의 예로는 확산침투법·금속용사피복법(金屬溶射被覆法:메탈리콘)·증착법(蒸着法) 등이 있고, 또 범랑(珙瑯)·유리 라이닝 등도 사용되고 있다.

이상은 무기물을 피막으로 만드는 것인데, 유기피막으로서는 도장(塗裝)이 있다. 도료는 습기를 잘 흡수하지 않고 질이 밀하며, 금속과의 밀착성이 좋은 것을 선택해야 한다. 또 근래에 많이 이용하는 것으로 라이닝이 있다. 라이닝은 고무 및 각종 합성수지의 내식성(耐蝕性)을 이용하여 용기(容器)에 덧붙이는 것이다. 라이닝용 플라스틱에는 염화비닐·폴리비닐리덴·폴리에틸렌·폴리스티렌·플루오르수지 등이 있다. [출처] 녹 [rust] | 네이버 백과사전

이온화경향 [-傾向, ionization tendency]

원자 또는 분자가 이온이 되려고 하는 경향으로, 쉽게 이온화되는 것을 이온화경향이 크며 산화되기 쉽다고 말한다. 이온화경향이 큰 원소가 그보다 이온화경향이 작은 원소의 이온과 만나면, 이온화경향이 큰 원소가 산화되고 이온이었던 원소는 환원된다.

이온화의 난이도를 말한다. 이온화하기 쉬운 것을 이온화경향이 크다고 한다. 일반적으로는 금속원소가 양이온이 되어 용액 속에 들어가려고 하는 경향을 말한다. 이 경향은 금속원소의 종류, 용액의 농도에 따라 다르므로, 정량적으로 비교하기 위해 일정한 조건하에서의 전극전압을 비교하는 것이 보통이다.

물에 대한 이온화경향의 크기에 따라 나열한 원소의 계열을 이온화서열 또는 전기화학계열이라고 한다. 이 계열의 앞쪽에 있는 것일수록 이온화경향이 크며, 산화되기 쉽다. 어떤 원소가 그보다 이온화경향이 작은 이온을 함유하는 수용액과 접하면 이온의 치환반응을 일으킨다.

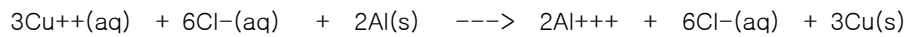
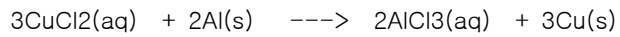
예를 들면, 아연과 구리, 구리와 은에서는 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$, $\text{Cu} + 2\text{Ag}^{+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ 와 같이 치환한다.

또 수소이온의 경우에는 수소기체를 발생한다. 예를 들면, $\text{Zn} + 2\text{H}^{+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$ 가 되는데, 이것을 일반적으로 설명하면 '수소보다 이온화경향이 큰 금속은 묽은 산에 녹아 수소를 발생'하는 것이 된다. 또한 마찬가지로, 수소보다도 이온화경향이 작은 금속은 보통의 묽은 산과는 작용하지 않고, 산화되어 산에 용해된다.

이온화경향은 어떤 일정 조건하에서 비교한 것이기 때문에 조건이 달라지는 경우, 즉 용액의 성질(예를 들면, 산화력의 유무, 음이온의 종류 등)이 변한 경우에는 그대로 적용할 수 없을 때도 있다. 예를 들면, 알루미늄이나 크로뮴의 금속 조각은 수소보다 이온화경향이 커도 진한 질산에는 녹지 않는다. 이것은 질산에 의해서 금속의 표면이 산화되어, 산화피막을 만들어서 내부를 보호하기 때문이다. [출처] 이온화경향[ionization tendency] | 네이버 백과사전

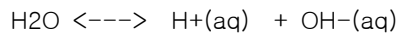
*** 염화구리수용액과 알루미늄을 반응 시킬 때 수소가 발생하는 이유

이 반응은

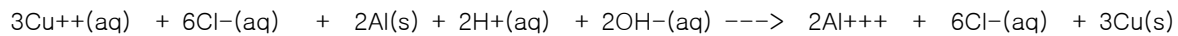


이와 같은 금속의 반응성을 이용한 치환 반응입니다. 즉 금속의 이온화경향서열(금속의 반응성)은 $\text{K} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Ni} > (\text{H}) > \text{Cu} > \text{Ag} > \text{Au}$ 와 같습니다.

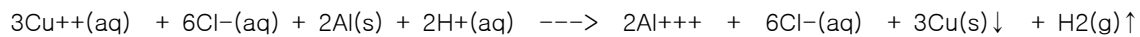
그런데, 물은 아주 소량($1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$) 이온화됩니다.



처음 반응식으로 되돌아가면



알루미늄이 이온화하려면 전자를 2가지 중에 하나에게 주는데 사열이 낮은 Cu^{++} 가 받는 것이 당연한데 바로 그 위 서열이 수소이므로 일부 수소이온도 전자를 받아 수소 기체가 됩니다.



이 반응은 서열 차가 많이 나면 일어나지 않는 반응입니다.