Clothing & AccesSorieS

아주 먼 옛날 사람들은 보온을 위해 옷을 입었다. 하지만 사회가 발전을 거듭해 가면서 사람들의 의복에 대한 욕구도 함께 높아졌다. 현재의 의복은 보온 기능 외에도 여러 가지 다양한 디자인으로 자신의 신분을 표현하는 기능을 갖는다. 또한, 특별한 소재의 옷은 특별한 기능을 갖는다.

의복에 화학적 원리를 이용하는 것은 특별한 기능의 옷을 만들기 위함이다. 예를 들어, 교통 경찰관들은 공무집행 시 형광 제복을 착용한다. 점프력을 높이기 위해 에어슈즈를 신으며 운동 시에는 투습방수효과가 있는 운동복을 입는다.

옷을 입을 때 조금만 주의를 기울이면 그 속에 숨어있는 여러 가지 화학원리를 발견할 수 있다.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952 제주대학교

청바지 색의 미학

청바지는 매우 대중적인 옷이다. 대부분의 젊은이들이 적어도 두세 벌의 청바지를 갖고 있다. 하지만 청바지는 왜 청색일까? 워싱의 차이는 어떻게 생기는 것일까?

생각해봅시다.

- 청바지의 색은 어떻게 만들어지는 것일까?

청바지 택을 자세히 보면, '인디고 블루' 라는 글자를 볼 수 있다. 이는 청바지를 제작할 때 사용되는 염료로 대청 잎에서 추출한 청색 염료나 인디고 잎에서 추출한 것이다. 또한 'Ladies bedstraw'라 불리는 식물의 뿌리에서 붉은 색 염료로 쓰이는 알리자린을 추출한다.

청색의 농도가 다른 청바지를 제작할 때 다른 색의 염료를 사용할 필요는 없다. 옅은 푸른색 청바지는 푸른색 실과 흰색의 실을 교차시켜 원하는 색을 얻는다. 짙은 색의 청바지를 원할 때는 염색 통에 이미 만들어진 청바지 천을 집어넣어 가공하면 더 진한 색을 얻을 수 있다.

시중에서 판매되는 청색 외의 다양한 색상의 청바지들은 여러 염료에 의해 만들어진다. 일반적인 옷의 염료는 식물색소인 플라보노이드나 안트라퀴논, 인디고 블루 등 화학 유도체로부터 얻는다.

용어사전.

- 염료(dye) : 특정 물질에 영구적인 색을 입히는 물질. 천연 염료와 합성염료 두 가지가 있다. 천연염료는 대부분 식물성 염료로 대청 잎에서 추출한 청색 염료인 인디고 블루와 알리자린 등이 있다. 합성염료는 대부분 석유에서 얻어지거나, 석유 가공품을 화학 반응시켜 얻어내므로 그 종류가 다양하다.

dCollection @ jeju

진짜인지 가짜인지 구분하기 어려운 '실크'

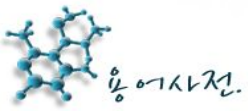
어느 날, 선영이는 엄마와 함께 쇼핑을 갔다. 선영이는 예쁘고 고급스러워 보이는 실크 블라우스를 골라들고 '이 블라우스는 분명 아주 비쌀 텐데…….' 하고 생각했다. 그런데 가격표에 적힌 가격은 일반적인 실크 블라우스의 가격에 비해 매우 쌌다.

- 왜 이 실크 블라우스 가격이 저렴한 걸까?

선영이는 택을 자세히 살펴본 후에야 그 이유를 알 수 있었다. 그 블라우스는 진짜 실크로 만들어진 것이 아니라 레이온(rayon)이라 불리는 인조견으로 만들어진 것이었다.

인조견과 누에에서 뽑아낸 견사는 확실히 다르다. 진짜 견사는 일종의 천연중합체(natural polymer) 이지만 인조견은 몇 단계를 거쳐 만든 중합체이다. 먼저, 목재와 수산화나트륨(sodium hydroxide, NAOH)을 수화반응(hydrolysis)시켜 간단한 분자형태로 만든다. 다음, 이황화탄소(carbon disulfide, CS_2)에 녹여 끈적거리는 액체형태로 만든 후 황산(sulphuric acid,H_2SO_4)용액에 녹여 중합체로 만든 것이다.

스타킹의 실도 견사가 아니라 헥산-1,6-디아민(hexane -1,6- diamine)과 헥사노익에시드(hexanoic acid)를 축합반응(condensation reaction)시켜 얻은 합성고분자(regenerated polymer)로 만든 것이다.



- 수화(hydrolysis)반응 : 화학 물질이 물에 의해 분해되거나 화학변화를 일으키는 것.
- 축합 반응(condensation reaction) :두 개의 분자가 결합하여 비교적 큰 하나의 분자로 되는 반응. 이 과정 중 물과 같은 비교적 작은 하나의 분자가 빠짐.

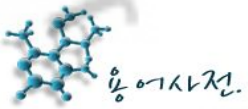
dCollection @ jeju

운동복의 화학

축구의 인기는 대단하다. 양 팀은 경기 중 확실한 팀 구분을 위해 서로 다른 색의 유니폼을 입는다. 이런 특별한 운동복은 일반적인 면으로 된 운동복과는 달리 통풍, 투습방수 처리가 되어있어 선수들이 시합에서 쾌적함을 느낄 수 있다.

- 축구선수들의 유니폼은 왜 땀을 흡수하지 않는가?

일반적으로 축구선수들의 운동복은 원래 면이 아닌, 테릴렌(terylene)이라 불리는 폴리에스테르(polyester)계의 합성섬유로 만든다. 폴리에스테르는 면과 다른 화학구조를 갖고 있어 면보다 투습방수 효과가 뛰어나다. 면은 셀룰로오스(cellulose)로 구성되어 있어 수소결합이 물을 잡아두어 물을 잘 흡수한다. 물과 셀룰로오스는 수소결합(hydrogen bond)으로 연결 되어 있다. 그러나 테릴렌과 물 사이에는 수소결합이 없어 물과의 결합력이 부족해 땀은 자연스럽게 휘발된다. 또한 같은 원리로 폴리에스테르나 폴리에스테르계 합성섬유로 만든 옷은 세탁 후에도 면보다 빨리 마르게 된다.



- 수소결합(hydrogen bond) : 물과 같은 극성 화합물간의 결합. 극성분자(polar molecule)인 수소 원자의 양전자가 같은 분자나 다른 분자의 음전자와 결합한 것. 전기음성도가 비교적 큰 산소, 질소, 플루오르의 화합물은 대부분 수소결합을 일으킴.

dCollection @ jeju

현대사회의 갑옷

고대 사회에서는 장군들이 전쟁을 할 때 온 몸을 투구와 갑옷으로 휘감아 자신을 지켰다. 투구와 갑옷은 대부분 청동으로 만들었는데 그 무게가 엄청났으며 움직임도 매우 불편했다. 게다가 그 무게 때문에 보통 사람의 체격으로는 감당하기 어려웠다. 따라서 현대 사회에서는 청동 대신 다른 재료를 이용하여 보호 장비를 만드는 것이다.

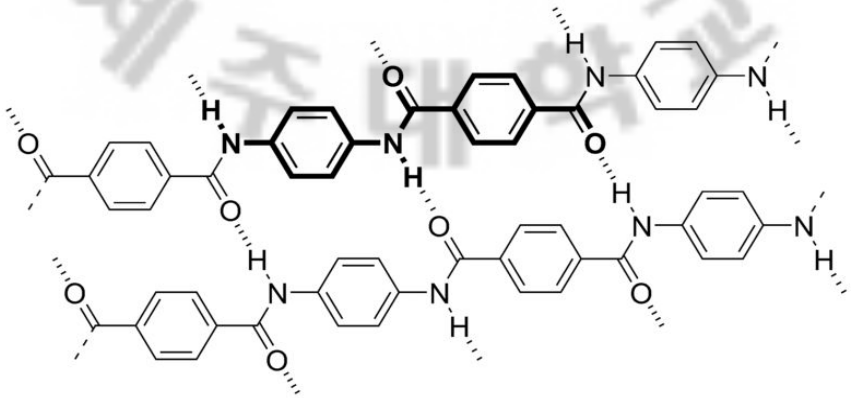
생각해봅시다.

- 총알은 왜 방탄복을 뚫지 못할까?

이전의 방탄복은 견고하고 무거운 강철판으로 만들어서 총알이 뚫지 못했다. 하지만 현재 경찰이 입는 방탄복은 간단한 흡수(absorb)와 분산(disperse)의 원리를 이용해 총알이 나라올 때의 에너지를 감소시켜 사람을 보호한다.

60년대 경찰이 입었던 방탄복은 나일론(nylon)이 주재료였으나 현재는 최신 재료인 케블라(kevlar)를 사용한다. 케블라는 독특한 육각 고리구조로 물질의 장력(tension)을 강화시켜 나일론보다 장력이 2.5배 강하다.

방탄복을 지날 때 그물구조에 닿으면 총알의 에너지는 사방으로 분산된다. 결국 에너지가 분산되어 인체는커녕 방탄복도 통과하지 못하게 되어 상해확률을 낮출 수 있다.



- Kevlar의 화학구조

dCollection @ jeju

용어사전.

-장력(tension) : 물체가 팽팽히 당겨진 상태에서, 당겨지면서 줄에 걸리는 힘의 크기

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교

dCollection @ jeju

교통 경찰관복의 비밀

도로에서 공무를 집행하는 이들은 운전자들이 쉽게 자신들을 볼 수 있게 하기 위해 주목성이 강한 반사광, 형광 제복을 입는다.

생각해봅시다.

- 교통경찰 제복은 어떻게 형광색을 띨까?

원자는 여러 층의 전자가 가운데 핵을 감싸고 있는 구조를 가진다. 에너지가 주어지지 않는 안정한 상태에서 전자는 안정된 저에너지 준위에서 진동한다. 하지만 복사(radiation)나 다른 에너지 자극을 받게 되면 고에너지 준위로 전이된다. 형광물질은 바로 이러한 원리를 이용해서 형광(fluorescence)을 낸다.

형광을 내는 형광물질은 파장(wavelength)이 비교적 짧은 자외선, x-ray와 같은 복사의 자극을 받은 후 저에너지 준위의 전자가 복사 에너지를 받아 고에너지 준위로 들뜨게 된다. 하지만 전자는 장시간 불안정한 고에너지 준위에 머물 수 없기 때문에 우리 눈에 형광으로 보이는 복사를 내놓으면서 원래의 안정한 저에너지 준위로 되돌아간다. 또한 형광물질 분자는 다른 에너지 준위에서 일부의 에너지를 진동으로 소비하기 때문에 다시 에너지를 내놓을 때 긴 파장의 눈부신 빛을 내놓게 된다. 형광을 띠지 않는 안료는 긴 파장의 빛을 반사시키기 때문에 형광을 내지 못하는 것이다.

용어사전.

-복사(radiation) : 에너지 전이 시 방출되는 전자기파

-형광(fluorescence) : 분자나 원자가 들뜬 상태(exited state)에서 바닥상태(ground state)로 전이할 때 방출하는 복사선.

-파장(wavelength) : 마루와 마루, 골과 골 사이의 거리.

dCollection @ jeju

소방대원들의 전투복

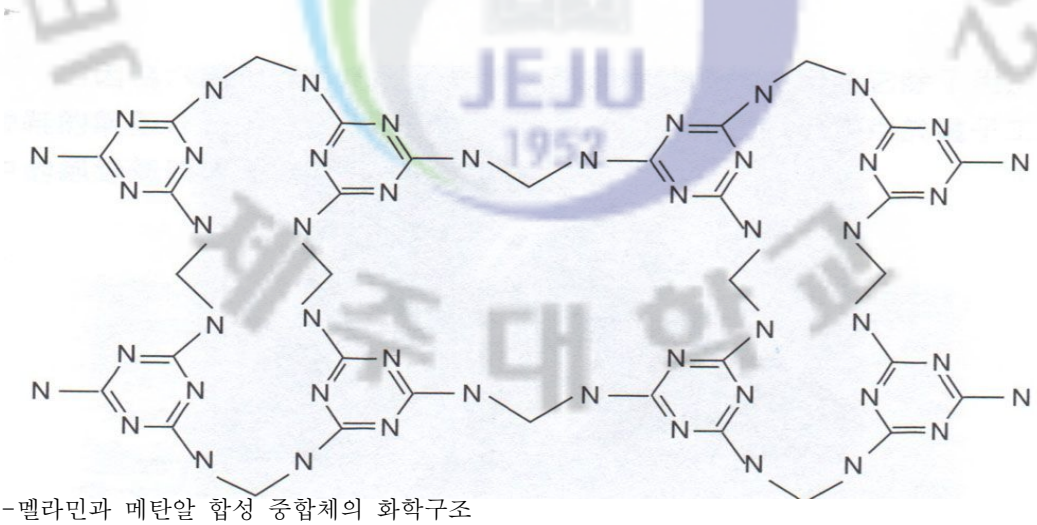
소방대원들은 영화에서나 실제로나, 이글이글 타오르는 불길을 두려워하지 않고 불길 속으로 뛰어 들어가 사람을 구출해 낸다. 소방대원들은 어떻게 그렇게 용감하게 불길과 싸울 수 있는 것일까? 바로 평소 엄격한 훈련과 대원들 간의 신뢰 외에도, 또 자신이 입고 있는 방화복에 대한 철저한 믿음이 있기 때문이다.

생각해봅시다.

- 방화복은 어떻게 불을 막을 수 있을까?

많은 물질이 방화복의 재료로 사용된다. 멜라민(melamine)과 메탄알(methanal)을 합성한 중합체도 방화복의 재료로 사용된다. 중합체가 다시 열을 받으면 분자가 재결합하여 교차결합(cross link)을 형성해 3차원 결정구조를 만든다.

방화복은 결정구조의 교차결합 때문에 고온에서도 약해지거나 균열이 생기지 않는다. 결국 불 속에서도 안전할 수 있다. 또한 제조사에서는 방화복 위에 다시 알루미늄 도금(aluminized)을 시켜 제복의 방화 효과를 더욱 높인다.



-멜라민과 메탄알 합성 중합체의 화학구조

용어사전.

-교차결합(cross link) : 중합체 분자간의 화학 연결 결합.

Collection @ jeju

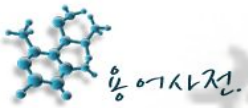
에어슈즈의 수수께끼

점프력을 높이려면 어떻게 해야 할까? 물론 끊임없는 훈련이 필요하겠지만 에어슈즈를 이용하는 것도 점프력을 높일 수 있는 한 방법이다.

- 에어슈즈 에어쿠션 속의 기체는 무슨 기체일까?

에어쿠션 속의 기체는 공기가 아니라 탄성이 좋은 고밀도의 비활성기체(inert gas)이다. 육플루오린화황(sulphur hexafluoride)은 비인화성(non-flammable), 무독성의 밀도가 높은 기체이다. 이전의 에어쿠션에는 육플루오린화황을 이용했으나 온실효과(greenhouse effect)
를 야기하기 때문에 현재는 다른 비활성기체를 사용하고 있다.

육플루오린화황은 비인화성의 고밀도 기체이기 때문에 에어쿠션 외에도 레이싱카의 타이어 가스로도 쓰인다. 또한 육플로오린화황은 전자공업에 있어서도 가장 많이 사용되는 절연 기체이다.



- 비활성기체(inert gas) : 활동성이 없는 기체. noble gas라고도 불림. 주기율표의 0족 기체로 헬륨(helium), 네온(neon), 아르곤(argon) 등이 있음. 헬륨만 최외각 전자가 2개이고, 다른 비활성 기체들은 8개의 최외각전자를 가짐.
- 온실효과(greenhouse effect) : 적외선 복사는 대기층을 통과해 지구를 빠져나가야 하는데, 일부 적외선이 온실가스(greenhouse gas)에 흡수되어 다시 지구로 돌아와 지구 온도를 상승시키는 현상.

dCollection @ jeju

색이 변하는 선글라스

더운 여름날 뜨거운 태양이 눈을 자극한다. 이때 선글라스를 착용하면, 자외선이 눈을 자극하는 것을 막을 수 있다. 그래서 많은 사람들이 여름에 선글라스를 착용한다. 선글라스를 착용하면 눈을 보호할 수 있을 뿐 아니라 세련되어 보인다. 하지만 태양이 뜨겁게 내리쬐는 실외에 있다 어두운 실내에 들어서면, 선글라스 때문에 주변이 모두 까맣게 보여 매우 불편하다.

- 밖에 있다 실내로 들어서면 저절로 안경으로 변해 시야를 밝게 유지해 줄 수 있는 선글라스는 없을까?

햇빛이 비칠 때나 강한 광선이 내리쬘 때만 렌즈가 검게 변하고 실내에서는 다시 원래의 보통 안경으로 돌아오는 특별한 선글라스가 있다. 렌즈의 비밀은 유리, 염화은, 염화구리를 용융시켜 섞는데 있다. 염화은은 태양빛 아래서 산화환원반응을 일으킨다. 염소이온이 산화반응을 일으켜 염소 원자가 되고, 은이온은 환원되어 은원자가 된다. 이런 원리로 은원자가 렌즈를 검게 변하게 해서 태양으로부터 눈을 보호한다.

$$\text{산화작용 : } Cl^{-} \rightarrow Cl + e^{-}$$

$$\text{환원작용 : } Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$$

동시에 렌즈의 구리이온이 환원제로 작용해 염소를 염소이온으로 환원시킨다. 이때 만들어진 구리이온이 은원자와 화학반응을 일으켜 다시 투명한 원래 상태로 돌아간다.

$$Cu^{+} + Cl \rightarrow Cl^{-} + Cu^{2+}$$

dCollection @ jeju

결국 강한 광선에서 렌즈 속의 물질이 계속해서 산화환원반응을 일으켜 렌즈를 검게 변하게 하고, 실내로 들어가면 렌즈의 화합물이 원래상태로 돌아가면서 일반적인 렌즈의 색으로 변하게 된다. 이런 원리 때문에 안경으로 바꿔 쓸 필요 없이 밝은 시야를 유지할 수 있다.

$$Cu^{2+} + Ag(\text{검정}) \rightarrow Ag^{+}(\text{투명}) + Cu^{+}$$

- 산화(oxidize) : 화학반응 중 화합물이 산소를 얻거나 전자를 잃는 것.
- 환원(reduce) : 화학반응 중 화합물이 산소를 잃거나 전자를 얻는 것.
- 환원제(reducing agent) : 전자를 제공해서 원소나 화합물의 산화수를 낮추는 물질.

dCollection @ jeju

도금의 역사

도금 액세서리와 진짜 금 액세서리를 비교해보면, 도금은 황동합금에 얇은 금박을 입힌 것일 뿐이라는데 가장 큰 차이점이 있다.

- 왜 금은 금속 알레르기를 일으키지 않을까?

과거에는 도금된 액세서리를 사용하는 많은 여성들이 금속 알레르기를 호소했다. 이는 과거의 도금 과정에 알레르기를 유발하는 금속이 사용되었기 때문이다. 금을 직접 황동합금에 입히게 되면 황동과 금 사이에 금속 확산(metal diffusion)현상이 일어나 내부의 금속이 밖으로 확산되어 도금된 액세서리가 약간의 검은 빛을 띠게 된다. 도금 전에 니켈(nickel)을 한 겹 입힌 후 도금을 하여 금속 확산 현상을 막는데, 바로 이 니켈이 금속 알레르기 호소의 원인이 된다.

현재 도금된 귀걸이들에 사용되는 금속도 모두 알레르기를 일으키지 않는 것으로 바뀌었다. 알레르기를 일으키는 니켈을 팔라듐(palladium)으로 바꾼 것 뿐 이지만, 덕분에 사람들은 더 이상 금속 알레르기 때문에 고민하지 않아도 된다.

- 황동(brass) : 구리 70%, 아연 30%를 혼합해 만든 합금.
- 합금(alloy) : 둘 이상의 원소를 혼합하여 만든 균일혼합물(homogeneous mixture). 두 원소중 하나는 반드시 금속.
- 전기도금(electroplating) : 한 금속 물질의 표면에 다른 금속을 전기분해하여 얇게 입하는 것. 전기분해시 도금할 금속 물질을 음극으로, 덮어씌울 금속을 양극으로 사용하는데, 전해질(electrolyte)로는 이 금속 화합물의 용액을 사용함.

dCollection @ jeju

환경을 생각하는 세제

세탁할 때 세제를 이용하게 된다. 대부분의 세제에는 계면활성제(detergent)와 효소(enzyme)등 오염물을 제거할 수 있는 화합물 외에도 비석, 즉 제올라이트(zeolite) 가 함유되어 있다.

- 왜 제올라이트를 사용할까? 제올라이트는 세제에서 어떤 역할을 하는가?

일반적인 비누 세제(soapy detergent)가 칼슘이온(calcium ion)이나 마그네슘이온 (magnesium ion)과 만나면 화학반응을 일으켜 고체상태의 침전물(scum)을 형성해 세제의 세탁력을 감소시킨다.

세제 제조사는 인산염(phosphate)을 첨가해 물속의 칼슘과 마그네슘을 제거한다. 그러나 인산염은 적조현상을 일으키는 주범이기도 하여 환경오염을 일으킨다.

제올라이트는 알루미늄과 규소로 이루어진 광물이다. 암석에서도 얻을 수 있으나 산화알루미늄과 이산화규소(silicon(IV) oxide)를 염기성 용액에 녹여 가열하여 얻는다. 새장과 같은 구조로 인산염처럼 칼슘을 가둬둘 수 있다. 제올라이트는 인산염 대신 사용되어 환경오염을 줄일 뿐 아니라 염기성을 띠기 때문에 물의 pH를 조절하여 환경오염을 낮춘다. 오염된 물은 대체로 pH가 낮은데 염기성을 띤 제올라이트가 첨가되면 pH를 높여준다.

- 제올라이트(zeolite) : 수분을 함유한 천연 규산염의 일종. 치환법으로 센물을 경화시킴.
- 비누 세제(soapy detergent) : 지방산의 금속염을 제거. 표면활성제(surfactant)로 물의 표면장력(sulface tension)을 낮출 수 있음. 유화제(emulsifying agent)로 세정력을 지님.

dCollection @ jeju

환경오염의 주범 - 세제

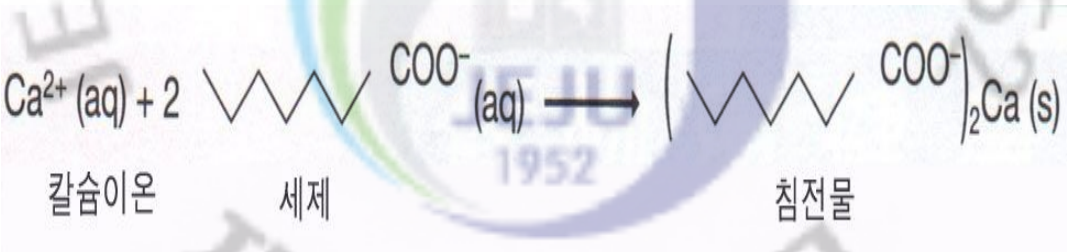
더운 여름날, 바닷가 뜨거운 태양 아래서 수영을 즐기는 것은 최고의 피서이다. 바닷가로 휴가를 온 준혁이네 가족이 바닷물 속으로 뛰어들려 할 때 수상 안전 요원은 적조 때문에 들어갈 수 없다고 막아섰다.

생각해봅시다.

- 왜 적조가 발생하면 바닷가에 들어가면 안 될까?

바닷물에 부유하는 플랑크톤이 급작스럽게 증가하여 바닷물이 적색, 갈색, 적갈색으로 변하므로 이를 적조 현상이라 한다. 플랑크톤이 갑작스레 엄청난 수로 번식하여 증가하는 원인은 일조량, 부영양화, 수온, 해류 등 여러 가지가 있다. 그 중 세제의 인산염(phosphate)은 적조현상의 주요 원인이다.

물은 센물(hard water)과 단물(soft water)로 나뉜다. 그중 센물은 칼슘, 마그네슘 등 다량의 광물을 함유한다. 센물에 함유된 광물들이 세제와 섞이면 침전물을 형성해 세탁력이 떨어진다.



물의 종류에 상관없이 세제의 세탁력을 유지시키기 위해 제조사들은 인산염을 첨가한다. 인산염이 들어가면 센물의 광물과 먼저 결합하여 침전물을 생성하기 때문에 세탁력이 떨어지는 것을 방지할 수 있다.

그러나 이 생활하수가 바다나 호수로 흘러 들어가면 환경오염을 야기할 뿐 아니라 수중 생물체들의 생명을 위협한다. 다량의 인산염이 유입되면 부영양화가 야기되어 플랑크톤이 급증한다. 이들은 악취와 함께 바다와 호수를 뒤덮어 햇빛

dCollection @ jeju

을 차단해 수중생물의 광합성을 막는다. 결국 용존산소량이 낮아지기 때문에, 물속의 산소를 이용해서 호흡을 하는 생물들이 질식하여 폐사하는 일이 발생한다.

심각해지는 수질 오염 방지를 위해 세제에 인 첨가를 제한하는 것, 혹은 금지하는 것 외에도 과학자들은 여러 가지 방법을 이용하여 수중 인 함량을 낮추고 있다. 인산염을 에너지원으로 사용하는 미생물을 이용하여, 수중 인 함량을 낮추고 적조현상을 막고 있다.

결국 준혁이네 가족은 어쩔 수 없이 아쉬운 발길을 돌려야 했다. 환경 보호는 우리 모두의 책임인 것이다.

- 인산염(phosphate) : 인산기를 지닌 무기염.
예, 트리포타슘포스페이트(Tripotassium phosphate)
- 센물(hard water) : 칼슘, 마그네슘을 함유한 물. 세제와 반응하여 침전물 생성.
- 단물(soft water) : 센물과 반대. 칼슘, 마그네슘을 함유하지 않은 물.
- 용존산소(dissolved oxygen) : 물속에 녹아있는 산소를 지칭. 물의 오염정도를 나타내는 지표중의 하나.

dCollection @ jeju

Food & Health

‘백성은 식량을 생존의 근본으로 여긴다’라는 말이 있다. 이처럼 음식은 우리 생활에서 가장 중요한 부분이다. 음식은 우리의 건강에 직접적인 영향을 끼치기 때문이다. 음식은 배를 채우는 것 외에 특별한 것이 없어 보이지만 사실 그 속에는 수많은 화학 변화가 숨겨져있다. 양파는 왜 눈물이 나게 할까? 썩은 달걀에선 왜 고약한 냄새가 날까? 사과는 왜 갈색으로 변할까? 이러한 여러 가지 화학 반응을 이해하기만 하면 수많은 현상을 설명할 수 있게 된다.

이밖에도 우리는 주변에서 흔히 볼 수 있는 음식으로 비밀 편지를 쓸 수 있는 주스, 메시지가 담긴 달걀, 우유로 만든 풀 같은 간단한 놀이감을 만들 수 있다.

이 장에서는 여러분이 주변에 있는 식품을 통해, 그 속에 담겨있는 화학 원리를 알 수 있는 기회가 되길 바란다.

dCollection @ jeju

주방의 최루탄

어느 날, 선영이와 엄마는 식사로 어니언 스테이크를 만들기로 했다. 거의 식사 준비를 해본 적이 없는 선영이는 양파를 다루는 '특별한 방법'을 알 턱이 없었으므로 양파를 썰면서 하염없이 눈물을 흘려야만 했다.

- 왜 양파를 썰 때 눈물이 날까? '특별한 방법' 말고 눈물이 나지 않게 하는 방법은 없을까?

양파를 썰 때 왜 눈을 자극하는 강한 냄새가 나는지 궁금증을 갖게 된 선영이는 이유를 찾기 위해 도서관으로 향했다. 도서관에서 한참을 뒤진 후 선영이는 이 모든 원인을 알게 되었다. 양파를 썰 때 양파의 세포가 파괴되어, 세포 내에 있던 효소가 흘러나오게 된다. 이 효소가 냄새가 없던 원래의 화합물을 몇 개의 불완전한 원자로 분해시키게 된다. 이렇게 분해된 불안정한 분자는 곧 수화작용(hydrolysis)을 일으켜 프로판알, 황산, 황화수소로 바뀌는데, 이 중 황산이 바로 자극성 물질로 눈을 자극하여 눈물이 나게 한다.

양파를 썰 때 눈물이 나지 않게 하기 위해선 두 가지 방법이 있다.

첫째, 양파를 썰기 전에 양파를 얼려서 썬다. 효소가 중합체를 분해시키는 속도를 늦출 수 있다.

둘째, 양파를 물에 담가 썬다. 황산이 물에 녹아 눈을 바로 자극하지 못한다.

- 수화작용(hydrolysis) : 화합물이 물에 의해 분해되거나, 물에 의해 화학 변화를 일으키는 것.
- 자극성(irritant) : 황산을 희석시킨 것이 자극성을 지닌 물질. 자극성을 지닌 물질은 위험하므로 보관용기에 반드시 경고표시를 해야 함.

dCollection @ jeju

사과가 녹스는 현상

'매일 사과를 먹으면, 병원 갈일이 없다'라는 말이 있다. 또한 사과는 식후 소화를 돕는 디저트로도 인기가 좋다. 그러나 사과를 깎아두면 금세 과육이 갈색으로 변하고 만다.

- 갈색으로 변한 사과. 갈색 물질은 과연 무엇일까?

갈변의 비밀은 사과에 들어있는 페놀(phenol)에 있다. 페놀이 공기 중의 산소와 사과의 효소를 만나면 산화되어 다이퀴논(diquinone)이 된다. 다이퀴논 화합물은 곧 중합반응(polymerization)을 일으켜 갈색의 중합체(polymer)를 이룬다.

갈변을 막기 위해선 사과를 깎은 후 물에 담가둔다. 과육이 산소와 닿지 못해 중합반응(polymerization)의 속도를 늦출 수 있다.

- 중합반응(polymerization) : 둘 이상의 분자가 중합되어 중합체(polymer)를 형성하는 반응.
- 중합체(polymer) : 간단한 분자들이 결합하여 큰 분자물질을 만든 것.
예) 에틸렌의 중합체는 폴리에틸렌.

dCollection @ jeju

설탕 대용물 = 설탕 ?

많은 사람들이 커피를 즐긴다. 일부 사람들은 커피의 쓴맛을 줄이기 위해 커피에 설탕을 첨가한다. 일반적으로 사용하는 천연 설탕(cane sugar) 외에도 부피가 작고 열량이 낮은 설탕 대용물을 첨가하기도 한다.

생각해봅시다.

- 천연 설탕과 설탕 대용물은 어떤 차이가 있을까?

설탕 대용물은 실제로는 인공적으로 합성된 설탕이다. 소화되지도 않고 생체 에너지원으로도 사용되지 않기 때문에 체중조절을 목적으로 하는 사람들이 주로 찾는다. 설탕 대용물 중 설탕보다 550배 단 사카린(saccharin)은 발암 의심 물질로 판명되어 70년대부터 캐나다에서는 수입 금지물품으로 분리 되었다.

아스파틱에시트(aspartic acid)와 페닐알라닌(phenylalanine)이라 불리는 두 아미노산 아스파탐은 설탕보다 160배 더 달다. 아스파탐은 발암 의심 물질로 분류되지 않아 현재 설탕 대용품으로 가장 널리 사용되고 있다.

설탕 대용물은 체중 조절을 원하는 사람들 외에도 ,단 맛을 내면서도 당뇨병을 악화시키지 않기 때문에 당뇨병 환자들에게 애용되고 있다.

용어사전.

- 아미노산(amino acid) : 하나 이상의 아미노기(amino group)와 하나이상의 산(acid group)으로 이루어진 유기화합물. 펩티드 결합(peptide)으로 연결되어 단백질(protein)을 구성.

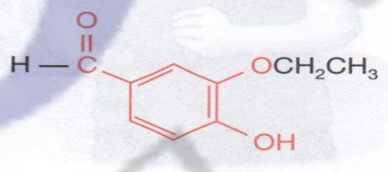
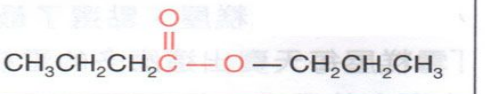
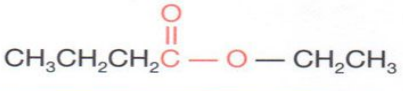
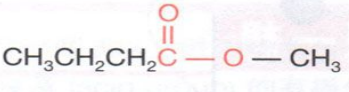
Collection @ jeju

아이스크림의 유혹

더운 여름에 아이스크림은 기분까지 시원하게 해준다. 준혁이는 어느 더운 여름 아이스크림 가게에 들러 제일 좋아하는 후르츠 선데이 아이스크림을 골라들었다. '아이스크림 가게에서 매일매일 팔리는 아이스크림 양이 엄청날 텐데, 그 많은 과일은 다 어디서 오는 걸까?' 준혁은 궁금했다.

- 후르츠 아이스크림은 신선한 과일로 만드는 걸까?

아이스크림 회사에서는 신선한 과일을 사용하지 않고서도 다양한 맛의 후르츠 아이스크림을 만들 수 있다. 왜냐하면 생과일의 맛은 휘발성의 화합물에 의한 것이기 때문이다. 이 방향성의 휘발성 물질은 대부분 에스테르(ester) 화합물로 알카노익 에시드(alkanoic acid)와 알코올(alcohol)을 에스테르화(esterification)시켜 인공적으로 합성하여 만든 것이다. 예를 들어, 에탄올(ethanol)과 부타노익에시드(butanoic acid)를 에스테르화 시키면 파인애플 향을 만들 수 있다.

맛	화합물	화학구조
바닐라	에틸바닐라 (ethyl vanillin)	
럼주	에틸포르메이트 (ethyl formate)	
바나나	프로필부타노에이트 (propyl butanoate)	
파인애플	에틸부타노에이트 (ethyl butanoate)	
사과	메틸부타노에이트 (methyl butanoate)	

dCollection @ jeju

-파인애플 에센스 제작

1. 10㎤의 에탄올(ethanol)과 20㎤의 부타노익에시드(butanoic acid)를 100㎤의 원형 플라스크에 넣고, 진한 황산(concentrated sulfuric acid)을 첨가한 후 한 시간 동안 환류(reflux)시킨다.

2. 한 시간 후, 화합물을 상온에서 식힌 후, 소디움 카보네이트 용액을 첨가하여 부타노익에시드를 중화시킨다. 다시 에스테르를 첨가하여 부타노익에시드, 에탄올을 증류시키면 남은 부타노익에시드, 에탄올이 파인애플 향을 갖게 된다.

- 에스테르화(esterification) : 알코올과 산을 화학 반응시켜 에스테르와 물을 얻는 과정.

dCollection @ jeju

과즙으로 쓴 비밀편지

어느 날, 준혁은 급하게 집으로 돌아와 백지 한 장을 누나에게 내밀었다. “진수가 준 비밀편진데 아무 글자도 안보여. 무슨 비밀을 쓴 건지 누난 알아?” 선영은 잠시 이것저것 생각해 보고는 양초에 불을 붙인 후 종이를 불에 말리기 시작했다. 잠시 후, 비밀 편지에 글자들이 보이기 시작했다. “누나 도대체 어떻게 한거야? 진수는 대체 어떻게 글자를 안보이게 한거야?” 준혁이는 놀라서 물었다.

- 비밀 편지의 글자를 어떻게 숨긴 것일까?

진수는 사실 레몬즙으로 백지에 글을 쓴 것 뿐 이었다. 레몬즙은 화학적으로 무색이다. 하지만 레몬즙에 들어있는 시트르산이 종이의 하이드록시기(hydroxy group)와 만나면 에스테르화(esterification) 반응이 일어나 에스테르(ester)가 된다. 백지의 에스테르화된 부분은 원래 종이부분보다 수소결합이 약해 열을 가했을 때 수분이 쉽게 증발되어 먼저 건조된다. 결국 숨겨있던 글자가 나타나게 되는 것이다.

이밖에도 레몬즙에는 비타민C와 아스코르브산(ascorbic acid)이 풍부하게 들어있다. 이들은 필수 영양소일 뿐 아니라 환원제(reducing agent)의 일종이다. 요오드팅크(tincture of iodine)를 종이에 바르면 요오드팅크의 요오드(iodine)는 곧 비타민C에 의해 요오드화물(iodide)로 환원된다. 레몬즙을 바르지 않은 부분은 보라색의 요오드가 남게 되어 보라색 바탕에 흰 글씨로 쓰인 비밀 글자를 확인할 수 있다.

dCollection @ jeju

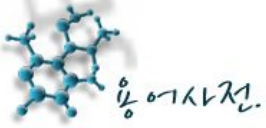
- 비밀편지를 해독해보자.

A. 불을 이용해서 비밀 편지의 글을 나타나게 해보자

1. 먼저 레몬을 잘라 볼에 즙을 낸다.
2. 붓에 레몬즙을 묻혀 종이에 글을 쓴다.
3. 종이의 글자를 잘 말린 후, 불을 이용하여 종이를 말린다.
4. 잠시 후, 종이에 드러나는 글자를 확인한다.

B. 요오드팅크를 이용해 비밀편지의 글을 나타나게 해보자

1. 레몬즙을 이용해서 다시 종이에 글을 쓰고 글자를 잘 말린다. 솜에 요오드팅크를 묻혀 종이에 바른다.
2. 잠시 후, 종이에 드러나는 글자를 확인한다.



- 에스테르화(esterification) : 알코올과 산이 만나 화학반응을 일으켜 에스테르와 물을 만드는 과정.

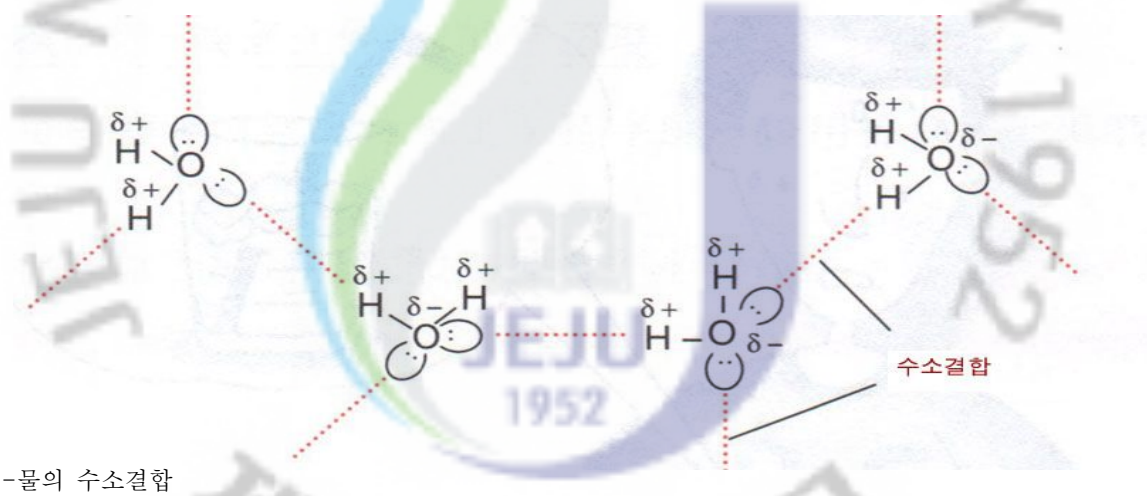
dCollection @ jeju

시원한 음료수의 비밀

한바탕 운동 후에 마시는 시원한 음료는 청량감을 준다. 준혁이는 시원한 음료수를 마시려다 화학시간에 배운 '물질 분자 운동론(Kinetic Theory of Matter)'이 떠올랐다. 대부분의 물질은 응고되면 부피가 감소하고 밀도가 증가한다. 즉, 고체가 액체와 섞이면 밀도가 큰 고체가 가라앉는다. 하지만, 준혁이 손에 들고 있는 컵 속의 얼음은 음료수 위에 떠 있었다. 준혁은 어리둥절해졌다.

생각해봅시다.

- 얼음의 밀도가 물보다 낮아서 물에 뜨는 것일까?



-물의 수소결합

얼음이 물에 뜨는 예외적인 현상은 물의 상태에 따른 구조변화와 밀접한 관계가 있다.

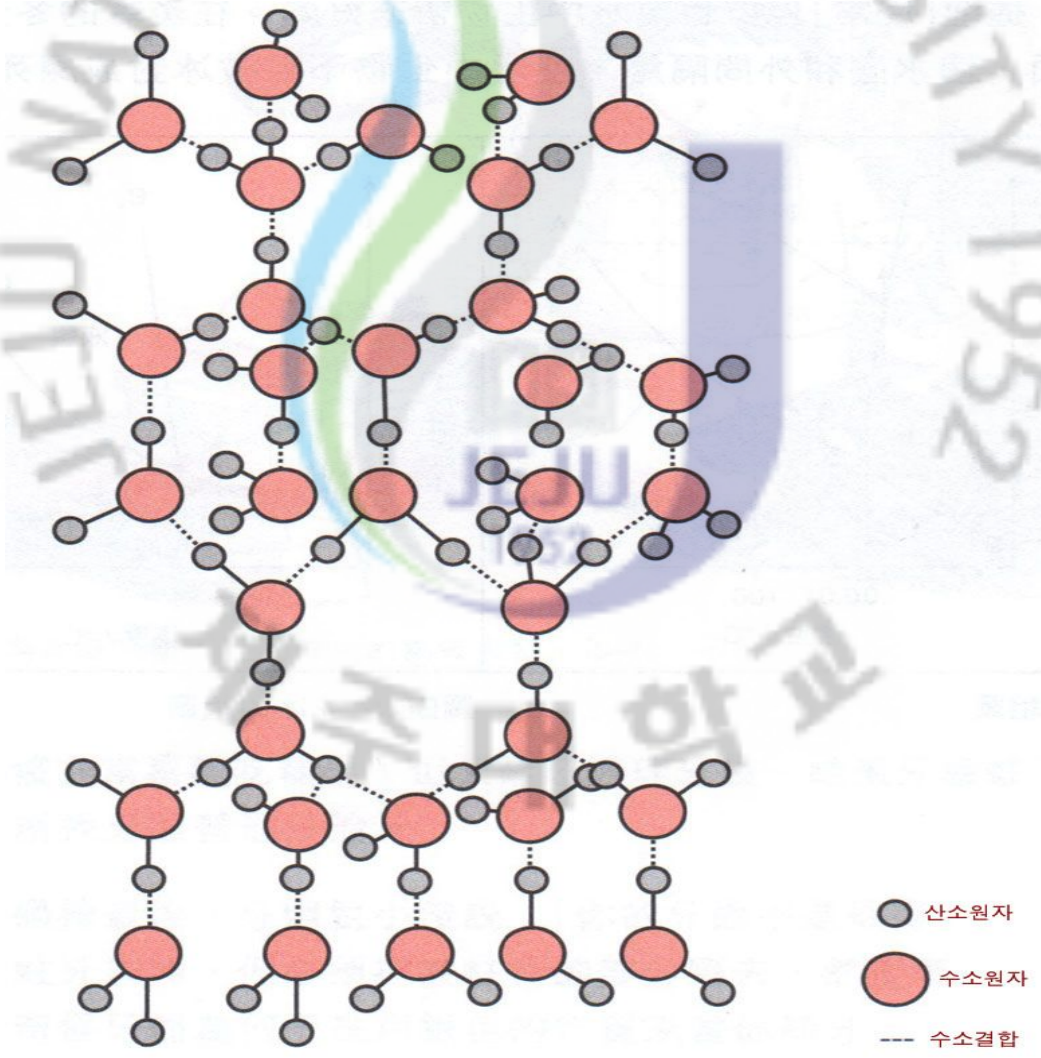
물 분자는 하나의 산소 원자(oxygen atom)와 두 개의 수소 원자(hydrogen atom)가 결합하여 이루어진다. 산소 원자의 전기음성도가 커 산소원자는 음전하(negative charge)를 띠고, 수소 원자는 양전하(positive charge)를 띤다. 액체 상태의 물은 양전하를 띤 수소원자와 이웃한 물 분자의 음전하를 띤 산소 원자

dCollection @ jeju

와 수소결합(hydrogen bond)을 이룬다.

4℃에서 물 분자는 가장 완벽하게 정렬되어 밀도가 최대가 된다. 그러나 0℃에서 물이 얼음으로 응결되기 시작하면 물 분자는 다른 네 개의 물 분자와 육각형의 구조를 형성한다.

고체 상태일 때 물 분자의 수소결합이 잘 이루어져 있긴 하지만 사이사이에 공간이 존재해 0℃~4℃ 일 때 액체상태의 물 분자보다 분자 간 공간이 크다. 결국 얼음의 밀도가 액체상태의 물보다 상대적으로 작아지게 되어 얼음은 물에 뜨게 된다.

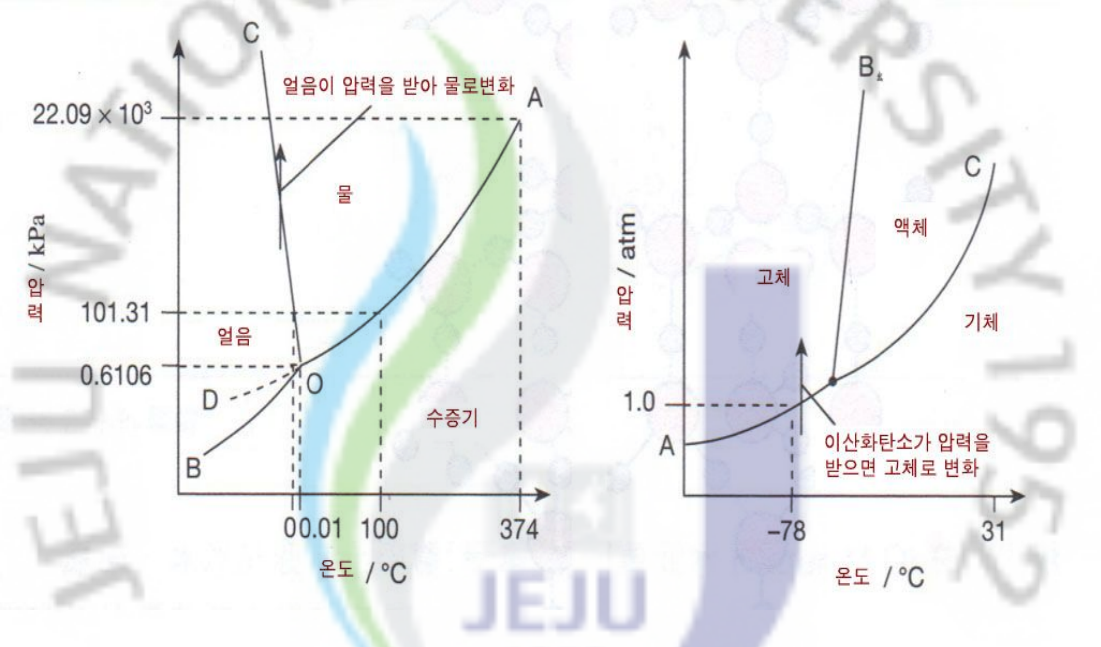


- 얼음의 구조

dCollection @ jeju

아래의 두 상전이(phase diagram)를 보면, 물과 일반적 물질이 압력을 받았을 때 보이는 특징이 다름을 알 수 있다. 물은 압력 변화에 따라 얼음이 물로 변하므로 얼음의 밀도가 물보다 낮다. 이와는 반대로 이산화탄소(carbon dioxide)는 압력 변화에 따라 고체인 드라이아이스(dry ice)로 변한다. 즉 고체 이산화탄소의 밀도가 기체나 액체 이산화탄소보다 높다.

이러한 예외적인 특징 때문에 겨울철에 날씨가 추워지면 표면에 얼음이 생겨 호수 속에 사는 생물이 보호된다.



- 물의 상전이(phase diagram)와 얼음의 상전이(우)

- 수소결합(hydrogen bond) : 물과 같은 극성 화합물간의 결합. 극성분자(polar molecule)인 수소 원자의 양전자가 같은 분자나 다른 분자의 음전자와 결합한 것. 전기음성도가 비교적 큰 산소, 질소, 플루오르의 화합물은 대부분 수소결합을 일으킴.

- 상전이(phase diagram) : 화합물, 혼합물 혹은 용액 중의 각 상(phase)간 평형 관계를 나타낸 표.

dCollection @ jeju

충치를 구하라!

준혁이는 단 것을 좋아하지만 치아관리에는 소홀해, 충치가 생겨 어쩔 수 없이 치과에 가게 되었다.

의사선생님께서는, “충치가 심하게 생긴 것이 아니어서 이를 뽑을 필요는 없어요. 하지만 충치가 생긴 부분을 갈아낸 다음 그 부분을 메워줘야해요.”라고 말씀하셨다. 준혁이는 충치 치료에 쓰인 재료가 익숙한 은색이 아닌 것을 보고 의아했다.

- 과거 충치를 치료할 때 사용했던 은색의 물질은 무엇일까? 왜 지금은 그것을 사용하지 않을까?

과거 치과에서 이용하던 은색의 물질인 아말감은 합금이었다. 이는 여러 가지 금속을 섞어 만든 것으로, 66.7~74.5%의 은(silver), 25.3~27.0%의 주석(tin), 0~6.0%의 구리(copper), 그리고 0~1.9%의 아연(zinc)을 포함한다. 치과 치료용인 아말감은 여기에 1:1의 중량비로 수은을 섞어 사용한다.

$$Ag_3Sn + Hg \rightarrow Ag_2Hg_3 + Sn_8Hg + \text{반응하지 않고 남은 } Ag_3Sn$$

현재는 수은이 흘러나올 수 있는 위험성 때문에 불소함량이 높은 유리분말(glass with high fluoride content)과 알케노익에시드(alkenoic acid)를 혼합해 충치를 치료하고 있다.

치과에서 충치를 치료하는 것 보다 충치를 예방하는 것이 더 중요하다. 단 것의 섭취를 줄이고 아침저녁으로 불소(fluoride)함유 치약으로 양치를 하면 충치예방

dCollection @ jeju

에 도움이 된다. 치아 표면 에나멜(enamel)의 주성분은 수산화인회석인데 불소 함유 치약으로 양치를 하면, 불소화물이 하이드록시기(OH-)를 대체하여 치아를 단단하게 함으로써 충치를 예방한다.

- 합금(alloy) : 둘 이상의 원소를 혼합하여 만든 균일혼합물(homogeneous mixture). 두 원소중 하나는 반드시 금속.

dCollection @ jeju

눅눅해진 감자칩

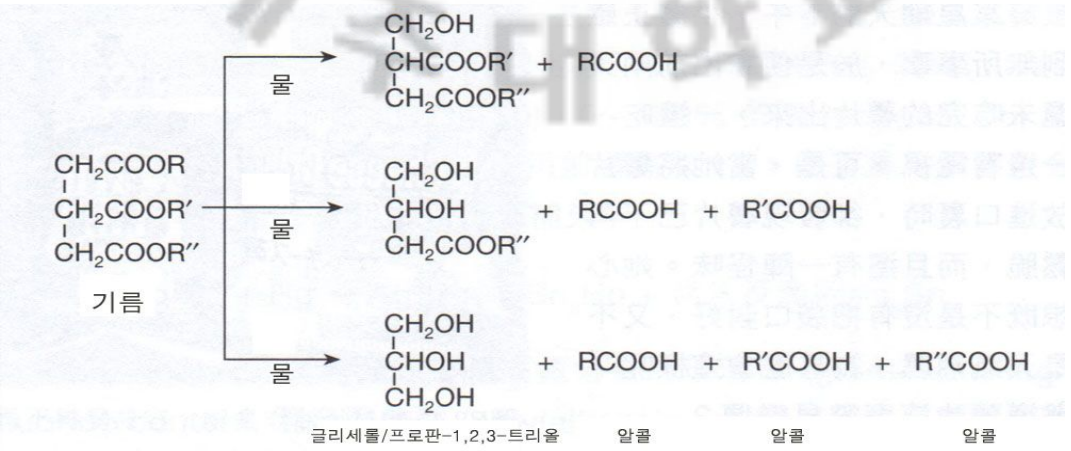
어느 일요일 오후 할 일 없이 빈둥대던 선영은 며칠 전 먹다 남겨둔 감자칩을 꺼내들고 텔레비전을 켰다. 선영이는 텔레비전을 보며 여유롭게 감자칩을 입에 가져가던 중 눅눅하고 이상한 냄새가 나는 감자칩에 얼굴이 찌푸려졌다. '입구도 단단히 봉해 놓았고, 습도가 높지도 않은데 왜 이렇게 눅눅해진 거지? 이 이상한 냄새는 또 뭐야? 감자칩이 원래 이렇게 쉽게 상하나?' 선영이는 투덜거렸다.

- 감자칩을 개봉하고 나면 왜 눅눅해지고 이상한 냄새가 나는 걸까?

식품을 튀길 때 수분이 날아가 바삭바삭한 맛을 갖게 된다. 하지만 포장을 개봉하게 되면 감자칩은 공기 중의 수분을 흡수하게 되어 바삭바삭한 맛을 잃게 되는 것이다.

감자칩을 공기 중에 두면 공기 중의 수분과 기타 미생물들이 기름을 글리세롤 프로판 - 1,2,3 - 트리올(glycerol/ propane -1,2,3-triol)과 알카노익에시드(alkanoic acid)로 분해시킨다. 또한, 산소는 기름을 알데하이드(aldehyde), 케톤(ketone)과 알카노익에시드(alkanoic acid)로 산화(oxidize)시켜 이상한 냄새가 나게 한다. 이런 현상을 산패(rancidity)라 한다.

그래서 기름에 튀긴 식품에는 방습제를 넣어 바삭한 맛을 유지하고, 사용하는



dCollection @ jeju

기름에도 BHA, BHT등의 산화방지제(anti-oxidant)를 첨가한다. 또한 포장에 질소 충전제를 이용하여 산화를 막는 등 여러 방법을 이용하여 산패를 막는다.

-산패(rancidity) : 실온의 공기가 지방을 산화시켜 이상한 냄새가 나게 함.

-산화방지제(anti-oxidant) : 억제제의 일종.

예) 비타민C는 효과적으로 산화반응을 억제함.

dCollection @ jeju

활활 타오르는 불, 대체 얼마나 뜨거운 걸까?

수천 년의 역사를 자랑하는 중국의 음식문화는 각 도시마다 특색 있는 음식 문화를 발전시켰다. 음식의 종류는 셀 수 없이 많지만 조리방법은 지지기, 볶기, 삶기, 튀기기, 끓이기, 데치기를 막론하고, 대부분 불을 필요로 한다. 우리가 매일 먹는 음식의 대부분이 불을 이용한 것이다. 우리는 이러한 불에 대해 얼마나 알고 있을까?

생각해봅시다.

- 불은 어떻게 만들어질까? 다른 물질을 연소시키면 다른 온도의 불이 만들어질까?

불은 연료가 공기 중의 산소와 접촉해 빠르게 연소되며 빛과 뜨거운 열을 만드는 것이다. 연료의 종류에 따라 발생하는 열량도 달라지기 때문에 불꽃(flame)의 온도도 달라진다. 예를 들어, LPG나 LNG 가스가 연소할 때 600℃의 고온이 발생하며, 아세틸렌(ethyne)은 연소 시에는 3000℃까지 올라가기 때문에 용접에 사용할 수 있다. 현재 가장 뜨거운 불꽃을 발생시키는 것으로 알려진 것은 디시아노아세틸렌(carbon subnitride)으로 4987℃(9010°F)에 달한다.

용어사전.

- 불꽃(flame) : 가연성 기체가 연소할 때 열과 빛을 발하는 부분. 겉불꽃, 속불꽃, 불꽃심의 세 층으로 나눌 수 있음. 불꽃심은 산소가 부족해 푸른색을 띠고 불완전 연소되며 환원작용을 할 수 있다. 속불꽃은 밝고 온도가 불꽃심보다 높다. 가장 바깥부분인 겉불꽃은 산소가 충분해 색을 띠지 않고 완전 연소된다. 온도가 가장 높고 산화작용을 할 수 있다.
- 연소(burning) : 물질과 산소가 화학반응을 일으키는 것. 일반적으로 탄화수소 화합물과 산소가 반응하면 이산화탄소와 물이 생성됨.

dCollection @ jeju

밸런타인데이 달걀

밸런타인데이를 앞두고 지애는 같은 반 친구 준수에게 마음을 고백하고 싶었다. 편지로 마음을 전하자니 뭔가 부족한 것 같고 직접 얘기하기엔 용기가 없었다. 오랜 고민 중 선영이는 지애에게 특별한 선물을 할 것을 제안했다. 겉은 보통의 삶은 달걀이지만 껍데기를 벗기면 흰자에 푸른색의 하트가 그려져 있는 달걀을 선물해 마음을 전하라는 것이다.

- 어떻게 껍질을 그대로 두고 흰자에 글이나 그림을 그릴 수 있을까?

달걀 껍데기의 주요 성분은 탄산칼슘(calcium carbonate)으로 아세트산(acetic acid)과 반응하면 분해 작용을 일으킨다. 달걀 껍데기를 아세트산에 용해시키면 소량의 아세트산이 흰자로 스며들어 단백질성분의 흰자가 약산에 의해 분해되어 폴리펩티드(polypeptide)를 형성한다. 이들은 펩티드 결합(peptide linkage)으로 연결되어 구리 이온(copper(II) ion)과 결합하여 푸른색을 띠게 된다.

- 신기한 달걀을 만들어보자.

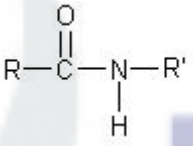
1. 먼저 깨끗한 물로 달걀 껍데기를 깨끗이 씻는다. 다음 소량의 아세트산을 이용하여 달걀 껍데기에 글을 쓴다.
2. 아세트산이 휘발된 후, 달걀을 황산구리 수용액(copper(II) sulphate solution)에 담가 삶는다.

dCollection @ jeju

3.달걀이 식은 후 껍질을 벗기면 푸른색의 글씨를 확인할 수 있다.

주의 : 황산구리 수용액으로 삶은 달걀은 먹으면 안 된다.

- 폴리펩티드(polypeptide) : 펩티드결합이 연결된 아미노산 체인. 단백질보다 분자량이 작다. 합성이 가능하고, 단백질을 수화(hydrolysis) 반응 시켜서도 얻을 수 있음.
- 펩티드결합(peptide linkage) : 한 아미노산 분자의 아미노기와 다른 아미노산 분자의 카르복실기의 결합으로 형성된 결합.



dCollection @ jeju

다도(茶道)속의 화학

일요일을 맞아 준혁이는 할아버지 댁을 찾았다. 할아버지는 착하다며 준혁에게 차를 끓여 주셨다. 할아버지는 뜨거운 물로 차를 우려낸 다음 물을 따라 버리고선 다시 다기에 뜨거운 물을 넣으셨다. 이상하게 느낀 준혁은 할아버지께 여쭈어보았다. "할아버지, 왜 처음 우려낸 차를 마시지 않고 버리세요? 맨 처음 우려낸 차가 더 진하고 맛있을 것 같은데……." 이에 할아버지는 안전을 생각해서 그런다고 말씀하셨다. 안전? 설마 차를 마시는 게 위험한 건가?

- 차를 마시는 데 어떠한 잠재적인 위험이 있을까?

차를 마실 때 실제론 차 뿐 아니라 찻잎에 묻어있는 DDT등의 살충제와 납 등의 중금속을 함께 마시게 된다. 이런 물질들은 영유아 뇌 발육 장애, 간장 기능 장애를 야기하고 심하게는 중독을 일으키기도 한다.

DDT의 분자 구조는 매우 커서 생물체 내에서 분해되지 않고 물에도 녹지 않아 생물체는 몸 밖으로 DDT를 배출시키지 못한다. DDT가 들어있는 음식을 계속 섭취하게 되면 DDT는 계속해서 체내에 축적되어 결국 일정 농도 이상이 되면 생명을 위협한다. 이밖에도 차를 재배할 때 차나무는 납이 들어있는 자동차 배기가스 등 중금속 오염 물질이 존재하는 환경에 노출되기도 한다. 납도 체내에서 완벽히 제거되지 않으므로 만성중독을 야기하기 쉬우며, 고혈압, 뇌출혈, 골 변화 등을 일으키기도 한다.

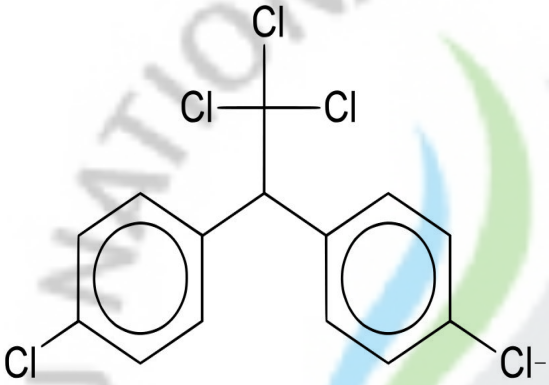
차를 마실 때 건강을 위해서 처음 우려낸 물은 버리는 것이 오염물이나 먼지 등을 줄일 수 있어 좋다. 이 밖에도, 찻잎을 직접 먹거나 튀겨먹는 것은 좋지 않다. 물론 가장 중요한 것은 차를 재배하는 사람들이 자율적으로 농약의 사용량을

dCollection @ jeju

줄이고, 관련 부처에서도 검사를 강화하여 오염된 찻잎을 판매하지 않도록 만드는 것이다.

용어사전.

- DDT : 물에 녹지 않는 무색무취의 물질. 농작물을 헤치는 병충해에 탁월한 살충제.



- DDT의 화학 구조

dCollection @ jeju

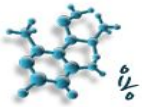
과일산 - 피부에 약? 독?

아름다움의 추구는 사람의 본성이다. 피부 미용의 총아라 불리는 과일산(Alpha & Beta Hydroxyl Acids)은 과일에서 추출된 것으로 화학 성분으로 된 피부 관리 제품을 대체하고 있다. 이는 주로 피부 표면의 각질을 빨리 떨어지게 하여 새로운 피부로 바꿔준다. 또한 피부 유분 밸런스를 맞춰주고 미백 효과도 가진다. 하지만 과일산의 잘못된 사용은 피부에 약이 아닌 독이 될 수도 있다.

- 과일산과 실험실에서 사용하는 산은 어떤 차이점이 있을까?

과일산과 일반적인 산 모두 부식성(corrosive)을 갖고 있어 사용할 때 어느 정도 위험을 갖고 있다. 과일산을 미용목적으로 이용할 때는 시간과 농도(concentration)에 특히 주의를 기울여야 한다. 피부과 의사들은 50%이상의 과일산을 얼굴에 바르고 2분 이상 두면 안 된다고 경고한다. 과일산은 화상의 위험이 있으므로 30초 이내에 관리를 마무리해야 하고 3분을 넘어서는 절대로 안 된다. 고농도의 과일산을 이용하거나 방치 시간이 길어지면 가볍게는 경미한 피부 화상, 심하게는 피부에 세균감염, 고름, 수포, 흉터 등 피부 진피층 손상까지 야기한다.

또한, 과일산이 모든 피부에 적합한 것은 아니기 때문에 피부가 민감한 사람들은 홍조, 수포가 생길수도 있고 피부병이 있는 경우 바이러스성 질병이 피부 전체로 확산될 수 있다. 그러므로 과일산을 사용하기 전에 의사와 상담하는 것이 적절하며 허가를 받은 관리실에서 관리를 받는 것이 좋다.



- 과일산((Alpha & Beta Hydroxyl Acids) : AHA와 BHA의 두 가지로 분류된다. AHA는 사탕수수, 사과, 레몬 등 과일에서 추출한 과일산이다. 주로 볼 수 있는 것은 사탕수수에서 추출한 글리콜산(glycolic acid)이다. BHA는 식물에서 추출한 유기산으로 살리실산(salicylic acid)이 대표적이다.

dCollection @ jeju

썩은 달걀의 악취 - 생화학 무기의 원조

어느 날 준혁이는 외할머니 댁에 청소를 도와드리러 갔다. 주방을 정돈하다 달걀을 선반에서 냉장고로 옮기는 도중 달걀이 깨지면서 고약한 악취가 퍼졌다. 준혁은 그 냄새 때문에 기절할 뻔 했다.

- 달걀이 깨지면서 나온 악취의 정체는 무엇일까? 이 악취는 대체 어떻게 생긴 것일까?

하마터면 준혁을 쓰러뜨릴 뻔했던 것은 달걀노른자 속의 황(sulphur)성분이었다. 달걀이 상하면 노른자에 있던 황이 악취가 심한 황화수소(hydrogen sulphide)로 변한다. 실험실에서 사용하는 화학물질 중에서도 황화수소는 사이안화수소(hydrogen cyanide) 다음으로 유독성을 지닌 가스이다. 공기 중 황화수소 농도가 0.1%이상이 되면 중독을 일으키며 심하면 사망에 이를 수 있다.

이밖에도 황화수소는 퇴적지, 늪지대, 맨홀 및 황을 포함한 물질의 폐기물 등에서도 생성된다. 매년 예기치 못한 황화수소 중독 사건이 발생하므로 산업안전관리공단에서는 노동자들이 맨홀에 들어가 작업할 때, 필히 방독면과 안전장치를 착용하고 안전을 위해 외부에서도 확인하도록 하고 있다.

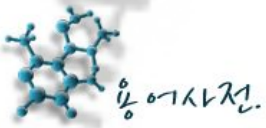
준혁이는 할머니께 음식물은 반드시 냉장고에 보관하여 음식물이 상하거나 예기치 못한 사고가 발생하지 않도록 말씀 드렸다.

dCollection @ jeju

- 특이한 '화학 무기'를 만들어 보자.

1. 1g의 황화제2철(iron sulfide)을 시험관에 넣고 0.1M의 묽은 염산(dilute hydrochloric acid) 1㎤을 넣는다.
2.혼합물을 가열하여 황화수소를 얻는다.

주) 아세트산납(lead(II) acetate) 리트머스 종이를 이용하여 황화수소를 확인할 수 있다. 황화수소가 리트머스 종이에 닿으면 리트머스 종이가 검게 변한다.



- 황화수소(hydrogen sulphide) : 환원제로 사용가능. 일반적인 산화제를 환원시킴.
예) 브롬(bromine), 중크롬산이온(dichromate) 등.

dCollection @ jeju

생명을 위협하는 장난감, 본드풍선

준혁이는 친구 진수에게 새로 나온 신기한 장난감인 본드풍선을 빌려왔다. 준혁이는 스트로의 한쪽 끝에 본드풍선을 붙이고 반대쪽을 입에 물고 살살 불기 시작하자 형형색색의 얇고 동그란 방울이 피어올랐다. 본드풍선은 합성수지, 색소, 유기용매로 이루어져 있다. 본드풍선이 방울을 만들 때 유기용매가 휘발되면서 막의 면적이 넓어진다. 이때 휘발된 유기용매가 빠르게 공기 중으로 확산되면서 합성수지는 용매가 부족하게 되어 비눗방울이 굳어진 형태를 띠게 되는 것이다. 하지만 준혁이는 본드풍선이 생명을 위협할 수도 있다는 사실은 꿈에도 생각지 못했다.

- 본드풍선의 용매는 무엇인가? 왜 위험할까?

본드풍선을 불 때 비눗방울의 유기용매가 빠르게 휘발되면서 흡입하게 될 수 있다. 특히 통풍이 잘 되지 않는 곳에서 본드풍선을 불게 되면 과량의 유기용매가 흡입될 위험이 있다. 소비자 단체의 관련 보고에 따르면 일부 업체에서 생산된 본드풍선의 벤젠(benzene) 함량이 기준치보다 6배나 더 높아 어린이의 건강에 치명적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려졌다.

dCollection @ jeju

유기용매	공기 중 허용최고치(ppm)	치사량50% 복용량(㎖/kg)[1]	독성
아세톤 (acetone)	1000	10.7	장기간 노출될 경우 피부 건조 및 발적을 일으킴. 과량 노출될 경우 두통, 피로, 기관지염을 일으킴.
벤젠 (benzene)	10	3.8	과량 노출될 경우 정신 착란, 경련을 일으킴. 다량 노출될 경우 호흡기 경련으로 인해 사망에 이를 수 있음. 장기간 노출될 경우 암을 유발.
자일렌 (xylene)	100	7.7	과량 노출될 경우 어지러움, 두통, 정신 혼미. 다량 노출될 경우 호흡기 경련으로 인해 사망에 이를 수 있음.

- 용매(solvent) : 용질을 녹이는 액체. 물외에도 여러 가지 용매가 있음. 일상생활에서 매니큐어를 지울 때 사용하는 아세톤, 신나를 우루시올(urushiol)에 희석시킨 것, 드라이클리닝 세제 수정액 등으로 이용하는 1,1,1- 트리클로로에탄.

1) 치사량50% 복용량은 동물 실험시 치사량 50%에 이르게 하는 복용량을 지칭. 숫자가 작을수록 독성이 강하다.

dCollection @ jeju

즉석 발열 도시락

매일 아침 선영이 엄마는 점심을 보온 도시락에 싸주신다. 보온도시락은 기본적인 보온 기능은 갖고 있지만 오후가 되면 약간 식는 것은 어쩔 수 없다. 특히 날씨가 추워질수록 보온도시락 속의 음식은 더 빨리 식게 된다.

- 전자레인지를 이용하지 않고 음식을 빠르게 데우는 방법은 없을까?

가정에서 음식물을 데우는 데는 전자레인지가 가장 널리 사용된다. 하지만 학생 편의시설로 전자레인지를 설치하는 중학교는 없기 때문에 따끈따끈한 점심을 먹기 위해 가장 좋은 방법은 즉석 발열 도시락을 이용하는 것이다.

즉석 가열 도시락 용기의 가장 아랫부분에는 마그네슘(magnesium)과 철(iron)의 합금분말과 고밀도 폴리에틸렌(high density polythene) 혼합물이 채워져 있다. 아랫부분의 두꺼운 커버를 제거하면 물이 마그네슘과 반응하여 수산화마그네슘(magnesium hydroxide), 수소(hydrogen)와 함께 열이 발생한다. 이 열로 음식물을 데우게 되는 것이다.

마그네슘이 물과 반응하여 생성된 수산화마그네슘이 물에 녹지 않고 마그네슘이 물과 반응하는 것을 막기 때문에 도시락 용기에 염을 첨가한다. 염소이온(chloride ion)이 생성된 수산화마그네슘 층을 파괴하여주기 때문이다. 철은 촉매작용을 해서 마그네슘과 물의 반응이 빠르게 일어나게 해준다.

급속 가열 도시락이 15분 정도의 짧은 시간에 음식물 온도를 20℃에서 60℃로 올릴 수 있지만 재사용이 불가능해 현재는 전투식량으로만 주로 사용되고 있다.

dCollection @ jeju

용어사전.

- 촉매(catalyst)

화학 반응의 활성화 에너지(activation)를 낮춰 반응속도를 빠르게 해줌. 반응 후에도 변하지 않음.

dCollection @ jeju

우유로 만든 풀

음력 1월 1일이 되면 집집마다 대청소를 하며 지난해에 걸어둔 춘련(春聯)을 떼어내고 새 춘련(春聯)을 건다. 준혁이는 춘련(春聯)을 붙이기 위해 접착테이프를 찾았지만 다 써버리고 없었다.

- 만약 여러분이 준혁이와 같은 상황이라면 접착테이프 없이 어떻게 춘련(春聯)을 붙일까?

접착테이프 뿐 아니라 풀도 찾지 못한 준혁이는 어쩔 수 없이 아버지께 접착테이프를 사야겠다고 말씀드렸다. 아버지는 돈을 주시면서 “내가 어렸을 때 풀이나 테이프가 없어 녹말가루에 물을 넣고 끓여서 풀을 만들어 썼단다.”하고 말씀하셨다.

선영이 누나도 “우유로도 풀을 만들 수 있어. 우유엔 카제인(casein)이라 불리는 단백질이 있어서 산성 환경에서 가열하면 응고(coagulation)작용을 일으켜 접착성을 지닌 중합체(polymer)를 만드는데 이게 풀이야.”하고 말했다.

하지만 준혁이는 시간을 들여 복잡하게 풀을 만드는 것 보다 사오는 것이 훨씬 이익이라고 생각되었다.

dCollection @ jeju

- 우유로 풀을 만들어보자.

1. 탈지분유 125㎤를 250㎤의 가열 용기에 넣고 25㎤의 식초를 넣고 작은 덩어리가 생길 때 까지 천천히 가열한다.

2.불을 끄고 저으면서 식힌다.

3.약 5~10분 후 덩어리를 거름방법으로 걸러낸다.

4.종이 타월로 덩어리의 수분을 제거한 후 가열 용기에 넣고 물 15㎤와 탄산수소나트륨(sodium hydrogen carbonate) 반 티스푼을 넣어 남아있는 산을 중화시키면 풀이 완성된다.

- 카제인(casein) : 우유 단백질. 산에 용해됨.

- 응집(coagulation) : 분산되어있던 접착성이 있는 분자가 침전되거나 분출되는 작용

- 중합체(polymer) : 간단한 분자로 구성된 분자량이 큰 물질. 예) 에틸렌의 중합체는 폴리에틸렌.

dCollection @ jeju

우리집표 pH 지시약

가게마다 각양각색의 여러 가지 음료가 넘쳐나지만 음료에 대한 이해는 부족한 편이다. 음료의 성분을 알고 싶으면 성분표시를 참고하면 된다. 혈액의 pH(pH=7.4)와 성분 표시에 표기된 pH(pH value)가 유사한 음료는 정말 혈액의 pH와 같은 것일까?

- pH미터를 이용하는 것 외에 어떻게 음료의 pH를 알아볼 수 있을까?

pH를 확인하는 가장 좋은 방법은 당연히 만능지시약(universal indicator)이나 pH미터(pH meter)를 사용해 측정하는 것이다. 하지만 우리는 우리 주변의 화초나 채소 추출액을 지시약으로 사용할 수 있다. 이들은 여러 색소를 지니는데 이는 산도에 매우 민감하여 다른 pH범위에서 다른 색상을 띠기 때문이다.

화초/채소	글라디올러스	데이지	붉은 양배추
산성	붉은색	검은색	붉은색
염기성	녹색	노란색	푸른색

- 붉은 양배추 pH 지시약 만들기

1. 붉은 양배추 4~5잎을 100㎤의 끓는 물에 넣는다.
2. 4~5분 정도 가열하여 물이 푸른색이나 녹색으로 변하면 불을 끈다.
3. 물이 식으면 pH 지시약으로 사용할 수 있다.

dCollection @ jeju

- 산도(pH value) : pH는 -log[H^+]의 약자이다. [H^+]는 수소이온의 농도를 나타낸다.

dCollection @ jeju

유티아오[2]에 숨겨진 화학

많은 중국인들은 죽을 먹을 때 유티아오를 함께 먹는다. 유티아오는 무엇으로 어떻게 만드는 것일까?

생각해봅시다.

- 유티아오를 튀길 때 순식간에 부풀어 오르는 이유는 무엇일까?

유티아오 반죽에는 소량의 효모(yeast)와 소다(soda)라고 흔히 불리는 탄산나트륨(sodium carbonate), 또 백반이라고도 부르는 황산알루미늄(aluminium sulphate)이 들어간다.

밀가루를 반죽할 때 탄산나트륨과 반죽의 수분이 섞여 수산화나트륨(sodium hydroxide)과 탄산수소나트륨(sodium hydrogencarbonate)이 생성되는 반응이 일어난다.

수산화나트륨은 부식성이 있는 강염기여서 과량 섭취할 경우 몸에 좋지 않지만, 백반이 수산화나트륨을 중화시켜 황산나트륨(sodium sulphate)과 반죽의 탄력을 높여주는 수산화알루미늄(aluminium hydroxide)이 된다.

또한 길게 반죽해서 튀김기에 넣는다. 탄산수소나트륨이 높은 온도에 닿으면 탄산나트륨, 물(water), 이산화탄소(carbon dioxide)로 열분해(thermal decomposition)되어 연속적으로 이산화탄소를 발생시키므로 순식간에 반죽이 부풀어 오르게 된다.

역주) 밀가루 반죽을 발효시켜 길이 30센티 정도의 길쭉한 모양으로 만들어 기름에 튀긴 바삭바삭한 식품. 주로 아침 식사로 먹음

Collection @ jeju

탄산수소나트륨 외에 몇몇 탄산염(carbonate)들도 높은 온도에서 열분해되어 이산화탄소와 산화물(oxide)을 생성한다.

탄산염	열분해 온도
탄산리튬	700℃
탄산나트륨	열분해되지 않음
탄산칼륨	열분해되지 않음
탄산베릴륨	약 100℃
탄산마그네슘	550℃
탄산칼슘	900℃

- 여러 탄산염의 열분해 온도

- 열분해(thermal decomposition) : 비가역적 반응으로, 분자가 열을 받아 몇 개의 작은 분자로 분해되는 과정.

dCollection @ jeju

치아를 보호하자.

어느 날 준혁이는 껌을 씹으면서 텔레비전 소리에 귀를 기울이고 있었다. 마침 광고에서 '식사 후에 껌을 씹으면 충치 예방에 도움이 됩니다.'하는 멘트가 흘러 나왔다.

- 충치는 왜 생길까? 껌을 씹는 것이 정말 충치 예방에 도움이 될까?

치아는 95%의 에나멜 - 칼슘 하이드록시아파타이트(calcium hydroxyapatite)로 구성되어 매우 견고하고 병균에 강하다. 하지만 식사를 할 때 입속의 세균들이 음식 속의 당과 녹말을 분해시키고 젖산(lactic acid)등을 분비해 산성 환경을 만든다. 산과 치아 표면의 에나멜이 중화반응(neutralization)을 일으키면 에나멜 표면이 손상되어 충치가 생긴다.

위와 같은 이유로 식사 시 입속의 pH가 낮아지고, 세균도 음식물속의 녹말을 더욱 축적시켜 입속에서 산이 15~20분 동안 계속해서 방출되어 에나멜을 손상시킨다.

하지만 인체는 입속의 산도를 자동적으로 조절하는 시스템을 갖고 있어 침의 성분인 탄산수소이온이 산성의 pH를 중화시켜 1~2시간이면 정상적인 pH로 돌아오게 한다.

이밖에 우리는 어떻게 pH를 빠르게 정상 수준으로 조절할 수 있을까? 올바른 양치가 가장 좋은 방법이지만 바쁜 도시인에게 음식물을 먹을 때 마다 양치를 하는 것은 어려운 일이다. 그래서 무설탕 껌을 씹는 것이 좋은 대안이 될 수 있다. 계속해서 껌을 씹게 되면 침 분비량이 정상의 10배로 늘어나고 농도도 함께

dCollection @ jeju

증가한다. 결과적으로 입속의 산도를 정상 수준으로 회복시키는 속도를 빠르게 해준다. 또한 침에는 칼슘이온과 인산이온이 포함되어 있어 손상된 에나멜 표면을 보충해줄 수 있다. 게다가 일부 업체에서는 설탕(sucrose) 대신 껌에 자일리톨(xylitol)을 첨가해 분해속도를 늦춰 다량의 산이 방출되어 치아 에나멜을 손상시키는 것을 억제해준다.

물론 껌이 올바른 양치와 정기적 치과 검진을 대신할 수는 없다.

용어사전.

- 중화작용(neutralization) : 산과 염기가 반응하여 염과 물을 생성하는 과정.

dCollection @ jeju

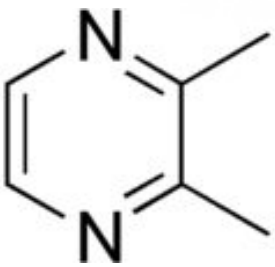
금색의 빵

기원전 2600년경, 한 이집트 상인이 케이크를 굽고 있는데 갑자기 불이 꺼져버렸다. 상인이 무슨 일인지 어리둥절해 하는 동안 케이크는 따뜻한 곳에서 하루 동안 방치되었고 다음날 전날 두었던 케이크가 더 부드럽고 향기로워 진 것을 발견하였다. 빵은 이렇게 예기치 않게 만들어졌다.

- 빵을 구울 때 왜 빵의 겉 부분이 금색으로 변하는 걸까? 신선한 빵의 향이 가장 짙은 이유는 무엇일까?

빵을 구울 때 탄수화물은 아미노산(amino acid)과 축합반응(condensation reaction)을 일으켜 새로운 화합물을 생성시킨다. 그중 비교적 큰 분자가 바로 빵의 표면을 금색으로 만드는 원인이다.

또한, 축합 과정 중 생성된 '2,3,5,6-테트라메틸피라진(2,3,5,6-tetramethylpyrazine)'이 바로 빵에서 향긋한 냄새가 나게 한다. 빵이 신선하고 따뜻할 때 열이 위의 분자를 증발시켜 기체로 만들어 향긋한 냄새가 사방으로 퍼져 사람들을 유혹한다.



- '2,3,5,6-테트라메틸피라진(2,3,5,6-tetramethylpyrazine)'의 화학구조

dCollection @ jeju

위의 반응은 빵을 구울 때 뿐 아니라 맥주를 만들 때, 커피콩을 볶을 때도 일어나 유사한 반응과 현상이 나타난다.

- 축합 반응(condensation reaction) : 두 개의 분자가 결합하여 비교적 큰 하나의 분자로 되는 반응. 이 과정 중 물과 같은 비교적 작은 하나의 분자가 빠짐.

dCollection @ jeju

합성수지로 만든 간식

합성수지는 매우 다양한 곳에 사용된다. 슈퍼에서 물건을 살 때 사용하는 비닐봉투, 탄산음료를 담는 플라스틱 용기, 패스트푸드점에서 사용하는 일회용 용기까지 매우 다양하다. 하지만 합성수지가 일반적인 생활에만 쓰이는 것이 아니라 평소 우리가 씹는 풍선껌도 사실은 이 합성수지로 만든 것이다.

- 풍선껌은 어떤 합성수지로 만드는 것일까?

과거 풍선껌은 주로 나무에서 추출한 천연 고무(natural latex)로 만들었다. 현재는 합성중합체인 'SBR'로 만든다. 'SBR'은 스타이렌(styrene)과 부타다이엔(butadiene)으로 구성된다.

중합체 분자의 길이는 풍선껌의 특징에 영향을 준다. 짧은 분자 결합은 풍선껌을 부드럽게 해주고, 긴 분자 결합은 탄력을 준다. 이론적으로 중합체만 충분하다면 풍선껌으로 불 수 있는 풍선의 크기는 무한하다. 하지만 색상, 맛, 씹는 느낌을 더하기 위해 제조사들이 색소(colouring), 감미료(sweetener), 향신료(flavoring), 연화제(emulsifer) 등 여러 첨가제를 첨가하기 때문에 풍선의 크기가 제한된다.

현재 기네스북에 기록된 풍선껌으로 분 최대 풍선의 직경은 58.4m이다. 혹시 다음에 풍선껌을 씹게 되면 이 기록에 한번 도전해 보는 건 어떨까?

- 색소(colouring) : 식품의 외관을 더욱 맛있게 보이게 함.

dCollection @ jeju

- 감미료(sweetener) : 설탕을 대신해 단맛을 냄.
- 향신료(flavoring) : 껌에 천연 식품의 향미를 더해줌.
- 연화제(emulsifer) : 껌에 들어있는 서로 섞이지 않는 수용성의 당분, 색소와 불용성의 합성수지를 잘 섞이도록 도와줌.

dCollection @ jeju

Living accessories & Environment

사회 발전과 함께 주거환경에 대한 욕구도 높아졌다. 넓고 편안한 집 외에도 아름다운 주거환경을 원한다.

고객의 요청에 맞춘 여러 가지 다양한 생활용품들은 우리의 생활을 더 편리하고 안전하게 만들어 준다. 수많은 생활 용품 중 일부 제품들은 간단한 화학 원리를 토대로 만든 것이다. 예를 들어, 불투명유리를 만드는 방법, 화재경보기의 작동 원리, 화재에 강한 소파 등 모두 화학 지식을 응용해 만들어 진 것이다.

이 장에서는 독자 여러분이 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 실례를 통해 가정에 숨어있는 화학 원리를 찾아보길 바란다. 또한 이런 원리들이 우리의 생활환경과 생활수준을 어떻게 개선시켰는지 확인해보길 바란다.

dCollection @ jeju

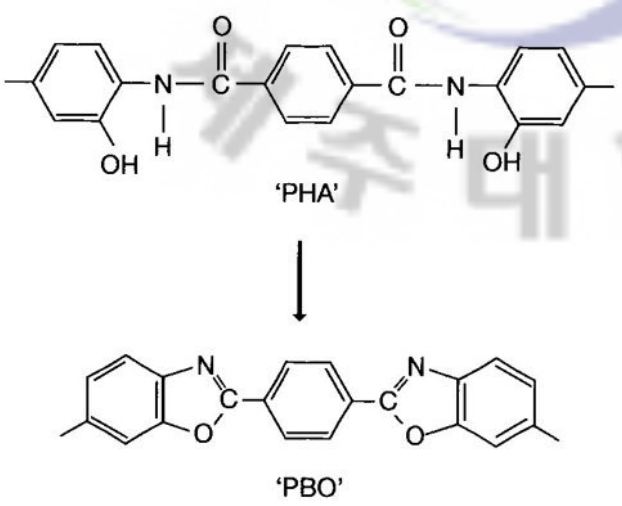
화재에 안전한 소파

편안한 소파는 이제 필수 가구로 자리 잡았지만 그 속엔 수많은 위험 요소가 숨겨져 있다.

- 가정에 있는 소파가 안전하다고 생각하는가?

현재 대다수의 소파와 매트리스는 스프링 대신 가볍고 편리한 합성수지, 특히 폴리우레탄(polyurethane)이라 불리는 물질로 만든다. 합성수지는 가볍고 편리하긴 하지만 화재가 발생하면 순식간에 대량의 유독 가스와 연기를 발생시키기 때문에 사람의 목숨을 위협할 수 있다.

합성수지 중 PHA라 불리는 방화재는 위와 같은 문제를 일으키지 않는다. PHA는 연소되면 180~200℃의 온도에서 PBO라 불리는 다른 물질로 분해된다. PBO는 600℃ 이상의 온도에서 분해되기 때문에 PBO가 연소 시간을 지연시켜 화재가 났을 때 충분히 대피할 수 있도록 해준다.



- PHA가 열을 받으면 PBO로 변한다.

dCollection @ jeju

- 폴리우레탄(polyurethane) : 알코올기와 아이소사이안산기의 결합으로 만들어진 우레탄결합으로 결합된 고분자 화합물의 총칭.

dCollection @ jeju

시간은 금이다. 시간은 어떻게 측정하는 것일까?

'시간은 금이다.'라는 말이 있다. 이는 시간의 중요성을 강조한 것이다. 하지만 어떻게 해야 시간을 정확하게 측정할 수 있는 것일까? 우리가 사용하는 시계가 정확할까?

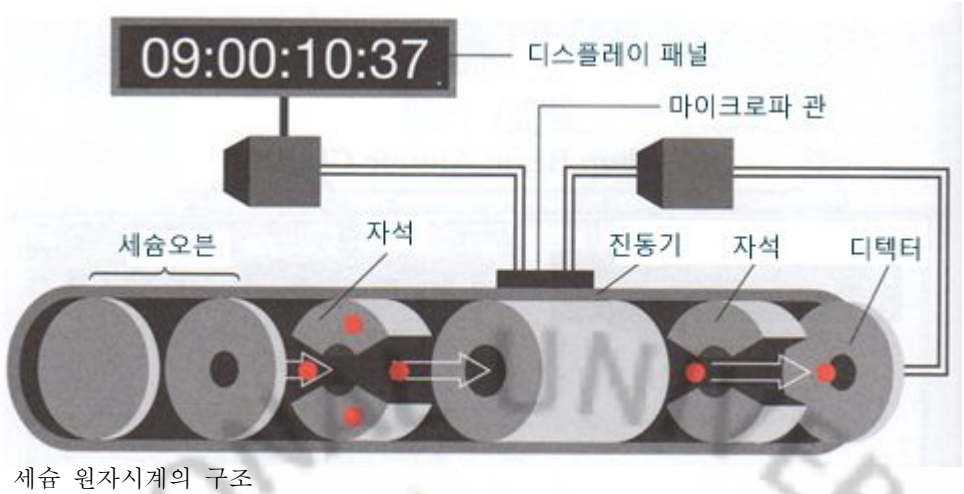
- 절대적으로 정확한 시계가 세상에 존재할까?

과거 사람들은 해시계, 모래시계와 같은 여러 가지 도구를 이용해서 시간을 측정했다. 하지만 정확도는 그다지 높지 못했다. 이후 사람들은 시계추를 이용해서 정확하게 시간을 측정하기 시작했고 시간의 단위도 시간, 분, 초로 세밀해졌다. 하지만 부품고장이 시간 오차를 야기했다.

사람들은 정확도가 매우 높은 세슘 원자시계(Cesium Beam Atomic Clock)를 발명했다. 세슘 133 원자의 전자파 방사주기가 매우 안정하기 때문에 정확도가 매우 높다. 초당 9192631770회의 진동주기를 갖는다.

세슘 원자시계의 세슘 오븐에서 세슘은 액체 상태에서 기체 상태로 증발하는데, 이때 증발 된 기체 상태의 세슘이 마이크로파 관(microwave cavity)을 통과한다. 마이크로파관은 세슘이 공명(resonance)할 때의 파장과 같은 파장의 마이크로파(9192631770Hz)만을 통과시킨다. 디텍터가 통과한 세슘을 감지하면 이 진동수(frequency)를 초를 재는 기준으로 한다.

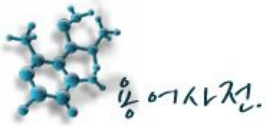
dCollection @ jeju



- 세슘 원자시계의 구조

현재 홍콩 천문대의 세슘 원자시계는 매일 백만 분의 1초 내의 오차만을 갖는 정확도를 보인다.

다음에 친구와 약속을 하게 되면 천문대의 세슘 원자시계를 기준으로 해서 약속을 정해 1초의 오차도 없이 만나 보는 건 어떨까?



- 세슘 원자시계(cesium beam atomic clock) : 세슘 원자 진동수를 이용해서 시간을 측정하는 원자시계.

dCollection @ jeju

'SPF' 자외선 차단 지수

홍콩의 여름은 매우 더울 뿐 아니라 햇볕도 따갑고 자외선 지수(ultra-violet radiation)도 매우 높다. 많은 여성들은 외출할 때 피부가 상하거나 그을리는 것을 막기 위해 자외선 차단 제품을 바른다.

햇빛에는 눈에 보이는 가시광선 외에도 눈에 보이지 않는 자외선이 존재한다. 현재 기상청에서는 매 시간마다 자외선 지수를 발표하여 시민들이 대비할 수 있도록 하고 있다.

자외선 지수	노출 지수	피부 손상
0-2	낮음	없음
3-4	중간	거의 없음
5-6	높음	20-30분 노출 시, 피부가 붉어지기 시작
7-8	비교적 높음	13-20분 노출 시, 피부가 붉어지기 시작
>9	매우 높음	13분 이내 노출 시, 피부가 붉어지기 시작

- 자외선 지수

- 자외선 차단제품은 어떻게 자외선을 차단하는 것일까?

자외선 차단 제품은 자외선을 흡수할 수 있는 제품들이다. 일반적으로 모두 SPF라는 자외선 차단 지수를 표기하고 있는 데 SPF는 자외선을 차단할 수 있는 정도를 나타낸 것이다. 일광차단지수(Sun Protection Factor, SPF)는 자외선 차단제를 피부에 발랐을 때 피부가 자외선을 막을 수 있는 시간을 나타낸다. 예를 들어 피부는 강하게 내리쬐는 태양 아래서 10분만 있으면 자극을 받아 붉어지기

dCollection @ jeju

시작하지만 'SPF 15'의 자외선 차단제를 바르면 붉어지기 시작하는 시간을 150분으로 늘릴 수 있다. 결국 자외선 차단 지수가 높을수록 자외선 차단 시간이 길어지는 것이다. 그러므로 자외선 차단 제품을 선택할 때 자외선 노출 시간을 잘 고려해서 적당한 지수의 제품을 구입하는 것이 바람직하다.

SPF지수	차단시간	자외선 여과율
2	20	50%
8	80	87.5%
15	150	93.3%
30	300	96.7%

- SPF지수, 차단시간, 자외선 여과율

미용에 관심이 있는 사람들만이 자외선 차단제를 필요로 하는 것이 아니라 장시간 밖에서 일을 하거나 운동을 할 때도 피부 손상 방지를 위해서 자외선 차단제를 바르는 것이 좋다.

- 자외선(ultra-violet radiation) : 4~400nm 파장대의 전자기파.
- 일광차단지수(Sun Protection Factor, SPF) : 미국 표준 자외선차단 지수. 자외선 차단 효과는 SPF ×10분

dCollection @ jeju

순간접착제는 얼마나 '강력'할까?

연말이 되면 집집마다 새해맞이 대청소를 한다. 평소 집안일을 거의 하지 않던 선영이도 새해맞이 방 대청소를 하기로 했다. 하지만 아차 하는 순간, 대학가요제에서 받은 트로피를 떨어뜨려 깨뜨리고 말았다. 선영이는 트로피를 원래대로 고쳐놓고 싶어 순간접착제로 조각을 하나하나 붙여나갔다. 트로피가 결국 원래 모양을 되찾긴 했지만, 순간접착제를 이용해서 붙인 것이 가장 좋은 방법이었을까?

- 순간접착제는 부서진 물건을 어떻게 다시 붙일 수 있는 것일까?

에폭시본드, 순간접착제, 일반적으로 가장 많이 사용하는 풀 모두 점성을 지닌 화합물로 만든 것이다. 하지만 접착제의 원리와 작용은 각각 다르다.

가장 널리 사용되는 풀은 폴리비닐아세테이트(poly vinyl acetate) 화합물을 휘발성이 좋은 용매(volatile solvent)에 섞어 만든 것이다. 풀로 종이를 붙인 뒤 2~3분이 지나면 용매가 휘발되어 종이가 붙는 것이다.

빨리 마르는 순간접착제는 시아노아크릴레이트(cyano acrylate)라 불리는 단위체이다. 순간접착제를 짜는 순간 공기 중의 수분이 단위체와 첨가중합반응(addition polymerization)을 일으켜 접착성이 강한 중합체를 형성한다. 그러나 순간접착제의 접착성은 에폭시본드보다는 약해 주로 플라스틱 제품을 붙일 때 사용한다.

dCollection @ jeju

혼합 방식으로 사용하는 에폭시본드는 에폭시 레진 화합물이다. 혼합한 후 본드는 매우 강한 접착력으로 금속도 붙일 수 있어 '만능본드' 라고도 불린다.

선영이가 순간접착제를 사용하여 트로피를 붙인 것은 결국 임기응변에 지나지 않은 것이었다. 확실하게 트로피를 붙이고 싶으면 에폭시본드를 사용해야 할 것이다.

- 단위체(monomer) : 간단한 분자. 유사한 분자나, 다른 분자와 결합해 중합체를 이룬다. 중합체는 반복된 구조 단위를 갖는다.
- 첨가중합반응(addition polymerization) : 포화되지 않은 단위체 분자가 첨가반응을 통해 중합체를 만드는 과정.

dCollection @ jeju

플라스틱 쓰레기 - 넌 어디 소속이니?

홍콩 정부는 올해 대대적으로 쓰레기 재활용의 중요성을 강조했다. 이에 여러 주택단지에서는 종이, 알루미늄 캔, 플라스틱 음료용기 재활용 쓰레기 수거함을 설치했다. 여러분은 다양한 종류의 플라스틱 쓰레기를 플라스틱 음료용기에 담아도 된다고 생각하는가?

- 플라스틱 음료용기와 다양한 종류의 플라스틱 제품은 같은 원료로 만들어 진 것일까?

슈퍼마켓에서 사용하는 비닐봉투, 포장용 플라스틱 봉투, 플라스틱 음료용기는 모두 다른 원료로 만든 것이다. 바꿔 말하면 모두 '플라스틱' 이라 불리지만 플라스틱의 종류는 매우 다양하다. 플라스틱 제품에는 식별을 용이하게 하기 위해 일정한 표시를 해서 어떤 플라스틱 소재로 만들었는지 알 수 있게 한다. 결과적으로 수거 시 분리가 편하다.

식별 표시된 플라스틱 제품은 융해시켜 재활용 할 수 있어 자원 낭비와 환경오염을 막는다. 또한, 식별 표시가 없는 플라스틱 제품은 열분해(pyrolysis)시켜 에틸렌, 메탄 등 유용한 물질을 얻는다.

플라스틱 제품을 사용할 때 한번 식별 표시가 있는지 주의 깊게 살펴보라. 어떤 원료로 만들었는지 알 수 있을 것이다.

- 열분해(pyrolysis) : 복잡한 분자를 가열하여 간단한 분자로 만드는 것.

dCollection @ jeju

유리를 어떻게 불투명유리로 만들까?

생활 속에서 유리로 된 제품을 쉽게 볼 수 있다. 컵, 전구, 장식품, 병풍 등 유리 제품을 재가공해 만든 불투명 유리 제품도 다양하다.

- 유리로 어떻게 불투명 효과를 내는 것일까?

불투명유리의 표면이 모래로 문지른 것 같이 보이지만 모래로 문질러 만들지는 않는다. 불투명유리는 고농도 플루오르화수소(hydrofluoric acid)로 유리 표면을 부식시켜 만든다. 유리 부조도 매우 간단하다. 유리 표면 중 불투명하게 만들고 싶은 부분에 밑그림을 그린 후 왁스를 이용해 그림을 제외한 나머지 부분을 채운다. 고농도의 플루오르화수소를 유리 표면에 바르고 잠시 후 물로 씻어낸 다음 왁스를 제거한다. 이렇게 하면 여러 가지 모양의 불투명 유리 작품을 만들 수 있다.

이러한 방식은 장식품, 전구를 만드는 것 외에도, 실험실에서 쓰는 시약병(reagent bottle) 의 불투명한 글자를 만드는 데도 사용된다. 혹시 다음에 실험실에 가게 되면 이런 방식으로 만들어진 시약병 위의 글자를 확인해보면 어떨까?

- 플루오린화수소산(hydrofluoric acid) : 플루오르화수소 수용액. 연기를 내는 무색의 독성 액체. 강한 부식성을 가져 규소를 함유한 물질을 침식시킬 수 있음.

dCollection @ jeju

색변화 체온계

어느 날 선영이는 머리가 어지럽고 열이 나는 것을 느껴 체온계를 찾아 체온을 쟀다. 잠시 방심한 순간 체온계를 깨뜨려 유독성 수은(mercury)이 바닥에 쏟아졌다.

- 선영이는 사방에 튄 수은을 어떻게 처리해야 할까?

선영이는 곧 수은을 상온에 두면 약간이지만 증발한다는 것을 떠올렸다. 기체상태의 수은은 호흡계를 통해 인체로 들어가 중독을 일으킨다. 수은 중독은 소화계와 신경계를 손상시키고 구강 점막 궤양, 위·식도 통증, 구토, 설사, 기억력 감퇴, 두통, 몸살, 마비 등을 야기한다.

갑자기 벌어진 위급한 상황에 난감했다. 그러던 중 화학시간에 선생님이 수은 처리에 대해 말씀하신 것이 떠올랐다. 수은 체온계가 깨져 수은이 흘러나오면 다음과 같이 처리해야 한다.

첫째, 창문을 열어 환기를 시킨다.
둘째, 수은을 절대 손으로 만져서는 안 된다.
셋째, 수은 위에 황가루를 뿌린다. 황이 수은과 반응해 수은이 휘발되는 것을 막는다. 몇 시간 후 가루를 쓸어버리면 된다.

$$Hg(l) + S(s) \rightarrow HgS(s)$$

선영이는 이번 사건을 계기로 디지털 체온계를 마련했다.

dCollection @ jeju

- 색변화 온도계를 만들어보자.

1. 소량의 염화코발트(II)(cobalt(II) chloride) 결정을 알코올에 녹인다. 알코올이 결정 내의 수분을 흡수하면 푸른색을 띠게 된다.
2. 용액을 가열하다 천천히 물을 부어 냉각 시킨다. 용액의 푸른색이 옅은 붉은색을 나타낼 때까지 계속한다.
3. 이 액체는 온도 변화에 매우 민감하다. 온도가 높아질수록 푸른색이 짙어지고 낮은 온도에서는 원래의 옅은 붉은 색으로 돌아온다. 여러 온도에서의 색을 카메라로 찍어 온도표를 만들어 두면 좀 더 편리하게 온도를 확인할 수 있다.

주의) 색변화 온도계로는 대략적인 온도만을 알 수 있으므로, 색변화 온도계로 체온을 측정하는 것은 불가능하다.

- 수은(mercury) : 상온에서 액체 상태인 유독성 중금속.

dCollection @ jeju

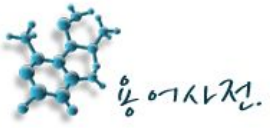
먹으면 큰일 나는 주스

단짝 지애와 공놀이를 하고 집에 돌아온 선영이는 바로 부엌으로 가서 물부터 찾았다. 부엌에는 방금 딴 것으로 보이는 주스가 싱크대 위에 놓여 있었다. 선영이는 바로 주스를 손에 들고 마시기 시작했다. 하지만 주스는 엄청나게 썼다! 선영이는 혀가 데는 것 같은 고통을 느끼고는 급히 마신 것을 토해 냈다. 혀의 껍질까지 벗겨져 나오는 걸 본 선영이는 이 상황을 이해할 수가 없었다. '이게 주스가 아니었나?'

- 잘못해서 세제를 마셨다면 어떻게 해야 할까?

시중의 액상세제는 보통 수산화나트륨(sodium hydroxide, NaOH)과 같은 알칼리성 화합물이다. 액상세제를 사용할 때는 반드시 10배정도 물에 희석해서 사용해야 한다. 또 피부 보호를 위해 장갑을 껴야 한다. 잘못해서 마셨을 경우 다량의 물로 희석시켜 부식성을 약화시키고 우유를 마셔 중화시킨다. 그리고 바로 병원에 가서 위세척을 해야 한다.

많은 주부들이 음료수 병이나 맥주병 등을 재활용 하여 세제를 담는데 사용한다. 그래서 실수로 세제를 마시는 사건들이 종종 발생한다. 이는 매우 위험 할 수 있으므로 용기를 재활용 했을 때는 반드시 용기에 표시를 해서 세제임을 알 수 있게 해야 한다. 뿐만 아니라 어린이들의 손에 닿지 않는 곳에 보관해야 한다.



- 염기성(alkaline) : 이온을 받아들일 수 있는 입자, 분자. 수소이온을 내놓는 것이 산, 수소이온을 흡수하는 것이 염기.

dCollection @ jeju

알고 보면 많이 쓰이고 있는 비활성 기체

비활성 기체(inert gas)는 반응성이 없는 안정된 기체여서 우리에게 별 도움이 되지 않을 것이라고 생각한다. 하지만 사실은 그렇지 않다. 비활성 기체는 줄곧 인류를 위해 공헌해왔다. 주위에서 쉽게 볼 수 있는 네온사인의 안에 들어있는 것이 바로 비활성 기체로, 우리에게 눈부신 생활을 제공하고 있다.

저압의 네온(neon, Ne), 아르곤(Argon, Ar), 크립톤(krypton, Kr) 등의 비활성 기체가 네온사인에 숨겨져 있다. 관의 두 끝에는 두 개의 금속판이 있다. 네온사인이 빛을 내는 것은 화학 반응에 의한 것이 아니다. 전류가 금속판을 지날 때 전자는 빠른 속도로 음극에서 양극으로 이동하게 된다. 이때 네온 원자와 충돌하여 네온의 전자를 에너지 준위가 높은 곳으로 이동시켜 들뜬상태(excited state)가 된다. 들뜬상태의 네온 원자는 불안정해서 전자는 에너지를 방출하고 에너지 준위가 낮고 안정한 바닥상태(general state)로 돌아가고자 한다. 이때 남는 에너지가 빛의 형태로 방출되는 것이다. 결국 전기만 계속 통하게 하면 전자가 원자 껍질을 끊임없이 순환하며 네온사인이 빛을 발하게 된다.

- 다양한 색상의 네온사인은 어떻게 만드는 것일까?

네온사인의 색은 매우 다양하다. 비밀은 네온사인 안에 들어있는 비활성 기체에 있다. 비활성 기체의 종류가 달라지면 방출하는 빛의 색이 달라지기 때문이다.

비활성 기체	색
헬륨	옅은 붉은색
네온	붉은색
아르곤	옅은 푸른색
아르곤 + 소량의 수은증기	짙은 푸른색
수은증기	녹색 + 자주색

dCollection @ jeju

- 여러 비활성 기체가 내는 여러 색깔의 빛

길거리에서 네온사인을 볼 때 네온사인에 과연 어떤 비활성 기체가 들어있을지 한번 생각해보는 건 어떨까?

- 비활성기체(inert gas) : 활동성이 없는 기체. noble gas라고도 불림. 주기율표의 0족 기체. 헬륨(helium), 네온(neon), 아르곤(argon) 등. 최외각 전자가 두 개인 헬륨을 제외하고 다른 비활성 기체들은 8개의 최외각전자를 가짐.

dCollection @ jeju

일산화탄소 디텍터

일산화탄소(carbon monoxide)라는 단어는 주로 신문에서 접하게 된다. 밀실에서 불을 피거나, 자동차를 멈춘 채 에어컨을 틀어서 자신도 모르는 사이에 과량의 일산화탄소에 노출되어 중독된다는 내용이다. 일산화탄소는 무색무취의 기체이기 때문에 사고를 미연에 방지하지 못하곤 한다.

- 일산화탄소를 어떻게 감지할 수 있을까?

일산화탄소의 존재를 확인하기 위한 디텍터가 시중에서 판매되고 있다. 이는 전기화학의 원리를 이용해 질량을 감지하는 것이다. 전기화학전지(electrochemical cell)의 양극에서는 일산화탄소와 수증기 분자가 결합해 이산화탄소를 생성해 전자를 내놓는다. 전지의 음극에서는 산소분자가 물로 환원된다.

위의 화학반응을 통해 생성된 전류는 일산화탄소의 질량과 정비례한다. 그러므로 디텍터 는 정확히 일산화탄소의 농도를 감지할 수 있게 된다. 백금이 이 화학반응에 촉매 (catalyst)로 작용하여 반응속도를 가속화시켜 경보가 더 빨리 울리게 한다. 이로써 불의의 사고에 더 빨리 대처할 수 있다

이러한 전기화학 원리를 이용하는 방법 외에도 간단한 산화환원반응(redox reaction)을 이용한 디텍터도 있다. 염화팔라듐(palladium(II) chloride)을 이용한 간단한 제품으로, 염화 팔라듐이 일산화탄소와 만나면 팔라듐 이온이 잿빛의 팔라듐으로 환원되는 원리를 이용한 다.

일산화탄소 농도가 위험 수위에 이르면, 디텍터의 창이 잿빛으로 변한다. 디텍터의 장점은 재사용이 가능하다는 점이다. 일산화탄소가 없을 때 내부의 염화구

dCollection @ jeju

리(copper(II) chloride)와 팔라듐이 산화환원 반응을 일으켜 팔라듐이 염화팔라듐으로 바뀌기 때문이다.

- 일산화탄소(carbon monoxide) : 인체에 치명적인 기체. 혈액 내의 헤모글로빈과 결합하여 안정성이 매우 높은 카르복시헤모글로빈으로 바뀌어 헤모글로빈이 더 이상 산소와 결합하지 못한다. 결국 혈중 산소포화도가 감소해 사망에 이르게 된다.
- 촉매(catalyst) : 화학반응의 활성화 에너지(activation)를 낮춰 반응속도를 빠르게 해줌. 반응 후에도 변하지 않음.

dCollection @ jeju

기체 원소의 거인 - 라듐

19세기에 주기율표를 만들 때, 0족 원소인 수소, 네온, 아르곤, 크립톤, 제논을 비활성기체(inert gas)라 불렀다. 러시아 화학자인 멘델레예프는 제논 아래에 들어갈 원소가 있을 것으로 예측하였다. 그 후 연구가 계속되었다.

1900년 화학자들은 핵붕괴 과정에서 생성된 방사성 기체인 라듐을 발견했다. 라듐의 반감기는 3.825일 밖에 되지 않는다. 1908년 화학자들은 마침내 라듐 기체를 수집하고 정제하는데 성공했다. 라듐의 원자량은 222로, 이제까지 발견된 기체 중에 가장 무거운 기체이다. 이는 산소원자의 10배가 넘는 것으로, 기체임에도 불구하고 흔히 볼 수 있는 금, 은과 같은 금속보다 무겁다. 라듐의 원자번호는 86번으로, 멘델레예프가 예측한 제논 바로 아래에 위치하는 비활성기체이다.

- 라듐은 인체에 무해한가?

라듐의 발견을 통해 화학자들은 원소가 붕괴되어 하나의 원소가 다른 원소로 변한다는 것을 처음 알게 되었다. 하지만 라듐 기체 자체가 방사성을 띠기 때문에 장기간 접촉할 경우 암을 유발한다.

일상생활에서 라듐은 화강암에서 새어 나온다. 통풍이 잘 되는 곳에서는 라듐이 공기 중으로 흩어져 인체에 거의 해를 미치지 않는다. 2000년 홍콩의 환경보호서(環境保護署) 라듐 연구에 따르면 일부 빌딩의 라듐 농도가 낮, 밤 모두 기준치를 초과한다. 이는 우선 통풍 시스템이 제 역할을 다 하지 못해 라듐이 축적되어 직원들의 건강을 위협하는 결과를 초래한 것으로 보여 진다. 결국 쾌적한 직무 환경을 위해 냉난방 장치를 사용할 때, 예상치 못한 위험이 숨어있는 것이다!

dCollection @ jeju

- 원소주기율표(periodic table) : 화학 원소를 원자 순으로 배열해 만든 표. 가로는 주기, 세로는 족. 원소의 성질과 유사성을 보여준다. 배열 순서에 따라 주기적 변화를 보인다.

- 비활성기체(inert gas) : 활동성이 없는 기체. noble gas라고도 불림. 주기율표의 0족 기체. 헬륨(helium), 네온(neon), 아르곤(argon) 등. 최외각 전자가 두 개인 헬륨을 제외하고 다른 비활성 기체들은 8개의 최외각전자를 가짐.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교

dCollection @ jeju

무서운 다이옥신

화창한 가을날 지웅이와 지호는 가족과 함께 야외에서 고기를 구워먹으며 바람과 햇빛을 즐겼다.

신나게 놀던 지호는 갑자기 비닐봉투와 플라스틱 테이블보 등을 소각장에 넣고 불을 붙였다. 순간 검은 연기가 솟아올랐고 지웅이는 놀라서 소리쳤다. “너 지금 뭐하는 거야! 지금 네가 얼마나 많은 유독가스를 만들었는지 알아? 다이옥신(dioxin)이 뭔지는 아는 거야?”

- 다이옥신이 왜 나쁠까?

플라스틱은 수많은 탄소분자로 구성된 중합체(polymer)이다. 그래서 공기 중에서 불완전 연소 하게 되어 일산화탄소, 탄소분자, 탄화수소화합물 등 여러 가지 오염물(pollutant)을 방출한다. 그중에서도 다이옥신은 인공 유기화학물질로 주로 표백시킨 종이나 PVC 플라스틱 등 염소화합물이 들어있는 쓰레기를 태울 때 생성된다. 제지공장이나 살충제 제작과정에서도 다이옥신이 생성된다.

다이옥신은 공기를 따라 여러 곳으로 퍼지다 비와 함께 진흙, 식물, 심지어는 강, 호수에도 떨어진다. 다이옥신은 화학적으로 매우 안정하기 때문에 식물이나 어류, 가금류 체내로 들어가면 지방조직 내에 쌓여 수년이 지나도 분해되지 않는다. 이는 다시 먹이사슬을 따라 상위 단계 동물과 인류에게 축적된다. 멀리는 북극, 심지어는 해저에서도 다이옥신이 발견된다.

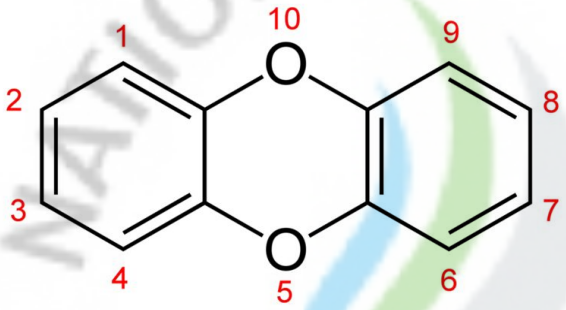
연구결과에 따르면 다이옥신은 DDT보다 독성이 훨씬 강하다. 아주 소량만 인체에 축적 되어도 유전자 기능 변화, 암, 불임을 야기하고 심지어 기형아 출산율

dCollection @ jeju

을 높인다. 이러한 이유로 일부 환경단체에서는 쓰레기 소각, 염소화합물이든 살충제 사용 금지를 호소한다.

지호는 형의 당부대로 다시는 플라스틱을 태우지 않겠다고 결심했다.

- 다이옥신(dioxin)



dCollection @ jeju

아름답게 빛나는 '알루미늄'

알루미늄은 지각성분의 7.3%를 차지하는 원소로 지구의 지각을 이루는 구성 원소 중 세 번째로 많다. 풍부한 매장량의 알루미늄은 금속성이 좋고 채굴이 쉬워 우리 생활에 널리 사용된다. 가볍고 견고하여 비행기의 외각을 만드는 데 사용되며 전성과 열전도율이 높고 잘 부식되지 않아 가스관을 만드는 데도 사용된다. 이런 알루미늄은 색이 변하지 않을까?

- 어떻게 하면 알루미늄의 색을 변화시킬 수 있을까?

알루미늄 색을 변화시키는 것은 알루미늄을 양극산화 - 아노다이징(anodization) 시킨 후 표면의 산화된 층(oxide layer)을 전기분해(eletrolysis)하는 것이 핵심이다. 산화층은 알루미늄에 색을 입히기 쉽게 해줄 뿐 아니라 공기나 수분에 의해 부식되는 것을 막아 내구성도 증가시켜 준다.

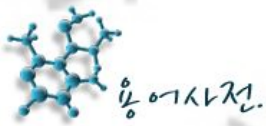
전 과정은 세척, 양극산화, 색 작업의 세 단계로 나눌 수 있다. 우선 10% 수산화나트륨을 이용하여 알루미늄 표면의 산화물과 먼지 등을 깨끗이 제거한다. 곧바로 아노다이징을 시킨 후 20% 황산을 전해질(electrolyte)로 하여 전기를 통하게 하면 양 극에서 화학 반응이 일어난다.

마지막으로 색 작업을 진행하는데, 생성된 산화알루미늄을 재배열시켜 물과 산화알루미늄을 얻는다. 이렇게 하면 염료가 알루미늄 제품 표면에 달라붙어 색을 띠게 된다.

dCollection @ jeju

- 알루미늄 아노다이징

1. 250ml 비커에 10% 수산화나트륨을 넣고 집게를 이용해 알루미늄 제품을 담갔다 꺼낸 후 증류수로 세척한다.
2. 250ml 비커에 20% 황산 150㎖를 넣고 옥살산을 0.9g 첨가한다. 알루미늄 제품을 12V 건전지 양극에 연결하여 비커에 넣는다.
3. 약 10분 후 전류를 끊고 알루미늄 제품을 1% 암모니아 수용액(ammonia solution)에 담갔다 꺼내 남아있는 산을 중화시킨다. 다시 증류수를 이용하여 깨끗하게 세척한다.
4. 비커에 물 50~70㎖을 넣고 염료를 첨가한다. 이 용액을 75~80℃ 까지 가열한 후 알루미늄 제품을 용액에 넣어 색을 입힌다. 5분 후 꺼내 다시 증류수로 세척한다.
5. 마지막으로 알루미늄 제품을 끓는 물이 담긴 비커에 넣어 5분정도 두었다 꺼낸 다음 증류수로 세척하면 아노다이징이 끝난다.



- 아노다이징(anodization) : 알루미늄에 견고하고 부식되지 않는 산화물 막을 씌우는 과정. 황산이 포함된 전해질에서 알루미늄이 양극이 된다.
- 전기분해(electrolysis) : 전기에너지를 이용 용융상태, 수용액 상태의 전해질을 분해하는 과정. 아노다이징은 전기분해를 응용한 것이다. 이밖에 전기도금, 구리 등 금속 세정, 알루미늄 및 소듐 등 금속 추출, 여러 화학물질(수소, 수산화나트륨, 염산 등) 제작에 사용된다.

dCollection @ jeju

재활용할 수 없는 핵폐기물

거리에서 가난한 이들이 플라스틱 음료수병과 폐지를 줍는 것을 본 적이 있는가? 그들이 이를 통해 생활비를 벌 수 있는 이유는 이런 물건들이 그럴만한 가치를 갖고 있기 때문이다. 게다가 이러한 재활용을 통해 자원을 절약하고 보호하며 환경오염을 줄일 수 있다.

반면, 어떤 물질은 인류에 백해무익하고 재활용도 안 된다. 방사성 폐기물(radioactive waste)이 그렇다. 이런 폐기물은 방사성을 갖기 때문에 장기간 접촉할 경우 암을 유발한다. 핵발전소에서 가장 많은 방사성 폐기물을 방출하는데, 이밖에도 의료기관, 농업, 공업에서 방사성 동위원소(radioisotope)를 사용할 때도 핵폐기물이 발생한다.

- 핵폐기물을 어떻게 처리할까?

많은 국가들이 핵폐기물을 매립시켜 처리하고 있다. 폐기물이 누출되지 않도록 여러 가지 조치를 취해 핵폐기물을 처리한 후 지하 6m 정도 깊이에 묻는다. 처리방법은 철제드럼, 시멘트 모르타르, 철근콘크리트, 복토, 배수설비, 천연유기물층 등이 있다. 또한 방사성 폐기물을 안정한 물질과 함께 고체화시켜 폐기물이 운송이나 보관 과정 중에 유출되지 않도록 하고 있다.

핵 이용량이 점차 증가함에 따라 핵폐기물도 함께 증가하고 있다. 과학자들은 이러한 핵폐기물을 지하 500~1000m 깊이에 묻어 처리하는 방법을 연구하고 있다. 이러한 방법은 두 가지 장점이 있다.

1. 지하수의 양이 적어 폐기물이 유출되었을 경우 인적 피해를 최소화할 수 있

dCollection @ jeju

다.

2. 좁은 점유면적으로도 한 번에 다량의 폐기물을 처리할 수 있다.

- 방사성동위원소(radioisotope) : 원자번호는 같으나 원자량이 다른 방사성 원소.

예) 수소(hydrogen)와 중수소(deuterium)

dCollection @ jeju

재산을 지켜주는 방사성원소

방사성원소는 분열하면서 α선, β선 등 여러 가지 방사선을 방출한다. 여러 가지 방사선은 인체에 각기 다른 정도로 손상을 준다. 하지만 이 무시무시한 방사성원소가 가정, 학교, 빌딩에서 우리의 생명과 재산을 지켜준다는 걸 알고 있는가?

- 생활 속에서 화재 경보에 어떤 장치를 사용하고 있을까?

아메리슘(Americium - 241)은 일종의 방사성원소이다. 이는 알파입자를 방출하고 분열되어 넵튜(Neptunium)이 된다. 알파입자는 공기의 저항을 쉽게 받기 때문에 인체에 나쁜 영향을 주지 않는다. 이러한 이유로 알파입자를 화재경보기의 주요한 도구로 사용한다.

사실 화재경보기의 기본은 이온화상자(ionization chamber)이다. 이온화상자 안에는 두 개의 전극이 있는데 그 중 한 전극의 작은 구멍에 2 밀리그램 이하의 아메리슘이 들어있다. 아메리슘이 분열하면서 방출하는 알파입자는 이온화상자로 들어가 공기 중의 탄소, 산소와 충돌하여 이온이 된다. 이 이온은 이온화상자로 흡입되어 전류를 생성한다.

화재가 나면 다량의 검은 연기가 발생한다. 연기 입자는 대부분 전하를 띠기 때문에 이들이 이온화상자로 들어가면 탄소, 산소와 결합한다. 전류가 통하는 전극의 전하량이 감소하면 경보체계가 작동하기 시작해 소방관들이 화재현장으로 출동해 구조작업을 수행하도록 한다.

dCollection @ jeju

용어사전.

- 이온화상자(ionization chamber) : 이온화 현상을 이용해서 전류를 생성시켜 물질의 방사성을 측정하는 장치
- 전극(electrode) : 전류를 흘러들어가게 하거나 나오게 하는 단자. 양극(anode)과 음극(cathode) 두 극으로 나뉨.

dCollection @ jeju

TranSportation & EnergY

자동차, 배, 비행기 외에도 우주로 나가는 우주선과 로켓까지 오늘날 교통수단은 매우 다양하다. 교통수단이 발달함에 따라 우리는 이동시간과 편리함 말고도 환경오염에 끼치는 영향과 승객의 안전문제를 더욱 신중히 고려해야 한다.

실제로 현재 여러 가지 발명을 통해 자동차 안전벨트와 에어백, 안전유리 등 자동차의 안전문제는 크게 개선되었다. 또한 과학자들은 우주여행의 꿈을 실현시켜주기 위해 많은 노력을 하고 있다. 비행기의 외장, 로켓의 연료, 우주정거장의 산소 공급 문제에 있어 치밀한 연구를 통해 인류의 교통수단 발전 역사에 큰 걸음을 내딛었다.

사실 교통수단의 안전문제 해결, 우주여행 실현을 위해서는 많은 화학 원리가 필요하다.

dCollection @ jeju

우주선 외장에 사용되는 세라믹

과학기술이 발달하면서 우주여행은 더 이상 환상이 아니다. 우리의 우주여행도 꿈이 아닌 지금, 우리는 우주선의 구조에 대해 얼마나 알고 있을까?

- 우주선이 대기권을 통과할 때 우주선의 외장은 어떻게 녹지 않고 버틸 수 있을까?

우주선 외장에 사용되는 재료는 금속이나 합금이 아닌 특수 제작 세라믹(ceramics)이다. 세라믹이 우주선 외장에 사용되는 가장 큰 이유는 우주선이 지구로 되돌아 올 때 우주선체와 공기가 마찰을 일으켜 1500℃ 에 이르는 매우 높은 열을 발생시키는데 일반적인 금속이나 합금은 이러한 온도에서 녹아버리기 때문이다. 우주인과 각종 정밀 기기들도 견딜 수 없게 된다.

하지만 특수 제작 세라믹은 녹는점이 높다. 또한 제작 시 실리콘 파이버(silicon fibers)를 이용해 공기 함량을 95%로 높인 성긴 구조를 만들기 때문에 밀도(density)가 면과 유사하고 가장 높은 단열효과를 보인다. 이로서 우주인과 우주선 내의 정밀 기구들을 보호할 수 있다.

세라믹은 우주선 외장 외에도 자동차의 내연재로 사용되어 엔진의 온도를 700℃에서 1100℃ 로 높여줄 뿐 아니라 내연재의 성능도 50% 향상시켜 준다.

- 세라믹(ceramics) : 금속과 합금을 제외한 모든 무기 공정 재료와 제품을 포함. 크게 4분류로 나뉨. 결정체 세라믹(crystalline ceramics), 무정형 세라믹(amphorus ceramics), 결합 세라믹(bonded ceramics), 시멘트(cement)

dCollection @ jeju

고체연료는 무엇일까?

로켓 자체의 무게만 해도 상당하기 때문에 로켓을 우주로 발사시키는 것은 결코 쉽지 않은 일이다. 그래서 로켓을 쏘아 올리기 위해서는 아주 강력한 발사 추진체가 필요하다. 일반적으로 사용하는 연료로는 비행기의 엔진을 가동하기에도 힘이 부족하기 때문에 무거운 로켓을 우주로 쏘아 올리기엔 턱없이 부족하다. 그래서 폭발력이 매우 강력한 고체연료를 사용할 수 밖에 없다.

- 고체연료는 어떤 장점을 가질까?

고체연료는 알루미늄 파우더 16%, 과염소산암모늄(ammonium perchlorate) 69.93%, 알루미늄과 과염소산암모늄을 잡아두기 위한 중합체 14%에 촉매(catalyst)로 소량의 삼산화이철(iron(III) oxide)을 섞어 만든다. 이들이 연소되면서 발생하는 기체는 온도가 1870℃, 분사 속도는 초속 1600미터에 달한다. 이러한 강한 추진력으로 로켓을 우주까지 보낼 수 있는 것이다.

- 촉매(catalyst) : 화학반응의 활성화 에너지(activation)를 낮춰 반응속도를 빠르게 해줌. 반응 후에도 변하지 않음.

dCollection @ jeju

우주정거장 내의 인공 산소

산소는 무색무취의 기체로 볼 수도 만질 수도 없지만 생존에 필수적이다. 우리는 생활 속에서 산소의 존재와 중요성을 잘 의식하지 못하지만 한 사람이 마시는 산소량이 하루 평균 550리터나 된다.

- 우주정거장의 산소는 어디서 온 걸까?

산소는 생명유지에 매우 중요하다. 그래서 병원에서는 일정량의 공기를 액화시켜 보관한다. 하지만 액화시킨 공기 한 통은 수 시간의 산소밖에 제공하지 못한다. 그렇다면 우주정거장이나 비행기 안, 잠수함 등에서는 어떻게 산소를 보관하는 것일까?

많은 화학물질들이 산소를 만들어 낸다. 염소산칼륨(potassium chlorate)과 염소산나트륨(sodium chlorate)을 가열하면 분열반응을 통해 산소를 발생시킨다.

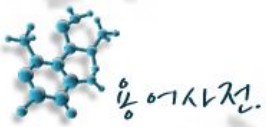
염소산칼륨을 이용해서 산소를 얻는 방법에는 세 가지 장점이 있다. 첫째, 부피가 매우 작아서 우주정거장, 잠수함 등 아주 작은 공간에도 보관이 가능하다. 둘째, 발생되는 산소량은 더욱 놀랍다. 잠수부가 사용하는 산소통의 무게는 약 33kg 정도이나, 단 몇 시간 밖에 사용할 수 없다. 하지만 염소산칼륨 15kg이면 4일을 충분히 버틸 수 있는 양의 산소를 제공할 수 있다. 셋째, 화학반응에 충분한 열량만 가해주면 반응이 시작된 후에는 더 이상 열을 가해 줄 필요가 없다. 반응이 진행되면서 염소산칼슘이 충분한 열량을 함께 방출하기 때문에 열을 가해주지 않아도 반응이 계속 지속되기 때문이다.

dCollection @ jeju

물론 이 방식에도 단점은 있다. 산소 자체가 연소를 가속화시키기 때문에 주변의 물질들을 함께 연소시킬 수 있다. 과거 러시아 우주정거장 미르도 이런 원인으로 화재사건을 겪었다.

- 스스로 타는 종이를 만들어 보자.

1. 질산칼륨(potassium nitrate) 포화용액 한 컵을 준비한다.
2. 포화용액을 묻혀 붓으로 종이에 글을 쓴다. 주의할 점은 글을 쓸 때 끊지 말고 한 번에 써야 한다.
3. 드라이어로 용액을 건조시킨다.
4. 향에 불을 붙인 다음 방금 쓴 글자 아무데나 점을 찍는다. 글자를 따라 스스로 불이 붙어 글자 끝까지 간다. 불이 붙을 때 질산칼륨이 스스로 분열하여 산소를 내놓고 산소는 다시 연소를 가속화시킨다. 결국 글자를 따라 스스로 종이가 타게 된다.



- 염소산칼륨(potassium chlorate) : 가열하면 폭발성을 지니는 화합물. 화약, 폭발물 제작에 쓰임. 실험실에서 산소를 만들 때 사용.
- 염소산나트륨(sodium chlorate) : 무색무취의 결정. 물과 에탄올에 녹음. 끓는 점은 255℃. 폭약, 제초제, 산화제, 표백제로 사용.

dCollection @ jeju

하늘을 날게 된 역사

인류는 아주 옛날부터 새처럼 자유롭게 하늘을 날고자 하는 꿈을 꾸었다. 계속해서 새를 모방해 왔으며 여러 가지 비행 날개를 설계하여 시험하였으나 결국 실패하곤 했다.

하지만 하늘을 나는 것은 원래 어려운 것이 아니다. 원소 주기율표에서 그 답을 찾을 수 있다.

- 원소 주기율표의 어떤 원소가 하늘을 나는 데 도움이 될 수 있을까?

원자번호 1번인 수소의 밀도는 0.070g/㎤로 주기율표의 원소 중 가장 밀도가 작다. 벌룬을 수소로 가득 채우기만 하면 하늘로 뜬다. 19세기 초, 사람들은 수소를 이용한 기구를 만들어 하늘을 나는 꿈을 이뤘다. 하지만 수소는 인화성 가스여서 수소를 이용한 비행선은 위험할 수밖에 없었다. 역사적으로도 수소를 이용한 비행선이 폭발하여 인명피해를 야기한 참극이 있었다.

사람들은 안전을 위해 수소 대신 헬륨(helium)을 사용했다. 헬륨은 밀도가 0.147g/㎤로 자연계에 존재 하는 원소 중 수소 다음으로 가벼운 기체이다. 게다가 헬륨은 화학적으로도 안정적이고 인화성도 없어 수소를 이용하는 것보다 훨씬 안전했다.

- 수소(hydrogen) : 주기율표 1번. 반응성이 좋고 가연성이 크며 많은 비금속,

dCollection @ jeju

금속과 직접 반응. 무색, 무취, 무미의 쌍원자분자기체.

- 헬륨(helium) : 우주에서 2번째로 풍부한 원소. 하지만 지구 대기권에서의 농도는 5.2ppm밖에 되지 않는다. 주로 방사성 물질이 붕괴하는 과정에 생겨난다. 일부 천연가스 광산에서도 헬륨의 매장량은 7%에 달한다. 그래서 대부분의 헬륨은 천연가스 광산에서 얻는다. 이밖에도 액화 공기로부터 헬륨을 분리해서 얻기도 한다.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교

dCollection @ jeju

태양에너지로 달리는 자동차

태양에너지로 달리는 자동차는 태양 에너지를 동력원으로 하는 자동차이다. 태양열 발전판은 n형과 p형 반도체로 구성된다. 태양열 발전판이 태양열을 받으면 빛의 광자(photon)가 n형 반도체(semi-conductor) 내의 전자(electron)를 튀어나가게 해서 p형 반도체가 양전하를 띠게 한다. 이로서 전류와 전압이 생성된다.

- 태양에너지를 어떻게 자동차를 움직이는 동력으로 바꿀까?

소위 n형 반도체라 불리는 것은 실리콘에 인(P)과 같은 5족 원소를 결합시킨 것이다. 5족 원소는 4족 원소에 비해 전자가 하나 더 많기 때문에 전자를 내보낼 수 있다. 또한 p형 반도체는 실리콘과 보론(B)과 같은 3족 원소를 결합시킨 것이다. 3족 원소는 전자를 받아들인다.

현재 태양열전지 중 가장 효율이 높은 것은 GaAs이다. GaAs 태양열 전지의 에너지 발생 효율은 33%로 실리콘을 이용한 일반적인 태양열전지의 12%에 비해 훨씬 높다. 태양에너지를 이용한 계산기, 손목시계 등의 전자제품이 널리 사용되고 있다. 태양에너지로 달리는 자동차도 멀지 않아 대중화될 것으로 기대한다.

- 반도체(semi-conductor) : semi-metal, metalloid로도 불림. 금속과 비금속의 중간적 화학 원소. 예) B, Si, Ge, As, Te 등.

dCollection @ jeju

인류를 위해 끝까지 봉사하는 석유

자동차의 연료로 사용되는 가솔린과 디젤은 모두 석유에서 얻은 것이다. 석유는 자동차 연료로만 쓰이는 것이 아니라, 석유에서 도로포장에 쓰이는 역청이라고도 불리는 비투멘(bitumen)을 추출할 수 있어 자동차가 달리는 길을 정비하는 데도 쓰일 수 있다.

- 석유에서 가솔린과 비투멘의 두 가지 서로 다른 물질을 어떻게 얻어내는가?

석유와 비투멘은 탄화수소화합물의 혼합물이다. 원유속 여러 종류의 탄화수소화합물을 분별증류(fractional distillation)하여 끓는점 차이에 따라 분류해낼 수 있다. 가솔린은 끓는점이 비교적 낮고 인화성(flammable)을 가져 연료에 적합하다. 이와 반대로 비투멘은 끓는점이 비교적 높고 인화성이 없으며 점성이 강해 연료로는 적합하지 않다. 비투멘은 도로포장에 이용된다.

일반적인 도로 구조에 비투멘을 한 층 발라 포장하는 방식은 적합하지 않다. 그래서 자갈을 섞은 비투멘을 여러 층 바르는데 도로 단면의 윗부분으로 갈수록 비투멘의 비율이 높아진다. 도로의 가장 위층에는 중합체를 한층 깔아 소음을 줄인다.

- 분별증류(fractional distillation) : 분별증류로 원유에서 쓰임새가 각기 다른 여러 종류의 상품을 얻을 수 있다. 원유 내의 물질들의 끓는점이 각기 다르기 때문에 특정 온도에 근접한 끓는점을 가진 물질이 기화된다. 온도를 조절해 원유내의 여러 혼합물 속에서 각 물질을 분리해 낼 수 있다.

dCollection @ jeju

오염을 발생시키지 않는 자동차

대부분의 자동차들이 공기오염을 줄이기 위해 무납 가솔린을 사용한다. 또한 택시도 디젤에서 가스로 연료를 바꾸고 있다. 이밖에 어떤 새로운 연료가 있을까?

- 공기 오염을 어떻게 줄일 수 있을까?

수소와 산소도 자동차 연료로 사용될 수 있다. 하지만 수소와 산소가 내연기관에서 연소되어 동력을 발생시키는 방식으로 사용되는 것이 아니라 1차전지의 연료로 전력을 생성해 자동차 동력으로 사용되는 것이다.

1차전지의 원리는 수산화칼륨용액(patassium hydroxide solution) 전해질(electrolyte)에서 수소와 산소가 각각 다공성 니켈(porous nickel)로 만들어진 양극(anode)과 음극(cathode)을 지나면서 전기분해(electrolysis)를 일으켜 전기를 만드는 것이다.

수소와 산소로 만든 연료는 자동차 연료로 사용된 후 남는 물질이 물 밖에 없기 때문에 오염이 없는 에너지라 할 수 있다. 하지만 수소와 산소의 가격이 일반 석유 가격보다 훨씬 비싸기 때문에 현재 이 에너지는 우주선에서만 사용된다. 수소에너지로 움직이는 자동차도 여전히 시험 연구 중에 있다. 과학자들은 수소에너지 자동차의 대중화를 위해 오늘도 연구에 박차를 가하고 있다.

- 1차전지(primary cell) : 전자의 산화환원반응을 이용하여 화학에너지를 전기

dCollection @ jeju

에너지로 바꾸는 장치. 두 개의 서로 다른 금속 전극을 전해질 용액에 담가 만든다. 화학 반응은 비가역 적이다. 그러므로 전지는 충전이 불가능하다.

- 양극(anode) : 산화반응을 일으키는 전극
- 음극(cathode) : 환원반응을 일으키는 전극
- 전해질(electrolyte) : 용융상태, 수용액 상태일 때 전기를 통함. 전기에너지에 의해 분해되는 물질.
- 전기분해(electrolysis) : 전기에너지를 이용 용융상태, 수용액 상태의 전해질을 분해하는 과정. 아노다이징은 전기분해를 응용한 것이다. 이밖에 전기도금, 구리 등 금속 세정, 알루미늄 및 소듐 등 금속 추출, 여러 화학물질(수소, 수산화나트륨, 염산 등) 제작에 사용된다.

dCollection @ jeju

차세대 대체 에너지 - 메탄얼음

50~100년이 지난 후 인류의 생활이 어떻게 변화 될지 생각해 본 적이 있는가?

모든 일은 로봇이 대신하게 하고 여유롭고 편안한 생활을 즐기게 될까? 아니면 에너지 부족으로 인한 경제 붕괴나 에너지 전쟁을 맞게 될까?

오랜 시간 동안 인류는 에너지 공급 문제 해결이란 문제에 직면해 왔다. 현재 사용하는 주요 에너지는 석유, 석탄, 천연가스 등의 화석연료이다. 화석연료는 수백만 년 전 동식물 사체가 점토로 덮이고 세균 활동이 더해져 생겨난 것이다. 현재 사용량을 기준으로 계산해보면 화석연료는 얼마 지나지 않아 곧 바닥을 드러내게 될 것이므로 새로운 에너지 계발이 시급하다.

- 그럼, 어디서 새로운 에너지를 찾을 수 있을까?

에너지 부족 문제가 점차 심각해지고 있기 때문에 과학자들은 계속해서 새로운 에너지를 찾으려 노력하고 있다. 해저 깊은 곳에서 메탄(methane)이 얼음처럼 굳어진 '메탄얼음'이 최근 주목받고 있다. '메탄얼음'은 대륙판 주변의 해양 하부에 존재하는데, 이러한 메탄과 같은 유기침전물이 수백만 년 동안 저온과 고압 속에서 얼음처럼 생긴 광물로 변한 것이다. 이들은 다양한 구조의 탄화수소(hydrocarbon) 화합물을 포함하고 있어, 완전 연소되어 오염물을 전혀 방출하지 않는다.

북미대륙판 주변의 대서양 심해에서 발견된 '메탄얼음' 천연가스 매장량만으로 미국에서 105년 동안 사용할 수 있을 만한 양이라고 과학자들은 예상한다. 하지

dCollection @ jeju

만 이 '메탄얼음'에 대한 연구는 아직 초기단계여서 앞으로 채굴시 안전문제, 온실가스인 메탄이 야기할 온실효과 등 해결해야 할 문제가 많다.

-메탄(methane) : 메탄은 재생 가능한 에너지(renewable energy)이다. 석유에서 얻는 방법 외에도 쓰레기나 폐수에서도 얻을 수 있다. 쓰레기나 폐수에 혐기성 미생물 처리를 통해, 수직과 정화를 거치면 자동차 연료로 사용가능하다.

dCollection @ jeju

바이오 에너지

과거 사람들은 기름불을 켜 어둠을 밝혔다. 유지는 분자량이 커서 연소 과정 중 불완전 연소되기 쉽고 다량의 검은 연기를 낸다. 그래서 화석연료가 대중화됨에 따라 유지 - 그리스(grease)는 더 이상 사용하지 않게 되었다.

- 어떻게 그리스에서 에너지를 얻을 수 있을까?

에너지 위기가 더욱 심해지는 가운데 그리스가 업그레이드되어 재등장하게 되었다. 과학자들은 그리스를 수산화칼륨(potassium hydroxide), 메탄올(methanol)과 각각 따로 반응 시킨 후 메틸에스테르(methyl ester)를 만들어낸다.

이렇게 만들어진 메틸에스테르는 그리스보다 연료에 더 적합한 특징을 갖는다. 분자 구조가 비교적 작기 때문에 완전 연소되고, 점성(viscosity)과 휘발성이 자동차 가솔린과 유사해서 현재 가솔린 대용품으로 실험 연구가 진행되고 있다.

- 그리스(grease) : 에스테르의 일종. 카르복시기에 붙은 작용기. 에스테르화 반응을 거쳐 알코올을 생성하는 과정을 수화반응이라고도 함. 수화반응을 산성, 염기성 수화반응으로 나눌 수 있다. 산성 수화반응은 가역반응이어서 일반적으로 수화반응은 염기성 환경에서 진행시켜 반응성을 높인다.

dCollection @ jeju

영구적으로 쓸 수 있는 전지

해양은 지구 대부분의 면적을 차지한다. 다양한 생물을 키워내는 것 외에도 해양은 에너지 문제를 해결하는데 큰 공헌을 하고 있다. 현재 일부 국가에서는 조석간만의 차를 이용하거나 파도를 이용해 발전소를 돌려 전기를 얻고 있다. 하지만 시설비용이 높고 장소 선택이 까다롭기 때문에 이런 기술이 광범위하게 이용되지는 못한다. 하지만 간단한 화학원리를 이용하면 해양을 영구적으로 쓸 수 있는 하나의 커다란 전지로 만들 수 있다.

- 어떻게 해양을 영구적으로 쓸 수 있는 전지로 만들 수 있을까?

알루미늄을 양극으로, 철이나 백금을 음극으로, 해수를 전해질(electrolyte)로 사용하기만 하면 된다. 알루미늄과 물에 용해된 산소가 반응하면 전류가 발생한다.

방법은 매우 간단하지만 전극을 바다에 넣기만 하면 오염을 전혀 발생시키지 않는 영구적으로 쓸 수 있는 전지를 만들 수 있다.

- 전해질(electrolyte) : 용융상태, 수용액 상태일 때 전기를 통함. 전기에너지에 의해 분해되는 물질.

dCollection @ jeju

열 오른 자동차

준혁이는 아빠와 주유소에 들러 차에 주유를 하게 되었다. 아빠는 주유 후 큰 사이즈 물 두병을 사오셨다. 준혁이가 물을 마시려는 찰나, 아빠는 물을 자동차 엔진에 부으셨다. “차가 지금 열이 올랐단다. 이 물은 해열제란다.”하고 준혁이에게 말씀하셨다.

- 자동차도 사람처럼 열이 오를까?

가솔린이 자동차 엔진 내에서 사실상의 연소과정을 거치면서 다량의 에너지를 방출해 자동차를 움직인다.

위의 연소 과정에서 나오는 에너지가 모두 엔진에 사용된다면 엔진은 과열로 인해 멈추고 말 것이다. 이때 우리는 해열제인 물로 과열된 엔진의 열을 식혀줘야 한다. 물은 4200J/g의 높은 열용량(heat capacity)과 낮은 점성(viscosity)을 갖기 때문에 약 30%의 열을 흡수할 수 있는 간단하지만 효과적인 냉각제이다. 하지만 끓는점이 100℃로 낮은 편이고, 어는점이 0℃로 높고 금속을 부식시키는 성질을 갖는 등 단점도 있다. 결국 흡수할 수 있는 열이 상대적으로 낮아져 엔진이 낼 수 있는 최대 동력도 상대적으로 낮아진다.

물에 에테인-1,2-다이올(ethane-1,2-diol) 화합물을 40 : 60 으로 섞어 냉각 효과를 높일 수 있다. 이 혼합물의 어는점은 223K(-50℃)로 낮아지고 끓는점도 물보다 높다. 결과적으로 더 많은 열을 흡수할 수 있다. 또한 금속의 부식을 막기 위해 수산화나트륨을 첨가해 pH를 7~9 정도로 유지한다.

dCollection @ jeju

용어사전.

- 열용량(capacity) : 물질이 흡수하는 열량과 온도 변화에 대한 비율.
- 점성(viscosity) : 유체의 흐름에 대한 저항을 말하며 운동하는 액체나 기체 내부에 나타나는 마찰력이므로 내부마찰이라고도 한다.

dCollection @ jeju

깨지지 않는 안전유리의 비밀

자동차 유리는 일반적으로 모두 깨지지 않는 유리이다. 이는 사고가 났을 때 유리 파편에 운전자가 다치는 것을 막아준다. 깨지지 않는 유리라 불리는 유리는 실제로는 유리가 충격을 받았을 때 부서지긴 하지만 깨지지 않는 유리를 말한다.

- 왜 안전유리는 부서지긴 하지만 깨지진 않을까?

깨지지 않는 유리는 일반적 유리와 당연히 다르다. 안전유리는 일반적인 유리 두 장을 투명한 아세트산비닐수지(poly vinylacetate) 필름으로 붙여서 만든다. 유리가 강한 충격을 받아서 깨어질 때 유리가 중간의 필름에 달라붙어 있기 때문에 유리 파편이 사방으로 튀지 않는다.

아세트산비닐수지(poly vinylacetate)에 감미료(sweetener), 향신료(flavouring) 및 기타 성분을 넣으면 우리가 평소에 즐겨 씹는 껌을 만들 수 있다.

-아세트산비닐수지(poly vinylacetate) : 열가소성 플라스틱(thermal plastic). 아세트산, 아세트산에틸, 클로로폼, 벤젠, 아세톤에 용해되며, 사이클로핵세인 및 기름, 지방, 휘발유, 물에 용해되지 않는다. 산염기에 의해 가수분해가 쉽게 일어난다.

dCollection @ jeju

에어백의 화학

교통법규를 준수하고 도로 상황에 대한 경각심을 높이는 것은 운전자와 동승자의 안전을 위해 매우 중요하다. 하지만 예기치 못한 사고가 발생시, 우리는 차내의 안전 설비에 자신의 안전을 맡길 수밖에 없다. 안전벨트 외에 에어백도 사고시에 중요한 역할을 한다. 에어백은 사고가 난 순간 급속히 공기가 채워지면서 부풀어 올라 운전자의 생명을 보호하는 역할을 한다.

- 에어백 속의 기체는 무엇이며 어떻게 순식간에 부풀어 오를까?

차내에 설치된 디텍터와 마이크로프로세서가 사고 시 전류를 발생시켜 아지드화나트륨(sodium azide), 질산칼륨(potassium nitrate), 이산화규소(silica)가 들어있는 조그만 관을 통과시킨다. 전류가 통하면서 일련의 화학반응들이 일어나 에어백이 부풀게 된다.

아지드화나트륨 150g이 70ℓ의 기체를 만들어내 에어백을 부풀게 한다. 아지드화나트륨은 독성이 매우 강하기 때문에 처리할 때 조심히 다뤄야 한다.

- 아지드화나트륨(sodium azide) : 무색의 유독성 결정. 물과 암모니아 수용액에 용해된다. 300℃에서 분해되며 의약품, 소듐아자이드 폭약에 사용됨.

dCollection @ jeju

케이블카에서 발견한 자연의 법칙

홍콩 해양공원같이 빼어난 절경을 자랑하는 많은 산에서는 케이블카를 산 정상에서 평지까지 운행하는 서비스를 제공한다. 케이블카는 앞뒤로 끊임없이 이어지며 운행하지만 올라가는 케이블카의 수와 내려가는 케이블카의 수는 항상 정확한 평형을 이룬다.

- 올라가는 케이블카의 수와 내려가는 케이블카의 수는 왜 같아야만 하는 것일까?

많은 가역반응(reversible chemical reaction)은 화학평형(chemical equilibrium) 중 동적평형(dynamic reaction)을 유지한다. 즉, 정반응(forward reaction)과 역반응(backward reaction)이 같은 속도(rate)로 진행되는 것이다. 이는 마치 케이블카가 산을 오르내릴 때 항상 같은 속도를 유지하는 것과 마찬가지이다.

차가운 물속에 떠있는 빙산도 전혀 변화가 없는 것처럼 보이지만 실제로는 얼음이 녹는 속도와 물이 응결해서 얼음이 되는 속도가 일치해 소위 말하는 동적평형을 이룬다. 만약 얼음과 물 사이에 평형이 깨어져 얼음의 용해 속도가 물의 응결 속도보다 빨라지면, 지구의 수평선이 상승하게 되어 큰 재앙을 초래하게 될 것이다.

- 화학평형(chemical equilibrium) : 화학반응의 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나 평형을 이룸. 이 두 가지 상반된 화학 반응이 동적평형을 이룬다.

dCollection @ jeju