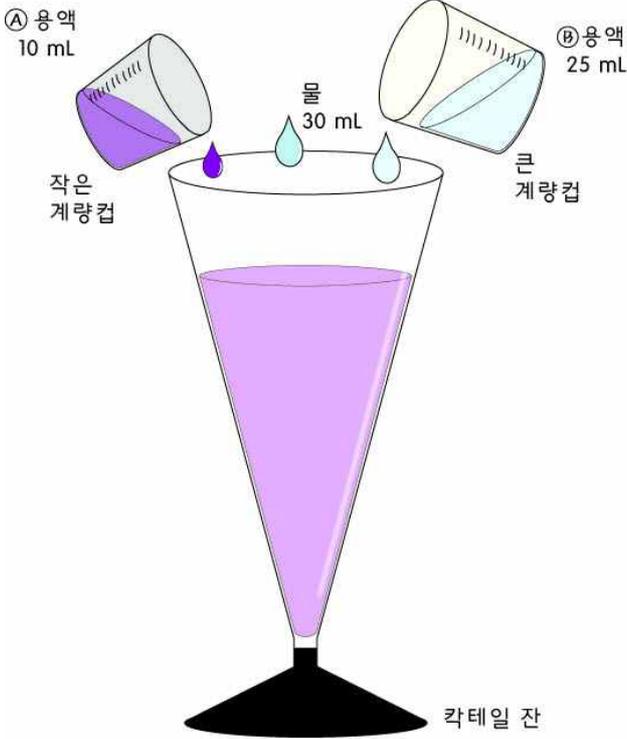


[실험 I] ㉠용액과 ㉡용액의 반응 개별 활동

칵테일의 색을 바꿔보자 !!



1. 색 변화 관찰 실험이므로 흰 종이 위에서 실시합니다.
2. 칵테일 잔에 ㉠용액 10 mL를 담습니다.
 ✓ 작은 계량컵을 사용합니다.
3. 이 잔에 물 30 mL를 넣습니다.
 ✓ 큰 계량컵을 사용합니다.
4. 이 잔에 ㉡용액 25 mL를 빠르게 넣고 색 변화를 관찰합니다.
 ✓ 큰 계량컵을 사용합니다.
 ✓ 약 1분간 관찰합니다.
 ✓ 실험결과는 아래 <실험결과> 에 정리합니다.

<실험결과>

★ 실험에서 관찰한 내용을 쓰고, 그림에 표현합니다.

[과정 3] ㉠용액 + 물

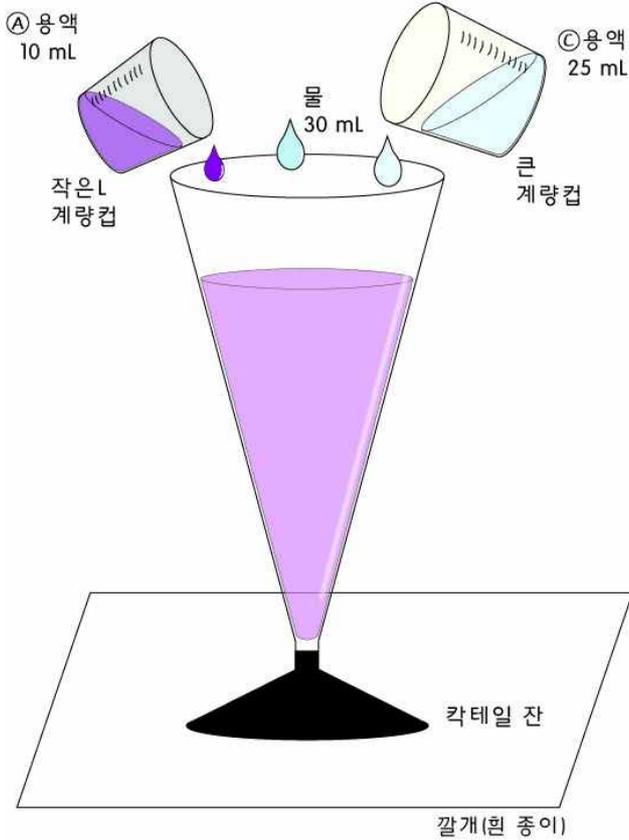
↓
㉡용액
25 mL

[과정 4] ㉡용액 넣은 직후

⌚
1분 후

[과정 4] ㉡용액 넣고 1분 후

[실험 I]에서 사용한 칵테일 잔과 계량컵은 씻어서 [실험 II]에 사용합니다. (물로만 행귀서 사용해도 됩니다.)



5. 거품이 튀거나 넘칠 수 있으므로 주의하고, 흰 종이 위에서 실시합니다.
6. 카테일 잔에 ①용액 10 mL를 담습니다.
 ✓ 작은 계량컵을 사용합니다.
7. 이 잔에 물 30 mL를 넣습니다.
 ✓ 큰 계량컵을 사용합니다.
8. 이 잔에 ③용액 25 mL를 빠르게 넣고 변화를 관찰합니다.
 ✓ 큰 계량컵을 사용합니다.
 ✓ 1~2분간 관찰합니다.
 ✓ 실험결과는 아래 <실험결과>에 정리합니다.

주의!! 튄 용액의 피부접촉주의!!
 - 떨어져서 관찰합니다.
 튄 용액은 과산화수소 용액입니다. 피부에 닿을 경우, 따가울 수 있으니 피부에 닿지 않게 되도록 거리를 두고 관찰합니다. 피부에 닿은 경우, 흐르는 물에 씻어냅니다.

주의!! 한번에 빠르게 넣습니다.
 ①용액과 ③용액이 반응하면 이산화망가니즈가 생성되는데, 이산화망가니즈는 촉매로 작용하여 과산화수소를 빠르게 분해합니다.
 ③용액을 천천히 넣으면 컵의 윗부분에만 이산화망가니즈가 생성되어 용액 표면에서만 급격하게 반응이 일어나 거품이 넘칠 수 있으므로 주의해서 넣도록 합니다.

<실험결과>

★ 실험에서 관찰한 내용을 쓰고, 그림에 표현합니다.

[과정 7] ①용액 + 물

[과정 8] ③용액 넣은 후

실험시 주의사항

1. 절대로 맛보거나 먹지 않습니다.
2. 과망가니즈산 칼륨은 강한 산화제입니다. 실험 전에 주변을 정리하여 가연성 물질과 만나지 않도록 합니다.
3. [실험 II]에서 ㉠용액(물은 과산화수소 용액)을 각테일 잔에 넣을 때는 한번에 빠르게 넣습니다.
4. 용액들이 피부에 닿지 않도록 주의합니다. (위생 장갑 착용을 권장합니다.)

확인학습

1. 다음 빈칸에 알맞은 말을 쓰고, 산화와 환원의 개념에 대해 정리해 봅니다.

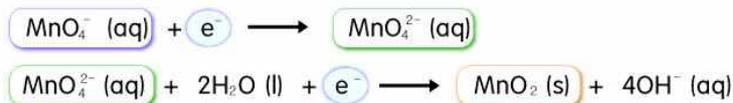
	산 화	환 원
산 소		
수 소		
전 자		

원리학습

마술처럼 보이는 이번 실험은 산화 상태에 따라 색이 달라지는 망가니즈 원소의 특징을 이용한 실험입니다. 산화란 물질이 산소와 결합하는 반응인데, 더 넓은 의미로는 아래 그림과 같습니다.



[실험 I]에서 강산화제인 과망가니즈산 이온은 다른 물질을 산화시키면서 자기 자신은 환원됩니다. 과망가니즈산 이온의 환원반응을 전자의 이동을 통해 이해해 봅시다.



- ★ MnO_4^- : 과망가니즈산 이온 - 보라색
- ★ MnO_4^{2-} : 망가니즈산 이온 - 초록색
- ★ MnO_2 : 이산화망가니즈 - 황갈색
- ★ Mn^{2+} : 망가니즈(II) 이온 - 무색



보라색의 과망가니즈산 이온이 전자를 얻어 초록색의 망가니즈산 이온으로 환원됩니다. 이 과정 초기에 일부는 환원되어 초록색으로, 나머지 일부는 환원되지 않은 상태인 보라색으로 있게 되면서 2가지 색의 혼합인 파란색이 나타나는 데 이 색은 매우 짧게 나타나 관찰하지 못할 수도 있습니다.

환원된 망가니즈산 이온 역시 전자를 얻어 이산화망가니즈로 환원되면서 용액이 황색으로 변합니다. 사실 침전물이 생긴 것이지만 아주 미세한 크기라 가라앉지 않고 용액 속에 떠다니면서 용액의 색이 변한 것처럼 관찰된 것이지요.

[실험 II]에서는 보라색의 과망가니즈산 이온이 황갈색의 이산화망가니즈로 환원되면서, 과산화수소를 산화시켜 물을 생성하고 이와함께 산소기체를 발생시킵니다. 이때 생성된 이산화망가니즈가 과산화수소를 물과 산소로 분해하는 촉매로 작용하여 더 많은 산소기체를 발생하게 되는 데 이 때문에 거품이 발생하게 됩니다.

오늘의 실험을 응용하여 각테일의 색을 바꾸거나 각테일을 탄산음료로 변신시키는 마술을 해보는 것은 어떨까요?

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	매직 칵테일		실험 원리	산화-환원반응, 촉매반응	
실험 시간	40분	실험 분야	화학, 마술	실험 방법	4인 1조, 조별실험
실험키트 구성	과망가니즈산 칼륨, 묽은 수산화나트륨 용액, 포도당, 과산화수소수, 칵테일 잔, 플라스틱 비커, 나무 스틱, 계량컵, 원형 스티커				
교사준비물	증류수 또는 정수기물, 깔개 또는 흰 종이	학생준비물	색칠도구, 필기도구		
실험 결과	칵테일(과망가니즈산 칼륨 용액)의 색이 달라지거나, 기체가 발생하는 결과를 관찰할 수 있으면 개인당 칵테일 잔 1개를 가지고 갈 수 있습니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 화학실험은 항상 증류수를 사용하는 것이 좋지만 이 실험의 경우, 정수기 물로 대체 가능합니다.</p> <p>TIP 2. ㉠용액을 만드는 과정에서 3분 정도 나무스틱으로 충분히 저어 용액을 만듭니다. 과망가니즈산 칼륨의 농도에 따라 실험결과가 달라질 수 있으므로 완전히 녹입니다.</p> <p>TIP 3. [실험 I]에서 초록색 전에 관찰되는 파란색은 특정 이온이 나타내는 색이 아닙니다. 색의 혼합으로 나타나는 색상으로, 매우 짧은 시간만 나타나므로 관찰하지 못할 수도 있습니다.</p> <p>TIP 4. [실험 II]에서 ㉡용액을 넣을 때 한번에 빠르게 넣도록 합니다. 천천히 넣을 경우, 컵의 윗부분에만 반응이 급격하게 일어나서 거품이 넘칠 수 있습니다.</p> <p>TIP 5. 실험 후, 플라스틱 용기에 남은 용액은 폐액통에 버립니다. (과망가니즈산 칼륨은 산화-환원계 화합물 폐시약통이 따로 있다면 그곳에 버립니다.) 실험에 사용된 화학약품의 양은 매우 극소량 이므로 만일 폐액통이 없다면 과량의 물과 함께 방류하도록 합니다.</p> <p>TIP 6. 구성품인 칵테일 잔은 실험결과를 극적으로 보이기 위하여 포함되었습니다. 칵테일 잔을 구매하지 않은 경우, 구성품인 칵테일 잔보다 높이는 낮고 입구의 넓이는 더 넓은 용기로 대체할 수 있습니다. (예시 : 100~150 mL 용량의 삼각플라스크, 비커 등)</p>				

생각해보기

알고 있는 산화반응의 예를 써봅시다.

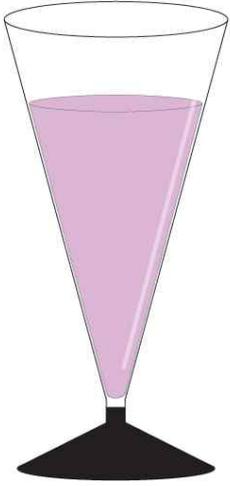
철이 녹스는 반응, 여러 가지 연소반응, 은수저가 검은 색으로 변하는 것 등

실험방법

[실험 I] ㉠용액과 ㉡용액의 반응

실험에서 관찰한 내용을 쓰고, 그림에 표현합니다.

[과정 3] ㉠용액 + 물

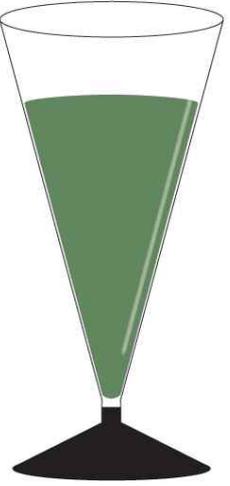


보라색입니다.



㉡용액
25 mL

[과정 4] ㉡용액 넣은 직후

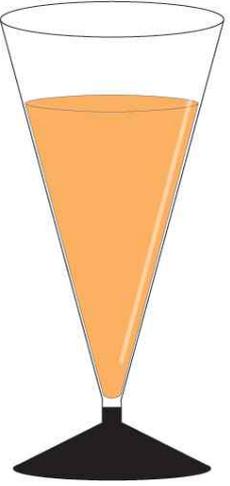


용액이 보라색에서 초록색으로 빠르게 변했습니다.



1분 후

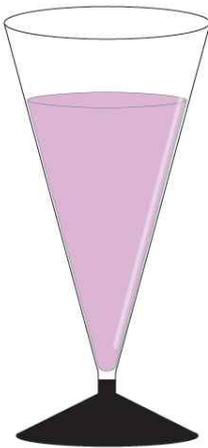
[과정 4] ㉡용액 넣고 1분 후

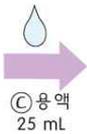


초록색이었던 용액이 주황색으로 변했습니다.

[실험 II] (A)용액과 (C)용액의 반응

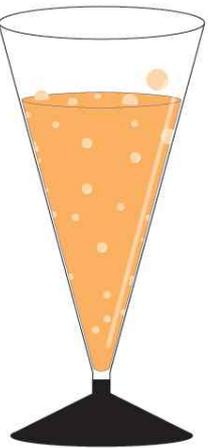
[과정 7] (A)용액 + 물





(C)용액
25 mL

[과정 8] (C)용액 넣은 후



보라색의 용액에 (C)용액을 넣자 용액이
 주황색으로 변하면서 용액 속에 기포가
 생겼습니다. 그리고 잠시 뒤에는 기포가
 올라와서 용액의 표면 위에 거품이 약
 1cm 정도로 쌓였습니다. 컵을 만져보니
 따뜻했습니다.

확인학습

1. 다음 빈칸에 알맞은 말을 적어 산화와 환원의 개념에 대해 정리해 봅시다.

	산 화	환 원
산 소	결합	분리
수 소	분리	결합
전 자	잃음	얻음

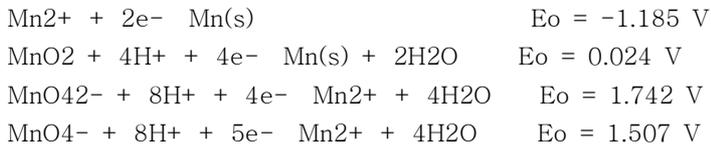
망가니즈 [manganese]

원자번호 25번인 Mn은 얼마 전까지 망간이라 불렀으나, 현재는 IUPAC(국제 순수·응용화학 연합) 명명법에 따라 망가니즈(manganese)라 부른다. 화학을 공부한 대부분의 사람은 화학실험에서 산소(O₂)를 얻을 때 촉매로 사용하는 검은 색의 이산화 망가니즈(이산화 망간, MnO₂)와 산화-환원 적정에 많이 쓰이는 보라색의 과망가니즈산 포타슘(과망간산 칼륨, KMnO₄)을 기억해 낼 수 있을 것이다. 또 건전지(알칼리 전지 포함)에도 MnO₂를 사용한다는 것을 한번쯤 들은 적이 있을 것이다. 원소 망가니즈의 주된 용도는 철과 합금을 만들어 각종 기계, 철도레일, 강판 등의 제조에, 그리고 알루미늄과 합금을 만들어 음료수 캔 등의 제조에 쓰이는 것이다. 망가니즈는 모든 생물에게 미량으로 필요한 필수 영양소인 반면, 너무 많은 양이 몸 안으로 들어오면 영구적인 신경 장애를 일으키는 독성 금속이기도 한다.

화합물에서 가장 안정한 산화 상태는 +2이나, 산화수가 +2~+7인 다양한 화합물들이 존재한다. 중요한 망가니즈 화합물 중의 하나로 MnO₂를 들 수 있는데 이는 연망가니즈석으로 자연계에 널리 분포되어 있으며 옛날부터 벽화를 그리는 안료로 사용되었고 유리를 제조할 때 유리의 색을 없애는 데도 널리 사용되었다. 또한 여러 반응에서 산화제로 사용되며, 많이 사용되는 1차 전지(충전이 되지 않는 전지)인 망간 건전지(알칼리 건전지 포함)에서 양극(전자를 받는 물질)으로 사용된다.

망가니즈는 주기율표에서 이웃하는 다른 원소들에 비해 전자를 잃는 성질(전기양성)이 크고, 따라서 반응성이 크다. 특히 불순물이 들어있으면 반응성이 더욱 커진다. 25개의 전자를 갖고 있어, 바닥 상태 전자배치는 [Ar]3d⁵4s²이다. 산화수가 -3에서 +7에 이르는 여러 가지 산화 상태의 화합물들이 있지만 흔한 산화 상태는 +2, +3, +4, +6, +7이다. Mn²⁺의 이온(6 배위체) 반경은 67pm로, Mg²⁺의 72 pm와 비슷하여 이들 두 이온은 쉽게 서로 대체된다. 가장 안정한 상태는 +2이며, 산화수가 이보다 큰 화합물들은 강한 산화력을 보인다. 25°C 산성 용액에서 여러 망가니즈 이온들

에 대한 산화-환원 반응의 표준 전위는 다음과 같다.



여러 가지 Mn 화합물들이 요긴하게 사용되는데, 가장 중요한 것이 MnO₂이다. 천연 MnO₂(연망가니즈석)은 고대부터 그림을 그리는 안료와 유리에서 색을 없애는 물질로 사용되어 왔다. 천연 MnO₂에는 불순물들이 들어있고, 상당량의 Mn이 +3의 산화상태로 있기 때문에 현재 사용되는 MnO₂는 대부분 화학적 방법이나 전기분해법을 통해 얻는 합성 MnO₂이다.

또 다른 중요한 Mn 화합물로는 화학에서 강한 산화제로 많이 사용되는 과망가니즈산염(permanganate, MnO₄⁻의 염, Mn의 산화수는 +7)이 있다. 이는 MnCl₂ 또는 MnSO₄ 용액을 아주 강력한 산화제인 PbO₂나 NaClO로 산화시켜 얻을 수 있다. 상업적으로는 보통 MnO₂를 알칼리와 용융, 산화시켜 망가니즈산염(MnO₄²⁻의 염, Mn의 산화수는 +6)을 얻고, 이를 물로 처리하여 얻는다.

과망가니즈산칼륨 [potassium permanganate]

분자식 KMnO₄. 비중은 2.703이며 녹색 광택이 나는 적자색의 냄새가 없는 결정이다. 단맛이 있으나 수렴미(收斂味)가 남는다. 공기 중에서는 안정하고 물에 잘 녹는데, 용해도는 100g의 물에 0℃일 때 2.83g, 10℃일 때 6.15g, 75℃일 때 32.35g이다. 200℃로 가열하면 산소를 발생하며 망가니즈산칼륨과 이산화망가니즈가 되고, 다시 삼이산화망가니즈가 된다. 또 진한 용액에 강한 알칼리용액을 작용시켜도 산소를 발생하며, 용액은 망가니즈산칼륨 K₂MnO₄가 되어 녹색으로 변한다. 염산과 반응하여 염소를 발생하고, 진한 황산에 의하여 폭발을 일으키므로 위험하다.

망가니즈산칼륨을 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 응용 범위도 넓다. 과망가니즈산염의 적정, 유기합성, 살균소독, 표백제 등의 원료로 사용된다.

산화환원반응 [oxidation-reduction reaction, 酸化還元反應]

반응물 간의 전자 이동으로 일어나는 반응으로 산화와 환원이 동시에 일어난다. 전자를 잃은 쪽을 산화되었다고 하고 전자를 얻은 쪽을 환원되었다고 한다. 이때, 잃은 전자수와 얻은 전자수는 항상 같다.

산화환원반응이 일어날 때 산화수의 변화가 일어난다. 산화수란 일반적으로 이온으로 되었을 때 전하량이다. 이온의 종류가 두 개 이상인 철과 같은 원자의 경우에는 공유결합을 이루는 전자가 전기음성도가 더 큰 원자에 속해있다고 했을 때의 전하량을 생각하면 된다.

홀원소물질과 중성화합물의 산화수는 0, 이온의 산화수는 이온의 전하량, 산소원자의 경우에는 보통 -2, 과산화물에서는 -1이고 수소원자의 경우 보통 +1, 금속화합물에서는 -1이다. 산화수를 계산할 때에는 이온화가 잘 되는 1족, 2족, 17족과 같은 원소들의 산화수를 먼저 생각해주는 것이 쉽다. 산화된 물질은 전자를 잃게 되므로 산화수가 증가하고, 환원되는 물질은 전자를 얻으므로 산화수가 감소한다.

예를 들어 SO₄²⁻는 O의 산화수가 -2이고 총 4개 있으므로 -8인데 화합물 전체의 산화수가 -2이므로 S의 산화수는 +6이 된다. NH₃는 H의 산화수가 +1이고 총 3개 있으므로 +3이고 화합물 전체의 산화수가 0이므로 N의 산화수는 -3이다. 반면 HNO₃의 경우 H의 산화수 +1, O의 산화수는 -2이고 3개 있으므로 -6인데 화합물 전체의 산화수가 0이므로 이 때 N의 산화수는 +5가 된다.

산화환원반응에서 각 원소의 산화수를 계산하여 어떤 물질이 산화 또는 환원되었는지 쉽게 알 수 있다.

각 반응물의 산화수를 보면 다음과 같다.

Sn : +2 → +4 : 산화수가 증가했으므로 산화되었다.

Cl₂ (g) : 0 → -1 : 산화수가 감소했으므로 환원되었다.

산화환원반응의 가장 대표적인 경우가 화학전지이다. 아연과 구리로 만들어진 화학전지의 경우, 아연이 전자를 잃고 산화되고 구리는 전자를 얻고 환원된다.

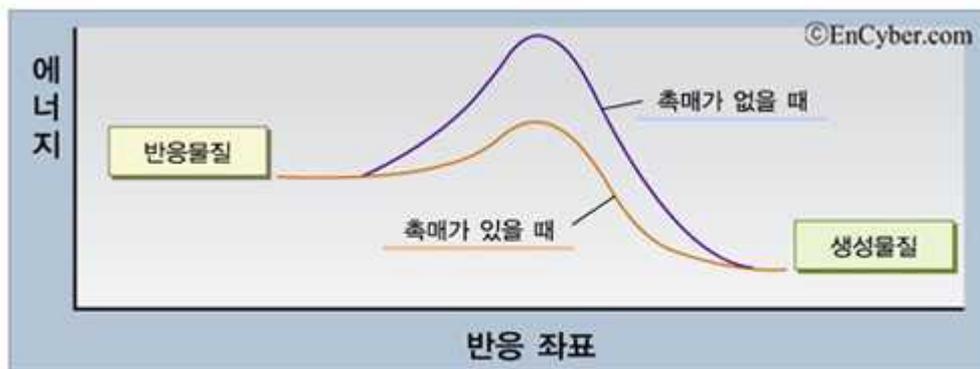
자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질을 산화제, 반대로 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질을 환원제라고 한다. 따라서 전자를 얻는 성질이 강할수록 강한 산화제, 전자를 잃는 성질이 강할수록 강한 환원제이다.

포도당 [glucose , 葡萄糖]

대표적인 알도헥소오스. D-포도당을포도당이라고도 한다. 유리 상태에서는 단맛이 나는 과일 속에다량으로 존재하고 동물에서는 혈액, 뇌척수액, 림프액 속에소량으로 함유되어 있다(당뇨병환자의 오줌 속에는 다량으로존재). 말토오스, 수크로오스, 젖당 등의 2당을 구성하고 녹말, 글리코젠, 셀룰로오스 등의 다당과 배당체로도 다량으로 산출된다. 아밀로-1,6-글리코시드가수분해효소, 아밀라아제, 글리코시드가수분해효소, 셀룰라아제 등의 효소 또는 산으로 분해하면 포도당을 유리시키고 가인산분해효소로 분해하면 포도당-1-인산을 만든다. 단위체로서 광합성의 주요 최종산물이며대다수생물의 가장 좋은 에너지원이다. 해당경로 등에 의해분해되어 발효, 호흡에 사용한다. 25℃ 수용액에서는 38%가 α -피라노오스형, 62%가 β -피라노오스형, 0.02%가 알데히드형으로 존재한다. 환원성을 가지며 글루코시드 등이 특수한 유도체를 만든다. 또한 당지질, 인유 올리고당이나 아스파라긴N -결합형 당사슬생합성의 올리고당-리피드중간체의 구성성분으로 존재한다. 그 외에 식물의 생체방어계를 유도하는 엘리시타로서 올리고사카린이 있다.

촉매 [catalyst, 觸媒]

촉매는 화학반응에서 반응속도를 조절해 주는 물질이다. 반응속도를 빠르게 해 주는 촉매를 정촉매라 하며, 반응속도를 느리게 해 주는 촉매를 부촉매 또는 억제제라고 한다. 그러나 일반적으로 촉매라고 하는 것은 정촉매를 의미하는 경우가 많다. 촉매가 반응속도에 영향을 주는 이유는 활성화에너지로 설명된다. 물질들이 반응을 일으키기 위해서는 충분한 에너지를 가지고 있어야 하는데, 이때 필요한 최소한의 에너지를 활성화에너지라고 한다. 정촉매는 이러한 활성화에너지를 낮추어 정반응, 역반응 모두의 속도를 빠르게 하고, 부촉매는 활성화에너지를 높여 정반응, 역반응 모두의 속도를 느리게 하는 것이다. 이때 반응열은 달라지지 않는다.



[네이버 지식백과] 촉매 [catalyst, 觸媒] (두산백과, 두산백과)

- 촉매와 중간생성물

반응메커니즘(화학반응의 단계적 과정)에서 반응의 전과 후에 원래의 상태를 회복하는 것을 촉매라고 한다. 그러나 원래의 상태를 회복하지 않고 반응의 중간에 생겼다가 사라지면 이것은 중간생성물이다. 이 중간생성물도 촉매처럼 반응을 빠르게 하거나 느리게 하는 역할을 한다.

- 촉매반응

촉매반응은 수용액 중의 산 촉매와 같이 반응물질과 촉매가 균일한 상(相)에 있는 균일계 촉매와 수용액은 기체 또는 액체이나 촉매가 고체인 것처럼 서로 다른 상에서 작용하는 불균일계 촉매가 있다. 흔히 실험실에서 과산화수소(H₂O₂)를 분해시킬 때 이산화망가니즈나 감자 조각을 넣으면 반응속도가 매우 빨라지는데, 이것은 이산화망가니즈나 감자조각이 정촉매 역할 및 불균일계 촉매로 사용된 것이다. 특히 생물체 내에서 일어나는 촉매를 효소라고 부르기도 하며 효소의 주성분은 단백질로 열이나 산·염기에 의해 변성이 일어나 촉매의 역할을 하지 못할 때가 있다.