

<황산> 온도 ↑ 전화를 ↓

- 황산제조의 원료로 사용되는 것 황화철광(황철광), 자류철광, 황동광, 석아연광, 금속제련폐가스, 방연광
- 벤젠의 술폰화 반응 : 발연 황산 ($mSO_3nH_2O : m>n$)
- 황산 중에 들어있는 비소산화물을 제거하는데 이용되는 물질
- 황산 제조 시 원료로 나온 금속 제련가스를 사용할 때 이를 사용하여 제거시키는 불순물에 해당하는 것 As(비소)

[접촉식 제조]

- 접촉식 황산제조법에 사용하는 바나듐 촉매의 특성
 - 촉매수명이 길다.
 - 촉매독 작용이 상당히 적다.
 - 전화율이 좋다.
 - 가격이 비교적 저렴하다.
- 접촉식 황산제조에 있어 사용하는 바나듐 계통의 촉매를 사용할 경우 전하기 내의 온도범위 : 400~600°C
- 접촉식 황산제조 시 원료가스를 충분히 정제하는 이유로 As, Se와 같은 불순물이 있을 경우 바나듐 촉매보다는 백금 촉매에 더욱 두드러지게 나타나는 현상 : 촉매독
- 접촉식 황산 제조공정 중 이를 로 산화하는 공정에서
 - 가스 생성속진을 위한 운전조건
 - 낮은 온도를 유지하면서 촉매를 사용한다.

- 황산 제조공업에서의 바나듐 촉매작용기구 원자가의 변화 화학변화에 의한 중간생성물 생성 흡수작용

- 접촉식 황산제조법 백금, 바나듐 등의 촉매가 이용된다. 촉매 층의 온도는 410~420°C로 유지한다. 주요 공정별로 온도조절이 중요하다. SO₃가스를 H₂SO₄에 흡수시킨다.
- 증기압이 최저가 되는 황산의 농도이자, 접촉식 황산제조에서 흡수탑에 사용하는 황산의 농도 98.3% (황산 중 수증기 분압이 가장 낮음)

[연실식 제조]

- ↳ 흐름도 : 연소가마 - 글로버탑 - 연실 - 게이뤼삭 탑
- 연실의 주요 기능 기체의 혼합과 이를 산화시키는 공간 제공
- 황산의 제조법 중 연실법에서 Glover탑의 기능 질산함유 황산의 질산 제거기능 연실산의 농축기능 질산의 환원기능
- 연실식 황산제조에서 Gay-Lussac 탑의 주된 기능 질소산화물의 회수
- Gay-Lussac탑에서 일어나는 반응은? $2H_2SO_4 + NO + NO_2 \leftrightarrow 2H_2SO_4 \cdot NO + H_2O$
- 황산제조에서 연실의 주된 작용 반응열을 발산시킨다. 생성된 산무의 응축을 위한 표면을 부여한다. Glover 탑에서 나오는 가스의 혼합과 이를 산화시키기 위하여 시간과 공간을 부여한다.
- 황산제조방법 중 연실법에 있어서 장치의 능력을 높이고 경제적으로 조업하기 위하여 개량된 방법 및 설비 OPL법, Pertersen Tower법, Meyer법
- <-> 접촉식 : mosanto

<질산>

- ↳ 기본적으로 암모니아를 산화시켜서 제조 (가압법, 상압법) NH₃와 공기의 혼합기체를 촉매 하에서 반응시켜 NO만 들. NO를 매우 낮은 저온에서 산화하여 NO₂로 함. NO₂를 물에 흡수시켜 NO₃를 만들.
- 암모니아 산화 반응 시 촉매 : Pt-Rh
- Pt-Rh에서 Rh는 비싼 가격, 강도·촉매활성·촉매 손실 개선에 효과
- 암모니아 산화법에 의한 질산 제조에서 백금-로듐(Pt-Rh) 촉매 백금 단독으로 사용하는 것보다 수명 연장된다, 내열성이 강하다. 촉매 독 물질로서는 비소, 유황 등이 있다. Pt-Rh(10%) 촉매가 가장 많이 사용된다.
- 질산 공업에서 암모니아 산화반응은 촉매 존재 하에서 일어난다. 주반응? : $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
- 묽은질산 + 발연황산-> 진한질산
- NO의 수율을 높이는 방법 $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ 같갓갓갓

산소와 암모니아의 농도비를 적절하게 조절한다. 반응가스 유입량에 따라 적절한 산화온도를 적용한다. Pt나 Pt-Rh과 같은 촉매를 사용한다.

- 질산제조에서 암모니아 산화에 사용되는 촉매 Pt-Rh(10%) 촉매가 가장 많이 사용된다. 산화코발트의 조성은 Co₃O₄이다.

- 질산제조에서 탈색탑의 주요 역할 : 질소산화물의 제거
- 질산제조방법 중 상압법과 가압법 상압법 가압법 산화율 > 농도 50% < 60~70%
- 질산의 비율 중 질산제조 공정에서 암모니아 산화율이 최대로 나타나는 것 (Pt촉매사용, 농도가 9% 인 경우) : 2.3:1
- 질산을 68% 이상으로 농축할 때 주로 사용되는 탈수제/농축제 (암모니아 산화법에서 순도높일 때 첨가되는 물질) : $CaCl_2$
- 질산 농축 시 탈수제가 작용하는 원리 : 공비점 제거
- 직접합성반응 후 응축하여 생성된 질산 용액의 농도? : 78%

<염산> $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 44.0 \text{ kcal}$ (발열반응)

- ↳ 무수염산의 제법 : 직접합성법, 농염산증류법, 흡착법
- ↳ HCl 합성법 : Mannheim법, haragreaves법, Le Blanc법
- ↳ 염산의 생성 : 직접합성법, NaCl 황산분해법, 부생염산 회수법

- 염산제조시 단위시간당 흡수되는 HCl 가스량 (G)를 나타내는 식 $\Delta K: HCl \text{ 가스 흡수계수}$ $A: \text{기-액 접촉면적}$ $\Delta: \text{기-액 HCl 분압차}$ 분압차가 같을때 염산농도는 최대치 고농도염산 제조시 염산이 물에대한 용해열로 인하여 온도상승 염산용액의 농도는 기상중의 염산농도에 영향을 받는다

- 고온, 고압에서 와 강가스를 연소시켜 HCl 가스를 제조하는 공정에서 폭발방지를 위한 운전조건 : 강 = 1.2:1 (수소와 염소의 몰비는 1:1보다 수소가 약간 과잉인 상태로 공급한다.)
- ↳ 염산 합성 시 폭발을 방지하는 방법
 1. 불활성 가스로 강을 희석한다.
 2. 반응완화 촉매를 사용한다.
 3. 강을 과잉으로 넣어 강가 미반응 상태로 남지 않도록 한다.
- 순수 염화수소(HCl) 가스의 제법 중 흡착법에

서 흡착제
 질 강 값
 구리 납 철

- Le Blanc법의 반응식 :
 $NaCl + H_2O \rightarrow HCl + NaOH$

- 염소(강)

염소는 식염수의 전해로 제조할 수 있다.

염소는 황록색의 유독가스이다.

염소는 살균용, 표백용으로 이용된다.

- 합성염산 제조 시 원료기체인 와 강는 어떻게 제조하여 사용하는가? : 소금물의 전해

- 와 강의 직접결합에 의한 합성염산법에서 사용되는 장치
 연소실, 냉각기, 흡수기

<인산> ☞ 농축 : 진공증발법

┌ 건식법 : 용광로법, 전기 가마법
 └ 습식법 : 황산 분해법, 질소 분해법, 염산 분해법

- 건식법에 의한 인산제조 공정
 인의 농도가 낮은 인광석을 원료로 사용할 수 있다.

고순도, 고농도의 인산제조, Slag는 시멘트의 원료

- 건식법 인산제조의 원료 : 인광석, 규사, 코크스

- 2단계식 건식법(2단법)에 의한 인산제조법의 특징

응축기와 저장탱크를 사용한다.

부생 CO를 연료로 사용할 수 있다.

응축과 산화가 별도로이다.(인의 기화와 산화를 별도로 진행)

철과 알루미늄 함량이 많은 저품위의 광석도 사용할 수 있다.

- 인산제조에 있어서 농축방법 중 진공 증발법

산무발생이 적어서 인산의 손실이 적다.

불화물의 회수가 용이하다.

운전 중 대기오염의 문제발생이 적다.

- 인산의 습식법

저순도, 저농도(주로 비료용)

품질이 좋은 인광석 사용

Dorr법, Prayon법, Chemico법

- 인산의 용도

금속 표면 처리제, 공업용 세척제, 부식억제제

-인의 제법 1) 건식법 : 용광로법, 전기가마법

2) 습식법 : 황산/질산/염산 분해법

<탄산나트륨, 소다회>

┌ 암모니아 소다법 (solvay)

└ 염안 소다법 -> 100% 식염이용가능

┌ Le Blanc (르블랑법) : 식염에서 탄산나트륨 제조

- 염안소다법의 원료 : NaCl, H₂O, NH₃, CaCO₃

- 암모니아 소다법에서 조중조(암모니아 소다법의 탄산화 공정에서 석출 분리한 불순물이 포함된 중조)의 하소(calcination)때 생성되는 물질 : 소다회(강)

- 암모니아 소다법(Solvay법)에서 회수에 사용하는 것 : 암모니아는 증류탑에서 회수 : 강

- 솔베이법의 기본공정에서 사용되는 물질 : 강, 강

- 암모니아 소다법의 주 단점 : 염소의 회수가 어렵다.

- 암모니아 소다법(솔베이법) 반응식
 $강 + 강 \rightarrow 강 + 강$

- 암모니아 소다법에서 탄산화 과정의 중화탑이 하는 주된 작용
 암모니아 함수의 부분 탄산화

- 염화암모늄(염안)은 암모니아소다법에서 중탄산소다를 분리하고 난 모액으로부터 부생된다.
 이때 사용되는 물질? : 강 강

- 솔베이법과 염안소다법을 이용한 소다회 제조 과정 비교설명

솔베이법이 염안소다법에 비하여 암모니아 사용량이 적다.

솔베이법의 경우 를 얻기 위하여 석회석 소성을 필요로 한다.

염안소다법의 경우 원료인 NaCl을 정제한 고체 상태로 반응계에 도입한다.

- Le Blanc 법 : 망초(황산나트륨, 강), 녹색액(green liquor),

흑회(black ash, 강 + 강),

- Solvay 법과 LeBlanc 법에서 같이 사용되는 원료 : NaCl

- Solvay 공정의 주요 반응? 정제, 암모니아 회수, 암모니아 함수의 탄산화반응, 탄산가스의 석회유리의 제조, 원염의 용해 및 제조, 조중조의 여과 및 세척, 조중조의 하소, 증류폐액의 이용

<수산화나트륨, 가성소다>

제조법 ─ 전해법 ─ 격막법 양극 : 흑연, 음극 : 철

┌ 수은법 양극 : 흑연, 음극 : 수은

└ 가성화법 (causticization)

- NaOH 제조공정 중 식염수용액의 전해공정 종류
 격막법, 수은법, 이온교환막법

- 제염방법 중 해수를 가열하여 농축된 슬러리를 건조기에 보낸 후 소금을 얻는 방식으로서 각종 미네랄 및 흡습방지 성분이 포함되어 식탁염을 생산하는 것 : 액중 연소법

- 가성소다 제조법 중 격막법과 수은법
 전류밀도는 수은법이 격막법의 약 5~6배 크다.

가성소다 제품의 품질은 수은법이 좋고, 격막법은 약 1~1.5% 정도의 NaCl을 함유한다.

격막법은 양극실과 음극실 액의 pH가 다르다.

이론 분해 전압은 수은법이 격막법보다 크다. 격막법은 공정 중 염분이 남아있게 된다.

[수은법]

- 수은법에 의한 NaOH 제조에 있어서 아말감 중의 Na의 함유량이

많아지면 어떤 결과를 가져오는가?

아말감의 융통성이 저하된다.

아말감의 분해속도가 빨라진다.

전해질 내에서 수소가스가 발생한다.

- 가성소다 전해 법 중 수은법

양극은 흑연, 음극은 수은을 사용한다.

강 는 수은에 녹아 얇은 아말감을 형성한다.

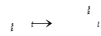
아말감은 분해하여 NaOH와 를 생성한다.

- 가성소다 제조시 수은법에서 해홍실에 넣어 단락 전지를 구성하는 물질 : 흑연

[가성화법(causticization)]

- 소오다회를 이용하거나 또는 조중조의 현탁액을 수증기로 열분해 하여 강 용액을 제조 후 석회유리를 가하여 가성소오다(NaOH)를 제조하는 방법

- 암모니아 합성공업의 원료가스인 수소가스 제조공정에서 2차 개질공정의 주반응 :



- 암모니아 합성은 고온, 고압 하에서 이루어지며 촉매에 가장 적절한 온도를 설정하는 것이 중요하다. 온도조절 방식은?

촉매층 간 냉각방식, 촉매층 내 냉각방식, 열 교환식

- 질소와 수소를 원료로 암모니아를 합성하는 발열반응에서 암모니아의 생성을 방해하는 조건 : 온도를 높인다.

- 암모니아 합성용 수소가스의 기본적인 정제순서
황화합물제거 - 워터가스전환 - 제거 - CO 제거 - 제거

- 암모니아 합성장치 중 고온전환로에 사용되는 재료로서 뜨임 취성의 경향이 적은 것 : Cr-Mo강

저합금 - 내열강 : 고온에서 내산화성, 내식성 높음
주로 고온, 고압 열교환기에 사용

- 암모니아 합성공업에 있어서 1000°C 이상의 고온에서 코크스에 수증기를 통할 때 주로 얻어지는 가스 :

- 암모니아의 합성반응
촉매를 사용하여 반응속도를 높일 수 있다. 암모니아 평형농도는 압력을 높일수록 증가한다. 불활성가스의 양이 증가하면 암모니아 평형농도는 낮아진다.

- 암모니아 합성용 수성가스 제조 시 blow 반응
 $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

<질소비료> 황산암모늄, 요소, 석회질소, 질산암모늄, 탄산암모늄, 칠레초석, 질산석회, 염화암모늄

- 비료의 3요소 : (질소, 칼륨, 인산)

- 화학비료의 토양시비시 토양이 산성화가 되는데 주된 원인 : 황산 근

- 식물에 흡수되는 질소비료의 형태 :

- 질소비료 중 질소함유량이 가장 낮은 비료 : 황산암모늄(황안)

- 황산암모늄 제조방법 : 합성황안법, 변성황안법, 부생황안법

- 질소비료 중 질소함유량이 가장 높은 비료 : 요소

- 요소비료의 제조방법 중 카바메이트 순환방식의 제조방법으로 약 210°C, 400atm의 비교적 고온, 고압에서 반응시키는 것

do point 법

- 석회질소 비료
토양의 살균효과가 있다.
저장 중 이산화탄소, 물을 흡수하여 부피가 증가한다.
분해시 생성되는 디시안디아미드는 식물에 유해하다.

-석회질소 값
산성토양이 된 곳에 알칼리성 비료를 사용하고자 할 때 적합한 비료
질소비료 중 암모니아를 원료로 하지 않는 비료
염기성 비료로서 산성토양의 개량 및 잡초, 해충 병원균의 구제에도 사용되는 비료

- 석회질소 제조 시 촉매역할을 해서 탄화칼슘의 질소화반응을 촉진시키는 물질 : 값

- 발농사를 주로 하는 지역에서는 사용되나 흡습성이 강하고 논농사에는 부적합한 비료로서 Fauser법으로 생산하는 것

질산암모늄

<인산비료> 과인산석회, 중과린산석회, 소성인비, 용성인비,
메타인산칼슘, 용성고토인비, 토머스인비, 인산암모늄)

- 인산칼슘 중 수용성 성질을 가지는 것 : 인산 1칼슘

- 인광석에 인산을 작용시켜 수용성 인산분이 높은 인산 비료를 얻을 수 있는데 이에 해당하는 것 (수용성인산비료)

→ 중과린산석회

- 중과린산 석회의 제조법 : 인광석 + 인산 (인광석을 인산으로 처리한다.)

- 중과린산 석회의 반응
 $Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow CaH_2P_2O_7 + 2CaSO_4$

- 인광석을 가열처리하여 불소를 제거하고, 아파타이트 구조를 파괴하여 구용성인 비료로 만든 것 : 소성인비

- 토마스인비의 일반적인 구성 성분 : 값, 값, 값

<격막법>

- 소금물을 전기분해하여 공업적으로 가성소다를 제조할 때

적당한 방법 : 격막법

- 이온교환막법을 이용한 가성소다 제조 과정 전해가 개시되면 양극에서 염소 기체가 발생한다.

- 소금의 전기분해에 의한 가성소다 제조과정 중 격막식 전해조의 전력원 단위를 향상시키기 위한 조치
공급하는 소금물을 양극액 온도와 같게 예열하여 공급한다.

동판 등 전해조 자체의 재료의 저항을 감소시킨다.
전해조를 보온한다.

- 격막법 전해조에서 양극과 음극 용액을 다공성의 격막으로 분리하는 주된 이유 : 부반응을 작게 하기 위해

- 격막식 수산화나트륨 전해조에서 값가 발생하는 쪽의 전극 재료
흑연

- 격막법에서는 막이 파손될 때에 폭발이 일어날 위험이 있다.

- 격막법 전해조의 양극 산화반응에 해당하는 것
 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

- 격막식전해법에서 사용하는 격막 물질 : 석면
격막법 전해조의 양극재료로서 구비하여야 할 조건

내식성이 우수하여야 한다

재료의 순도가 높은 것이 좋다

인조흑연을 사용하지만 금속전극도 사용할수 있다

<암모니아>

→ 산화
Pt-RH

- 암모니아 생성평형에 있어서 Tour의 실험결과 암모니아 평형농도는 압력이 높을수록 증가한다.

- 암모니아를 원료로 하는 물질

(황산암모늄, 염화암모늄, 요소)

- 안정하기 때문에 비료용으로 생산되기에 적합하며 질소 대 인산비를 미리 알맞게 조절하여 생산되는 인산암모늄 :

- 인산비료에서 유효인산 또는 가용성 인산이란?
수용성 인산과 구용성 인산이 비효를 갖는 것

- 인산비료에서 인 함량을 나타낼 때 기준

- P₂O₅가 많은 순서 : 중과린산석회 > 소성인비 > 과린산석회

- 인광성에 의한 과린산석회 비료의 제조과정
Ca₃(PO₄)₂+2H₂SO₄+5H₂O <-> CaH₄(PO₄)₂·H₂O+2[CaSO₄·2H₂O]

<칼륨비료> 염화칼륨, 황산칼륨, 벚지재 등등

- 칼륨 질 비료의 원료
초목재(목초의재), 간수, 칼륨 광물(실비나이트 (NaCl+KCl), 해조, 용광로 더스트 (고로 더스트) 사탕무의 알코올 발효액
☞ 발해 목수용 칼륨

<복합비료> 배합비료(조합비료), 화성비료

↔ 혼합 ↔ 반응

-화성비료
비료 3요소 중 2종 이상을 하나의 화합물상태로 함유하도록 만든 비료
화성비료는 비효성분의 총량에 따라서 저농도와 고농도 화성비료로 구분할 수 있다.

-배합비료
질소, 인산 또는 칼륨을 포함하는 단일비료를 2종 이상 혼합하여 2성분 이상의 비료요소를 조정해서 만든 비료

- 배합비료 제조
중성비료와 염기성비료의 혼합
중성비료와 산성비료의 혼합
염기성비료와 염기성비료의 혼합

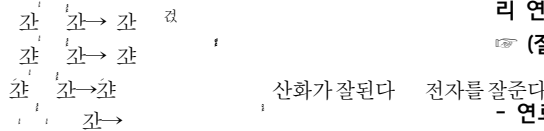
<전지>

-1mol : 1F [= 96500C(A*s)]
- 장치재료의 선택에는 재료가 사용되는 환경에서의 안정성이 중요한 변수가 된다. 재료 변화에 대한 설명 중 반응기구가 같은 것

Fe 표면위에 녹 Zn 생성
Al 표면위에 Zn 생성
산용액 내에서 Cu와 Zn금속이 접할 때 Zn의 용출

>산화반응

- 환원반응과 표준 환원전위



철과 아연이 접촉 시에 아연이 우선적으로 부식된다.

- 부식전류(금속 표면 위에 불균일에 의해 전위가 서로 다른 부분이 생기는 것)가 크게 되는 원인
온도가 높을 때
금속이 전도성이 큰 전해액과 접촉하고 있을 때
금속표면의 내부응력의 차가 클 때

- 부식반응에 대한 구동력(electromotive force) E는? (단, Δ 는 깃스자유에너지, n은 금속 1몰 당 전자의 몰수, F는 패러데이 상수) :

$$\frac{\Delta}{nF}$$

- 1차전지 : 수은전지, 알칼리망간전지, Leclanche 전지

- 2차전지 (충전 0) : 납축전지, Ni-MH 전지

- 직접적으로 전지의 성능을 나타내는 것 에너지 밀도, 충·방전 횟수, 자기 방전율

- Ni/Cd 전지에서 음극의 수소발생을 억제하기 위해 음극에 과량으로 첨가하는 물질 : Zn

- 연료전지의 전해질 : 수산화칼슘, 이온(H⁺)전도성고분자막,

인산, 용융탄산염, 고체산화물

- 자동차에서 사용되는 납축전지에 대한 설명
방전시 양극에서 Zn 가 얻어진다.
방전시 음극에서 Zn 가 얻어진다.
납축전지의 전해질은 황산수용액을 사용하고 있다.

- 전지에 대한 설명
전해질 내에서는 이온에 의한 전하의 이동이 존재한다.

충전전압과 방전전압의 차이는 전극에서 과전압과 전해질 내에서의 저항이 주원인이다. **충전전압 > 방전전압**

- 연료전지에 있어서 캐소드에 공급되는 물질 산소
↔ 양이온이 향해가는 전극
(음극 : 수소) 전자가 방출되는 전극, 양극

-주된 연료전지의 형태
연산형 연료전지, 용융탄산염 연료전지, 알칼리 연료전지
☞ (질산형 연료전지X)

- 연료전지 : 고체 산화물형 연료전지(SOFC)
● 전극으로는 세라믹 산화물이 사용된다.
● 작동온도는 약 1000°C이다.
● 수소나 수소/일산화탄소 혼합물을 사용할 수 있다.

- 650°C에서 작동하며 수소 또는 일산화탄소를 음극연료로 사용하는 연료전지 : 용융탄산염 연료전지

- 실용전지 제조에 있어서 작용물질의 조건
경량일 것
전기용량이 클 것
자기방전이 적을 것

<반도체>

- 반도체 공정
감광반응 되지 않은 부분을 제거하는 공정을 에칭이라 하며, 건식과 습식으로 구분할 수 있다.
감광성 고분자를 이용하여 실리콘웨이퍼에 회로 패턴을 전사하는 공정을 리소그래피(lithography)라고 한다.

웨이퍼 처리공정 중 잔류물과 오염물을 제거하는 공정을 세정이라 하며 건식과 습식으로 구분할 수 있다.

- 감광제 요소 : 고분자, 용매, 감광용제
- 박막형성 기체 중 SiO₂ 막에 사용되는 기체? : SiH₄, O₂, N₂O

- 실리콘에 붕소와 같은 원소가 첨가된 경우 전자가 부족해 빈자리가 하나 생기는 것 : hole

- 에칭 : 새기다. 깎다
반도체 공정 중 노광 후 포토레지스트로 보호되

지 않는 부분을 선택적으로 제거하는 공정
반도체 제조공정 중 패턴이 형성된 표면에서 원
하는 부분을 화학반응 혹은 물리적 과정을 통하
여 제거하는 공정

감광되지 않은 부분 제거

- 반도체

불순물 원소를 첨가함에 따라 저항이 감소한다.
에너지갭의 크기가 클수록 전기전도도는 감소한
다. (탄소>실리콘>게르마늄)

진성반도체의 전기도도는 온도가 증가한다.

- p형 반도체를 제조하기 위해 실리콘에 소량
첨가하는 물질
붕소, 알루미늄, 인 등 (4가 원소)

- 게르마늄과 같은 반도체 원소는 가장 바깥껍
질에 몇 개의 원자를 가지면서 공유결합을 이
루는 가? : 4개

- III-V 화합물 반도체로만 나열된 것

AIAs, AISb 3족 B Al Ga In
5족 N P As Sb

- 반도체 제작 공정을 재료의 정제, 단결정 성
장, 소자 제작 등의 단계로 구분할 때 단결정
성장 방법에 해당하는 것

- 부유대역법(Floating-zone process)

- n형 반도체 : 갭 : 3

- 반도체 제조 공정 중 보편화되어 있는 단결정
제조방법
Czochralski방법

- 상온에서 부도체인 고유반도체를 비고유반도체
로 만들면 전기전도도를 가지게 할 수 있다.

<석유화학공업>

원유 분별증류 나프타 촉매접촉개
질 가솔린 + BTX

★ 석유화학 공정 [전환법(conversion)]

┌ 분해(cracking) ┌ 열분해 - visbreaking(50
0°C), coking(1000°C)

- | ┌ 접촉분해
- | └ 수소화 분해
- └ 개질(reforming) ┌ 열개질
- | └ 접촉개질
- └ 알킬화(alkylation)법
- └ 이성질화법(ex.수소화법)

-접촉재질반응로부터 얻어지는 화합물 : 벤젠

- 증질유의 점도를 내릴 목적으로 증질유를 약
20기압과 약 500°C에서 열분해시키는 방법
(열분해법 중하나) : visbreaking process

- 열분해반응의 특징

olefin이 많으며, C1-C2가 많다
대부분 지방족이다, 코크스나 타르의 석출이
많다

- 석유류에서 접촉분해반응(탈수소/고리화/이성질
화/탈알킬)의 특징

- ↳ 고체산을 촉매로 사용한다.
- ↳ 대부분 카르보늄 이온 반응기구로 진행된다.
- ↳ 디올레핀은 거의 생성되지 않는다.
- ↳ 분해 생성물은 탄소수 3개 이상의 탄화수소
가 많이 생성된다.
- ↳ 방향족 탄화수소가 열분해법보다 많다.

- 고옥탄가의 가솔린을 제조하는 방법인 접촉분
해법의 생성물
방향족 탄화수소가 열분해법보다 많다.

- 도시가스 제조 프로세스 중 접촉분해 공정에
대한 설명
반응압력을 올리면 의 생성이 많아진다.

반응온도를 상승시키면 가 많이 생성된다.
촉매를 사용하여 반응온도는 400~800°C이며 탄
화수소와 수증기를 촉매 반응시키는 방법이다.

- 원유의 증류시 탄화수소의 열분해를 방지하기
위하여 사용되는 증류법 : 감압증류

- 옥탄가가 낮은 나프타를 고옥탄가의 가솔린으
로 변화시키는 공정
개질공정

★ 석유화학 공정 [정제법]

- ┌ 화학적 정제법
- └ 스위트닝법
- └ 수소화정제법
- └ 용제정제법(용제추출)

- 석유정제에 사용되는 용제가 갖추어야 하는
조건

선택성이 높아야 한다.
추출할 성분에 대한 용해도가 높아야 한다.
독성이나 장치에 대한 부식성이 적어야 한다.
용제의 비점과 추출성분의 비점의 차이가 커서
상분리가 용이할 것.

- 석유 중 황화합물 다량 함유시 문제점 (정제이
유)
장치 부식, 공해 유발, 악취 발생

- 석유의 불순물로서 원유 중에 약 0.1~5wt%
정도 포함되어 있으며 공해문제와 장치부식
등 장애의 원인이 되는 것 : 황화합물

- 석유의 증류, 전화과정 등에서 포함되는 불순
물을 제거하거나 불쾌한 냄새를 제거하는 방
법 : 용제추출, 스위트닝, 수소화정제

- 원유 중 함유된 티올(thiol)류를 산화하여 이황
화물(RSSR)로 변화시켜 불쾌한 냄새를 제거시
키는 방법 : 스위트닝법

- 수소화 정제법(hydrotreating process)
고온, 고압 하에서 촉매를 사용한다.
황, 질소 및 산소 화합물 등을 제거하는 방법이
다.

원료유를 수소와 혼합하여 이용한다.

- 증질유를 열분해하여 얻는 가솔린? 분해가
솔린

- 원유의 증류에 의해 만들어진 가솔린? 직
류가솔린

-증질유의 비점이 강하되어 가장 낮은 온도에서
고비점 유분을 유출시키는 증류법 : 수증기 증류
법

- 디젤 연료의 성능을 표시하는 하나의 척도 :
세탄가

- 공업적으로 수소를 제조하는 방법
수성가스법, 수증기개질법, 부분산화법

- 수소의 공업적 제조법 : 전기분해법, 석탄법,
석유법

- 윤활유 정제에 많이 사용되는 용제 : 푸르푸랄
(furfural)

- 탄화수소 중 석유의 원유 성분에 가장 적은
양이 포함되어 있는 것
올레핀계 탄화수소

-올레핀의 니트화반응

고급 올레핀의 반응속도가 저급 올레핀보다 빠르
다

일반적으로 -10~25°C의 온도범위에서 실시한다
이산화질소의 부가에 의하여 용이하게 이루어진
다

- 석유계 윤활유로서 온도에 의한 점도의 변화
는 적으나 응고점이 높아 저온에서 사용하기
곤란한 것 : 파라핀계 윤활유

- 아스팔트 도로포장에 사용되는 것 : 직류 아스
팔트

- 감압증류로 얻는 것 : 윤활유, 아스팔트

- 가솔린 유분 중에서 휘발성이 높은 것을 의미
하고 한국 및 유럽의 석유화학공업에서 분해
에 의해 에틸렌 및 프로필렌 등의 제조에 주
된 공업원료로 사용되고 있는 것 : 나프타

- 나프타를 열분해하여 석유화학 공업의 원료로
만들 때 가장 많이 얻어지는 것 : 에틸렌

- 석유, 석탄 등의 화석연료 이용효율 및 환경오
염에 대한 설명
것은 산성비의 주원인

- 옥탄가

↳ iso-옥탄의 옥탄가를 100으로 하여 기준치로

삼는다.

→ n-헵탄을 0으로

→ 가솔린의 안티노크성(anti-knocking)을 표시하는 척도이다.

→ n-헵탄과 이소옥탄의 비율에 따라 옥탄가를 구할 수 있다.

→ 탄화수소의 분자구조와 관계가 있다.

→ 일반적으로 곁가지가 많은 구조의 탄화수소일 수록 옥탄가가 높다.

→ 방향족 탄화수소 > 나프텐계 탄화수소 > n-파라핀

- Friedel-Crafts 알킬화 반응에서 주로 사용하는 촉매 : 강 강

- 강 강와 조 강 : 친전자시약

- 옥탄가가 가장 높은 것 : Toluene

- 옥탄가가 가장 낮은 것 : 직류 가솔린

- 석유계 아세틸렌의 제조법

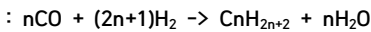
→ 아크 분해법, → 부분 연소법, → 수증기 분해법

- 원유를 증류할 때 상압증류공정의 탑저에서 나오는 전사유(reduced crude)나 감압증류공정에서 나오는 유분을 경유유분과 함께 제품 규격에 맞게 배합한 것 : 중유

- 탄화수소 중 가솔린에 속하는 것 :

- 일산화탄소와 수소를 Co와 Fe 촉매 존재하에 반응시켜 파라핀과 올레핀계 탄화수소를 합성하는 반응

Fischer-Tropsch 반응 수성가스 → 인조석유



- 자동차용 가솔린에 요구되는 성질
연소열이 나쁜 유분을 포함하지 않을 것
고무질이 적은 것
반응성이 증성일 것

- 윤활유의 성상에 대한 설명
유막강도가 커야 한다.
적당한 점도가 있어야 한다.
안정도가 커야 한다.

- LPG
무색무취
상온,상압에서 기체이다.
의 탄화수소가 주성분이다.

- LNG
액화천연가스, 주성분 메탄

- 원유 정제공정에서 비점이 낮은 순으로 나열
가스-나프타-등유-경유-중유-아스팔트

<환경>

- pH2인 공장폐수 내에 질 산 등의 중금속 이온이 다량 함유. 중화처리 시 중금속은 수산화물 형태로 침전되지만, 입자 크기가 작은 경우 콜로이드 상태로 존재해 응집제를 사용해야 한다. 폐수처리 과정에 필요한 물질 : CaO, 강

- 폐수처리나 유해가스를 효과적으로 처리할 수 있는 광촉매를 이용한 처리기술이 발달되고 있는데, 다음 중 광촉매로 많이 사용되고 있는 물질로 아나타제, 루틸 등의 결정상이 존재하는 것 : 강

- 수처리
물의 경도가 높으면 관 또는 보일러의 벽에 스케일이 생성된다.
물의 경도는 석회 soda법 및 이온교환법에 의하여 낮출 수 있다.
BOD는 생물학적인 산소요구량을 말한다.

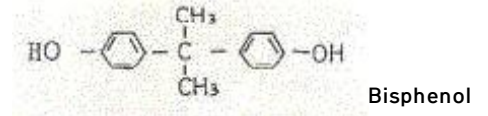
- 알칼리성 폐수의 중화에 사용되는 것 : 강

- 활성슬러지법 중에서 막을 폭기조에 직접 투입하여 하수를 처리하는 방법으로 2차 침전지가 필요 없게 되는 장점이 있는 것 : 막분리법

<유기화학, 고분자>

- 페놀을 수소화한 후 질산으로 산화시킬 때 생성되는 주 물질
아디프산(adipic acid)

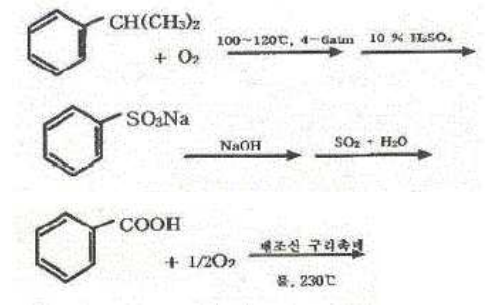
- 아세톤에 과량의 페놀을 섞어 HCl gas를 포화시킬 때 주로 생성되는 물질 = 아세톤을 염산 존재하에 페놀과 작용



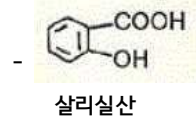
A
- 비스페놀A + 포스겐 → 폴리카보네이트
- 폴리카보네이트 : 플라스틱의 명품(유리의 250배강도)

- 이소프렌 Isoprene
천연고무
에틸렌과 프로필렌을 공이량화(co-dimerization)시킨 후 탈수소시켰을 때 생성되는 주물질

- 최종 주생성물이 페놀인 것



- 아크릴산 에스테르의 공업적 제법
Reppe 고압법, 프로필렌의 산화법, 에틸렌시아나이드법



- 에텐()의 부가 반응에 의한 생성물 :

- Poly(vinyl alcohol)의 주원료 물질에 해당하는 것 : 초산비닐

- 유리기(free radical) 연쇄반응으로 일어나는 반응
강 → 강 강

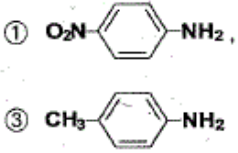
- 벤젠의 술폰화 반응에 사용되는 물질 : 발연황산

- 에틸알코올()과 브롬화칼륨()을 존재하에서 반응시키면 생성되는 주생성물 : 겔

- 니트로화합물 중 트리니트로톨루엔(TNT) 물에 거의 녹지 않는다.
톨루엔을 니트로화하여 제조할 수 있다.
폭발물질로 많이 이용된다.
공업용 제품은 담황색 결정형태이다.

- 질산과 황산의 혼산에 글리세린을 반응시켜 만드는 물질로 비중이 약 1.6이고 다이내마이트

- 트를 제조할 때 사용되는 것 : 니트로글리세린
- 염기성 세기가 작은 것부터 큰 순서 : ①<②<③



CH3는 밀고, NO2는 뺀다고

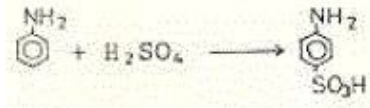
- 레페(Reppe) 합성반응 4가지
vinyl화, ethynyl화, carbonyl화, 환화중합

- 옥소(oxo) 반응
프로필렌, CO 및 O₂의 혼합가스를 촉매 하에서 고압으로 반응시켜 카르보닐 화합물을 제조하는 반응
올레핀을 코발트 촉매 존재 하에서 고압 반응시켜 알데히드를 합성하는 반응

- 중량평균 분자량 측정법 : 광산란법
- 고분자의 분자량 측정법 : 말단기정량법, 삼투압측정법, 광산란법, 끓는점오름과 어는점내림법, 겔투과 크로마토그래피

- 커플링(coupling)은 어떤 반응을 의미 : 아조 화합물의 생성반응

- 방향족 아민에 1당량의 황산을 가했을 때의 생성물



- 염화비닐수지를 성형가공시 가열에 의한 유동성을 향상시키기 위하여 사용하는 것 : 가소제

- 테레프탈산 합성을 위한 원료 : p-자일렌, 톨루엔, 무수프탈산

- 테레프탈산을 얻을 수 있는 반응 : p-크실렌(xylene) 산화

- 수용액 상태에서 산성인 것 : 페놀

- 페놀 수지에 대한 설명
열경화성 수지이다.
우수한 기계적 성질을 갖는다.
전기적 절연성, 내약품성이 강하다.

- 페놀을 만들기 위한 중간반응 중에서 슬폰화 반응단계

- 페놀을 수소화한 후 질산으로 산화시킬 때 생성되는 주물질
아디프산

- 아디프산과 헥사메틸렌디아민을 원료로 하여 제조되는 물질
나일론 66

- 폴리아미드계인 nylon 66이 이용되는 분야
용융방사한 것은 직물로 사용된다.
로우프 제작에 이용된다.
사출성형에 이용된다.

- Nylon 6 제조의 주원료
→ 카프로락탐 (Cyclohexane Oxime)을 황산처리하면 생성)

- CFC-113 : 강, 강

- 고분자 중 T_g (glass transition temperature)가 가장 낮은 것
Polyisoprene

- 고분자 중 T_g (glass transition temperature)가 가장 높은 것
Polycarbonate

- 기하이성질체를 나타내는 고분자
폴리부타디엔, 폴리클로로프렌, 폴리이소프렌

- R-COOH와 알코올은 에스테르를 반응시킬 때 주생성물 : R-COCl

- 열경화성 수지
→ 폴리우레탄 수지, 페놀수지, 요소수지, 에폭시수지, 우레아수지

- 열가소성 수지
→ 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리아미드, 폴리아세탈, ABS 수지,

- 염화비닐, 나일론
- 열경화성 수지와 열가소성 수지로 구분할 때 분류가 다른 것
요소수지

- 포름알데히드를 원료로 하는 합성수지
페놀수지, 요소수지, 멜라민수지

- 말레산 무수물을 벤젠의 공기 산화법으로 제조할 때 사용되는 촉매 산화바나듐

- 말레산무수물
벤젠을 400~500°C에서 산화 촉매 상으로 접촉기 상 산화시킬 때의 주생성물
오산화바나듐(V₂O₅) 촉매 하에 벤젠을 공기 중 400°C에서 산화시켰을 때 생성물

- 산성이 가장 강한 것 : HCl

- 접착속도가 매우 빨라서 순간접착제로 사용되는 것은 성분
시아노아크릴레이트

- 삼산화황과 디메틸에테르를 반응시킬 때 주생

성물 : HCl

- 일반적으로 화장품, 의약품, 정밀화학 제조 등의 화학공업에 주로 사용되는 반응공정 : 회분식 반응 공정

- 부타디엔에 무수말레인산을 부가하여 환상화합물을 얻는 반응
Diels-Alder반응

- 지방산의 일반적인 식 : RCOOH

- Sylvinit(KCl+NaCl) 중 NaCl의 함량은 약 몇 wt%? 44%

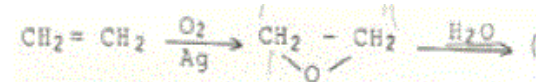
KCl의 함량은 약 몇

wt%? 56%

- 큐멘 Cumene
페놀의 공업적 제조 방법으로 페놀과 아세톤을 동시에 합성할 수 있는 것
벤젠을 산 촉매를 이용하여 프로필렌에 의해 알킬화함으로써 얻어지는 것

- 무수프탈산으로부터 제조할 수도 있고 톨루엔의 액상공기산화에 의한 방법으로 제조할 수 있는 것 : 벤조산

- 에틸렌 글리콜, Ethylene glycol



- 산화에틸렌을 수화반응(Hydration)시켜 얻어지는 물질

- 아세트알데히드 제조방법 : 아세틸렌+물, 에탄올+산소, 에틸렌+산소

- 아세트알데히드는 Hochst-Wacker 법을 이용하여 에틸렌으로부터 얻어질 수 있다. 이때 사용되는 촉매에 해당하는 것 : PdCl₂

- 아세트알데히드를 산화시켜 얻는 주물질 : 아세트산

- 에틸렌을 원료로 하는 화학제품
스티렌, 염화비닐, 아세트알데히드, 에틸벤젠, 아세트알데히드, 에탄올

- 아세틸렌을 원료로 하여 합성되는 물질
아세트알데히드, 염화비닐, 아세트산 비닐

- acetylene을 주원료로 하여 수은염을 촉매로 물과 반응하여 생성되는 것 : Acetaldehyde

- 아세틸렌을 출발물질로 하여 염화구리와 염화암모늄수용액을 통해 얻은 모노비닐아세틸렌과 염산을 반응시키면 얻는 주생성물
클로로프렌

- 아세틸렌에 작용시키면 아세틸렌법으로 염화비닐이 생성되는 것

HCl

- 아세틸렌에 HCl이 부가될 때 주로 생성되는 물질: PVC

- 비닐고분자의 일종으로 비닐단량체(VCM)의 중합으로 형성되는 폴리염화비닐(PVC)이 해당하는 것: 부가중합체

- 값 장 : 고도 표백분

- 청바지의 색을 내는 염료로 사용하는 청색 배트 염료: 인디고 염료

- 핵산()의 구조이성질체 수: 5개

- 벤젠의 할로겐화 반응에서 반응력이 가장 작은 것:

- 카복시산과 아민의 축합반응으로 얻어지는 화합물: 아마이드(amide)

- 이황화탄소를 알칼리셀룰로오스(Cell-ONa)에 반응시켰을 때 주생성물질: 셀룰로오스 크산테이트

- 일산화탄소와 수소에 의한 메탄올의 공업적 제조방법

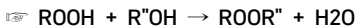
촉매를 촉매로 사용할 수 있다.

- 섬유유연제, 살균제에 사용되는 계면활성제: 양이온성 계면활성제

- 음이온성 계면활성제: 세탁용세제

- 이원자분자 값에 대한 결합-해리 에너지가 큰 것부터 나열:

- 초산과 메탄올을 산촉매 하에서 반응시키면 에스테르와 물이 생성된다. 물의 산소원자는 어디에서 왔는가? : 초산의 OH



- 선형 저밀도 폴리에틸렌(LLDPE)

규칙적인 가지를 포함하고 있다.

낮은 밀도에서 높은 강도를 갖는 장점이 있다.

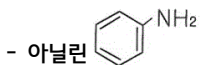
저밀도 폴리에틸렌보다 강한 인장강도를 갖는다.

LLD PE : 가지달린 폴리에틸렌

HDPE > LLDPE > LDPE

(단단한WRAP) (포장 WRAP)

- 합성세제용으로 사용되는 알킬벤젠 술폰산나트륨의 알킬기의 통상적인 탄소수로 적당한 것:



- 아닐린 무색 특유냄새 유 액체이다.

- 니트로벤젠은 아닐린으로 환원될 수 있다.

(Zn+Acid)

- 알코올과 에테르에 녹는다.

- 비점이 약 184°C인 액체이다.

- CuO 존재 하에 를 염화벤젠에 첨가하고, 가압하면 생성되는 주 물질

- 아닐린을 삼산화크롬으로 산화시킬 때 생성물: 벤조퀴논

- 술폰산화 되기 가장 쉬운 것

- 벤젠을 니트로화하여 니트로벤젠을 만들 때에 대한 설명

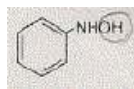
- 와 의 혼산을 사용하여 니트로화 한다.

- 이 공격하는 친전자적 치환반응이다.

- 발열반응이다. (ΔH<0)

- 니트로화 반응을 이용하여 벤젠을 니트로벤젠으로 합성할 때 많이 사용되는 것 (니트로화제로 주로 공업적으로 사용되는 혼산)

- 니트로벤젠을 환원시킬 때 첨가하여



을 가장 많이 생성하는 것: Zn+Water

- 니트로벤젠을 환원시켜 아닐린을 얻고자 할 때 사용하는 것

Fe, HCl (Fe+강산)

- 고분자의 유리전이온도를 측정하는 방법

differential scanning calorimetry

dilatometry

dynamic mechanical analysis

- 블록을 이루는 물질의 유리전이온도(결사슬이 긴 것은 온도가 낮다)

- 고분자의 결정구조를 분석할 수 있는 방법: X선 회절

- 산과 알코올이 어떤 반응을 일으켜 에스테르가 생성되는가? : 축합

- 스타이렌-부타디엔-스타이렌 블록공중합체를 리빙 음이온 중합

- 자체만으로는 촉매작용이 없으나 촉매의 지지체로서 촉매의 유효면적을 증가시켜 촉매의 활성을 크게 하는 것: Carrier

- 아마이드에 할로겐과 알칼리를 작용시켜 순수한 일차아민을 생성하는 반응: Hofmann 자리옮김 반응

- 고분자 성형방법

- 사출성형: 고분자의 용융, 금형채움, 가압, 냉각단계로 성형하는 방법

- 압축성형: 성형할 수지, 충전제, 색소, 경화제 등의 혼합분말을 금형에 반 정도 채워 넣고 가압, 가열하여 열 경화시키는 방법

- 환원반응에 의해 알코올을 생성하는 것 카복시산, 알데히드, 케톤

- 기하이성질체를 갖는 것: 값

- 생성된 입상 중합체를 직접 사용하여 연속적으로 교반하여 중합하며 중합열의 제어가 용이하지만 안정제에 의한 오염이 발생하므로 세척, 건조가 필요한 중합법: 현탁 중합

- 물과 같은 연속상 안에서 단위체를 액적으로 분산시킨 상태에서 중합하는 방법으로 고순도의 폴리머가 직접 입상으로 얻어지며, 연속교반이 필요하고 중합열의 제어가 용이한 것: 유화중합

- Lewis 산 촉매를 사용하는 Friedel-Craft 반응과 유사하게 방향족에 CO, Cl을 반응시켜 알데히드를 도입하는 반응 Gattermann-koch 반응

- 지글러-나타 중합: 결정성 폴리프로필렌 중합

- 전기전도성 고분자: 폴리아세틸렌, 폴리티오펜, 폴리피롤

- 벤조트리클로이드를 알칼리로 가수분해시켰을 때 얻을 수 있는 주생성물: 벤조산

- 벤젠으로부터 아닐린을 합성하는 단계 순서: 니트로화 -> 수소화

- 모노글리세라이드: 비이온(Not ion) 계면활성제

- Phthalic anhydride를 합성하기 위한 기본 원료? O-xylene

- 발색단만을 갖고 있는 화합물에 도입하면 색을 짙게 하는 동시에 섬유에 대해 염착하기 쉽게 하는 원자단은? -OH

- 비중이 제일 작으며 polyethylene film보다 투명성이 우수한 것? poly propylene

- 저분자 물질을 중합하여 제조되는 짧은 사슬의 중합체 텔로머(telomer)

- 열제거가 용이하고 반응 혼합물의 점도를 줄일 수 있으나, 저분자량의 고분자가 얻어지는 단점이 있는 중합방법: 용액중합

- Kevlar 섬유(폴리아미드계)의 제조에 필요한 단량체 terephthalic acid + 1,4-phenylene diamine

- 폴리탄산에스테르 결합을 갖는 열가소성수지로 비스페놀A로부터 얻어지며 투명하고 자기소화성을 가지며 뛰어난 내충격성, 내한성, 전기적 성질을 균형있게 갖춘 엔지니어링 플라스틱? 폴리 카보네이트

- 유지의 분석시험 값으로 성분 지방산의 평균

분자량을 알 수 있는 것은? 비누화값

- Syndiotactic-폴리스타이렌의 합성에 관여하는 촉매 : 메탈로센 촉매
- 200°C에서 활성탄 담체를 촉매로 아세틸렌에 아세트산을 작용시키면 생성되는 주 물질은? 비닐아세테이트
- 불포화지방산을 많이 포함하게 되면 유지의 점도는? 낮아진다
- 유지의 공업적 분리방법 : 분별결정법, 감압증류법, 분자증류법

- 염화물의 에스테르화 반응에서 Schotten-Baumann법(촉매:NaOH)
 $RNH_2 + R'COCl \rightarrow RNHCOR'$

-석유의 성분으로 질소 화합물에 해당 : 피리딘

-시료의 산가(acid value)

-폴리테트라 플로로에틸렌(테프론) : 부식방지용 내식재료

-Cyclone의 주된 집진 원리 : 원심력

-이상적인 차아염소산칼슘의 유효염소는 약 몇%인가? 49.7%

- 중성에서 물의 이온화도(10^{-7}) = $K_a(\text{산}) \times K_b(\text{염기})$

- 에폭시 수지의 합성
 에피클로로히드린
 멜라민
 비스페놀A

- ppm = mg/L

- 비저항의 단위 [$\Omega \cdot \text{cm}$]

- 빛 $c = \lambda \cdot f = 3 \times 10^8$

- 전력효율 = 전압효율 \times 전류효율

- $DVS = \frac{\text{반응한 } \text{값}}{\text{생성된 } \text{값}}$

- 수 평균분자량 = $\frac{\sum \text{분자량} \times \text{몰수}}{\sum \text{몰수}}$

- 중량 평균분자량 = $\frac{\sum \text{분자량} \times \text{몰수}}{\sum \text{분자량} \times \text{몰수}}$

- 중합도(n) = 고분자 분자량 / 단량체 분자량

- 수 평균 중합도(n) = $1/1-P$ (P : 전하율)

- 사슬중합 vs 단계중합

사슬중합 \leftrightarrow 부가중합	단계중합 \leftrightarrow 축합중합
단량체와 활성 중심(라디칼, 이온, 배위착물 등)과의 반응에 의해 사슬 성장 (주로 비닐단량체의 중합)	단량체, 올리고머, 폴리머 간의 서로 다른 말단 작용기의 반응에 의해 매트릭스 전체를 통해 성장
수평균중합도 높음	수평균중합도는 낮거나 중간
단량체는 비교적 느리게 소모	단량체는 빠르게 소모
분자량 빠르게 증가	분자량 점진적으로 증가
개시 및 성장반응기구가 다름	개시제 필요 없음, 전체적으로 같은 반응기구
일반적으로 사슬 정지단계 포함	종결단계(정지반응) 없음
중합속도가 초기에는 증가하나, 중합 도중 일정하게 유지	중합속도는 관능기가 소모됨에 따라 꾸준히 감소
단량체 농도는 서서히 감소	단량체는 초기에 대부분 소모