

제6장 화학적 처리공정

1. pH 조정
2. 혼화와 응집
3. 흡착공정
4. 소독(살균)

3. 흡착공정(Absorption)

1. 흡착 정의

- 고체와 기체, 기체와 액체 등의 계면에서 기체 혹은 액체 혼합물 중의 목적 성분을 제3의 물질을 이용하여 분리하는 조작,
- 흡착 공정을 이용하면 가스나 액체 또는 고체의 농도가 극히 낮을 경우라도 일정한 흡착제를 사용하면 선택적으로 제거 가능
- 제3의 물질을 흡착제(adsorbent), 흡착되어지는 목적 성분을 흡착질(adsorbate), 흡착제와 흡착질을 조합한 것을 흡착계(adsorption system)라 한다.

2. 흡착 공정

- 1) 흡착(Adsorption) : 흡착물질과 흡착제가 접촉하여 흡착물질이 흡착제에 부착되는 과정
- 2) 탈착(Desorption) : 흡착제에 흡착된 물질을 흡착제 표면으로부터 분리하는 과정
- 3) 재생(Regeneration) : 흡착된 물질을 흡착제로부터 제거하는 공정

3. 흡착공정(Absorption)

3. 물리적 흡착과 화학적 흡착

물리적 흡착	화학적 흡착
<ul style="list-style-type: none"> - 흡착 속도가 크다 - 흡착량은 저온에서 커진다 - 흡착은 가역적으로 이루어진다 - 인력(van der Waals) 	<ul style="list-style-type: none"> - 활성화에너지 때문에 흡착 속도 작다 - 흡착량은 고온에서 커진다 - 흡착은 비가역적으로 이루어진다 - 화학적 결합, 전자 이동 현상

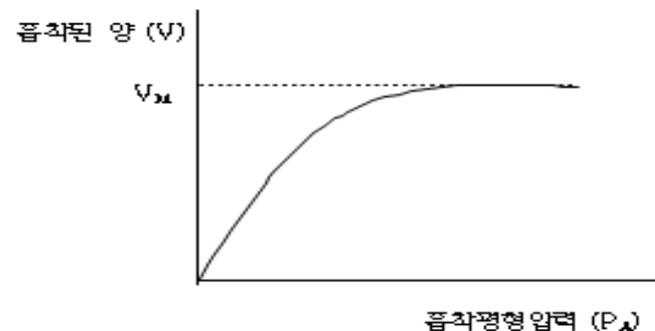
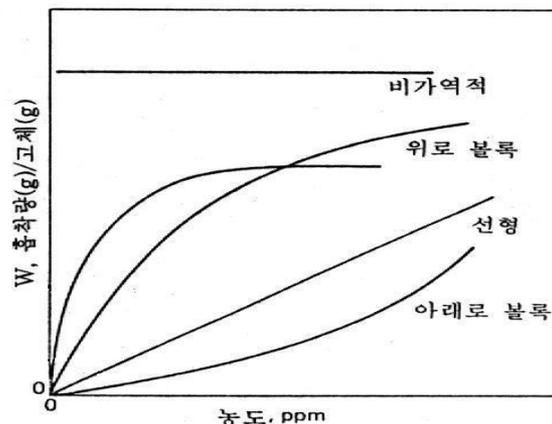
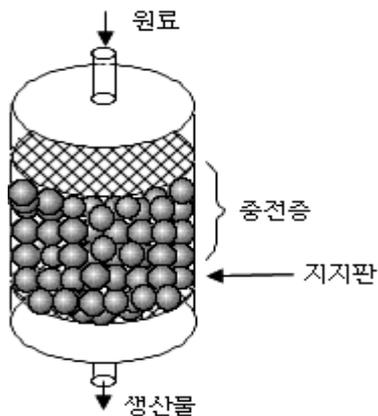


그림 5. Langmuir 흡착등온선

흡착등온선 : 주어진 온도에서 유체상에서 흡착층의 농도와 흡착제 입자 속의 흡착질 농도간의 평형관계

흡착제 종류 : 분말활성탄, 입상활성탄, 재, 탄소 분자체, 섬유상 활성탄, 실리카겔, 활성알루미나, 천연 제올라이트, 합성 제올라이트, 골탄, 금속산화물

흡착등온식(1)

- ✓ 흡착 메커니즘을 가정하고, 실험에서 얻은 자료를 등온곡선에 맞는 수식을 전개하려는 수 많은 시도가 이루어져옴.
- ✓ 일정한 온도에서 흡착제와 피흡착물질을 장시간 접촉시켜, 수중에 남아 있는 물질과 흡착제에 흡착된 물질의 양과의 관계를 나타낸 식
- ✓ 이중 가장 많이 쓰이는 세 가지 등온식이 있다.
 - 1) Langmuir(랭뮤어)의 흡착등온식
 - 2) Freundlich(프로인들리히)의 흡착등온식
 - 3) Brunauer–Emmett–Teller(B.E.T; 브루나우어-에케트-텔러)의 흡착등온식

Langmuir 흡착등온식

- 가정
1. 랭뮤어 흡착 등온선은 흡착점이 균일하고, 흡착된 분자가 고정되어 있음
 2. 모든 흡착점의 에너지 상태는 동일, 흡착된 분자 사이에는 상호작용이 없다.

- ✓ 실제 고체 표면은 대부분 균일하지 않고, 흡착된 분자가 대부분 고정되어 있지 않음
- ✓ 또 흡착량이 아주 적거나, 아주 큰 경우를 제외하고 흡착 분자의 상호작용을 무시하기 어려움
- ✓ 특히 흡착량이 많아 표면이 거의 덮여 있을 때 작용하기 어려우며,
- ✓ 랭뮤어 흡착등온선은 흡착 세기가 크고 흡착량이 적은 화학 흡착을 나타내는데 적합

$$\frac{X}{M} = q = \frac{KQ_m C}{1 + KC}$$

X = 흡착되어 제거된 흡착질 질량

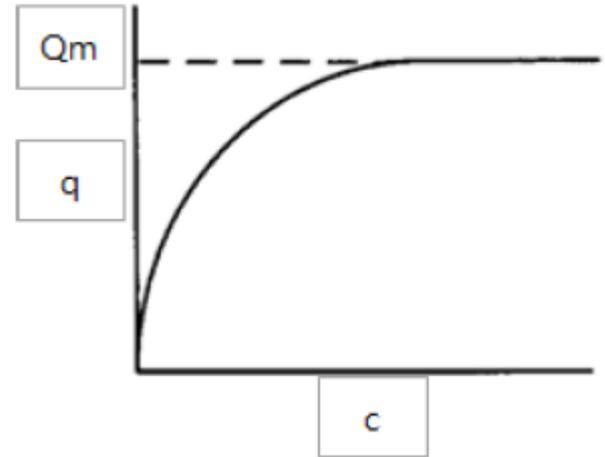
M = 사용된 흡착제 질량

q = 흡착 용량 (흡착제 단위 질량 당의 흡착량)

C = 흡착 후의 용액중의 흡착질의 평형 농도

K = 상수

Qm = 표면 전체에 단분자층을 형성할 때의 최대 흡착량



Freundlich 흡착등온식

- 가정 : 1. 표면 흡착점에는 한 분자만 흡착되며, 흡착된 분자는 고정되어 있다.
2. 모든 흡착점의 에너지 상태는 동일, 흡착된 분자 사이에는 상호작용이 없다.
3. Langmuir의 흡착등온선에 미분 흡착열이 표면 덮임률에 따라 지수적으로 감소한다.

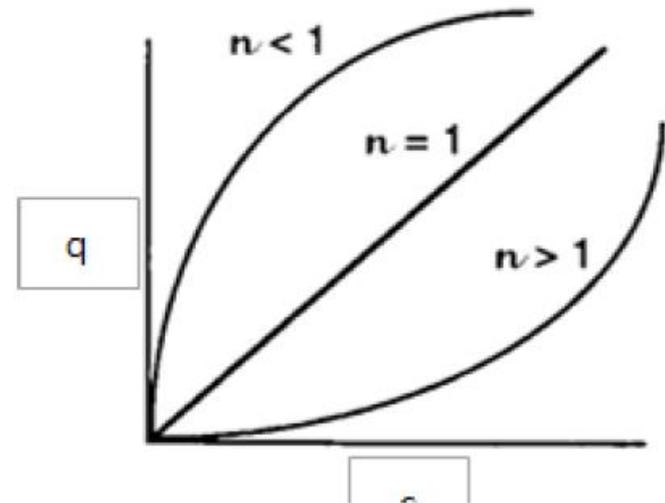
결국에는 Langmuir의 흡착등온식 분포의 집약

$$\frac{X}{M} = q = KC^{1/n}$$

K = 흡착점 수와 상관되는 상수

n = 흡착된 분자 사이의 반발력에 관계되는 상수

- K 가 커지면 활성탄 흡착능이 커짐
- $\frac{1}{n}$ 이 0.1-0.5일때 저농도에서 흡착되기 쉽고
- $\frac{1}{n}$ 이 2보다 클때 흡착량이 크게 저하됨



다분자흡착에 의한 BET 흡착등온식

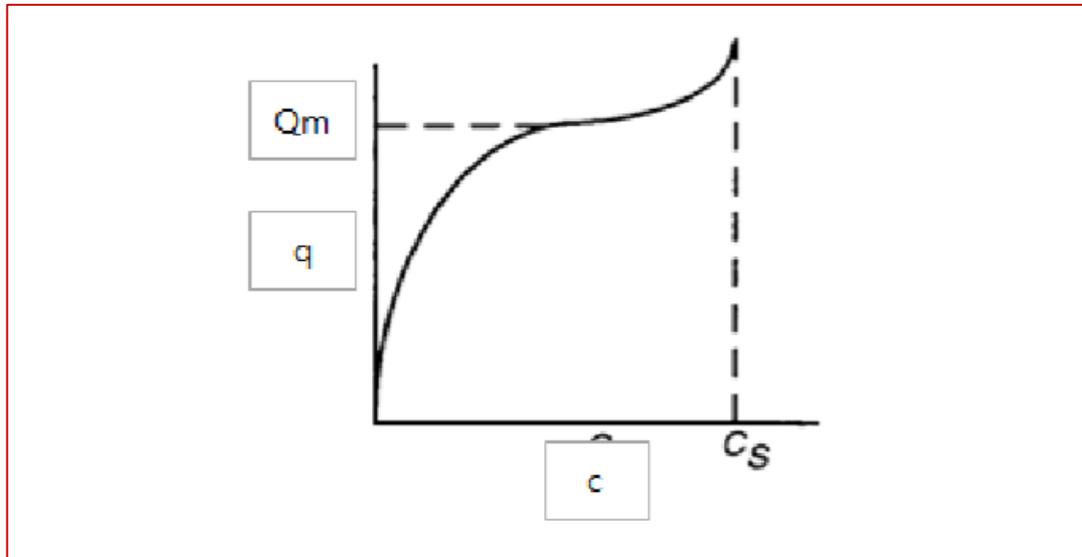
- 가정 : 1. 흡착된 분자가 다음 흡착될 분자의 흡착점이 될 수 있다.
2. 흡착된 분자 위에 다시 흡착되는 분자의 흡착열은 기체의 액화열과 같다.

단분자 모델을 기초로 다분자층 흡착모델을 등온흡착식으로 유도한 것이다.

$$\frac{X}{M} = \frac{V_m A_m C}{(C_s - C)[1 + (A_m - 1)(C/C_s)]}$$

C_s : 포화농도

V_m, A_m : 상수



01 활성탄을 이용하여 COD 농도를 50 mg/L에서 30 mg/L로 유지하려고 한다. 이때 필요한 활성탄의 양(kg/day)을 구하시오. (단, 유량은 100 m³/day이며, Freundlich 상수 $K = 0.5$, $n = 2$)

해설 $\frac{X}{M} = K \times C^{1/n}$
 $\frac{(50 - 30)}{M} = 0.5 \times 30^{1/2}$

$M = 7.303 \text{ mg/L}$

활성탄(kg/day) = $\frac{7.303 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{m}^3} \Bigg| \frac{100 \text{ m}^3}{\text{day}} = 0.73 \text{ kg/day}$

02 어떤 공장폐수 내 수은함량이 30 mg/L이다. 이 폐수를 흡착법으로 처리하여 3 mg/L까지 처리하고자 할 때 요구되는 흡착제의 양(kg)은? (단, 흡착식은 Freundlich 등온식에 따르면 $K = 0.6$, $n = 3$ 이고, 흡착제, 제거 수은농도, 평형농도의 단위는 mg, mg, mg/L, 유량은 100 m³)

$\frac{X}{M} = KC^n$ $\frac{(30 - 3)}{M} = 0.6 \times 3^{\frac{1}{3}}$

$M = 31.20 \text{ mg/L}$

흡착제의 양(kg) = $\frac{31.20 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{m}^3} \Bigg| \frac{100 \text{ m}^3}{\text{day}} = 3.12 \text{ kg}$

03 어느 공장 폐수의 COD 농도를 기준으로 활성탄을 사용하여 등은 흡착식을 구한 결과 다음과 같은 결과가 나왔다. 주어진 조건에서 97%의 COD 제거율일 때 1일 활성탄 사용량(kg)을 구하시오.

- [조건] ① 공장폐수 = 1,500 m³/day
 ② 원폐수 COD = 350 mg/L
 ③ Freundlich 상수 $K = 0.5$, $n = 2$

$$\frac{X}{M} = K \cdot C^n = \frac{350 \times 0.97}{M} = 0.5 \times (350 \times 0.03)^{\frac{1}{2}}$$

$$M = 209.54 \text{ mg/L}$$

$$\text{활성탄 사용량(kg/d)} = \frac{0.20954 \text{ kg}}{\text{m}^3} \Bigg| \frac{1,500 \text{ m}^3}{\text{day}} = 314.31 \text{ kg/day}$$

04 폐수 300 m³/day 중에 폐놀 20 mg/L가 함유되어 있다. 이것을 활성탄으로 처리하여 2 mg/L까지 낮추고자 한다. 이 폐수를 1주일 동안 처리한다면 필요한 활성탄의 양(kg/주)은 얼마인가? (단, 활성탄 흡착식은 Freundlich의 등은 흡착식을 사용하고 $K = 0.5$, $n = 1$ 을 이용할 것)

$$\frac{X}{M} = K \cdot C^n$$

$$\frac{(20-2)}{M} = 0.5 \times 2^1$$

$$M = 18 \text{ mg/L}$$

$$\text{필요한 활성탄의 양(kg/주)} = \frac{18 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{m}^3} \Bigg| \frac{300 \text{ m}^3}{\text{day}} \Bigg| \frac{7 \text{ day}}{\text{주}} = 37.8 \text{ kg/주}$$

05 냄새 혹은 생물학적 처리불능(NBD) COD를 제거하기 위하여 흡착제로 활성탄(AC)을 사용하였는데 Freundlich 등온공식이 잘 적용되었다. 즉, COD가 56 mg/L인 원수에 활성탄을 20 mg/L 주입시켰더니 COD가 16 mg/L로 되었고, 52 mg/L를 주입하였더니 COD가 4 mg/L로 되었다. COD를 9 mg/L로 만들기 위해서는 활성탄을 얼마나 주입시켜야 하는가?

해설 $\frac{X}{M} = KC^n$

$$\frac{(56 - 16)}{20} = K \times 16^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots ①$$

$$\frac{(56 - 4)}{52} = K \times 4^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots ②$$

①/②

$$\frac{2}{1} = \frac{K \times 16^{\frac{1}{n}}}{K \times 4^{\frac{1}{n}}} \quad 2 = \left(\frac{16}{4}\right)^{\frac{1}{n}} \quad n = 2 \dots\dots ③$$

③ → ①

$$\frac{(56 - 16)}{20} = K \times 16^{\frac{1}{2}}$$

$$K = 0.5$$

$K = 0.5$ 와 $n = 2$ 를 이용하여 M 을 산출하면

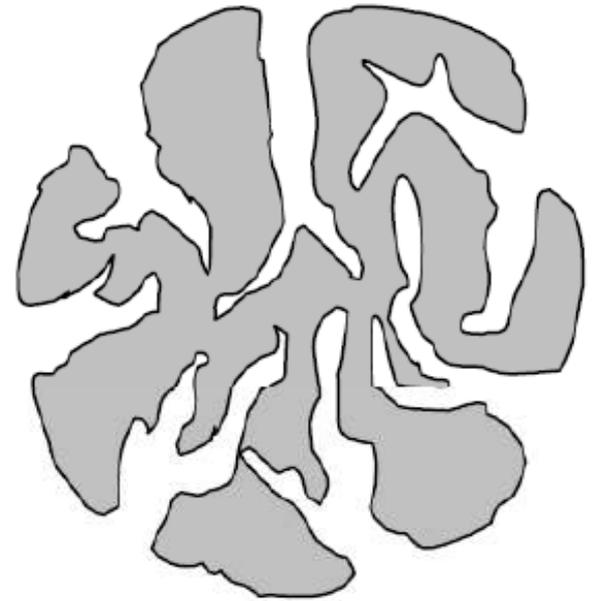
$$\frac{(56 - 9)}{M} = 0.5 \times 9^{\frac{1}{2}}$$

$$M = 31.33 \text{ mg/L}$$

흡착제 종류(1)

❖ 다공질 흡착제

- 물리적인 흡착은 주로 흡착질 분자 와 흡착제 표면을 구성하고 있는 van der Waals힘과 정전기력으로 인해 흡착의 표면적과 극성 등의 표면특성에 의해 구별됨.
- 비표면적이 큰 경우, 큰 흡착성을 제공하는 데에는 적절, 한정된 부피 내의 내부표면적이 커지기 위해서는 필연적으로 흡착표면 사이에 대단히 많은 수의 미세공이 생성 되어야 함.
- 미세공은 흡착 표면에 대한 흡착질 분자의 추진능력을 결정하므로 흡착제의 흡착능력을 결정하는 또 다른 주요 특성임.



세 공

흡착제 종류(2)

● 활성탄(Activated Carbon)

- ✓ 목재, 갈탄, 무연탄 및 야자껍질 등을 원료로 제조되어 미세 세공이 잘 발달된 무정형 탄소의 집합체
- ✓ 활성화 과정에서 분자크기 정도의 미세세공이 잘 형성되어 큰 내부 표면적을 가지게 되는 흡착제
- ✓ 탄소원자의 관능기가 주위의 액체나 기체에 인력을 가하여 피흡착질의 분자를 흡착하는 성질이 있기 때문에
- ✓ 연초제조, 환경(수질, 대기), 식품공업등 제반 산업분야에서 Filter, 탈색, 용제회수, 가스제거등 다방면에 활용



조립상



파쇄상



분말상

<형상에 의한 분류>

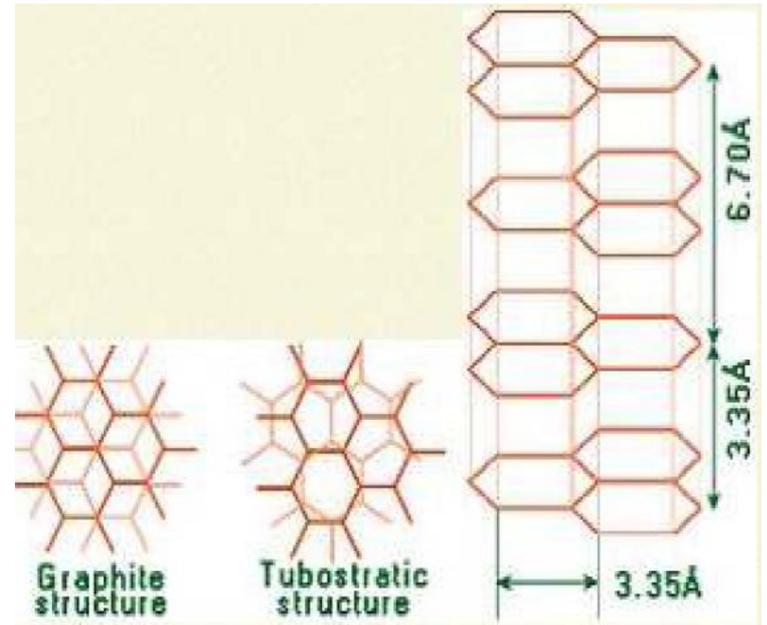
흡착제 종류(3)

● 활성탄의 역사

- **기원** : BC 1600년경 이집트에서 목탄을 의료용으로 사용함.
- **일본** : 13C 건설된 사당의 지하우물 바닥에서 숯이 발견됨.
- **유럽** : 프랑스 나폴레옹 시대 유럽대륙에 대한 봉쇄 때문에 목탄과 골탄을, 사탕무우를 원료로 한 설탕 정제에 이용함.
- **20C** 세계대전 중 방독면에 대한 필요성이 흡착분야 개발의 급속한 발전을 자극함.

● 활성탄 구조

정육각형의 불균일 배열을 갖는 **비규칙적인 층상 격자 구조**이며, 탄소육각형이 교차연결을 한 **공간격자형**과 망형면이 평행으로 불규칙하게 나열된 **난층구조형**이 복합된 형태이다.



흡착제 종류(4)

● 활성탄의 제조

- 공업적으로 가치 있는 활성탄은 석탄, 목재, 콩 껍질, 석유 및 합성 고분자와 같은 탄소를 함유한 원료로 부터 제조
- 수분제거(dehydration) 및 탄화(Carbonization)공정원료를 약 500℃에서 가열하여 수분 및 휘발성분과 탄화수소를 제거하는 공정으로 고정탄소(char)가 많이 남게됨.
- 활성화(Activation)공정

일반적으로 탄화공정보다 높은 온도에서 약품, 수증기, 가스등을 사용하여 다공질의 구조를 만들어 주는 공정으로 탄소의 산화반응으로 탄화물의 표면을 침식시켜 탄화물의 미세세공 구조를 발달 시킴.

● 활성탄의 특징

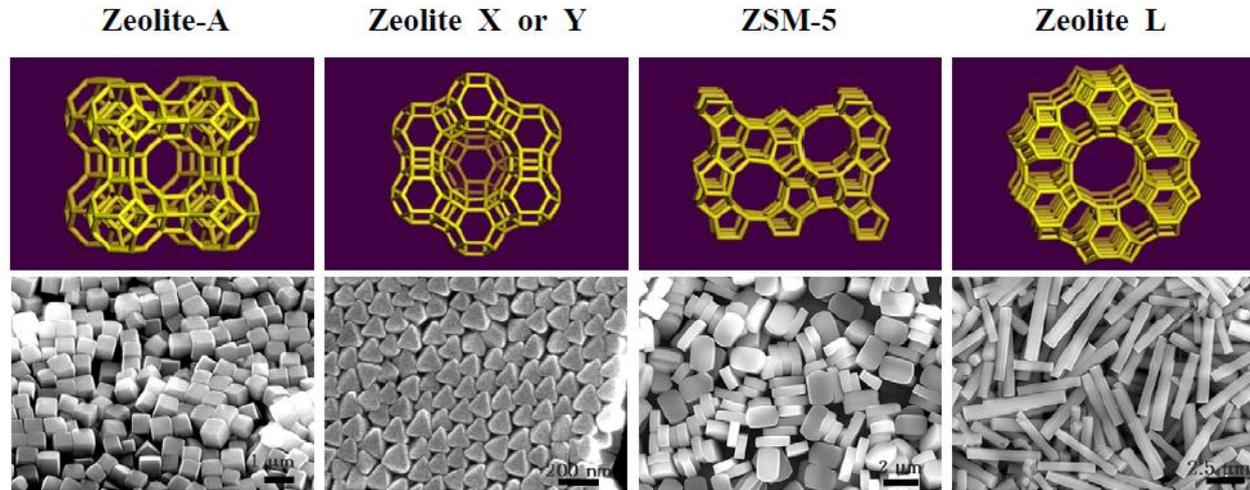
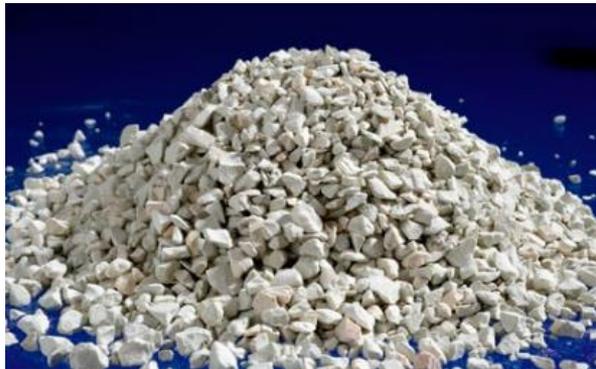
- 유기물분자에 대해 고도의 흡착능력을 갖는다.
- 순도가 높아 고도여과(정화)시설에 적합.
- 세공이 잘 발달되어 유효 표면적이 매우 넓다.
- 활성탄의 특성 및 흡착특성이 다양하여 특정용도에 따라 사용.
- 물리적, 기계적 강도가 크다.
- 내열성이 우수하며 재생시 손실이 적다.

흡착제 종류(5)

❖ 제올라이트(Zeolite)

‘끓는 돌’이라는 의미의 그리스 단어 zein에서 유래. 일명 비석이라고도 한다.

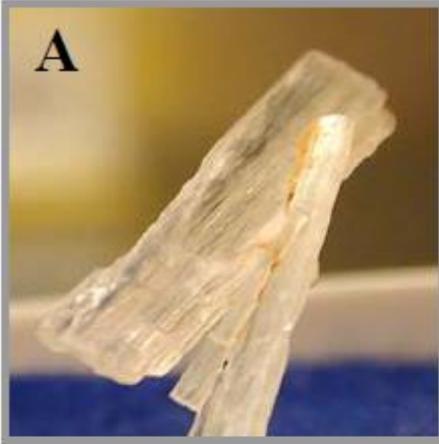
H₂O를 주성분으로 하는 함수 알루미늄 규산염소 광물로서 갑자기 열을 가하면 거품을 내면서 녹는데, 그 모양이 마치 끓는 것처럼 보이는 것에서 명명되었다.



<몇가지 대표적인 제올라이트들의 골격구조와 결정 모양>

<http://webzine.kps.or.kr/contents/data/webzine/webzine/14762097481.pdf>

흡착제 종류(5)



다양한 천연제올라이트들의 결정모습
Bikitaite - USA(A), Analcime(B), Stilbite(C), Heulandite(D), Chabazite(E), Scolecite(F).

흡착제 종류(7)

❖ 기타 흡착제

(1) 골탄(Bone char)

짐승 뼈를 산소를 차단한 채 가열하여서 얻는 흑색의 다공질 탄화물질 가루로 탄소 함유량이 10~15%이고, 그 외에 인산칼슘등 무기물이 주성분이며 용액의 정제나 약용, 흑색의 안료로 사용된다.

19c부터 설탕의 탈색 및 정제에 대한 흡착제로서 제당 공업에서 이용되어 왔다.



<https://ko.wikipedia.org/>

(2) 금속산화물

산소와 결합한 각종 금속 화합물의 총칭으로서 산소가 어느 상태이냐에 따라 생성물의 선택도가 달라진다. 산화반응에 의해 탈수소, 축합, 산소함유물질의 분해반응 등의 촉매로 사용되며, 격자산소와 금속 이온이 모두 촉매 활성점으로 작용하기도 한다. 산소대신 황이 관련된 수소첨가 탈황반응에서는 산화물 대신 황화물이 촉매로 사용된다.

4. 소독(살균) 공정

1. 소독 목적

- 처리수 중에 존재할 수 있는 병원성균을 사멸시켜크로 처리수의 위생적인 안정성 향상

2. 소독 방법

- 1) 가열
- 2) 자외선, 감마선, X선 이용
- 3) 소독제(염소, 염소화합물, 불소, 브롬, 요오드, 오존 등)

3. 소독방법 고려사항

- 1) 가격이 저렴하고 소독력이 높을 것
- 2) 소독제의 용해도가 높을 것
- 3) 잔류성이 강하고, 잔류독성이 없을 것
- 4) 주입조작 및 취급이 쉬울 것

염소 소독(Chlorination)

□ 염소 소독 (Chlorination) : 수중의 세균, 바이러스, 원생동물 등 단세포 미생물을 죽여 무해화

1) 염소 소독의 장. 단점

- 1) 장점 : 강한 소독력, 강한 잔류 효과, 조작이 간편함, 경제적
- 2) 단점 : 강한 냄새, TriHaloMethane(THM) 생성, 클로로페놀(C_6H_5ClO) 생성

2) 염소의 성질 :

염소를 물에 용해하면 염소산과 염산이 생성, 염소산은 다시 차아염소산과 수소이온으로 해리



- ✓ Cl_2 , HOCl, OCl^- 모두 살균에 유효 : **유리염소 = 유리유효염소 = 유리잔류염소라 한다.**
- ✓ OCl^- 살균력은 HOCl의 1/80로 낮고, 염소에 의한 살균효과는 pH 높아지면 저하
 - ion화는 pH 지배를 받아 pH 4에서는 HOCl로 존재, pH 7에서는 OCl^- 이 증가
 - 살균력은 $HOCl > H^+ > OCl^-$

염소 소독(Chlorination)

3) 염소요구량과 결합잔류염소

염소 요구량(Chlorine demand)은 염소 주입량과 잔류 염소량과의 차이

1) **I형(염소요구량 zero인 물)** : 증류수에 염소주입시 / 주입량과 잔류염소량이 같다.

2) **II형(일정한 염소요구량 갖는 물)** : 어느정도 유기물이나 산화 가능한 무기물을 포함하는 경우
파괴점까지의 주입량이 염소 요구량

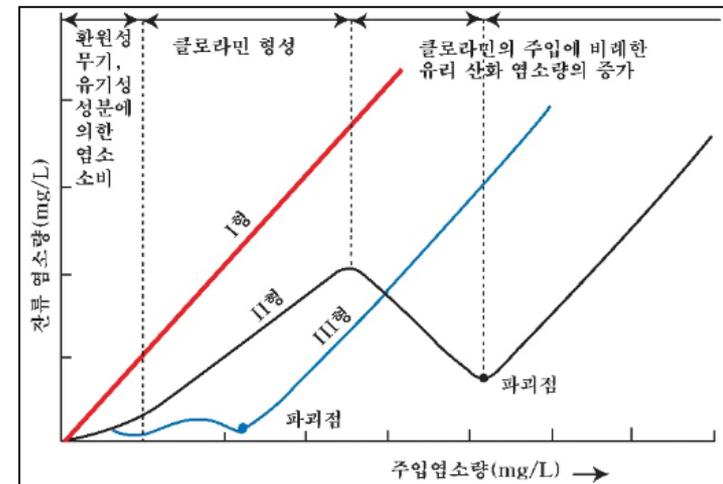
3) **III형 (물에 암모니아성 질소가 함유된 어느 정도 오염된 물)** :

암모니아성 질소를 포함한 물에 염소 주입시 클로라민 생성

이와 같은 염소 화합물을 결합염소 = 결합잔류염소 = 결합유효염소



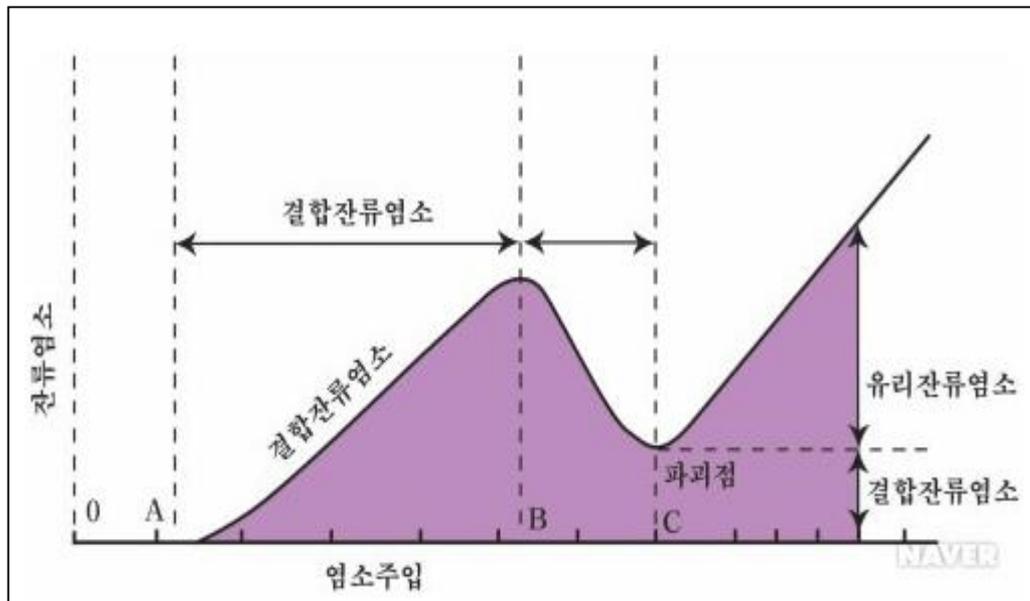
<https://www.water.or.kr/>



염소 소독(Chlorination)

4) 파괴점 염소 소독법

- (1) 클로라민 생성반응으로 일정량 염소 주입시까지의 결합잔류염소가 증가
- (2) 최대점 도달 후에는 염소 주입량을 늘려도 잔류염소 감소
(염소가 클로라민과 반응하여 N_2 등으로 가스화)
- (3) 잔류염소 저하 점을 지나 다시 염소 주입하면 주입량에 비례하여 유리잔류염소량이 증가
- (4) 이 유리잔류염소가 출현하기 시작하는 점을 파괴점(Break point) 또는 불연속점
- (5) 불연속점 이상으로 염소를 주입, 소독하는 방법을 파괴점 소독법 또는 불연속점 소독법



염소 소독(Chlorination)

5) 염소소독 방법

- ① 전염소법 (Prechlorination) : 원수 유기오염이 심하고 세균이 많은 경우 침전이나 여과전에 염소 주입
- ② 후염소법(Post chlorination) : 모래여과후 여과수에 염소를 가하는 방법

6) 염소소독 효과

- 살균력은 온도, 반응시간, 염소농도 및 pH에 따라 다름
⇒ 염소의 살균력은 온도 높고, 접촉시간 길며, 주입농도 높고, 낮은 pH에서 강함
- 전하를 갖지 않는 HOCl 살균력 강함 (OCl⁻의 80배)
- pH 낮을때 강함 (pH 5일때가 pH 10일때 보다 소독력 150배)
- 페놀 함유시 과잉 염소처리가 요구됨, 유기물 산화 (취미 제거 효과), 응집침전 촉진
- 온도 영향은 매 10°C마다 두배 차, 같은 살균을 위해 결합잔류염소는 유리잔류염소보다 100배 접촉시간을 요하고, 같은 접촉시간에서는 25배 농도 필요

7) 염소소독 설비

- 급수전에 있어 유리잔류염소 0.2~0.4mg/L, 결합잔류염소 1.5~1.8mg/L 이어야 한다.
- 최소 30분의 접촉시간 필요

8) 부활현상 : 염소 등으로 소독할 때 사멸되었다고 본 세균이 시간 경과에 따라 재차 증식하는 현상

염소 소독 이외 소독방법

1) **오존 (O₃)** : 자극성 청색의 불안정 가스로 강한 산화력과 부식성이 있다.

트리할로메탄의 발생을 억제할 수 있는 장점이 있다.

(1) **장점** : 물에 화학물질 남지 않음, 취미를 남기지 않음, 유기물에 의한 이취미가 제거됨

(2) **단점** : 가격이 고가, 살균의 잔류효과가 없다, 복잡한 오존발생기 필요

2) **자외선** : 단시간 강한 살균효과로 먹는 샘물, 호텔, pool, 청량음료 등 식품공장에 사용

투과성 없어 탁도 높거나 다량 물 소독에 부적합 / 유기물 분해능과 잔류성 없는 단점

3) **은 화합물** : 은을 전극으로 사용, 은이온을 수중에 방출하는 장치로 주로 풀장에 사용

응급시 먹는물 소독제로도 사용

4) **가열살균** : 수도용으로 이용되지는 않으나 긴급시 가장 중요한 살균법

5) **산화제 살균** : 염소 이외에 오존, 과망간산칼륨, 과산화수소, 브롬, 요오드 등에 의해 화학적 살균

6) **산, 알칼리에 의한 살균** : 병원균은 pH 3 이하 또는 pH 11 이상에서 장시간 생존하지 못함

소독(살균)법 비교

✓ 소독법 특성비교

항목	Cl ₂	Br ₂	ClO ₂	NaOCl	O ₃	UV
박테리아 사멸	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음
바이러스 사멸	나쁨	아주 좋음	좋음	나쁨	좋음	좋음
유해 부산물	있음(THM)	없음	청색증	거의 없음	없음	없음
잔류성	길다	짧다	보통	길다	없음	없음
접촉시간	길다 (0.5~1hr)	보통	보통~ 길다	길다 (10~15분)	보통	짧다 (1~5초)
TDS의 증가	증가	증가	증가	증가	증가안됨	증가안됨
pH 영향	있음	있음	없음	없음	적음	없음
부식성	있음	있음	있음	있음	있음	없음
색도제거	보통	보통	제거	보통	제거	불가

01 HOCl과 OCl⁻을 이용한 살균 소독 공정에서 pH 6.8이며, 온도 20℃일 때 평형상수 2.2×10^{-8} 이라면 이때 HOCl과 OCl⁻의 비율 [HOCl] / [OCl⁻]을 결정하시오.



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OCl}^-]}{[\text{HOCl}]}$$

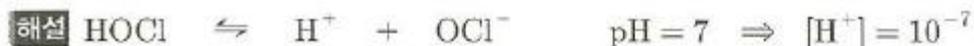
$$\frac{[\text{HOCl}]}{[\text{OCl}^-]} = \frac{[\text{H}^+]}{K} = \frac{10^{-6.8}}{2.2 \times 10^{-8}} = 7.20$$

(pH = 6.8, [H⁺] = 10^{-6.8})

02 다음 반응식에서 전체 유리잔류염소 중의 [HOCl]이 차지하는 %를 산출하시오.

(단, 25℃에서의 평형상수 $K = 3.7 \times 10^{-8}$, pH = 7)

[반응식]



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OCl}^-]}{[\text{HOCl}]} \Rightarrow \frac{[\text{OCl}^-]}{[\text{HOCl}]} = \frac{K}{[\text{H}^+]} = \frac{3.7 \times 10^{-8}}{10^{-7}} = 0.37$$

$$[\text{HOCl}] \% = \frac{[\text{HOCl}]}{[\text{HOCl}] + [\text{OCl}^-]} \times 100 = \frac{1}{1 + [\text{OCl}^-] / [\text{HOCl}]} \times 100$$

$$= \frac{1}{(1 + 0.37)} \times 100 = 72.99\%$$

03 2,000 m³/day의 종말 침전지 유출수에다 48.6 kg/day의 비율로 염소를 주입시킨 결과 잔류염소 농도가 1.8 mg/L였다면 이 폐수의 염소요구량(mg/L)은 얼마인가?

해설 염소 주입량 = 염소 요구량 + 염소 잔류량

$$\text{염소 주입량 (mg/L)} = \frac{48.6 \times 10^6 \text{ mg}}{\text{day}} \Bigg| \frac{\text{day}}{2,000 \times 10^3 \text{ L}} = 24.3 \text{ mg/L}$$

$$\text{염소 요구량 (mg/L)} = (24.3 - 1.8) \text{ mg/L} = 22.5 \text{ mg/L}$$

04 유효염소가 10%인 클로로칼키(CaOCl₂)를 유량 1,000 m³/d에 주입하여 주입 농도를 2 mg/L로 만들고자 한다. 필요한 클로로칼키의 양은 몇 kg/d인지 구하시오.

해설 $\text{CaOCl}_2 \text{ (kg/d)} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{m}^3} \Bigg| \frac{1,000 \text{ m}^3}{\text{d}} \Bigg| \frac{100}{10} = 20 \text{ kg/d}$

06 암모니아성 질소 10 mg/L를 파괴점 염소주입으로 제거할 때 이론적으로 필요한 염소요구량 (mg/L)을 산출하시오.

해설 2NH₃-N : 3Cl₂

2 × 14 : 3 × 71

$$\text{Cl}_2 \text{ (mg/L)} = \frac{10 \text{ mg}}{\text{L}} \Bigg| \frac{3 \times 71}{2 \times 14} = 76.07 \text{ mg/L}$$