화소 개념

Ⅰ. 물질의 세 가지 상태와 용액

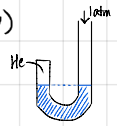
01. 물질의 세 가지 상태

[1] 기체

1. 기체 분자 운동론 (→ 이상기체)
   ① 무질서, 직선 운동
   ② 종류 무관 ($E_K \propto T$)
   ③ 완전 탄성 충돌 (E 소모x)
   ④ 인력, 반발력 x
   ⑤ 크기 x (기체 V = 용기 V) ··· 질량무시 (x)

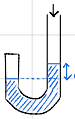
2. 기체의 압력
   ① 정의 : 단위 면적에 작용하는 힘의 크기 $\left(P=\frac{F}{A}\right)$
   ② 단위 : 기압(atm), mmHg, Pa
   ③ 대기압
      (1) 지구 대기를 이루는 기체 분자들에 의해 생기는 P
      (2) 1기압 = 760mmHg = 1.01325×10^5 Pa
   ④ 기체의 압력 측정

(1)



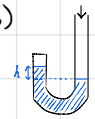
• P_{He} = 1 atm

(2)



• P_{He} = 1 atm + h mmHg = $\left(1+\frac{h}{760}\right)$atm

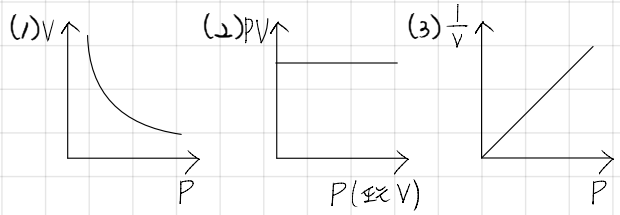
(3)



• P_{He} = 1 atm − h mmHg = $\left(1-\frac{h}{760}\right)$atm

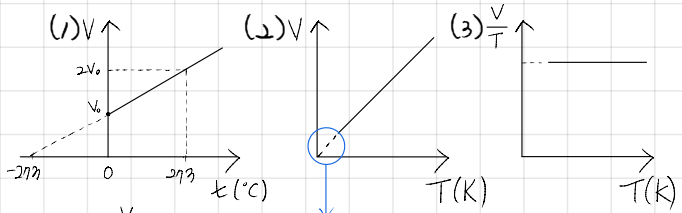
3. 기체의 부피
   ① 용기 V = 기체 V

4. 보일 법칙
   ① n , T 일정
   ② $V \propto \frac{1}{P}$
   ③ $PV = P'V' = k$
   ④ 그래프



   ⑤ 현상
      (1) 타이어, 에어백
      (2) 풍선 높이↑ ··· 터짐
      (3) 잠수 기포 상승 ··· 커짐

5. 샤를 법칙 <- 절대온도!!
   ① n , P 일정
   ② $V \propto T$
   ③ $V = \frac{V_0}{273}(t+273) = k\cdot T$
   ④ 그래프



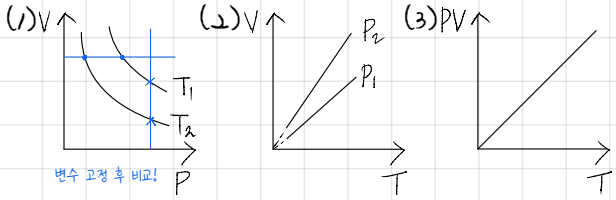
• $V = \frac{V_0}{273}(t+273)$

실제로 T 이면 액체, 고체 ∴ 실제 존재 x 의미

• $\frac{V}{T} = K$

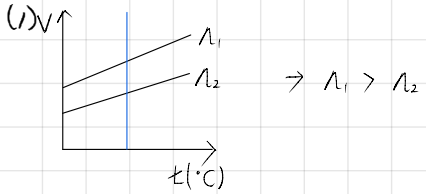
   ⑤ 현상
      (1) 찌그러진 탁구공
      (2) 열기구

6. 보일·샤를 법칙
   ① $V \propto \frac{T}{P}$ ··· $PV = k\cdot T$
   ② 그래프 (n 일정)



• $T_1 > T_2$ • $P_1 > P_2$

7. 아보가드로 법칙
   ① P , T 일정
   ② $V \propto n$
   ③ 그래프 (P 일정)



→ $n_1 > n_2$

8. 이상 기체 상태 방정식
   ① PV = nRT
   ② R (기체상수) = 0.082 atm L / mol k
   ③ 분자량 (M) = $\frac{wRT}{PV} = \frac{w}{n}$
   ④ 밀도 (d) ⇒ PM = dRT

9. 돌턴의 부분 압력 법칙
   ① $P_{전체} = P_A + P_B + \cdots$
   ② $P_A = P_{전체} \times \chi_A$
   : 몰분율($\frac{n_A}{n_{전체}}$)

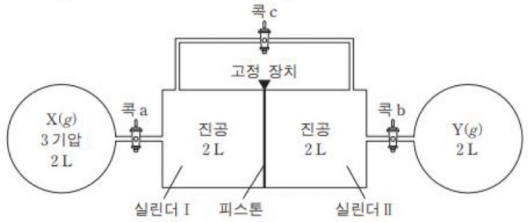
기체의 혼합 분석 [2016. 06. 20]

[2016.06.20.]

20. 다음은 서로 반응하지 않는 기체 X와 Y의 혼합 실험이다.

〔실험 과정〕

(가) 그림과 같이 X와 Y를 넣는다.



(나) 콕 b를 잠깐 열었다가 닫는다.

(다) 콕 a를 열고 충분한 시간이 흐른 후 콕 a를 닫는다.

(라) 고정 장치를 풀고 충분한 시간 동안 기다린다.

(마) 콕 c를 열고 충분한 시간이 흐른 후 콕 c를 닫는다.

(바) 콕 b를 연 후 충분한 시간 동안 놓아둔다.

〔실험 결과〕

○ (라)~(바)의 각 과정이 끝난 후 측정한 실린더 Ⅰ의 부피

과정	(라)	(마)	(바)
실린더 Ⅰ의 부피(L)	3	3	1

각 과정이 끝난 후 실린더 Ⅱ에 들어 있는 기체에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

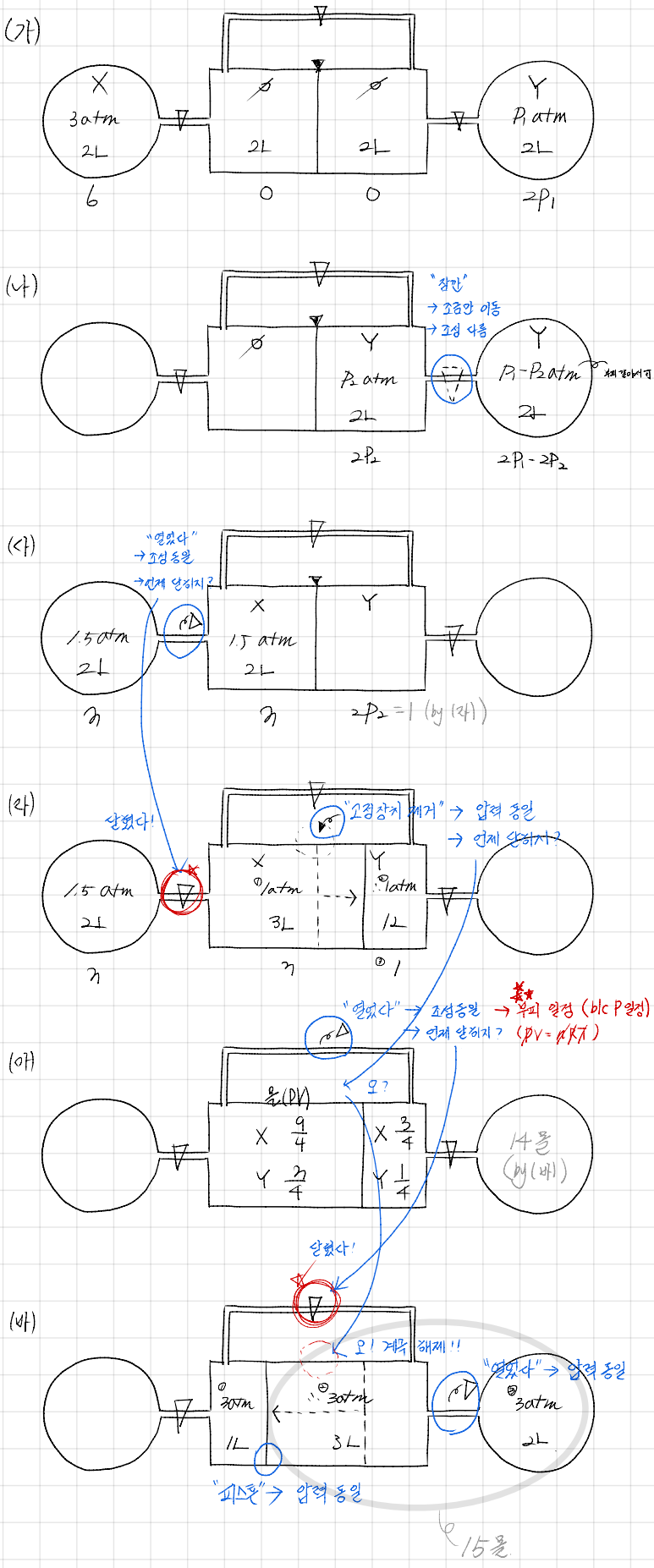
〈보 기〉

ㄱ. (라)에서 Y의 압력은 1기압이다.

ㄴ. (마)에서 X의 부분 압력은 $\frac{3}{4}$기압이다.

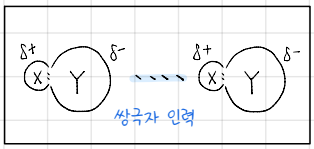
ㄷ. (바)에서 X의 몰분율은 $\frac{1}{4}$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



2 분자 간의 상호작용

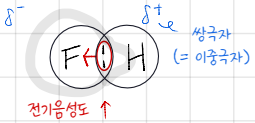
1. 쌍극자 쌍극자 힘



① μ↑ ··· F↑

② If 분자량 비슷, F↑ ··· T_b↑

✳ 쌍극자 모멘트 (μ)

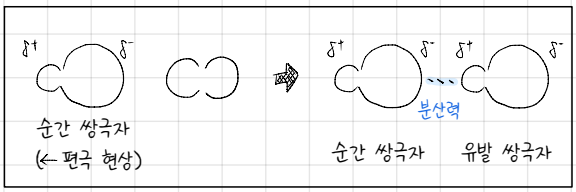


$\mu = q \times r$

: 부분전하의 크기 ∝전기 음성도

- 극성 분자 : $\sum \vec{\mu} \neq 0$
- 무극성 분자 : $\sum \vec{\mu} = 0$

2. 분산력



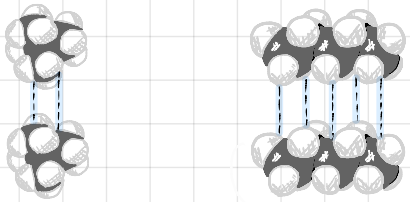
① 모든 분자에 작용

② 분자량 ↑ ··· F↑

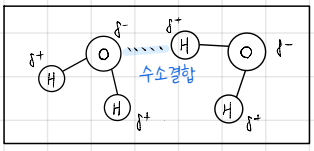
ex) 할로젠화 수소 화합물 : HF >> HCl < HBr < HI

③ If 분자량 비슷, 표면적 ↑ ··· F↑

ex) 네오펜테인(C_5H_5) 노말펜테인(C_2H_5)



3. 수소 결합



① 조건 : 강한 (+) & 강한 (-)

② F, O, N 과 H 사이에서 작용

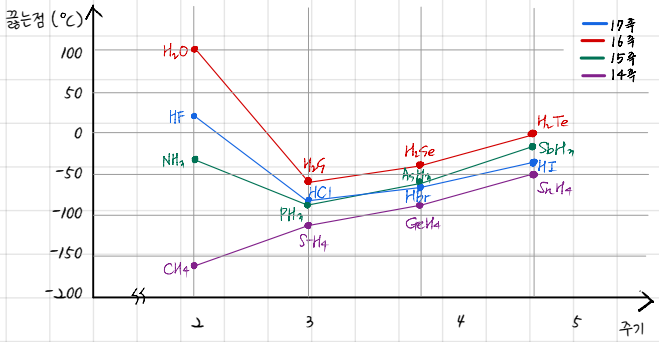
③ If 분자량 비슷, 수소 결합 시 → T_b↑ / 몰 증발열

✳ 분자량 비슷

: 무극성 < 극성 < 수소 결합

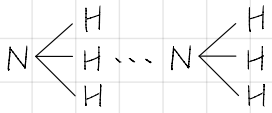
분 분+쌍 분+쌍+수

④ 수소 화합물의 끓는 점

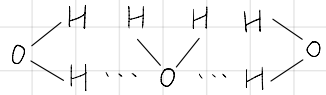


④ 응용

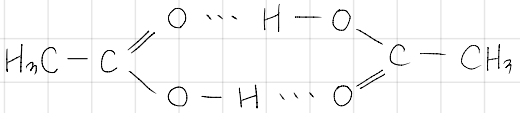
(1) NH_3 (암모니아)



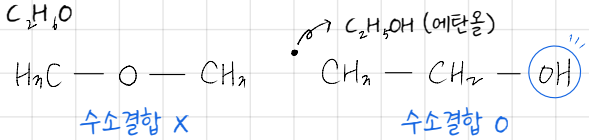
(2) H_2O (물)



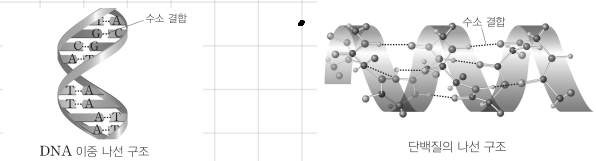
(3) CH_3COOH (아세트산)



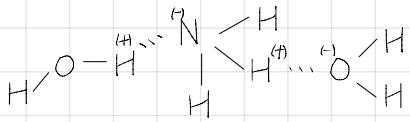
(4) C_2H_6O



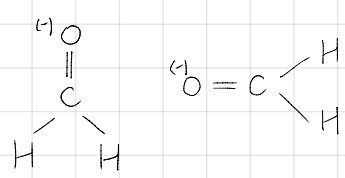
(5) DNA 나선구조, 단백질 나선구조

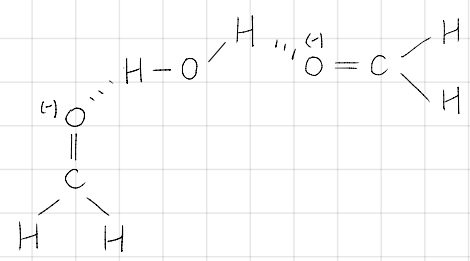


(6) 다른 분자와도 수소 결합 가능



(7) HCHO (폼 알데하이드)





3 액체

1. 물

① 수소 결합

② 굽은형 (104°C)

2. 물의 특징

① 녹는점, 끓는점 ↑

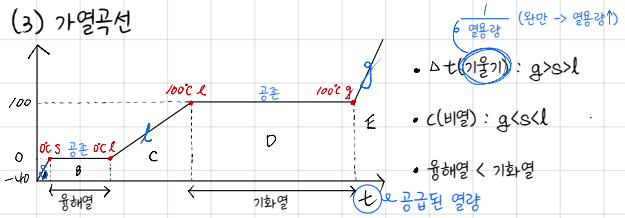
② 융해열, 기화열 ↑

③ 비열과 열용량 ↑

(1) 비열 (J/g°C) : 물질 1g을 1°C 올리는 데 필요한 열량

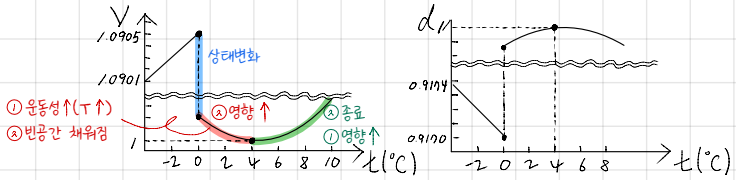
(2) 열용량 (J/°C) : 어떤 물체 또는 일정량의 어떤 물질의 온도를 1°C 올리는데 필요한 열 에너지
: 비열 × m

(3) 가열곡선



④ 밀도 : 액체 > 고체 > 기체

b/c 고체 부피가 더 크다! (by 수소결합 - 육각구조)



⑤ 표면장력

(1) 액체 표면적을 단위 면적만큼 증가시키는 데 필요한 E

(2) 액체가 표면적을 최소화 하려는 경향성

구형↑ … 표면적 최소화 F↑ … 응집력↑ … 분자간 인력↑ (T↓)

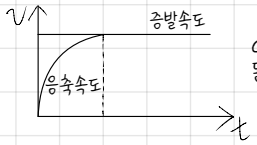
⑥ 모세관 현상

3. 증기 압력

① 정의 : 액체와 동적 평형 상태에 있는 기체의 압력

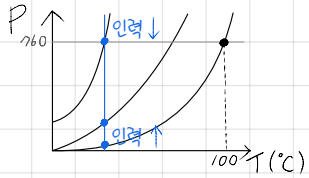
② 동적 평형 : 증발 V = 응축 V

③ 그래프



cf) 동적 평형은 액체가 남아있다는 것을 전제한다!

④ 증기압력 곡선



* 증기압력
(1) 온도와 종류에만 영향
(2) 액체의 양과는 무관!
(3) 용기의 부피와도 무관!

⑤ 끓음 : 액체 표면 뿐 아니라 액체 내부에서도 기포가 활발하게 발생하는 현상

⑥ 끓는 점 : 증기 P = 외부 P

4 고체

1. 고체의 분류

① 결정성 고체 : 입자들의 규칙적인 배열

(1) 녹는점 일정

(2) 석영 (SiO_2)

② 비결정성 고체 : 입자들의 불규칙한 배열

(1) 녹는점 일정 X

(2) 유리 (SiO)

2. 결정의 분류

① 화학 결합에 따른

(1) 이온 결정 : 양이온 + 음이온

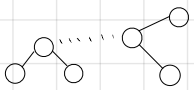
- NaCl, CsCl …
- 녹는점, 끓는점 ↑
- 전기 전도성 (고체일때는 X)
- 물에 대부분 용해, 외부 충격에 잘 부스러짐

(2) 금속 결정 : 양이온 + 자유전자

- Na, Fe, Ag, Au …
- 녹는점, 끓는점 ↑
- 전기 전도성 (고체에서도 O)
- 전성, 연성

(3) 분자 결정 : by 분자 사이의 인력 (분, 쌍, 수)

- H_2O, CO_2, I_2, $C_{10}H_8$…
- 녹는점, 끓는점 ↓
- 전기 전도성 X

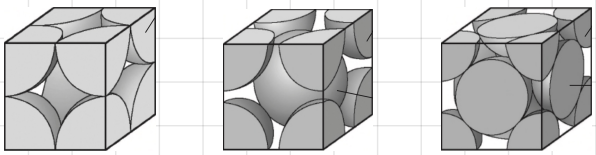


(4) 공유 결정 (=원자 결정) : by 공유 결합

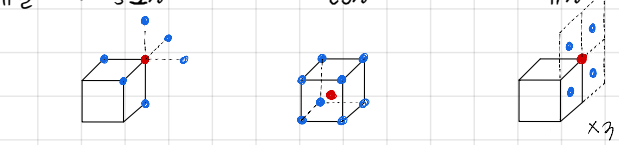
- 다이아몬드(C), 흑연(C), 석영(SiO_2)
- 녹는점, 끓는 점 ↑↑
- 전기 전도성 X (흑연 예외)
- 매우 단단

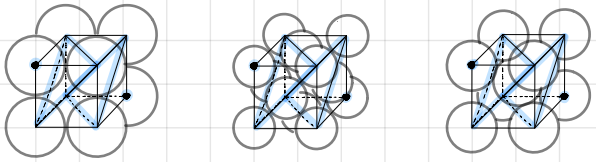
② 구조에 따른 분류

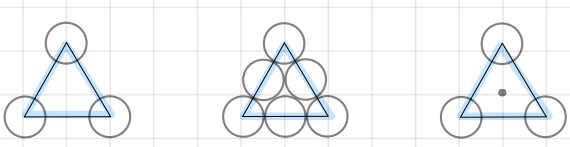
(1) 단순 입방 (2) 체심 입방 (3) 면심 입방



	(1) 단순 입방	(2) 체심 입방	(3) 면심 입방
입자 수 :	1	2	4
배위 수 (가장 가까) :	6	8	12
인접 거리 :	a	$\frac{\sqrt{3}}{2}a$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a$
점유율 :	52%	68%	74%







Ⅰ - 0 2. 용액

1 용액의 농도

1. 용해와 용액

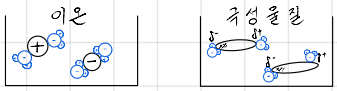
① 용매 : 녹이는 물질

② 용질 : 녹는 물질

③ 용해 : 용질이 용매에 고르게 섞이는 현상

④ 용액 : 두 종류 이상의 순물질이 균일하게 섞여있는 혼합물

⑤ 용매화와 수화 : 용질 + 용매 -> 안정화



2. 용액의 농도 단위주의!!

① 퍼센트 농도 : 용액 100g 속에 녹아있는 용질의 질량(g)

(1) $a\% = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 몰수(g)}} \times 100$

(2) 온도나 압력의 영향 x

(3) ppm 농도 : 용액 10^bg에 녹아 있는 용질의 질량(g)

-> 용액에 비해 용질의 양이 적을 때 이용

② 몰 농도 : 용액 1L 속에 녹아있는 용질의 몰 수

(1) $bM = \frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$

(2) 온도나 압력의 영향 o

(3) $n = M \cdot v$

③ 몰랄 농도 : 용매 1kg 속에 녹아있는 용질의 몰 수

(1) $cm = \frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$

(2) 온도나 압력의 영향 x

④ 농도의 변환

(1) 화학식량 : x g/mol

(2) 밀도 : d g/mL

(3) 공식

a	$\frac{b \cdot x}{10 \cdot d}$	$\frac{100cx}{1000 + cx}$
b	$\frac{10 \cdot a \cdot d}{x}$	$\frac{1000dc}{1000 + cx}$
c	$\frac{1000a}{x(100-a)}$	$\frac{1000b}{1000d - bx}$

2 묽은 용액의 총괄성

1. 증기 압력 내림

① 용매의 증기 압력 > 용액의 증기 압력

② $\Delta P = P^{\circ}_{\text{용매}} - P_{\text{용질}}$

③ 라울의 법칙

(1) $P_{\text{용액}} = P_{\text{용매}} \cdot X_{\text{용매}}$

(2) $\Delta P = P_{\text{용매}} \cdot X_{\text{용매}}$

2. 끓는점 오름과 어는점 내림

① 끓는점 오름

(1) $\Delta T_b = K_b \times m$

(2) 몰랄 오름 상수(K_b) : 용매에 따라 다른 값

- 물 : 0.52℃/m

(3) 분자량 계산 : $M = \frac{K_b \times w \times 1000}{W \times \Delta T_b}$

(4) 용액의 경우, 가열할 수록 농도 증가 -> 끓는 점 계속 증가

② 어는점 내림

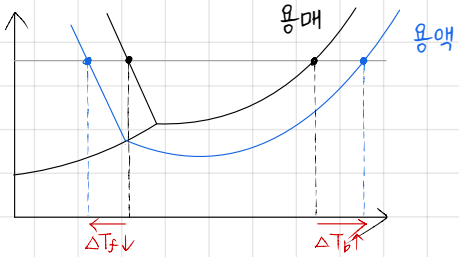
(1) $\Delta T_f = K_f \times m$

(2) 몰랄 오름 상수(K_f) : 용매에 따라 다른 값

- 물 : 1.86℃/m

(3) 분자량 계산 : $M = \frac{K_f \times w \times 1000}{W \times \Delta T_f}$

③ 상평형 그래프



3. 삼투압

① 삼투 현상 : 고농도 -> 저농도 (through 반투막)

(1) 반투막 : 입자를 선택적으로 통과시키는 얇은 막

② 삼투압 : 삼투 현상을 막기 위해 고농도에 가해주어야 하는 P

(1) 높이 차로 표현 가능

(2) 용질의 입자 수에 비례 (종류 무관)

③ 반트호프 법칙 : 삼투압은 용액의 몰 농도와 절대 온도에 비례

(1) $\pi = CRT$

(2) $M = \frac{WRT}{\pi V}$

II. 반응 엔탈피와 화학 평형

01. 반응 엔탈피

[1] 엔탈피와 열화학 반응식

1. 반응열

① 정의 : 화학 반응이 일어날 때 방출하거나 흡수하는 열

② 발열 반응 : 열을 방출하는 반응

③ 흡열 반응 : 열을 흡수하는 반응

2. 엔탈피 (H)

① 정의 : 일정한 압력과 온도에서 물질이 갖는 고유한 에너지

② 표준 엔탈피 (H) : 1기압 25 ℃ 에서의 엔탈피 (일반적)

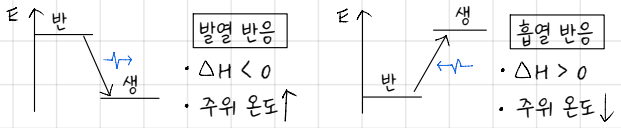
③ 물질이 가지는 절대량 직접 측정불가 -> 변화량 이용

3. 반응 엔탈피 (ΔH)

① 정의 : 일정한 압력에서의 화학 반응' 엔탈피 변화

② ΔH = Σ 생성물 H - Σ 반응물 H

③ 발열 반응 VS 흡열 반응



④ 공식

(1) 생성물의 생성 엔탈피 - 반응물의 생성 엔탈피

(2) 반응물의 분해 엔탈피 - 생성물의 분해 엔탈피

(3) 반응물의 연소 엔탈피 - 생성물의 연소 엔탈피

(4) 반응물의 결합 에너지 - 생성물의 결합 에너지

4. 열화학 반응식

① 화학 반응식에 반응 엔탈피를 함께 표현

② 반드시 상태 표현 (상태에 따라 H 달라짐)

③ 온도, 압력 표현 (일반적으로, 1기압 25℃)

④ 반응열의 크기 $\propto$ 계수

⑤ 역반응의 반응열 : 크기 같고, 부호 반대

5. 반응 엔탈피의 종류

① 생성 엔탈피 : 가장 안정한 홑원소 물질 -> 생성물 1몰

(1) 표준 생성 엔탈피 (ΔH_f°) : 1m 1기압 25℃

(2) 가장 안정한 홑원소 물질의 표준 생성 엔탈피 = 0

Ex> $O_2(g)$, $C(s)$

② 분해 엔탈피 : 물질 1몰 -> 가장 안정한 홑원소 물질

(1) 생성 엔탈피의 역

③ 연소 엔탈피 : 물질 1몰 -> 완전 연소

(1) 항상 발열 반응 : $\Delta H < 0$

(2) O_2 있다고 무조건 연소 반응 x (ex> N_2)

④ 중화 엔탈피 : 산 H^+ 1몰 + 염기 OH^- 1몰 -> 1몰 H_2O 생성

(1) 항상 발열 반응 : $\Delta H < 0$ & 종류 무관

⑤ 용해 엔탈피 : 물질 1몰 -> 충분한 양의 물에 용해

(1) 고체의 용해 : 대부분 흡열 반응

(2) 기체와 액체의 용해 : 대부분 발열 반응

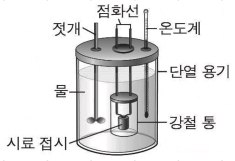
6. 반응 엔탈피의 측정 ⇐ 실험 1 차례로 이해

① 간이 열량계

· $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ (m: 용액의 질량)

· 오차 O

② 통 열량계 (=봄 열량계)



$Q = Q_{통} + Q_{물}$

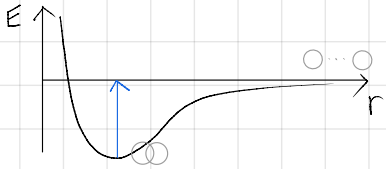
$= c \cdot m \cdot \Delta t + c \cdot m \cdot \Delta t$

$= C_{통} \cdot \Delta t + c \cdot m \cdot \Delta t$ (m: 물의 질량)

[2] 결합 에너지와 헤스 법칙

1. 결합 에너지

① 정의 : 기체 상태에서 두 원자의 공유 결합 1몰 끊기



② 항상 흡열 반응 : $\Delta H > 0$

③ 결합 수 많을수록, 전기 음성도 차이가 클수록 큼

2. 헤스 법칙

① 처음과 마지막 물질의 종류와 상태 동일

-> 경로 상관없이 반응열 일정

② when? : ΔH 측정 어려운 경우 -> 알고 있는 ΔH 로부터!

(!) 구하려는 열화학 반응식 쓰기

(2) 계수 맞추기

(3) 반응식 끼리 더하거나 빼기

II - 0 2. 화학 평형

1 화학 평형과 평형 상수

1. 가역 반응과 비가역 반응

① 가역 반응 : 정반응과 역반응 모두 가능

ex> N_2O_4(무색) ⇌ $2NO_2$(적갈색)

② 비가역 반응 : 역반응 x

ex> 연소 반응, 기체 발생 반응, 산 염기 중화 반응

2. 화학 평형

① 정반응 v = 역반응 v

② [반응물] , [생성물] 농도 유지

③ 조건이 같은 경우, 항상 자발적으로 동일한 평형 상태 = K

④ 반응물이나 생성물만 넣어도 화학 평형 상태에 도달 o

⑤ 화학 반응의 계수 비

= 평형까지 반응한 물질의 농도비

≠ 평형 상태에서 존재하는 물질의 농도비 (→K와 관련)

3. 화학 평형 법칙

① 반응물의 농도 곱과 생성물의 농도 곱의 비는 항상 일정

② In 화학 평형 상태

4. 평형 상수 (K)

① $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ $\quad K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$

② 평형 상수의 특성

(1) 단위 x

(2) 온도에 의해서만 달라짐 (농도, 압력 무관)

(3) 고체(s), 액체(l), 용매(l) 는 표현 x

(4) 역반응의 평형 상수 $K' = \frac{1}{K}$

(5) in 같은 반응, 계수 달라지면 평형 상수 변화

(6) in 다단계 반응, 전체 반응' K = 각 반응' K 곱

③ 특수한 계수 관계 (a + b = c) -> 부피 무시 가능

④ 평형 상수의 의미

(1) K > 1

- [반응물] 의 곱 < [생성물] 의 곱
- 정반응 우세 (그런 상태)

(2) K < 1

- [반응물] 의 곱 > [생성물] 의 곱
- 역반응 우세 (그런 상태)

5. 반응 지수 (Q)

① 정의 : K식에 현재 농도 대입

② $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ $\quad Q = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$

③ 반응의 진행 방향

(1) Q < K

[현재] < [평형] - -> 정반응 (그럴 예정)

(2) Q = K

[현재] = [평형] - -> 평형 (그렇고, 그럴 예정)

(3) Q > K

[현재] > [평형] - -> 역반응 (그럴 예정)

2 평형 이동

1. 르샤틀리에의 원리

① (in 평형) 외부 조건 변화 -> 평형 깨짐

=> 변화를 감소시키는 방향으로 평형 이동

2. 농도 변화

① [반응물] 농도 증가 & [생성물] 농도 감소

(1) then, [반응물] 농도 감소 & [생성물] 농도 증가

(2) 정반응 (그럴 예정)

② [반응물] 농도 감소 & [생성물] 농도 증가

(1) then, [반응물] 농도 증가 & [생성물] 농도 감소

(2) 역반응 (그럴 예정)

3. 압력 변화

① 반응의 진행 방향

[$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$]

(1) a + b > c + d

- 압력 증가

-> then 압력 감소 -> by 몰수 감소 -> 정반응 (예정)

- 압력 감소

-> then 압력 증가 -> by 몰수 증가 -> 역반응 (예정)

(2) a + b = c + d

- 압력 증가 or 압력 감소

-> then 평형 이동 x

(3) a + b < c + d

- 압력 증가

-> then 압력 감소 -> by 몰수 감소 -> 역반응 (예정)

- 압력 감소

-> then 압력 증가 -> by 몰수 증가 -> 정반응 (예정)

② 주의할 점

(1) 기체 계수만 고려 (고체, 액체 생각 x)

(2) 비활성 기체 추가 (반응에 영향 x)

- If, v 일정 -> 평형 이동 x (in 강철용기, 고정장치)
- If, P 일정 -> 평형 이동 o (in 실린더)

4. 온도 변화 (→유일하게 K 변화)

① 반응의 진행 방향

(1) 발열 반응 ($\Delta H < 0$)

- 온도 증가

-> then 온도 감소 -> by 흡열 반응 -> 역반응 => K↓

- 온도 감소

-> then 온도 증가 -> by 발열 반응 -> 정반응 => K↑

(2) 흡열 반응 ($\Delta H > 0$)

- 온도 증가

-> then 온도 감소 -> by 흡열 반응 -> 정반응 => K↑

- 온도 감소

-> then 온도 증가 -> by 발열 반응 -> 역반응 => K↓

5. 촉매와 평형 이동

: 촉매는 평형 이동 x (only 반응 속도만 빠르게)

9 상평형

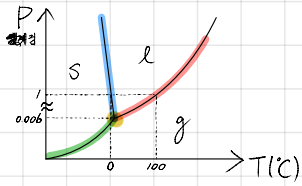
1. 상평형

① 정의 : 물질의 두 상태 사이에서 이루어지는 동적 평형

2. 상평형 그림

① 특정 온도와 압력에서 물질의 상태를 나타내는 그래프

② 그래프



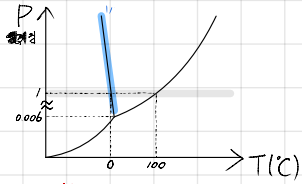
(1) 융해 곡선 : 고체 & 액체 공존

(2) 증기압력 곡선 : 액체 & 기체 공존

(3) 승화 곡선 : 고체 & 기체 공존

(4) 삼중점 : 고체 & 액체 & 기체 공존

③ 물의 상평형 그림

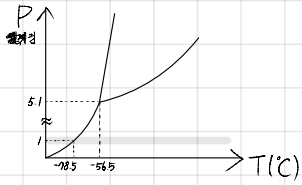


(1) 융해 곡선 : (-) 기울기 $P\uparrow \cdots T_f\downarrow$ 물 -> 육각구조 -> 압력 가하면 => 액체로 가려는 경향

(2) 증기압력 곡선 : (+) 기울기

(3) 승화 곡선 : 삼중점보다 낮은 압력

④ 이산화탄소의 상평형 그림



(1) 융해 곡선 : (+) 기울기 $P\uparrow \cdots T_f\uparrow$

(2) 증기압력 곡선 : (+) 기울기

(3) 승화 곡선 : 삼중점 (5.1기압)이 대기압보다 높음

II - 03. 산염기 평형

1 산과 염기의 세기

1. 화학 1 복습

① K_w (물의 자동이온화 상수)

(1) $H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$

-> $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ (25 °C)

(2) $pH = -\log[H_3O^+]$ $pOH = -\log[OH^-]$

(3) $(-\log[H_3O^+]) + (-\log[OH^-]) = 14$

-> $pH + pOH = 14$ (25 °C)

2. 이온화 평형

① 정의 : 전해질 수용액에서 전해질과 이온 사이의 동적 평형

(1) $AB(aq) \rightleftharpoons A^+(aq) + B^-(aq)$

(2) 강전해질 : 평형이 오른쪽으로 치우쳐져 대부분 이온화

(3) 약전해질 : 평형이 오른쪽으로 치우쳐져 일부만 이온화

② 산의 이온화 상수(K_a)

(1) 산이 수용액에서 평형을 이루고 있을 때

(2) $HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_3O^+(aq)$

(3) $K_a = \dfrac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$

③ 염기의 이온화 상수(K_b)

(1) 염기가 수용액에서 평형을 이루고 있을 때

(2) $B(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HB(aq) + OH^-(aq)$

(3) $K_b = \dfrac{[HB^+][OH^-]}{[B]}$

④ 온도가 일정하면 이온화 상수 일정

⑤ 이온화 상수 ↑ -> 평형이 오른쪽으로 진행 -> 산염기 세기 ↑

(1) 대표적 산

- HCl : 매우 크다
- CH_3COOH : 1.8×10^{-5}
- H_2CO_3 : 4.3×10^{-7}

(2) 대표적 염기

- NH_3 : 1.8×10^{-5}
- HCO_3^- : 2.3×10^{-8}
- F^- : 1.5×10^{-11}

⑥ 약산 약염기의 이온화 상수

(1) 약산

$HA(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_3O^+(aq)$

C			
-x		+x	+x
C-x ≈ C		x	x

$K_a = \dfrac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \dfrac{x^2}{C-x} \approx \dfrac{x^2}{C}$

$[H_3O^+] = x = \sqrt{C \cdot K_a}$

(2) 약염기

$B(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HB^+(aq) + OH^-(aq)$

C			
-y		+y	+y
C-y ≈ C		y	y

$K_b = \dfrac{[HB^+][OH^-]}{[B]} = \dfrac{y^2}{C-y} \approx \dfrac{y^2}{C}$

$[OH^-] = y = \sqrt{C \cdot K_b}$

3. 짝산과 짝염기

① 정의 : H^+ 이동에 의해 산 염기가 되는 한 쌍의 물질

② $\underset{\text{짝산}}{CH_3COOH(aq)} + \underset{\text{짝염기}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{짝염기}}{CH_3COO^-(aq)} + \underset{\text{짝산}}{H_3O^+(aq)}$

③ 짝산과 짝염기는 세기는 반비례 (상대적)

④ 짝산 짝염기의 이온화 상수

(1) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$ $K_a = \dfrac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$

$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$ $K_b = \dfrac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$

$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$ $K_w = [H_3O^+][OH^-] = K_a \times K_b$

4. 염의 가수분해

① 염의 정의 : 산의 음이온 + 염기의 양이온

: $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + \underset{\text{염}}{NaCl(aq)}$

2 완충용액

1. 완충 용액

① 정의 : 약산과 그 약산의 짝산이 섞여 있어

적은양의 산이나 염기를 넣어도 pH가 크게 변하지 않는 용액

② 완충 용액의 pH (0.1M, 1:1 혼합)

(1) CH_3COOH / CH_3COONa : 4.76

(2) H_2CO_3 / $NaHCO_3$: 6.46

(3) NaH_2PO_4 / Na_2HPO_4 : 7.20

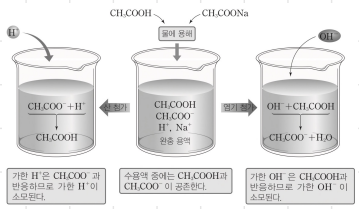
(4) NH_3 / NH_4Cl : 9.25

2. 완충용액의 원리

① 아세트산 + 아세트산 나트륨

(1) $\underset{\text{약산}}{CH_3COOH} + H_2O \quad CH_3COO^- + H_3O^+$

$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$: CH_3COO^- 공급



② 암모니아 + 염화 암모늄 완충 용액

(1) $\underset{\text{약염기}}{NH_3} + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$: NH_4^+ 공급

③ 제조 방법

(1) 1 : 1 약산 + 짝염기 / 약염기 + 짝산

(2) 2 : 1 약산 + 강염기 / 약염기 + 강산

3. 생체 내 완충 작용

① 탄산수소 이온

(1) $H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3$

$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-$

② 인산수소 이온

(1) $H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O(aq) + HPO_4^{2-}(aq)$

③ 단백질에 의한 완충 작용

III. 반응속도와 촉매

01. 반응속도

1 반응속도

1. 빠른 반응과 느린 반응

① 빠른 반응 : 연소 반응, 중화 반응, 앙금 생성 반응

② 느린 반응 : 노화, 종이 변색, 철의 부식

2. 반응 속도

① 정의 : 화학 반응이 일어나는 빠르기 (농도변화 / 시간변화)

② 단위 : M/s, M/분, mol/L·s

③ 측정 방법

(1) 기체가 발생하는 경우

- 시간에 따른 질량 측정 ex) CO_2 생성 반응
- 시간에 따른 기체의 부피 측정 ex) $Mg + 2HCl$

(2) 앙금이 생성되는 경우

- 앙금 -> 뿌얘짐 -> x표가 안 보일 때까지 시간 측정

④ 반응속도의 표현

(1) $\frac{\text{반응물의 농도 감소량}}{\text{반응 시간}} = \frac{\text{생성물의 농도 증가량}}{\text{반응 시간}}$

(2) $aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g) + dD(g)$

- $v = -\frac{1}{a}\cdot\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b}\cdot\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c}\cdot\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d}\cdot\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$

⑤ 평균 반응 속도와 순간 반응 속도

(1) 평균 반응 속도 : Δt 동안의 기울기

(2) 순간 반응 속도 : t_1 에서 접선의 기울기

(3) 초기 반응 속도 : $t=0$ 에서 접선의 기울기

2. 반응 속도 식

① 정의 : 반응 속도와 반응물의 농도와의 관계를 나타낸 식

(1) $aA + bB \rightarrow cC + dD$ $\quad v = k[A]^m[B]^n$

② 반응 차수 (m, n)

(1) 반응식의 계수 a, b와 무관

(2) ☆실험을 통해서만 결정 가능

(3) 전체 반응 차수 : $m + n$

- m : A의 반응차수
- n : B의 반응 차수

③ 반응 속도 상수 (k)

(1) 반응의 종류에 따라 다르다

(2) 농도의 영향 x, 온도에 따른 영향 o

+ 활성화 에너지 영향 o

(3) 반응 차수에 따라 단위 변화 <단위>

0차 $v = k$ M/s

1차 $v = k[A]$ or $k[B]$ 1/s

2차 $v = k[A]^2$ or $k[B]^2$ 1/M·s

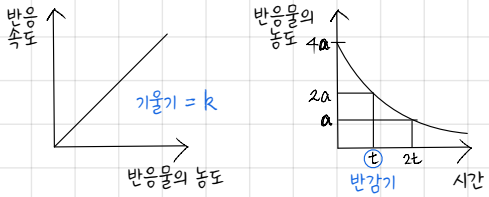
or $k[A][B]$

3. 반감기 ($t_{\frac{1}{2}}$)

① 정의 : 반응물의 농도가 절반이 될 때까지 걸리는 시간

② 1차 반응 [A -> B $\quad v = k[A]$]

(1) 그래프



(2) ☆반감기가 "항상" 일정하다! (농도와 관계 없이)

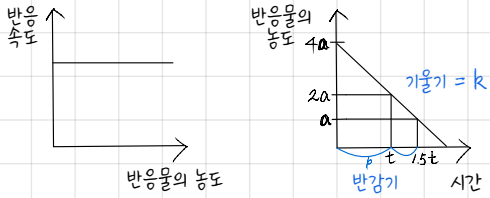
(3) ☆$t_{\frac{1}{2}} \propto \frac{1}{k}$ (속도 빨라졌으니 걸리는 시간 줄어드는 것)

(4) 특징

- $[A] \times \frac{1}{2}$ · $\Delta[A] \times \frac{1}{2}$ · $\Delta[B] \times \frac{1}{2}$
- $\Delta([A]+[B]) \times \frac{1}{2}$ · $v \times \frac{1}{2}$

③ 0차 반응 [$v = k$]

(1) 그래프



2 활성화 에너지 (E_a)

1. 화학 반응이 일어나기 위한 조건

① 반응 일어날 수 있는 방향으로 충돌 + 입자들의 충분한 $\frac{\text{에너지}}{E_a}$

2. 유효 충돌

① 정의 : 화학 반응이 일어날 수 있는 충돌 (방향 + 에너지)

ex) $NO_2 + CO \rightarrow NO + CO_2$ / N-C 이면 반응 x

3. 활성화 에너지

① 정의 : 화학 반응이 일어나기 위해서 필요한 최소한의 에너지

② 활성화 상태와 활성화물

(1) 활성화 상태 : 반응물이 활성화 에너지를 가진 상태

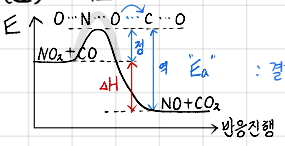
(2) 활성화물 : 활성화 상태에 있는 불안정한 물질

③ 활성화 에너지가 작을수록 반응속도 빠름 (반비례)

④ 같은 반응에서 반응열은 활성화 에너지에 무관

(1) $\Delta H = E_a$ (정) $- E_a'$ (역)

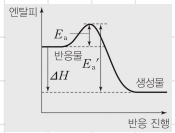
(2) 그래프

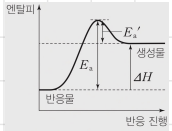


: 결합에너지 합보다는 작다

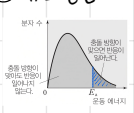
⑤ 발열 반응과 흡열 반응의 활성화 에너지

(1) 발열 반응($\Delta H < 0$) (2) 흡열 반응 ($\Delta H > 0$)





⑥ 유효충돌과 비유효 충돌



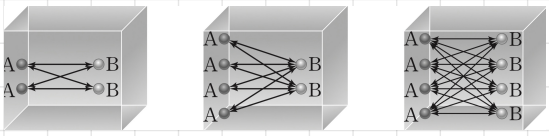
III-0 2. 농도 및 온도와 반응속도

1 농도와 반응속도

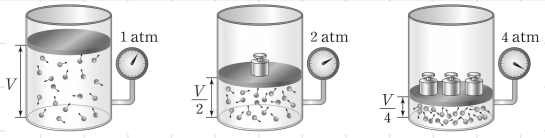
1. 충돌수와 반응 속도

반응하는 입자들 사이의 충돌 수↑ ··· 반응속도↑

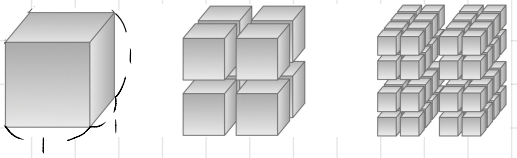
2. 농도와 반응속도



3. 압력과 반응속도



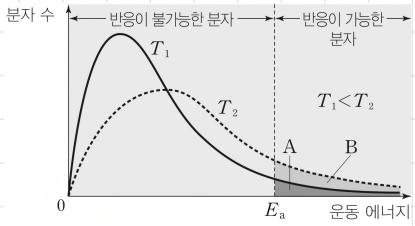
4. 표면적과 반응속도



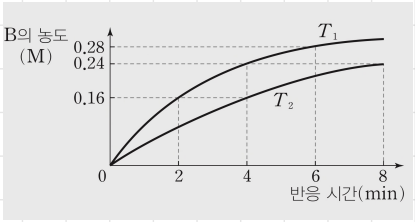
1개의 표면적	1×1×6=6	0.5×0.5×6=1.5	0.25×0.25×=0.375
총 표면적	1×6=6	8×1.5=12	64×0.375=24

2 온도와 반응속도

1. 그래프

① 

- 온도↑ -> E_a 이상 분자 수 ↑ -> 충돌 ↑-> fast

② 

- $T_1 > T_2$
- $k_1 > k_2$
- $t_1 < t_2$

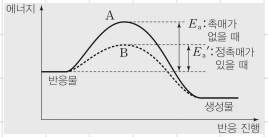
III - 03. 촉매와 반응 속도

1 촉매에 따른 반응 속도

1. 촉매

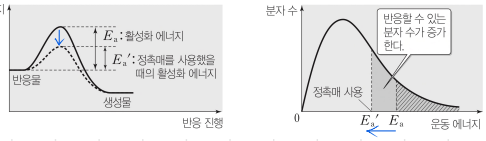
① 정의 : 화학 반응에 관여하여 반응속도를 변화시키지만, 자기 자신은 변하지 않는 물질

② 그래프

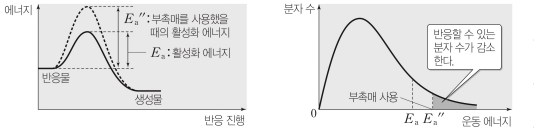


2. 촉매의 종류

① 정촉매



② 부촉매



3. 촉매의 특징

① 촉매는 반응 전과 후에 질량 일정

② 반응 엔탈피 변화 x

③ 생성물의 양 변화 x (k 일정)

④ 정반응과 역반응의 속도 모두 변함

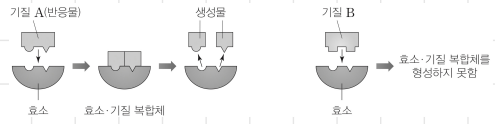
⑤ 반응속도의 증가의 원인 : E_a↓ (충돌수 증가 x)

⑥ 촉매에 의한 변화 > 농도, 온도에 의한 변화

⑦ 무기 촉매 : 온도나 pH의 영향 거의 x
효소(생체 촉매) : 온도나 pH의 영향 큼

3. 효소의 작용

① 효소의 기질 특이성 : 효소가 특정 기질에만 결합



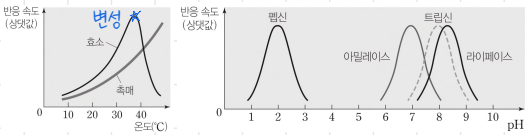
(1) 기질 : 효소의 촉매 작용을 받아 반응하는 물질

(2) 활성 부위 : 기질이 결합하는 효소의 특정 자리

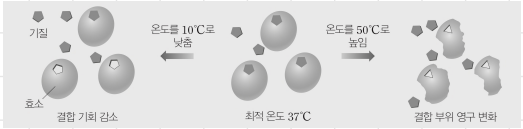
② 효소의 최적 온도와 pH

(1) 효소는 주로 단백질로 구성

(2)



(3)



③ 효소의 이용

(1) 발효 식품, 세제, 소변 검사지, 콘택트 렌즈 세척제, 소화제, 섬유 유화제

2 촉매와 효소의 활용

1. 산업에서 촉매의 이용

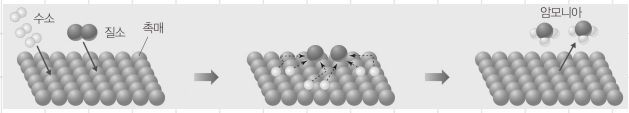
수득률↑ , 비교적 낮은 온도에서 반응

2. 촉매 이용 사례

① 표면 촉매 : 금속이나 금속 화합물 같은 고체상의 촉매는 반응이 일어날 수 있는 표면을 제공

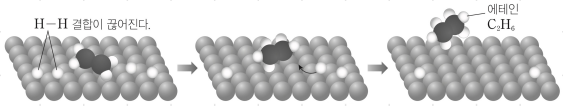
(1) 암모니아 합성

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\triangle H = -92.3kJ/mol$



(2) 불포화 탄화수소의 수소 첨가 반응

$H_2C = CH_2(g) + H_2(g) \rightarrow H_3C - CH_3(g)$



(3) 자동차의 촉매 변환기

탄소 화합물의 산화 반응 : CO, C_xH_y, O_2 -> CO_2, H_2O

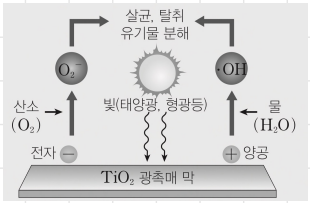
질소 화학물의 환원 반응 : NO, NO_2 -> N_2, O_2

② 유기 촉매 : 촉매로서의 기능을 가진 유기 화합물

(1) 반응의 선택성↑ , 금속 촉매에 비해 친환경적 (쉽게 분해)

(2) 신약 개발 등 합성 반응에서 다양하게 사용됨

③ 광촉매 : 빛이 있으면 촉매 작용을 하는 모든 물질



(1) 이산화 타이타늄(TiO_2), 산화 아연(ZnO), 카드뮴(Cd), 셀레늄(Se), 비소(As) 등

(2) 생활용품, 의료용품, 주택 설비 등 다양한 분야에서 응용

(3) 활성이 큰 물질이 만들어짐 - 유기 오염물 산화 분해
악취물질, 바이러스, 세균

(4) 에너지와 환경 문제 해결 가능성이 있음
대기 정화, 탈취, 항균, 정수 등

④ 효소(생체 촉매)

(1) 생체 내에서 생명 활동에 필요한 반응에 대하여 촉매 작용

(2) 효소의 역할 : 활성화 에너지↓ , 반응속도 fast

IV. 전기 화학과 이용

01. 화학 전지

Ⅰ 화학 전지

1. 금속의 반응성

① 금속' 이온화 경향 : 금속이 전자를 잃고 양이온이 되려는 경향

(가) K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

(나) Zn^{2+} $\xrightarrow{e^-}$ Cu^{2+}

Zn^{2+} Cu

환원 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

산화 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ ← "반쪽 반응식"

$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$

② 금속과 금속염 수용액의 반응

(가) 반응성 금속 > 금속 양이온 : 산화 환원 반응 O

$CuSO_4(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

③ 금속과 산의 반응

(가) 반응성 금속 > 수소 : 산화 환원 반응 O

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

Mg $\xrightarrow{e^-}$ $2H^+$

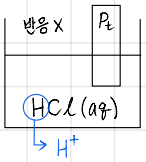
Mg^{2+} H_2

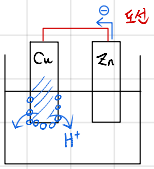
산화 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

환원 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

$Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2$

(나) 양상





Zn > H > Cu

H^+↑ … PH↓

* 도선 : 꽃 길 -> 전체 반응식 안달라지고 위치만 변

ㄴ 전자가 도선을 타고 올라옴

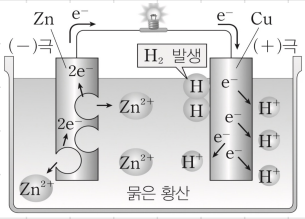
* 참고

1. 화2, 음이온은 반응 참여 X

2. 기전력 : 화학 전지가 얼만큼의 전압을 나타낼 수 있는지

2. 화학 전지

① 전지의 구성 : (-)극 | 전해질 용액 | (+)극



② 원리

(가)	(-)극	(+)극
금속의 반응성	크다	작다
반응	산화 반응	환원 반응
전자의 흐름	(-)극 -> (+)극	

③ 반응식

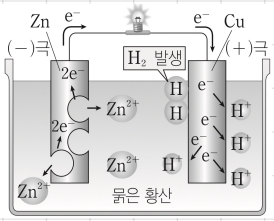
(-)극 : 산화 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

(+)극 : 환원 $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

$Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

3. 볼타 전지

① 모형



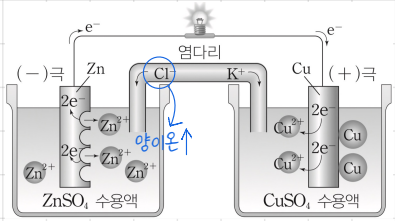
② 분극 현상

(가) 정의 : (+)극 표면' H (g) -> 전압이 급격히 떨어지는 현상

대안 : 감극제 (소극제) 첨가 - $H_2 \longrightarrow H_2O$

4. 다니엘 전지

① 모형



② 구성

(-) $Zn(s) \mid ZnSO_4(aq) \parallel CuSO_4(aq) \mid Cu(s)$ (+)

③ 염다리 : 이온의 이동 통로 - 전기적 중성

(가) 전극 반응에 영향 X (KCl, KNO_3, Na_2SO_4)

-> 한천 용액에 녹인 다음 굳힘

(나) 다공성용기로 대체하기도 함

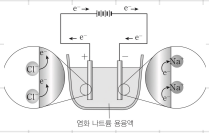
2 전기분해

1. . 전기 분해

억지로 전기E 가해서 반응 일으킴

① 정의 : 전기 E 이용 -> (비자발적) 산화환원 발생 -> 물질 분해

② 모형

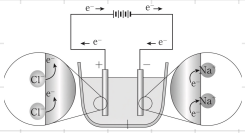


(ㄱ) 산화전극 (+극) : 음이온 -> 홑원소 물질 + e^-

(ㄴ) 환원전극 (-극) : 양이온 + e^- -> 홑원소 물질

2. 전해질 용융액의 전기 분해 Just Na & Cl

① 모형



반응식

(-) $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$

(+) $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

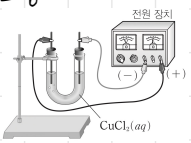
$2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$

(ㄱ) 산화전극 (+극) : 음이온이 전자를 잃고 산화

(ㄴ) 환원전극 (-극) : 양이온이 전자를 얻고 환원

3. 전해질 수용액의 전기 분해

① 모형



② 환원전극 (-극) : 양이온과 물 분자 경쟁

양이온 환원 : Cu^{2+}, Ag^+, Fe^{2+}, Zn^{2+}, Ni^{2+}등

이온화 경향성↑ -> 물분자 환원 : K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+}, NH_4^+ 등

③ 산화전극 (+극) : 음이온과 물 분자 경쟁

음이온 산화 : Cl^-, I^-, Br^-, S^{2-}, OH^- 등

물분자 산화 : F^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, NO_3^- 등

수산화이온(OH^-)제외하고 다분자이온은 산화가 잘 안됨

4. 물의 전기 분해

① 모형

② 전해질 첨가 : KNO_3, Na_2CO_3, H_2SO_4, NaOH, $NaNO_3$ 등

5. 전기 분해의 이용

① 전기 도금

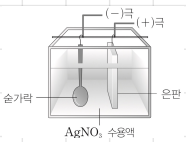
(ㄱ) 전기분해 -> 금속 표면을 다른 금속으로 얇게 입히는 것

(ㄴ) 원리

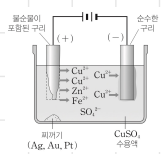
(+)극 : 도금시킬 금속

(-)극 : 도금할 물체

전해질 수용액 : 금속의 양이온 포함



② 제련 of 구리



3 전기 화학과 우리 생활

1. 연료 전지

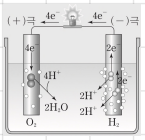
① 화학 에너지 - 산화 환원 - 전기 에너지

② 연료가 공급되면 지속적으로 전기 에너지를 얻을 수 있음

2. 수소 연료 전지

① 모형

1) 산 수용액 - H^+
2) 염기 수용액 - KOH



(-)극 : $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$

(+)극 : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

② 특징

(1) 최종 생성물이 물이므로 환경 오염 x

(2) 소음 x

(3) 반응열 이용 -> 최대 80% 까지 효율 높일 수 있음

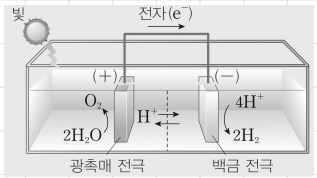
(4) <현재> 수소 생산 비용↑

3. 물의 광분해 반응

① 상황 : 빛을 광전극에 (*광전극 : 빛 받았을 때 반응 진행 시킬 수 있는 전극)

(1) 물이 산소로 산화

(2) 전자는 도선을 따라 백금전극으로

(3) 수소 이온을 수소 기체로 환원

② 모형