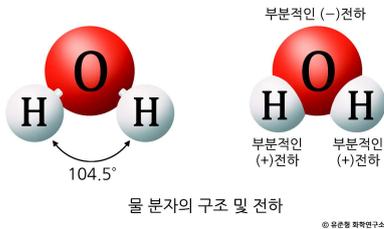


1. 물 분자의 구조와 극성분자임을 다음 그림을 통해 이해하자.



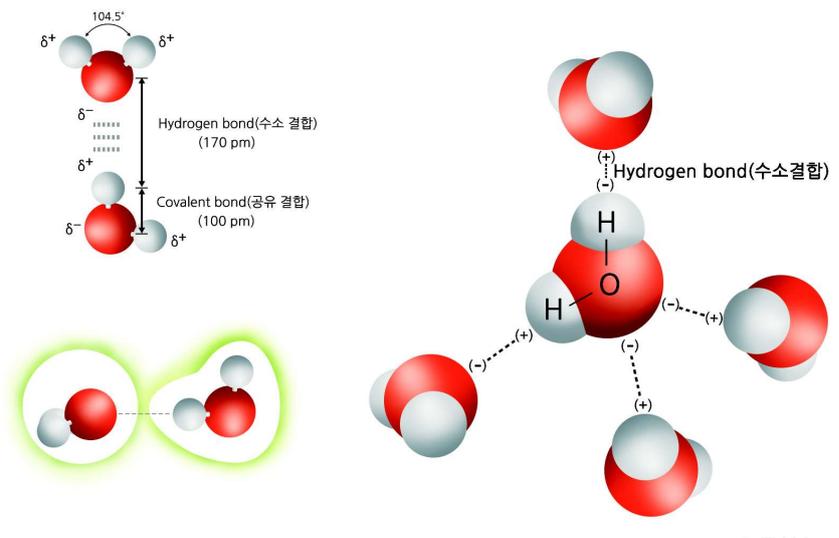
- 물 분자는 비대칭구조의 다원자분자이고, 굽은형이다.
- 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아니므로 '극성분자'이다.

예제 01. 극성분자의 대표가 물 분자이다. 물분자의 극성에 의한 성질을 쓰시오.

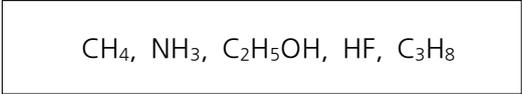
참고 분자(分子, molecule)

- ① 극성 분자 : $\sum \mu(\text{쌍극자 모멘트}) \neq 0$ 인 분자, 힘의 비대칭 분자, ex) H_2O , HCl , HCN
- ② 무극성 분자 : $\sum \mu(\text{쌍극자 모멘트}) = 0$ 인 분자, 힘의 대칭 분자, ex) H_2 , Cl_2 , O_2

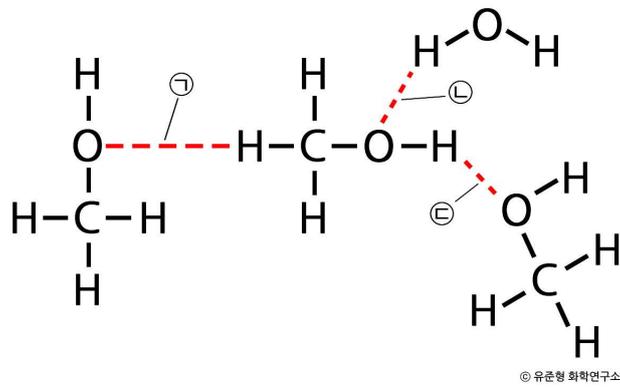
2. 물 분자는 수소결합(HB, Hydrogen bond)을 한다. 수소결합이란 무엇일까?



예제 02. 다음 보기 분자 중에서 수소결합이 존재하지 않은 분자를 모두 고르시오.



예제 03. 다음 수소결합이 아닌 것은?



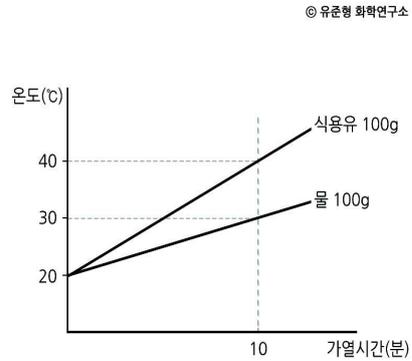
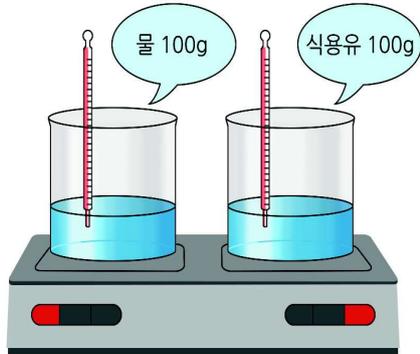
3. 비열(c, specific heat)이란?

비열의 정의를 수식으로 표현하면, 비열(c) = $\frac{\text{열량}(Q)}{\text{질량}(m) \times \text{온도변화}(\Delta t)}$ 이다. 따라서,

참고 어떤 물질의 가열시간과 열량(Q)을 비례한다. 만약 어떤 두 물질에 같은 열량을 주었다라고 한다면, 같은 시간동안(같은 불꽃의 세기로) 가열해 주었다는 것이다(1cal = 4.2J).

(1) 비열과 온도 변화와의 관계(같은 질량)

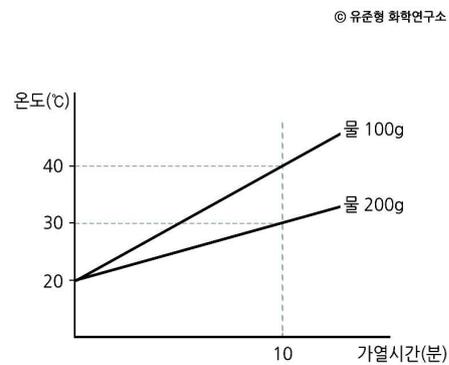
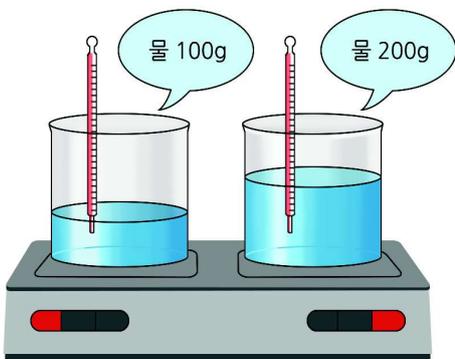
같은 질량의 물과 식용유를 동시에 가열하면 어느 것이 더 빨리 뜨거워질까? 다음 시험 결과를 보자.



같은 양의 물과 식용유를 같은 시간동안 가열(같은 열량 공급) 한 경우, 식용유의 온도가 두 배 더 많이 올라갔다. 따라서 다음 과 같은 관계가 성립한다. 정말 중요하다.

(2) 질량과 온도 변화와의 관계(같은 물질)

이제는 같은 물 100g, 200g을 동시에 가열하면 어느 것이 더 빨리 뜨거워질까? 다음 시험 결과를 보자.



물 100g, 200g을 같은 시간동안 가열(같은 열량 공급) 한 경우, 물 100g의 온도가 두 배 더 많이 올라갔다. 따라서 다음 과 같은 관계가 성립한다.

(3) 열용량(C , heat capacity)이란?



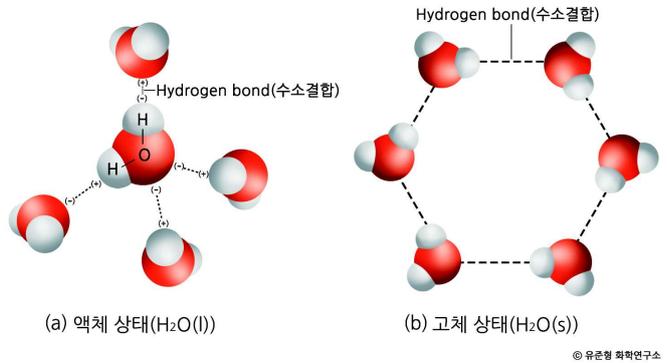
주전자에 들어 있는 물과 욕조에 들어 있는 물은 모두 비열이 같지만, 열을 담을 수 있는 열용량은 서로 다르다. 즉, 비열은 물질의 양과 관계없이 일정하지만, 열용량은 비열에 질량을 곱한 값으로 물질의 양이 많아 질수록 증가한다.

참고 물의 비열 크기 때문에 나타나는 현상

- 사람 몸의 체온이 일정하게 유지된다.
- 해안 지방에서 낮에는 해풍, 밤에는 육풍이 분다.
- 해안지방은 내륙지방보다 일교차가 작다.

4. 수소결합으로 인한 물의 특성(성질)을 써 보시오.

(1)



(2)

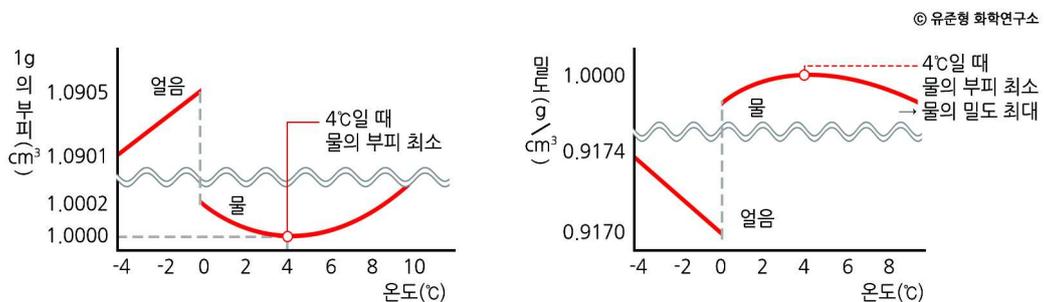
물질(상태)	비열(J/g°C)	비열(cal/g°C)
물 H ₂ O(l)	4.2	1
얼음 H ₂ O(s)	2.1	0.5
철 Fe(s)	0.42	0.1

- 용해열(kJ/mol, heat of fusion) : 1몰의 고체가 같은 온도의 액체로 바뀔 때 필요한 열량.
- 기화열(kJ/mol, evaporation heat) : 1몰의 액체가 같은 온도의 기체로 바뀔 때 필요한 열량.

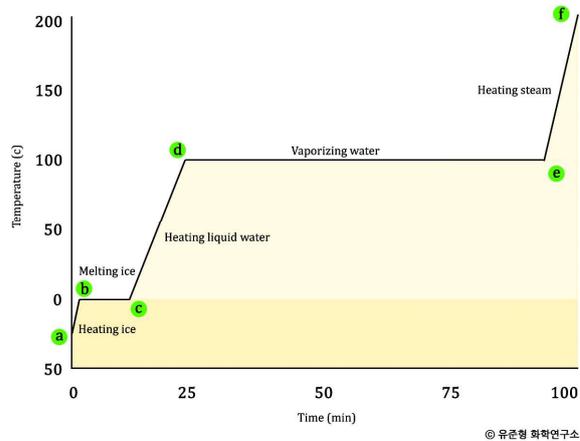
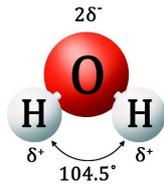
(3)

(4)

예제 04. 아래 그래프를 참고하여 0°C 이하에서 부피가 증가(밀도가 감소)하는 이유, 0°C에서 부피가 감소(밀도가 증가)하는 이유, 0~4°C에서 부피가 감소(밀도가 증가)하는 이유, 4°C 이상에서 부피가 증가(밀도가 감소)하는 이유를 쓰시오.



예제 05. 물의 가열곡선에서 다음 물음에 답하여라.

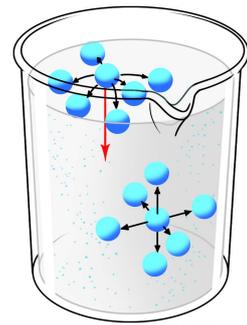


- ① 이 그래프를 보고 기화열과 용해열을 부등호로 비교하라.
- ② 이 그래프를 보고 얼음의 비열과 물의 비열을 부등호로 비교하라.
- ③ 위 가열곡선에서 질량을 2배로 했을 때, 그래프의 기울기, 용해열, 기화열, 녹는점, 끓는점의 변화를 증감으로 설명하시오.
- ④ 20°C 물 36g을 증발시키는데 필요한 열량(kJ)을 구하시오.(물의 기화열 41kJ/mol)
- ⑤ 0°C얼음(b)과 0°C물(c)은 다르다. 다음 표를 보고, 큰 물리량에 √로 체크하시오.

	에너지	인력	부피	밀도	분자 간 평균거리	수소결합 평균 분자 수
0°C얼음(b)						
0°C물(c)						

5. 표면장력(surface tension)이란 무엇인가?

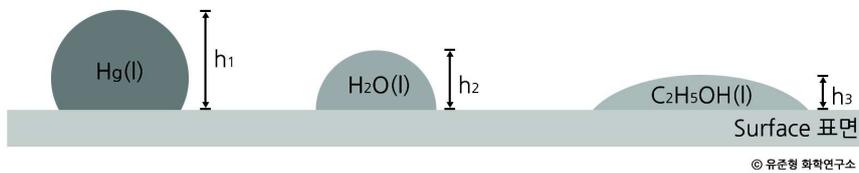
열역학적으로 구형일 때가 표면적이 가장 작다. 입자간의 힘이 클수록, 표면에서 내부로 작용하는 힘이 커지고, 따라서 구형이 되려는 힘이 크다(표면적이 작아지려고 한다). 물은 수소결합에 의해 분자간의 힘이 매우 크기 때문에 다른 액체에 비해 표면장력이 크다.



© 유준형 화학연구소

[표면장력과 액체의 종류, 온도 일정]

분자 간 인력이 클수록 표면장력이 크고, 따라서 h가 크다.



© 유준형 화학연구소

[표면장력과 온도]

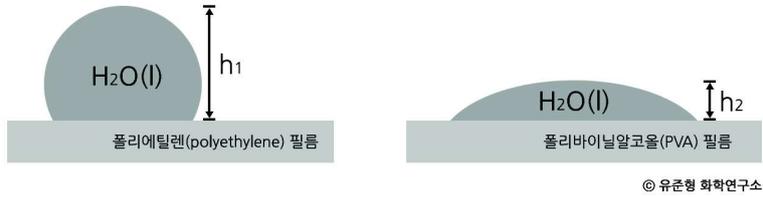
온도가 낮으면 분자 간 인력이 커지고, 따라서 h가 크다.



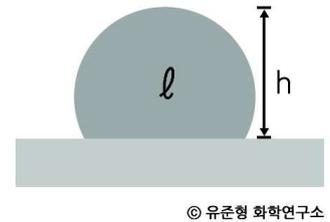
© 유준형 화학연구소

[부착력과 액체의 종류, 온도 일정]

물과 바닥사이의 부착력이 작으면 h 가 커진다.

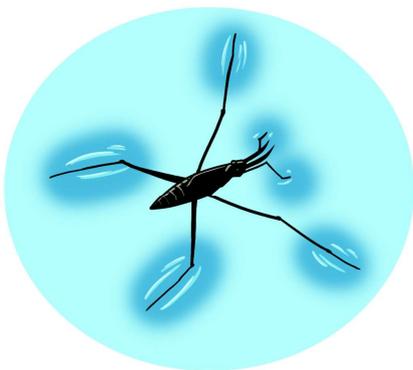


예제 06. 다음 그림에서 h 를 크게 하기 위해서는 어떻게 해야되는가?



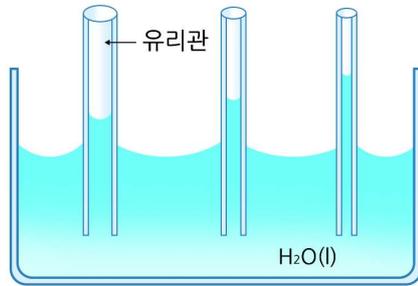
참고 표면장력으로 인한 현상

- 소금쟁이가 물 위에 뜬다. 물오리가 헤엄친다.
- 풀잎에 이슬, 물수제비뜨기, 넘치지 않는 물컵
- 바늘 띄우기, 흐르는 물줄기 모으기
- 모세관 현상

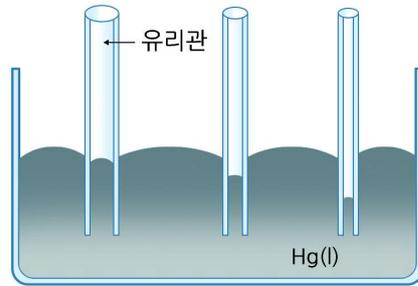


6. 모세관 현상(Capillary phenomenon)이란?

액체 속에 폭이 좁고 긴 관을 넣었을 때, 관 내부의 액체 표면이 외부의 표면보다 높거나 낮아지는 현상. 액체의 응집력(같은 물질과의 인력)과 관과 액체 사이의 부착력(다른 물질과의 인력)에 의한 현상이다.



(a) 물에 모세관을 담글 경우



(b) 수은에 모세관을 담글 경우

© 유준형 화학연구소

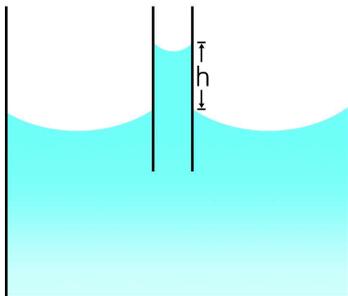
참고 메니스커스(meniscus) : 모세관 현상에 의해 관 속의 액면이 이루는 곡면

예제 07. 만약 응집력보다 부착력이 큰 경우 내부액면은 올라갈까, 내려갈까?

예제 08. 만약 응집력보다 부착력이 작은 경우 내부액면은 올라갈까, 내려갈까?

예제 09. 관의 높이차에 비례하는 것은 무엇인가?

예제 10. 다음 그림을 보고 물음에 답하시오.



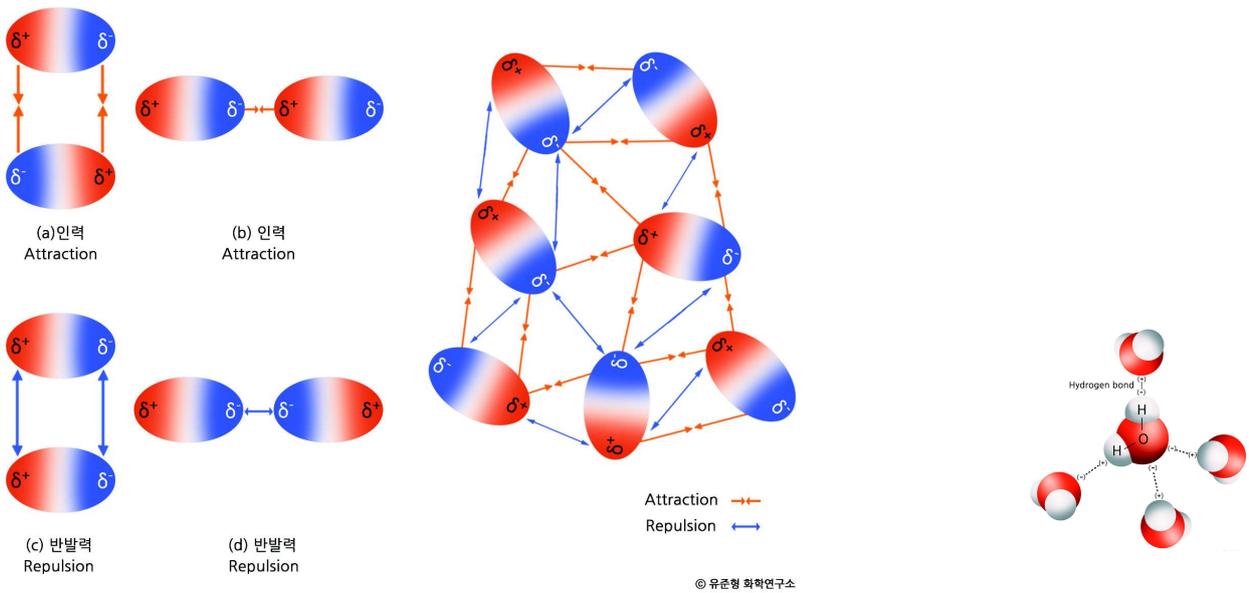
© 유준형 화학연구소

① 응집력과 부착력을 비교하시오

② 관 높이차(h)를 줄이기 위한 방법을 아는 대로 써보시오.

7. 분자간 힘을 정리해보자.

(1) 쌍극자-쌍극자 사이의 힘이란?

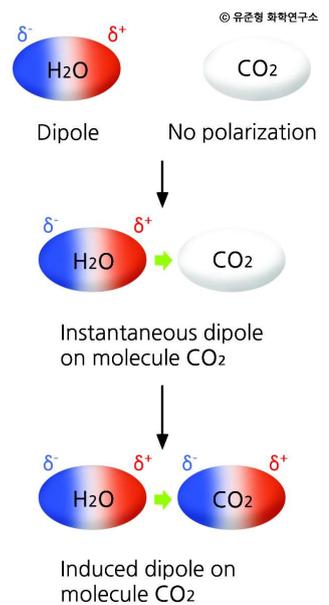


ex) 수소 결합

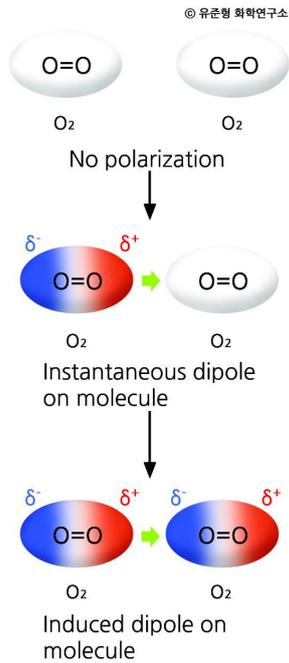
(2) 쌍극자-유도 쌍극자 사이의 힘이란?

참고

- 편극(polarization) : 순간적으로 전자가 한쪽으로 치우쳐 일시적으로 쌍극자가 만들어 지는 현상
- 유도 쌍극자(Induced dipole) : 편극에 의해 생성된 일시적인 쌍극자로 순간 쌍극자라고도 함.



(3) 유도 쌍극자-유도 쌍극자 사이의 힘이란?



★ 분산력(Vander waals force)이란?

So 무극성분자 무극성분자 사이의 인력이다. 무극성 분자뿐만 아니라 극성분자도 분자 내 전자 움직임에 의해 극성의 크기가 달라짐.

따라서, 분산력은 모든 분자 사이에 작용하는 힘이다.

분산력은 모든 분자에 다 있으나 극성, 수소결합하는 분자들은 분산력이 작으니까 강 무시해 버린다.

참고 분자량이 크면 전자수가 많고, 전자수가 많을수록 편극이 잘 일어나 분자간 인력(분산력)이 커진다.

예제 11. 다음 분자의 분산력의 크기를 비교하라. 괄호 안은 분자량이다.

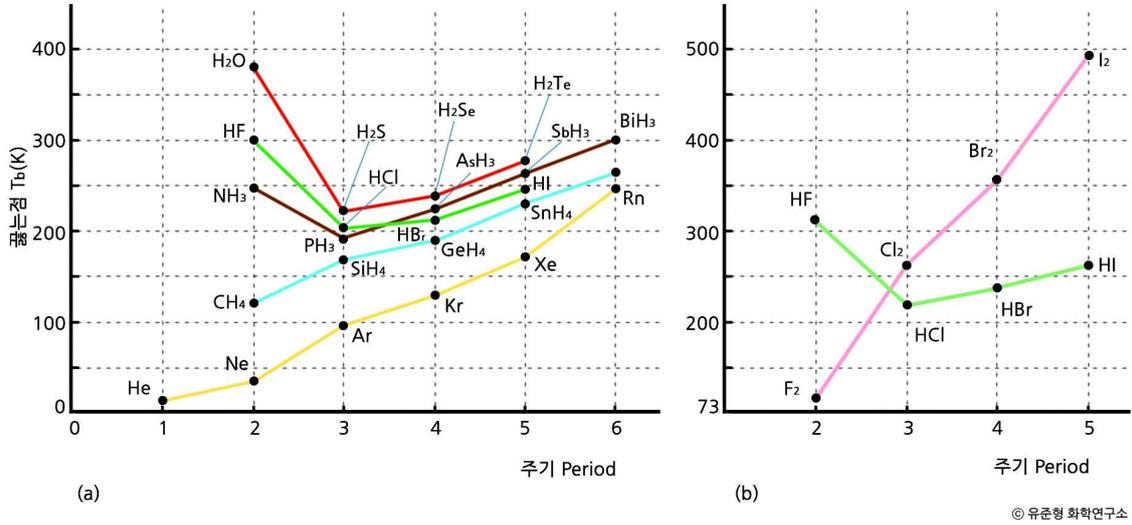
① HCl(36.5) HBr(81)

② F₂(38) Cl₂(71)

③ Br₂(160) ICl(162)

④ CO₂(44) C₃H₈(44)

예제 12. 수소결합이 물의 끓는점에 미치는 영향을 생각하며 다음 문제를 풀어보자.



① 그림(a)에서 분자 간 인력이 가장 큰 것과 가장 작은 것은?

② HF와 HCl의 분자 간 인력을 비교하라.(이유 포함)

③ 그림(b)에서 Cl₂가 HCl보다 끓는점이 큰 이유?

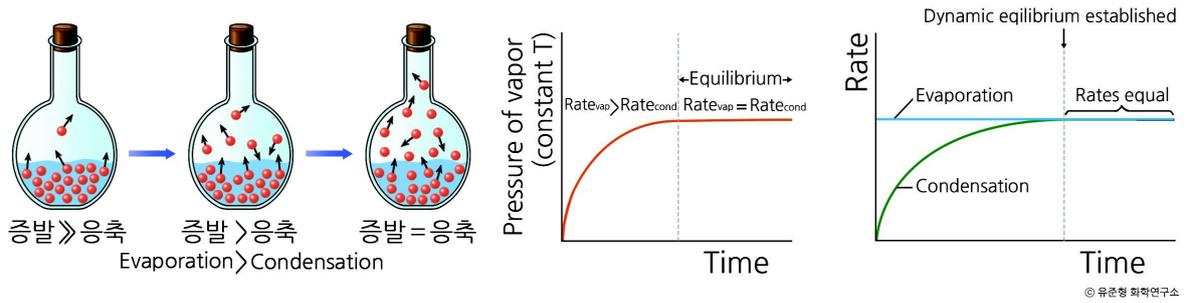
④ 14족 수소 화합물의 끓는점(bp)이 CH₄ < SiH₄ < GeH₄ < SnH₄인 이유는?

⑤ H₂O, NH₃, HF는 같은 족의 수소화합물 중 분자량이 가장 작으나 bp가 가장 높다. 그 이유는?

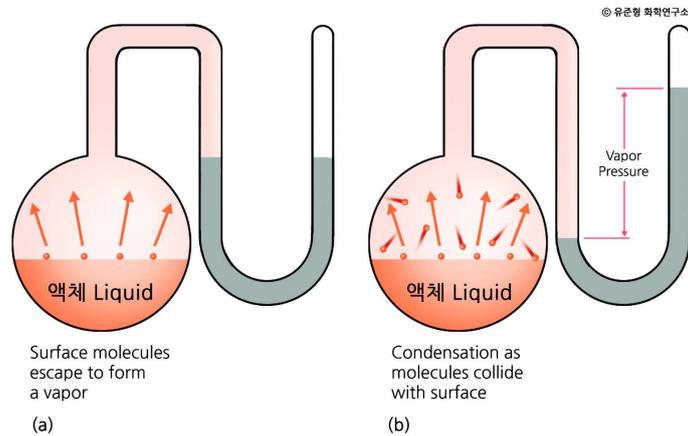
⑥ 같은 주기의 수소화합물에서 14족의 수소화합물의 끓는점(bp)이 가장 낮은 이유?

⑦ H₂O, NH₃, HF중 끓는점(bp)은 왜 H₂O > HF > NH₃ 일까?

1. 동적평형(dynamic equilibrium) 상태란?

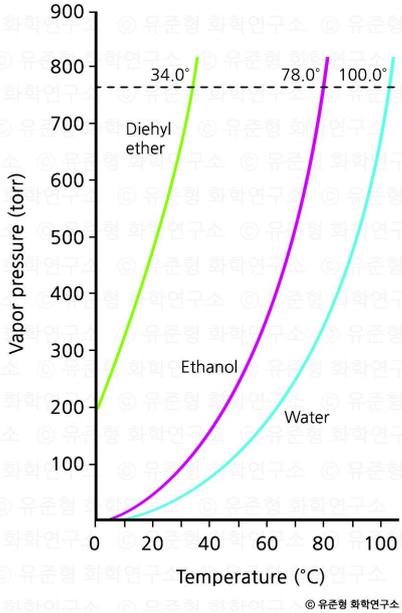


2. 증기 압력(steam pressure)이란?



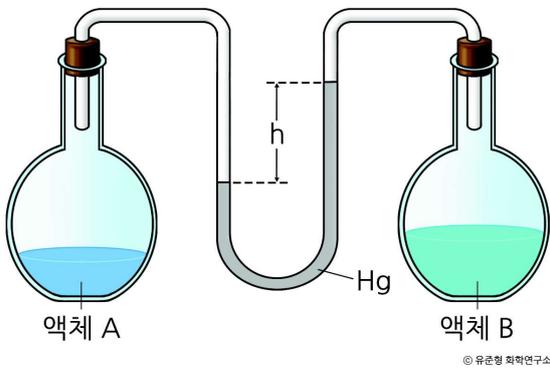
3. 증기압력에 영향을 주는 요인을 무엇인가를 답할 수 있어야 한다. what?

예제 01. 다음 그래프에서 세 물질(디에틸에테르(디, diethylether), 에탄올(에, ethanol), 물(물, water))을 가지고 다음 물리량을 등호 또는 부등호로 비교하십시오.



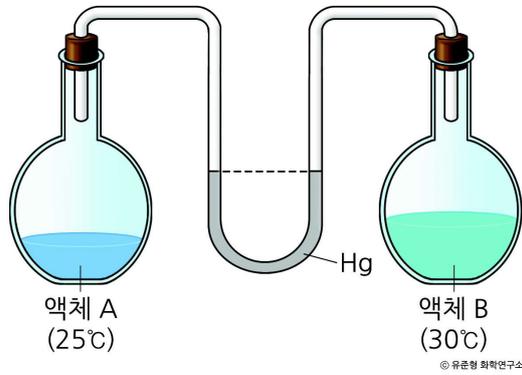
- ① 증기 압력 :
- ② 휘발성 :
- ③ 인력 :
- ④ 끓는점 :
- ⑤ 물증발열($\Delta H_{\text{증발}}$) :
- ⑥ 끓는점에서 증기압력 :

예제 02. 25°C에서 액체A, 액체B의 다음 물리량을 등호 또는 부등호로 비교하십시오.



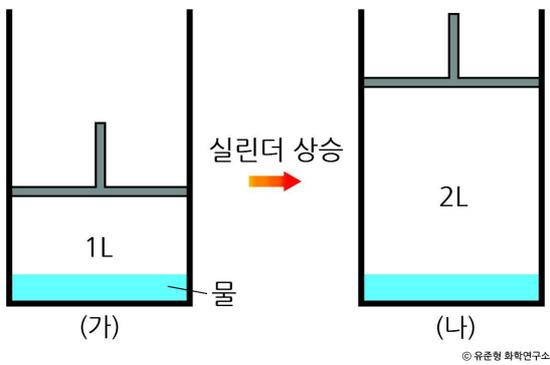
- ① 증기 압력 :
- ② 휘발성 :
- ③ 인력 :
- ④ 끓는점 :
- ⑤ 물증발열($\Delta H_{\text{증발}}$) :
- ⑥ 끓는점에서 증기압력 :

예제 03. 다음 그림에서 액체A, 액체B의 다음 물리량을 등호 또는 부등호로 비교하시오.



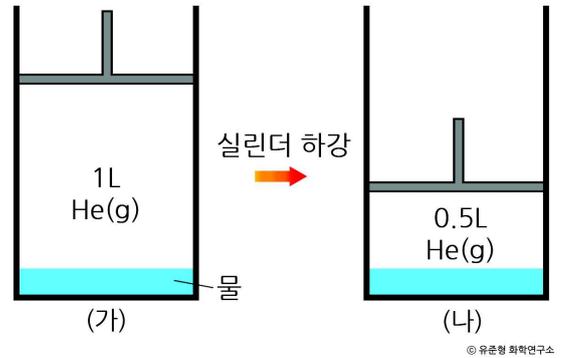
- ① 증기 압력 :
- ② 휘발성 :
- ③ 인력 :
- ④ 끓는점 :
- ⑤ 몰증발열($\Delta H_{\text{증발}}$) :
- ⑥ 끓는점에서 증기압력 :

예제 04. 동적평형 상태인 그림 (가) 1L 실린더 고정 장치를 풀고 당겨서 2L로 만들고 다시 고정했다. 충분한 시간이 흐른 후 그림(가)와 (나)의 다음 물리량을 등호 또는 부등호로 비교하시오. 단, 25°C로 일정하고, 수증기 압력은 24mmHg이다.

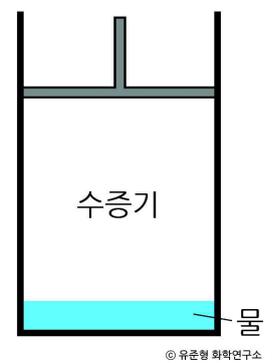


- ① 증기 압력 :
- ② 수증기량 :
- ③ 증발속도 :
- ④ 응축속도 :
- ⑤ 기체 밀도 :

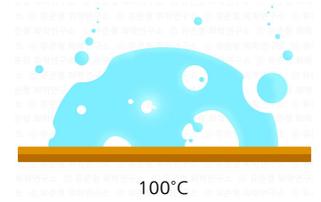
예제 05. 동적평형 상태인 그림 (가) 1L 실린더 고정 장치를 풀고 눌러서 0.5L로 만들고 다시 고정했다. 충분한 시간이 흐른 후 그림(가)와 (나)에서 헬륨과 수증기의 밀도변화를 서술하라. 단, 20°C로 일정하고, 수증기, 헬륨의 압력은 각각 20mmHg, 40mmHg이다. 또한 He은 물에 거의 녹지 않는다.



예제 06. 25°C에서 물의 증기압력은 24mmHg이다. 피스톤을 움직여 부피를 변화시킬 때 압력과 부피의 그래프를 그리시오.



4. 증발과 끓음에 대해 설명하라.



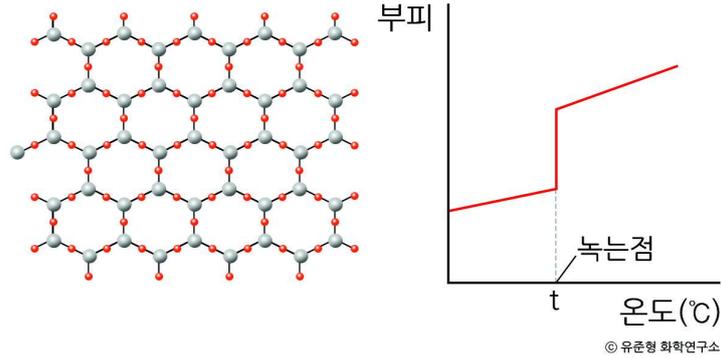
5. 끓는점(boiling point, bp)이란?

6. 증기압의 온도 의존성(클라우지우스-클라페이롱식) : $\ln P = -\frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + \frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ **심화**

1. 결정과 비결정

(1) 결정 : 입자 배열이 규칙적으로 배열(구성 입자 간 인력 모두 동일)

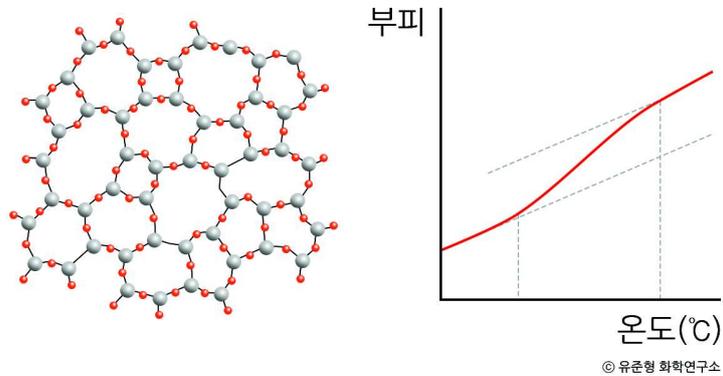
⇒ 녹는점 일정(○) ex. 다이아몬드(공유 결정), 얼음(분자 결정)



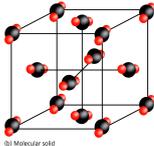
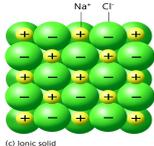
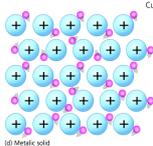
→

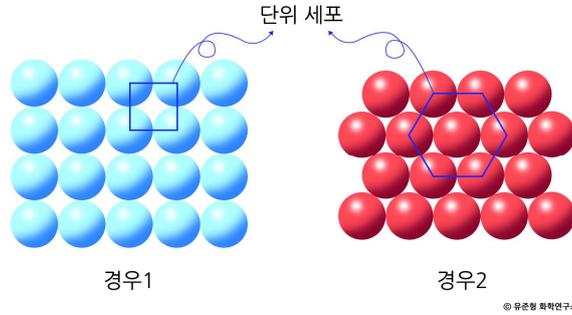
(2) 비결정 : 입자 배열이 불 규칙적으로 배열(구성 입자 간 인력이 모두 불일정)

⇒ 녹는점 일정(x) ex. 유리, 플라스틱, 젓, 아교, 고무

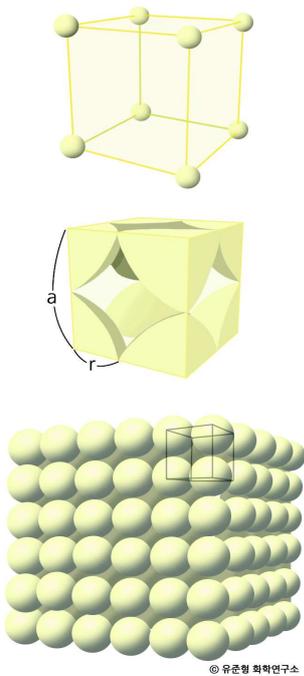


2. 결정의 종류

		물질			
		공유 결합성 물질		이온 결합성 물질	금속 결합성 물질
		원자 결정	분자 결정	이온 결정	금속 결정
그림					
물질의 상태					
성분 원소					
구성 입자					
결합력					
녹는점					
전기 전도성	고체				
	액체				
예		흑연, 다이아몬드	나프탈렌, 아이오딘, 드라이 아이스, 얼음	소금, 황산구리 (양이온과 음이온의 화합물 모두)	Hg을 제외한 모든 금속



1. 단순입방구조(simple cubic, SC)(단위세포 한 변의 길이 : $a(\text{cm})$, 구의 반지름 : $r(\text{cm})$)

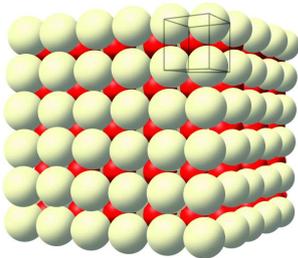
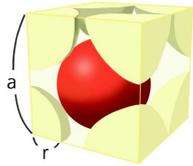
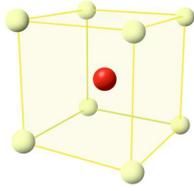


- ① 배위수 :
- ② 단위세포 속 입자 수 :
- ③ 단위세포 부피 :
- ④ 입자의 반지름
(a 와 r 의 관계) :
- ⑤ 입자의 부피 :
- ⑥ 입자의 점유 비율 :
- ⑦ 입자 1몰의 질량을 M 으로 가정할 경우
밀도를 a 와 N_A 로 표현

예 Po

- 배위수(coordination number) : 가장 가까운 거리에서 기준이 되는 입자를 둘러싸고 있는 입자 수. 일반 화학에서는 배위 화학물의 양이온에 배위하는 리간드의 수를 말한다.

2. 체심입방구조(body-centered cubic, **BCC**)(단위세포 한 변의 길이 : $a(\text{cm})$, 구의 반지름 : $r(\text{cm})$)

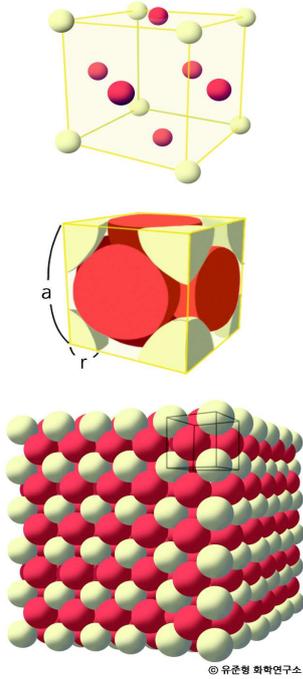


© 유준형 화학연구소

- ① 배위수 : _____
- ② 단위세포 속 입자 수 : _____
- ③ 단위세포 부피 : _____
- ④ 입자의 반지름 (r, a 로 표시) : _____
- ⑤ 입자의 부피 : _____
- ⑥ 입자의 점유 비율 : _____
- ⑦ 1몰의 질량을 M 으로 가정할 경우 밀도를 a 와 N_A 로 표현

예 Li, Na, K

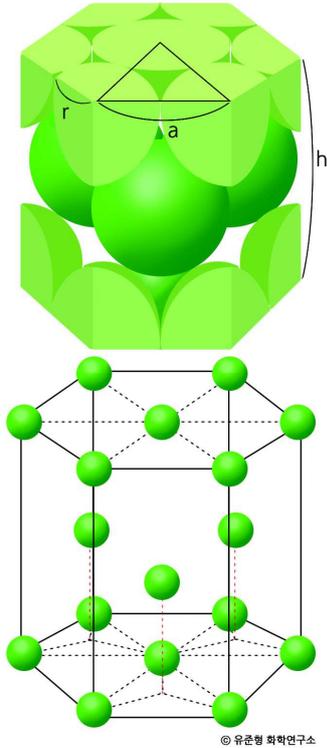
3. 면심입방구조(face-centered cubic, **FCC**)(단위세포 한 변의 길이 : $a(\text{cm})$, 구의 반지름 : $r(\text{cm})$)



- ① 배위수 : _____
- ② 단위세포 속 입자 수 : _____
- ③ 단위세포 부피 : _____
- ④ 입자의 반지름 (r, a 로 표시) : _____
- ⑤ 입자의 부피 : _____
- ⑥ 입자의 점유 비율 : _____
- ⑦ 1몰의 질량을 M 으로 가정할 경우 밀도를 a 와 N_A 로 표현 : _____

예 Au, Ag, Cu

4. 육방 밀집 구조(hexagonal closed packed unit cell, **hcp**) 심화
 (단위세포 높이 : $h(\text{cm})$, 구의 반지름 : $r(\text{cm})$, 위 면 정삼각형의 한 변의 길이 : $a(\text{cm})$)



- ① 배위수 :
- ② 단위세포 속 입자 수 :
- ③ 단위세포 부피 :
- ④ 입자의 반지름
(r, a, h 로 표시) :
- ⑤ 입자의 부피 :
- ⑥ 입자의 점유 비율 :
- ⑦ 1몰의 질량을
 M 으로 가정할 경우
밀도를 a 와 N_A 로 표현

예 Mg, Zn, Cd

THEME 09

이온 결합성 물질의 결정구조(심화)

1. NaCl 형 구조(Na^+ 의 화학식량은 M_{Na^+} , Cl^- 의 화학식량은 M_{Cl^-})

	① 구조	② 입자	③ 배위수	④ 밀도(단위격자 한 변 : a)
Na^+				
Cl^-				

2. CsCl 형 구조(Cs^+ 의 화학식량은 M_{Cs^+} , Cl^- 의 화학식량은 M_{Cl^-})

	① 구조	② 입자 수	③ 배위수	④ 밀도(단위격자 한 변 : a)
Cs^+				
Cl^-				