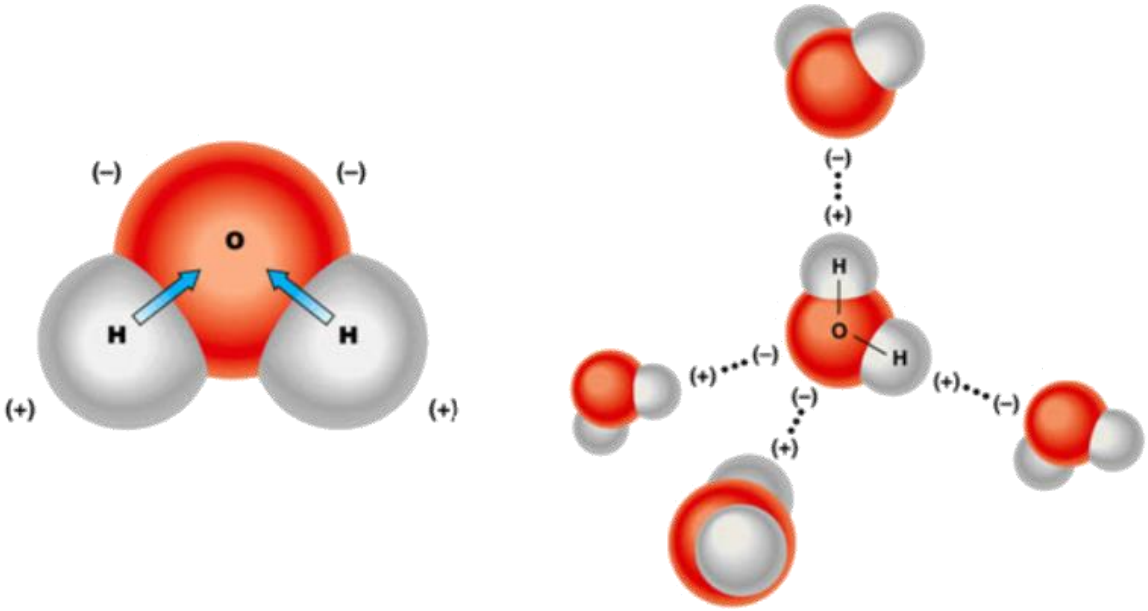
11장 물, 용액, 콜로이드

물의 특성
콜로이드와 현탁액

I 물의 특성 (Properties of Water)

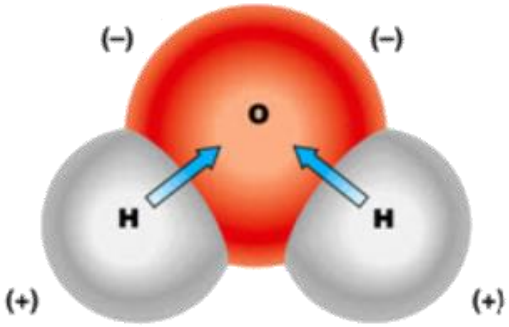
- 용매의 특성
- 높은 녹는점과 끓는점
- 얼음의 밀도
- 표면장력
- 높은 기화열
- 높은 융해열
- 높은 비열

0. 물의 특성 (Properties of Water)



- 산소원자 한 개와 수소 원자 두개로 이루어진 공유결합 화합물
- 부분양전하와 부분음전하를 갖는 극성 물질, 굽은형 구조
- 수소결합을 갖음
- 전기가 통하지 않음

1. 용매의 특성 (Solvent Properties)



- 일반적(보편적)이며 가장 탁월한 용매로서의 물
- 극성물질 혹은 극성부분을 가진 분자 화합물을 용해

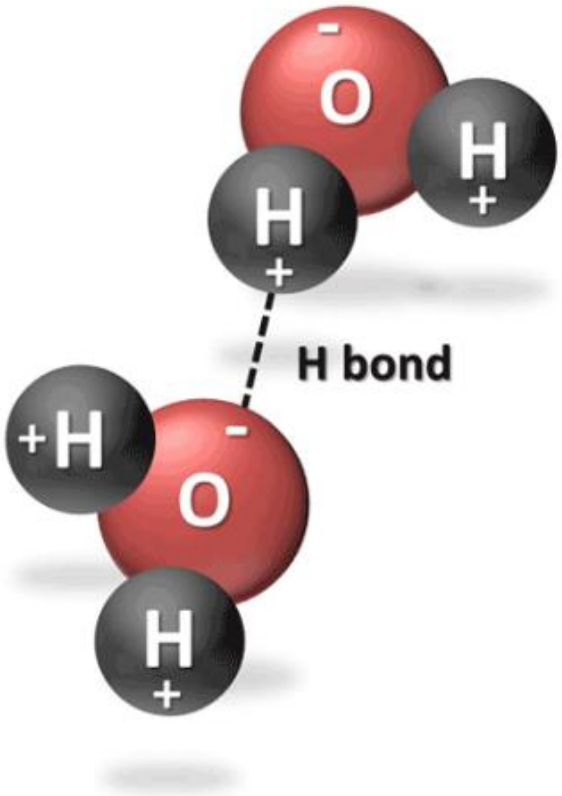
  이온물질: 염화칼륨(KCl), 황산나트륨($NaSO_4$) 등

  극성 공유화합물: 염산(HCl), 암모니아(NH_3) 이산화황(SO_2) 등
- 비극성물질과는 섞이지 않음

  다양한 유기용매: 사염화탄소(CCl_4), 디에틸에테르 등

  비극성분자: 질소(N_2), 산소(O_2), 수소(H_2) 등 예외: 이산화탄소(CO_2)

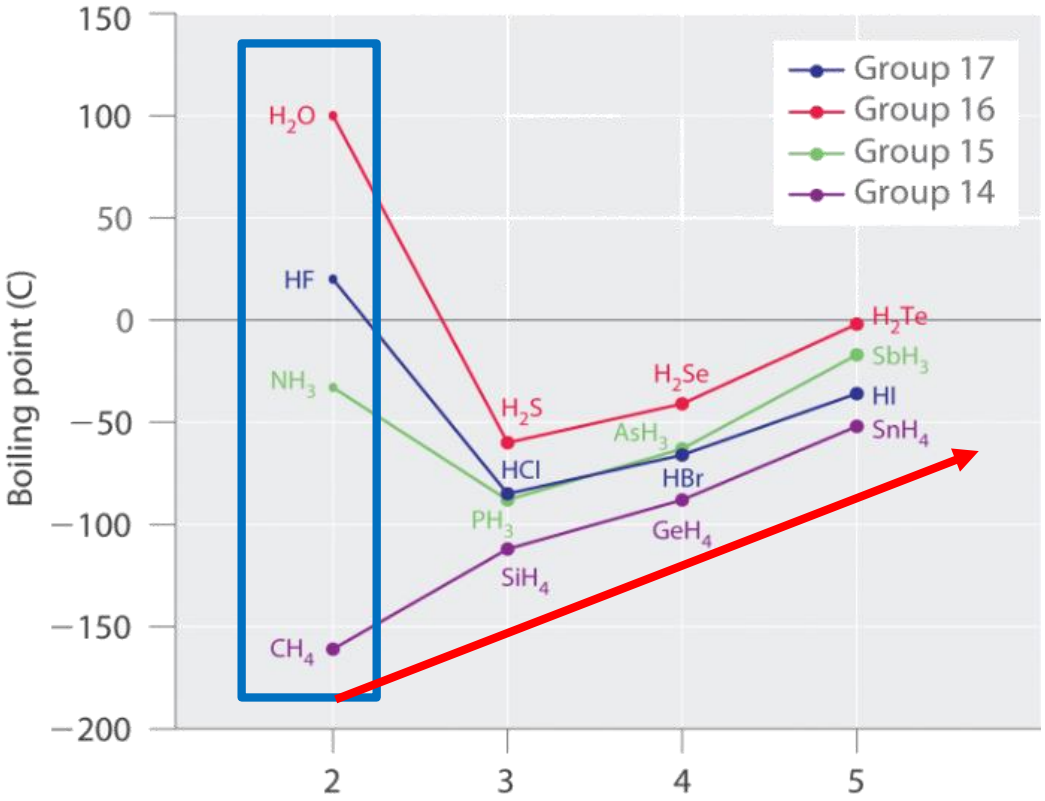
2. 높은 녹는점과 끓는점 (High MP and BP)



- 녹는점과 끓는점에 영향을 주는 요소: 분자량, 극성 여부, 분극성 등

- 비슷한 분자량을 가진 다른 분자에 비해 높은 녹는 점과 높은 끓는 점을 갖음
- 물 분자 사이의 수소결합으로 인한 것으로, 분자들을 서로 떼어내는데 더 많은 에너지를 필요로 함

2. 높은 녹는점과 끓는점 (High MP and BP)

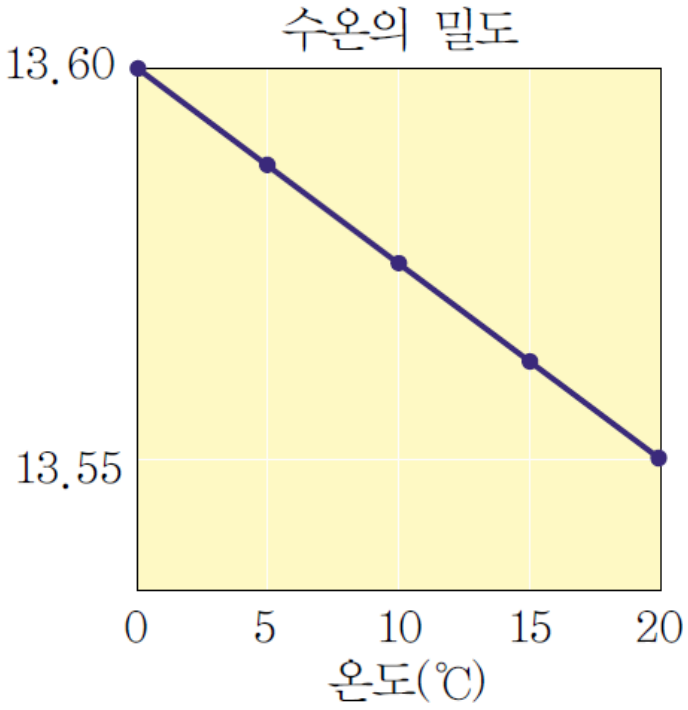


- 분자량이 증가할수록, 끓는점도 같이 증가하는 경향을 보임
- 분자량이 비슷한 물질을 비교해보면, 수소결합을 하는 물질(암모니아, 물, 불화수소)의 끓는점이 높음

화합물	메탄 CH_4	암모니아 NH_3	물 H_2O	불화수소 HF
분자량	16	17	18	19
끓는점 (℃)	-164	-33	100	19.5
실온에서의 상태	기체	기체	액체	액체

3. 얼음의 밀도 (Density of Ice)

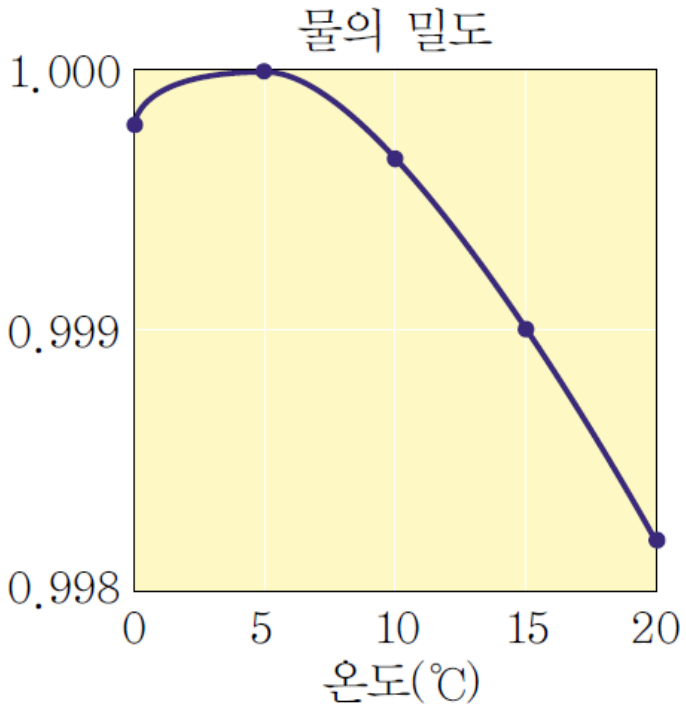
밀도: 단위부피당 물질의 질량 (질량 ÷ 부피)



일반적인 물질의 경우

- 가열하면 부피가 팽창하며, 냉각하면 부피가 수축
- 물질의 질량은 일정하기 때문에 밀도는 온도가 증가함에 따라 감소

3. 얼음의 밀도 (Density of Ice)

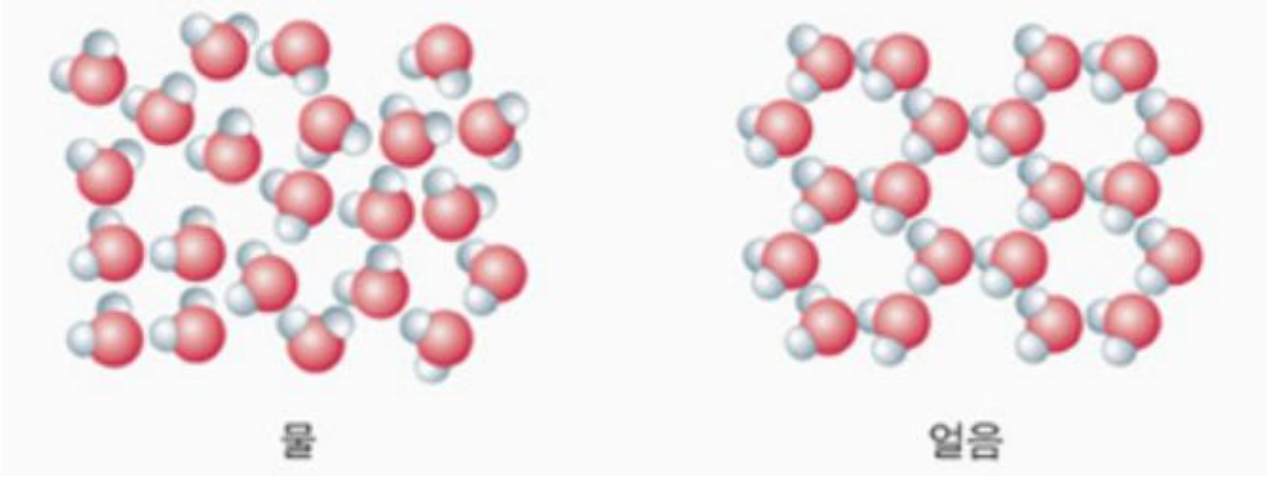


물의 경우

- 4℃ 이상일 때: 냉각하면 부피가 수축, 밀도가 증가
- 4℃일 때: 부피가 최소, 밀도가 최대 (1.000)
- 0~4℃일 때: 냉각하면 부피가 팽창, 밀도가 감소

- 0℃의 물의 밀도: 0.9998
- 0℃의 얼음의 밀도: 0.9167

3. 얼음의 밀도 (Density of Ice)

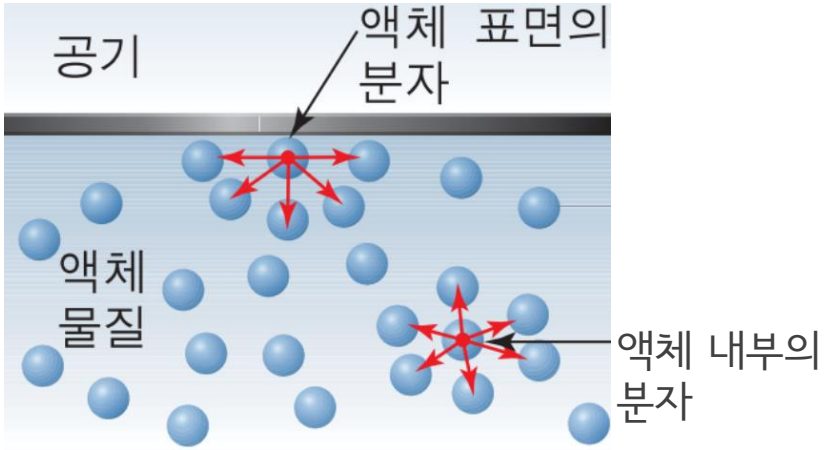


물의 밀도가 얼음의 밀도보다 작은 이유

- 물이 얼면서 물 분자가 다른 4개의 물 분자와 수소결합을 하며 격자 구조를 형성
- 육각고리 때문에 얼음의 부피가 증가하게 됨

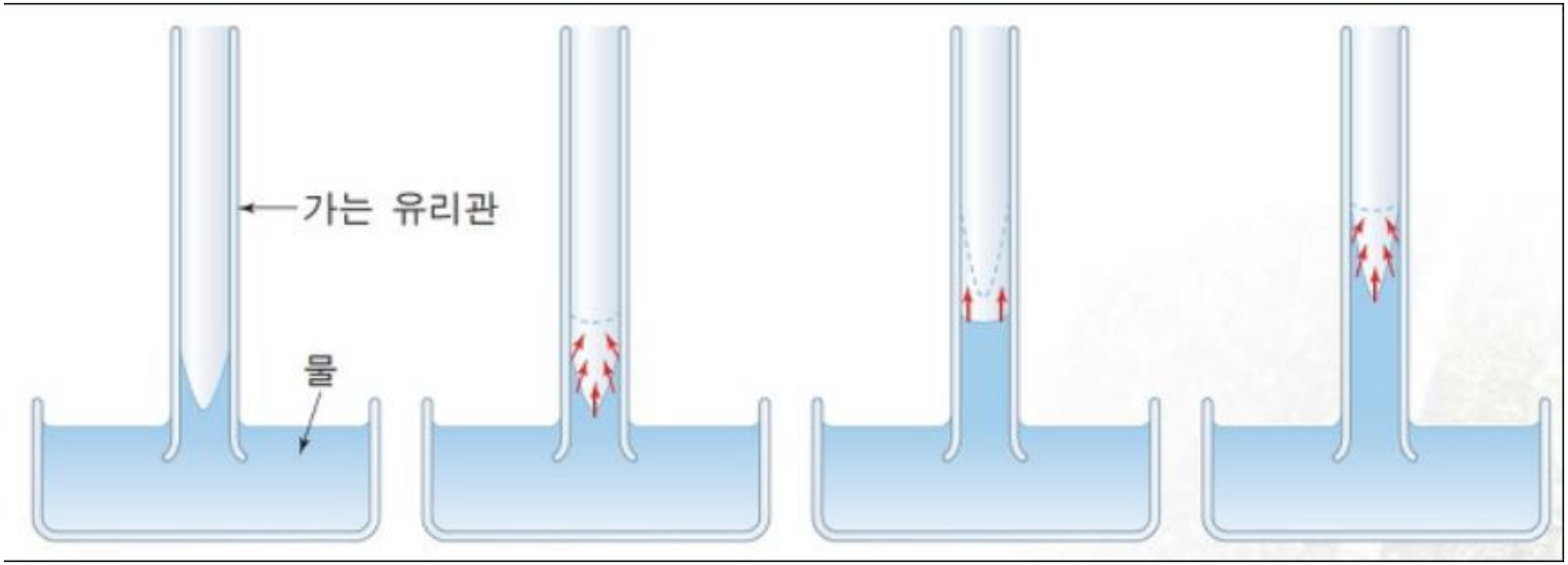
- 호수의 표면이 얼었을 때 얼음은 떠다니고 대부분의 밀도가 높은 물(4℃)이 아래로 가라앉아서 식물이나 동물이 생존할 수 있음

4. 표면장력 (Surface Tension)



- 물은 큰 표면장력을 가짐
- 물 분자는 수소결합을 갖고 있으며, 모든 방향으로 다른 물분자와 강하게 인력이 작용
- 표면 위의 분자들은 무극성의 공기분자와 인력이 작용하지 않아서, 물의 안쪽으로 인력이 작용
- 물의 표면적을 줄이려고 동그랗게 모이는 성질을 갖게 됨

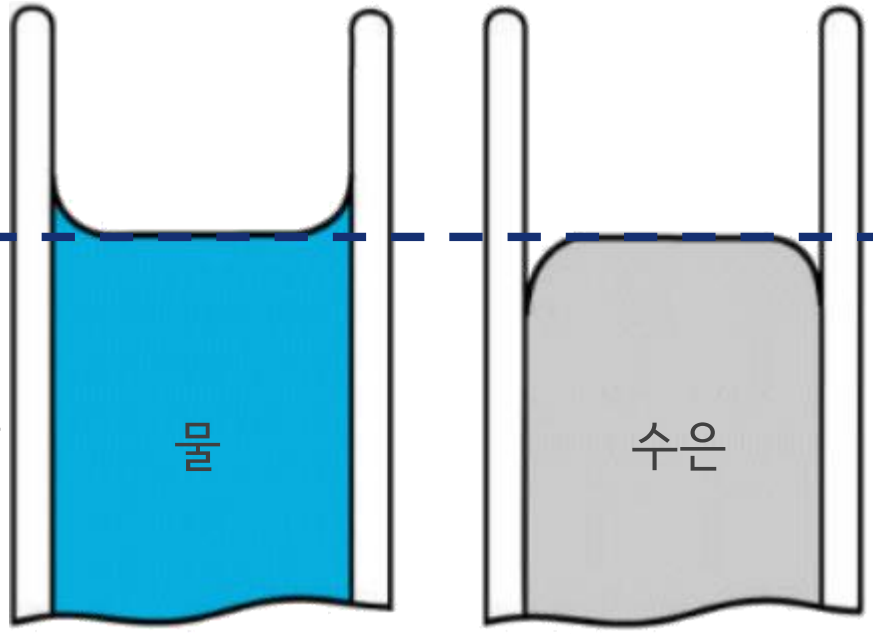
4. 표면장력 - 모세관 현상 (Capillary action)



- 모세관을 액체 속에 넣었을 때, 관 속의 수면이 관 밖의 수면보다 높아지거나 낮아지는 현상
- 분자 사이의 인력과 관 벽 사이에 작용하는 인력에 의해 나타남

- 유리와 물은 극성으로, 서로 강한 인력이 작용하여 수면이 상승

4. 표면장력 - 모세관 현상 (Capillary action)



- 극성이 강함
- 수소결합으로 유리와의 인력이 강함
- 오목한 면을 형성

- 극성이 강하지 않음
- 유리와의 인력이 약함
- 볼록한 면을 형성

- 메니스커스: 관 속의 액체가 표면장력에 의해 곡면을 형성하는 현상
- 실린더 등으로 액체의 부피를 측정할 때에 메니스커스의 볼록/오목한 부분을 읽어줌

5. 높은 기화열 (Hight Heat of Vaporization)

물질	끓는점 (℃)	기화열 (cal/g)
질소	-195.8	47.7
산소	-183.0	50.8
암모니아	-33.4	327
에탄올	78.3	204
물	100.0	539
수은	356.6	70.6

- 물: 높은 기화열(539 cal/g)
- 기화열이 높다는 것은 기화되기 어렵다는 것을 의미
- 액체 상태의 물 분자 사이에 강한 인력(수소결합)이 존재하기 때문

- 땀이 마르면서 체온이 떨어지는 것

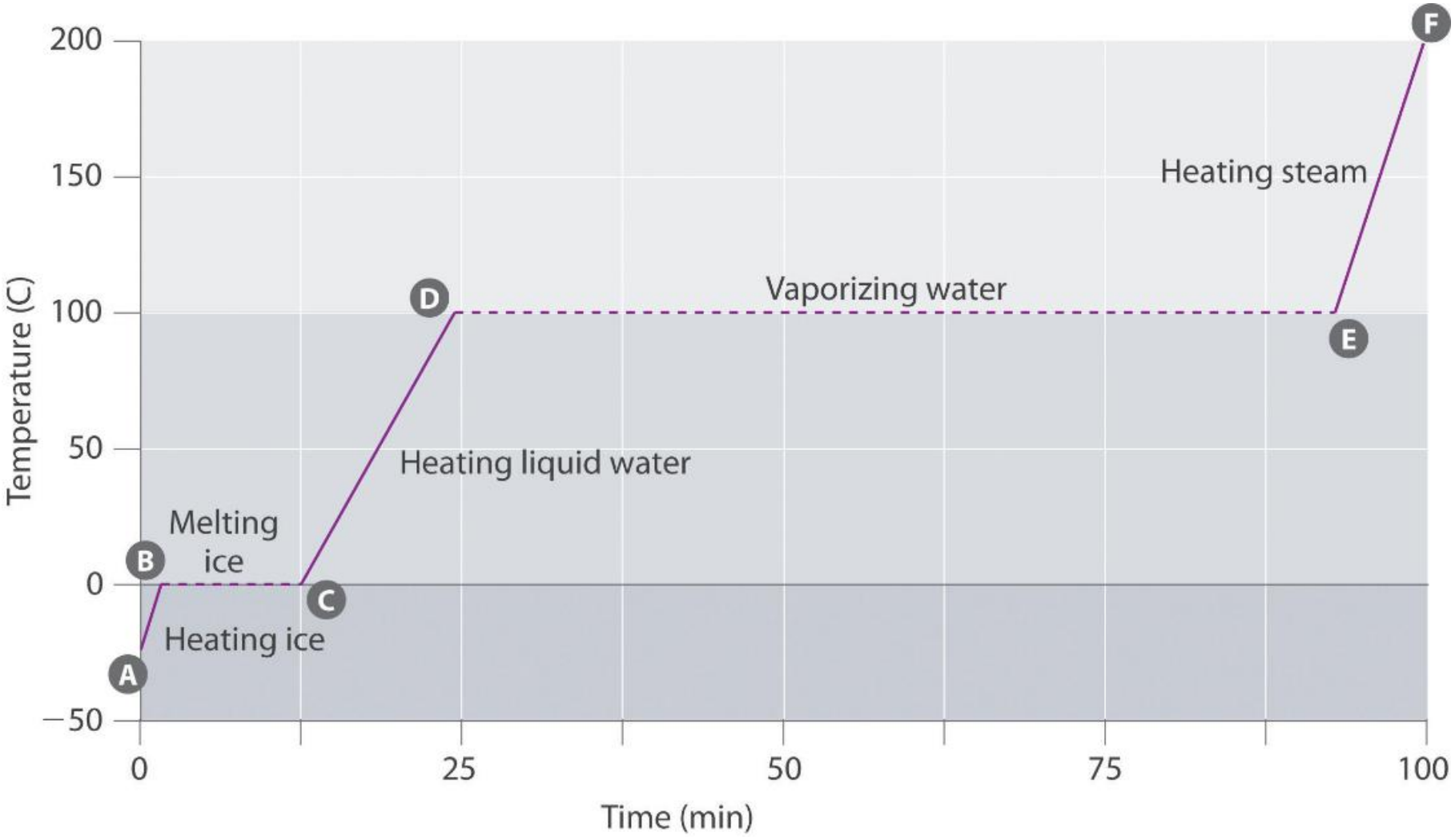
6. 높은 융해열 (Hight Heat of Fusion)

물질	녹는점 (℃)	융해열 (cal/g)
질소	-210.0	6.1
산소	-218.8	3.3
암모니아	-77.8	79.2
에탄올	-114.4	25.8
물	0.0	80.0
수은	-38.9	2.7

- 물: 높은 융해열(80.0 cal/g)
- 융해열이 높다는 것은 액화되기 힘들다는 것을 의미
- 분자간 인력(수소결합)이 강하기 때문

- 얼음이 천천히 녹는 현상

6. 높은 융해열 (Hight Heat of Fusion)



7. 높은 비열 (High Specific Heat)

화 합 물	비 열(cal/g)	화 합 물	비 열(cal/g)
Water	1.0	Chloroform	0.23
Ethanol	0.58	Ethyl acetate	0.46
Methanol	0.60	Liquid ammonia	1.12
Acetone	0.53		

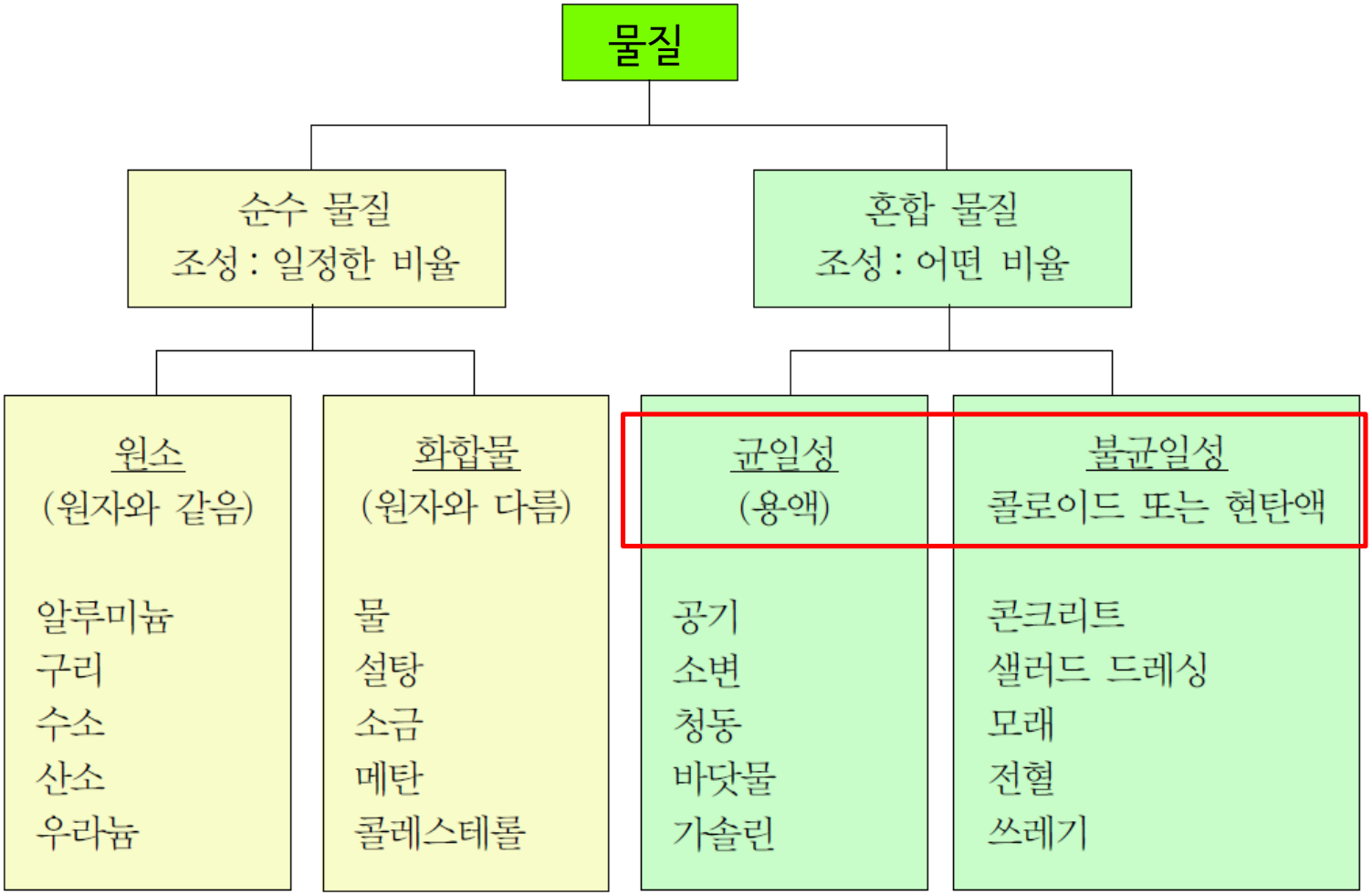
- 비열은 1 g의 물질을 1℃ 증가시키기 위해 필요한 열량
- 물의 비열은 다른 액체의 비열보다 높음
- 비열이 높을수록 같은 열량 하에 온도변화가 더 작음
- 강한 분자간 인력(수소결합)

- 생물체의 온도를 일정하게 유지
- 호수나 대양의 물이 태양에너지를 흡수·저장하여 지역적 기후 조절

II 콜로이드와 현탁액 (Colloids and Suspensions)

- 세 가지 중요한 혼합물
- 현탁액
- 콜로이드
- 콜로이드의 특성

8. 세 가지 중요한 혼합물


물질
순수 물질
조성 : 일정한 비율
혼합 물질
조성 : 어떤 비율
원소
(원자와 같음)
알루미늄
구리
수소
산소
우라늄
화합물
(원자와 다름)
물
설탕
소금
메탄
콜레스테롤
균일성
(용액)
공기
소변
청동
바닷물
가솔린
불균일성
콜로이드 또는 현탁액
콘크리트
샐러드 드레싱
모래
전혈
쓰레기

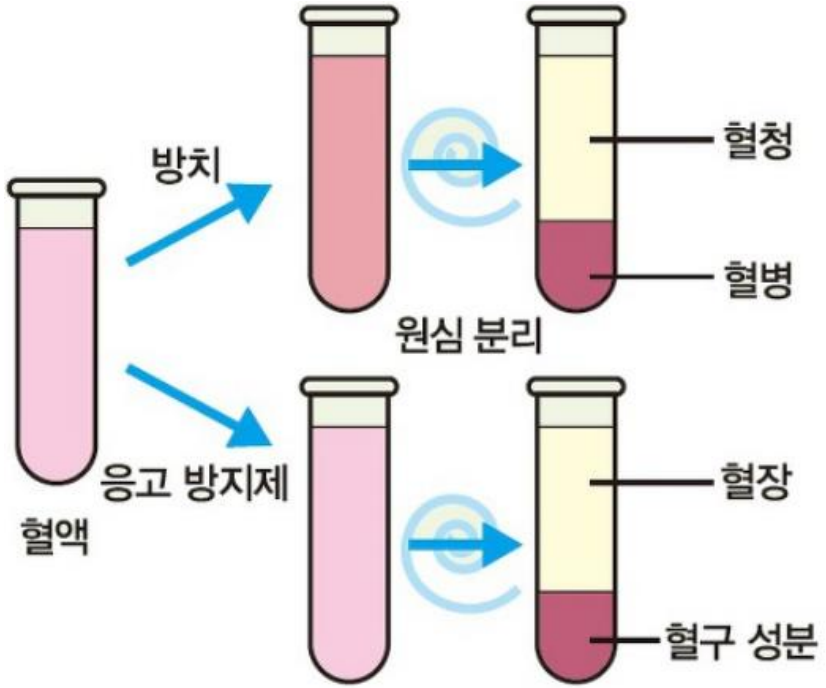
8. 세 가지 중요한 혼합물

특 성	용 액	콜로이드	현 탁 액
입자크기	1 nm 이하	1~1,000 nm	10,00 nm 이상
여과도	여과지나 막을 통과한다.	여과지는 통과하나 막은 통과하지 못한다.	여과지나 막을 통과할 수 없다.
가시도	볼 수 없다.	전자현미경으로 볼 수 있다.	광학현미경이나 육안으로 볼 수 있다.
운동	분자수준의 운동	브라운 운동	중력에 의한 운동
빛의 투과	투명, 틴달효과가 없다.	투명하나 종종 반투명 또는 불투명하다. 틴달효과	반투명하나 종종 불투명

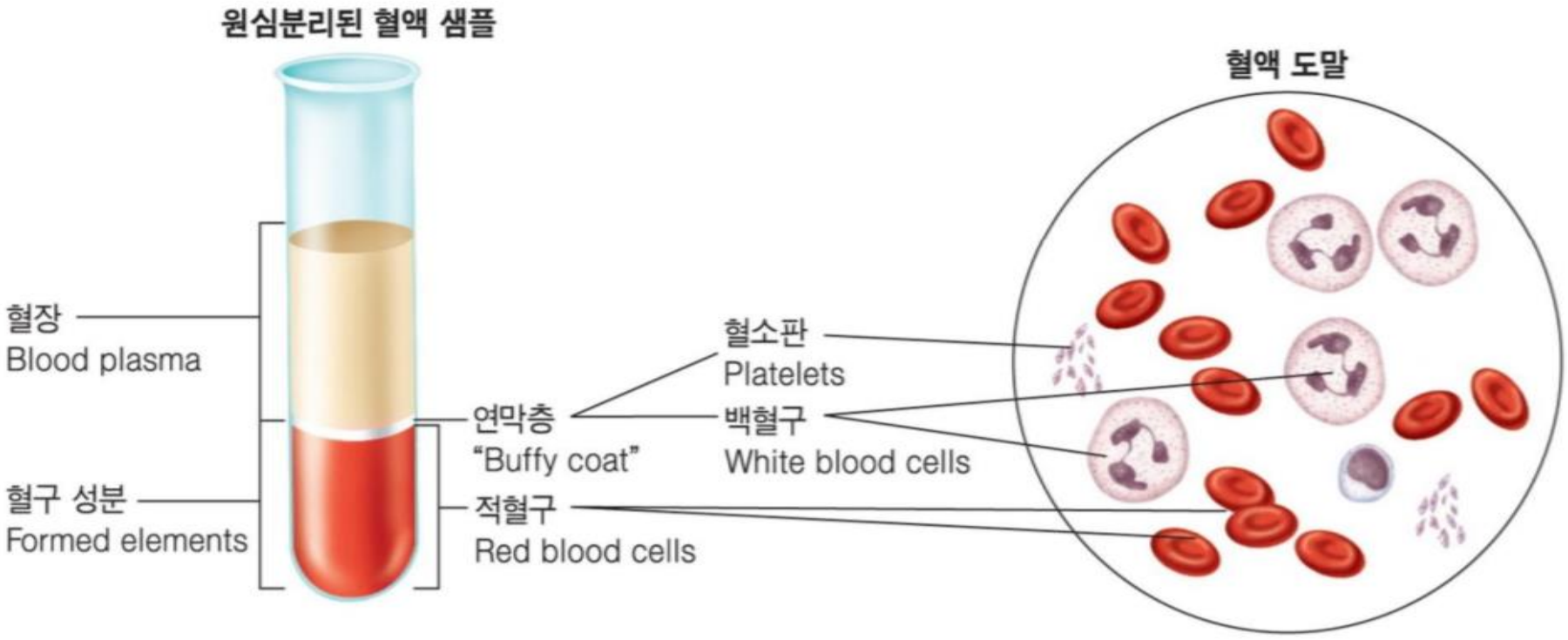
9. 현탁액 (Suspensions)

- 현탁액: 큰 입자를 가진 여러가지 성질의 혼합체
  - 시간이 지나면 입자가 가라앉음
  - 고체 입자가 액체에 현탁된 것
  - 여과지나 원심분리로 분리

- 대표적인 현탁액의 예: 혈액



9. 현탁액 (Suspensions)



10. 콜로이드 (Colloids)

- 콜로이드: 입자가 다른 물질 속에 분산된 상태
  일반적으로 구성하는 입자가 현탁액보다 작음
  입자는 보통의 여과지에 의해 분리되지 않음

- 대표적인 콜로이드의 예: 우유 (물에 유지방이 콜로이드성 분산)
  공기 중에 떠있는 먼지

- 생물체 안에서 조직과 세포는 콜로이드성 분산
- 화학반응 역시 콜로이드성 화학을 통해 일어남

10. 콜로이드 (Colloids)

구 분	예
1. Solid in solid	색유리 ; 합금
2. Solid in liquid	물에 들어있는 제라틴, 단백질, 전분 등
3. Solid in gas	에어로졸 ; 공기 중 먼지 ; 연기
4. Liquid in solid	보석 중 수분(오팔, 진주) ; 젤리 ; 버터 ; 치이즈
5. Liquid in liquid	현탁액 ; 우유 ; 마요네즈 ; 원형질
6. Liquid in gas	에어로솔 ; 안개 ; 구름
7. Gas in solid	활성탄 ; 스티로폼
8. Gas in liquid	거품 ; 거품을 낸 크림 ; 비누방울
(Gas in gas)	(콜로이드가 아니라 용액이다)

11. 콜로이드의 특성 (Properties of Colloids)

- 브라운 운동: 액체나 기체 속에서 작은 입자들이 불규칙하게 운동
- 콜로이드 입자는 브라운 운동을 하며 입자가 가라앉지 않도록 유지

- 틴들 효과: 가시광선의 파장과 비슷한 미립자가 분산되어 있을 때, 빛을 비추면 산란되어 빛의 통로가 생기는 현상
- 콜로이드 입자는 빛을 잘 산란시킴 (≠용액)



- 맑은 하늘이 푸르게 보이는 이유
- 숲속에서 태양광선이 보이는 이유

II 용액 (Solutions)

- 용액
- 전해질과 비전해질
- 용질의 용해도에 영향을 주는 인자
- 이온 고체의 용해도

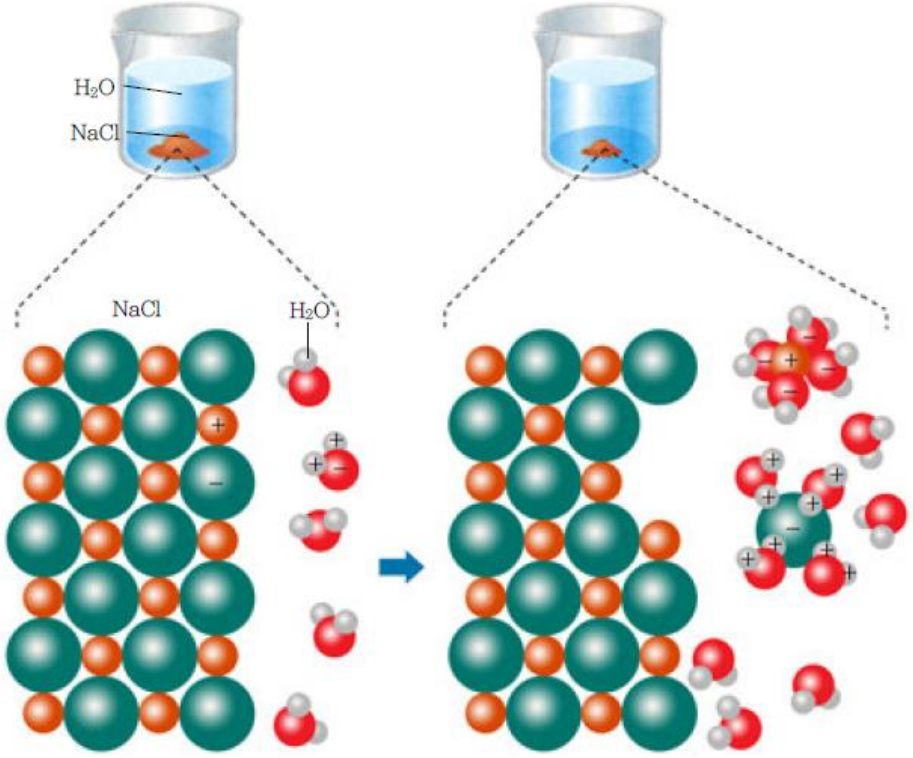
12. 용액 (Solutions)

- 용해: 한 물질이 다른 물질에 녹아서 고르게 섞이는 현상
- 용액(Solution): 한 물질(용질, Solute)이 다른 물질(용매, Solvent)에 녹아서 고르게 섞여 있는 물질

  소금물 - 용매: 물, 용질: 소금

  탄산수 - 용매: 물, 용질: 이산화탄소

12. 용액 (Solutions)



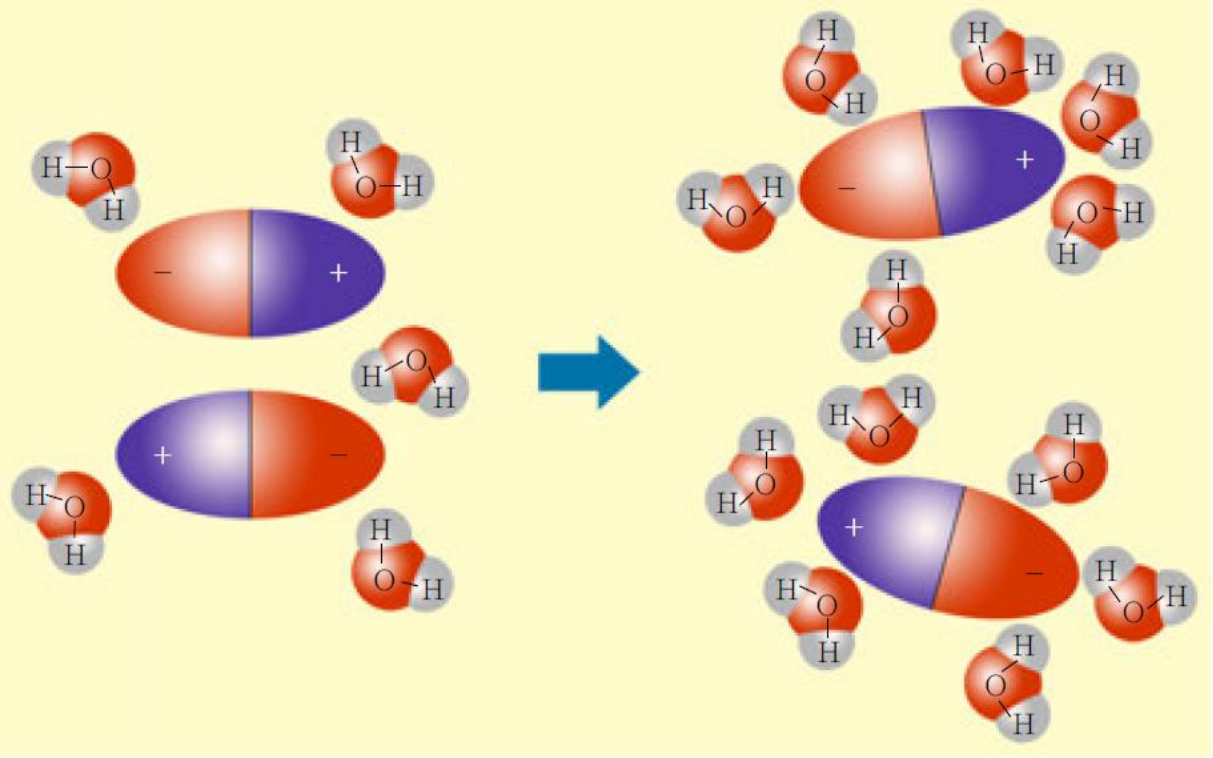
일반적인 용매로서의 물

NaCl이 물에 녹는 과정

- 결정의 표면은 물분자와 충돌
- 수화: 물분자의 양전하에 음이온이 끌리고, 음전하에 양이온이 끌림
- 이온이 분해됨에 따라 물분자에 둘러싸임

- 모든 이온성 물질이 용해되는 것은 아님
- 물분자의 인력이 이온물질 내의 이온사이의 인력을 극복해야 용해됨

12. 용액 (Solutions)



- 극성이 큰 분자들은 물에 용해가 잘 됨
  설탕, 포도당, 이산화황 등

13. 전해질과 비전해질 (Electrolytes and Nonelectrolytes)

- 전해질: 물에 녹은 상태에서 이온으로 쪼개져 전류가 흐르는 물질

  염화나트륨, 황산, 염산, 수산화나트륨, 수산화칼륨

$$NaCl\ (s) + H_2O\ (\ell) \longrightarrow Na^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

- 비전해질: 물에 녹은 상태에서 비전하 입자 형태를 형성

  설탕, 포도당, 부동액 등

$$설탕\ (s) + H_2O\ (\ell) \longrightarrow 설탕\ (aq)$$

13. 전해질과 비전해질 (Electrolytes and Nonelectrolytes)

- 강한 전해질: 완전히 이온화되거나 이온으로 해리되는 물질
- 약한 전해질: 용액에서 부분적으로만 이온화 되는 물질

- 전기전도도: 전류를 흐르게 하는 성질
  전해질 용액은 전류를 전도
  전해도가 클수록 전류가 세게 흐름

이온	혈장 내 농도 (mmol/l)	이온	혈장 내 농도 (mmol/l)
Na^{+}	142.0	Cl^{-}	103.0
K^{+}	5.0	HCO_3^{-}	27.0
Mg^{+2}	1.5	HPO_4^{-2}	1.0
Ca^{+2}	2.5	SO_4^{-2}	0.5

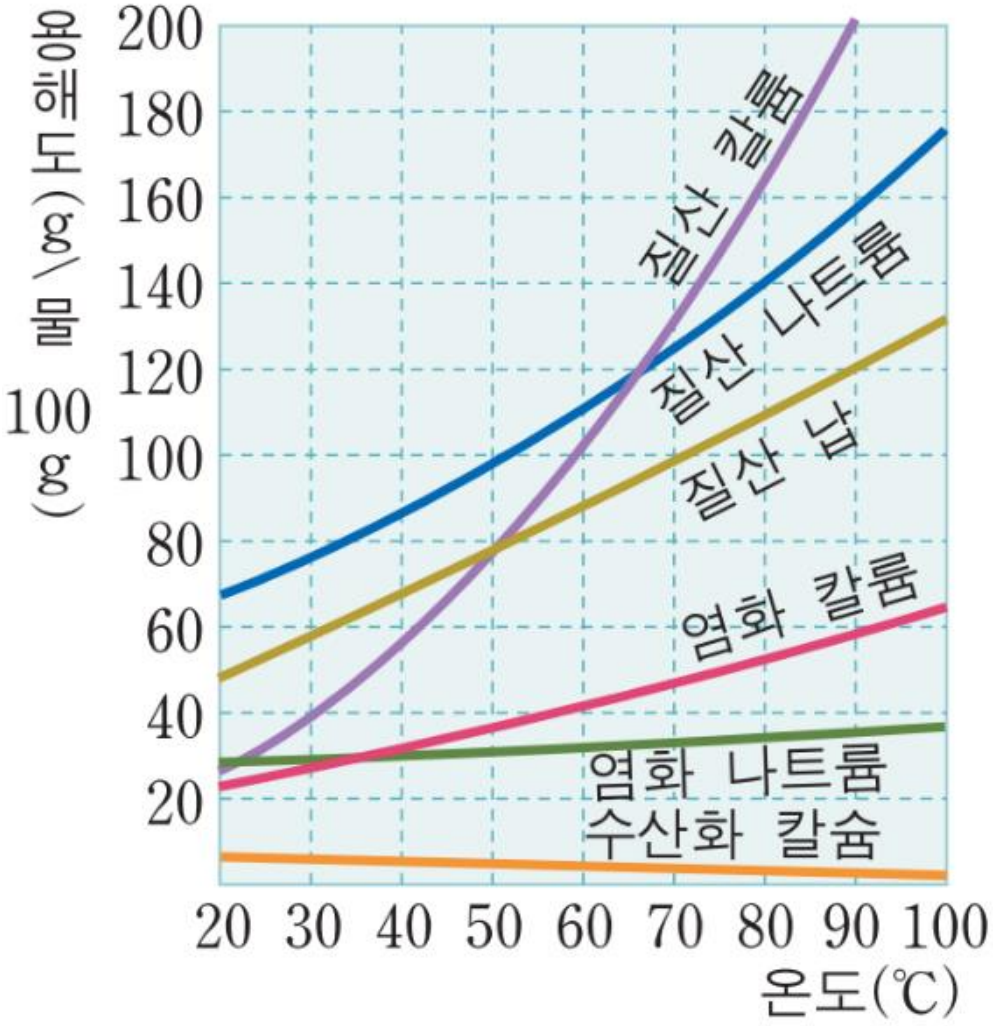
14. 용질의 용해도에 영향을 주는 인자

- 용해도에 영향을 주는 인자: 용매와 용질의 성질
- 극성 용매는 극성 용질을 용해
- 비극성 용매는 비극성 용질을 용해

- 일반적인 고체물질의 용해도를 증가시키는 조건: 고온
  예외: 크롬산칼슘, 황산칼슘, 수산화칼슘 등

- 액체에 대한 기체의 용해도를 증가시키는 조건: 저온, 고압

14. 용질의 용해도에 영향을 주는 인자



15. 이온 고체의 용해도 (Solubility of Ionic Solids)

- 침전물: 두가지 용해성 이온 화합물을 섞었을 때 형성되는 비용해성 고체
- 앙금, 불용성 염

$$NaCl\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \longrightarrow NaNO_3\ (aq) + AgCl\ (s)$$

- 알짜이온식 (Net ionic equation): 반응에 참여하는 이온만을 나타낸 화학식

$$Ag^+\ (aq) + Cl^-\ (aq) \longrightarrow AgCl\ (s)$$

15. 이온 고체의 용해도 (Solubility of Ionic Solids)

<table>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>다음의 양이온들을 함유한 화합물들은 일반적으로 용해성이다.</td><td>다음의 음이온들을 함유한 화합물들은 일반적으로 용해성이다.</td><td rowspan="4">I 또는 II에 나타나지 않은 이온으로 구성된 이온성 화합물들은 일반적으로 비용해성이거나 거의 대부분 약간의 용해성만 가진다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Li^+
Na^+
K^+
NH_4^+</td><td>NO_3^-, ClO_3^-, CH_3COO^-</td></tr>
<tr><td>Cl^-, Br^- 및 I^-(다음 이온과 결합한 것은 제외 Ag^+, Pb^{2+} 및 Hg_2^{2+})</td></tr>
<tr><td>SO_4^{2-}(다음 이온과 결합한 것은 제외 Pb^{2+}, Sr^{2+} 및 Ba^{2+})</td></tr>
</table>

15. 이온 고체의 용해도 (Solubility of Ionic Solids)

다양한 불용성 염과 색

	Ag^+	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Pb^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Cd^{2+}
Cl^-	$AgCl$			$PbCl_2$			
SO_4^{2-}	Ag_2SO_4	$CaSO_4$	$BaSO_4$				
CO_3^{2-}	Ag_2CO_3	$CaCO_3$	$BaCO_3$				
S^{2-}	Ag_2S			PbS	ZnS	CuS	CdS
I^-	AgI			PbI_2			

15. 이온 고체의 용해도 (Solubility of Ionic Solids)

신장결석은 Na_3PO_4와 $CaCl_2$의 반응에서 침전물로 형성된다. 신장결석이 형성되는 알짜 이온식을 써보시오.

$$Na_3PO_4 + CaCl_2 \longrightarrow NaCl + Ca_3(PO_4)_2$$

$$2\ Na_3PO_4 + 3\ CaCl_2 \longrightarrow 6\ NaCl + Ca_3(PO_4)_2$$

알짜이온식: $2\ PO_4^{3-} + 3\ Ca^{2+} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2\ (s)$

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

9장 연습 문제 풀이

다음 화합물 각각에 대해서 식량을 계산하여라.

그룹 2		그룹 3	
KCl	40.108 amu	$Ca(OH)_2$	74.10
H_2SO_4	98.08	$(NH_4)_2SO_4$	132.16
$Mg_3(PO_4)_2$	262.86	CH_4	16.05
CO_2	44.01	HCl	36.46
$NaHCO_3$	84.01	$NaNO_3$	85.00
$KMnO_4$	158.05	$AgNO_3$	169.88
HNO_3	63.02	H_2CO_3	62.03
$CuSO_4$	159.61	$CaCO_3$	100.09

다음 각각에 대해 그램으로 무게를 나타내어라.

그룹 2		그룹 3	
4.20몰의 KCl	168.45g	0.95몰의 Ca(OH)2	70.40
1.50몰의 H_2SO_4	147.12	4.60몰의 $(NH_4)_2SO$	607.94
0.015몰의 $Mg_3(PO_4)_2$	3.94	12.5몰의 CH_4	200.63
5.50몰의 CO_2	242.06	0.025몰의 HCl	0.9115
0.32몰의 $NaHCO_3$	26.88	0.62몰의 $NaNO_3$	52.7
0.075몰의 $KMnO_4$	11.85	0.50몰의 $AgNO_3$	84.94
0.10몰의 HNO_3	6.30	6.50몰의 H_2CO_3	403.20
0.060몰의 $CuSO_4$	0.38	0.0001몰의 $CaCO_3$	0.01

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

9장 연습 문제 풀이

다음 반응식의 균형을 맞추어라.

(a) $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$(기체)

(b) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$(기체)

(c) $MnO_2 + 4HCl \longrightarrow Cl_2$(기체) $+ MnCl_2 + 2H_2O$

(d) $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

(e) $4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$

(f) $CO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow CO_2 + H_2O$

다음 반응식의 균형을 맞춰라.

(a) $6HCl + 2Cr \longrightarrow 2CrCl_3 + 3H_2$(기체)

(b) $2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow Fe_2(CO_3)_3 + 6NaCl$

(c) $PbS + 4H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + 4H_2O$

(d) $2C_4H_{10} + 13O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

(e) $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \longrightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

9장 연습 문제 풀이

다음 반응식의 균형을 맞춰라.

(a) $2AgNO_3 + CaCl_2 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2AgCl$

(b) $Fe_2O_3 + 3H_2 \longrightarrow 2Fe + 3H_2O$

(c) $2Al(NO_3)_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6HNO_3$

(d) $2C_3H_8O + 9O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 8H_2O$

(e) $2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$

(f) $2Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$

다음 반응들에 대해 균형된 반응식을 써라.

(a) 수소가 브롬과 반응해서 브롬화수소를 형성한다.

$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$

(b) 중탄산칼슘은 열이 가해지면
탄산칼슘과 물 그리고 이산화탄소로 분해된다.

$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$

(c) 질산은은 구리와 반응을 해서 질산구리(II) 와 은을 생성

$2AgNO_3 + Cu \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

(d) 수소가 질소와 반응해서 암모니아(NH_3)를 형성한다.

$H_2 + 3N_2 \longrightarrow 2NH_3$

(e) 메탄과 염소기체가 반응해서 사염화탄소와 염산을 생성

$CH_4 + 4Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + 4HCl$

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

9장 연습 문제 풀이

이 균형된 반응식을 이용해서

$$Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

다음 질문들에 답하라.

(a) 0.10몰의 Mg_3N_2 반응에서는 몇 몰의 $Mg(OH)_2$가 만들어지나? 0.30몰

(b) 500 g의 Mg_3N_2 반응에서는 몇 몰의 $Mg(OH)_2$와 NH_3가 생성되나? 14.86몰, 9.91몰

(c) 0.060몰의 $Mg(OH)_2$를 만들기 위해서는 몇 그램의 Mg_3N_2와 H_2O가 반응해야 하는가? 2.02g, 2.16g

(d) 52.2 g의 $Mg(OH)_2$를 생성하기 위해 필요한 Mg_3N_2 그램은? 30.11g

(e) 10.0 g의 Mg_3N_2와 14.4 g의 H_2O 반응에 의해 생성되는 최대의 $Mg(OH)_2$ 그램수는? 23.30g

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

9장 연습 문제 풀이

산화수를 써서 다음의 산화환원 반응식의 균형을 맞춰라.

(a) $2Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$

(b) $2KCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + Cl_2 + 2H_2O$

(c) $I_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 2HIO_3 + 10NO_2 + 4H_2O$

(d) $3SO_2 + 2HNO_3 + 2H_2O \longrightarrow 3H_2SO_4 + 2NO$

(e) $2K_2Cr_2O_7 + 14HCl \longrightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2 + 7H_2O$

송아란
genchem.jwu@gmail.com

카카오톡 > 친구 추가 > QR코드
중원대학교 임상병리학과 일반화학

11장 연습 문제 및 풀이

다음 물질을 혼합했을 때 수화용액 중 침전물이 생기겠는가?
침전물을 생성하는 반응의 알짜 이온식을 쓰시오.

(a) H와 $MgCl_2$

(b) NaCl과 $(NH_4)_2SO_4$

(c) NaCl과 $Pb(NO_3)_2$

(d) $Ba(NO_3)_2$와 Li_2SO_4

(a) 침전물 생기지 않음
(b) 침전물 생기지 않음
(c) Pb^{2+} (aq) + $2Cl^-$ (aq) ⟶ $PbCl_2$ (s)
(d) Ba^{2+} (aq) + SO_4^{2-} (aq) ⟶ $BaSO_4$ (s)