

화학2 백백이

01. 물질의 세 가지 상태와 용액(해설)



JUNE CHEMISTRY

1. 기체 분자 운동론을 써 보시오.

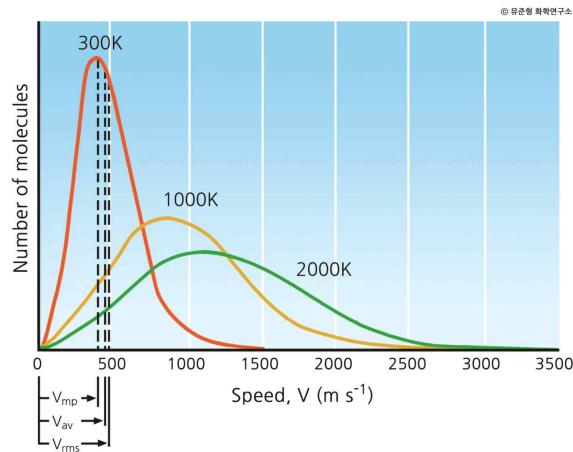
① 기체는 끊임없이 등속* 직선* 운동(열운동)한다.

따라서 압력이 생기고, 확산이 일어나고, 골고루 퍼진다.

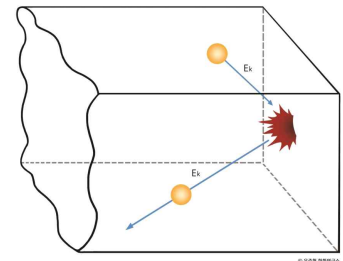
* 등속 : 느린 기체는 느리고, 빠른 기체는 빠르다, * 직선 : 곡선이 아니다.

② 기체는 방향성 없이 무질서하게 운동하고 속력이 다르다.

그래서 평균속력이라는 말이 나온다.



③ 충돌을 해도 평균운동에너지는 변함없다(전체 에너지는 변함없다). 이러한 충돌을 완전 탄성 충돌(E_K 보존)이라고 한다.



④ 기체 자체 부피 무시, 분자 간 인력, 반발력 무시 한다

⑤ 기체 분자 평균 운동에너지 $\propto$ (ONLY) 절대온도(종류 무관)

$$E_K = \frac{3}{2} K_B T \quad (K_B : \text{볼츠만상수})$$

이 부분은 화학에서 중요하게 다루어지는 부분이다. 기체 분자 평균 운동 에너지는 오로지 온도에만 비례한다는 것. 역으로 말해서 온도가 일정하다면 기체 분자 평균 운동 에너지가 일정하다는 것을 절대로 잊으면 안 된다.

온도 일정 $\rightarrow$ 평균 운동에너지 같음

2. 다음 빈칸을 채우시오.

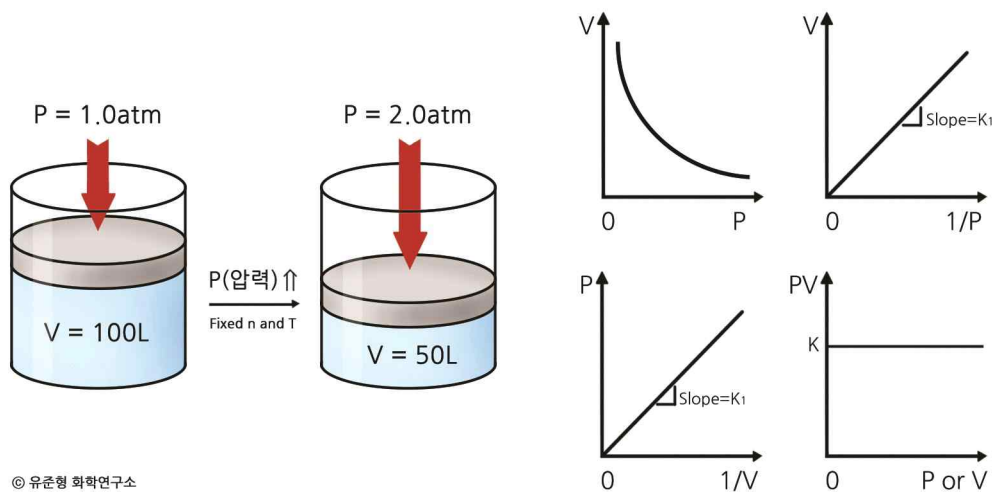
대기압 = 1atm = 760mmHg(0℃,해수면)
 = 76cmHg(0℃,해수면)
 = 760 torr(모든 온도)
 = 101300 N/m²
 = 101300 Pa
 = 1013hPa(h=10²)
 = 1.013 bar

3. 보일 법칙(Boyle's Law)을 생각하면서 빈칸을 채우고 그래프를 그리시오.

- ① 조건 : n(몰수), T(온도)일정
 ② 결론 : P(압력)V(부피)=k(상수)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

(P₁ : 처음 압력, V₁ : 처음 부피, P₂ : 나중 압력, V₂ : 나중 부피)



4. 자전거펌프의 실린더 부피는 1200mL이고, 1기압의 공기로 채워져 있다. 배출 밸브를 닫고 펌프 손잡이를 눌러 공기의 부피를 600mL가 되게 하였다. 펌프내의 압력은?

답) 2기압

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ 에 의하면, 1기압 $\times$ 1200mL = x기압 $\times$ 600mL이다. 따라서 x=2기압

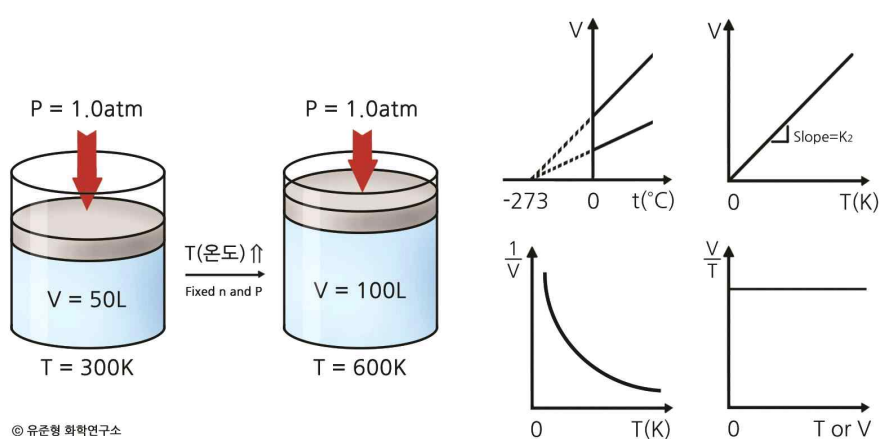
5. 샤를 법칙(Charles's Law)을 생각하면서 빈칸을 채우고 그래프를 그리시오.

① 조건 : n(몰수), P(압력)일정

② 결론 : $\frac{V(\text{부피})}{T(\text{절대온도})} = k(\text{상수})$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

(V_1 : 처음 부피, T_1 : 처음 온도, V_2 : 나중 부피, T_2 : 나중 온도)



© 유준형 화학연구소

6. 0℃, 1기압 수소 부피가 100L이다. 일정한 압력에서 273℃로 증가시키면 수소기체의 부피(L)는 얼마인가?

답) 200L

V_{273} (273℃ 올릴 때 총 부피)

$$= 100 + 100 \times \frac{273}{273} = 200L,$$

7. 저온에서 수소를 연구하는 유준형박사는 25.0℃, 대기압 하에서 2.0L의 수소기체 시료를 취했다. 이 기체를 같은 압력 하에서 -250℃로 온도를 낮추었을 때 부피(L)는?

답) 0.15L

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ 에 의하면, } \frac{2.0L}{(273+25)K} = \frac{xL}{(273-250)K} \text{ 이다. 따라서 } x= 0.15L$$

8. 보일-샤를 법칙(Boyle-Charles's Law)을 생각하면서 빈칸을 채우시오.

① 조건 : n (몰수) 일정

② 결론 : $\frac{P(\text{압력})V(\text{부피})}{T(\text{온도})} = k(\text{상수})$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

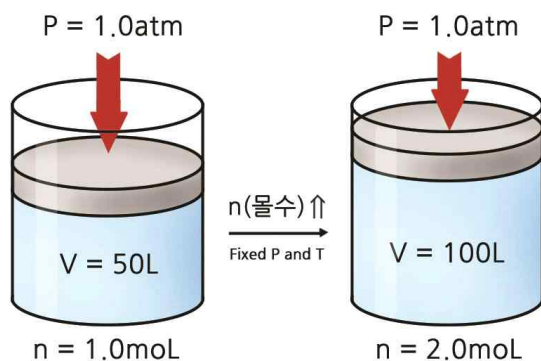
(P_1 : 처음 압력, T_1 : 처음 온도, V_1 : 처음 부피,
 P_2 : 나중 압력, T_2 : 나중 온도, V_2 : 나중 부피)

9. 아보가드로 법칙(1811, Avogadro's Law)을 생각하면서 빈칸을 채우시오.

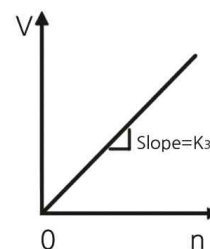
T (온도), P (압력)이 일정 할 때, 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자를 가지게 된다는 법칙이다. 이 때 부피를 2배로 하면, 분자 수 또한 2배가 된다. 즉, 부피와 분자 수는 비례한다.

① 조건 : T (온도), P (압력) 일정

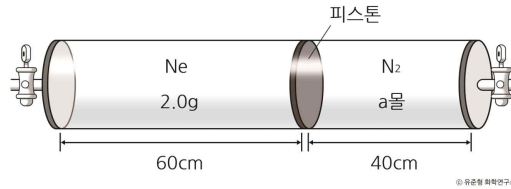
② 결론 : $V(\text{부피}) = k(\text{상수}) \times n(\text{분자 수})$



© 유준형 화학연구소



10. 다음 그림은 분리된 용기 왼쪽에 Ne기체 2.4g이 들어 있다. 오른쪽에 질소(N₂) 기체 몰수(a)를 구하시오.(25℃, Ne, N₂의 분자량은 각각 20, 28이다)



답) 0.07몰

Ne은 0.1몰이고, 온도와 압력이 일정하므로, 부피 비 = 60:40 = 3 : 2 = 몰 수비이다. 따라서 질소의 몰수는 0.07몰이다.

11. 수소(H₂) 1.0g이 0℃, 1.0L의 부피에서 나타내는 압력(atm)은?
(단, 수소(H₂)의 몰질량은 2g/mol이다)

답) 11.2atm

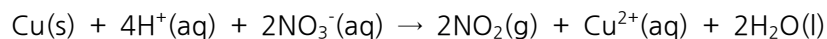
$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5 \times 0.082 \times (0 + 273)}{1} = 11.2 \text{ atm}$$

12. 27℃, 1기압에서 어떤 기체의 부피 1.5L이다. 이 기체의 몰수(mol)는?

답) 0.06mol

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 1.5}{0.082 \times (27 + 273)} = 0.06 \text{ mol}$$

13. 진한 질산을 구리와 반응시키면 다음과 같은 반응이 일어난다.



이 반응에서 구리가 6.4g 소모 되었다. 압력이 0.9 atm이고, 온도가 25℃인 조건에서 생성된 NO₂를 수집하였다. 생성된 NO₂의 부피를 계산하라. (Cu의 몰질량은 64.0 g/mol)

답) 5.43L

소모된 Cu의 양 6.4g/64.0g/mol= 0.1mol, 생성된 NO₂의 양 0.1*2=0.2mol

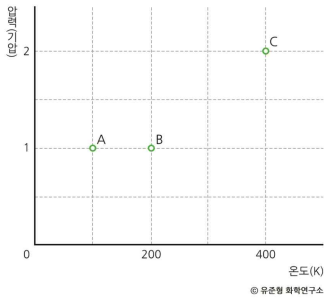
$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.2 \times 0.082 \times (25 + 273)}{0.9} = 5.43\text{L (답)}$$

14. 25℃에서 1기압으로 채워진 질소(N₂) 3L, 2기압으로 채워진 산소(O₂) 2L가 있을 때, 질소와 산소의 분자 수의 비를 구하라.

답) 3 : 4

온도가 일정하므로 $n(\text{몰수}) \propto P(\text{압력})V(\text{부피})$ 이다. 따라서 $n(\text{질소}) : n(\text{산소}) = 1 \times 3 : 2 \times 2 = 3 : 4$

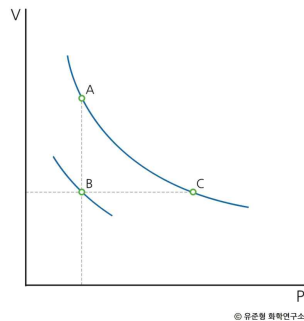
15. 다음은 일정량의 아르곤 기체의 온도와 압력에 대한 그래프이다. A, B, C의 부피 비를 구하시오



답) 1 : 2 : 2

일정량이므로 $V \propto T/P$ 이다. 따라서 $V(A) : V(B) : V(C) = 100/1 : 200/1 : 400/2 = 1 : 2 : 2$

16. 일정량의 헬륨 기체가 있다. 다음 물음에 답하시오.



ex1) 점A에서 점B로 변할 때, A와 B의 온도와 압력을 등호 또는 부등호로 비교하시오.

답) 온도(A) > 온도(B), 압력(A) = 압력(B)

헬륨의 몰수가 일정하고, 점A에서 점B로 변할 때 압력이 일정하다. 따라서 부피(V) $\propto$ 온도(T)이다. 부피가 작은 점B가 온도가 낮다.

ex2) 점B에서 점C로 변할 때, B와 C의 온도와 압력을 등호 또는 부등호로 비교하시오.

답) 온도(B) < 온도(C), 압력(B) < 압력(C)

헬륨의 몰수가 일정하고, 점B에서 점C로 변할 때 부피가 일정하다. 따라서 압력(P) $\propto$ 온도(T)이다. 압력이 큰 점 C에서 온도도 크다.

ex3) 점A에서 점C로 변할 때, A와 C의 온도와 압력을 등호 또는 부등호로 비교하시오.

답) 온도(A) = 온도(C), 압력(A) < 압력(C)

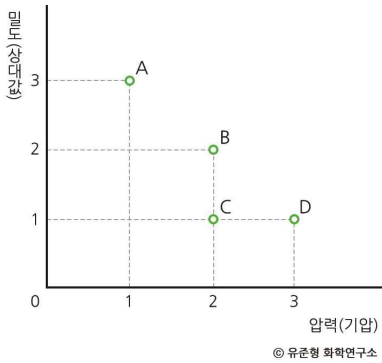
점A와 C는 등온 라인이다.

17. 1.5L 밀폐된 용기에 미지의 기체가 들어 있다. 이 기체의 온도, 압력, 질량을 측정했더니 0℃, 1기압, 3.0g이었다. 이 기체의 분자량을 구하여라. 단, $R=0.082\text{atm}\cdot\text{L}/\text{mol}\cdot\text{K}$ 이다.

답) 44.8

$$M(\text{분자량}) = \frac{w(\text{질량})R(\text{기체 상수})T(\text{온도})}{P(\text{압력})V(\text{부피})} = \frac{3 \times 0.082 \times 273}{1 \times 1.5} = 44.8$$

18. 다음은 일정량의 네온 기체의 압력과 밀도에 대한 그래프이다. A, B, C, D의 절대온도의 비를 구하시오.



답) 1 : 3 : 6 : 9

$$PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{w}{M}RT \Rightarrow PM = \frac{w}{V}RT \Rightarrow PM = d(\text{밀도})RT$$

네온 기체로 일정하기 때문에, 분자량(M)은 일정하다. $T \propto \frac{P(\text{압력})}{d(\text{밀도})}$ 이다. 따라서

$$T(A) : T(B) : T(C) : T(D) = \frac{1}{3} : \frac{2}{2} : \frac{2}{1} : \frac{3}{1} = 1 : 3 : 6 : 9$$

19. 같은 온도, 압력에서 수소(H_2)의 확산속도는 산소(O_2)의 몇 배인가? 단, 수소(H_2)와 산소(O_2)의 몰 질량은 각각 2g/mol, 32g/mol이다.

답) 4배

$$\frac{V_{\text{H}_2}}{V_{\text{O}_2}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4$$

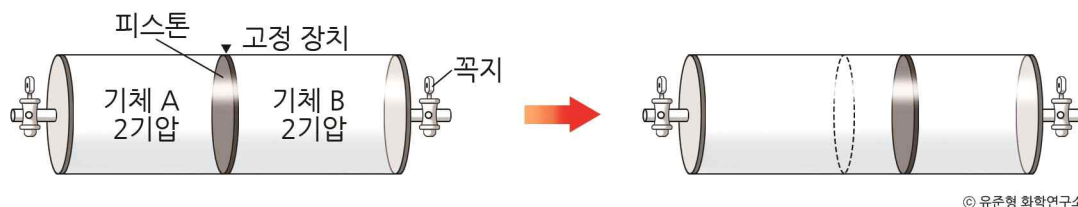
20. 수소기체 및 어떤 기체 X가 일정 용기 속 작은 구멍을 통하여 분출하는 평균속도는 수소가 2,000m/s, 기체 X는 500m/s였다. 기체 X의 몰질량을 구하시오. 단, 수소(H_2)의 몰 질량 2g/mol이다.

답) 32g/mol

$$\frac{V_{\text{H}_2}}{V_X} = \frac{2,000\text{m/s}}{500\text{m/s}} = \sqrt{\frac{M_X}{2}} = 4, \text{ 따라서 } M_X=32$$

21. 다음 실험과정을 읽고 등호나 부등호로 물음에 다하시오.

STEP1) 피스톤을 중앙에 고정 시킨 후, 일정한 온도에서 기체 A와 B를 각각 2기압이 되도록 주입한다.
 STEP2) 꼭지를 동시에 열었다가 닫은 후 고정 장치를 풀면 피스톤이 오른쪽으로 이동하다가 멈춘다.



© 유준형 화학연구소

ex1) 꼭지를 열기 전 기체 A와 B의 분자 수는?

답) $A = B$

$PV=nRT$ 에서 온도, 압력이 일정하나 부피는 몰수에 비례한다. 부피까지 일정하므로 분자 수(몰수)는 같다.

ex2) 꼭지를 열었다가 닫은 후 기체 A와 B의 분자 수는?

답) $A > B$

$PV=nRT$ 에서 온도, 압력이 일정하나 부피는 몰수에 비례한다. 부피 큰 A의 분자 수가 크다.

ex3) 기체 A와 B의 확산속도(평균 운동 속도)?

답) $A < B$

꼭지를 연 후, 부피는 A가 크다. 즉, A의 분자 수가 많다. 그 말을 기체 B가 더 많이 빠져 나갔다는 것이다. 기체 B의 확산속도가 빠르므로 분자량은 작다.

ex4) 기체 A와 B의 분자량?

답) $A > B$

ex5) 꼭지를 열기 전 기체 A와 B의 밀도?

답) $A > B$

부피도 같고 분자 수도 같다. 질량을 비교해야 되는데, 분자량이 큰 A의 질량이 크다. 따라서 기체 A의 밀도가 크다.

ex6) 꼭지를 열기 전과 후 기체 A와 B의 평균 운동에너지?

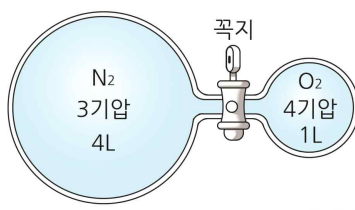
답) $A = B$, 온도가 같으면 평균 운동 에너지는 같다.

ex7) 꼭지를 열었다 닫은 후 기체 A와 B의 전체 분자 운동에너지?

답) $A > B$

평균 운동에너지 = $\frac{\text{전체 분자 운동에너지}}{\text{분자수}}$ 이다. 온도가 바뀌지 않으면, 평균 운동에너지는 일정하므로, 전체 분자 운동에너지는 분자 수(몰수)에 비례한다.

22. 일정한 온도에서 꼭지를 열었을 때, 혼합기체의 전체 압력과 각 기체의 부분압력을 구하라.
단, 각 기체는 반응하지 않는다.



답) $P_{\text{전체}} = \frac{16}{5} \text{ atm}$, $P_{N_2} = \frac{12}{5} \text{ atm}$, $P_{O_2} = \frac{4}{5} \text{ atm}$

온도가 일정하므로 RT 가 일정하다. 꼭지를 열기 전,

$$n_{N_2} = \frac{P_{N_2} V_{N_2}}{RT} = \frac{12}{RT} \text{ mol}, \quad n_{O_2} = \frac{P_{O_2} V_{O_2}}{RT} = \frac{4}{RT} \text{ mol} \text{ 이다.}$$

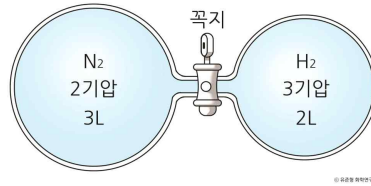
꼭지를 연 후,

$$P_{\text{전체}} = \frac{n_{\text{전체}} RT}{V} = \frac{\frac{16}{RT} \times RT}{5} = \frac{16}{5} \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = P_{\text{전체}} \times X_{N_2} = \frac{16}{5} \times \frac{12}{16} = \frac{12}{5} \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = P_{\text{전체}} \times X_{O_2} = \frac{16}{5} \times \frac{4}{16} = \frac{4}{5} \text{ atm}$$

23. 일정한 온도에서 꼭지를 열었을 때, 혼합기체의 전체 압력과 남은 기체의 부분압력을 구하라.
단, 꼭지를 연 후, 각 기체는 완전 반응한다.



답) $P_{\text{전체}} = \frac{8}{5} \text{ atm}$, $P_{N_2} = \frac{4}{5} \text{ atm}$, $P_{NH_3} = \frac{4}{5} \text{ atm}$

	N_2	$+ 3H_2$	$\rightarrow$	$2NH_3$
처음	$6/RT$	$6/RT$		
반응	$-2/RT$	$-6/RT$		$+4/RT$
최종	$4/RT$			$4/RT$

$$P_{\text{전체}} = \frac{n_{\text{전체}} RT}{V} = \frac{\frac{8}{RT} \times RT}{5} = \frac{8}{5} \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = P_{\text{전체}} \times X_{N_2} = \frac{8}{5} \times \frac{4}{8} = \frac{4}{5} \text{ atm}$$

$$P_{NH_3} = \frac{4}{5} \text{ atm}$$

24. 다음은 기체의 압력과 부피에 대한 설명이다. 옳은 것은 O, 옳지 않은 것은 X로 표시하시오.

(1) 기체의 압력은 분자 수가 많을수록, 용기의 부피가 작을수록, 온도가 높을수록 크게 나타난다.

----- ()

(2) 온도가 일정할 때, 일정량의 기체의 압력과 부피의 곱은 항상 일정하다. ----- ()

(3) 잠수부가 호흡할 때 내뿜는 기포의 크기는 수면으로 올라올수록 커진다. ----- ()

(1) O (2) O (3) O

25. 표는 온도와 압력을 변화시키면서 일정량의 산소의 부피를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 보일 법칙을 확인하기 위해 비교해야 할 실험을 모두 고르시오.

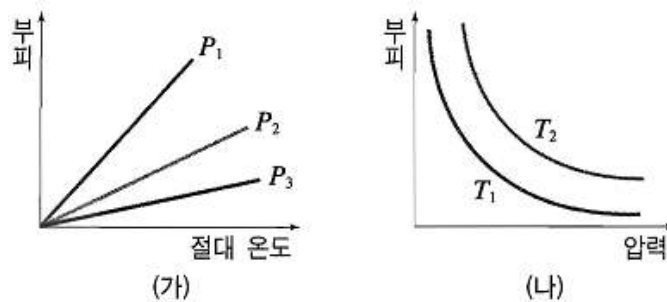
실험	I	II	III	IV
온도(℃)	546	0	546	0
압력(기압)	1	1	2	2
부피(mL)	50	10	25	5

(I 과 III), (II 과 IV)

26. 다음은 기체의 온도, 압력, 몰수와 부피에 대한 설명이다. 옳은 것은 O, 옳지 않은 것은 X로 표시하시오.

- (1) 일정한 압력 조건에서 일정량의 기체의 부피(V)를 절대 온도(T)로 나눈 값인 $\frac{V}{T}$ 는
 항상 일정하다. -----()
- (2) 보일 - 샤를 법칙에 의하면 일정량의 기체의 부피는 압력에 반비례하고, 절대 온도에
 비례 한다. -----()
- (3) 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 몰수에 반비례한다. -----()
- (1) O (2) O (3) X

27. 그림은 일정량의 기체에 대하여 온도와 압력에 따른 부피 변화를 나타낸 것이다.



(가)에서 P_1, P_2, P_3 의 크기와 (나)에서 T_1, T_2 의 크기를 비교하시오.

$$P_1 < P_2 < P_3, T_1 < T_2$$

28. 다음 중 이상 기체 상태 방정식($PV=nRT$)으로 설명할 수 없는 법칙은?

- ① 보일 법칙 ② 샤를 법칙 ③ 보일 - 샤를 법칙 ④ 반트호프 법칙 ⑤ 아보가드로 법칙

답 ④

29. 어떤 기체 2.0g이 1기압, 300K에서 24.6L의 부피를 차지하고 있을 때, 이 기체의 분자량은 얼마인가?
 (단, 기체 상수 $R=0.082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$ 이다.)

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8

답 ②

[한국과학영재학교 기출 유사문제]

30. 속이 텅 비어 있고 아래쪽에 약간 튀어 나온 부분이 있으며 이 부분에 작은 구멍이 나 있는 짱구 인형이

있다.

 © 유준형 화학연구소	 © 유준형 화학연구소	 © 유준형 화학연구소
1단계 : 인형을 뜨거운 물에 넣는다.	2단계 : 인형을 찬물에 넣는다.	3단계 : 머리 부분에 뜨거운 물을 붓는다

(1) 이 인형으로 위와 같이 실험하면 각각의 단계에서 인형에 어떤 일이 벌어지는지 기체 분자운동, 충돌, 압력 등의 단어를 사용하여 설명하시오.

step 1 인형 속 기체 분자 운동 활발 → 충돌 횟수 증가 → 압력 증가 → 기포가 빠져나옴(공기 방울 증가)
(뜨는 느낌이 있어 누르고 있어야 한다)
step 2 인형 속 기체 분자 운동 둔해짐 → 충돌 횟수 감소 → 압력 감소 → 물이 출렁출렁(가라앉는 느낌)
step 3 인형 속 기체 분자 운동 활발 → 충돌 횟수 증가 → 압력 증가 → 물줄기 빠져나옴

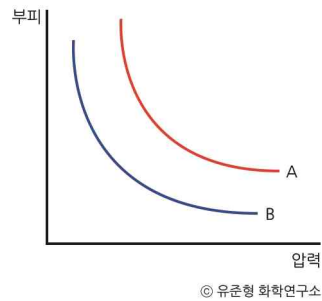
(2) 이 문제에서 인형의 물줄기를 더 멀리 나가게 할 수 있는 방법에는 어떤 방법이 있을지 최대한 제시하시오.

방법1 step 2, 3의 Δt 大 → 인형 속 기체 많이 팽창
방법2 구멍의 size小 → 내부 압력↑(∵ 물이 빨리 빠져나가지 못해)
방법3 구멍의 위치↓ → 수압↑
방법4 인형을 같은 부피에서 가늘게 만든다.
방법5 구멍을 45°로 만든다(물리)
방법6 높은 곳에서 실험하면 오랫동안 비행 할 수 있어 멀리간다.

[경기과학고 기출유형]

31. 다음은 고무마개로 끝을 막은 주사기에 변인이 다른 두 조건의 수소 기체를 넣고 압력을 변화시켰을 때

부피의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.



위 그래프에서 A와 B는 어떤 변인이 어떻게 다른 경우인지 아래 예시처럼 말하시오.(단, 조건에 해당하는 변인은 한 가지씩 변화시켰다.)

[예시 : A가 B보다 oooo가 크(작,높,낮,많,적)다.]

정답 : A가 B보다 온도가 높다.

A가 B보다 기체의 양 (몰수, 분자 수)이 많다.

그래프에서 같은 압력일 때 부피는 A가 B보다 크다. $PV=nRT$ 에서 압력이 같을 때 부피는 온도와 분자 수(몰수)에 비례한다. 같은 부피일 때 압력은 A가 B보다 크다. $PV=nRT$ 에서 부피가 같을 때 압력은 온도와 분자 수(몰수)에 비례한다. 따라서 A가 B보다 온도가 높고, 기체의 양(몰수, 분자 수)이 많다.

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

전기 음성도가 큰 원자인 F, O, N에 결합된 수소원자와 근처 다른 F, O, N원자에 있는 비공유 전자쌍 사이의 강한 정전기적 인력을 말한다. 수소 결합의 세기는 약 30kJ이고, 공유 결합력의 약 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 정도에 해당한다. 수소결합은 분자 간 인력 중 가장 세지만, 원자간 인력에 비하면 훨씬 약하다. 분자량이 비슷한 경우, 상대적 힘의 크기는 대체로

‘이온결합력 > 공유결합력 > 수소결합 > 쌍극자-쌍극자 힘 > 분산력’이다.

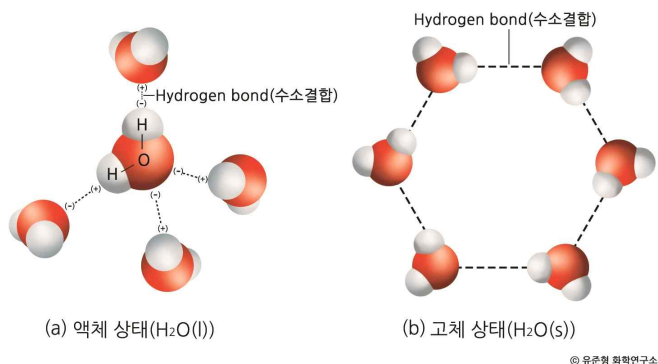
33. 비열(**c**, specific heat)이란?

물질 1g의 온도를 1℃ 높이는데 필요한 열량(cal/g℃, J/g℃)

34. 수소결합으로 인한 물의 특성을 써 보시오.

① 녹는점(**mp**, melting point), 끓는점(**bp**, boiling point)이 특별히 높다.

특별히(specially)라는 말은 아무 때나 쓰는 것이 아니다. 경향에서 벗어나거나 정상에서 벗어나면 쓰는 것이다. 예를 들어, ‘바퀴벌레가 성인 팔뚝 만 하다’라고 하면 특별한 것이다. 물과 분자량이 비슷한 메테인(CH_4 , 분자량 16)의 끓는점은 -162°C 이고 물은 100°C 이다.



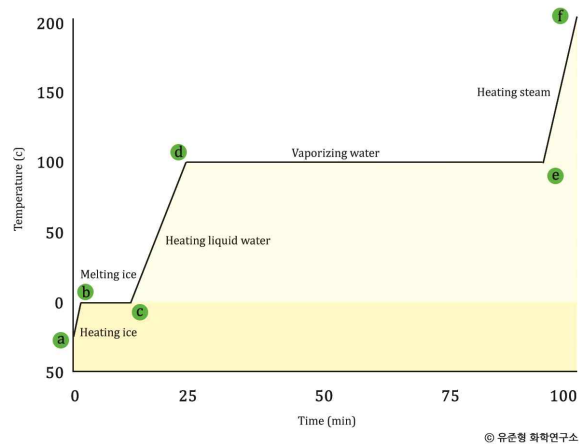
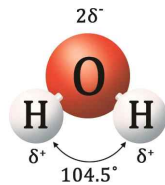
② 비열($\text{J/g}^\circ\text{C}$), 융해열(kJ/mol), 기화열(kJ/mol)이 크다.

물질(상태)	비열($\text{J/g}^\circ\text{C}$)	비열($\text{cal/g}^\circ\text{C}$)
물 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	4.2	1
얼음 $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	2.1	0.5
철 $\text{Fe}(\text{s})$	0.42	0.1

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

③ 표면장력(surface tension)이 특별히(specially) 크다.

35. 물의 가열곡선에서 다음 물음에 답하여라.



ex1) 이 그래프를 보고 기화열과 융해열을 부등호로 비교하라.

기화열 > 융해열

tip) 기화열, 융해열은 그래프의 구간의 폭을 본다.

ex2) 이 그래프를 보고 얼음의 비열과 물의 비열을 부등호로 비교하라.

얼음의 비열 < 물의 비열

tip) 비열은 그래프의 기울기를 본다.

ex3) 위 가열곡선에서 질량을 2배로 했을 때, 그래프의 기울기, 융해열, 기화열, 녹는점, 끓는점의 변화를 증감으로 설명하시오.

그래프의 기울기 0.5배 감소, 융해열 2배 증가, 기화열 2배 증가, 녹는점 변화 없음, 끓는점 변화 없음.

ex4) 20°C 물 36g을 증발 시키는데 필요한 열량(kJ)을 구하시오.(물의 기화열 41kJ/mol)

$$20^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_1 = (4.2 \times 36 \times 80)J} 100^{\circ}\text{C} \text{ 물} \xrightarrow{Q_2 = (41000J/mol \times 2mol)J} 100^{\circ}\text{C} \text{ 수증기}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 94\text{kJ}$$

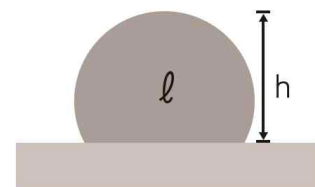
ex5) 0°C얼음(b)과 0°C물(c)은 다르다. 다음 표를 보고, 큰 물리량에 √로 체크하시오.

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

36. 표면장력(surface tension)이란 무엇인가?

액체가 기체나 고체물질과 접촉할 경우 액체의 접촉면적을 최대한 작게 하는 힘이다.

37. 다음 그림에서 h 를 크게 하기 위해서는 어떻게 해야 되는가?

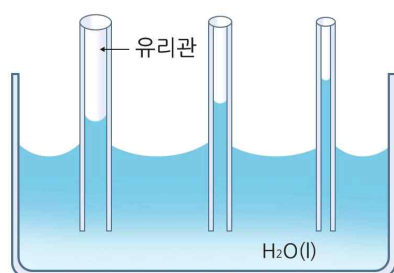


© 유준형 화학연구소

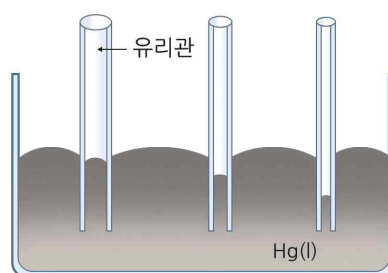
표면장력을 크게, 판과의 친화력을 작게 한다.

38. 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

39. 만약 응집력보다 부착력이 큰 경우 내부액면은 올라갈까, 내려갈까?

내부 액면은 올라간다. 그리고 아래로 오목하다.

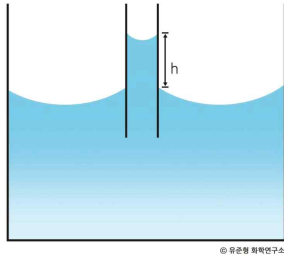
40. 만약 응집력보다 부착력이 작은 경우 내부액면은 올라갈까, 내려갈까?

내부 액면은 내려간다. 그리고 위로 볼록하다.

41. 관의 높이차에 비례하는 것은 무엇인가?

$$\frac{\text{표면장력(인력)}}{\text{관의 반지름}}$$

42. 다음 그림을 보고 물음에 답하시오.



ex1) 응집력과 부착력을 비교하시오

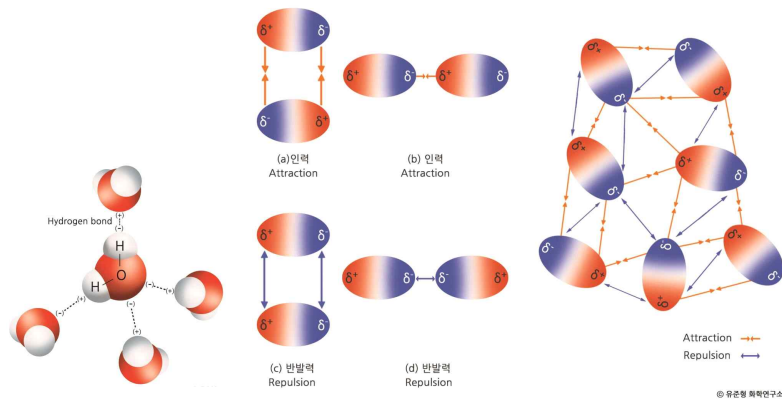
응집력 < 부착력

ex2) 관 높이차(h)를 줄이기 위한 방법을 아는 대로 써보시오.

온도를 높인다, 관반지름 크게 한다, 불순물(비눗물, 에탄올 등) 첨가한다.

43. 분자간의 힘을 정리해 보자.

① 쌍극자-쌍극자 사이의 힘 : 극성분자 간 인력으로 전기음성도 차이에 비례한다.



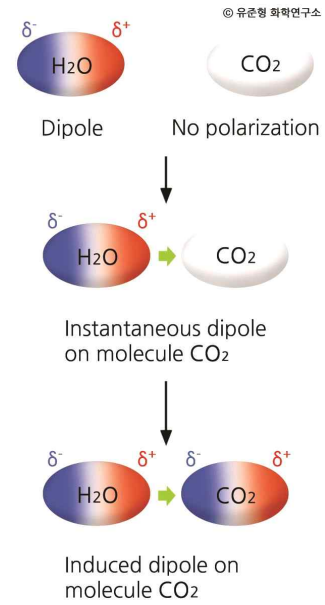
ex) 수소 결합

② 쌍극자-유도 쌍극자 사이의 힘 : 극성분자 무극성분자 사이의 인력을 말한다.

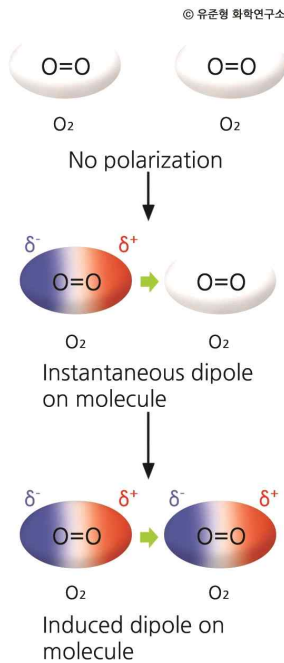
· 편극(polarization)

: 순간적으로 전자가 한쪽으로 치우쳐 일시적으로 쌍극자가 만들어 지는 현상

· 유도 쌍극자 : 편극에 의해 생성된 일시적인 쌍극자로 순간 쌍극자라고도 함.



③ 유도 쌍극자-유도 쌍극자 사이의 힘 : 무극성분자 무극성 분자 사이의 인력을 말한다.



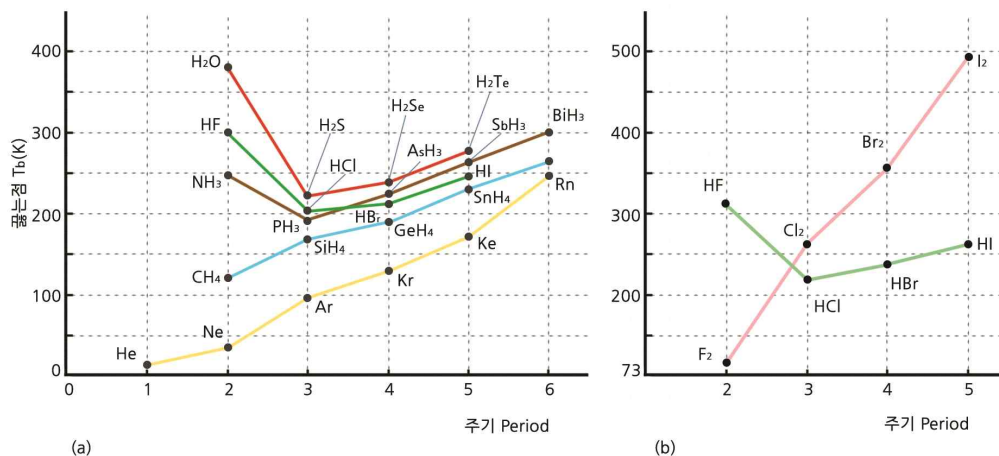
※ 분산력(Vander waals force)

: 유도된 쌍극자로 인해 작용하는 힘으로, 분자량에 비례하고, 분자량이 비슷한 경우는 표면적에 비례한다.

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.

44. 수소 결합이 물의 끓는점에 미치는 영향을 생각 하며 다음 문제를 풀어 보자.



ex1) (a)에서 분자 간 인력이 가장 큰 것과 가장 작은 것은?

물, 헬륨

ex2) HF와 HCl의 분자 간 인력을 비교하라.(이유 포함)

HF > HCl, 수소 결합 때문.

ex3) (b)에서 Cl₂가 HCl보다 끓는점이 큰 이유?

분산력이 크게 작용해서

ex4) 14족 수소 화합물의 끓는점(bp)이 CH₄ < SiH₄ < GeH₄ < SnH₄인 이유는?

원자번호 클수록 분자량이 증가하여 분산력이 커지기 때문에

ex5) H₂O, NH₃, HF는 같은 족의 수소 화합물 중 분자량이 가장 작으나 bp가 가장 높다.

그 이유는? 수소 결합 때문.

ex6) 같은 주기의 수소화합물에서 14족의 수소 화합물의 끓는점(bp)이 가장 낮은 이유?

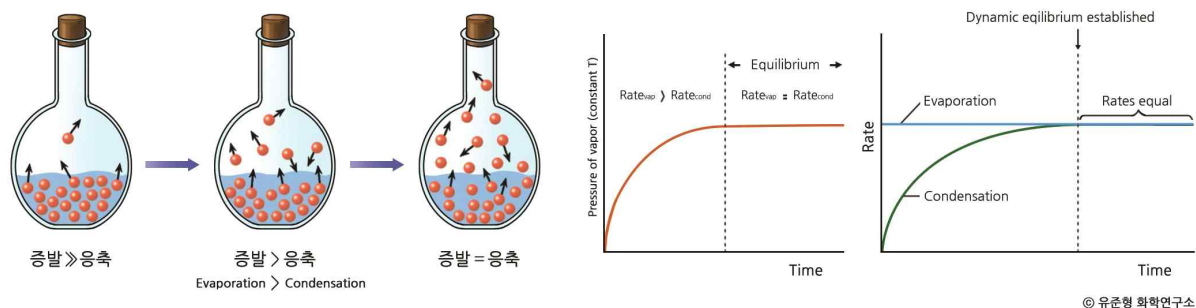
14족 수소화합물 : 무극성 분자, 15~16족 수소화합물 : 극성 분자

ex7) H₂O, NH₃, HF중 끓는점(bp)은 왜 H₂O > HF > NH₃ 일까?

물 분자의 HB수가 많기 때문이다.

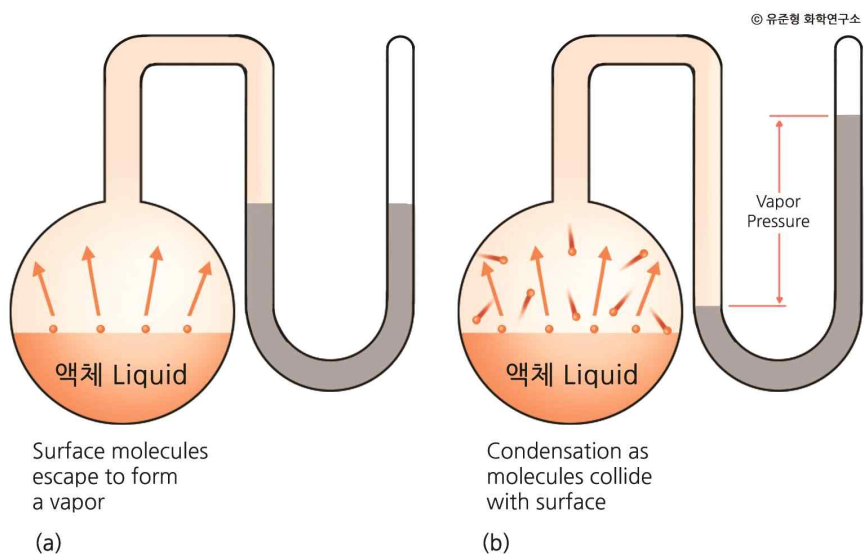
45. 동적평형(dynamic equilibrium) 상태란?

밀폐된 용기에서 증발속도와 응결속도가 같아지는 상태를 말한다($v_{\text{증발}} = v_{\text{응축}}$).



46. 증기 압력(steam pressure)이란?

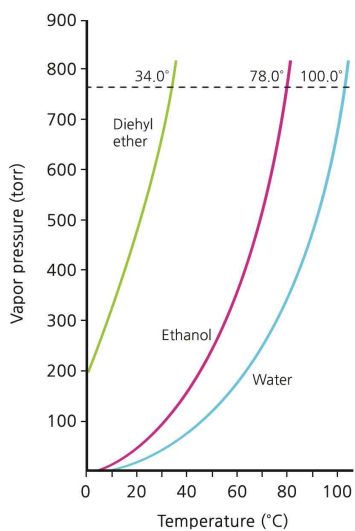
액체와 증기의 동적평형상태($v_{\text{증발}} = v_{\text{응축}}$)에서 증기상이 나타나는 압력을 말한다. 같은 물질일 때는 온도가 증가할수록, 다른 물질 일 때는 분자 간 인력이 작을수록 증기압이 크다. 그리고 물질의 양과 증기압력은 무관하다. 즉, 온도가 일정할 때, 밀폐된 용기 10g과 20g의 증기압력은 같다.



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

온도, 액체의 종류(양과 무관)

48. 세 물질(디에틸에테르(**디**, diethylether), 에탄올(**에**, ethanol), 물(**물**, water))을 가지고 다음을 부등호로 비교하라.



증기 압력 : **디** > **에** > **물**

휘발성 : **디** > **에** > **물**

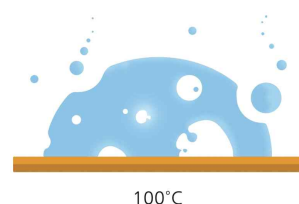
인력 : **디** < **에** < **물**

끓는점 : **디** < **에** < **물**

몰증발열 : **디** < **에** < **물**
($\Delta H_{\text{증발}}$)

49. 증발과 끓음에 대해 설명하라.

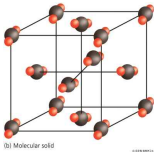
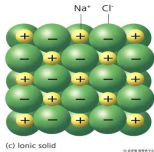
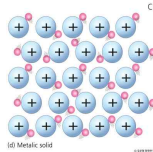
- 증발은 액체 표면에서 열 에너지를 흡수하여 증발하는 현상.
- 끓음이란 액체가 열에너지 받아 증기압이 증가하면 결국 대기압과 같아진다. 이때 기화하는 현상을 말한다. 즉, 액체에 작용하는 알짜힘은 0이 된다(날아가는 힘과 압박하는 힘이 같아지다 보니 자유로워진다. 이때부터 액체는 발광?하기 시작하는데, “끓는다”라고 표현한다.



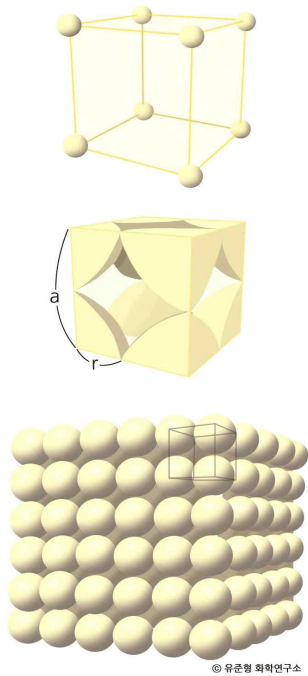
50. 끓는점(boiling point, bp)이란?

증기압=대기압일 때의 온도(T_b)

51. 다음 빈칸을 채우시오.

물질					
		공유 결합성 물질		이온 결합성 물질	금속 결합성 물질
		원자 결정	분자 결정	이온 결정	금속 결정
그림					
물질의 상태		고체	고체 (분자는 주로 액체, 기체)	100% 고체	고체(Hg제외)
성분 원소		비금속	비금속	금속+비금속	금속
구성 입자		원자	분자	양이온+음이온	금속의 양이온 + 자유전자
결합력		강하다 (공유결합력)	약하다(분산력)	강하다 (이온결합력, 쿨롱힘)	강하다 (정전기적 인력)
녹는점		매우 높다	낮다	높다	높다
전기 전도성	고체	×	×	×	○
	액체	×	×	○	○
예		흑연, 다이아몬드	나프탈렌, 아이오딘, 드라이 아이스	소금, 황산구리 (양이온과 음이온의 화합물 모두)	Hg를 제외한 모든 금속

52. 단순입방구조(simple cubic, SC) (단위세포 한 변의 길이 : $a(\text{cm})$, 구의 반지름 : $r(\text{cm})$)에 대한 빈칸을 채우시오.



① 배위수

6

② 단위세포 속 입자 수 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개

③ 단위세포 부피 a^3

④ 입자의 반지름 (a와 r의 관계) $a = 2r, r = \frac{1}{2}a$

⑤ 입자의 부피 $1 \times \frac{4}{3}\pi r^3$

⑥ 입자의 점유 비율

$$\frac{V_{\text{입자}}}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{1 \times \frac{4}{3}\pi \left(\frac{1}{2}a\right)^3}{a^3} = \frac{\pi}{6} (52\%)$$

⑦ 입자 1몰의 질량을 M으로 가정할 경우 밀도를 a와 N_A 로 표현

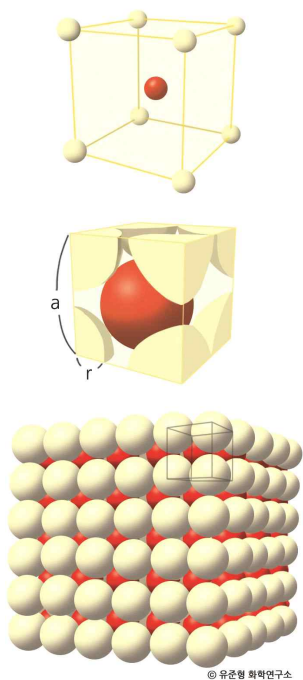
$$\rho = \frac{m(1\text{개 질량})}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{\frac{M}{N_A} \times 1}{a^3}$$

예

Po

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

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



① 배위수

8

② 단위세포 속 입자 수

$$1 + \frac{1}{8} \times 8 = 2 \text{ 개}$$

③ 단위세포 부피

$$a^3$$

④ 입자의 반지름 (r, a 로 표시)

$$\sqrt{3}a = 4r, r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$$

⑤ 입자의 부피

$$2 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

⑥ 입자의 점유 비율

$$\frac{V_{\text{입자}}}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sqrt{3}}{4} a \right)^3}{a^3} = \frac{\pi \sqrt{3}}{8} (68\%)$$

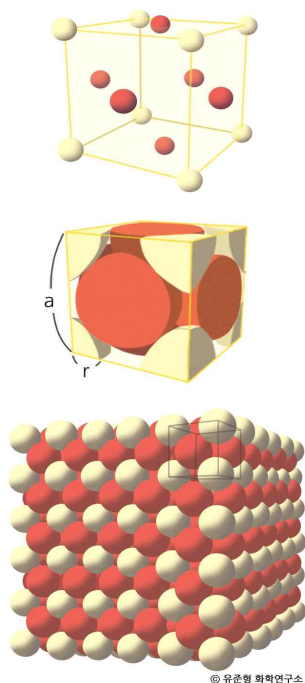
⑦ 1몰의 질량을 M 으로 가정할 경우 밀도를 a 와 N_A 로 표현

$$\rho = \frac{m(2\text{개 질량})}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{\frac{M}{N_A} \times 2}{a^3}$$

예

Li, Na, K

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



① 배위수 12

② 단위세포 속 입자 수 $\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4$ 개

③ 단위세포 부피 a^3

④ 입자의 반지름 (r, a 로 표시) $\sqrt{2}a = 4r, a = \frac{4}{\sqrt{2}}r, r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$

⑤ 입자의 부피 $4 \times \frac{4}{3}\pi r^3$

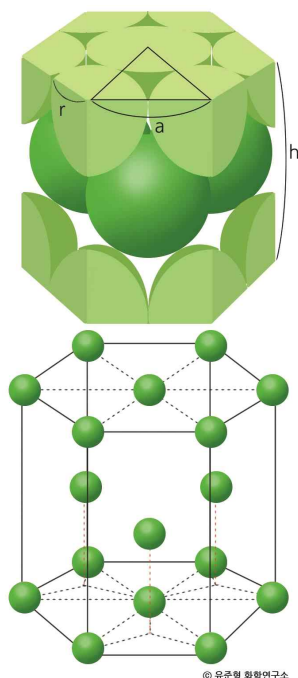
⑥ 입자의 점유 비율 $\frac{V_{\text{입자}}}{V_{\text{단위세포}}} = \frac{4 \times \frac{4}{3}\pi \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^3}{a^3} = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} (74\%)$

⑦ 1몰의 질량을 M 으로 가정할 경우
밀도를 a 와 N_A 로 표현

$$\rho = \frac{m(4\text{개 질량})}{V_{\text{단위세포}}} = \frac{\frac{M}{N_A} \times 4}{a^3}$$

예 Au, Ag, Cu

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



- | | |
|--|---|
| ① 배위수 | 12 |
| ② 단위세포 속 입자 수 | $\frac{1}{6} \times 12 + 3 + \frac{1}{2} \times 2 = 6\text{개}$ |
| ③ 단위세포 부피 | $(\frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \times 6\text{개}) \times h$ |
| ④ 입자의 반지름
(r, a, h 로 표시) | $r = \frac{1}{2} a, \quad h = \frac{2\sqrt{6}}{3} a$ |
| ⑤ 입자의 부피 | $6 \times \frac{4}{3} \pi r^3$ |
| ⑥ 입자의 점유 비율 | $\frac{V_{\text{입자}}}{V_{\text{단위세포}}} = \frac{6 \times \frac{4}{3} \pi \times (\frac{1}{2} a)^3}{\frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \times 6 \times (\frac{2\sqrt{6}}{3} a)} = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} (74\%)$ |
| ⑦ 1몰의 질량을
M 으로 가정할 경우
밀도를 a 와 N_A 로 표현 | $\rho = \frac{m(6\text{개 질량})}{V_{\text{단위세포}}} = \frac{2M}{\sqrt{2} N_A a^3}$ |

예 Mg, Cd, Zn

위 4개 중 면심입방구조가 매우 중요하다. 면심입방구조를 가만히 살펴보면, 단위세포 맨 위 입자가 5개, 그 아래 4개, 다시 그 아래 5개 있다. 5개, 4개, 5개, 4개, 5개 ...로 나가면 면심입방구조이다. 꼭 기억하라. 그리고 배위수, 단위세포 당 입자 수는 반드시 외워야 되고, 각 구조의 예는 외울 필요가 없다. 온도와 압력에 따라 구조가 바뀔 수 있기 때문이다.

① 배위수 : 12

최조밀구조가 2가지가 있다.

i. 입방 최조밀(대표예 fcc) : 옆 4개, 위 4개, 아래 4개.

ii. 육방 최조밀(대표예 hcp) : 옆 6개, 위 3개, 아래 3개. 비슷하다. 후에 배우겠지만 점유 비율(74%)도 같다.

② 단위세포 속 입자 수

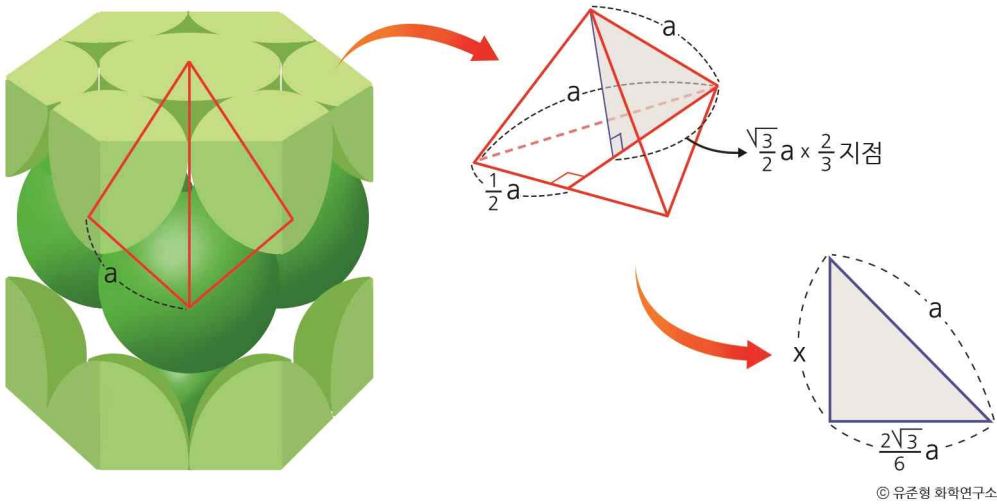
$1/6\text{개}(\because 120^\circ)$ 가 12개 있다.

③ 단위세포 부피

한 변을 a 라고 하면 6등분이 된다. 즉, 정삼각형이 6개 된다. 높이 h 를 곱한다.

$$(\frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \times 6\text{개}) \times h$$

④ 입자의 반지름



- 일단 $a=2r$, $r=\frac{1}{2}a$ 이다. 저 3 중심을 연결하면 정사면체가 나온다. 한 꼭지점에서 수선의발을 내리면

무게중심, 즉 $\frac{\sqrt{3}}{2}a \times \frac{2}{3}$ 지점을 떨어진다.(받아들이자. 중3 기하에서 배운다)

- 저 삼각형을 따로 떼서 그려 x를 구하면, $x = \sqrt{a^2 - (\frac{2\sqrt{3}}{6}a)^2} = \frac{\sqrt{6}}{3}a$ 이다.

$\frac{\sqrt{6}}{3}a = \frac{1}{2}h$ 이므로, $h = \frac{2\sqrt{6}}{3}a$ 이다.

⑥ 입자의 점유 비율

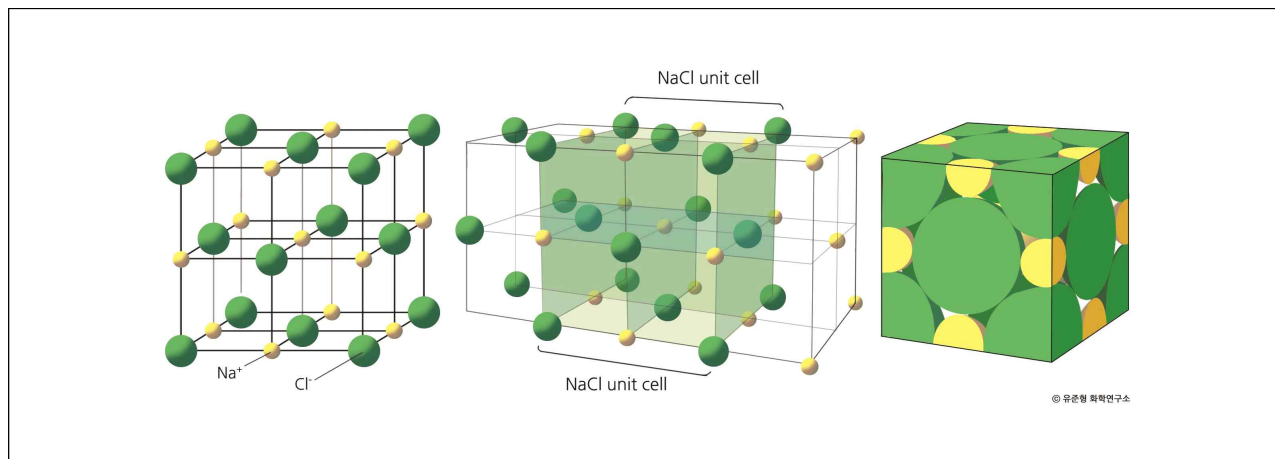
$$\frac{V_{\text{입자}}}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{6 \times \frac{4}{3}\pi \times r^3}{\frac{\sqrt{3}}{4}a^2 \times 6 \times h} = \frac{6 \times \frac{4}{3}\pi \times (\frac{1}{2}a)^3}{\frac{\sqrt{3}}{4}a^2 \times 6 \times (\frac{2\sqrt{6}}{3}a)} = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} (74\%)$$

⑦ 1몰의 질량을 M으로 가정할 경우 밀도를 a와 N_A 로 표현

$$\rho = \frac{m(6\text{개 질량})}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{\frac{M}{N_A} \times 6}{\frac{\sqrt{3}}{4}a^2 \times 6 \times h} = \frac{\frac{M}{N_A} \times 6}{\frac{\sqrt{3}}{4}a^2 \times 6 \times (\frac{2\sqrt{6}}{3}a)} = \frac{2M}{\sqrt{2}N_A a^3}$$

$$\rho = \frac{m(6\text{개 질량})}{V_{\text{단위 세포}}} = \frac{2M}{\sqrt{2}N_A a^3}$$

56. NaCl 형 구조에 대한 빈칸을 채우시오.



	① 구조	② 입자 수	③ 배위수	④ 밀도 (단위격자 한 변 : a)
Na ⁺	면심	4	6	$\rho = \frac{\left(\frac{M_{Na^+}}{N_A} \times 4\right) + \left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A} \times 4\right)}{a^3}$
Cl ⁻	면심	4	6	

① 녹색(Cl⁻)입자 기준 위5개, 중간4개, 아래5개 있다. 아! 면심입방구조구나. 작은 노란색입자 기준(Na⁺) 위 4개, 중간5개, 아래4개(더 아래5개 예측)있다. 아! 면심입방구조구나. NaCl은 면심 2개 겹친 구조구나. 이처럼 이온화합물(염)은 양이온과 음이온 구조를 따로 따로 봐야 한다.

② 각 입자수는 Na⁺ = 1 + 1/4 * 12 = 4개, Cl⁻ = 1/2 * 6 + 1/8 * 8 = 4개이다.

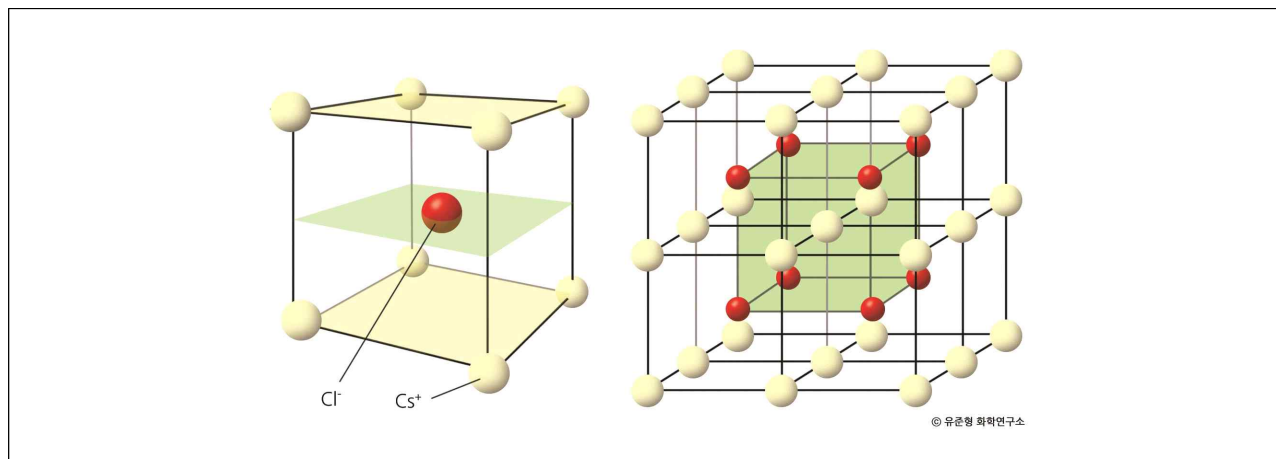
③ 원래 fcc배위수는 12다. 그러나 양이온과 음이온이 붙어 있어 12가 아니다. 정 가운데 Na⁺주변 제일 가까운 입자는 Cl⁻ 6개 이다. 즉, Na⁺는 Cl⁻ 6개와 배위되어 있다. Cl⁻도 마찬가지다.

④ Na⁺의 화학식량은 M_{Na⁺}이고, Cl⁻의 화학식량은 M_{Cl⁻}이라면,

Na⁺(Cl⁻)하나의 질량은 $\frac{M_{Na^+}}{N_A}$ (아보가드로 수) $\left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A}\right)$ 이다. Na⁺(Cl⁻) 4개의 질량은 $\frac{M_{Na^+}}{N_A} \times 4 + \left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A} \times 4\right)$

이다. 따라서 밀도(ρ)는 $\frac{\left(\frac{M_{Na^+}}{N_A} \times 4\right) + \left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A} \times 4\right)}{a^3}$ 이다.

57. CsCl 형 구조에 대한 빈칸을 채우시오.



	① 구조	② 입자 수	③ 배위수	④ 밀도(단위격자 한 변 : a)
Cs⁺	단순	1	8	$\rho = \frac{\left(\frac{M_{Cs^+}}{N_A} \times 1\right) + \left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A} \times 1\right)}{a^3}$
Cl⁻	단순	1	8	

① Cs⁺(Cl⁻)만 본다면, 단순입방구조이다.

② 각 입자 수는 Cs⁺ = 1개, Cl⁻ = 1개이다.

③ Cl⁻와 제일 가까운 입자는 Cs⁺ 위 4개, 아래 4개이다. 즉, Cl⁻는 Cs⁺ 8개와 배위되어 있다. Cs⁺도 마찬가지다.

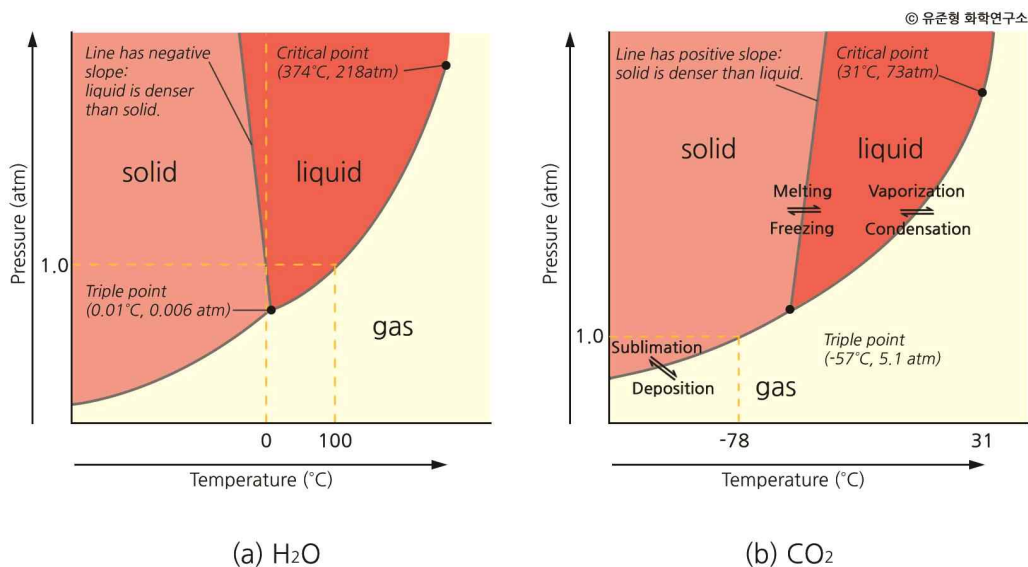
④ Cs⁺의 화학식량은 M_{Cs⁺}이고, Cl⁻의 화학식량은 M_{Cl⁻}이라면,

Cs⁺(Cl⁻)하나의 질량은 $\frac{M_{Cs^+}}{N_A}$ (아보가드로 수) $\left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A}\right)$ 이다. Cs⁺(Cl⁻) 1개의 질량은 $\frac{M_{Cs^+}}{N_A} \times 1 + \left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A} \times 1\right)$ 이

다. 따라서 밀도(ρ)는 $\frac{\left(\frac{M_{Cs^+}}{N_A} \times 1\right) + \left(\frac{M_{Cl^-}}{N_A} \times 1\right)}{a^3}$ 이다.

58. 물과 이산화탄소의 상평형그림을 보고 생각나는 것을 다 써 보라.

- 융해곡선 : 고체와 액체의 경계가 되는 선.
- 기화곡선(증기압력곡선) : 액체와 기체의 경계가 되는 선.
- 승화곡선 : 고체와 기체의 경계가 되는 선.
- 삼중점(triple point) : 상평형 그림에서 고체, 액체, 및 기체가 공존하는 점.
- 임계점(critical point) : 액체와 기체의 두 상태를 서로 분간할 수 없게 되는 지점. 액화시킬 수 있는 한계점이다.



물질은 3가지 상태가 있다. 상태를 변화 시키는 원인은 온도와 압력이다. 온도와 압력에 따라 상이 어떻게 바뀔지 알려주는 그래프가 상평형그림(phase diagram)이다. 우주의 물질을 딱 2가지로 구분한다. (a) H₂O와 나머지 물질(ex. (b) CO₂)이다. y축이 압력, x축이 온도이다. 얼음(고체)에 온도를 높이면 물(액체)이 되고 수증기(기체)가 된다. 그래프를 딱 보고 고체(solid), 액체(liquid), 기체(gas) 영역이 어디인지 알아야 한다. 그리고 H₂O의 융해곡선은 음의 기울기라는 것을 꼭 기억하자. 우주의 물질 중 H₂O만 해당된다. 자 그럼, 상평형그림에서 알아야 할 딱 2가지를 살펴보겠다.

First, 외부압력이 일정할 때, 고체가 액체로 바뀌는 온도를 녹는점(mp, melting point), 액체가 기체로 바뀌는 온도를 끓는점(bp, boiling point)이라고 한다. 압력을 증가 시킬 때, H₂O는 녹는점(어는점) 내려가고 (융해곡선이 음의 기울기라는 것과 관련된다), 끓는점이 올라간다. 하지만, CO₂은 녹는점(어는점), 끓는점이 둘 다 올라간다.

Second, 모든 물질은 압력을 가하면 입자간의 거리가 감소하여 밀도가 증가하는 방향으로 이동한다. 1차원적으로 선이 줄어들고, 2차원적으로는 면이, 3차원적으로는 공간이 줄어든다. 모든 물질은 3차원에 있기 때문에 공간이 줄어든다. 즉, 모든 물질은 예외가 없이 압력을 가하면 밀도가 증가하는 방향으로 이동한다. 얼음에 압력을 증가시키면 물이 되는 것은 물이 얼음보다 밀도 크기 때문이다. 요컨대, 융해곡선의 기울기는 밀도와 관련되어 있는 것이다.

59. 상평형 그림에서 밀도의 크기를 비교 할 수 있는 좋은 방법이 무엇인가?

일정한 온도에서 압력을 높여본다. 밀도가 증가하는 방향으로 이동한다.

60. 20% NaOH(화학식량 40) 의 밀도가 1.2g/mL일 때 몰농도?

$$\frac{100}{1.2} \text{ml} : 0.5 \text{mol} = 1000 \text{ml} : x \text{mol}, x(\text{몰농도}, M) = 6M$$

61. 20% NaOH(화학식량 40)의 몰랄농도?

$$\text{용매 } (100 - 20) \text{g} : \text{용질 } 0.5 \text{mol} = \text{용매 } 1000 \text{g} : \text{용질 } x \text{mol}, x(\text{몰랄농도}, m) = 6.25m.$$

62. 5M NaOH의 몰랄농도?(단, NaOH 화학식량 40, 수용액 밀도 1.2g/mL)

5M은 1L(1000ml) 당 용질이 5mol있다는 뜻이다. 용액 1000ml는 1,200g(=1000ml×1.2g/ml)이다.

5mol은 200g(=5mol×40g/mol)의 용질을 의미한다.

$$\text{용매 } (1200 - 200) \text{g} : \text{용질 } 5 \text{ mol} = \text{용매 } 1000 \text{g}(1 \text{kg}) : \text{용질 } x \text{ mol}, x = 5m$$

63. 1.2M NaOH(aq) 100mL에 증류수를 더 넣었더니, 농도가 1.0M인 NaOH(aq)이 되었다. 이 때 수용액의 부피는?

답) 120mL

$$1.2M \times 100 \text{mL} = 1.0M \times x \text{mL}, x = 120 \text{mL}$$

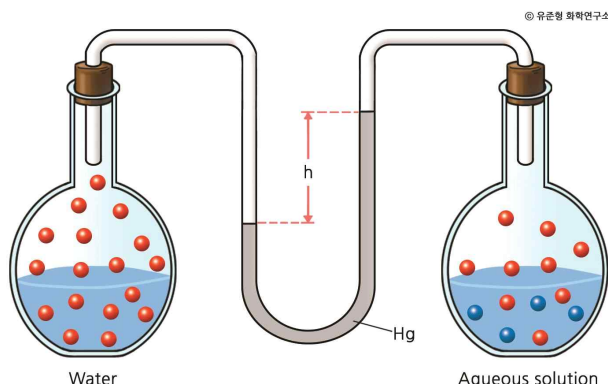
참고로 가한 물의 양은 20mL

64. 0.1M NaCl(aq) 300mL와 0.2M NaCl(aq) 200mL를 혼합한 용액의 몰농도?

답) 0.14M

$$x = \frac{(0.1 \times 300 + 0.2 \times 200) \text{mmol}}{(300 + 200) \text{mL}} = 0.14M$$

65. 아래 그림에서 왼쪽은 용매(water)이고 오른쪽은 수용액(aqueous solution)이다. h의 의미는 무엇인가?

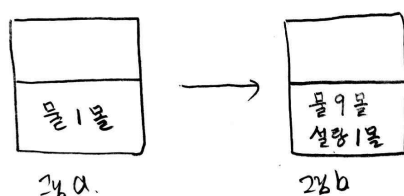


답) 증기압내림이다.

압력 측정하는 기본 원리는 같은 높이에서 압력 같다는 것이다. 왼쪽은 용매의 증기압과 오른쪽에는 수은 기둥(h)과 용액의 증기압은 같다. 용매의 증기압(P_B°) = h + 용액의 증기압(P_B). 따라서 h = 용매의 증기압(P_B°) - 용액의 증기압(P_B) = 증기압내림(ΔP)

66. 라울 법칙(Raoult's law)을 써 보시오.

비 휘발성 (비전해질)용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력은 용매의 물분율에 비례한다.



용액에서의 증기압력을 구하는 식이 라울 법칙이다. 이해가 어렵다. 비 휘발성, 비전해질 용질인 경우로 최대한 쉽게 설명한다. 용매(물) 10몰에 용질(설탕) 1몰을 첨가하여, 용매(물) 9몰, 용질(설탕) 1몰의 수용액을 만들었다.

그림a의 용매의 물분율은 1($\because 10/10$)이고, 그림b의 용매의 물분율은 0.9($\because 9/10$)이다. 용매만 날아간다는 것을 머릿속에 생각하면서, 그림a는 용매 10/10이 날아가고, 그림b는 9/10이 날아간다. 그림b(용액)의 증기압력(P_B)은 그림a(P_B°)에 비해 9/10만큼이 날아갈 것이다.

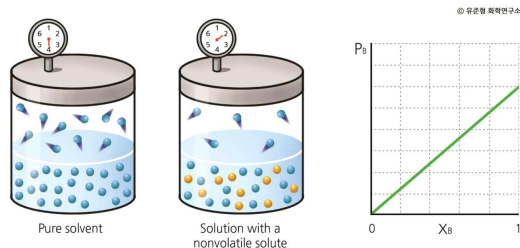
따라서 P_B (용액의 증기압) = P_B° (용매의 증기압) $\times X_B$ (용매의 물분율) 이다.

그렇다면 용액이 되었을 때 얼마만큼 작아질까. 1/10만큼이 작아질 것이다.

따라서 ΔP_B (증기압내림) = $P_B^\circ \times X_A$ (용질의 물분율) 이다(X_B (용매의 물분율)). 정리하면,

$$\begin{aligned} P_B &= P_B^\circ \times X_B, \Delta P_B = P_B^\circ \times X_A \\ P_B &= P_B^\circ \times X_B \quad (X_A + X_B = 1, X_B = 1 - X_A) \\ &= P_B^\circ - \underline{P_B^\circ \times X_A} \quad (\Delta P_B) \end{aligned}$$

P_B : 용액의 증기압력, P_B° : 용매의 증기압력, X_A : 용질의 물 분율, X_B : 용매의 물 분율



67. 25℃에서 물의 증기압력은 24mmHg이다. 같은 온도에서 물 100g에 포도당 18g을 녹인 수용액의 증기압력을 구하라. 단, 물과 포도당의 물질량은 각각 18g/mol, 180g/mol이다.

답) 23.76mmHg

$$P_B = P_B^* \times X_B = 24\text{mmHg} \times \frac{n_{\text{용매}}}{n_{\text{용매}} + n_{\text{용질}}} = 24\text{mmHg} \times \frac{\frac{180\text{g}}{18\text{g/mol}}}{\frac{180\text{g}}{18\text{g/mol}} + \frac{18\text{g}}{180\text{g/mol}}} = 23.76\text{mmHg}$$

68. 25℃에서 물의 증기압력은 24mmHg이다. 같은 온도에서 물 100g에 설탕 18g을 녹인 수용액의 증기압력내림을 구하라. 단, 물과 설탕의 물질량은 각각 18g/mol, 342g/mol이다.

답) 0.23mmHg

$$\Delta P_B = P_B^* \times X_A = 24\text{mmHg} \times \frac{n_{\text{용질}}}{n_{\text{용매}} + n_{\text{용질}}} = 24\text{mmHg} \times \frac{\frac{18\text{g}}{342\text{g/mol}}}{\frac{100\text{g}}{18\text{g/mol}} + \frac{18\text{g}}{342\text{g/mol}}} = 0.23\text{mmHg}$$

69. 물(용매) 100g에 설탕 17g을 넣은 용액의 끓는점은?

단, 물의 $K_b=0.52^\circ\text{C}/m$, 설탕($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)의 물질량은 342g/mol이다.

답) 100.26℃

$$\Delta T_b = K_b \times m_i = 0.52 \times \frac{\frac{17\text{g}}{342\text{g/mol}}}{0.1\text{kg}} \times 1 = 0.26^\circ\text{C} \text{ , 따라서 끓는점은 } 100.26^\circ\text{C} \text{이다.}$$

70. 물(용매) 100g에 포도당 18g을 녹인 수용액의 어는점이 -1.8°C 이다. 포도당의 분자량을 구하라. 단, 물의 $K_f=1.8^\circ\text{C}/m$ 이다.

답) 180

$$\Delta T_f = K_f \times m_i = 1.8 \times \frac{\frac{M\text{g/mol}}{0.1\text{kg}}}{1} \times 1 = 1.8^\circ\text{C} \text{ , 따라서 분자량(M) = 180이다.}$$

71. 물(용매) 100g에 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$) 4g을 녹인 용액의 끓는점, 어는점을 구하라. 단, 설탕의 물질량 342g/mol, $K_b=0.52^{\circ}C/m$, $K_f=1.86^{\circ}C/m$ 이다.

답) 끓는점 $100.03^{\circ}C$, 어는점 $-0.108^{\circ}C$

$$\Delta T_b = K_b \times m_i = 0.52 \times \frac{\frac{4g}{342g/mol}}{0.1kg} \times 1 = 0.03^{\circ}C, \text{ 따라서 끓는점은 } 100.03^{\circ}C \text{이다.}$$

$$\Delta T_f = K_f \times m_i = 1.8 \times \frac{\frac{4g}{342g/mol}}{0.1kg} \times 1 = 0.21^{\circ}C, \text{ 따라서 어는점은 } -0.21^{\circ}C \text{이다.}$$

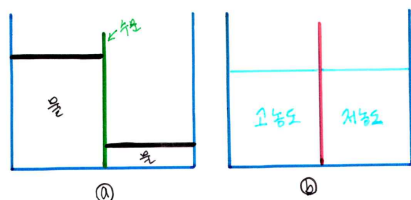
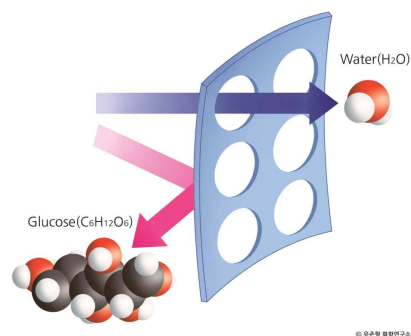
72. 10%의 설탕물과 10%의 포도당 수용액의 어는점과 끓는점을 비교하라. 단, 설탕, 포도당 물질량은 각각 342g/mol, 포도당 180g/mol이다.

답) 포도당이 약 2배 끓는점이 올라가고, 약 2배 어는점이 내려간다.

10%의 의미는 '용액 100g당 용질이 10g 있다는 것'이다. 설탕 몰수는 $\frac{10}{342}mol$, 포도당 몰수는 $\frac{10}{180}mol$ 이다. 몰 수 큰 게 끓는점 더 많이 올라가고, 어는점 더 많이 내려간다. 보라. 같은 질량을 녹였지만, 종류는 중요하지 않다는 것을 볼 수 있다. 입자 수(몰수)가 중요하다는 것이다.

73. 삼투현상(osmosis)이란 무엇인가?

화학적인 위치(퍼텐셜)에너지 차(농도차)로 인해, 반투과성 막 경계로 저농도에서 고농도로 용매가 이동하는 현상이다. 반투과성막은 용매(H_2O)는 통과되지만 용질($C_6H_{12}O_6$)통과시킬 수 없는 막이다. 보통 생체막이 반투과성막이다.



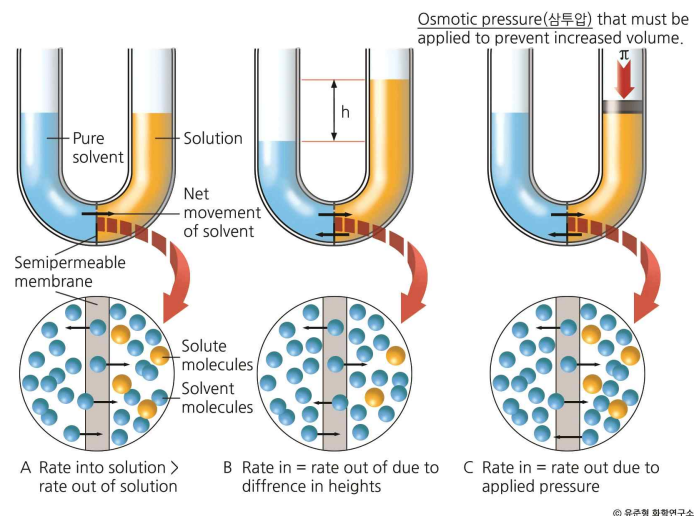
그림a를 보고 평안함을 느끼는가? 아니다. 그 이유는 우리 마음속에 중력퍼텐셜이 있기 때문이다. 수문을 열면 수면의 차이가 없을 때까지 이동한다. 그림b도 농도의 차이가 있다. 퍼텐셜 에너지가 같아지려는 쪽으로 움직인다.

74. 삼투압(π)이란?

삼투현상으로 인해 용매(물)가 반투과성을 미는 압력을 말한다. 즉, 고농도쪽으로 용매(물)가 들어오려는 힘이다. 하지만 실질적으로 용매(물)가 반투과성을 미는 압력을 측정하기란 쉬운 게 아니다. 충분한 시간이 흐르면 고농도쪽으로 h만큼의 높이가 생긴다(그림 B). 그 높이 차(h)를 없애기 위해, h=0으로 만들기 위해 고농도쪽에서 5atm이라는 압력을 가했다고 한다면(그림 C), 이 5atm을 삼투압이라고 정의한다.

삼투압의 정의를 정확히 알았다면, 딱 이것만 기억하라. 삼투압은 온도(T)와 농도(C)에 비례한다는 것이다. 비례를 등호로 하기 위해서는 상수가 필요한데, 그 상수가 흥미롭게도 기체상수(R)이다. 일정 용기에서 기체의 움직임과 용액에서 용질의 움직임은 본질이 같기 때문이다. 이러한 천재적인 발상을 한 반트호프는 1901년 최초의 노벨화학상을 받는다(반트호프법칙).

The pressure that must be applied to a solution to prevent the net diffusion of solvent through a semipermeable membrane into the solution.



$$\pi = CRTi \quad (\pi: \text{삼투압}, C: \text{몰농도}, R: \text{기체 상수}, T: \text{절대온도}, i: \text{반트호프인자})$$

$$C = \frac{n}{V} \text{ 이므로 } \pi V = nRTi, \quad M = \frac{wRT}{\pi V} \quad (V: \text{용액의 부피}, w: \text{용질의 질량}, M: \text{분자량})$$

75. 분자량이 30000인 비휘발성, 비전해질 용질 30g을 물에 녹여 100mL의 수용액을 만들었다. 이 수용액의 온도가 27℃일 때 삼투압(π)을 구하라.(단, 기체상수(R)=0.082 atm·L/mol·K)

답) 0.25atm

$$\text{삼투압}(\pi) = CRT = \frac{30g}{\frac{30000g/mol}{0.1L}} \times 0.082 \times (273 + 27) = 0.25\text{atm}$$

76. 연세대학교에서 근무하는 유준형박사는 단백질 2g을 물에 녹여 전체 0.1L 만들었다. 삼투압이 25℃에서 0.02atm이다. 단백질의 물질량(분자량)을 구하라.

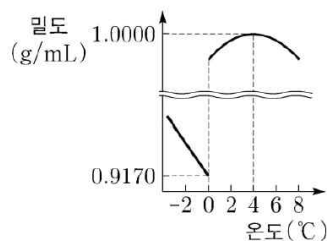
답) 23,272g/mol

$$M = \frac{wRT}{\pi V} = \frac{2 \times 0.082 \times (273 + 25)}{0.02 \times 0.1} \quad (V : \text{용액의 부피}, w : \text{용질의 질량}, M : \text{분자량})$$

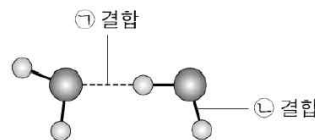
$$= 24,436 \text{ g/mol}$$

[대수능 화학2 기출]

77. 그림 (가)는 1기압에서 온도에 따른 H₂O의 밀도를, (나)는 H₂O 분자와 관련된 결합 모형을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것은 O, 옳지 않은 것은 X로 표시하시오.

ㄱ. 0℃에서 H₂O(s)의 밀도가 H₂O(l)의 밀도보다 작은 것은 ㉠결합과 관련이 있다.

------()

ㄴ. 0℃에서 ㉡결합 수는 1g의 H₂O(l)에서가 1g의 H₂O(s)에서보다 크다.

------()

ㄷ. H₂O(l) 1g의 부피는 0℃에서가 4℃에서보다 크다. ------()

답

ㄱ. 0℃에서 H₂O(s)의 밀도가 H₂O(l)의 밀도보다 작은 것은 ㉠결합과 관련이 있다.

------(O)

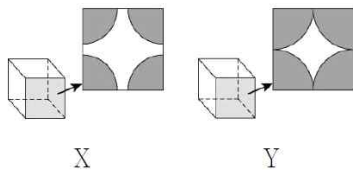
ㄴ. 0℃에서 ㉡결합 수는 1g의 H₂O(l)에서가 1g의 H₂O(s)에서보다 크다.

------(X)

ㄷ. H₂O(l) 1g의 부피는 0℃에서가 4℃에서보다 크다. ------(O)

[대수능 화학2 기출]

78. 그림은 금속 X와 Y 결정의 단위 세포 모형과 단위 세포의 면을 나타낸 것이고, 표는 X와 Y 결정에 대한 자료의 일부이다. X와 Y의 결정 구조는 각각 단순 입방 구조와 체심 입방 구조 중 하나이다.



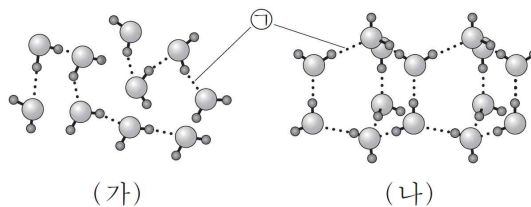
금속	X	Y
단위 세포에 포함된 원자 수	a	
한 원자에 가장 인접한 수	8	b

이에 대한 설명으로 옳은 것은 O, 옳지 않은 것은 X로 표시하시오.(단, 단위 세포 모형에 원자는 나타내지 않았다.)

- ㄱ. X의 결정 구조는 체심 입방 구조이다. -----(O)
- ㄴ. a = 2이다. -----(O)
- ㄷ. b = 12이다. -----(X)

[대수능 화학2 기출]

79. 그림은 H₂O 분자 사이의 결합을 모형으로 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 자연계에 존재하는 물과 얼음 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은 O, 옳지 않은 것은 X로 표시하시오.

- ㄱ. (가)는 얼음이다. -----(X)
- ㄴ. ①은 수소 결합이다. -----(O)
- ㄷ. 밀도는 (나)가 (가)보다 크다. -----(X)

[대수능 화학2 기출]

80. 다음은 서로 다른 농도의 NaOH 수용액을 혼합한 후 증류수로 희석하여 0.5M NaOH(aq)을 만드는 실험이다.

(가) 다음과 같은 NaOH(aq) A~C를 각각 2 개씩 준비한다.

수용액	A	B	C
농도	2.5%	2.5m	2.5M
질량 또는 부피	400g	110g	50mL

(나) 표와 같이 각각 두 수용액을 혼합한 후 증류수를 가하여 3 개의 0.5M NaOH(aq)을 만든다.

혼합한 수용액	A, B	A, C	B, C
0.5M NaOH(aq)의 부피(mL)	V_1	V_2	V_3

이에 대한 설명으로 옳은 것은 O, 옳지 않은 것은 X로 표시하시오.

(단, NaOH의 화학식량은 40 이고, 온도는 일정하다.)

- ㄱ. NaOH의 몰수는 A가 C의 2 배이다. -----()
- ㄴ. $V_1 = 1000$ 이다. -----()
- ㄷ. $V_2 = V_3$ 이다. -----()

First, NaOH의 질량을 구한다.

수용액	A	B	C
농도	2.5%	2.5m	2.5M
질량 또는 부피	400g	110g	50mL
NaOH의 질량	10g	10g	5g

- ㄱ. NaOH의 몰수는 A가 C의 2 배이다. -----(O)
- ㄴ. $V_1 = 1000$ 이다. -----(O)

$$0.5M \times \frac{V_1}{1000} = \frac{20g}{40g/mol} \quad \therefore V_1 = 1000mL$$

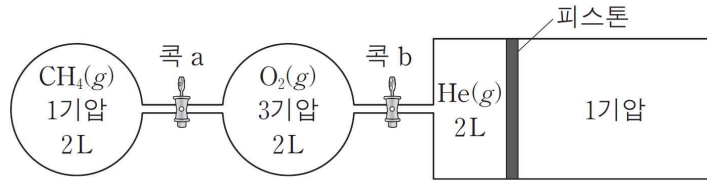
- ㄷ. $V_2 = V_3$ 이다. -----(O)

A+C=15g, B+C=15g. 즉, 몰수 같다.

$$0.5M \times \frac{V_2}{1000} = \frac{15g}{40g/mol} \quad \therefore V_2 = V_3 = 750mL$$

[대수능 화학2 기출]

81. 그림은 400K에서 두 강철 용기에 CH₄과 O₂ 가, 실린더에 He이 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 콕 a를 열어 CH₄ 을 완전 연소시켜 반응이 완결된 후, 콕 b 를 열고 충분한 시간 동안 놓아두었다.

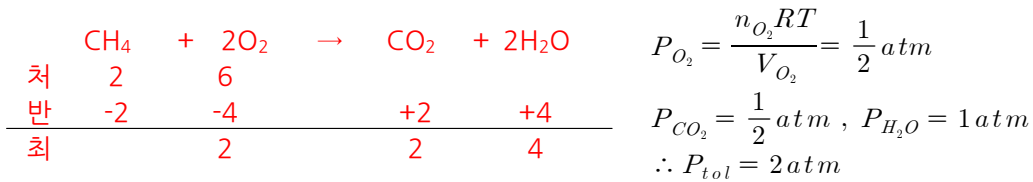


400K에서 실린더 속 CO_2 의 몰수는? (단, 연결관의 부피, 피스톤의 마찰은 무시하고, 400K에서 $RT = 33$ 기압·L/몰이다.)

- ① $\frac{1}{33}$ ② $\frac{2}{55}$ ③ $\frac{1}{11}$ ④ $\frac{2}{11}$ ⑤ $\frac{6}{5}$

답 ②

- “400K에서” 100℃이상이기 때문에 수증기 형태이다.
- “꼭 a를 열어 CH_4 을 완전 연소시켜 반응이 완결된 후”



- “꼭 b를 열고 충분한 시간 동안 놓아두었다.” 피스톤 전체 부피를 V 라고 한다면,

$$P_{\text{tol}} \times V_{\text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}} = 2 \times 4 = P_1 (V + 4) \dots \textcircled{1}$$

$$P_{\text{He}} \times V_{\text{He}} = 1 \times 2 = P_2 (V + 4) \dots \textcircled{2}$$

★ $P_1 + P_2 = 1 \text{ atm} \dots \textcircled{3}$, $\therefore \textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3}$ 을 통해 $V = 6L$

$$P_{\text{CO}_2} \times V_{\text{CO}_2} = \frac{1}{2} \times 4 = 10 \times P_{\text{CO}_2}' , \therefore P_{\text{CO}_2}' = \frac{1}{5} \text{ atm.}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{\frac{1}{5} \cdot 6}{33} = \frac{2}{55} \text{ mol}$$

[대수능 화학2 기출]

82. 표는 25℃에서 물 180g에 X와 Y를 녹인 수용액 I ~ III에 대한 자료이다. 물의 몰랄 내림 상수(K_f)는 k ℃/m이고, 25 ℃에서 물의 증기 압력은 P 이다.

수용액	용질의 질량(g)		기준 어는점 (°C)	증기 압력
	X(s)	Y(s)		
I	a	b	$-\frac{50}{9}k$	
II	a	2b	$-\frac{175}{18}k$	
III	3a	b		x

x는? (단, 물의 분자량은 18 이고, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이며 서로 반응하지 않는다. 수용액은 라울 법칙을 따른다.)

- ① $\frac{10}{11}P$ ② $\frac{20}{23}P$ ③ $\frac{6}{11}P$ ④ $\frac{5}{11}P$ ⑤ $\frac{3}{23}P$

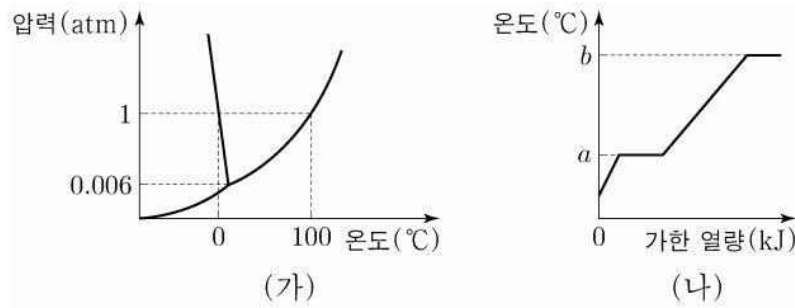
답 ②

수용액	용질의 질량(g)		기준 어는점 (°C)	증기 압력	
	X(s)	Y(s)			
I	a	b	$-\frac{50}{9}k$		$\frac{50}{9}k = k \frac{\frac{a}{M_x} + \frac{b}{M_y}}{0.18} \dots \textcircled{1}$
II	a	2b	$-\frac{175}{18}k$		$\frac{175}{18}k = k \frac{\frac{a}{M_x} + \frac{2b}{M_y}}{0.18} \dots \textcircled{2}$
III	3a	b		x	①, ②를 통해 $\frac{a}{M_x} + \frac{b}{M_y} = 1, \frac{a}{M_x} + \frac{2b}{M_y} = 1.75$

$$\frac{a}{M_x} = 0.25, \frac{b}{M_y} = 0.75 \therefore P_x = P_{tot} \times \frac{n_{H_2O}}{n_{H_2O} + n_x + n_y} = P \times \frac{10}{10 + 0.25 \times 3 + 0.75} = \frac{20}{23}P$$

[2021학년도 대수능 화학2 기출]

83. 그림 (가)는 H₂O의 상평형 그림을, (나)는 0.8 atm에서 H₂O의 가열 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. $b - a < 100$ 이다.
- ㄴ. $a^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 H_2O 의 안정한 상은 고체이다.
- ㄷ. 0.7 atm에서 H_2O 의 끓는점은 $b^{\circ}\text{C}$ 보다 높다

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

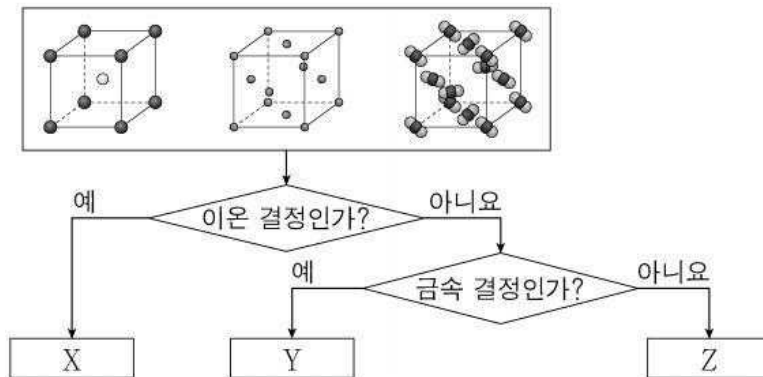
- ㄱ. 온도가 일정한 구간이 2군데다. 따라서 a 는 녹는점, b 는 끓는점이다.
 만약 1기압이었다면, $b - a = 100$ 이다. 0.8 atm에서 $b - a < 100$ 이다.
- ㄴ. $a^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 H_2O 의 안정한 상은 액체이다.
- ㄷ. 0.8 atm에서 끓는점은 b 이다. 0.7 atm에서 H_2O 의 끓는점은 $b^{\circ}\text{C}$ 보다 낮다.

답 ①(ㄱ)

[2021학년도 대수능 화학2 기출]

84. 그림은 3가지 고체를 분류하는 과정을 나타낸 것이다. X~Z는 각각 Ag(s) , $\text{CO}_2\text{(s)}$, CsCl(s) 중 하나이고,

각 고체의 결정 구조를 모형으로 나타내었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 결정의 단위세포는 정육면체이다.)

- ㄱ. X는 CsCl(s)이다.
 ㄴ. Y의 결정 구조는 체심 입방 구조이다.
 ㄷ. Z는 분자 결정이다.

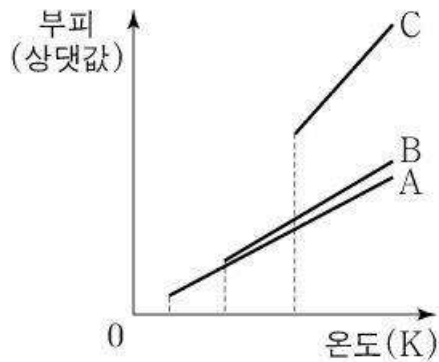
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답 ③

[2021학년도 대수능 화학2 기출]

85. 그림은 같은 질량의 A(g)~C(g)의 압력을 각각 1atm으로 유지하면서 온도를 낮추어 액체가 될 때까지

기체의 부피를 나타낸 것이다. A~C는 각각 H_2O , H_2S , F_2 중 하나이고, H_2O , H_2S , F_2 의 화학식량은 각각 18, 34, 38이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



- ㄱ. 화학식량은 $A > B$ 이다.
 ㄴ. B(l) 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재한다.
 ㄷ. C가 B보다 기준 끓는점이 높은 주된 이유는 C(l) 분자 사이에 수소 결합이 존재하기 때문이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답 ⑤

그래프는 A, B, C의 끓는점의 정보를 준다. H_2O (C)의 끓는점이 제일 높다. H_2S , F_2 은 분자량이 비슷하여 분산력은 비슷할 것이다. 하지만, H_2S 는 극성분자이기 때문에 쌍극자 쌍극자가 존재하여 끓는점이 상대적으로 더 높을 것이다. 따라서 B는 H_2S , A는 F_2 이다.

[2021학년도 대수능 화학2 기출]

86. 표는 온도 T에서 X(g)와 Y(g)에 대한 자료이다.

기체	화학식량	압력(atm)	밀도(g/L)
X(g)	x	1	3a
Y(g)	y	2	2a

x/y?

① $\frac{4}{3}$

② $\frac{3}{2}$

③ 2

④ 3

⑤ 4

답 ④

PM=dRT에서 T일정하므로, $M \propto d/P$ 이다.

[2021학년도 대수능 화학2 기출]

87. 다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다.

〔학습 내용〕

- 온도가 높을수록 액체의 증기압은 높다.

〔가설〕

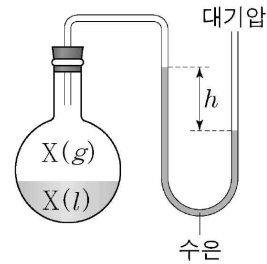
- (가)

〔탐구 과정〕

(가) 그림과 같이 진공 상태의 플라스크에 X(l)를 넣고 평형에 도달했을 때, 온도에 따른 수은 기둥의 높이 차 h를 측정한다.

(나) Y(l)를 사용하여 과정 (가)를 반복한다.

(다) X(l)와 Y(l)의 기준 끓는점을 조사한다.



〔탐구 결과〕

- $t_1^{\circ}\text{C} \sim t_3^{\circ}\text{C}$ 에서 h와 기준 끓는점

액체	h(cm)			기준 끓는점($^{\circ}\text{C}$)
	$t_1^{\circ}\text{C}$	$t_2^{\circ}\text{C}$	$t_3^{\circ}\text{C}$	
X(l)	74	70	61	100
Y(l)	72	63	41	78

A의 가설이 옳다는 결론을 얻었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 대기압은 76cmHg로 일정하고, 수은의 증기압은 무시한다.)

ㄱ. $t_1 < t_2 < t_3$ 이다.

ㄴ. 78°C 에서 Y(l)의 증기압은 76cmHg보다 낮다.

ㄷ. ‘같은 온도에서 증기압이 낮은 액체일수록 기준 끓는점은 높다.’ ㉠으로 적절하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답 ③

$P_x + h = 76\text{cmHg}$, $\therefore h = 76 - P_x$ 이다.

액체	h(cm)						기준 끓는점(°C)
	t ₁ °C		t ₂ °C		t ₃ °C		
X(l)	74	P _x = 2	70	P _x = 6	61	P _x = 15	100
Y(l)	72	P _y = 4	63	P _y = 13	41	P _y = 35	78

온도가 증가 할수록 증기압력이 커지므로 $t_1 < t_2 < t_3$ 이다.

78°C는 기준 끓는점은 외부 압력이 1기압일 때의 끓는점이다. 1기압은 76cmHg이다. 결국 78°C일 때는 Y(l)의 증기압은 76cmHg이다.

88. 표는 A(aq)과 B(aq)에 대한 자료이다. 두 수용액의 몰랄 농도는 같고, 화학식량은 B가 A의 3배이다.

수용액	용액의 질량(g)	용질의 양(mol)	퍼센트 농도(%)
A(aq)	100	x	10
B(aq)	300	y	

y/x는?

① $\frac{9}{4}$

② $\frac{5}{2}$

③ 3

④ $\frac{7}{2}$

⑤ 4

답 ②

A의 화학식량을 M, B의 화학식량은 3M이라고 하자.

수용액	용액의 질량(g)	용질의 양(mol)	용질 양(g)	용매 양(g)	퍼센트 농도(%)
A(aq)	100	x	10	90	10
B(aq)	300	y			
B(aq)	120	x	30	90	

두 수용액의 몰랄 농도는 같으므로, B수용액도 용매 90g에 xmol 있으면 된다.

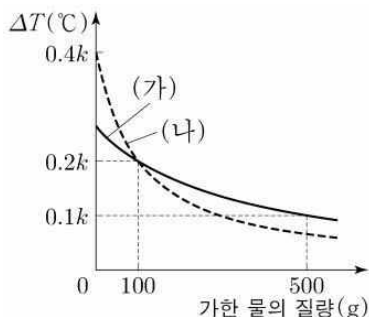
다만 질량으로 바꾸어 보려고 한다. A의 화학식량을 M, B의 화학식량은 3M이기 때문에, 똑같은 몰 수 일 때, 질량이 3배가 된다. B수용액에 용질이 30g있어야 한다. 따라서 용액의 질량이 120g이 된다. 즉, B수용액 120g에 용질 xmol넣으면, A수용액과 똑같은 몰랄농도를 갖는 수용액이 된다는 것이다.

또한, B수용액 300g에 용질 ymol넣으면, A수용액과 똑같은 몰랄농도를 갖는 수용액이 된다.

$120 : x = 300 : y, \therefore y/x = 5/2$ (답 ②)

[2021학년도 대수능 화학2 기출] 난이도 상

89. 그림은 A(s) 8wg을 물에 녹인 수용액 (가)와 A(s) xg과 B(s) xg을 물에 녹인 수용액 (나)에 각각 물을 추가할 때, 가한 물의 질량에 따른 수용액의 끓는점 오름(ΔT)을 나타낸 것이다. 물의 몰랄 오름 상수는 $k^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 이고, 화학식량은 B가 A의 3배이다.



x는?(단, 압력은 1 atm으로 일정하고, A와 B는 비휘발성, 비전해질이며 서로 반응하지 않는다. 용액은 라울 법칙을 따른다.

- ① 3w ② 4w ③ 5w ④ 6w ⑤ 7w

답 ①

$\Delta T_b = K_b \times m = km$, A의 화학식량을 M이라고 하면, B의 화학식량은 3M이다.

$$m(\text{몰랄농도}) = \frac{n(\text{용질 몰수})}{w(\text{용매 질량})}$$

(나)그래프에서 용질 몰수는 그대로인데, m이 0.4k에서 0.2k로 떨어진다. 아! 용매의 양이 2배가 되었구나. 즉, 물 100g 추가했더니 전체 용매의 양이 2배가 되었다. 처음 (나) 용매의 양이 100g이었다.

(가)와 (나)그래프가 만나는 지점에서 (나)는 용매 200g에 일정량의 용질이 들어가 있을 것이다.

(가)그래프에서도 물의 질량이 100g일 때에서 500g일 때 몰랄농도가 절반이 된다. 즉, 400g을 추가로 넣어 주었더니, 용매의 양이 2배가 되었다는 것이다. 가한 물의 양이 100g일 때, 존재 했던 용매의 양이 400g이라는 소리다((가) 처음에는 용매의 양이 300g).

(가)와 (나)그래프가 만나는 지점에서 (가)는 용매 400g에 일정량의 용질이 들어가 있을 것이다.

(가)와 (나)그래프가 만나는 지점에서 (가)와 (나)의 농도가 같다.

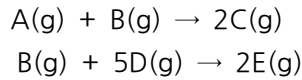
(가)의 농도가 $\frac{8nmol}{400g}$ 이라면(8wg=8nmol이라고 하자), (나)의 농도는 $\frac{4nmol}{200g}$ 이 될 것이다.

또한 (나) 수용액에서 A와 B의 질량(x g)이 같다. $w=n \times M$ 이고, A의 화학식량을 M, B의 화학식량은 3M이므로, 몰수 비가 A : B = 3 : 1이다. 4n을 3 : 1로 나누어 주면, A가 3n몰, B가 n몰 있는 것이다.

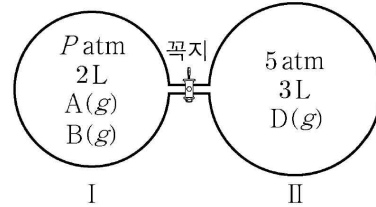
8wg = 8nmol($w=n$)이므로 A가 3n몰은 3wg이 된다.

[2021학년도 대수능 화학2 기출] 난이도 상

90. 다음은 2가지 반응의 화학 반응식이다.



그림은 온도 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기 I과 II에 A(g), B(g), D(g)가 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. I에서 반응물 중 하나가 모두 소모될 때까지 반응시킨 후, 꼭지를 열고 D(g)가 모두 소모될 때까지 반응시켰다. 반응이 완결된 후 E(g)의 몰분율은 2/3이었다.



P는?(단, 온도는 T로 일정하고, 연결 관의 부피는 무시하며, C(g)는 반응하지 않는다.)

- ① $\frac{3}{2}$ ② 2 ③ $\frac{5}{2}$ ④ 3 ⑤ $\frac{7}{2}$

답 ④

‘I에서 반응물 중 하나가 모두 소모될 때까지 반응’시킨다. 한계 반응물 찾아야 한다.

두 번째 화학반응(D가 한계반응물)식에서 B가 반응하기 위해서는 첫 번째 화학반응에서 A가 한계반응물이다. 최종적으로 용기 안에는 C, E가 확실히 남아 있고, B는 남아 있을 수도 있다.

PV=nRT에서 T일정하므로, PV ∝ n이다.

	B(g)	+ 5D(g)	→	2E(g)
처음		15		
반응	-3(min)	-15		+6
평형		0		6

반응이 완결된 후 E(g)의 몰분율은 2/3이므로 전체 몰수는 9mol이다.

따라서 $n_C + n_B = 3\text{mol}$ 이 된다.

초기 상태로 되돌아가서 전체 기체의 몰수를 생각해 보자.

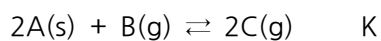
두 번째 화학반응에서 6mol만큼의 E를 만들기 위해 B가 최소 3mol이 무조건 필요 했다. B의 3mol은 첫 번째 반응에서 남은 양이다. 초기에는 B가 더 있었겠다. 두 번째 반응에서도 B가 $(3 - n_C)\text{mol}$ 만큼 남아 있을 수도 있다(이게 초기 양 일 수 있다). 마지막으로 첫 번째 반응($A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$)에서 C n_C 를 만들기 위해서 순수하게 사용된 반응물은 n_C 이다.

따라서 초기 전체 기체의 몰수는 $3 + (3 - n_C) + n_C (=6)$ 이다. PV(2)=6. 따라서 P=3atm

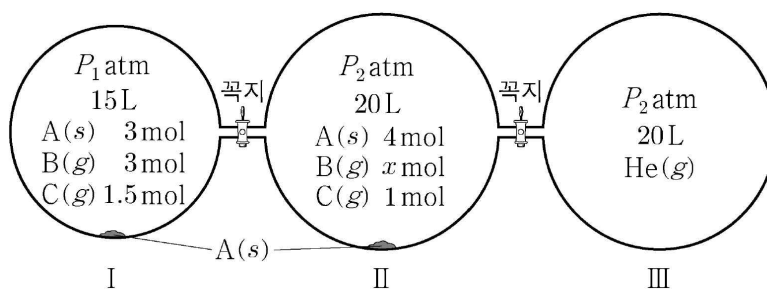
[2021학년도 대수능 화학2 기출] 난이도 상

91. 다음은 A(s)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서 농도로 정의되는 평

형 상수(K)이다.



그림은 온도 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기 I 과 II에서 각각 반응이 진행되어 도달한 평형 상태와 꼭지로 분리된 강철 용기 III에 He(g)이 들어 있는 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, 온도 T로 일정하고, 고체의 부피와 증기압, 연결관의 부피는 무시한다.)

ㄱ. $K = \frac{5}{4}$

ㄴ. $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{3}$

ㄷ. 두 꼭지를 동시에 연 후 도달한 새로운 평형에서 용기 속 $\frac{B \text{의 부분압력}}{He \text{의 부분압력}} < 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

답 ⑤

ㄱ. K에서 고체는 제외다. 따라서 $K = \frac{[C]^2}{[B]} = \frac{\left(\frac{1.5\text{mol}}{15L}\right)^2}{\frac{3\text{mol}}{15L}} = \frac{1}{20}$

ㄴ. $PV=nRT$ 에서 T일정하므로, $PV \propto n$ 이다.

I에서 $P_1 \times V = n$ 이므로 $P_1 \times 15 = 4.5$ 이다. 따라서 $P_1 = 0.3\text{atm}$

II에서도 같다. 근데, x를 먼저 구해야 한다. T가 안 바뀌면, K 안 바뀌므로

$$K = \frac{[C]^2}{[B]} = \frac{\left(\frac{1\text{mol}}{20L}\right)^2}{\frac{x\text{mol}}{20L}} = \frac{1}{20} \text{ 이므로 } x = 1\text{mol}$$

$P_2 \times V = n$ 이므로 $P_2 \times 20 = 2$ 이다. 따라서 $P_2 = 0.1\text{atm}$

따라서 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{3}$ 이다.

ㄷ. 계산하는 문제가 아닌, 의미를 생각하는 문제이다. 전체를 열었으면, $PV=nRT$ 에서 V, R, T일정하므로 결국 $P \propto n$ 이다.

III에서 $P_2 = 0.1\text{atm}$ 이므로, $P_2 \times V = n$ 에서 He이 2mol있고, I, II에서 B가 총 4mol 있었다. 꼭지를 열어 부피가 증가되면, 압력이 증가하는(몰 수 증가) 쪽으로 반응이 진행이 되어야 된다. 즉, 정반응이 진행 되어야 한다.

다. $\frac{B\text{의 부분압력}(4\downarrow)}{He\text{의 부분압력}(2)} < 2$ 이다.

[2021학년도 대수능 화학2 기출] 난이도 최상

92. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.

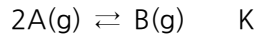
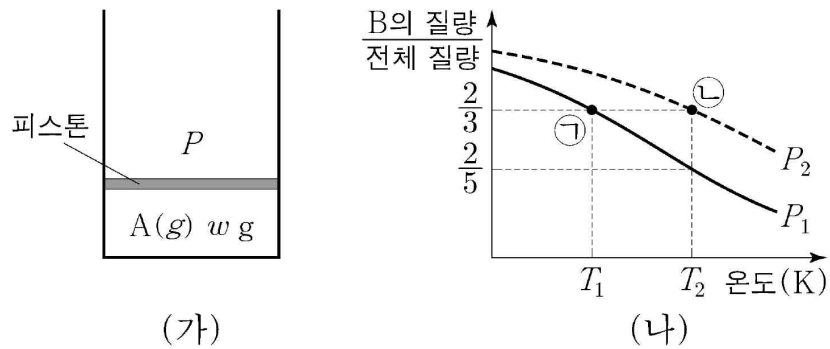


그림 (가)는 실린더에 A(g) wg을 넣은 초기 상태를, (나)는 (가)에서 외부 압력(P)이 P_1 또는 P_2 로 일정할 때, 반응이 진행되어 도달한 평형에서 온도에 따른 $\frac{B \text{의 질량}}{\text{기체의 전체 질량}}$ 을 각각 나타낸 것이다.

㉠에서 기체의 부피
㉡에서 기체의 부피 = 4이다.



$\frac{T_2}{T_1}$ 는?(단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- ① $\frac{9}{8}$ ② $\frac{8}{7}$ ③ $\frac{7}{6}$ ④ $\frac{6}{5}$ ⑤ $\frac{5}{4}$

답 ①

기체니까 몰수가 필요하다. 일단, 질량으로 접근해보자.

T_2 에서, $\frac{B \text{의 질량}}{\text{기체의 전체 질량}} = \frac{2}{3} = \frac{10M(g)}{15M(g)}$ 이라고 하자. 질량을 가지고 몰수를 알기 위해 분자량의 정보도 필요하다. $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ 을 통해 A의 분자량을 M이라고 한다면, B의 분자량은 2M이다.

전체 질량이 15M(g)이고, 질량은 늘 보존 되므로, 처음에 A를 15M(g)만큼 넣어 준 것이다.
반응 후 B가 10M(g)만큼 생긴 것이다. 즉,

A 15M(g)만큼 있었는데, A의 분자량이 M이라고 했으므로, A는 처음에 15몰만큼 있었던 것이다. 반응 후 B가 10M(g)만큼 만들어 졌기 때문에, B의 분자량이 2M이라고 했으므로, B는 5몰만큼 만들어 졌구나. 자연스럽게 A는 10몰만큼 쓴 것이고, 5몰이 남는다. 용기 안에는 전체 몰수가 10몰만큼 있는 것이다.

	2A(g)	→	B(g)
처음	15몰		
반응	- 10몰		+5몰
최종	5몰		5몰

한편, $\frac{\text{㉠에서 기체의 부피}}{\text{㉡에서 기체의 부피}} = 4 = \frac{4V}{V}$ 이라고 하자. $PV=nRT$ 에서 $n(10\text{몰})$, R 일정하므로 $PV \propto T$ 이다. $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V}{P_1 4V} = \frac{P_2}{4P_1}$ 이다.

한편, 온도(T_2)가 일정하면 K 는 변함없다.

$\frac{B \text{의 질량}}{\text{기체의 전체 질량}} = \frac{2}{5} = \frac{6M(g)}{15M(g)}$, 전체 질량이 15M(g)이고, 질량은 늘 보존 되므로, 처음에 A를 15M(g)만큼 넣어 준 것이다. 반응 후 B가 6M(g)만큼 생긴 것이다. 즉,

A 15M(g)만큼 있었는데, A의 분자량이 M이라고 했으므로, A는 처음에 15몰만큼 있었던 것이다. 반응 후 B가 6M(g)만큼 만들어 졌기 때문에, B의 분자량이 2M이라고 했으므로, B는 3몰만큼 만들어 졌구나. 자연스럽게 A는 6몰만큼 쓴 것이고, 9몰이 남는다. 용기 안에는 전체 몰수가 12몰만큼 있는 것이다.

	2A(g)	→	B(g)
처음	15몰		
반응	- 6몰		+3몰
최종	9몰		3몰

㉠ 점부터 K 를 구해보자.

$$K = \frac{\frac{5}{V}}{\frac{5}{V} \times \frac{5}{V}} = \frac{V}{5}$$

㉡ 아래 점의 K 는

$$K = \frac{\frac{3}{V'}}{\frac{9}{V'} \times \frac{9}{V'}} = \frac{V'}{27}$$

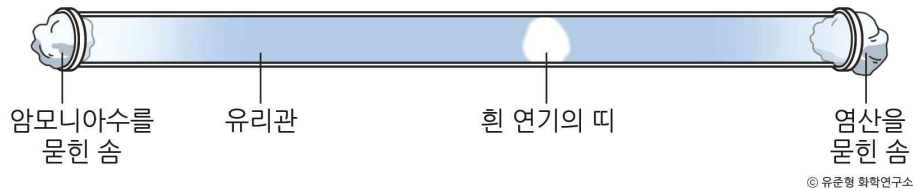
온도가 같으므로 $\frac{V}{5} = \frac{V'}{27}$ 이므로, $V' = \frac{27}{5} V$ 이다.

$PV=nRT$ 에서 T 가 일정하므로 $PV \propto n$ 이다.

$P_1 \times \frac{27}{5} V : 12\text{몰} = P_2 \times V : 10\text{몰}$ 이므로 $P_2 = \frac{9}{2} P_1$ 이다. 따라서 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V}{P_1 4V} = \frac{P_2}{4P_1} = \frac{\frac{9}{2} P_1}{4P_1} = \frac{9}{8}$ (답)

[응용 심화 서술형]

93. 상온에서 다음과 같이 긴 유리관 양끝에 암모니아수와 염산을 묻힌 솜을 동시에 넣었더니, 염산을 묻힌 솜 가까이에 흰 연기 띠가 생겼다. 만약 유리관 속 온도를 2배로 증가시킨다면, 흰 연기 띠가 생기는 위치와 시간이 어떻게 달라질지 그 변화를 이유를 포함하여 서술하시오.



운동 에너지는 절대 온도에 비례하므로 온도가 높아지면 운동 에너지가 증가한다. 따라서 흰 연기 띠가 생기는 속도가 빨라진다. 하지만 암모니아와 염화수소 분자 운동이 모두 빨라지므로, 흰 연기 띠가 생기는 위치는 변하지 않는다.

[응용 심화 서술형]

94. 아래 김연아 선수처럼 얼음판 위에서 타는 스케이트는 눈 위에서 타는 스키나 보드와 달리, 스케이트 날이 가늘어야 잘 미끄러진다. 그 이유를 논리적으로 서술하시오.

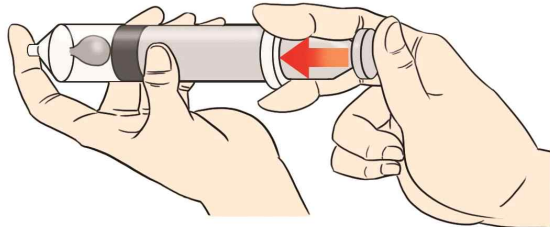


그림 출처 : GettyImages/멀티비츠

스케이트 날이 가늘수록 얼음판에 가해지는 압력이 커지고, 압력이 커지면 얼음의 녹는점이 낮아진다. 얼음이 물로 융해되면 마찰력이 작아져 스케이트 날이 잘 미끄러진다.

[응용 심화 서술형]

95. 다음 그림과 같이 주사기 속에 고무풍선을 작게 붙어넣고 주사기 끝을 손가락으로 막은 상태에서 피스톤을 눌렀다. 이때 나타나는 현상을 주사기 속 고무풍선의 부피변화 중심으로 논리적으로 서술하시오(관련 법칙을 언급하라).



© 유준형 화학연구소

주사기 끝을 막고 피스톤을 밀면 주사기의 속의 공기 부피가 작아지고 압력이 높아진다. 고무풍선의 외부 압력이 높아지면 고무풍선 속의 공기 부피는 감소한다. 이는 온도가 일정할 때 기체의 부피는 압력에 반비례하는 보일 법칙으로 설명할 수 있다.

[응용 심화 서술형]

96. 바닥이 오목한 그릇에 뜨거운 국을 담아 식탁 위에 올려놓으면 식탁이 깨끗한데도 그릇이 미끄러지는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 현상이 나타나는 이유를 서술하시오.

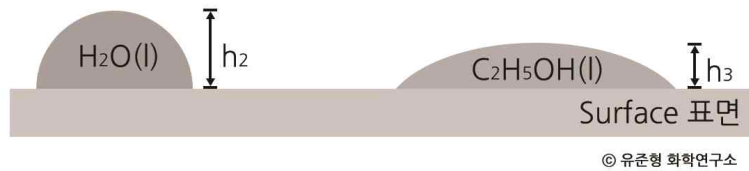


그림 출처 : Gukbedal.com

바닥이 오목한 그릇 속과 식탁 사이에 들어 있는 공기가 뜨거운 국에 의해 온도가 높아지면 분자 운동이 활발해지고 압력이 커진다. 이때 그릇의 한쪽이 살짝 들어 올려 저 공기가 빠져나가면 반작용으로 그릇이 미끄러지듯 움직인다.

[응용 심화 서술형]

97. 25℃, 1기압에서 물(H_2O)과 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)을 유리판에 한 방울씩 떨어뜨려 각각의 액체가 증발하는 시간을 측정하였더니 에탄올이 물보다 더 빨리 증발하였다. 실험 결과를 이용하고, 증발이 잘 되는 조건을 고려하면서 물과 에탄올의 끓는점을 논리적으로 비교 서술하시오.



주변의 온도가 높을수록, 습도가 낮을수록, 바람이 강하게 불수록, 액체의 표면적이 넓을수록, 분자 간 인력이 약할수록 증발이 잘 일어난다. 에탄올은 물보다 분자 사이의 인력이 작기 때문에 증발하는 데 필요한 에너지가 더 작아 같은 조건에서 물보다 증발 속도가 빠르다. 에탄올 분자 사이의 인력이 물 분자 사이의 인력보다 작으므로 에탄올의 끓는점이 물보다 낮다.

[응용 심화 서술형]

98. 아래 그림처럼 야채과자나 라면 스프, 인스턴트커피 같은 건조식품은 맛과 향을 보존하면서 건조하는 것이 중요하다. 가열하여 수분을 증발시키는 것은 식품의 맛과 향이 날아가는 문제 때문에 식품의 가치가 떨어진다. 이러한 문제점을 해결한 것이 바로 진공 냉동 동결법이다. 이 방법은 냉동시킨 상태에서 수분을 제거하기 때문에 식품의 맛과 향이 그대로 보존된다. 농장에서 막 얻은 싱싱한 야채가 있다고 하자. 상평형 곡선을 생각하면서 수분을 제거하는 방법을 논리적으로 서술하시오.

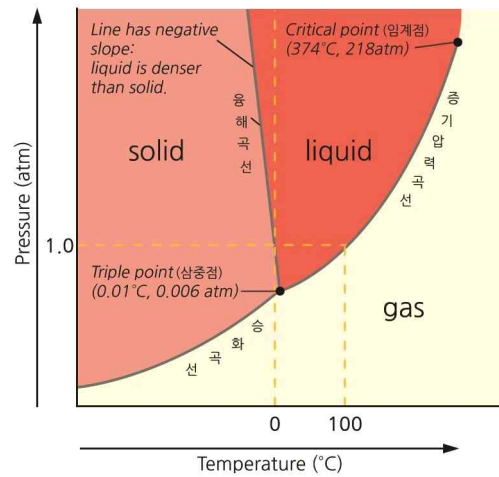
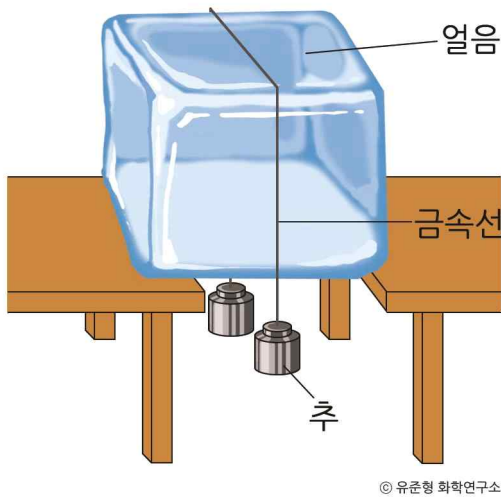


냉동시킨 상태에서 진공 탱크에 넣으면 얼음만 수증기로 승화하므로 수분을 제거할 수 있다.

참고로, 냉동 건조 식품인 인스턴트커피는 다음과 같이 만든다. 원두커피를 갈아서 뜨거운 물로 커피의 맛을 우려낸 후 -40℃정도로 냉동시킨다. 냉동된 커피 얼음덩어리를 진공 탱크에 넣어 얼음을 수증기로 승화시켜 수분을 빠르고 완전하게 제거하면 인스턴트커피 가루가 만들어진다. 커피 얼음덩어리에 얼음만 승화되므로 식품의 맛과 향은 그대로 보존된다.

[응용 심화 서술형]

99. 다음 사진과 같이 얼음에 무거운 추를 매달은 철사를 걸어두면 추가 얼음을 통과한다. 이때 얼음은 어떻게 되는지 물의 상평형 그림과 관련지어 논리적으로 서술하시오.

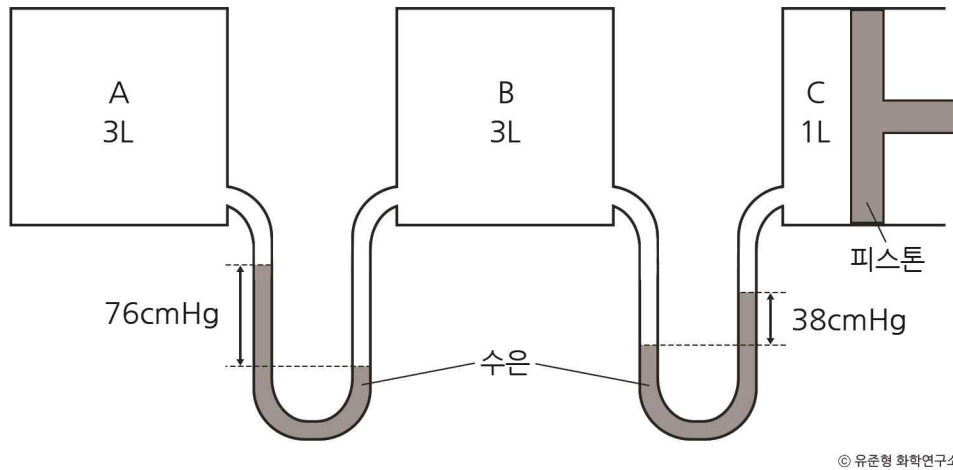


철사는 얼음을 통과하지만 얼음은 잘리지 않는다. 얼음은 압력이 증가하면 녹는점이 낮아지므로 무거운 물체를 매단 철사를 걸어 두면 압력에 의해 얼음이 녹아 물이 된다. 하지만 철사가 지나간 후에는 압력이 낮아져 물이 다시 얼어버리므로 철사가 얼음을 통과해도 얼음이 잘리지 않는다.

얼음은 일반적인 물질과 달리 압력이 커지면 녹는점이 낮아진다.

[응용 심화 서술형]

100. 다음 그림과 같이 wg 질량의 기체 A, B, C가 각각의 용기와 실린더에 들어있고, 피스톤은 더 이상 움직이지 않는 상태이다. 이때 외부 압력은 1기압이며 온도는 일정하다(단, U자관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다. 1기압 = 76cmHg).



(1) 기체 A~C의 압력을 구하시오(풀이 과정 포함).

(1) $P_A=0.5\text{기압}$, $P_B=1.5\text{기압}$, $P_C=1\text{기압}$

$$P_C = 1\text{기압} (\because \text{외부기압} = 1\text{기압})$$

$$P_B = 1\text{기압} + 0.5\text{기압} = 1.5\text{기압}$$

$$P_A = 1.5\text{기압} - 1\text{기압} = 0.5\text{기압}$$

(2) 기체 A~C의 밀도 크기의 비를 구하시오(풀이 과정 포함).

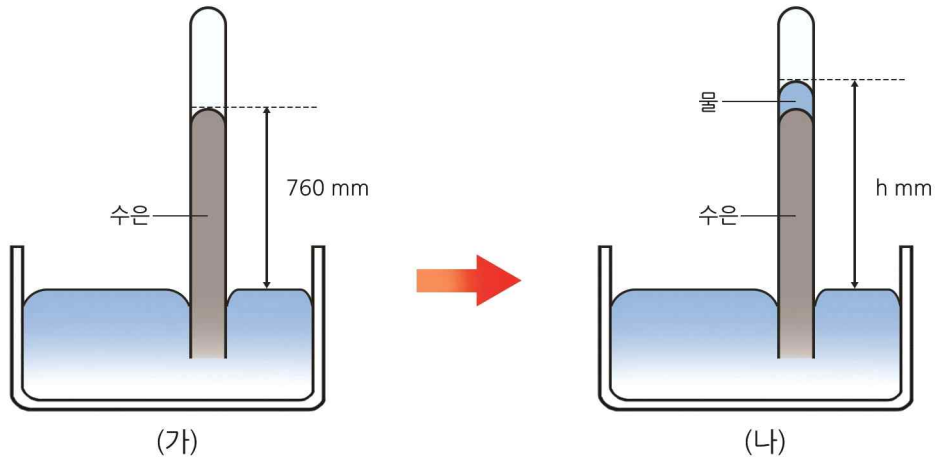
(2) $d_A : d_B : d_C = 1 : 1 : 3$

밀도=질량/부피이고 실린더에 같은 질량의 기체가 들어 있으므로 밀도 $\propto 1/\text{부피}$ 이다.

$$d_A : d_B : d_C = 1/3 : 1/3 : 1/1 = 1 : 1 : 3\text{이다.}$$

[응용 심화 서술형]

101. (가)의 시험관에 20℃의 물을 약간 넣어 주었더니, (나)와 같이 수은 기둥의 높이가 hmm로 된 후 정지하였다(단, 20℃에서 물의 증기 압력은 18mmHg이고, 물기둥의 높이는 무시한다).



© 유준형 화학연구소

(1) (나)에서 수은 기둥의 높이 h를 구하고, 시험관 속의 물의 온도를 30℃로 높이면, 수은 기둥의 높이 h를 어떻게 변할지 서술하라.

(2) (나)에서 시험관 속에 넣어 준 물의 양을 증가 시키면, 수은 기둥의 높이 h는 어떻게 변할지 예상하라.

(1) 742mm

20℃에서 물의 증기 압력이 18mmHg이므로 수은 기둥의 높이 $h=760-18=742(\text{mm})$ 이다.

h는 낮아진다.

시험관 속의 물의 온도를 30℃로 높이면 물의 증발이 활발해져 시험관 속 수증기압이 높아지므로 수은 기둥의 높이 h는 낮아진다.

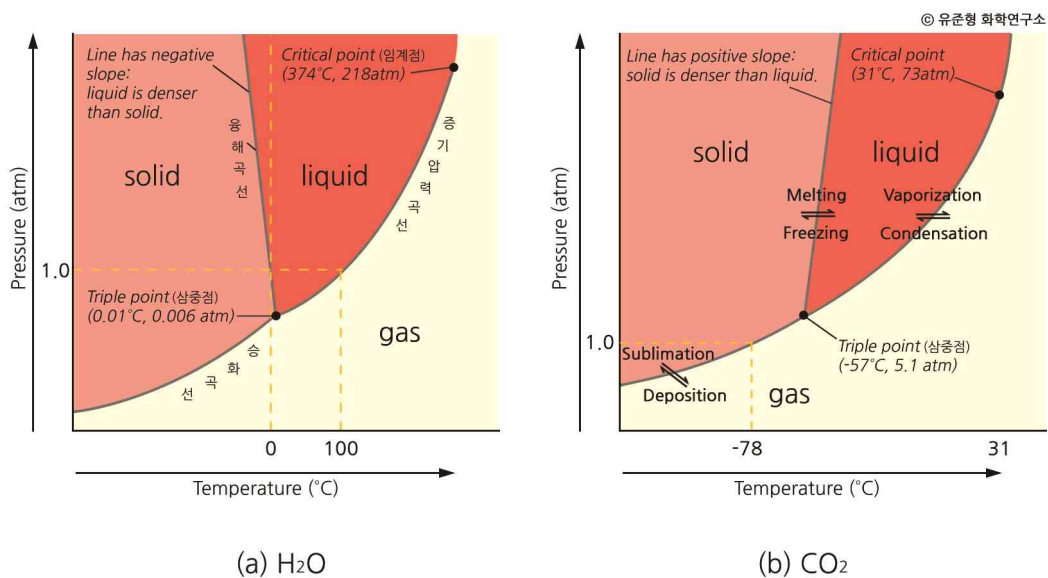
(2) h는 거의 변하지 않는다.

물의 증기 압력은 온도에 따라서는 달라지나 물의 양에 따라서는 달라지지 않으므로 시험관 속에 넣어 준 물의 양을 조금 늘리거나 줄여도 수은 기둥의 높이 h는 거의 변하지 않는다.

[응용 심화 서술형]

102. 다음 그래프는 물(a)과 이산화탄소(b) 상평형 그림에 관한 내용이다. 드라이아이스 판 위에서 스케이트를 탄다면 얼음판 위에서 탈 때와 어떤 차이가 있는지 비교하여 서술하시오.

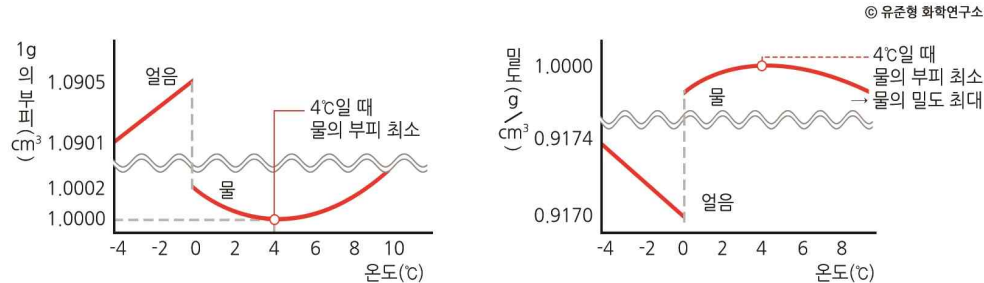
상태 변화 원인은 온도, 압력이다. 상평형 그림은 온도와 압력에 따른 물질의 상태를 나타낸 것이다. 융해곡선은 고체와 액체의 경계가 되는 선을, 기화곡선(증기압력곡선)은 액체와 기체의 경계가 되는 선을, 승화곡선은 고체와 기체의 경계가 되는 선을, 삼중점(triple point)은 상평형 그림에서 고체, 액체, 및 기체가 공존하는 점을 나타낸다. 또한 임계점(critical point)은 액체와 기체의 두 상태를 서로 분간할 수 없게 되는 지점. 즉, 액화시킬 수 있는 한계점이다.



대기압에서는 드라이아이스 판 위에 스케이트를 싣고 올라서서 압력을 가해도 드라이아이스가 액체가 되지 않고 승화하므로 스케이트가 미끄러져 앞으로 나아가지 않는다. 그러나 얼음은 압력을 가하면 녹아서 액체인 물이 되므로 스케이트 날이 미끄러져 앞으로 잘 나아간다.

[응용 심화 서술형]

103. 아래 그래프를 참고하여 다음 물음에 답하시오.



(1) 0°C이하에서 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.

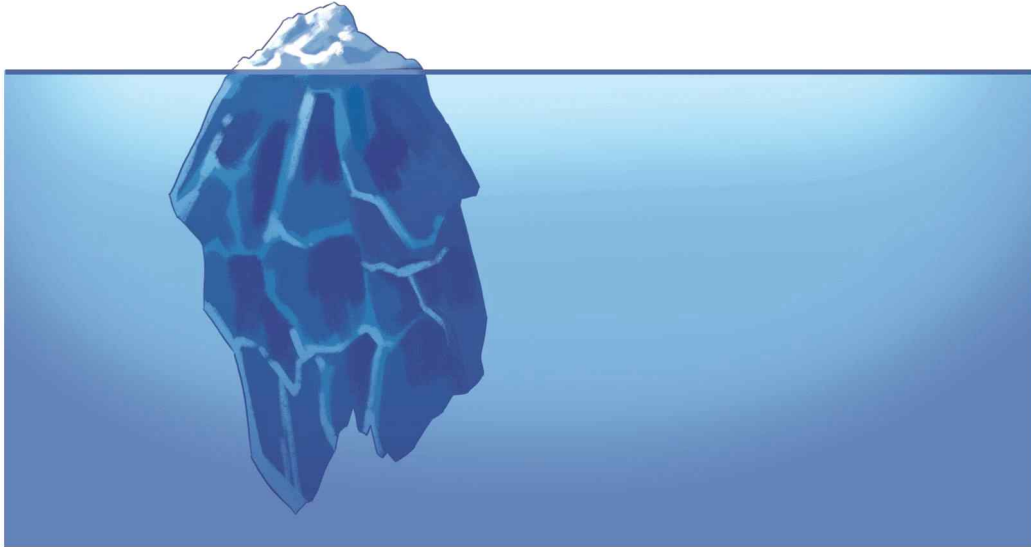
(1) 0°C이하의 얼음은 온도가 높아질수록 분자 운동이 활발해져 분자 사이의 거리가 멀어지므로 부피가 증가하고 밀도는 감소한다(열팽창). 0°C일 때 얼음에서 물로 상태 변화하면 수소 결합의 일부가 끊어지면서 공간이 감소하므로 부피가 감소하고 밀도는 증가한다. 0~4°C일 때 온도 증가에 따른 부피 증가보다 수소 결합이 끊어지면서 생기는 부피 감소 효과가 더 크므로 부피가 감소하고 밀도는 증가한다. 4°C 이상일 때는 온도가 높아질수록 분자 운동이 활발해져 분자 사이의 거리가 멀어지므로 부피가 증가하고, 밀도는 감소한다(열팽창).

(2) 얼음이 물 위에 뜨는 이유를 그래프를 참고하여 물의 분자 배열과 관련지어 설명하시오.

(2) 물이 얼어 얼음이 될 때 물 분자 사이에 규칙적인 수소 결합이 형성된다. 이때 물 분자들이 육각형 구조를 이루면서 공간이 생기므로 물이 얼어 얼음이 되면 부피가 증가하고 밀도가 감소한다. 따라서 얼음이 물에 뜬다.

[응용 심화 서술형]

104. 다음 그림은 북극에 있는 빙산의 모습이다. 100cm^3 의 빙산이 받는 부력을 구하고, 4°C 해수에 잠겨 있는 빙산의 부피는 전체 빙산 부피의 몇%인지 풀이 과정을 포함하여 구하시오(단, 빙산과 4°C 바닷물의 밀도는 각각 0.917g/cm^3 , 1.025g/cm^3 이고, 1kg 에 작용하는 중력의 크기는 10N 이다).



© 유준형 화학연구소

0.917N , 89 %

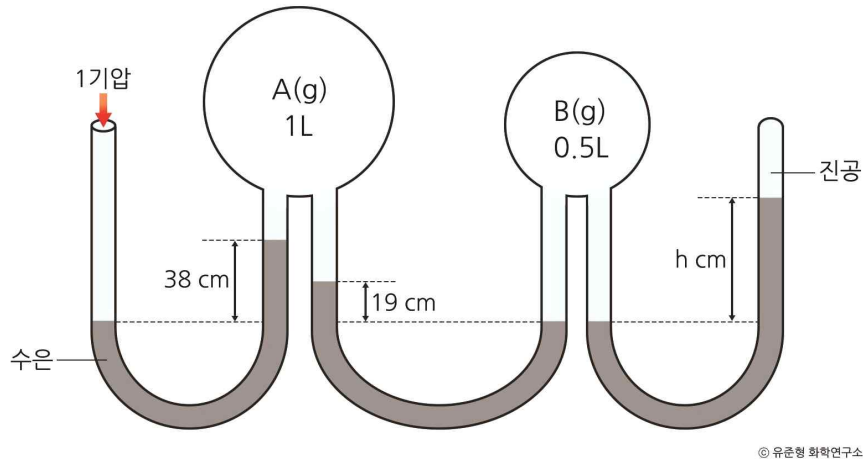
빙산의 무게만큼 부력이 작용해야 빙산이 떠서 정지해 있을 수 있다. (빙산의 무게) = (빙산 밀도) $\times$ (빙산 부피) $\times$ (중력 가속도) = $0.917\text{g/cm}^3 \times 100\text{cm}^3 \times 10\text{m/s}^2 = 917\text{g}\times\text{m/s}^2 = 0.917\text{kg}\times\text{m/s}^2 = 0.917\text{N}$

빙산이 받는 부력은 잠긴 빙산만큼의 바닷물의 무게이다. (부력) = (바닷물의 밀도) $\times$ (바닷물의 부피) $\times$ (중력 가속도)이므로 $917\text{ g}\times\text{m/s}^2(0.917\text{N}) = 1.025\text{g/cm}^3 \times V \times 10\text{m/s}^2$, $V = 89.463\text{cm}^3$ 이다.

따라서 빙산이 잠긴 부피 비율은 $89.463/100 \times 100 \approx 89\%$ 이다.

[응용 심화 서술형]

105. 그림은 기체 A와 B가 용기에 들어 있는 모습을 나타낸 것이다. 다음 물음에 답하시오. 단, 온도는 일정하고, 대기압은 76cmHg이며, 연결 관의 부피는 무시한다.



(1) h를 구하시오.

(2) 용기 속 기체의 분자 수의 비를 구하시오.

(1) 57

A(g)의 압력과 38cm의 수은 기둥이 누르는 힘을 합하면 대기압(1기압)이 누르는 힘과 같으므로 A(g)의 압력은 0.5기압이다.

B(g)의 압력은 A(g)의 압력과 19 cm의 수은 기둥이 누르는 힘의 합과 같으므로 B(g)의 압력은 0.5기압+0.25 기압 = 0.75기압이다. B(g)의 압력이 0.75기압이므로 $h=76 \times 0.75=57$ 이다.

(2) 4 : 3

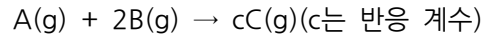
A(g)는 압력이 0.5기압이고 부피가 1L이므로 양(몰)이 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.5 \times 1}{RT}$ 이다. B(g)는 압력이

0.75기압이고 부피가 0.5L이므로 양(몰)이 $\frac{0.75 \times 0.5}{RT}$ 이다.

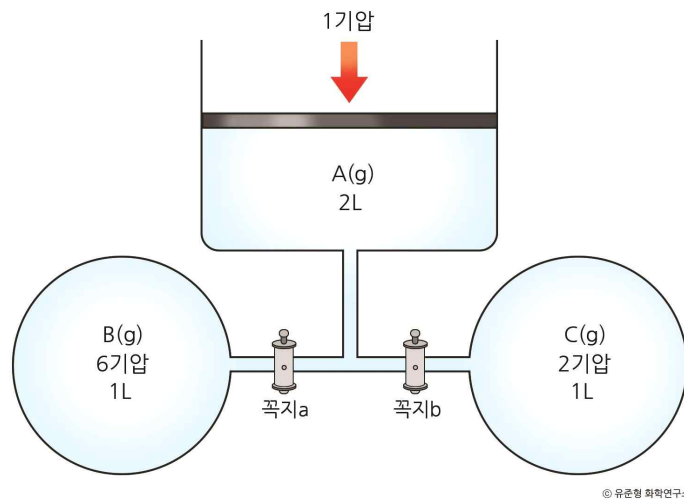
용기 속 기체 분자 수비는 몰비와 같으므로 $A(g) : B(g) = \frac{0.5 \times 1}{RT} : \frac{0.75 \times 0.5}{RT} = 4 : 3$ 이다.

[응용 심화 서술형]

106. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



그림과 같은 장치에 A(g)~C(g)를 넣은 다음, 꼭지 a를 열고 반응을 완결시킨 후 꼭지 b를 열었다. 충분한 시간이 흘렀을 때 C의 몰 분율이 $\frac{3}{2}$ 이라면, 실린더 속 기체의 부피(L)를 구하시오(단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.)



4L

일정한 온도에서 기체의 양(몰)은 (압력×부피)에 비례한다. 꼭지를 열기 전 A(g)의 양(몰)을 2라고 하면 B(g)와 C(g)의 양(몰)은 각각 6, 2이다.

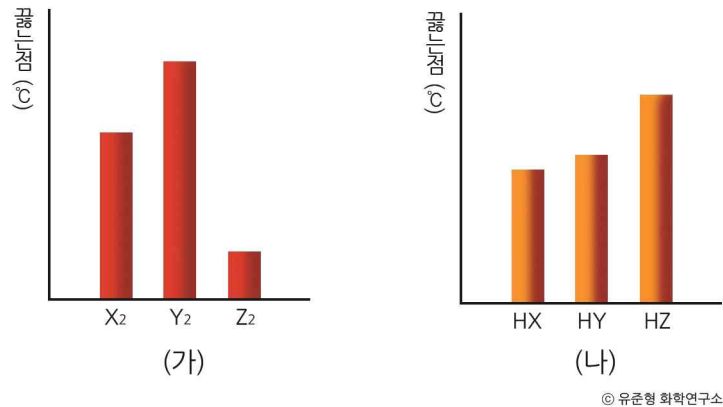
꼭지 a를 열고 화학 반응이 완전히 일어날 때 양적 관계는 다음과 같다.

	A(g)	+	2B(g)	→	cC(g)
반응 전(몰)	2		6		
반응(몰)	-2		-4		+2c
반응 후(몰)	0		2		+2c

그 다음 꼭지 b를 열면 B(g)의 양(몰)은 2, C(g)의 양(몰)은 2c+2이므로 C의 몰 분율은 $\frac{(2c+2)}{2+(2c+2)} = \frac{2}{3}$, c=1이다. 즉, 꼭지 b를 열었을 때, 전체 기체의 양(몰)은 6이고, 전체 기체의 압력은 1기압이므로 전체 부피는 6L이다. 2개의 용기의 부피가 각각 1L이므로 실린더의 부피는 4L이다.

[응용 심화 서술형]

107. 그림 (가)는 할로젠 원소 X~Z의 이원자 분자의 끓는점을, (나)는 할로젠의 수소 화합물 HX~HZ의 끓는점을 나타낸 것이다. X~Z의 주기를 부등호로 비교하고, (나)에서 끓는점이 $HZ > HY > HX$ 인 이유를 논리적으로 서술하시오. X~Z는 임의의 원소 기호이다.



$Y > X > Z$

(가)에서 X_2 , Y_2 , Z_2 는 무극성 분자이므로 분자 간 상호작용은 분산력뿐이다. 이때 분산력이 클수록 끓는점이 높아지므로 분산력은 $Y_2 > X_2 > Z_2$ 이다. 즉, 원자량은 $Y > X > Z$ 이다. 따라서 주기는 $Y > X > Z$ 이다.

주기가 가장 작은 Z의 수소 화합물의 끓는점이 가장 높으므로 HZ는 수소 결합을 하는 HF인 것을 알 수 있다. 원자량은 $Y > X$ 이므로 분자량은 $HY > HX$ 이고, 분산력은 $HY > HX$ 이다.

HZ는 수소 결합을 하므로 분자 사이의 힘이 가장 크고, 분자량이 큰 HY는 HX보다 분산력이 크므로 분자 사이의 힘이 두 번째로 크다. 따라서 분자 사이의 힘이 $HZ > HY > HX$ 이므로 끓는점은 $HZ > HY > HX$ 이다.

[응용 심화 서술형]

108. 다음은 기체 분자의 충돌 횟수에 대해 설명한 것이다.

이상 기체 방정식은 실험을 통해 얻어진 식으로, 보일 법칙, 샤를 법칙, 아보가드로 법칙을 설명해 주고 있다.

$$PV=nRT$$

(P : 압력, V : 부피, n : 기체의 양(mol), R : 기체 상수, T : 절대 온도)

대부분의 화학 반응은 분자 간 충돌에 의해 일어난다. 따라서 화학 반응의 속도는 충돌 횟수와 직접적으로 연관되어 있다. 화학 반응의 속도를 설명하는 이론인 충돌 이론에 의하면 일정한 온도에서 화학 반응의 속도는 반응하는 분자 간 충돌 횟수에 비례하며, 충돌 횟수는 각 반응물 분자의 몰 농도에 비례한다. 따라서 A분자가 다른 A분자와 충돌하여 생성물 B와 C를 생성하는 반응의 경우 충돌 횟수는 A분자의 몰 농도의 제곱에 비례하게 된다. 또, 충돌 횟수는 충돌하는 분자의 평균 속력에 비례한다.

기체 분자 운동론에 의하면 기체 분자의 운동 에너지는 절대 온도에 비례하므로 기체의 평균 속력은 기체의 절대 온도의 제곱근에 비례한다. 즉, $v \propto \sqrt{T}$ 이다.

위 글을 근거로 일정한 부피의 용기에서 기체의 온도를 100K에서 400K으로 높였을 때 압력 변화와 충돌 횟수 변화를 설명하시오.

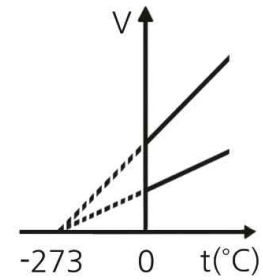
이상 기체 방정식으로부터 일정한 부피에서 기체의 압력과 절대 온도는 비례한다. 기체의 온도를 100K에서 400K으로 높이면 압력은 4배가 된다. 충돌 횟수는 평균 속력에 비례하고 분자들의 평균 속력은 온도의 제곱근에 비례하므로 400K에서의 충돌 횟수는 100K에서의 $2(= \sqrt{\frac{400K}{100K}})$ 배이다. 즉, 압력은 4배가 되지만, 충돌 횟수는 2배가 된다.

[응용 심화 서술형]

109. 다음은 샤를 법칙에 대해 설명한 것이다.

1787년 프랑스의 화학자 샤를은 온도와 기체 부피의 관계를 연구했다. 기체를 일정 압력에서 냉각하면 부피가 감소하고 가열하면 부피가 증가한다. 즉, 온도와 기체의 부피는 정비례한다는 것이 샤를 법칙이다. 그러나 일정 압력에서 기체 1L를 100℃로부터 200℃로 가열하면 그 부피는 2배가 아니라 30% 정도만 증가한다.

샤를은 섭씨온도를 점점 낮춰가며 기체의 부피를 측정하여 그 점들을 이으면 오른쪽 그림의 실선 부분처럼 섭씨온도와 기체 부피의 그래프가 직선을 이루는 것을 확인하였다. 약 -200℃이하로 온도를 낮추는 것이 쉽지 않았으므로 그 이하의 온도에 대한 부피는 실제 실험값으로부터 추정하여 확장하는 외삽(점선 부위)을 통해 추정하였고, 기체 부피 값이 0에 도달하는 온도는 -273℃이라는 것을 알게 되었다.



기체의 부피가 비례하는 온도는 섭씨온도가 아니므로 절대 온도라는 새로운 온도 단위(K)를 도입하게 되었다.

기체의 부피는 절대 온도에 정비례하며, 이론상으로 절대 온도가 0K(-273.15℃)일 때 어느 기체이든 그 부피는 0이 되고, 그때의 온도를 절대 영도라고 하였다.

기체는 절대 온도가 0K이 되는 것은 불가능하다. 위 글을 읽고, 그 이유를 추론하시오.

기체의 온도가 내려가면 기체 분자 사이의 거리가 가까워지면서 분자 사이의 인력이 작용한다. 분자 사이의 인력이 작용하면 기체는 액체, 고체 상태 변화하기 때문에 기체의 온도가 0K으로 내려가는 것은 불가능하다.

[창의 융합형 & 열린 문제]

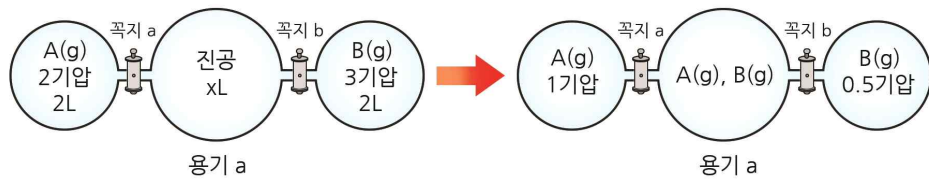
110. 다음은 기체 A~C에 관련된 화학 반응식과 실험이다. 용기 a의 부피 x와 b의 풀이 과정을 포함하여 구하시오. 온도는 일정하고, 연결 관의 부피는 무시한다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

STEP 1 그림과 같이 A(g)와 B(g)가 들어 있는 상태에서 꼭지 a와 b를 열었다가 닫는다.



© 유준형 화학연구소

STEP 2 용기 a에 들어 있는 A(g)와 B(g)를 완전 반응시킨다.

[실험 결과]

각 STEP 후, 용기 a에 들어 있는 B(g)의 부분 압력은 표와 같다.

	STEP 1	STEP 2
B(g)의 부분 압력(기압)	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{4}$

온도가 일정할 때 기체의 양(mol)은 (압력×부피)에 비례하므로 꼭지를 열기 전 A(g)의 양(mol)을 4라고 하면 B(g)의 양(mol)은 6이다. 꼭지를 열었다가 닫았을 때, 용기 a에 들어 있는 A(g)의 양(mol)은 2(=4-2), B(g)의 양(mol)은 5(=6-1)이다. STEP 1 후 B(g)의 부분 압력이 5/4기압이고, 온도가 일정할 때 기체의 양(mol)은 (압력×부피)에 비례하므로 $(3 \times 2) : 6 = (x \times 5/4) : 5$, $x=4$ 이다. 즉, 용기 a의 부피(x)는 4L(답)이다.

용기 a에 들어 있는 B(g)의 양(mol)은 5이고, B의 부분압력이 5/4기압이므로, B(g)의 양(mol)은 1일 때, B의 부분압력이 1/4기압이다.

	A(g)	+ bB(g)	→	2C(g)
처음(mol)	2	5		
반응(mol)	-2	-2b		+4
최종(mol)	0	(5-2b)		4

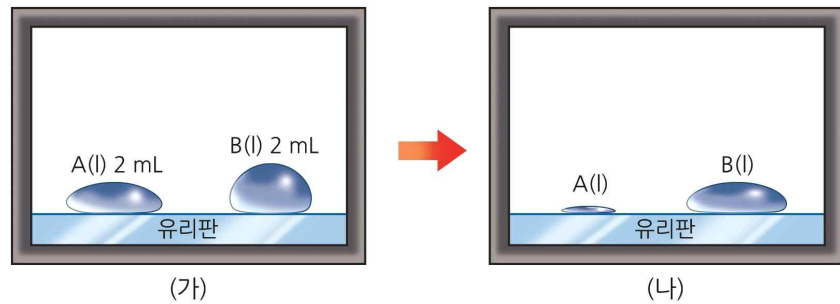
STEP 2 후 B(g)의 부분 압력은 1/4기압이므로, $(5-2b) \times 1/4 = 1/4$ 이다. 따라서 b는 2(답)이다.

추가로 STEP 2 후 용기 a의 전체 압력은 B가 1, C가 4이므로 $1/4 + 4 \times 1/4 = 5/4$ 기압이다.

[창의 융합형 & 열린 문제]

111. 일정 온도에서 그림 (가)는 액체 A 2mL와 액체 B 2mL를 밀폐된 용기 속 유리판 위에 떨어뜨린 것을,

(나)는 동적 평형 상태에 도달한 모습을 나타낸 것이다. $t^{\circ}\text{C}$ 에서 A와 B의 증기 압력을 비교하고, 그 이유를 추론하시오. 액체 2mL에 들어 있는 분자 수는 A가 B보다 크다.



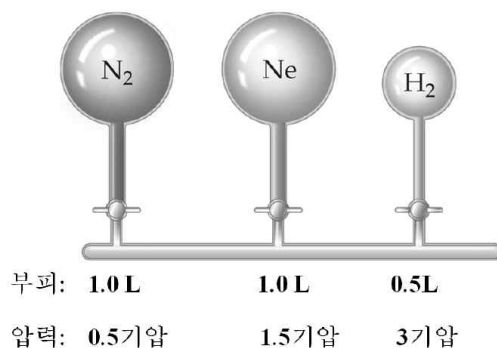
© 유준형 화학연구소

일정 온도 에서 증발 속도는 A가 B보다 크므로 증발 속도와 응축 속도가 같아지는 동적 평형 상태에서 응축 속도 또한 A가 B보다 크다. 증발 속도는 기체의 증기 압력에 비례하므로 일정 온도에서 증기 압력은 A가 B보다 크다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

112. 아래 그림과 같이 세 개 플라스크에 기체를 담아 두었다가 일정한 온도에서 밸브를 모두 열어 평형에

도달했을 때 압력은 얼마인가?(단, 연결된 관의 부피는 무시하고 화학반응은 일어나지 않는다고 가정한다.



- ① 0.8 기압 ② 1.0 기압 ③ 1.2 기압 ④ 1.4 기압

$$n_{N_2} = \frac{P_{N_2} V_{N_2}}{RT} = \frac{0.5}{RT} \text{ mol}, \quad n_{Ne} = \frac{P_{Ne} V_{Ne}}{RT} = \frac{1.5}{RT} \text{ mol}, \quad n_{H_2} = \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{RT} = \frac{1.5}{RT} \text{ mol}$$

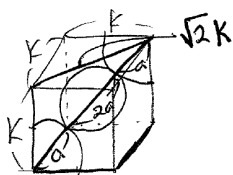
$$\therefore n_{\text{전체}} = \frac{P_{N_2} V_{N_2}}{RT} = \frac{3.5}{RT} \text{ mol} \quad P_{\text{전체}} = \frac{nRT}{V} = \frac{\frac{3.5}{RT} RT}{2.5} = 1.4 \text{ atm (답 ④)}$$

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

113. 반지름이 a 인 금속 원자가 체심입방구조를 이룰 때 단위세포 한 면의 면적은 얼마인가?

- ① $8a^2$ ② $(\frac{4}{\sqrt{3}})a^2$ ③ $(\frac{8}{\sqrt{3}})a^2$ ④ $(\frac{16}{3})a^2$

답 ④



단위세포 한 면의 면적(K^2)

피타고라스 정리에 의해 $K^2 + (\sqrt{2}K)^2 = (4a)^2$

$$3K^2 = 16a^2 \quad \therefore K^2 = \frac{16}{3}a^2$$

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

114. 다음 물질들의 끓는점 비교 중 옳지 않은 것은?

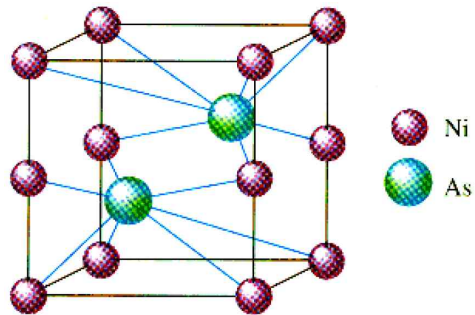
- ① $O_2 > N_2$ ② $O_2 > NO$ ③ $HF > HCl$ ④ $H_2Se > H_2S$

답 ②

$O_2 > NO$ (극성분자)

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

115. 아래 그림과 같은 단위세포를 가진 NiAs화합물의 실험식은?



- ① Ni_3As ② Ni_2As ③ $NiAs$ ④ $NiAs_2$

답 ③

Ni $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{4} \times 6 = 4$ 개, As 4개

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

116. 구리와 금으로 만들어진 어떤 합금의 단위세포 구조는 다음과 같다.

구리 원자는 정육면체 단위세포의 모든 면심(face-center)에 위치하며
금 원자는 각 꼭지점에 위치한다.

구리 금 합금에서 $\frac{\text{구리 원자 개수의 비}}{\text{금 원자 개수의 비}}$ 비는?

① $\frac{1}{3}$

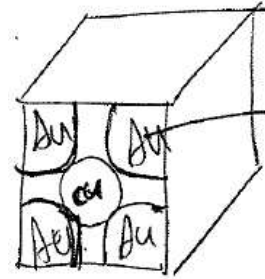
② $\frac{3}{4}$

③ 3

④ 4

답 ③

$$\frac{\text{구리 원자 개수의 비}}{\text{금 원자 개수의 비}} = \frac{\frac{1}{2} \times 6}{\frac{1}{8} \times 8} = 3$$



[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

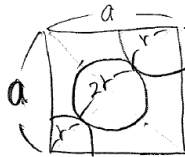
117. 아래에 제시된 자료로부터 유추할 수 있는 내용으로 옳지 않은 것은?

가. 금속(M)의 결정은 입방 최조밀 쌓임을 갖는다.
 나. 이 금속(M)의 결정에서 서로 맞닿아 있는 원자들 간의 거리는 269pm이다.
 다. 이 금속을 고온 고압에서 연소하면 MO_2 의 화학식을 가진 산화물이 된다.
 라. 이 산화물에서 산소의 질량 백분율은 23.72%이다.

- ① 금속 M의 원자 반지름은 134.5 pm이다.
 ② 위의 다, 라로부터 금속 M의 몰질량을 구할 수 있다.
 ③ MO_2 의 밀도는 $\frac{4(M_M + M_O)}{N_A (269 \text{ pm})^3}$ 이다.
 ($M_M = M$ 의 몰질량, $M_O = O$ 의 몰질량, N_A =아보가드로 수)
 ④ 위의 가, 나, 다, 라로부터 금속 M의 밀도를 구할 수 있다.

답 ③
 정답률 35%

가. 금속(M)의 결정은 입방 최조밀 쌓임을 갖는다. → fcc



나. 이 금속(M)의 결정에서 서로 맞닿아 있는 원자들 간의 거리는 269pm이다.
 → $2r = 269 \text{ pm} \therefore r = 134.5 \text{ pm}$

다. 이 금속을 고온 고압에서 연소하면 MO_2 의 화학식을 가진 산화물이 된다.
 라. 이 산화물에서 산소의 질량 백분율은 23.72%이다.

→ MO_2 에서 $1 : 2 = \frac{76.28}{M_M} : \frac{23.72}{16} \therefore M_M = 103$

- ① 금속 M의 원자 반지름은 134.5pm 이다.(○)
 ② 위의 다, 라로부터 금속 M의 몰질량(103)을 구할 수 있다.(○)
 ③ MO_2 의 밀도는 $\frac{4(M_M + M_O)}{N_A (269 \text{ pm})^3}$ 이다.(×)
 ($M_M = M$ 의 몰질량, $M_O = O$ 의 몰질량, N_A =아보가드로 수)
 MO_2 의 결정구조가 보기에서 제시되지 않아 밀도를 구할 수 없다. 그리고 $M:O=1:2$ 이므로 이 밀도식에서 M_M+M_O 의 몰질량이 는 될 수 없다. r_{M+O} 도 296pm가 아니다.
 ④ 위의 가, 나, 다, 라로부터 금속 M의 밀도를 구할 수 있다.(○)

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

118. 아래 그림과 같은 장치에서 1.0기압의 대기압에서 측정된 수은 기둥의 높이 차이(h)가 19cm이다.

기체의 압력은 얼마인가?



- ① 0.25기압 ② 0.75기압 ③ 1.25기압 ④ 1.75기압

답 ③

19cm → 0.25기압

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

119. 염화 나트륨(NaCl)수용액에서 염화 나트륨(NaCl)이 차지하는 질량 분율이 13.0%이고 밀도가 1.10g/ml 이라면 이 용액의 몰랄농도는 얼마인가?
(단, NaCl의 몰질량 = 58.5)

- ① 2.23 ② 2.44 ③ 2.55 ④ 2.03

답 ③

질량 분율이 13.0% → “용액 100g에 용질 13g” 녹아 있다.

필요한 것은 용매 질량, 용질의 몰수이다.

$$(100-13)g : \frac{13g}{58.5g/mol} = 1000g : x$$

$$\therefore x = 2.5542m$$

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

120. NaCl결정 구조에서는 Na^+ 와 Cl^- 가 각각 면심입방구조를 갖는다. NaCl단위세포내 존재하는 이온의 총 개수는?

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8

답 ④ 정답률 38%

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

121. 삼투 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 평형 과정으로 볼 수 있다.
 ② 삼투 현상이 생기면 반투막에 압력이 미친다.
 ③ 두 용액의 농도가 같아지려는 경향으로 일어난다.
 ④ 용질 분자는 진한 용액에서 묽은 용액으로 이동한다.

답 ④

삼투 현상은 평형과정의 하나로 양쪽의 농도가 같아지는 방향으로 용매가 이동한다.

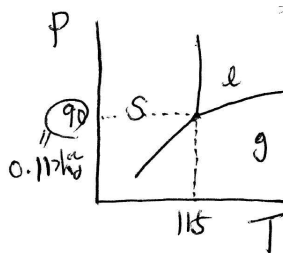
[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

122. 아이오딘(I_2)의 삼중점은 90 torr, 115 °C이다. 아이오딘에 대한 설명 중 옳은 것은?

- ① 밀도는 액체가 고체보다 크다.
 ② 115 °C 이상에서는 액체로 존재할 수 없다.
 ③ 1 기압에서 액체로 존재할 수 없다.
 ④ 액체의 증기압은 항상 90 torr 이상이다.

답 ④

- ① 밀도는 액체가 고체보다 크다(작다).(×)
 ② 115 °C 이상에서는 액체로 존재할 수 없다(있다).(×)
 ③ 1 기압에서 액체로 존재할 수 없다(있다).(×)
 ④ 액체의 증기압은 항상 90 torr 이상이다.(○)



[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

123. 다음 현상들 중 용액의 총괄성과 가장 관련이 적은 것은?

- ① 수돗물이 눈에 닿으면 뻑뻑한 느낌이 든다.
- ② 날씨가 추워지면 호수의 물은 표면부터 얼기 시작한다.
- ③ 빙판에 염화칼슘을 뿌리면 얼음이 녹는다.
- ④ 바닷물은 겨울에 잘 얼지 않는다.

답 ② 정답률 50%

날씨가 추워지면 호수의 물은 표면부터 얼기 시작하는데, 이것은 물의 밀도가 4℃에서 가장 크기 때문에 나타나는 현상이다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

124. 얼음에 존재하는 분자간 힘을 모두 고른 것으로 옳은 것은?

가. 쌍극자 힘	나. 분산력
다. 수소결합	라. 이온-쌍극자 힘

- ① 다
- ② 가, 라
- ③ 나, 라
- ④ 가 나, 다

답 ④

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

125. 상온에서 He과 Ne이 1몰씩 동일한 용기에 각각 들어있다. <보기>의 물리량 중 He과 Ne의 값이 동일한 것은 모두 몇 개인가?(단, He과 Ne은 이상기체로 가정한다)

< 보 기 >
질량, 부분압, 평균 속력, 평균 운동에너지

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 0

답 ②
온도가 일정하고, 각 들어 있는 몰수가 같다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

126. 1기압, 27 °C인 1 L 용기 안에서 메테인(CH₄) 기체의 부분압력이 570 torr라면, 용기 안에 들어 있는

메테인 기체의 질량(g)에 가장 가까운 값은?

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 4.0 ④ 8.0

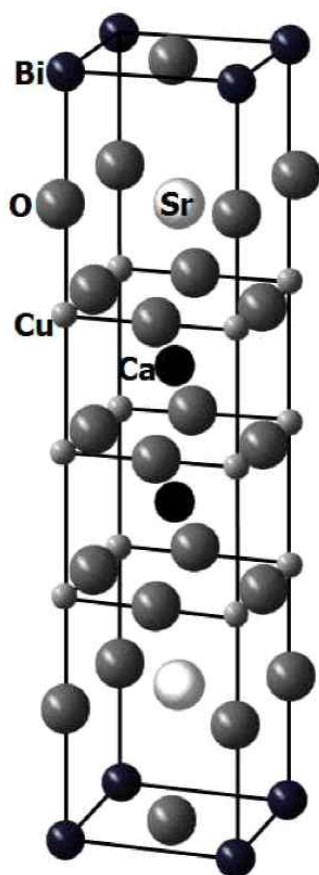
$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{\frac{570}{760} \times 1}{0.082 \times 300} \text{ (mol)}$$

$$\therefore \text{질량} = \frac{\frac{570}{760} \times 1}{0.082 \times 300} \text{ (mol)} \times 16 \text{ (g/mol)} = 0.487\text{g}$$

답 ①

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

127. 다음은 가상의 초전도체 결정의 단위세포를 나타낸 그림이다. 이 결정의 단위세포 내 원자 Cu와 O의 최소 정수 비는?



- ① 1 : 2
② 1 : 3
③ 2 : 9
④ 6 : 11

답 ②

$$\text{Cu} = \frac{1}{4} \times 12 = 3\text{개}$$

$$\text{O} = \frac{1}{4} \times 8(\text{모서리}) + \frac{1}{2} \times 14(\text{면심}) = 9\text{개}$$

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

128. 입방 밀집 구조(면심입방구조)로 배열된 음이온(Z) 사이에 양이온(X)이 사면체 구멍의 1/8, 또 다른

양이온(Y)이 팔면체 구멍의 1/2을 채우고 있는 결정 화합물의 실험식은?

- ① XY_2Z_2 ② XY_2Z_4 ③ X_2YZ_2 ④ X_2YZ_4

② 정답률 38%

면심입방구조(fcc)에서 사면체 구멍은 총 8개이고, 정팔면체 구멍은 총 4개이다. 따라서 X는 1개, Y는 2개, 면심입방을 이루는 Z는 4개가 있다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

129. HF 분자 간에 존재하는 가장 큰 분자간 힘의 크기(kJ/mol)로 가장 가까운 값은?

- ① 0.01 ② 0.1 ③ 1 ④ 10

답 ④ 정답률 17%

공유 결합은 보통 400kJ/mol이다. 수소 결합은 약 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 쯤 된다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

130. 다음 중 분자간의 인력이 증가할 때 감소하는 것은?

- ① 기화열 ② 끓는점 ③ 증기압 ④ 승화점

답 ③

분자간의 인력이 증가하면 기화열, 끓는점, 승화점은 증가하고, 증기압은 감소한다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

131. 98 % 황산 수용액의 몰농도는 18.0 M이다. 이 황산 용액의 밀도(g/mL)는?

① 1.2

② 1.5

③ 1.8

④ 2.1

답 ③

98 % 황산 수용액의 몰농도는 18.0 M이다. 이 황산 용액의 밀도(g/mL)는?

의미 : 용액 100g당 용질 98g

조건 : 용액 밀도 d, 용질의 화학식량 98g/mol

필요 : 용액 부피 용질 몰수

$$\frac{100}{d} : \frac{98g}{98g/mol} = 1000 : 18$$

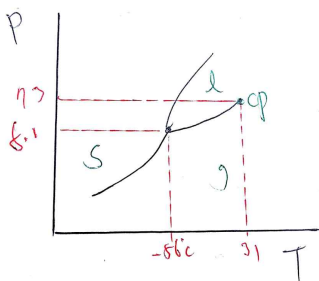
$$\therefore d = 1.8g/mL$$

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

132. 이산화탄소의 삼중점은 -56°C , 5.1 atm이며, 임계점은 31°C , 73atm이다. 이산화탄소에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 25°C 에서 액체를 만들 수 없다.
- ② 고체는 1 atm에서 녹지 않는다.
- ③ 35°C 에서 액체로 존재하지 않는다.
- ④ 액체의 증기압이 고체의 증기압보다 크다.

답 ①



[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

133. 물의 어는점 내림상수 K_f 는 $1.86^{\circ}\text{C}/m$ 이다. 물 25.0 g에 $\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3$ 화합물 1.0 g을 녹인 용액의

어는점이 $-0.62\text{ }^{\circ}\text{C}$ 라면 물에 $\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3$ 화합물(화학식량 = 233g/mol) 1 몰을 녹일 때 생성되는 이온의 몰 수와 가장 가까운 값은?

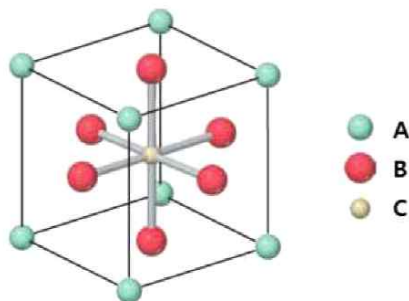
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

답 ② 정답률 44%

$$\Delta T_f = k_f m i \quad \Rightarrow \quad i = \frac{\Delta T_f}{k_f m} = \frac{0.62}{1.86 \times \frac{1}{233} \frac{\text{mol}}{\frac{25}{1000} \text{kg}}} \approx 2$$

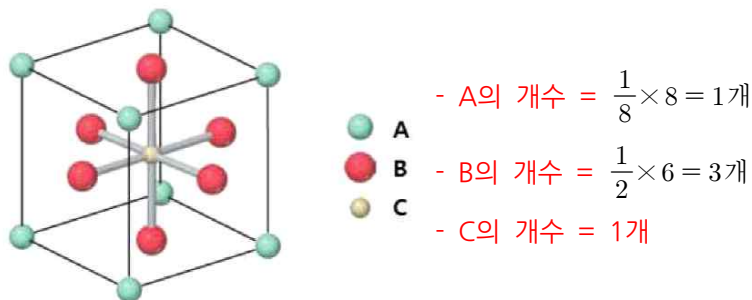
[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

134. 아래의 단위세포를 갖는 결정이 있다. A는 정육면체의 꼭짓점을 차지하고, B는 정육면체 각 면의 중심에 위치하며, C는 정육면체의 중심에 자리를 잡고 있다. 이 결정의 실험식은?



- ① AB_3C ② $\text{A}_2\text{B}_3\text{C}$ ③ $\text{A}_2\text{B}_3\text{C}_2$ ④ $\text{A}_8\text{B}_6\text{C}$

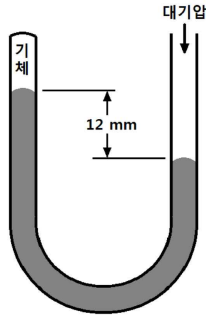
답 ①



[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

135. 아래 그림에서 막힌 튜브 쪽에 있는 수은의 높이가 뚫린 튜브 쪽의 수은의 높이보다 12 mm 더 높다.

이 굽은 튜브에 갇힌 기체의 압력은 얼마인가?
(단, 대기압은 760mmHg이다.)



- ① 12 mmHg ② 748 mmHg ③ 760 mmHg ④ 772 mmHg

답 ②

$$P_{\text{기체}} + 12\text{mmHg} = 760\text{mmHg}, P_{\text{기체}} = 748\text{mmHg}$$

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

136. 5.0 몰랄 농도 NaOH 수용액 60 g에 들어있는 NaOH의 질량에 가장 가까운 값은?

- ① 5g ② 10g ③ 15g ④ 20g

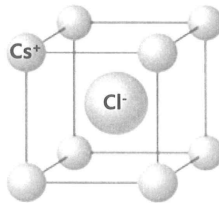
답 ②

수용액 1200g : 용액 200g = 용액 60g : x,
x는 10g이다.

[화학올림피아드(KMChC) 기출, 출처 : 대한화학회 화학올림피아드위원회]

137. 아래 그림은 염화세슘(CsCl) 결정의 단위세포를 나타낸 것으로, Cs 이온은 단위세포의 각 꼭지점에, Cl

이온은 단위세포의 중앙에 위치한다. 염화세슘 결정의 Cl^- 이온배열은 다음 중 어느 격자에 속하는가?(단위세포는 정육면체이다.)



- ① 단순 입방 ② 체심 입방 ③ 면심 입방 ④ 육방 밀집

답 ①