

7. 액체, 고체, 그리고 상전이

1. 증기 압력 : ④ [조선대]

증기 압력이 작은 분자는 분자 간 인력이 크다는 것이고, 분자량이 크고 극성인 분자를 선택하면 된다. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 는 극성 분자 중에서도 수소 결합으로 강력한 분자 간 인력을 가진다.

2. 분자 간 인력 : ①

수소 결합이 분자량에 비해 분자 간 인력이 크지만, 분자량이 크면 수소 결합도 증가해 끓는 점이 높다. 쌍극자 간 인력은 극성 분자 중 수소 결합을 제외하고 설명하며, 분산력은 분자량에 비례한다. 이온과 쌍극자 간 인력은 물 분자로 제한할 수 없으며 용매가 물 분자이면 수화라고 부른다.

3. 이중 극자 모멘트 : ④

이중 극자 모멘트가 0인 분자는 무극성을 띤다. Cl_2O 는 굽은 구조, XeF_4 는 평면 사각형이고, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 분자는 사면체 구조를 가지고 있다. BF_3 는 평면 삼각형으로 무극성 분자는 (b), (d)이다.

4. 끓는점과 증발 엔트로피 : ①

끓는점에서 동적 평형을 이루므로 $T = \Delta H / \Delta S$ 를 이용해 ΔS 를 구할 수 있다.

5. 충전율(%) : ③

그림의 체심 입방 구조에서 한 변을 l 이라고 하면 $4r = \sqrt{3}l$ 이 성립한다. 따라서, 나트륨의 원자 반지름을 r 이라고 하면, $r = \frac{\sqrt{3}l}{4}$ 이다.

6. 클라우지우스-클라페이론 식 : ②

액체의 증기압은 온도가 증가하면 증가하며 온도에 따라서만

결정된다. 증발열(ΔH_{vap})은 $\ln P_{vap}$ 와 $\frac{1}{T}$ 를 도식하여 기울기를 통해 구할 수 있다. 서로 다른 두 온도(T_1, T_2)에 따른 P_1, P_2 를 측정해 클라우지우스-클라페이론 식을 적용해 빼면 $\ln \frac{P_1}{P_2} = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$ 와 같은 van't Hoff 식을 얻을 수 있다.

7. 반트 호프 식 : ①

$\ln P_1 = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_1} \right) + C$, $\ln P_2 = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_2} \right) + C$ 에서 $\ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right) = -\left(\frac{\Delta H_{vap}}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ 식을 얻을 수 있다.

8. 일반적 상평형 그림 : ③

압력이 가해지면 물질의 부피가 줄어들어 밀도가 높아지는데, 고체 상태에서 압력이 높아져도 상태 변화가 일어나지 않으므로 밀도는 고체 > 액체이다. 임계 온도가 넘으면 모든 상이 하나의 기체상만 존재하며, 삼중점의 압력은 물질에 따라 1 기압보다 높을 수도, 낮을 수도 있다.

9. 증발 속도 : ③

증발열은 모두 흡열이고, 증발 속도가 빠르면 그만큼 열을 빼앗기 쉽다.

10. 분자 간 인력의 세기 : ④

일반적으로 분자량이 클수록 분자 간 인력이 증가하고, 분자량이 비슷할 때 극성 분자가 무극성 분자보다 분자 간 인력이 더 크다.

11. 물의 상평형 곡선 용어 : ④

AT : 승화 곡선(얼음 $\rightleftharpoons$ 수증기), BT : 용해 곡선(얼음 $\rightleftharpoons$ 물), CT : 증기압 곡선(물 $\rightleftharpoons$ 수증기), T : 삼중점(얼음, 물, 수증기가 동시에 평형)

12. H₂O에서 AT 곡선의 의미 : ④

AT 곡선은 수증기가 얼음으로 변하는 승화 곡선이다. 온도가 뚝 떨어지면 수증기가 얼음으로 변해 성애나 서리가 생길 수 있다.

13. H₂O의 상평형 : ②

압력이 증가하면 얼음이 물로 변하며, 냉동실의 얼음은 승화의 결과이다. 압력솥의 내부 압력이 증가하면 끓는점이 높아지지만, 대기압과는 무관하다. 수소 결합 때문에 물이 에탄올보다 분자량은 작지만, 끓는점이 높다.

14. 증기압과 온도 변화 : ②

25 °C에서 포화 증기압보다 낮은 증기를 밀폐 용기에 넣으면 증발 속도가 응결 속도보다 빠르고, 용기를 15 °C로 냉각하면 포화 증기압을 초과하는 증기의 응결 속도가 빨라 액면 높이가 높아짐을 알 수 있다. 포화 증기압을 초과하는 증기를 넣어도 증발 속도보다 응결(축) 속도가 빠르다.

15. 이산화 황의 상태 변화 : ①

이상 기체는 상태 변화를 하지 않는다. 이산화 황이 4.52 기압에 이르러 상태 변화하며, 압력이 높을수록 분자 간 인력이 증가한다. 압력이 낮을수록 보일 법칙을 잘 따른다.

16. 분자량과 끓는점 : ②

세 분자의 분자량이 비슷하지만, 극성이 가장 큰 CH_3CHO 의 끓는점이 가장 높다. CH_3CHO 와 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 의 탄소 수와 끓는점은 무관하다.

17. 버키볼의 혼성 오비탈 : ②

각 탄소 원자는 3 곳에 결합된다. 혼성 오비탈은 sp^2 이고 여분의 전자가 비편재화하여 탄소 간 결합 길이는 단일 결합보다 짧고 이중 결합보다 길다.

18. 분자 간 인력 : ①

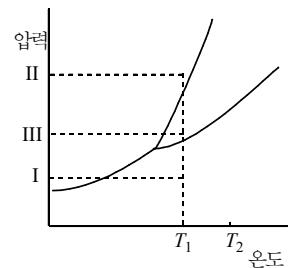
분자량이 증가하면 순간 쌍극자와 유발 쌍극자가 증가하여 분산력이 증가한다.

19. 증발과 끓음 : ②

증발은 액체 표면에서 공간으로 기화하는 현상이고, 끓음은 액체 전체에서 기화가 일어나는 현상을 가리킨다. 끓는점은 액체가 끓을 때의 온도인데, 외부 압력이 증기 압력과 같을 때의 온도이다.

20. 상평형 그림 : ③

온도 T_1 에서 가열할 때 압력에 따라 기체가 유지되거나 액체에서 기체로, 고체가 액체로 변하는 경우를 찾는다. 압력 크기 순서는 $\text{II} > \text{III} > \text{I}$ 이다.



21. 단순 입방 충전의 충전율(%) : ①

단순 입방 충전에서 단위 세포 당 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 로 평균 1개가 들어 있으므로

$$1 \times \frac{4\pi r^3}{3} \div (2r)^3 \times 100(\%) = 52\% \text{이다.}$$

22. 면심 입방 구조와 반지름 : ②

면심 구조의 대각선은 $4r$ 이고 한 변이 400 pm이므로 $4r\cos 45^\circ = 400$ 에서 반지름(r)을 구할 수 있다.

23. 브래그 방정식과 결정의 회절 : ⑤

반사 법칙에서 입사각은 면에 대한 수선과 이루는 각도이므로 $90^\circ - \theta$ 이고, 보강 간섭은 파동의 위상이 일치해 진폭이 커지며, 상쇄 간섭으로 파동의 위상이 반대로 진폭이 감소한다. 보강 간섭을 하는 경로차는 $2d\sin\theta = n\lambda$ (λ : 파장)를 만족한다. X선에 의해 전자가 방출될 수는 있어도 핵 속의 중성자는 영향받지 않는다.

24. 이온 결정의 유형 : ①

NaCl형에서 Na^+ 와 Cl^- 모두 3주기 원소지만 양이온이 음이온보다 작다. 염화 이온(Cl^-)이 면심 위치에 있고 Na^+ 이온이 팔면체 자리에 배열된다(반대로 생각해도 된다). 단위 세포 당 평균 입자 수는 Na^+ 4개, Cl^- 4개이고, CsCl형에서 Cs^+ 이온이 체심 위치에, Cl^- 이온이 꼭짓점 위치에 자리잡는다. 단위 세포 당 이온 수는 Cs^+ 1개, Cl^- 1개 비율이며 이온 크기가 비슷하다.

25. 수소 결합 작용기 : ③

수소 결합은 전기 음성도가 큰 F, O, N 사이에 수소(H)가 끼인 형태이다. 반드시 F, O, N과 H가 결합한 분자에서만 나타날 수 있다. 메틸기($-\text{CH}_3$)에는 수소와 탄소가 결합되어 있어 수소 결합이 형성될 수 없다.

26. 클라우지우스-클라페이론 식 : ②

증발 엔트로피(ΔH_{vap})는 항상 흡열($\Delta H_{vap} > 0$)이며, 증발열은 기울기에 $(-)R$ 을 곱해야 한다. 포화 증기압도 일종의 평형상수와 같으므로 온도가 같으면 같은 값을 가진다. 서로 다른 두 온도에서 증기압을 측정해 정리하면 $\ln \frac{P_1}{P_2} = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$ 식을 얻을 수 있으며 클라우지우스-클라페이론 식 $\ln P = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + C$ 에서 상수 C 는 양의 값이다.

27. 상평형 곡선 : ④

T는 삼중점, C는 임계점이며, 승화는 삼중점 아래 조건에서만 가능하다. $P_1 \sim P_2$ 압력 하에서 가열하면 세 가지 상이 모두 있어 고체→액체→기체로 변한다. 승화 곡선에 대응하는 압력은 대기압이 아니고 이 물질의 증기압이다.

28. 끓는점과 분자 간 인력 : ④

끓는점이 높으면 분자 간 인력도 크므로 분자 간 인력은 $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{OH} > \text{CH}_3\text{CHO} > \text{NH}_3$ 순이다. NH_3 가 수소 결합을 하지만, 아세트알데하이드(CH_3CHO)의 분자량이 크므로 끓는점을 기준으로 분자 간 인력을 평가한다.

29. 결정 고체와 비결정 고체 : ③

다이아몬드, 수정 등은 결정 고체, 유리나 고무 등은 비결정 고체이다. 단순 입방 구조는 단위 세포 당 평균 1개, 체심 입방 구조는 2개, 면심 입방 구조는 4개가 배열된다. NaCl 결정에서 반지름이 크게 작은 Na^+ 이온은 팔면체 자리에 배열되고, 결정 고체에 결함이 많으면 비결정으로 된다. 분자 결정은 분자 간 인력, 공유 결정은 공유 결합이 결정을 이루는 힘이다.

30. 액체의 성질 : ⑤

표면 장력이 큰 물질이 구형에 가깝게 배열되고, 모세관 현상은 가는 관에 작용하는 액체의 접착력과 응집력에 의해 결정된다. 플라스틱은 물과 친하지 않아서 접착력이 응집력보다 작아 위로 볼록한 메니스커스가 형성되고, 물과 수은도 마찬가지이다.