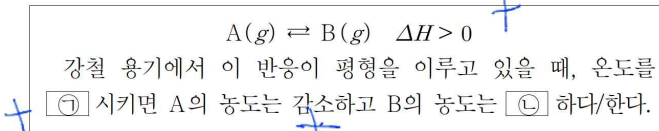


[2024.07.01.]

1. 다음은 $A(g)$ 로부터 $B(g)$ 가 생성되는 반응의 열화학 반응식과 이에 대한 설명이다.



㉠ 과 ㉡ 으로 가장 적절한 것은?

- | | | | | | |
|---|------------|------------|---|------------|------------|
| | ㉠ | ㉡ | | ㉠ | ㉡ |
| ① | 감소 | 감소 | ② | 증가 | 일정 |
| ③ | 감소 | 일정 | ④ | 증가 | 증가 |
| ⑤ | 감소 | 증가 | | | |

부호판정법에 따라 $\Delta H (+)$, A 농도 감소에서 정반응이니 (+), 따라서 온도도 증가 (+)입니다.

[2024.07.02.]

2. 다음은 25°C , 1 atm 에서 $N_2(g)$ 와 $F_2(g)$ 이 반응하여 $NF_3(g)$ 가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



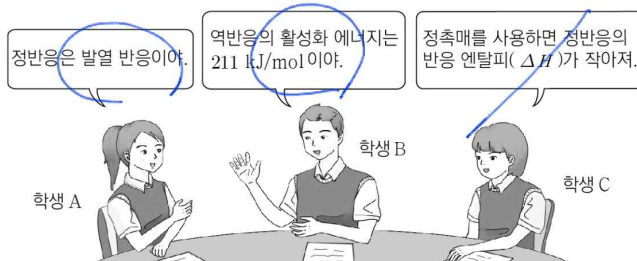
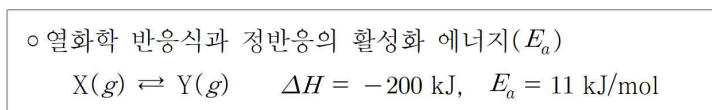
25°C , 1 atm 에서 $NF_3(g)$ 4 mol이 분해되어 $N_2(g)$ 2 mol과 $F_2(g)$ 6 mol이 생성되는 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는?

- ① $-4a$ ② $-2a$ ③ $-a$ ④ a ⑤ $2a$

계수 맞춰 주고, 방향 맞춰주면 어렵지 않습니다.

[2024.07.03.]

3. 다음은 25°C , 1 atm 에서 $X(g)$ 로부터 $Y(g)$ 가 생성되는 반응의 자료와 이에 대한 학생들의 대화이다.

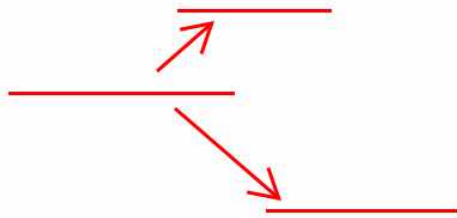


25°C , 1 atm 에서 제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

A. ΔH (-)이니 발열 맞습니다.

B. 머릿속에서 이 정도의 도식이 생각나면 좋습니다.

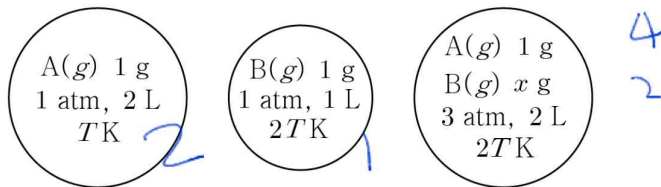


역반응의 활성화 에너지는 $200 + 11 = 211$ 이 됩니다.

C. 정촉매를 사용하면 반응 엔탈피는 감소합니다.

[2024.07.04.]

4. 그림은 3개의 강철 용기에 기체가 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



x 는? (단, A와 B는 반응하지 않는다.)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

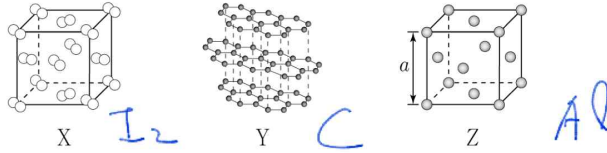
$n = \frac{PV}{T}$ 를 생각하고 이에 대응하는 질량을 생각하면 쉽게 풀립니다.

가장 왼쪽 용기의 $\frac{PV}{T} = 2$ 인데 A의 질량 1g. 가운데 용기의 $\frac{PV}{T} = \frac{1}{2}$ 인데 B의 질량 1g입니다.

가장 오른쪽 용기의 $\frac{PV}{T} = 3$ 이고 A는 1g으로 $\frac{PV}{T} = 2$ 이므로 B의 $\frac{PV}{T} = 1$ 이고 B의 질량은 2g입니다.

[2024.07.05.]

5. 그림은 고체 X~Z의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다. X~Z는 각각 C(s, 흑연), Al(s), I₂(s) 중 하나이다. Z의 단위 세포는 한 변의 길이가 a인 정육면체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. X는 I₂(s)이다.
 ㄴ. Y는 공유 결정이다.
 ㄷ. Z의 단위 세포에 포함된 원자 수는 4이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

X는 그림 상 이원자 분자로 되어있으므로 I₂, Y는 육각 구조로 흑연, 나머지 Z가 Al이 됩니다. Y는 공유 결정이 맞고, Z는 면심 입방이니 4가 맞습니다.

[2024.07.06.]

6. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다.



표는 부피가 같은 3개의 강철 용기에 A(g)를 각각 넣고 반응시킬 때, 반응 시간(t)에 따른 용기 내 A 입자를 모형으로 나타낸 것이다.

실험	온도(K)	첨가한 촉매	입자 모형
I	T ₁	없음	
II	T ₁	X(s)	
III	T ₂	없음	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 실험에서 온도는 일정하다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. X(s)는 정촉매이다.
 ㄴ. T₁ > T₂이다.
 ㄷ. 0~10 s 동안의 평균 반응 속도는 II에서가 III에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

입자 수를 세보면 반감기를 반감기가 몇 번 지났는지 쉽게 알 수 있습니다. I은 1번, II와 III은 2번입니다.

ㄱ. I과 II의 비교에서 정촉매가 맞습니다.

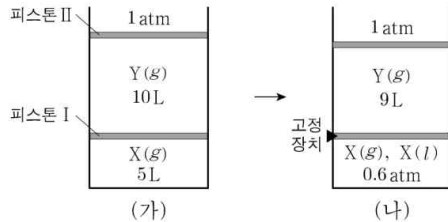
ㄴ. I과 III의 비교에서 T_2 에서 반응 속도가 빨라졌으므로 $T_1 < T_2$ 입니다.

ㄷ. 입자 수가 각각 6개, 3개 감소하였고, 부피가 같은 강철 용기이므로 2배가 맞습니다. 이 문제에서는 부피가 같았으나 온도가 달라지면 부피가 달라질 수 있으므로 주의해야 합니다.

*반응 속도 문제에서는 실린더를 낼 것 같지는 않으나, 증기 압력 문항에서 이와 같은 조건이 함정이 될 수 있으니 조심해야 합니다. 예시 문항인 [2023.11.08.]입니다.

[2023.11.08.]

8. 그림 (가)는 온도 400 K에서 피스톤 I과 II로 분리된 실린더에 $X(g)$ 와 $Y(g)$ 가 들어 있는 상태를, (나)는 (가)의 피스톤 I을 고정하고 온도를 T_1 K로 변화시켜 충분한 시간이 흐른 후의 상태를 나타낸 것이다. (나)에서 온도를 T_2 K로 변화시켜 충분한 시간이 흐른 후 $Y(g)$ 는 모두 액화되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 외부 압력은 1 atm으로 일정하고, 액체의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. T_1 K에서 $X(l)$ 의 증기 압력은 0.9 atm이다.

ㄴ. 기준 끓는점은 X가 Y보다 높다.

ㄷ. (나)에서 $\frac{X(g) \text{의 질량}}{X(l) \text{의 질량}} = \frac{3}{2}$ 이다.

1)

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

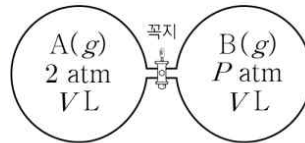
답은 2번입니다.

[2024.07.07.]

7. 다음은 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 꼭지로 분리된 두 강철 용기에 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 들어 있는 모습을 나타낸 것이다. 꼭지를 열어 반응이 완결되고 충분한 시간이 흐른 후,



혼합 기체에서 $C(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{4}{5}$ atm이다.

P 는? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.)

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

혼합 기체의 부피는 $2V$ 이므로 C 의 PV 는 $\frac{8}{5}$ 이 됩니다. 한계 반응물을 정하는데, A 가 전부 반응했다면 A 와 C 의 계수가 같으므로 C 의 $PV=2$ 일 것인데 $PV=\frac{8}{5}<2$ 이니 B 가 전부 반응한

것이고, B 와 C 의 계수가 2배 차이므로 B 의 $PV=\frac{4}{5}$ 여야 합니다. 따라서 $P=\frac{4}{5}$ 입니다.

글로 쓰다 보니 길어졌으나, 실제 풀이 시에는 부피 2배 $\rightarrow A$ 한계 반응물이면? $\rightarrow B$ 한계 반응물, 계수 2배의 과정으로 간략화 할 수 있고 쉽게 답이 나올 것입니다.

[2024.07.08.]

8. 표는 물에 $A(s)$ 와 $B(s)$ 를 함께 녹인 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	온도 (K)	용질의 질량(g)		부피 (mL)	삼투압 (atm)
		A	B		
(가)	T_1	w	$1.5w$	V	$8P$
(나)	T_1	$2w$	w	V	$8P$
(다)	T_2	$2w$	$3w$	$2V$	$10P$

$\frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} \times \frac{T_2}{T_1}$ 는? (단, A 와 B 는 비휘발성, 비전해질이며

서로 반응하지 않는다. 용액은 라울 법칙을 따른다.)

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

$$\frac{1}{2} \times \frac{5}{4}$$

같은 온도인 (가)와 (나)를 비교합시다. 둘의 부피가 같을 때 삼투압이 $8P$ 로 같은데, 차이는 A w 와 B $0.5w$ 차이입니다. 즉 같은 질량의 B 가 삼투압에 미치는 영향이 A 의 2배임을 알 수 있

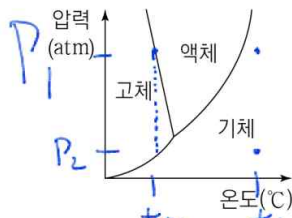
습니다. (=B의 분자량이 A의 $\frac{1}{2}$ 배입니다.)

이에 B 전체에 2배를 한 뒤에 A, B 합을 구하면 (가), (나) A, B 합은 $4w$, (다)는 $8w$ 입니다.

그런데 부피도 2배 증가했으므로 삼투압은 동일하여야 하나 $\frac{5}{4}$ 배 증가하여 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{4}$ 임을 알 수 있습니다. 따라서 답은 $\frac{5}{8}$ 입니다.

[2024.07.09.]

9. 그림은 물질 A의 상평형 그림을 나타낸 것이고, 표는 압력과 온도에 따른 A의 안정한 상에 대한 자료이다. ㉠~㉣은 각각 고체, 액체, 기체 중 하나이다.



압력 (atm)	안정한 상	
	$t_1^\circ\text{C}$	$t_2^\circ\text{C}$
P_1	㉠	㉡, ㉢
P_2	㉠	㉠, ㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

— <보 기> —

㉠. ㉠은 기체이다.

㉡. P_1 atm에서 A의 끓는점은 $t_1^\circ\text{C}$ 보다 높다.

㉢. A의 삼중점에서 압력은 P_2 atm보다 높다.

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

P_1, P_2, T_1, T_2 의 위치를 찾기가 어려운 문항입니다. 첫 단추를 잘 찾는 것이 중요한데, 안정한 상이 2개인 지점들이 곡선 위의 점들이니 t_2 를 위주로 보면 좋습니다. 같은 온도, 2개의 다른 압력에서 곡선 위에 점이 찍히려면 t_2 는 삼중점보다 왼쪽에 있어야 하고, ㉡은 고체임을 알 수 있습니다.

이후 t_1 일 때 둘 다 ㉠으로 상이 동일하니, 둘 다 고체이거나 기체여야 하는데, $t_1 < t_2$ 로 고체인 경우에는 ㉠과 ㉡이 둘 다 고체가 되니 모순입니다. 따라서 ㉠은 기체이고 $t_1 > t_2$ 가 되고, ㉠은 기체, ㉡은 고체, ㉢은 액체로 대입하면 $P_1 > P_2$ 임도 알 수 있습니다.

㉡. P_1 에서 증기 압력 곡선과 만나는 직선을 그리면, 끓는점이 t_1 보다 왼쪽임을 알 수 있습니다.

[2024.07.10.]

10. 다음은 학생이 증기 압력과 끓는점의 관계에 대해 알아보고자 수행한 탐구 활동이다.

[가설]
 ◦ 같은 온도에서 증기 압력이 큰 액체일수록 기준 끓는점은 낮다.

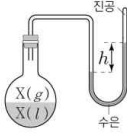
[탐구 과정]
 (가) $t^{\circ}\text{C}$ 에서 진공 상태의 플라스크에 $X(l)$ 를 넣은 후, 그림과 같이 도달한 평형에서 수은 기둥의 높이차 h 를 측정한다.
 (나) $X(l)$ 대신 $Y(l)$, $Z(l)$ 를 사용하여 과정 (가)를 반복한다.
 (다) $X(l) \sim Z(l)$ 의 기준 끓는점을 찾아 크기를 비교한다.

[탐구 결과]
 ◦ $t^{\circ}\text{C}$ 에서 수은 기둥의 높이차

액체	$X(l)$	$Y(l)$	$Z(l)$
$h(\text{cm})$	38	57	a

◦ 기준 끓는점 비교: $X(l) > Z(l) > Y(l)$

[결론]
 ◦ 가설은 옳다.



학생의 결론이 타당할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 1 atm은 76 cmHg이고, 온도는 일정하며, 수은의 증기 압력은 무시한다.) [3점]

— <보 기> —

ㄱ. $38 < a < 57$ 이다.
 ㄴ. 액체 상태에서 분자 사이의 힘은 X가 Y보다 크다.
 ㄷ. $t^{\circ}\text{C}$, 76 cmHg에서 Z의 안정한 상은 기체이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

가설에 적힌 대로 증기 압력과 기준 끓는점은 음의 상관관계를 가집니다.

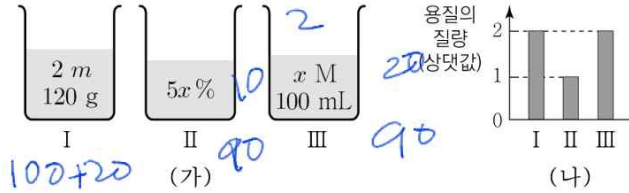
ㄱ. 따라서 기준 끓는점이 $X > Z > Y$ 일 때 높이차는 $Y > Z > X$ 이고 $38 < a < 57$ 이 맞습니다.

ㄴ. 끓는점 순서대로 인력이 강합니다. 따라서 $X > Y$ 입니다.

ㄷ. 외부 압력이 증기 압력보다 크니 끓지 못하고 액체입니다.

[2024.07.11.]

11. 그림 (가)는 $t^{\circ}\text{C}$ 에서 서로 다른 농도의 A 수용액 I~III을,
(나)는 I~III에 녹아 있는 용질의 질량을 나타낸 것이다. III의
밀도는 1.1 g/mL 이고, A의 화학식량은 100이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른
것은? (단, 모든 수용액의 온도는 $t^{\circ}\text{C}$ 로 일정하다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. $x=2$ 이다.
 - ㄴ. 퍼센트 농도(%)는 I이 III보다 크다.
 - ㄷ. II와 III을 모두 섞은 A 수용액의 몰랄 농도는 $2m$ 보다 크다.
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

I의 질량 120g이라는 것에서 직관적으로 $100+20$ 을 생각해도 되고, $2m$ 에서 실제로 계산하면 $1000:200=100:20$ 이므로 실제로 물 100g, 용질 20g입니다.

(나) 그래프를 통해 II에서는 용질 10g, III에서는 용질 20g이 있음을 알 수 있고
이는 총 0.2몰이니 $x=2$ 입니다.

이를 대입하면 II는 10%이니 물 90g, 용질 10g이고

III에서 밀도를 이용하면 물 90g, 용질 20g임을 알 수 있습니다.

ㄴ. 용질 20g은 동일한데 I은 물 100g, III은 물 90g으로 I이 더 작습니다.

ㄷ. II와 III을 섞으면 용질 30g, 물 180g이 되는데, $2m$ 인 I은 용질 20g, 물 100g으로 용질 30g으로 비교하면 용질 30g, 물 150g으로 물 180g에서의 몰랄 농도는 $2m$ 보다 작습니다.

[2024.07.12.]

12. 다음은 HA의 이온화 반응식과 25℃에서의 이온화 상수(K_a)이다.

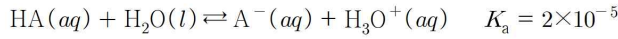
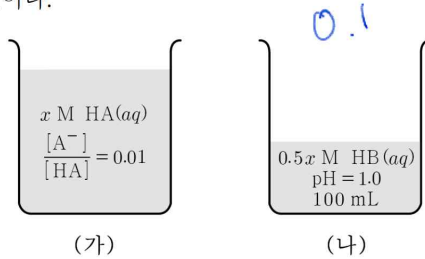


그림 (가)와 (나)는 25℃에서 x M HA(aq)과 $0.5x$ M HB(aq)을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.)

<보 기>

ㄱ. $x=0.2$ 이다.

나. (나)에서 $[\text{B}^-] = \frac{1}{2}$ 이다.

ㄷ. (가)에서 $[\text{A}^-] = \frac{1}{2}$ 이다.

ㄹ. (나)에 NaB(s) 0.01 mol을 첨가하여 녹인 수용액은 완충 용액이다.

① ㄱ ② 나 ③ ㄱ, ㄷ ④ 나, ㄷ ⑤ ㄱ, 나, ㄷ

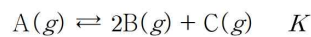
ㄱ. (가)에서 이온화도가 10^{-2} 이니, $\text{Ca}^2 = 2 \times 10^{-5}$ 에서 $x = 2 \times 10^{-1}$ 입니다. 따라서 (나)의 농도는 0.1M인데, 이때 pH가 1이므로 (나)는 강산입니다.

나. $[\text{A}^-]$ 는 이온화도를 곱한 $x \times 10^{-2}$ 이고, $[\text{B}^-]$ 는 전부 이온화 되었으니 $0.5x$ 입니다. $\frac{1}{2}$ 은 이온화도를 고려하지 않은 선지입니다.

ㄷ. 강산에 그 짝염기를 녹이는 것은 완충 용액이라고 하지 않습니다. 약산에 그 짝염기를 녹여야 완충 용액이고, 강산의 짝염기는 염기가 아니라 구경꾼 이온입니다.

[2024.07.13.]

13. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.



표는 온도 T에서 1 L 강철 용기에 A(g) a mol을 넣고 반응시켰을 때 B의 몰 분율에 따른 반응 지수(Q)와 평형 상수(K)의 비($\frac{Q}{K}$)를 나타낸 것이다.

B의 몰 분율	0.4	0.5
$\frac{Q}{K}$	x	1

x는? (단, 온도는 T로 일정하다.)

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

Handwritten calculations:

For 0.4: $\frac{(\frac{2}{3})^2 \times \frac{1}{3}}{\frac{2}{3}} = \frac{2}{9}$

For 0.5: $\frac{(2 \times \frac{1}{2})^2 \times \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = 1$

주어진 몰분율에 따라, 반응 후 A, B, C의 몰수를 계산하고 Q를 계산하면 됩니다.

B의 몰분율이 0.4이니 계수비에 따라 C의 몰분율은 0.2, 나머지 A의 몰분율은 0.4입니다. B, C로 생성물이 두 가지인데, $A \rightarrow 3B$ 와 같은 상황이라고 생각하고 공식에 동일하게 대입하면 됩니다.

A와 생성물 전체가 2:3이므로, 반응 후 A, B, C의 몰수는 순서대로

$$\frac{2}{2+\frac{2}{3}}a = \frac{2}{3}a, \frac{2}{2+\frac{2}{3}}a = \frac{2}{3}a, \frac{1}{2+\frac{2}{3}}a = \frac{1}{3}a \text{ 몰이 됩니다. 이때 } Q \text{를 계산하면 } \frac{(\frac{2}{3}a)^2(\frac{1}{3}a)}{(\frac{2}{3}a)} = \frac{2}{9}a^2 \text{입니다.}$$

다.

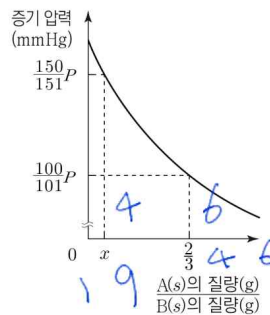
평형을 이루는 0.5의 경우에도 계산해 봅시다. 마찬가지로 B의 몰분율이 0.5이니 C의 몰분율은 0.25, A의 몰분율은 0.25인데, A와 생성물 전체가 1:3이므로 반응 후 A, B, C의 몰수는

$$\text{순서대로 } \frac{1}{1+\frac{1}{3}}a = \frac{1}{2}a, \frac{2}{1+\frac{1}{3}}a = a, \frac{1}{1+\frac{1}{3}}a = \frac{1}{2}a \text{ 몰이 됩니다. 따라서 이 때의 } K = \frac{a^2 \times \frac{1}{2}a}{(\frac{1}{2}a)} = a^2 \text{이}$$

고, $x = \frac{2}{9}$ 가 됩니다. 계산 과정 중에는 a가 약분된다는 것을 이해하면 굳이 a를 계산하지 않아도 괜찮습니다.

[2024.07.14.]

14. 그림은 25℃에서 물 w g에 A(s)와 B(s)를 함께 녹인 수용액의 증기 압력을 $\frac{A(s) \text{의 질량}}{B(s) \text{의 질량}}$ 에 따라 나타낸 것이다. 물에 녹인 A(s)와 B(s)의 질량의 합은 10 g으로 일정하고, 25℃에서 물의 증기 압력은 P mmHg이다. 분자량은 물, A, B가 각각 18, 60, 180이다.



$x \times w$ 는? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이며 서로 반응하지 않는다. 용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

- ① $\frac{31}{3}$ ② $\frac{40}{3}$ ③ 20 ④ $\frac{70}{3}$ ⑤ 45

$\frac{1}{10}$
10g
w=180 21

A의 질량비 $\frac{2}{3}$ 에서 A의 질량 4g, B의 질량 6g임을 알 수 있습니다. B의 분자량이 A의 3배이므로 B의 질량을 3으로 나누어 A와 더하면 6몰과 같이 되는데, 증기 압력 내림이 x일 때의 1.5배이므로 x에서는 4몰과 같이 되어야 합니다.

가장 일반적으로는 이때 $A+B=10, A+\frac{B}{3}=4$ 와 같이 연립방정식을 세울 수도 있으나, B가 3의 배수라는 특성에서 $A=1, B=9$ 과 같이 직관적으로 생각할 수도 있습니다. 어떻게 계산하든 $x = \frac{1}{9}$ 입니다.

처음 A가 4g, B가 6g일 때 총 몰수는 $\frac{1}{10}$ 몰로, 증기 압력 $\frac{100}{100+1}P$ 에서 0.1몰의 100배임을 알 수 있습니다. 따라서 10몰이고, $w=180$ 입니다.

[2024.07.15.]

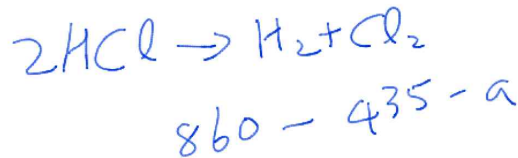
15. 다음은 25°C , 1 atm에서 3가지 열화학 반응식과 3가지 결합의 결합 에너지이다.

- $\text{NH}_3(g) + \text{HCl}(g) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(s) \quad \Delta H = x \text{ kJ}$
- $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g) \quad \Delta H = y \text{ kJ}$
- $\text{N}_2(g) + 4\text{H}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl}(s) \quad \Delta H = z \text{ kJ}$

결합	Cl-Cl	H-H	H-Cl
결합 에너지(kJ/mol)	a	435	430

이 자료로부터 구한 $2x+y-z$ 는? (단, 25°C , 1 atm에서 $\text{N}_2(g)$, $\text{H}_2(g)$, $\text{Cl}_2(g)$ 의 생성 엔탈피는 0이다.) [3점]

- ① $-a+425$ ② $-a+850$ ③ $-a+865$
- ④ $a+425$ ⑤ $a+865$



쓰여진 대로 $2x+y-z$ 에서 동일한 항들을 소거하면 됩니다. 이 경우 아래와 같은 식이 만들어지고, 이에 따라 결합 에너지를 계산하면 됩니다.

[2024.07.16.]

16. 다음은 기체와 관련된 실험이다.

[화학 반응식]
 $A(g) + 3B(g) \rightarrow xC(g)$ (x 는 반응 계수)

[실험 과정]
 (가) 그림과 같이 온도 T 에서 꼭지와 피스톤으로 분리된 실린더 I 과 II 에 $A(g) \sim C(g)$, $He(g)$ 을 넣는다.

(나) 꼭지 a를 열고 충분한 시간이 흐른 후 꼭지 a를 닫는다.
 (다) 꼭지 b를 열어 반응이 완결되고 충분한 시간이 흐른 후 꼭지 b를 닫는다.

[실험 결과]
 ◦ 각 과정 후 $He(g)$ 의 부피

과정	(나)	(다)
$He(g)$ 의 부피(L)	3	3.2

◦ (나) 과정 후 I의 혼합 기체에서 $C(g)$ 의 부분 압력은 P_2 atm이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.) [3점]

<보 기>

㉠. $x=2$ 이다.
 ㉡. $P_1 : P_2 = 2 : 1$ 이다. $0.5 : 0.25$
 ㉢. (다) 과정 후 II의 혼합 기체에서 $C(g)$ 의 몰 분율은 0.5이다. $3/4 : 3/4$

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

각 공간에 대한 이해가 중요한 문항입니다. 천천히 숨겨진 조건들을 해석해 봅시다.

(가)에서 피스톤으로 압력을 공유하는 영역끼리는 압력이 같습니다. 즉 A도 P_1 이고, 실린더 II의 B 역시 1.5atm입니다.

(나)에서 꼭지 a를 열면 B와 C가 혼합되고, A의 압력과 혼합 기체의 압력이 같아지고, 또 혼합 기체의 압력은 He와 같아집니다. 따라서 모든 공간의 압력이 같아지고, He의 부피 3L에서 He가 1기압임을 알 수 있으니 A, B, C 전체의 합은 5L, 1기압이 됩니다.

A, C 각각의 $PV=2P_1$ 이었고, B의 $PV=3$ 이므로 $4P_1+3=5$ 로 $P_1=0.5$ 입니다. 따라서 A는 1L, C는 3L인 오른쪽의 그림이 완성됩니다. (실린더 II 오른쪽 그림 참고)

이 상태에서 꼭지 a를 닫으면, B와 C는 실린더 I과 실린더 II에 3:1로 분배될 것입니다. 따라서 이때 실린더 II에는 B $PV=\frac{3}{4}$ 와 C $PV=\frac{1}{4}$ 이 남은 상태입니다.

(다)에서는 A의 $PV=1$ 과 B의 $PV=\frac{3}{4}$ 이 반응하여 몰수에 변화가 생깁니다. 그런데 이를 A, B, C 공간에서 계산하려고 하면 피스톤 움직이는 것까지 계산해야 하여 복잡합니다. 따라서

이번에도 (나)에서처럼 전체 공간의 압력이 동일한 상황이므로, He의 부피가 $\frac{16}{15}$ 배가 된 것에서 압력은 $\frac{15}{16}$ 배가 되었고, 초기부터 있던 A, B, C, He 전체 $PV=8$ 의 $\frac{15}{16}$ 배인 $PV=7.5$ 로 감소하였음을 알 수 있습니다. 따라서 반응이 일어나서 총 $PV=0.5$ 가 감소한 것이고, 반응비 상 A $\frac{1}{4}$, B $\frac{3}{4}$ 이 반응하는 상황에서 $x=2$ 여야 합니다.

ㄱ. $x=2$ 가 맞습니다.

ㄴ. (나)에서 C의 부분 압력이 $\frac{1}{4}$ 기압이었으므로 맞습니다.

ㄷ. 반응 후 A $\frac{3}{4}$, C $\frac{3}{4}$ 이 남아있는 상황으로 맞습니다.

단순 계산보다 개념과 상황 이해가 중요한 문항입니다. 어떻게 보면 [2016.11.16.]과 비슷한 느낌의 문항인데 그보다 좀 더 복잡하고 계산이 필요한 문항입니다. 이 문제를 풀어낸 것보다도, (나)-(다)로 이어지는 과정에서 이러한 압력 공유의 개념 적용이 신속하게 잘 이루어졌는지 복습하면 좋겠습니다.

[2016.11.16.]

16. 다음은 서로 반응하지 않는 기체 A와 B의 혼합 실험이다.

[실험 과정 및 결과]
(가) 실린더에 A와 B를 넣고 충분한 시간이 흐른 후, 그림과 같은 상태에 도달하였다.

(나) 콕 a를 열고 충분한 시간이 흐른 후, 압력을 측정하였더니 P_1 이었다.
(다) 콕 b를 열고 충분한 시간이 흐른 후, 압력을 측정하였더니 P_2 이었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관과 압력계의 부피, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

— < 보 기 > —

- ㄱ. 분자량은 A가 B의 4배이다.
ㄴ. (나) 과정 후 혼합 기체에서 A의 부분 압력은 0.5기압이다.
ㄷ. $P_2 > P_1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답은 3번입니다.

[2024.07.17.]

17. 표는 25℃에서 혼합 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

(나)에서 $\frac{[\text{HB}] + [\text{B}^-]}{[\text{B}^-]} = 2$ 이다.

혼합 수용액	혼합 전 수용액의 농도와 부피		pH
	산	염기	
(가)	$x \text{ M HA(aq) } 50 \text{ mL}$	$x \text{ M NaOH(aq) } 50 \text{ mL}$	10.0
(나)	$0.2 \text{ M HCl(aq) } 50 \text{ mL}$	$2x \text{ M NaB(aq) } 50 \text{ mL}$	8.0

25℃에서 $x \times \frac{\text{HA의 이온화 상수}(K_a)}{\text{HB의 이온화 상수}(K_a)}$ 는? (단, 25℃에서 물의

이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이며, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

- ① $\frac{1}{100}$ ② $\frac{1}{10}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ 2 ⑤ 10

$$0.2 \times \frac{10^{-7}}{10^{-8}}$$

첫 줄 조건이 무엇인가 하고 보면 결국 $[\text{HB}] = [\text{B}^-]$ 인 반당량점을 의미하고 있습니다. 그런데 HCl은 무조건 강산이니 (나)는 약염기 NaB가 강산 HCl에 반중화된 상태입니다. 부피도 같으니 $x = 0.2$ 입니다.

(가)에서는 두 산염기 용액의 양이 같은데 NaOH는 강염기이고 pH가 염기이니 HA는 약산이 됩니다. 결국 중화점에서의 pH를 제시한 것입니다.

HB의 이온화 상수는 제시된 pH 그대로 10^{-8} 이고

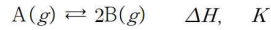
HA는 중화점 계산을 해도 좋지만, 당량점에서의 이온화도 계산식에서 (Another class 2부 200페이지) $\text{pH} = 10 = 7 + 3$ 이므로 (가) 용액이 0.1M일 때 이온화도가 10^{-3} 이므로 $K_a = 10^{-7}$ 입니다.

다. 따라서 $0.2 \times \frac{10^{-7}}{10^{-8}} = 2$ 입니다.

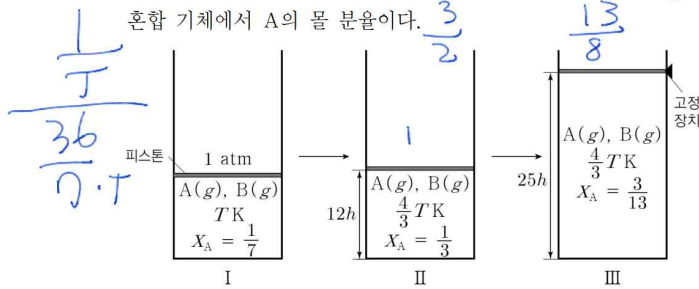
또한 다시 한 번 언급하면, (나)와 같이 약염기 + 강산 중화 반응이어도 반당량점의 'pH'로 제시되면 약산(해당 약염기의 짝산)의 이온화 상수 $K_a = \text{pH}$ 이고 $K_b = \text{pOH}$ 인 것입니다. 이 부분 헷갈리지 않게 잘 기억해 두시길 바랍니다.

[2024.07.18.]

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



그림은 온도 TK에서 실린더에 A(g)와 B(g)가 들어 있는 평형 I과, 평형 I에서 온도를 $\frac{4}{3}TK$ 로 변화시켜 도달한 평형 II, 평형 II에서 부피를 증가시켜 도달한 평형 III을 나타낸 것이다. X_A 는 혼합 기체에서 A의 몰 분율이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 외부 압력은 1 atm으로 일정하고, 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. $\Delta H < 0$ 이다. + -
 - ㄴ. III에서 혼합 기체의 압력은 $\frac{13}{25}$ atm이다.
 - ㄷ. II에서 $K = \frac{7}{36}$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. 온도 변화가 있는 I과 II를 비교합시다. A의 몰분율이 증가했으니 역반응이 일어난 것이고 (-), 온도는 증가했으니(+) ΔH (-)입니다.

ㄴ. 몰분율 공식에서 II는 A, B 몰수의 합이 $\frac{1+2}{1+\frac{2}{2}}$ 로 초기 A의 몰수의 $\frac{3}{2}$ 배, III은 $\frac{3+\frac{10}{2}}{3+\frac{10}{2}}$ 로

초기 A의 몰수의 $\frac{13}{8}$ 배임을 알 수 있습니다. 즉 II→III일 때 몰수는 $\frac{13}{12}$ 배, 부피는 $\frac{12}{25}$ 배 되었고 온도는 동일하므로 1기압에서 $\frac{13}{25}$ 기압이 된 것입니다.

ㄷ. 몰분율 공식으로 몰수를 구해서 풀어도 되겠지만, 여기서는 ‘부피’가 아닌 ‘압력’이 제시되

었기 때문에 압력 평형을 이용합시다. I에서 $K = \frac{(\frac{6}{7})^2}{RT \times \frac{1}{7}} = \frac{36}{7RT}$ 이고, II에서

$$K = \frac{(\frac{2}{3})^2}{\frac{1}{3} \times \frac{4}{3} RT} = \frac{1}{RT} \text{이므로 답은 } \frac{7}{36} \text{입니다.}$$

[2024.07.19.]

19. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k 는 반응 속도 상수이다.

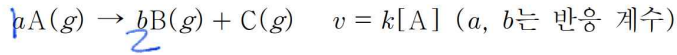
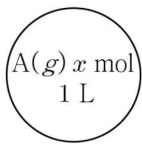
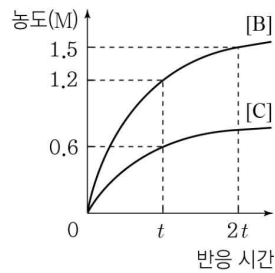


그림 (가)는 강철 용기에 A(g)가 들어 있는 초기 상태를, (나)는 반응 시간에 따른 B(g)와 C(g)의 농도를 나타낸 것이다.

반응 시간이 $2t$ 일 때, $\frac{A \text{의 양(mol)}}{C \text{의 양(mol)}} = \frac{1}{15}$ 이다.



(가)



(나)

$x \times \frac{a}{b}$ 는? (단, 온도는 일정하다.)

- ① $\frac{1}{10}$ ② $\frac{2}{15}$ ③ $\frac{1}{5}$ ④ $\frac{2}{5}$ ⑤ $\frac{5}{8}$

$$0.8 \times \frac{1}{2}$$

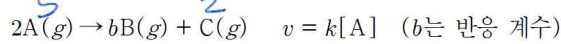
(나)에서 t 시간 마다 농도 증가가 $\frac{1}{4}$ 배가 되므로 $t = \frac{1}{4}$ 감기, 또 $2t$ 에서 A와 C의 양이 1:15인 것에서 반감기 4번에 A, C 계수비가 1:1인 상황을 짐작할 수 있습니다. 이러면 (나)에서 B, C 농도비가 2:1이므로 $b=2$ 입니다.

C의 t 시간 농도가 0.6M이니 무한등비급수 상 0.8M이 됨을 알 수 있고 $x=0.8$ 입니다. 따라서 답은 4번입니다.

[2024.07.20.]

20. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학

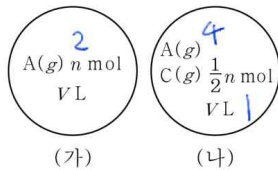
반응식과 반응 속도식이다. k 는 반응 속도 상수이다.



그림은 강철 용기 (가)에 A(g)를, (나)에 A(g)와 C(g)를 넣은 초기 상태를, 표는 (가)와 (나)에서 반응이 진행될 때 반응 시간에

따른 $\frac{w_C}{w_A + w_B}$ 를 나타낸 것이다. $w_A \sim w_C$ 는 각각 A~C의 질량이고,

(나)에서 $2t$ s일 때 전체 압력 = $\frac{13}{5}$ 이다. $\frac{0}{10} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{1.5}{8.5} \quad \frac{2}{8}$



반응 시간(s)	t	$2t$	$3t$
w_C	(가) $\frac{1}{9}$	$\frac{3}{17}$	
$w_A + w_B$	(나) x		$\frac{1}{3}$

$x \times \frac{C \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}}$ 은? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{1}{7}$ ③ $\frac{2}{9}$ ④ $\frac{2}{7}$ ⑤ $\frac{1}{3}$
- Handwritten calculations: $\frac{1}{2} \cdot \frac{b}{2} = \frac{b}{4}$, $\frac{3b}{2} + 1$, $\frac{b}{2} + \frac{3}{2} = \frac{3b}{2} + \frac{7}{2}$, $5:13$

* 확인 사항

주어진 분수 조건을 잘 해석하는 것이 핵심입니다. 질량 보존의 법칙에 따라 $w_A + w_B + w_C$ 가 일정해야 합니다. 초기 0초까지 조건에 포함시키면 이때 분자 1이 감소할 때 분모도 1 증가하므로 ($w_A + w_B + w_C$ 가 일정하다는 것을 해석한 것) 초기에는 $\frac{0}{10}$, 그리고 $\frac{3}{17}$ 을 $\frac{1.5}{8.5}$ 로 해석하면

반감기가 t 인 것으로 일치하게 해석할 수 있습니다. 따라서 반응 완결점에서는 $\frac{2}{8}$ 가 됨을 알 수 있고, 처음 A의 질량 10이 B 8, C 2가 되었으므로 A의 분자량을 5, C의 분자량을 2와 같이 해석할 수 있습니다.

이후 식을 세우는 과정이 어려울 수 있는데, 우리가 쓸 수 있는 조건은 (나) $3t$ 과, (가), (나)의 전체 압력 비입니다. (가)와 (나)에서 A와 C의 비율이 제시되었고 (나) 역시 A, B, C 간의 비율관계만을 묻는 것이기 때문에 주어진 것과 구해야 하는 것 전부 비율값으로 우리는 (나)에서 A와 C의 비율만 알면 되는 것입니다. 정확한 n 의 값이 중요한 것이 아니라는 말입니다.

따라서 (가)에서 $\frac{0}{10}$ 과 같이 썼던 것에 착안하여 (가) A는 2몰(10g), (나) 1몰(2g)과 같이 생각하고 계산하면 편합니다. 왜 이렇게 풀어도 되는지에 대한 설명이었는데, 실전에서는 이에 대해 의문을 갖기보다는, 이렇게 해도 문제가 없겠다고 직감하고 일단 풀어내는 것 자체가 중요합니다.

(나)에 초기 C가 있긴 하나, 이 초기 C는 반응이 얼마나 진행되든 일정합니다. 즉 (가)와 같이

A만 있다고 생각할 때 표 $t, 2t, 3t$ 에서의 값에, 분자에 초기 C를 더한 형태가 됩니다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같습니다.

$$\frac{0+\text{초기 C}}{10}, \frac{1+\text{초기 C}}{9}, \frac{1.5+\text{초기 C}}{8.5}, \frac{1.75+\text{초기 C}}{8.25}$$

우리가 궁금한 것은 $3t$ 에서, $\frac{1}{3}$ 이 되게 하는 초기 C의 값입니다. $\frac{1}{3} = \frac{2.75}{8.25} = \frac{1.75+1}{8.25}$ 이므로, 초기 C의 값은 1이고, 0초에서 초기 A를 10으로 정했으므로 (나)에서 A와 C의 초기 질량비는 10:1이 됩니다. 따라서 초기 A는 4몰이고, 다시 대입해보면 $x = \frac{1+\text{초기 C}}{9} = \frac{2}{9}$ 임을 알 수 있습니다.

이러면 (가)에서는 초기 A 2몰이 반감기 한 번을 거쳐 A, B, C 1몰, $\frac{b}{2}$ 몰, $\frac{1}{2}$ 몰이 된 것이고, (나)에서는 초기 A 4몰과 C 1몰이 반감기 2번을 거쳐 A, B, C 1몰, $\frac{3}{2}b$ 몰, $\frac{3}{2}+\text{초기 C}$ 1몰이 되었으므로 $\frac{b+3}{2} : \frac{3b+7}{2} = 5:13$, $b=2$ 입니다. 따라서 B의 분자량은 4가 되고, 답은 1번입니다.

전반적으로 비례 관계일 때 식을 어떻게 간단하게 세울 수 있는지, 분수의 해석을 잘 할 수 있는지에 대해서 아주 잘 낸 문항이라고 생각합니다. 특히 왜 이렇게 식을 세워도 되는지에 대해서 고민해보고, 이 과정이 자연스럽게 연결될 때까지 연습하면 좋겠습니다.