

7모 한줄 요약 : 형식은 이상한데, 내용은 상당히 좋았다.

7월 모의고사는 이상하게 좀 다듬어지지 않은 형식으로 늘 말이 많은 편입니다. 그 탓에 오히려 번뜩이는 문제가 여기서 출제되는 경우도 종종 있고요. 이번 7모가 딱 그렇다고 생각합니다. 충분히 난이도 있고, 전달하려는 메시지도 좋은데, 좀 형식이 좋지 않은 느낌?입니다. 좀 더 친절하게 제시하고, 깔끔하게 낼 법도 한데 조금 아쉬운 느낌이 있는 반면, 출제된 내용들은 지금까지 기출에서 물어본 것들을 한 단계 나아가서 물어본 느낌이 꽤 있습니다. 난이도도 제법 있게 나와서 문제 풀이를 점검해볼 만도 했습니다.

다만 이번 시험이 어려웠던 가장 큰 이유는 기초가 부족한 것이 크다는 생각입니다. 자주 출제되는 내용이 아니더라도 출제되면 가장 빠른 풀이가 아니더라도 어떻게든 풀어낼 수는 있어야 합니다. 이 해설은 가능하면 최적화된 풀이를 보여주겠지만, 시험장에서는 최적화된 풀이가 아니라 당장 할 수 있는 풀이를 써서 풀 수 있어야 합니다. 이번 시험에서 내가 아는 풀이를 쓰다가 막혔다면 내가 정말로 그 풀이를 알고 있는게 맞는지, 풀이를 떠올릴 수 있는지, 실제로 그 풀이를 실행할 때 막히는 부분은 없는지 꼭 다시 점검하면 좋겠습니다.

이제부터 개별 문항 해설하겠습니다.

## 1. 다음은 어떤 용액에 대한 설명이다.

☐ (가) 은 약산과 그 약산의 짝염기가 섞여 있는 수용액이거나 약염기와 그 약염기의 짝산이 섞여 있는 수용액으로 소량의 산이나 염기를 넣어도 pH가 크게 변하지 않는다.

(가)로 가장 적절한 것은?

- ① 완충 용액      ② 표준 용액      ③ 과포화 용액  
④ 포화 용액      ⑤ 불포화 용액

개념 적용하면 되는데 약산과 약산의 짝염기 or 약염기와 약염기의 짝산 - 바로 완충 용액이 떠올라야 합니다. 뒤에 설명까지 읽어보면 역시 맞는 내용이지만 완충 용액의 가장 핵심적인 정의입니다. 평가원 모의고사에서도 꾸준히 물어보고 있으니 꼭 알아두세요.

2. 다음은 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각  $\text{Al}(s)$ ,  $\text{CO}_2(s)$ ,  $\text{C}(s, \text{흑연})$  중 하나이다.

○ (가)와 (나)는 공유 결합 물질이다.  
 ○ (나)와 (다)는 전기 전도성이 있다.  
 ○ (가)~(다)의 결정 구조 모형은 각각 다음 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

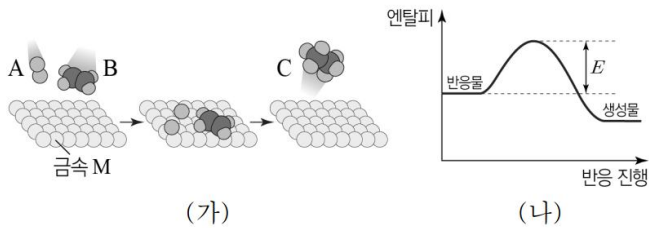
<보 기>

ㄱ. (가)는  $\text{CO}_2(s)$ 이다.  
 ㄴ. (나)는 원자 결정이다.  
 ㄷ. (다)의 결정 구조는 체심 입방 구조이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

역시 금속 - 이온 - 원자 - 분자 결정을 물어보는 문항입니다. 흑연이 출제되니 전기 전도성을 묻는 것은 당연한 것이고요. 따라서 공유 결합이면서도 전기 전도성이 있는 (나)가 흑연입니다. 따라서 (가)는  $\text{CO}_2$ , (다)는 Al이 됩니다. (다)는 면심입방입니다.

3. 그림 (가)는  $\text{A}(g)$ 와  $\text{B}(g)$ 가 금속 M의 표면에 흡착하여  $\text{C}(g)$ 의 생성이 빠르게 진행되는 과정을 모형으로 나타낸 것이고, (나)는 (가)에서 반응의 진행에 따른 엔탈피를 나타낸 것이다.



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

<보 기>

ㄱ. 금속 M은 기질 특이성을 갖는다.  
 ㄴ. (가)의 화학 반응식은  $\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightarrow \text{C}(g)$ 이다.  
 ㄷ. (가)에서 금속 M을 사용하지 않았을 때의 활성화 에너지는 E보다 크다.

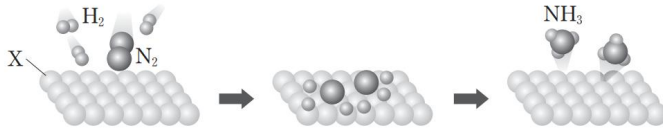
- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

EBS 기준 오답률 1위입니다. 실제로도 많은 사람이 틀렸을 것 같고, 또 틀린 이유가 충분히 이해가는 문항이지만 그래도 한 번 보면서 피드백 해봅시다.

그림 자체는 [2016.09.02.]와 동일해서 상황 자체는 쉬웠을 것입니다.

[2016.09.02.]

2. 그림은  $N_2(g)$ 와  $H_2(g)$ 가 고체 X 표면에 흡착하여  $NH_3(g)$ 의 생성이 촉진되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.



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

— < 보 기 > —

- ㄱ. X는 촉매이다.  
ㄴ. X의 질량은 반응 후가 반응 전보다 크다.  
ㄷ. 화학 반응식은  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

그런데 문제는 ㄱ이죠. 원래 기출에서 ㄱ, ㄴ의 내용을 좀 더 까다롭게 물어본 것이라고 할 수 있겠습니다. 실제로 평가원에서 이런 선지를 낼 것이냐? 는 뒤로 하고 교육 과정 상 출제 가능성만을 생각해본다면 충분히 낼만한 선지고, 만약 틀렸어도 ㄱ에서 한번쯤 고민 정도는 해봤어야 합니다. 결국 ㄱ에 맞다고 체크했더라도 기질 특이성? 이게 맞나? 가우뚱 정도는 해봤어야 합니다.

기질 특이성이나, 온도, pH 등에 효소의 효과가 달라지는 것은 효소의 핵심적인 특성입니다. 그러나 촉매는 그렇지 않죠. 이 차이를 이해하고 있었다면 최소 ㄱ 선지에서 고민은 해봤을 것이고, 개념을 제대로 봤다면 이 정도는 했어야 합니다.

물론 이와 별개로 실제 평가원에서 등장할만한 선지는 아니라고 봅니다. 6월 모의고사에서 약간씩 개념을 어렵게 내리는 움직임이 보이긴 했지만, 만약 9월 모의고사 때 개념을 묻는 선지가 어렵게 나온다면 수능에서도 준비해야겠지만, 아직까지는 아니라고 봅니다.

결론 : ㄱ 선지를 보고 고민조차 안했다면 개념을 한 번은 다시 보는 것을 추천합니다.

4. 다음은 어떤 학생이 학습한 내용과 수행한 탐구 활동이다.

[학습 내용]

- 액체 상태에서 분자 사이에 작용하는 힘은 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 수소 결합이 있고, 물질에 따라 분자 사이에 작용하는 힘의 종류가 달라진다.

[탐구 활동]

- 분자량이 비슷한 분자  $O_2$ , A, B의 기준 끓는점과 액체 상태에서 분자 사이에 작용하는 힘을 조사한다. A와 B는 각각  $CH_3OH$ 과 NO 중 하나이다.

| 분자    | 기준 끓는점(°C) | 분자 사이에 작용하는 힘  |
|-------|------------|----------------|
| $O_2$ | -183       | ㉠              |
| A     | -152       | 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력 |
| B     | a          | -              |

NO  
CH<sub>3</sub>OH

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

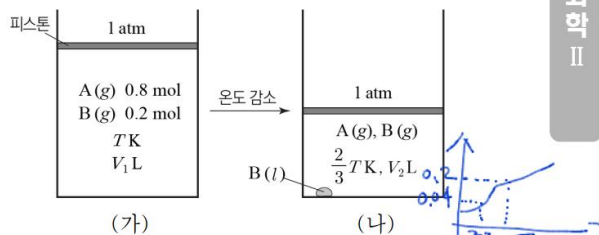
————— <보 기> —————

㉠. A는 NO이다.  
 ㉡. a > -152이다.  
 ㉢. B(l) 분자 사이에 ㉠이 작용한다.

① ㉠    ② ㉡    ③ ㉠, ㉡    ④ ㉡, ㉢    ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

딱히 할 말이 많지는 않습니다. 역시 분자 간 인력은 세 종류의 힘 - 분산력/쌍극자-쌍극자/수소 결합을 잘 적용하는 게 핵심입니다.  $CH_3OH$ , NO 보자마자 OH 확인해서 수소결합 찾아야 하고요, 그러면 바로 A, B가 NO,  $CH_3OH$ 라는 것 나옵니다. 분산력은 어느 분자든 전부 작용하니 ㉢도 맞고요.

5. 그림 (가)는  $T_K$ 에서 서로 반응하지 않는 A(g)와 B(g)를 실린더에 넣은 상태를, (나)는 (가)에서 온도를  $\frac{2}{3}T_K$ 로 낮추고 충분한 시간이 지난 후의 상태를 나타낸 것이다.  $\frac{2}{3}T_K$ 에서 B의 증기 압력은 0.04 atm이다.



화학 II

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1 atm으로 일정하고, 액체의 부피, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

————— <보 기> —————

㉠. A(g)의 부분 압력은 (나)에서가 (가)에서의 1.2 배이다.  
 ㉡.  $V_2 = \frac{2}{3}V_1$ 이다.  
 ㉢. (나)에서 B(g)의 양은  $\frac{1}{30}$  mol이다.

① ㉠    ② ㉡    ③ ㉠, ㉡    ④ ㉡, ㉢    ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

신유형이라고 불릴 만한 문제입니다. 이렇게 온도 변화를 주면서 전부 액체, 고체로 변하는 문제는 종종 출제되었지만, 여기에 증기 압력까지 고려하는 문제는 아직까지 출제된 적 없습니다. 기체 문제지만 일종의 상평형 개념을 혼합한 것이라고 봐도 되고요, 문제 끝까지 안 읽고 ㄱ, ㄴ, ㄷ를 푸셨던 분들은 다소 혼란을 겪었을 것 같습니다. 감상보다는 먼저 ㄱ, ㄴ, ㄷ를 풀어보면

ㄱ. (나)에서 B 증기 압력이 0.04 기압이므로 A는 0.96기압이고, 1.2배입니다.

ㄴ. 온도 감소에, B가 액화되면서 전체 기체의 양이 줄었으니  $\frac{2}{3}$ 배보다 작습니다.

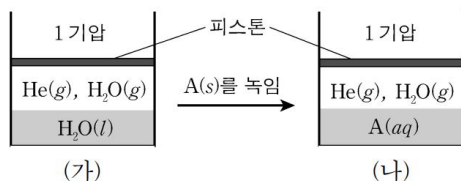
ㄷ. A는 0.96기압, B는 0.04기압이므로 B의 몰수는 A의  $\frac{1}{24}$ 배이고,  $0.8 \times \frac{1}{24} = \frac{1}{30}$  몰입니다.

이렇게 답을 알고 나면 정말 간단한데 이상하게 시험장에서는 잘 풀리지 않은 분들이 계실 것입니다. 여러 가지 이유가 있겠지만 대부분은 증기 압력 0.04기압을 먼저 생각하지 않았기 때문입니다. 증기 압력 관련 계산 문제는 부피가 변하든, 다른 공기가 들어오든 무조건 증기 압력부터 연산을 해 나가야 합니다. 그게 증기 압력의 개념입니다. 그렇지 않으면 그냥 화학 II를 모르는 사람의 무지성 계산이예요.

가령 ㄴ에서 부피를 물어보았기 때문에 ㄷ을  $V_1$ 과  $V_2$ 를 제대로 구해서 B 몰수를 계산하려고 했던 사람들이 있을 것입니다. 그렇게 풀면 안 되고 반드시 증기압력에서 계산을 끌어 나가야 합니다. 굉장히 중요한 포인트입니다. 꼭 기억하세요. ‘증기 압력이 나오면 증기 압력에서부터 계산을 시작한다.’

[2019.06.19.]

19. 그림 (가)는  $t^\circ\text{C}$ , 1기압에서  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 들어 있는 실린더에  $\text{He}(g)$ 을 넣어 평형에 도달한 상태를, (나)는 (가)에 A(s)를 녹인 후 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 혼합 기체의 부피비는 (가):(나) = 81:80 이고,  $t^\circ\text{C}$ 에서  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 증기 압력은 0.2기압이다.



(나)의 수용액에서 A의 몰분율은? (단, 온도와 외부 압력은 일정하고,  $\text{He}(g)$ 의 용해, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다. 용질 A는 비전해질, 비휘발성이며, 용액은 라울 법칙을 따른다.)

- ①  $\frac{1}{10}$       ②  $\frac{1}{20}$       ③  $\frac{1}{30}$       ④  $\frac{1}{40}$       ⑤  $\frac{1}{80}$

만약 이 문제는 제대로 풀었는데 5번에서 시간을 꽤 소모했다면 증기 압력, 부분 압력에 대

한 풀이법이 제대로 확립되어 있지 않은 것이니 잘 정리해야 합니다. 이 문제의 답은 2번입니다. Another class 1부 101-108페이지를 참고하세요.

한편 손풀이를 다시 보면 오른쪽에 이상한 그래프가 있는데요, 5번 문제의 B의 상황에 대한 그래프입니다. 보면 12번과 동일한 그래프를 가졌음을 알 수 있죠? 따라서 12번 문제의 상황을 여기에도 출제했다고 이해할 수 있고, 굳이 이 문제를 푸는 데 직접적으로 관련은 없지만 이런 상황에 대해 상평형 챕터에 정리해두었으니 심화해서 보실 분들은 봐도 좋을 것 같습니다. 2부 127-128페이지 [2019.06.19.] 설명입니다. 한편으로는 이런 이유 때문에 출제자가 적다는 느낌을 피할 수가 없는데요. 5번과 12번의 비슷한 상황을 한 시험지에 출제한 부분은 조금 아쉽습니다.

또 관련 있는 문항은 [2017.06.18.]입니다.

[2017.06.18.]

18. 다음은 물질의 상변화와 기체의 성질에 대한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 400K에서 용기 I에 서로 반응하지 않는 기체 A~C를 넣은 후, 압력( $P_1$ )을 측정한다.

(나) I의 온도를 200K로 낮추고, 충분한 시간이 흐른 후 압력( $P_2$ )을 측정한다.

(다) I과 II의 온도를 200K로 유지하면서 콕을 열고, 충분한 시간이 흐른 후 콕을 닫는다.

(라) II의 온도를 100K로 낮추고, 충분한 시간이 흐른 후 II의 압력( $P_3$ )을 측정한다.

[실험 결과]

| 과정  | 용기 | 온도(K) | 기체 상태로 존재하는 물질 | 기체의 압력 (기압) |
|-----|----|-------|----------------|-------------|
| (가) | I  | 400   | A, B, C        | $P_1 = 4.8$ |
| (나) | I  | 200   | B, C           | $P_2 = 0.8$ |
| (라) | II | 100   | C              | $P_3 = 0.1$ |

(가)에서 B의 몰분율은? (단, 고체와 액체의 부피와 증기 압력, 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{1}{12}$     ②  $\frac{1}{8}$     ③  $\frac{1}{6}$     ④  $\frac{1}{4}$     ⑤  $\frac{1}{3}$

답은 3번입니다.

6. 다음은 반응 속도에 영향을 주는 요인과 관련하여 학생 A가 세운 가설과 이를 검증하기 위해 수행한 탐구 활동이다.

[가설]  
○

[실험 과정]  
○ 온도가 다른 물 100 g이 들어 있는 3개의 비커에 동일한 발포정을 각각 넣고 기포 발생 반응이 완결될 때까지 걸린 시간을 측정한다.

[화학 반응식]  
$$\text{HCO}_3^-(aq) + \text{H}^+(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$$

[실험 결과 및 자료]

| 온도(℃)    | $t_1$ | $t_2$ | $t_3$ |
|----------|-------|-------|-------|
| 걸린 시간(s) | 180   | 120   | 60    |

○  $t_1 < t_2 < t_3$ 이다.



A의 가설이 옳다는 결론을 얻었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응이 진행되는 동안 온도는 일정하다.)

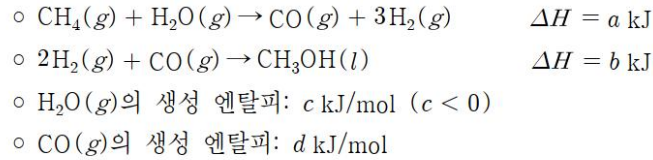
<보 기>

㉠. '온도가 높을수록 반응 속도는 빠르다.'는 ㉠으로 적절하다.  
 ㉡. 발생한  $\text{CO}_2$ 의 총량은  $t_3^\circ\text{C}$ 에서가  $t_1^\circ\text{C}$ 에서의 3배이다.  
 ㉢.  $t_1^\circ\text{C} \sim t_3^\circ\text{C}$  중 초기 반응 속도는  $t_1^\circ\text{C}$ 에서 가장 빠르다.

① ㉠    ② ㉡    ③ ㉠, ㉡    ④ ㉡, ㉢    ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

평범한 반응 속도 개념 문제라 크게 할 말은 없는데, 걸린 시간이 빠를수록 반응 속도가 크겠죠? 사실 반응식이 왜 저렇게 물 100g에  $\text{H}^+$ 가 있는 식인지는 모르겠는데 그건 중요하지 않고 풀면 됩니다. ㉡에서 반응 속도가 빨라도 전체 생성량은 동일하다는 것 기억해주시고요. 단, 여기서는 '총량'이라는 표현을 썼는데, 몰수로 이해하면 됩니다. 그런데 만약 기체의 부피를 물어보았다면 온도가 다르니 반응 완결 후  $\text{CO}_2$ 의 부피는  $t_1 < t_2 < t_3$ 와 같이 되겠죠? 이 정도까지 생각해 볼 수 있을 것 같습니다.

7. 다음은 25℃, 1 atm에서 2가지 열화학 반응식과 2가지 물질의 생성 엔탈피에 대한 자료이다.



25℃, 1 atm에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃, 1 atm에서  $\text{H}_2(g)$ ,  $\text{O}_2(g)$ 의 생성 엔탈피는 0이다.) [3점]

- < 보 기 >
- |                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ㄱ. $\text{CH}_3\text{OH}(l)$ 의 생성 엔탈피는 $b \text{ kJ/mol}$ 이다.                                                                  |
| ㄴ. $2\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CH}_3\text{OH}(l)$ 의 반응 엔탈피는 $(2a + 2b + 2c) \text{ kJ}$ 이다.            |
| ㄷ. $\text{H}_2\text{O}(l)$ 1 mol이 분해되어 $\text{H}_2(g)$ 1 mol과 $\text{O}_2(g)$ 0.5 mol이 생성될 때 출입하는 에너지는 $ c  \text{ kJ}$ 보다 크다. |

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

7번도 그렇고 17번도 그렇고 엔탈피를 좀 각잡고 낸 느낌입니다. 확실히 요즘은 엔탈피 문제도 한두 단계로 끝나는 게 아니라 복잡한 연산을 요구하는 편이기에 좋은 문항입니다.

ㄱ. 생성 엔탈피 정의 낚시이죠? 바로 틀렸다고 해야 합니다. 정확한 답은  $d$ 를 활용한  $b+d$ 일 것인데, 이 문제에서  $d$ 는 그 뒤로 쓰이지 않습니다. CO 생성엔탈피는 굳이 안 주어도 되었습니다.

ㄴ. 들어 있는 물질들을 자연스럽게 연산하면  $2a+2b+2c$ 가 암산으로 나와야 합니다.  $\text{CH}_3\text{OH}$  2개,  $\text{CH}_4$  2개 있으니  $2a+2b$ 까지 되고, CO는 없어지고  $\text{H}_2\text{O}$  2개 있으니  $\text{H}_2\text{O}$  지워지게 생성엔탈피 2번 더해주면  $2a+2b+2c$ 이고, 반응식에 쓰인 나머지 물질은  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ 만 있으니 계수 고려하지 않아도 자동으로 맞춰지고 답은  $2a+2b+2c$  입니다.

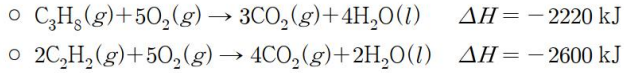
이 한 문장으로 사고가 되어야 합니다. 빠르게 읽고 넘기신 분들도 이 문장의 의미를 다시 곱씹어 보세요. 잘 모르겠다면 Another class 화학 II 1부 [2018.07.13.] 240-242 페이지 보시면 도움이 됩니다.

ㄷ. 절댓값을 물어보았으니, 엔탈피 변화( $\Delta H$ )의 크기를 물어본 것입니다. 엔탈피 변화( $\Delta H$ )와 엔탈피 변화( $\Delta H$ )의 크기는 항상 잘 구분할 수 있어야 합니다.  $c$ 가 음수라는 조건을 활용하여 왼쪽 아래처럼 도식을 간단히 그리면,  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가  $\text{H}_2\text{O}(l)$  보다 위에 있을 것이니,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ 와의 차이는  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 일 때 더 클 것입니다. 따라서 ㄷ은 맞습니다.

ㄷ의 내용은 6평 해설에서도 다루었으니, 참고하시길 바랍니다.

[2022.06.05.]

5. 다음은 25℃, 1 atm에서  $C_3H_8(g)$ 과  $C_2H_2(g)$ 의 연소 반응에 대한 열화학 반응식이다.  $C_2H_2$ 의 분자량은 26이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ.  $C_3H_8(g)$ 의 연소 반응은 흡열 반응이다.  
 ㄴ. 1 g의  $C_2H_2(g)$ 이 완전 연소될 때의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 -50 kJ이다.  
 ㄷ.  $C_3H_8(g)$ 과  $C_2H_2(g)$ 이 각각 1 mol씩 완전 연소되면 열의 출입량은  $C_2H_2(g)$ 에서가  $C_3H_8(g)$ 에서보다 많다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

ㄷ 선지 변형

ㄷ.  $C_3H_8(g)$ 과  $C_2H_2(g)$ 이 각각 1 mol씩 완전 연소될 때 엔탈피 변화는  $C_2H_2(g)$ 에서가  $C_3H_8(g)$ 에서보다 크다.

이런 선지가 나온다면 실수할 가능성이 높습니다. 음수일 때는 우리의 직관과 충돌하기 쉽기 때문입니다. 엔탈피가 음수니까 반대로 ㄷ이 맞는 선지가 되겠죠?

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

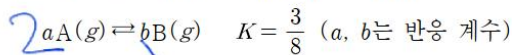
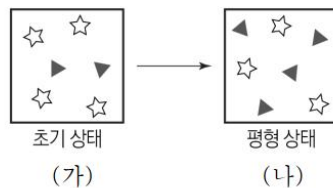


그림 (가)는 TK, 1 L의 강철 용기에  $A(g)$ 와  $B(g)$ 를 넣은 초기 상태를, (나)는 반응이 진행되어 도달한 평형 상태를 모형으로 나타낸 것이다. (가)에서 반응 지수( $Q$ )는 2이다.

(2)  $\frac{3}{4}$



$\frac{1.5}{2^2} \quad \frac{2.5}{3}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, ☆과 ▲는 각각 A와 B 중 하나이다.)

[3점]

<보 기>

- ㄱ.  $a : b = 2 : 1$ 이다.  
 ㄴ. 1개의 ☆은 기체 분자 0.5 mol에 해당한다.  
 ㄷ. (나)에서  $A(g)$ 와  $B(g)$ 를 각각 1 mol씩 첨가하면 평형에 도달하기 전까지 역반응이 우세하게 진행된다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

사실 이런 문제가 교육청에서만 등장하기는 했지만 그래도 풀 줄은 알고 있어야 합니다. 의외로 까다로웠을 법한 문항입니다. 맞은 사람들도 정말 제대로 푼 사람은 몇 없을 것 같은데요. 가장 큰 문제는 A, B를 쉽게 정하기 어렵다는 것이죠. 2부에서도 설명하였듯이 무조건 (가)와 (나)의 비교에서부터 시작해야 합니다. 세모는 2개 증가하고, 별은 1개 감소하니  $a:b=2:1$  or  $1:2$  일 것입니다.

여기서 대충 보니  $K=\frac{3}{8}$  이니까 대충 (나)에서 3개인 별이 B고 세모는 A겠지~ 라고 생각하면 맞기는 할텐데 조금 찝찝합니다. 왜냐하면 세모, 별 각각이 몇 물에 해당하는지를 알려주지 않았기 때문입니다. 예를 들어 L 선지가 0.5몰이 아니라  $\frac{1}{3}$  몰이었다면 3개인 게 딱히 의미가 없어지니까요. 운이 좋게 그 가정이 맞았기 때문인거지, 모든 문제를 그렇게 풀 수는 없습니다.<sup>1)</sup>

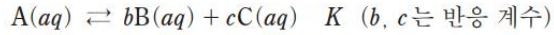
따라서 엄밀하게 풀려면  $K=\frac{3}{8}$  에 직접 대입하려고 하면 안되고, Q, K를 비교하는 변화량 풀이가 가장 엄밀한 풀이가 됩니다. (나) K는 (가) Q의  $\frac{3}{16}$  배이고, (가)→(나) 일 때 세모는 2배, 별은  $\frac{3}{4}$  배입니다. 총  $\frac{3}{16}$  배가 되어야 하니 3이 들어가는 별이  $(\frac{3}{4})^1$  이어야 하고, 분모에  $2^2$  이 들어가서  $\frac{(\frac{3}{4})^1}{2^2}=\frac{3}{16}$  이 되어야겠죠? 그래서 A가 세모인 것이고, B가 별이며  $a:b=2:1$  입니다. 이렇게 A, B를 결정하는 게 좀 더 정확한 풀이입니다. 이와 관련된 문항으로 [2017.06.15.]도 풀어볼 수 있습니다.

---

1) 물론 직관을 쓰지 말라는 말은 아닙니다. 일반적으로는 이 직관이 거의 맞고 안 되면 다시 시도하면 되니까요. 하지만 정확한 방법도 알아두라는 의미입니다.

[2017.06.15.] \* ㄷ 선지 수정

15. 다음은 A로부터 B와 C가 생성되는 반응의 화학 반응식과 평형 상수( $K$ )이다.



표는 온도  $T$ 에서 수행한 실험 I ~ III의 초기 농도와 평형 농도를 나타낸 것이다.

| 실험  | A(aq)의 농도(M) |      | B(aq)의 농도(M) |      | C(aq)의 농도(M) |      |
|-----|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
|     | 초기           | 평형   | 초기           | 평형   | 초기           | 평형   |
| I   | $x$          | 0.80 | 0            | 0.20 | 0            | 0.20 |
| II  | $y$          | 0.45 | 0            | 0.15 | 0            | 0.15 |
| III | 1.00         |      | 1.00         |      | 1.00         |      |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

————— < 보 기 > —————

- ㄱ.  $T$ 에서  $K=0.25$ 이다.  
 ㄴ.  $x:y=5:3$ 이다.  
 ㄷ. 실험 III의 초기 상태에서 역반응이 우세하게 반응이 진행된다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

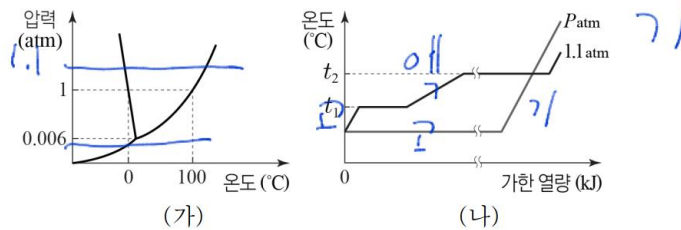
답은 5번입니다. Another class 2부 35-37페이지입니다.

ㄴ. 이렇게 풀었을 때  $Q$  혹은  $K$ 를 다시 계산해보면 숫자가 맞지 않죠.  $Q = \frac{4n}{(2n)^2}$ 과 같이 생각하면  $n=0.5$ , 입자 하나 당 0.5몰에 해당하는 것이 맞습니다.

ㄷ. ㄴ에서 0.5몰이라는 것을 잘 기억하면서 실수하지 않고 풀어봅시다. (나)에서 결국 A 2몰, B 1.5몰이라는 것인데 여기에 A, B 1몰씩 추가하니 3몰, 2.5몰이고 계산하면  $Q < K$ 이니 정반응이 우세합니다. (나)를 A 4몰, B 3몰로 잘못 적용하지 않도록 주의합시다.

Another class 2부 71-73페이지에서 입자 관련 문항들을 찾아볼 수 있습니다.

9. 그림 (가)는  $H_2O$ 의 상평형 그림을, (나)는 같은 질량의  $H_2O$ 을 각각 1.1 atm과  $P_{atm}$ 에서 가열할 때의 가열 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ.  $P < 0.006$ 이다.
  - ㄴ.  $t_1 > 0$ 이다.
  - ㄷ.  $P_{atm}$ ,  $t_2$ 에서  $H_2O$ 의 압력을 높이면  $H_2O(s)$ 을 얻을 수 있다.
- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

비열 기울기 보고 바로 (나) 그래프 고, 액, 기(=고체, 액체, 기체) 해석하고 고, 기 해석합니다. 그러면 손쉽게 1.1기압 그래프는 그려지고 P그래프도 고, 기니까 아래쪽으로 그래프가 그려집니다.

혹시 P기압에서 고체→기체가 아니라 액체 → 기체일 수도 있지 않나요? 할 수도 있지만 구간의 길이가 1.1기압일 때보다 매우 길으니 아닙니다. 그러면 또한 애초에  $t_1, t_2$  사이에 고체→액체→기체 구간이 둘 다 보여야 하니 틀렸습니다.

이러면 문제는 쉽게 풀립니다. ㄱ 맞고, 1기압일 때랑 비교하면 ㄴ도 틀렸고, ㄷ이 조금 헛갈릴 수도 있겠지만  $H_2O$  그래프는 삼중점 넘어간 후에는 절대 고체가 되지 못하는 걸 알면 손쉽게 풀 수 있습니다.

Another class 2부 155-157페이지 내용을 참고하면 좋겠습니다.

10. 표는 1 atm에서  $X(aq)$  (가)와 (나)에 대한 자료이다.

| $X(aq)$ | 용질의 질량(g) | 어는점 내림(°C) |
|---------|-----------|------------|
| (가)     | $w$       | $k$        |
| (나)     | $4w$      | $6k$       |

1 atm에서 (가)와 (나)를 혼합한 수용액의 어는점 내림(°C)은?  
(단, 용질은 비휘발성, 비전해질이고, 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

- ①  $2k$     ②  $3k$     ③  $3.5k$     ④  $4k$     ⑤  $4.5k$

3 : 2  
2 : 3

6월에 어려운 용액 문제가 없었어서 조금 아쉬웠는데 7월 문항들로 점검해 보면 좋겠습니다.

단순 계산으로 풀어보면 어느점 내림과 용질의 질량 보고 (가)의 용매를 100g, (나)를  $\frac{200}{3}$  g과 같이 생각하여  $\frac{5w}{500} \rightarrow 3k$ 와 같은 방식으로 구하지 않았을까 싶습니다. 최소 이 계산은

할 수 있어야 하는데, 좀 더 간단히 해보면

어느점 내림과 용질의 질량 비교하면 (가), (나)의 용매 질량은  $1.5:1 = 3:2$ 가 될 것이고, 내분점에 따라  $k$ 와  $6k$ 가  $2:3$ 으로 쪼개져야 하니 답은  $3k$ 입니다.

11. 표는 25℃에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

| 수용액 | 물의<br>질량(g) | 용질 |       | 증기 압력 내림<br>(atm) |
|-----|-------------|----|-------|-------------------|
|     |             | 종류 | 질량(g) |                   |
| (가) | $2w$        | A  | $2a$  | $P$               |
| (나) | $w$         | B  | $3a$  | $P$               |
| (다) | $w$         | A  | $2a$  | $x$               |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이고, 서로 반응하지 않으며, 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 분자량 비는  $A:B = 1:3$ 이다.

ㄴ.  $x = 2P$ 이다.

ㄷ. 기준 끓는점은 (가)에 B  $a$  g을 추가한 용액이 (나)에 A  $a$  g을 추가한 용액보다 높다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

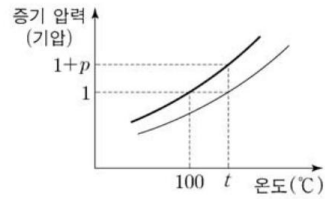
ㄴ만 틀리지 않았으면 답 내는 건 쉬웠을 것 같습니다. ㄱ 비교할 때 용매의 질량이 다르니 물  $2w$  기준으로 B  $6a$ 라고 비교할 수 있으면 좋겠고요. 따라서 1:3입니다.

ㄴ의  $2P$ 는 분모를 고려하지 않은 것이죠? Another class 1부에서 줄곧 설명하던  $\frac{x}{1+x}$  그래프를 생각하면 좋겠습니다. 당연히  $2P$ 보다 작아져야 하고요.

ㄷ 틀렸다는 건 쉽게 알텐데 역시 이것도 (나)에서 물  $2w$  기준으로 A  $2a$  g를 추가하는 것으로 비교해야 합니다. A  $2a$  g와 B  $a$  g을 비교하면 A의 몰수가 6배 크니까 당연히 A 추가한 것이 끓는점이 더 많이 올라갑니다. 혹시 A  $a$  g과 B  $a$  g을 비교하였다면 우연히 맞은 것이니 주의하시길 바랍니다.

[2020.11.13.]

13. 그림은  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 과  $a m \text{ X}(aq)$ 의 증기 압력 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 비휘발성, 비전해질이며 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

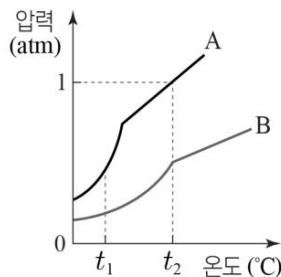
<보 기>

- ㄱ.  $a m \text{ X}(aq)$ 에서 X의 몰분율은  $\frac{p}{1+p}$ 이다.
- ㄴ. 1기압에서  $2a m \text{ X}(aq)$ 의 끓는점은  $(2t - 100)^\circ\text{C}$ 이다.
- ㄷ.  $t^\circ\text{C}$ 에서  $2a m \text{ X}(aq)$ 의 증기 압력은  $(1-p)$ 기압보다 작다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답은 3번이고, ㄷ의 답은  $1-p$  기압보다 큼니다. Another class 1부 209, 210 페이지를 참고하세요.

12. 그림은 부피가 같은 2개의 진공 강철 용기에 같은 질량의 A(l)와 B(l)를 각각 넣고 온도를 변화시킬 때, 각 온도에서 충분한 시간이 흐른 후 온도에 따른 내부 기체의 압력을 측정하여 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. A의 기준 끓는점은  $t_2^\circ\text{C}$ 이다.
- ㄴ. 분자량은  $A < B$ 이다.
- ㄷ.  $t_1^\circ\text{C}$ 에서 액체 분자 사이의 인력은  $A > B$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Another class 2부 상평형에 나오던 그래프가 출제되었습니다. 묻는 건 어렵지 않은데 그래도 이 그래프는 기억해 두도록 합시다. 처음 보더라도 곡선은 증기 압력, 직선은  $PV=nRT$ 를 따라간다는 것을 해석할 수 있어야 합니다.

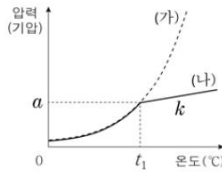
ㄱ. 기준 끓는점은  $t_2$ 보다 낮을 것입니다. 여기서 1기압은 증기 압력이 아니라 전부 기체로 변한 뒤  $PV=nRT$ 에 따른 압력일 뿐입니다. A의 곡선을 연장하여 1기압과 만나는 지점에서 기준 끓는점이 될 것입니다.

ㄴ. A, B가 같은 질량입니다. 기울기가 의미하는 것은 몰수가  $A > B$ 라는 것이므로, 분자량은  $A < B$ 입니다.  $PV = nRT$ 를 잘 이해했다면 ㄴ 정도는 바로 판단되어야 합니다.

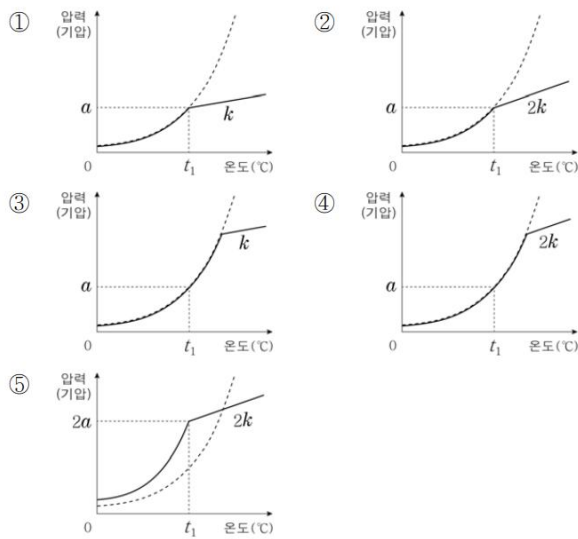
ㄷ. 증기 압력이 A가 더 크니까  $A < B$ 입니다.

[2017.10.15.]

15. 그림에서 (가)는  $A(l)$ 의 증기 압력 곡선을, (나)는 진공 강철 용기에  $w$  g의  $A(l)$ 를 넣고 가열할 때 온도에 따른  $A(g)$ 의 압력을 나타낸 것이다. (나)에서 직선 구간의 기울기는  $k$ 이다.

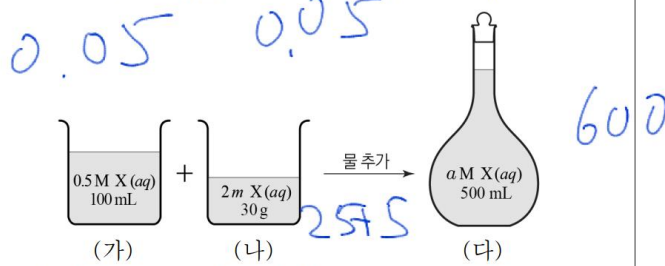


같은 조건에서  $2w$  g의  $A(l)$ 를 넣고 가열할 때 온도에 따른  $A(g)$ 의 압력을 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?



이 문제의 제대로 된 풀이를 Another class 2부 120-123 페이지에서 확인하면 좋겠습니다.

13. 그림은 농도가 서로 다른 X(aq) (가)와 (나)를 500 mL의 부피 플라스크에 넣고, 표선까지 물을 추가하여 a M X(aq) (다)를 만드는 과정을 나타낸 것이다. (다)의 밀도는 1.2 g/mL이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X의 화학식량은 100이고, 온도는 일정하다.)

- <보 기>
- ㄱ. 녹아 있는 용질의 양(mol)은 (가)와 (나)가 같다.
- ㄴ.  $a = 0.2$ 이다.
- ㄷ. 퍼센트 농도(%)는 (나)가 (다)의 10배이다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. 이런 문제를 보면 항상 용질의 양부터 집중해야 합니다. (가)는 0.05몰인 것 쉽게 보이고, (나)의 몰랄 농도는 2m이니 용매 : 용질 = 1000:200, 5:1이므로 30g을 25+5g으로 나눌 수 있습니다. 결국 (가)와 (나)가 둘 다 0.05몰이네요.

ㄴ. (다)에 총 0.1몰, 0.5L이니 0.2M 맞습니다.

ㄷ. (나)는  $\frac{5}{30}$ , (다)는  $\frac{10}{600}$  이니까 10배 맞습니다.

이 문항과 관련된 기출은 무수히 많으니 아무거나 풀어보시면 되겠습니다.

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



표는 A(g)의 초기 농도와 온도가 서로 다른 조건에서 강철 용기에 A(g)를 넣고 반응시킨 실험 I~III에 대한 자료이다.

| 실험  | A(g)의 초기 농도(M) | 온도    | 반감기(min)       |
|-----|----------------|-------|----------------|
| I   | a              | $T_1$ | 2t             |
| II  | 2a             | $T_1$ | ㉠              |
| III | 2a             | $T_2$ | $\frac{1}{2}t$ |

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

- <보 기>
- ㄱ. ㉠은 2t이다.
- ㄴ. I~III 중 초기 반응 속도는 III이 가장 크다.
- ㄷ. 2t min 일 때 [A]는 I에서가 III에서의 4배이다.

① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

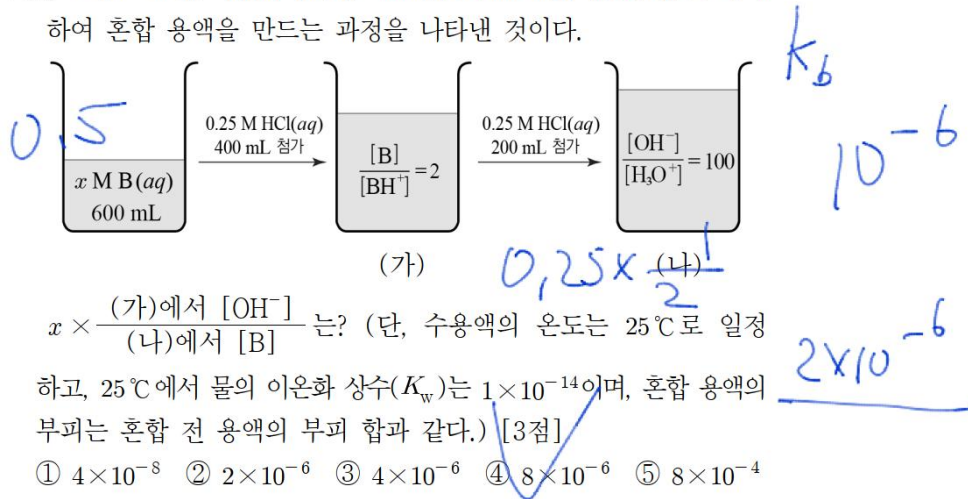
간단한 개념 문제입니다.

ㄱ. 온도 동일하니  $2t$ 여야만 하고

ㄴ. 농도도 많고 반감기도 짧으니 당연합니다. 여담으로 반감기가 4배 차이니까 반응 속도 상수도 4배 차이입니다.

ㄷ. I은 1번 반감하니  $\frac{1}{2}a$ , III은 4번 반감하였으니  $2a \times \frac{1}{16} = \frac{1}{8}a$ 로 4배입니다.

15. 그림은  $x$  M 약염기 B(aq) 600 mL에 0.25 M HCl(aq)을 첨가하여 혼합 용액을 만드는 과정을 나타낸 것이다.



실제 출제 가능성은 잘 모르겠습니다. [2021.09.15.]를 보면 출제가 될 듯 말 듯한 경계선에 있습니다. 하지만 이 문제가 주는 메시지는 명확합니다. ‘평가원에서 이렇게 나와도 진짜 풀 수 있어?’를 묻고 있습니다. 그리고 실제로 15번 오답률이 굉장히 높은 것을 보니 아마 대부분의 학생들은 못 풀었죠.

어떻게 풀지는 대충 알겠는데 시간 부족으로 못 푼 정도라면 반성하긴 해야겠지만, 시간을 들였음에도 못 풀었다면 진짜 반성해야 합니다. Another class 2부 168-177 페이지를 참고 하며 중화 적정 곡선을 복습하세요.

가장 기본적인 부분인데 산, 염기 구분부터 본능적으로 되어야 합니다. 보통 약산만 제시하 니 염기가 나오면 헛갈리기 쉬운데 헛갈리지 말라는 뜻입니다. B라고 제시되면 염기란 말 안 봐도 바로 염기라고 생각해야 합니다. (산이면 H가 붙은 HA라고 표현되었을 것)

그럴 때 (가)의  $\frac{B}{BH}$ 도 해석하기 쉬워지는 것입니다. 보통 약산이면  $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 와 같이 편하게 주는데 여기서는 일부러  $\frac{BH}{B}$ 가 아니라 불편하게 주었습니다. 바로 B가 약염기, BH<sup>+</sup>가 약산 이라고 생각할 수 있어야 하고, 초기에 전체 B가 3이 있었다면 (가)는 B가 2, BH<sup>+</sup>가 1이 된 상황입니다. 즉 전체의  $\frac{1}{3}$ 이 반응한 상황입니다.

그런데 400ml의 절반인 200ml를 추가하면 (나)에서는 전체의  $\frac{1}{2}$ 이 반응한 반당량점이 되 고, 이때 [OH<sup>-</sup>]를 제시한 것입니다. 어떻게 계산하든 상관없긴 한데, 이런 경우 기준점이 되는

$10^{-7}$ 을 기준으로  $[OH^-]$ 와  $[H^+]$ 가 대칭이니 10배씩 해서,  $[OH^-]$ 는  $10^{-6}$ 이고  $K_b = 10^{-6}$ 도 될 것입니다.

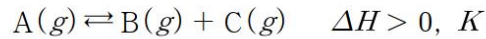
또한 B 600ml와 HCl 600ml를 혼합했는데 반당량점이니  $x = 0.25 \times 2 = 0.5$ 입니다.

여기까지 상황을 이해할 수 있어야 합니다. 산염기를 못 푸는 것은 계산이 어려워서보다는 대부분 상황 이해를 못하기 때문입니다. 이 다음부터는 계산으로, (가)에서

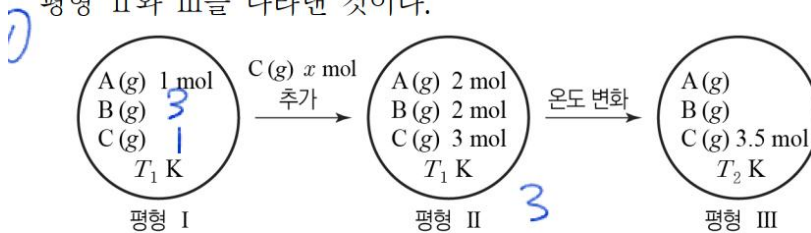
$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{1}{2} \times [OH^-] = 10^{-6} \text{이므로 } [OH^-] = 2 \times 10^{-6} \text{이고, (나)에서 B는 반응은}$$

절반 했고, 용액 양도 2배 늘었으니  $0.5 \times \frac{1}{4} M$ 이 되고, 답은 4번입니다.

16. 다음은  $A(g)$ 로부터  $B(g)$ 와  $C(g)$ 가 생성되는 반응의 열화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수( $K$ )이다.



그림은 1 L 강철 용기에서  $A(g)$ ,  $B(g)$ ,  $C(g)$ 가 들어 있는 평형 I 과, 각각 순차적으로 조건을 변화시켜 도달한 새로운 평형 II와 III을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ.  $x = 3$ 이다.

ㄴ. I에서 II에 도달하기 전까지 역반응이 우세하게 진행된다.

ㄷ.  $T_1 < T_2$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

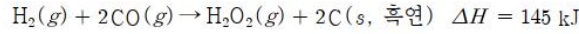
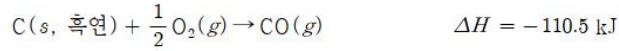
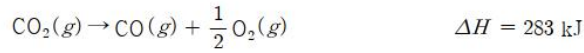
특별한 것은 없고 차근차근 풀면 되는 문항입니다. 굳이 ㄱ을 앞에 둘 이유는 없었을텐데 잘 안 풀렸다면 ㄴ, ㄷ은 쉽게 보이니 먼저 풀고 오는 것도 좋을 것 같습니다.

ㄱ. 평형 II에서  $K=3$ 입니다. A, B 계수는 동일하니 A가 1몰 변했다면 B도 1몰 변해야 하므로 평형 I에서 B는 3몰입니다. 이때 평형 I에서  $K=3$ 이라면 C는 1몰입니다. C가 2몰 증가했고, A는 평형이동으로 C 1몰이 A 1몰로 변한 것이므로  $x=3$ 입니다.

ㄴ. C를 추가하였으니 당연히 역반응이 우세하게 진행되어야 합니다.

ㄷ.  $\Delta H (+)$ , 정반응 증가로  $\Delta K (+)$ 니까 플플플로 온도도 증가했습니다.

17. 다음은 25℃, 1 atm에서 3가지 열화학 반응식이고, 표는 25℃, 1 atm에서 3가지 결합의 결합 에너지에 대한 자료이다.



| 결합             | H-O | O-O | O=O |
|----------------|-----|-----|-----|
| 결합 에너지(kJ/mol) | 460 | 180 | 498 |

25℃, 1 atm에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃, 1 atm에서  $\text{H}_2(g)$ ,  $\text{O}_2(g)$ ,  $\text{C}(s, \text{흑연})$ 의 생성 엔탈피는 0이다.)

— <보 기> —

- ㄱ. 생성 엔탈피( $\Delta H$ )는  $\text{CO}(g)$ 가  $\text{CO}_2(g)$ 보다 크다.  
 ㄴ.  $\text{C}(s, \text{흑연})$  1 mol이 완전 연소할 때 393.5 kJ의 열을 방출한다.  
 ㄷ. 자료를 이용하여 구한  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성 엔탈피( $\Delta H$ )는 -290 kJ/mol이다.

① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

$$-76 = (H-H) + 498 - 920$$

$$(H-H) + 249 - 920 = -145$$

그냥 계산이 많은... 그저 많은 엔탈피 문제입니다.

ㄱ. 생성엔탈피 비교하라니까 정의에 맞게 비교해줍니다. 283kJ 반응식을 이용하면 CO 생성엔탈피에 -283을 더해야 하는 것이니까 CO가 더 큼니다.

ㄴ. ㄱ과 연계되는 선지입니다.  $\text{CO}_2$  생성 엔탈피가 -393.5kJ이 되니까 ㄴ은 맞습니다.

ㄷ.  $\text{H}_2\text{O}$ 의 생성 엔탈피를 구하라는데 제시된 것 보면 가능한 게 결합에너지를 이용해서 푸는 것밖에 없습니다. 그런데  $\text{H}_2$ 의 결합 에너지는 제시되어 있지 않으니 따로 구해야 합니다. 주어진 표를 이용하여 계산할 수 있게 반응식을 바꾸어 줍시다.  $\text{H}_2\text{O}_2$  관련으로 바꾸어 주어야 하겠죠?

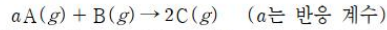
반응식들 중  $\text{O}_2$ 의 결합에너지는 알고 있고 나머지 CO,  $\text{CO}_2$  이런 건 잘 모르니까 이에 맞게 -110.5kJ을 이용하여 바꾸어줍니다. 두 번째 줄과 세 번째 줄을 더해서 계산하면 반응식은  $\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(g) \quad \Delta H = -2 \times 110.5 + 145 = -76 \text{ kJ}$ 이 되고,

$$-76 = H-H + 498 - 2 \times 460 - 180 \text{이 됩니다.}$$

H-H 결합 에너지를 직접 구해서 풀 수도 있겠지만, 계산이 복잡하니 그 전에  $\text{H}_2\text{O}$  생성 엔탈피를                      다시                      보면                       $\Delta H_f = H-H + \frac{1}{2} \times 498 - 2 \times 460$ 이므로,

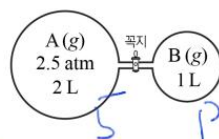
$-76 = H - H + 498 - 2 \times 460 - 180$ 와 비교하면  $\Delta H_f = -76 - 249 + 180 = -145 \text{ kJ}$ 임이 나옵니다.  $\square$  선지는  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 를 이용한 선지였네요.

18. 다음은  $\text{A}(\text{g})$ 와  $\text{B}(\text{g})$ 가 반응하여  $\text{C}(\text{g})$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 꼭지로 분리된 강철 용기에  $\text{A}(\text{g})$ 와  $\text{B}(\text{g})$ 를 각각 넣은 것을, 표는 꼭지를 열고 반응을 완결시킨 후 초기  $\text{B}(\text{g})$ 의 압력에

따른  $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 에 대한 자료이다.  $P_A \sim P_C$ 는 각각 반응 후  $\text{A} \sim \text{C}$ 의 부분 압력이다.



| 실험 | 초기 $\text{B}(\text{g})$ 의 압력(atm) | $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ |
|----|-----------------------------------|-------------------------|
| I  | $p$                               | 2                       |
| II | $1.6p$                            | 10                      |

는? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

Handwritten calculations:

$$3:4:5 \quad \frac{p}{a}$$

$$a=3 \quad p=4$$

$$\frac{4ap}{3} = 5$$

$$a(p+1) = 5$$

$$\frac{2x}{1.6p-x} = 10$$

$$\frac{2x}{5} = \frac{4p}{3}$$

10 h C(g) x mol  
T K  
P<sub>1</sub> atm

평형 I

이에 대한 설명  
것은? (단, 피스톤

ㄱ.  $x = 3$ 이다.  
ㄴ. 평형 II에  
평형 I에  
ㄷ.  $y = 2.5$ 이다

① ㄱ ② ㄷ

$\frac{3.2p}{0.4p} = 8(X)$

\* 확인 사항

○ 답안지의 해당  
하시오.

22 32

이번 시험에서 가장 논란이 많은 문항이 아닐까 싶습니다. 계산을 많이 해야 한다는 말도 있고, 논리에 비약이 심하다는 말도 있고 그래서, 먼저 제가 생각하는 풀이와 실제 시험에서 이 문제를 만났을 때 해야 할 생각 이렇게 두 가지로 보겠습니다.

먼저 상황 해석은 간단합니다. A의  $PV=5$ 이고 B는  $p$ , 혹은  $1.6p$ 로 그 때 반응시킨 결과를 보는 것입니다. 결국 다 압력으로 제시되었지만 결과적으로는 다 몰수비라는 것만 이해하면 됩니다. 사실 화학II 내용이 의미 있는 조건인지는 잘 모르겠네요.

실험 I과 II 둘 다 한계반응물이 A인지 B인지 나와 있지 않습니다.  $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 라고 되어 있지만 결국 한계반응물이 되는 것을 고려하면 각각  $\frac{P_C}{P_A}$  or  $\frac{P_C}{P_B}$ 가 될 것입니다. 따라서 먼저 한계반응물을 확정해 봅시다.

실험 I과 II에서, B의 양이 증가했을 때  $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 는 매우 증가했습니다. 이 점에서 실험 I이 A가 한계반응물이 아니라는 것은 다소 쉽게 판단할 수 있는데, 만약 실험 I에서 A가 한계반응물이라면 실험 II도 A가 한계반응물이고 이러면 실험 II에서는  $\frac{P_C}{P_A + P_B} = \frac{P_C}{P_B}$ 는 2보다 커질 수 없습니다. 왜냐하면 C의 양은 B를 더 추가해도 그대로인데 반해 남은 B는 계속 증가하기 때문에,  $\frac{P_C}{P_A + P_B} = \frac{P_C}{P_B}$ 에서 분모가 계속 커지게 되는 것입니다. 따라서 실험 I의 한계

반응물은 B여야 합니다. 말로 풀어서 설명해서 그렇지 이 정도 판단은 쉽게 할 수 있어야 합니다.

문제는 실험 II에서 한계반응물을 정하는 것입니다. 조금 어려울 수 있는데, 실험 I과 실험 II에서  $p, 1.6p$ 와 같이 관련이 있는 숫자를 제시한 것에 주목하며 생각해봅시다.

실험 I에서 B가 한계반응물이므로 반응 후  $P_C = 2p$ 이고,  $P_A = p$ 입니다. 그런데 실험 II는 여기서 B  $0.6p$ 에 해당하는 A를 추가로 반응시키므로 남은  $p$  중에  $0.6ap$ 를 반응시키게 되는 것입니다. 그런데  $a$ 는 반응식의 계수이므로,  $a = 1, 2, 3, \dots$ 과 같이 자연수로만 표현되고, 그나마 가능한 것은  $p - 0.6p, p - 1.2p, p - 1.8p, \dots$  중 유일하게  $a = 1$ 만이 가능해집니다. 다시 말해서,  $a \geq 2$ 이면 A가 한계반응물이라는 뜻이고, 그때는 B  $1.6p$  전부에 반응하는 게 아니라  $p < x < 1.6p$ 를 만족하는  $x$ 만큼만 반응하게 될 것입니다. 따라서  $a = 1$ 만 확인하면 쉽게 한계반응물을 확정할 수 있습니다.

$a = 1$ 일 때의 계산은 간단합니다. B  $1.6p$ 가 전부 반응하여 C  $3.2p$ 가 되고, A는  $p - 0.6p = 0.4p$ 로,  $\frac{P_C}{P_A} = 8$ 이 되어서 10에는 미치지 못하는 것을 알 수 있습니다. 따라서 실험 I에서는 B가, 실험 II에서는 A가 한계반응물입니다.

실험 II에서 그럼 반응하는 B의 양  $x$ 는 얼마인 것일까요?  $\frac{2x}{1.6p - x} = 10$ 으로 쉽게 식을 세워 계산할 수 있습니다.  $x = \frac{4}{3}p$ 가 됩니다.<sup>2)</sup> 그러면  $\frac{4}{3}ap = 5$ 라는 뜻이고, 실험 I에서는 A가  $5 - p$ , B가  $p$  반응한 것이므로  $5 - p = ap$ 가 되어  $(a + 1)p = 5$ 입니다. 이걸 손풀이 맨 아래쪽에 적어놓은 것처럼 비교해보면,

$$\left\{ \begin{array}{l} ap = \frac{3}{4} \times 5 \\ (a + 1)p = 5 \end{array} \right\} \text{와 같이 표현되고, 아랫식 : 윗식} = 3 : 4 \text{이므로 } a = 3, a + 1 = 4, p = \frac{5}{4} \text{이고}$$

답은  $\frac{5}{12}$ 임을 구할 수 있습니다.

이게 제가 생각하는 가장 최적화된 풀이인데, 처음 풀 때 이렇게 풀이를 써내기는 쉽지 않았을 것입니다.

한편 이렇게 풀고 나서 돌아보았을 때, 왜 하필 많고 많은 숫자 중에  $1.6p$ 라는 숫자를 주었는지도 이유를 알 수 있습니다.  $1.4p, 1.2p$ 와 같은 숫자를 제시했다라면  $a = 1, 2, 3, \dots$ 으로 배제하는 것을 2번 3번 반복했어야 하는데 그것을 없애 주었고, (사실 깔끔하게  $2p$ 보다 크게 제시했으면 어땠을까 하는 생각도 있긴 하지만) 너무 큰 숫자  $1.8p$ 같은 것을 제시하여 계산한  $\frac{P_C}{P_A}$ 가 괜히 커지지 않게  $1.6p$ 라는 숫자를 제시한 것 같습니다.

---

2) 이 생각까진 굳이? 싶긴 한데, 이렇게  $\frac{2x}{1.6p - x} = 10$ 와 같이 식이 세워지는 경우에는  $1.6p$ 를 10:2,

5:1로 쪼개는 생각으로 바로  $1.6p \times \frac{5}{6} = \frac{4}{3}p$ 를 구할 수도 있습니다.

또한 이 내용은 알고 있어야 할 것 같아서 추가합니다. 이 문제처럼  $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 는, B가 증가함에 따라 어떻게 변화해야 할까요? 그래프를 먼저 그리고 설명하겠습니다.



$x$ 축은 첨가한 B의 양,  $y$ 축은  $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 입니다. 빨간 그래프는 B가 한계반응물질일 때, 파란 그래프는 A가 한계반응물질일 때를 의미하며 초록 직선은 점근선이고, 보라 선은  $\frac{P_C}{P_A + P_B} = 2$ 일 때를 나타낸 것입니다.

이 그래프가 어느 정도 머릿속에 있으면 좋습니다. 아니면 최소한 점근선의 상황(=A, B가 둘 다 한계반응물질인 상황)에서는  $P_A + P_B = 0$ 이 되므로 무한대이고, 좌, 우로 무한대에서 단조롭게 감소하는 양상임을 알고 있으면 좋습니다.

이것을 이야기하는 이유는 실험 I에서 한계반응물질이 B여야만 한다는 것이 잘 와닿지 않을 것 같아서 그렇습니다.  $y = 2$ 와 만나는 지점을 빨간 그래프와 파란 그래프로 구분해 봅시다.

빨간 그래프, 즉 A가 한계반응물질인 지점에서는  $y = \frac{P_C}{P_A + P_B} = 10$ 인 지점을 찾을 수 있습니다.

다. 그러나 파란 그래프에서는  $p$ 보다 큰 지점에서  $y = \frac{P_C}{P_A + P_B} > 2$ 일 수 없습니다. 그리고  $a = 1$ 을 배제한 과정은 곧 빨간 그래프와  $y = 10$ 이 만나는 지점을 배제한 것입니다.

그래프를 엄밀히 그려서 풀라는 게 아니라, 이런 느낌의 그래프, 점근선이 그려지는 유리함수를 어느 정도 떠올리면 문제 상황 이해에 도움이 된다는 뜻입니다.

한편 실전에서는 무슨 계산을 하더라도, 논리가 완벽하진 않더라도 일단은 풀어야 합니다. 푸는 과정 중에 문제만 없으면 되는 것이고요. 실전에서는 다음과 같은 생각을 할 수 있어야

합니다.

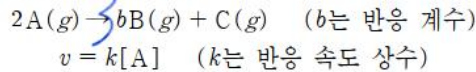
먼저, 한계반응물이 실험 I에서는 B이고 II에서는 A라는 걸 본능적으로 알고 있어야 합니다. 한계반응물을 바꾸지 않고 괜히 실험 I, II를 줄 리가 없다는 뜻입니다.  $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 가 2, 10이라는 점에서 '실험 I은 무조건 B가 한계반응물이어야 하겠구나' 정도의 생각은 당연히 해야 하는 것이고, 실험 II는 어떻게 구하지? 라는 생각이 들어도 '아 A가 웬만하면 맞겠지, 안 되면 계산 다시 하지 뭐' 라는 마인드로 풀었어야 합니다.

실전에서 이렇게 모든 한계 반응물을 논리적으로 찾는 것은 쉬운 일이 아닙니다. 실제로 논리적으로 확정 가능한 문제라고 하더라도 실전에서 안 보일 가능성은 얼마든지 있는 것이고요, 그럴 때 한계반응물을 무리해서 확정하기보다는 '그냥 해보고 안되면 말지 뭐' 혹은, '그렇게 경우 나누면 시간 좀 오래 걸릴 것 같으니 판거 먼저 풀어야겠다' 정도의 마음가짐은 가져야 합니다.

두 번째로 이 해설처럼 계산을 간결하게 했을 수도, 아닐 수도 있습니다. 하지만 어떻게 계산하든 계산 과정 상 문제가 없는 한 실전에서는 그 계산을 밀어붙여야 합니다. 여기서는 연립방정식을 세워서 풀 때 계산을 어려워하는 경우가 조금 있었을 것입니다. 만약 계산에 어려움을 겪었다면 그 계산을 다시 해서 순수 계산으로도 풀 수 있도록 해야 합니다.

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

반응식과 반응 속도식이다.



표는 A(g)만 들어 있는 강철 용기에서 반응이 진행될 때, 반응

시간에 따른  $\frac{\text{생성물의 몰 농도}}{\text{반응물의 몰 농도}}$  와 용기 내 전체 기체의 압력에

대한 자료이다. X, Y는 각각 B(g), C(g) 중 하나이다.

| 반응 시간(min)                                        |                   | t             | 2t                    | 3t            |
|---------------------------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| $\frac{\text{생성물의 몰 농도(M)}}{\text{반응물의 몰 농도(M)}}$ | $\frac{[X]}{[A]}$ | $\frac{1}{2}$ | $x \cdot \frac{3}{2}$ | $\frac{7}{2}$ |
|                                                   | $\frac{[Y]}{[A]}$ | x             |                       | xy            |
| 용기 내 전체 기체의 압력(atm)                               |                   | z             |                       | $\frac{5}{2}$ |

$\frac{y}{z}$  는? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

① 2

②  $\frac{5}{2}$

③ 3

④  $\frac{7}{2}$

⑤ 4

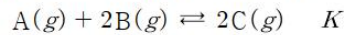
$\frac{\text{생성물}}{\text{반응물}}$  형태로 제시를 했고, 1차 반응인 것까지 제시했습니다. 그런데 3t에서 7이 보이니

높은 확률로 반감기 3번일 가능성이 크고, 실제로  $\frac{1}{2}$ 을  $\frac{4}{8}$ 로 해석하면 반감기  $t$ 라는 가정이  $\frac{4}{8}, \frac{6}{4}, \frac{7}{2}$ 로 들어맞음을 알 수 있습니다.<sup>3)</sup>  $x = \frac{3}{2}$ 인데, 결국 [X]와 [Y]는 패턴은 동일하고 계수만 다른 것이니  $b = 3$ 이고,  $t$ 와  $3t$ 의 차이에서  $y = 7$ 입니다. 시간이 없다면 여기서 멈추고 4번 찍고 넘어가야 합니다. 웬만해선 7을 약분하는 숫자가 나오기는 쉽지 않습니다.

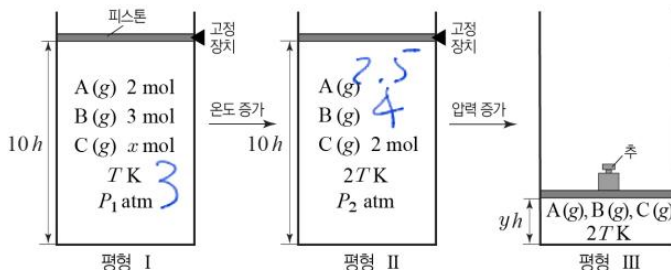
농도 패턴에 따라 초기 압력을  $8a$ 라 하면, 전체 계수비가 1:2니까  $t$ 초일 때는  $8a + 4a = 12a$ ,  $3t$ 초일 때는  $8a + 7a = 15a$ 일 것입니다. 즉  $z = \frac{5}{2} \times \frac{4}{5} = 2$ 이고, 답은 4번입니다.

이 풀이가 잘 이해가지 않는다면 Another class 2부 반응 속도론 부분을 읽고서 봐주세요.

20. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수( $K$ )이다.



그림은 피스톤을 고정한 상태에서 실린더에 A(g), B(g), C(g)가 들어 있는 평형 I 과, 평형 I 에서 온도를 증가시켜 도달한 평형 II, 평형 II에서 고정 장치를 제거한 후 압력을 높여 도달한 평형 III을 나타낸 것이다.  $P_1 : P_2 = 8 : 17$ 이고, 평형 III에서 B와 C의 몰 농도는 같다.



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

<보 기>

- ㉠.  $x = 3$ 이다.
- ㉡. 평형 II에서  $K = \frac{1}{5}$ 이다.
- ㉢. 평형 I에서  $K = \frac{1}{5}$ 이다.
- ㉣.  $y = 2.5$ 이다.

- ① ㉠, ② ㉡, ③ ㉠, ㉢, ④ ㉡, ㉣, ⑤ ㉠, ㉡, ㉣

기체 상태, 부피, 용기 확인한 뒤에 알 수 있는 정보로부터 시작해 봅시다.  $K$ 를 당장 구할 수 없으니  $P_1 : P_2 = 8 : 17$ 이라는 정보를 활용하면 온도 보정을 했을 때 평형 I과 II가 8:8.5여야 합니다. 느낌상 평형 I에서 8몰이 되도록  $x = 3$ 이면 평형 II에서도 C 1몰 차이면 계수비

3) 정말 엄밀하게 푼다고 하면,  $x = \frac{3}{2} > \frac{1}{2}$  이어서 계수  $b > 1$  이어서  $X = C$ 인 것까지 포함해서 생각해 야 반감기를 확정할 수 있기는 한데 그걸 요구하지는 않습니다.

상 A가 0.5몰 차이 나서 8.5몰이 되니까 맞기는 한데, 그래도 더 어렵게 나왔을 때를 대비해서 생각해 봅시다.

이렇게 좀 몰수들을 비교하기 힘든 경우라면 계수비에 집중해 보는 게 좋습니다. B, C의 계수가 동일하기 때문에 B+C의 몰수는 항상  $3+x$ 몰이고 A의 몰수만 변하는 것입니다. 여기서 (가)→(나)일 때 C의 몰수 변화가  $2-x$ 이므로, (가)→(나)일 때 전체 몰수는  $\frac{1}{2}(x-2)$ 몰 만큼 변합니다. (부호 변화에 주의해주세요.) 따라서 평형 I에서는  $(x+5)$ 몰, 평형 II에서는  $x+5+\frac{1}{2}(x-2)$ 몰이 됩니다.

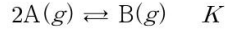
이게  $8:8.5=(x+5):(\frac{3}{2}x+4)$ 이고,  $3.5x=10.5$ 입니다. 계산이 깔끔하지는 않지만  $\gamma$ 의  $x=3$ 처럼 주어지지도 않았고, 직관으로도 풀기 힘들다면 계산을 어떻게 할지는 알고 있어야 합니다.

ㄴ.  $\gamma$  풀었으면 몰수 계산만 하면 됩니다. 부피는 동일하니 무시하고 계산해보면 평형 I은  $\frac{1}{2}$ , 평형 II는  $\frac{1}{10}$ 로  $\frac{1}{5}$ 입니다.

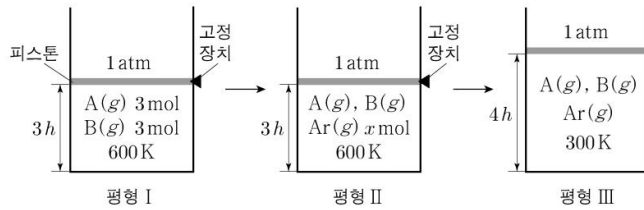
ㄷ. 부피를 물어보는 것과 동일하고, A, B, C의 몰수를 모두 알고 있기 때문에  $K=\frac{n_C^2}{n_A n_B^2} \times V$ 와 같이 계산해 줍시다. 압력 평형 상수를 쓰지 않는 이유입니다. B, C의 몰농도가 같다고 하니 B 3몰, C 3몰인 평형 I과 동일한 경우이고, 이때 평형 I, II에서  $Q=\frac{1}{10}V, Q=\frac{1}{2}V$ 와 같이 계산해 두었으니 이 값을 활용하면 쉽게 평형 II에서는 부피  $10h$  곱하고 평형 III에서는  $2h$  곱해서  $y=2$ 임을 알 수 있습니다.

[2021.09.19.]

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



그림은 실린더에  $A(g)$ 와  $B(g)$ 가 들어 있는 평형 I 과, 평형 I 에서  $Ar(g)$   $x$  mol을 첨가한 평형 II, 평형 II에서 고정 장치를 제거한 후 온도를 변화시켜 도달한 평형 III을 나타낸 것이다. 평형 II에서  $Ar(g)$ 의 부분 압력은  $\frac{4}{15}x$  atm 이고,  $\frac{\text{평형 III에서 } K}{\text{평형 II에서 } K} = 16$ 이다.



$\frac{\text{평형 II에서 } [B]}{\text{평형 III에서 } [Ar]}$  는? (단, 대기압은 1 atm 으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

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

답은 2번입니다. 이 문제를 응용한 것 같다는 생각이 드네요.