

총평

화학2 시험들이 대개 1,2페이지에서도 어느 정도 시간이 걸리는 문제가 하나씩 출제되었던 것에 비하면, 1,2페이지에서 특별히 어렵거나 시간을 쓸 만한 문제가 없이 14번 이후의 문항에 난이도를 집중한 모습입니다. 어느 정도 숙달되었다면 3페이지 진입까지 5분 이내로 충분히 했을 것이라고 보기 때문에, 이번 시험은 특히 어려운 6문항 (14,15,17,18,19,20)을 얼마나 풀 수 있었냐가 점수를 크게 갈랐을 것으로 보입니다. 따라서 2페이지까지 문항들 중에서 조금이라도 시간이 오래 걸린 문제가 있었다면 그 문제를 피드백하고, 3,4페이지에서 시간이 충분했음에도 불구하고 못 풀거나 시간이 오래 걸린(4분 이상) 문항이 있었다면 그 문제들은 실전에서 못 풀 문제로 생각하고 더욱 연습해야 합니다. 실제로 이번 시험은 1,2페이지는 자세히 해설하고 싶어도 해설할 게 없을 만큼 간결해서, 3,4페이지의 어려운 문제들을 위주로 해설을 작성하였습니다.

6평에서는 다소 개념적인 문항들을 출시하면서 혹시 수능에서도 이렇게 개념적인 문항을 묻는 추세로 바뀔 수도 있다고 말씀을 드렸는데, 9평은 이의 정확히 반대로 출제되었습니다. 6평 1,2페이지와 9평 1,2페이지를 난이도나 문항 길이를 비교해보면 이 말이 무슨 말인지 쉽게 이해할 수 있을 것입니다. 실제 수능이 어느 지점에서 출제될지 정확히 예측하기는 어렵지만, 이 난이도가 유지된다고 가정할 때 현재로써는 9평 기초의 3,4페이지 고난이도 문항(6문항 정도)에 6평/9평 1,2페이지의 절반 정도로 출제할 가능성이 크다고 보입니다. (쉽게 나온다면 여기서 한, 두 문항 정도를 쉽게 하는 쪽으로 낼 것이고요)

따라서 이번에 1,2페이지에서 어려움을 느꼈다면 비킬러여도 시간 단축하는 연습이 필요할 것이고, 무난히 풀었더라도 다시 한 번 점검해볼 필요가 있습니다. 14~20 중에서 어려운 문항이 있었다면 그 문제 내용을 집중적으로 연습해 보아야 할 것이고요.

수능에서 제일 중요한 것은 3페이지입니다. 계속해서 말씀드리지만 투과목은 애초에 다른 과목보다 못 보는 것이 기본 전제이고, 얼마나 덜 못 보느냐가 제일 중요한 과목입니다. 1,2페이지야 실수할 가능성은 있지만 실제 실수는 낮은데 비해, 화학2의 3페이지는 과장 조금 보태서 중간이 없이 1등급이나 3등급이나를 가르는, 시험 전체가 망하느냐/분전하느냐를 결정하는 매우 중요한 단계입니다.

연습은 4페이지 문항까지 전부 풀 수 있게 연습하되, 제일 중요한 것은 3페이지를 막힘없이 풀어야 4페이지를 도전이라도 해볼 수 있습니다. 이는 시간적인 문제뿐만 아니라 심리적인 문제까지도 그렇습니다. 앞의 문제를 전부 제대로 풀었다는 확신이 없으면 4페이지 문항을 풀면서도 계속 고민하게 되고(이번 시험에서 14,15,17번 같은 문항들에 특히 많이 느끼셨으리라고 생각합니다.) 최악의 경우는 그렇게 풀었음에도 정말 틀렸을 경우입니다. 안타깝게도 수능에서 화학2를 크게 망치는 경우는 대부분 이 3페이지에서 문제가 발생해서 그렇습니다. 따라서 이번 9평 3페이지 정도 난이도 문제는 전부 잘 풀 줄 아셔야 하며, 실전에서는 모르더라도 과감하게 버리고 심리적으로 위축되지 않은 채로 다른 문항들을 묵묵히 푸는 연습을 하셔야 합니다.

참고로 제가 6평이 끝나고 6평에서 점검하지 못한 중요 문항 목록들을 쓴 적이 있습니다.

1. 용액 계산 - 9평 15번 (Δ)
2. 산염기 어려운 계산 - 9평 14번(O)
3. 복잡한 기체 문항 - 9평 18번...?(Δ)
4. 고난도 반응속도 - 9평 17, 19번(O)
5. 복잡한 엔탈피 계산 - 9평 13번은 그 정도 급은 아님(X)
6. 평형에서 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 꼴 같은 특수한 경우 - $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ 꼴 출제(X)
7. 기체와 평형을 연관 지은 고난도 평형 - 9평 20번이긴 한데 평형에 좀 더 집중했음 (O)

이것만 보아도 6평과 9평의 차이가 느껴지죠? 세모는 제 생각에 아직 완전히 점검하지 못한 문항이라고 생각되는 것들입니다.

수능에는 무엇이 나올까요? 출제 가능성이 높진 않은데 만약 위에서 안 낸 문항들을 낸다면 이 정도가 있을 것 같습니다.

1. 밀도

- 최근에는 분자량/질량/몰수 관계를 많이 물어보았는데, 허를 찔러 밀도를 심도 있게 물어볼 가능성이 좀 있습니다. 이번 9평 20번 같은 경우에도 밀도가 나오기는 하지만 사실 보자마자 x 는 부피 역수구나 쉽게 해석해서 어려움이 없었을 것이고, 더 깊게 물어볼 가능성이 있습니다. (사실 이게 9평 20번의 심화이기도 하고) 개인적으로는 [2017.09.20.]같은 문항이 나오기를 기대해 보고 있습니다.

2. 어는점/끓는점 내림

- 이 부분이 계속 쉽게 출제되고 있는데 출제 가능성이 있습니다. 꽤 어려웠던 문항인 [2021.11.14.]의 경우도 결국 핵심은 몰랄 농도를 묻는 것이지 어는점/끓는점 내림을 중심으로 물어보지는 않았습니니다. [2017.06.16.]이나 [2017.09.20.]같은 문항이 좋은 예시입니다.

3. 상평형

- 워낙에 쉽게 나와서 변별할 포인트가 없다고 생각하겠지만, 언젠든 복병으로 나올 수 있습니다.(2페이지 이내) 1, 2페이지에서 힘을 준다면 조심해야 하는 문제 중 하나로 대비할 가치가 그리 높지는 않으나 한번 쯤 보면 좋습니다.

이번 9평, 수능의 관전(?) 포인트를 정리하면 다음과 같습니다.

1. [2021.11.16.], [2022.06.14.], [2022.09.18.]로 이어지는 한계 반응물/반응식 문제

한계 반응물과 반응식을 결정하는 문제가 개정 이후 줄곧 출제되고 있습니다. 과거 고난도 기체 문항들이 대개 복잡한 과정을 거쳐서 푸는 데 헛갈림을 주거나 시간을 오래 걸리게 하여 변별하였다면, 이제는 한계 반응물/반응식을 이해해서 바로 결론을 도출해 낼 수 있느냐?가

중요 변별 포인트가 되었습니다. 아무래도 작년 수능에서부터 이어지고 있는 경향이어서 높은 확률로 올해 수능도 이 문항이 출제될 것으로 보여 철저한 대비를 해야 하겠습니다. 그러나 이런 상황(모두의 예측이 그렇다고 생각할 때) 평가원은 줄곧 수험생들의 뒤통수를 쳐왔기 때문에 과정이 복잡한 기체 문항 풀이도 소홀히 하면 안되겠습니다.

2. 9평과 수능의 예측 난이도

우선 아직 채점 자료가 발표되지 않았으나 제가 생각하는 이번 9평의 1컷은 43 정도라고 생각되며, 그보다 낮을 경우/높을 경우 중 무엇이 더 높은지 생각해보면 43.3 정도라고 생각합니다. 만약 43이라는 예측이 틀릴 경우 43보다 낮을 확률도 높을 확률도 꽤 있지만 높을 확률이 조금 더 클 것 같다는 뜻입니다. 그리고 이 정도의 등급컷이 실제로 나온다면, 이는 작년 수능 1컷 45 정도의 난이도와 비슷하다고 생각하고 있습니다. 정확한 채점 자료가 나와 봐야 알겠지만, 제 예측으로는 이번 9평 성적은 현재 9월 시점에서 여러분이 1컷 45점 정도의 난이도에서 실제로 받게 될 점수를 보여준다고 생각하고 있고 그에 맞게 현재 위치를 점검할 필요가 있습니다.

지금까지 수능에서 1컷 45 이하로 떨어진 적은 많지 않습니다. 역대급 시험이라도 불리던 17수능, 21수능 정도가 1컷 45이고, 그 외의 시험은 이보다 높았습니다. 1컷 45가 이런 느낌이라는 걸 알기 때문에, 이것보다 쉬웠던 1컷 47,48 같은 시험도 절대 만만하지 않음을 꼭 명심해야 합니다. 1컷 47,48 같은 시험은 지금까지 본 6,9평으로 나온다고 볼 시험이 아니라 9평에서 딱 1문제 더 쉬워지면 나오는 게 1컷 47,48같은 시험입니다. 개인적으로는 정확하게 9평 난이도로 나올 확률이 가장 높다고 보는데 이 경우 1컷 46 정도를 생각해야 할 것입니다.

3. 일부 봐준 것 같은 문항들

1,2페이지가 계속해서 쉽다고 말씀을 드렸는데, 개인적으로는 문제를 만들고 나서 수정한 느낌들이 많이 보였습니다. 특히 20번 같은 문항은 충분히 더 어려운 것까지 물을 수 있음에도 묻지 않았고, 1,2페이지를 쉽게 내려고 했다가보다는 3,4페이지 난이도를 보고 1,2페이지를 조정했다는 느낌이 강하게 들었습니다. 따라서 전체적인 완결성은 다소 떨어져 보이는 느낌이 들 수 있는데, 수능 때는 이를 어떻게 보완해 올지 궁금한 포인트입니다.

4. 산염기의 부활?

작년 9평 [2021.09.15.]에도 산염기는 쉽게 출제되지 않았으나, 작년 6평, 올해 6평, 그리고 작년 수능까지 산염기를 간단한 문항들을 물어보면서 그 중요성이 다소 낮아지게 되었습니다. 그러나 다시 한 번 9평에 등장하게 되면서 올해는 산염기를 꼭 대비해야 합니다. 물론 올해도 수능에 나오지 않을 가능성이 있겠지만, 산염기는 제대로 공부만 했다면 계산이 많을 뿐이지 풀 수 있는 문제고, 풀어야 하는 문제입니다. 따라서 꼭 대비해 두시길 바랍니다.

5. 반응 속도 열심히 공부할 것

의외로 많은 학생들이 반응 속도 문항을 굉장히 만만히 보는 경향이 있습니다. 그러나 반응 속도가 수능에서 발목을 잡는 이유는 '한 번에 바로 보이지 않을 때'입니다. 그걸 이번 9평에

서 느낀 사람도 있고, 그렇지 않은 사람도 있을 것인데 늘 이 경우를 생각하고 있어야 합니다.

원래 반응 속도는 풀이를 알고 있으면 다 쉽습니다. 풀이를 알고 있으면 계산 과정은 기체나 평형에 비해 배는 간단하니까요. 반응 속도 기출 문제도 적고, 한번쯤은 다 풀어봤을 테니 쉽게 느껴지는 것이 그 이유입니다. 게다가 이번 6평에서는 반응 속도 문제가 쉽게 출제되어서 9평 때 더 대비가 안 된 학생들이 많을 것입니다.

이번에 느꼈으면 꼭 반응 속도 해석하는 연습을 많이 해야 합니다. 사실 문제를 많이 풀든, 한 문제를 두고 여러 가지 방법을 생각하든 반응 속도 문제가 수능에서 발목을 잡을 수도 있다는 걸 인지하고 있어야 합니다. 이번 수능에서도 반응 속도는 3,4페이지에 고난도로 2문항이 나올 가능성이 크며, 이번 9평에서 해석하는데 어려움을 느꼈다면 수능은 더 새롭고 더 어려울 것입니다. 이번에 17,19를 보고 바로 해석해 내지 못했다면 현상이라서, 실수해서가 아니라 그냥 반응 속도 문제를 제대로 못 풀고 있는 것입니다.

6. 질량/분자량/몰수 관계

작년 수능도 그렇고 이번 9평도 그렇고 이 관계를 물어보는 문항이 많이 출제되었습니다. [2022.09.17.], [2022.09.20.] / [2021.11.19.] 이번에 9평 20번은 그걸 직접적으로 물어보지 않았으나 원래 출제 의도는 역시 질량 관계를 물어봤을 것으로 생각되고, 이번 수능에서도 철저히 대비해야 합니다. 질량 계산을 물어보았을 때 바로 답할 수 있도록 해야 합니다.

7. 그 외 잡다한...

엔탈피 계산은 어떤 식으로든 한 번 돌아가게 출제할 것으로 보이고, 16번의 평형 문제는 6평에서도, 작년 수능에서도 보였던 만큼 다시 한 번 출제될 것 같고, 13번의 기체 개념 묻는 문항은 또 수능에서 다른 형식으로라도 물어볼 것 같으니 이 세 유형은 그리 어렵진 않고 굵직하지도 않은데, 거의 무조건 출제되기 때문에 시간을 많이 쓰거나 실수하지 않게 연습해 두는 것이 좋겠습니다. 용액은 이번 9평 난이도로 나올 걸 예상하고 대비해야 합니다.

1~2페이지는 사실 풀이에 쓸 게 별로 없어서 손풀이가 크게 의미가 없지만 한 눈에 볼 수 있도록 문제도 첨부합니다.

1. 다음은 염화 나트륨 용액의 전기 분해에 대한 설명이다.

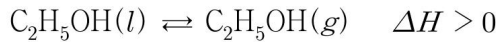
염화 나트륨 용액이 전기 분해될 때 (+)극에서는 염화 이온(Cl^-)이 (가) 되어 염소 기체(Cl_2)가 발생하고, (-)극에서는 나트륨 이온(Na^+)이 (나) 되어 나트륨(Na)이 생성된다.

(가)와 (나)로 가장 적절한 것은?

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| <u>(가)</u> | <u>(나)</u> | <u>(가)</u> | <u>(나)</u> |
| ① 산화 | 분해 | ② 산화 | 중화 |
| ③ 산화 | 환원 | ④ 환원 | 산화 |
| ⑤ 환원 | 중화 | | |

전기 분해면 (+)극이 산화, (-)극이 환원인 것 기억해서 바로 맞춰줍니다.

2. 다음은 25 °C, 1 atm에서 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)이 기화되는 반응의 열화학 반응식과 이에 대한 세 학생의 대화이다.

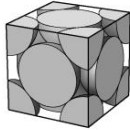


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

에탄올이고 뭐고 기화 -> 흡열이니까 A 맞고 B 틀리고 역시 흡열이니까 C 틀렸습니다.

3. 표는 3가지 물질에 대한 자료이다.

| 물질 | NaCl(s) | C(s, 흑연) | Cu(s) |
|----------|---------|----------|---|
| 결합의 종류 | 이온 결합 | ㉠ | 금속 결합 |
| 결정의 종류 | ㉡ | 공유 결정 | 금속 결정 |
| 결정 구조 모형 | | |  |

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

<보 기>

ㄱ. ㉠은 공유 결합이다.
 ㄴ. ㉡은 이온 결정이다.
 ㄷ. Cu(s)는 면심 입방 구조를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

결합의 종류와 결정의 종류가 여기서는 다 같게 나와서 쉬운데 분자 결정의 경우라면 결합의 종류는 분산력/쌍극자-쌍극자/수소 결합 이런 것들이 됩니다.
 ㄷ은 보자마자 면심 입방

4. 그림은 4가지 물질의 기준 끓는점을 나타낸 것이다.



액체 상태의 4가지 물질에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, CH₄, HF, SiH₄, HCl의 화학식량은 각각 16, 20, 32, 36.5이다.)

<보 기>

ㄱ. 분산력은 SiH₄이 CH₄보다 크다.
 ㄴ. 분자 사이의 인력은 CH₄이 가장 작다.
 ㄷ. 기준 끓는점이 HF가 HCl보다 높은 주된 이유는 HF 분자 사이에 수소 결합이 존재하기 때문이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

흔한 분자 간 인력 문제.

- ㄱ. CH₄ - SiH₄같이 H 4개 들어가는 14족들은 분산력만 비교하면 되니까 맞고(O)
 ㄴ. 끓는점 물어보는 것이니까 맞고(O)
 ㄷ. HF가 대표적인 수소 결합하는 분자니까 당연히 맞는 건데 HCl과 HF를 가리고 풀면 같은 극성인데도, 그리고 분자량이 HCl이 크에도 불구하고 끓는점이 HF가 더 높으므로 수소 결합으로 설명해야 합니다. (O)

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



표는 온도 T에서 3개의 강철 용기에 A(g)를 각각 넣고 반응시킨 실험 I~III에 대한 자료이다.

| 실험 | A의 초기 농도 (M) | 첨가한 촉매 | t s일 때 B의 농도 (M) |
|-----|--------------|--------|------------------|
| I | a | 없음 | b |
| II | a | X(s) | 4b |
| III | 2a | 없음 | 2b |

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

<보 기>

ㄱ. X(s)는 부촉매이다.

ㄴ. k는 I에서와 III에서가 같다.

ㄷ. 정반응의 활성화 에너지는 I에서와 II에서가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

I과 II 비교에서 정촉매임을, I과 III 비교에서 1차 반응임을 알 수 있습니다. ㄱ 틀렸고 ㄴ 맞고 ㄷ 촉매 있으니까 그렇지 않겠죠(X)

6. 다음은 물질 A에 대한 자료이다.

- 1 atm에서 끓는점: 331.95 K
- 1 atm에서 녹는점: 265.95 K
- 삼중점의 압력 및 온도: P_{atm}, 265.90 K

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A는 고체, 액체, 기체의 3가지 상만 갖는다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. P < 1이다.

ㄴ. 1 atm, 298.15 K에서 A의 안정한 상은 고체이다.

ㄷ. P_{atm}, 331.95 K에서 A의 안정한 상은 기체이다.

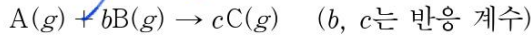
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문제는 두 번째, 세 번째 줄 보자마자 그래프 그릴 생각을 했어야 합니다. 삼중점 온도와 1atm 녹는점을 주었다? 용해 곡선 기울기 준 거구나 바로 생각나야 한다는 뜻입니다.

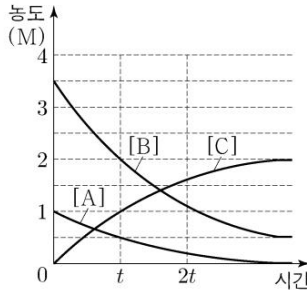
ㄱ. 어찌보면 당연하고 어찌 생각해보면 아닐 수도 있지 않을까? 생각도 들 수 있지만 1atm에서 끓는점도 있고 녹는점도 있다 -> 무조건 삼중점 위여야 합니다. 그렇지 않으면 승화밖에 없습니다.

ㄴ. ㄷ. 그래프에서 점 찍어보면 바로 나옵니다.

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



그림은 온도 T에서 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣은 후 반응이 진행될 때, 시간에 따른 [A]~[C]를 나타낸 것이다.



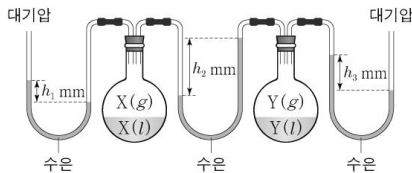
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하다.)

- <보기>
- ㄱ. $b=c$ 이다.
 - ㄴ. 순간 반응 속도는 t일 때가 2t일 때보다 크다.
 - ㄷ. 평균 반응 속도는 0~t 동안이 t~2t 동안보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

그래프 보고 계수 금방 판별할 수 있습니다. 1 3 2라서 ㄱ 틀렸고, 곡선이면 무조건 처음이 더 반응 속도가 크니 ㄴ, ㄷ 둘 다 맞겠죠? 사실 이걸 왜 냈는지 좀 의문이긴 합니다.

8. 그림은 t°C에서 물질 X와 Y가 각각 평형에 도달한 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 760 mmHg이며 수은의 증기압은 무시한다.)

- <보기>
- ㄱ. 기준 끓는점은 $Y > X$ 이다.
 - ㄴ. t°C에서 Y(l)의 증기압은 $(760 - h_3)$ mmHg이다.
 - ㄷ. $h_2 = h_1 + h_3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

따른다.) |

- ㄱ. '물질' 관련
- ㄴ. 0.05
- ㄷ. 물 (ΔS)

- ① ㄱ

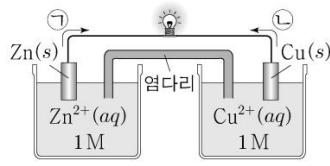
$-h_1 + h_2 - h_3 = 0$

11. 다음은



ㄱ. 증기압이 X가 크다 -> 끓는점은 반대니까 ㄱ 맞습니다. (O)
 ㄴ. 오른쪽 보면 됩니다. 맞습니다. (O)
 ㄷ. 압력 계산 하나는 볼 만 합니다. 양쪽 다 대기압으로 동일하니 $-h_1 + h_2 - h_3 = 0$ 과 같이 식을 세워볼 수 있습니다.

9. 그림은 아연(Zn)과 구리(Cu)를 전극으로 사용한 화학 전지에서 전지 반응이 진행될 때를 나타낸 것이다. 이온화 경향은 $Zn > Cu$ 이고, 전자의 이동 방향은 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25°C 로 일정하고, 물의 증발은 무시하며 음이온은 반응하지 않는다.) [3점]

<보 기>

㉠. Zn 전극에서 산화 반응이 일어난다.
 ㉡. 전자의 이동 방향은 ㉡이다.
 ㉢. 반응이 진행됨에 따라 $\frac{Cu^{2+}(aq)}{Zn^{2+}(aq)}$ 에서의 $[Cu^{2+}]$ 는 증가한다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉢ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢
- ㉠. 이온화 경향이 크다 \rightarrow Zn이 산화된다 = (-)극이다. (O)
 ㉡. 당연히 ㉠이어야 하는 것이고 (X)
 ㉢. Zn 이온은 증가, Cu 이온은 감소하니 감소합니다. (X)

10. 다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다.

[가설]
 ○

[탐구 과정]
 (가) 물, 0.1 m, 0.2 m, 0.3 m인 X(aq)과 Y(aq)을 각각 준비한다.
 (나) (가)에서 준비한 수용액과 물의 기준 어는점을 각각 측정하여 어는점 내림(ΔT_f)을 구한다.

[탐구 결과]

| 수용액의 농도 | | 0.1 m | 0.2 m | 0.3 m |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| $\Delta T_f (^\circ\text{C})$ | X(aq) | a | 2a | 3a |
| | Y(aq) | a | 2a | 3a |

[결론]
 ○ 가설은 옳다.

학생 A의 결론이 타당할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1 atm으로 일정하고, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이며 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

<보 기>

㉠. 몰랄 농도가 같은 수용액은 용질의 종류와 관계없이 어는점 내림(ΔT_f)이 같다.는 ㉠으로 적절하다.
 ㉡. 0.05 m X(aq)의 어는점 내림(ΔT_f)은 $0.5a^\circ\text{C}$ 이다.
 ㉢. 물 50 g에 Y(s) y g을 모두 녹인 수용액의 어는점 내림(ΔT_f)이 $2a^\circ\text{C}$ 일 때, Y의 화학식량은 $50y$ 이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

0.2m
 0.01
 0.05

X, Y 종류 바꾸고 몰랄농도 - 어는점 내림 관계 구하고 있으니 '용질에 관계없이 몰랄 농도에 어는점 내림이 비례한다.' 이런 내용이 들어가겠죠? 제시된 자료 읽으면서 ㉠의 내용이 떠오르면 가장 좋습니다. 그게 아니더라도 ㉠이 답임은 쉽게 알 수 있고. (O)

㉡. 비례 관계에 따라서 맞고 (O)

㉢. 약간의 계산인데 2a이면 0.2m이니까, 0.05L일 때 0.01몰인 것이고 Y 화학식량은 100y가 됩니다. (X)

11. 다음은 완충 작용과 관련된 자료이다.

○ $\text{H}_2\text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HA}^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
 25°C 에서의 $K_a = 6 \times 10^{-8}$

○ 1 M $\text{KH}_2\text{A}(\text{aq})$ 과 1 M $\text{K}_2\text{HA}(\text{aq})$ 을 혼합하여 만든 수용액 (가)에서 $\frac{[\text{HA}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}^-]} = 2$ 이다.

○ (가) 100 mL에 1 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 1 mL를 가하면 OH^- 이 H_2A^- 과 반응하여 ㉠과 H_2O 이 만들어져 pH가 거의 일정하게 유지되고, 이때 $\frac{[\text{HA}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}^-]} = y$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C 로 일정하다.)

<보 기>

㉠. ㉠은 HA^{2-} 이다.
 ㉡. (가)에서 $\text{pH} < 7.0$ 이다.
 ㉢. $y < 2$ 이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉢ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

작년 수능 문제와 비슷합니다.

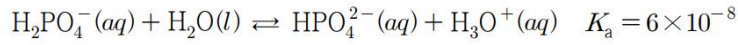
㉠. 산이 반응하면 H 하나 잃어버린다는 개념 갖고 있었으면 ㉠은 식 안 세우고 당연하게 답했을 것이고

㉡. $2 \times [\text{H}^+] = K_a = 6 \times 10^{-8}$ 이므로 어찌 되었든 간에 7.0보다 큼니다.

㉢. 반응이 일어나면서 분자가 더 커지니 $y > 2$ 여야 합니다.

[2021.11.09.]

9. 다음은 H_2PO_4^- 의 이온화 반응식과 25°C 에서의 이온화 상수(K_a)이다.



그림은 $0.1 \text{ M } \text{H}_2\text{PO}_4^-(aq)$ 과 $0.1 \text{ M } \text{HPO}_4^{2-}(aq)$ 을 혼합하여 만든 수용액 (가)를 나타낸 것이다.

$$\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = \frac{3}{5}$$

(가)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 수용액과 물의 온도는 25°C 로 일정하다.)

<보 기>

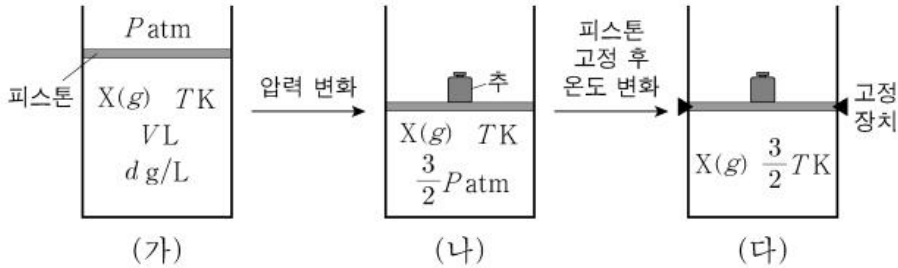
- ㄱ. (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.
ㄴ. (가) 10 mL 에 $0.1 \text{ M } \text{HCl}(aq)$ 1 mL 를 가한 수용액에서 $\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} < \frac{3}{5}$ 이다.
ㄷ. (가) 10 mL 와 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 10 mL 에 각각 $0.1 \text{ M } \text{NaOH}(aq)$ 1 mL 를 가하면 pH 변화는 (가)에서가 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답은 5번입니다.

12. 수능 단골 유형. 막힘없이 넘어가기

12. 그림 (가)는 실린더 속에 $X(g)$ 가 들어 있는 것을, (나)와 (다)는 (가)에서 순차적으로 조건을 달리한 후의 평형 상태를 각각 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 P_{atm} 으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. (나)에서 $X(g)$ 의 밀도는 $\frac{3}{2}d \text{ g/L}$ 이다.

ㄴ. (다)에서 $X(g)$ 의 압력은 $\frac{9}{4}P_{\text{atm}}$ 이다.

ㄷ. (다)에서 고정 장치를 제거한 후, 온도를 $\frac{3}{2}TK$ 로 유지하며 평형에 도달하면 $X(g)$ 의 부피는 VL 가 된다.

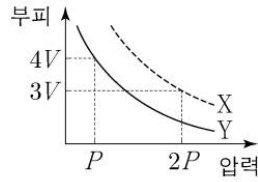
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

온도, 압력 변화시켜가면서 기체 특성 물어보는 것은 2, 3페이지 기체 단골 문제입니다.

- ㄱ. $PM = dRT$ 쓰면 $1.5d$ 라는 것 쉽게 알 수 있고. (O)
- ㄴ. 압력 1.5배에 온도까지 1.5배하면 $\frac{9}{4}P$ 되는 것 맞습니다. (O)
- ㄷ. 온도 1.5배에, 압력도 1.5배가 되므로 V 로 유지됩니다. (O)

[2022.06.12.]

12. 그림은 X(g)와 Y(g)의 부피를 압력에 따라 나타낸 것이다. X(g)와 Y(g)의 온도는 각각 TK와 2TK이고, X(g)의 질량은 Y(g)의 2배이다.



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

<보 기>

ㄱ. 분자 수는 X가 Y의 3배이다.

ㄴ. 분자량은 X가 Y의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

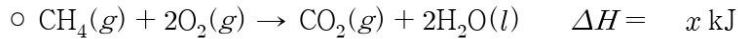
ㄷ. 압력이 P일 때, $\frac{2TK에서 X(g)의 밀도}{TK에서 Y(g)의 밀도} = \frac{1}{3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답은 5번입니다.

13. 엔탈피 계산 목록히 하면 되는데 이 정도는 이렇게 넘어가도 되지 않을까?

13. 다음은 25℃, 1 atm에서 2가지 열화학 반응식과 4가지 결합의 결합 에너지이다.



| 결합 | C-H | C=O | O=O | H-O |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| 결합 에너지(kJ/mol) | 410 | 799 | 498 | 460 |

이 자료로부터 구한 x는?

- ① -714 ② -758 ③ -846 ④ -890 ⑤ -934

$$x + 88 = 410 \times 4 + 498 \times 2 - 799 \times 2 - 460 \times 4$$

$$x + 88 = 1640 + 996 - 1598 - 1840$$

$$x + 88 = -846$$

$$x = -846 - 88 = -934$$

17. 반

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

특별할 것은 없는 엔탈피 계산입니다. 그냥 목록히 계산하면 되는데, 좀 일부러 799, 498같은 숫자를 준 느낌이 있습니다. 이런 것들은 500-2, 800-1과 같이 계산해주면 좀 더 편합니다.

식을 세우면 $x + 88 = 410 \times 4 + 498 \times 2 - 799 \times 2 - 460 \times 4$ 와 같이 되는데, 여기서 한 가지 볼 점은 이렇게 'x의 계수가 1일 때 십의 자리, 일의 자리만 보는 방법'이 있습니다. 보통 일의 자리는 같은 경우도 좀 있어서 위험한데 십의 자리까지 보면 웬만해선 틀리지 않습니다.

단 주의해야 할 것은 방정식에서 x 계수가 1일 때만 사용해야 합니다. 나눗셈이 들어가면 변수가 많아서 함부로 쓰면 안 됩니다.

여기서는 일의 자리만 계산해 봐도 0이니까 4번임을 바로 짚고 넘어갈 수 있습니다.

14. 산 염기 무조건 대비해야 합니다.

14. 표는 혼합 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 25°C에서

HA의 $K_a = \frac{1}{4} \times 10^4$ 이다. $\frac{1}{4} \times 10^{4-9}$

$x \times 1000$
 $= 0.5 \times 10 \times 2$
 $x = 0.01$

| 혼합 수용액 | 혼합 조건 | 평형 상태 |
|--------|--|-------------------------------------|
| (가) | x M NaB(aq) 1 L + 0.5 M HCl(aq) 10 mL | $\frac{[B^-]}{[HB]} = 1$, pH = 9.0 |
| (나) | 0.1 M HA(aq) 1 L + 0.1 mol NaOH(s) | $\frac{[A^-]}{[HA]} = y$ |

$x \times y$ 는? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이고, 온도는 25°C로 일정하며 고체 용해에 의한 수용액의 부피 변화는 무시한다.) [3점]

- ① 10 ② 50 ③ 100 ④ 500 ⑤ 1000

$K_b = 4 \times 10^{-9}$
 $C = 10^{-1} \quad \alpha = 2 \times 10^{-9}$
 5000×0.01

21 / 32

작년 9평 15번 같은 문제가 작년 수능, 올해 6평에 등장하지 않아서 과연 산염기를 얼마나 공부해야 하는가가 핫한 주제였는데 이번 시험으로 확정되었습니다. 산염기는 개정 이전 범위까지 전부 공부하셔야 합니다. 중화 적정 그래프의 어느 경우이든 계산 전부 확실하게 하실 줄 알아야 하고, 산/염기의 몰수 양적으로 비교하는 것 전부 막힘없이 하실 줄 알아야 합니다.

(가)에 주어진 정보가 많으니 (가)부터 봅시다. 평형 상태를 보면 바로 반당량점이라고 아셔야 하는데, 이때 pH를 봐야 하는지 pOH를 봐야하는지 헷갈리는 것을 주의해야 합니다.

K_a 를 보고 싶다면 pH를 봐야 하는 것이고요, K_b 를 보고 싶다면 pOH를 봐야 하는 것입니다. 여기서 약염기를 적정시킨 것이어서 ' K_b 를 생각하고 pH를 보는' 실수를 할 수 있는데 주의해야 합니다. 이 실수를 안 했더라도 꼭 한번 짚고 넘어가야 헷갈리지 않을 수 있습니다.

$K_a = \frac{[B^-]}{[HB]} \times [H^+]$ 풀이고 $K_b = \frac{[HB]}{[B^-]} \times [OH^-]$ 풀인데, 반당량점에서는 $\frac{[B^-]}{[HB]} = \frac{[HB]}{[B^-]} = 1$

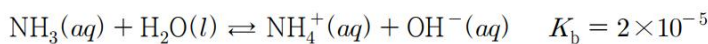
이니까 $K_a = [H^+]$, $K_b = [OH^-]$ 가 됩니다. 약염기를 적정시켰다고 무조건 K_b 를 먼저 봐야 하는 것이 아닙니다. 따라서 (가)는 보자마자 HB의 $K_a = 10^{-9}$ 라고 알 수 있는 것이고요, 위에 제시된 조건에서 HA의 $K_a = \frac{1}{4} \times 10^{-5}$ 임도 알 수 있습니다. 이것 계산할 때도 분모에 $K_a = 10^{-9}$ 들어간다고 헛갈리지 마시고 이항한다고 생각해서 바로 $\frac{1}{4} \times 10^{4-9}$ 와 같이 생각해 주면 좋습니다.

한편 x 를 구하라 했으니 산/염기의 양을 비교할 때, 1L와 10mL로 단위가 다르니 주의합니다. 1000mL와 10mL로 바꾸든, 1L와 0.01L로 바꾸든 상관없는데 기왕이면 소수점이 없는 쪽이 편하겠죠? $1000x = 0.5 \times 10 \times 2$ 라고 식을 써줍시다. 반당량점이니 2배하는 것 꼭 잊지 마시고요. $x = 0.01$ 입니다. (+여기서는 약염기와 강산 혼합이니까 2배 해주는 것이고, 약염기와 약산 이렇게 섞으면 1:1이어야 하겠죠?) 좀 직관적으로 풀려면 0.5M에 2배 해준 뒤 10mL → 1000mL로 100배 묶어진다고 생각하면 $x = 0.01$ 구할 수 있긴 한데 실제로 이런 생각이 떠오르긴 쉽지 않으니 계산 해줍시다.

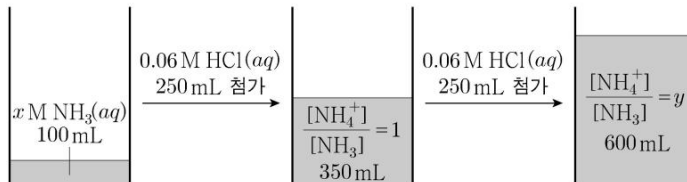
(나)로 가면 항상 그랬듯 먼저 상황 판단부터 해야 합니다. 산 0.1몰과 염기 0.1몰 섞는 상황이니까 당량점이고, A^- 로 K_b 생각해야 합니다. 그나마 평가원이 봐준 점은 여기서 부피가 증가하지 않았다는 것입니다. 부피 증가하면 또 그만큼 농도 반영해 주어야 하는데 여기서는 NaOH 0.1몰을 그대로 넣었고 (+부피 변화는 무시한다고 하므로) 그냥 계산하면 됩니다. $K_b = 4 \times 10^{-9}$ 이므로 $0.1M = 10^{-1}M$ 로 유효숫자 생각해 주면 $\alpha = 2 \times 10^{-4}$ 인 것 쉽게 눈에 들어옵니다. y 는 이것의 역수이므로(=[2017.11.20.], [2021.09.15.] 같은 것에서 흔하게 경험했습니다.) $y = 5000$ 이고, $xy = 50$ 입니다.

[2021.09.15.]

15. 다음은 $NH_3(aq)$ 의 이온화 반응식과 25 °C에서의 이온화 상수(K_b)이다.



그림은 25 °C에서 x M $NH_3(aq)$ 에 0.06 M $HCl(aq)$ 을 넣어 혼합 용액을 만드는 과정을 나타낸 것이다.



$x \times y$ 는? (단, 25 °C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이고, 수용액의 온도는 25 °C로 일정하다.)

- ① 2000 ② 3000 ③ 4000 ④ 5000 ⑤ 6000

답은 2번입니다.

15. 농도 계산, 항상 용질 + 용매

15. 표는 $t^{\circ}\text{C}$ 의 요소 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. (다)는 (가)에 (나) $x\text{ mL}$ 와 증류수 $y\text{ g}$ 을 혼합한 것이다. (가)와 (다)에서 요소의 몰 분율은 같다.

| 요소 수용액 | (가) | (나) | (다) |
|--------|-----------------|--------------------|---------------|
| 농도 | 0.25 m | 0.50 M | |
| 요소 질량 | 27 g | | 54 g |
| 밀도 | | 1.02 g/mL | |

$y-x$ 는? (단, 물과 요소의 화학식량은 각각 18, 60이다.) [3점]

- ① 0 ② 9 ③ 18 ④ 27 ⑤ 36

(가) ✓
 $1000:15$
 $1800:27$

(나)
 $1000:30$
 $900:27$

918 mL
 $900-9$

증류수

$900+9$

짧은 문제에 핵심 조건들이 많습니다. 그 중에서도 마지막에 '(가)와 (다)의 요소의 몰 분율은 같다 = 농도가 같다'가 핵심입니다. 언제나 그렇듯 용매 + 용질로 나누어 봅시다.

(가)에서 0.25m 이면 용매 1000g 에 용매 $\frac{60}{4}=15\text{g}$ 입니다. 그런데 27g 이니까 용매 1800g 에 용질 27g 인 상황입니다.

(나)는 용질 질량이 구하기 쉽습니다. (다)에서 (가)를 뺀 27g 입니다. 이때 마찬가지로 1000mL 일 때 $0.5\text{mol}(30\text{g})$ 이므로 900mL 에 27g 임을 알 수 있습니다. 즉 $x=900$ 입니다. 그런데 밀도가 1.02 로 주어졌으므로 '용액'의 질량은 $918\text{g}(=900+18)$ 이고 여기서 용질 질량 27g 을 뺀 용매의 질량은 $900-9$ 가 됩니다.

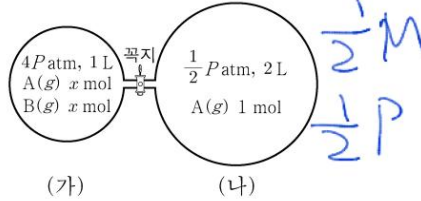
그런데 (가)에서 용매 1800g 에 용질 27g 이었으니까 (다)에서는 3600g 에 용질 27g 이어야 합니다. 총 900g 이 두 번 더해져야 하는데 (나)에서 $900-9$ 였으므로 증류수 $y=900+9$ 이고, 답은 2번입니다.

이 정도로 풀었으면 좋은데 좀만 더 포인트를 짚어보면 (나)에서 용매 질량, y 를 구할 때 $891, 909$ 같은 숫자를 쓰기보다는 $900-9, 900+9$ 처럼 쓸 수 있었으면 좋겠습니다. 문제를 많이 풀어보았다면 이렇게 연산하는 게 더 편하겠구나 정도 감이 오면 좋습니다.

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



그림은 온도 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기 (가)에는 A(g)와 B(g)가, (나)에는 A(g)가 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. (가)에서 반응이 진행되어 평형 상태 I에 도달한 후, 꼭지를 열어 반응이 진행되어 평형 상태 II에 도달하였다.



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

<보 기>

ㄱ. $x=4$ 이다. $2x=4$ $x=2$

ㄴ. I에서 (가) 속 C의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$ 이다. | | |

ㄷ. II에서 (가)와 (나) 속 전체 기체의 양은 $2x$ mol보다 크다. 2 1 1

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 평형 상수(K)이다.

이 시험지에서 이 정도면 그래도 쉬운 편으로 풀었을 것 같습니다. 어느 시험지에서나 보이는 흔한 유형이니까 실수 없이 잘 풀어주셔야 하고요.

평형 어느 문제를 풀더라도 꼭 기체, 부피, 용기 확인해주시고요, 처음 반응식 보고서 부피 다른 것 봐야겠다 정도 생각하고 문제 들어가면 좋습니다.

먼저 압력과 몰농도 관계를 상당히 쉬운 관계로 주었습니다. $\frac{1}{2}M$ 일 때 $\frac{1}{2}P$ 로 1M일 때 1P이죠? 다만 이 관계가 성립하지 않게 나와도 풀 수 있게 익숙해집시다. 1M은 4P 이렇게 줄 때에도 헛갈리지 않고 풀 수 있어야 합니다.

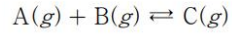
ㄱ. $2x=4$ 여야 하는 거니까 $x=2$ 입니다. (X)

ㄴ. 이 정도는 직관적으로 봐도 보이죠? 부피 1L에 $K=1$ 이라면 A B C 1 1 1몰이면 될 것 같습니다. 실제로 성립하고 C의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$ 입니다. (O)

ㄷ. $2x=4$ 이고, 혼합 후 전체 기체의 몰수는 2 1 1 몰입니다. 결국 정반응/역반응이 일어 나냐를 묻는 것인데, 처음에 꼭 부피 확인해줘야 한다고 했던 것 기억하고 봅시다. 총 3L이니 $K = \frac{1 \times 3}{2 \times 1}$ 이고 역반응이니 ㄷ은 맞습니다. (O)

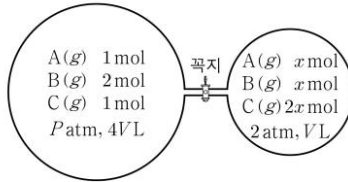
[2022.06.16.]

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



그림은 꼭지로 분리된 강철 용기에 들어 있는 A(g)~C(g)가 각각 평형을 이룬 상태를 나타낸 것이다.

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



<보 기>

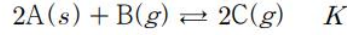
- ㄱ. $x = 1$ 이다.
 ㄴ. $P = 0.5$ 이다.
 ㄷ. 꼭지를 연 후 도달한 새로운 평형에서 $\frac{C(g) \text{의 양(mol)}}{B(g) \text{의 양(mol)}} > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

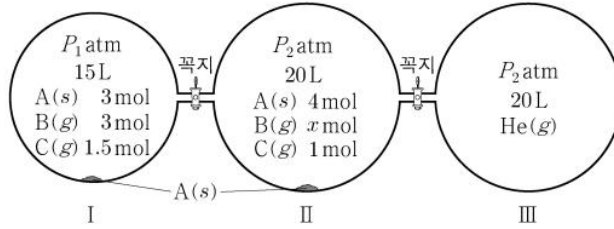
답은 3번입니다.

[2021.11.17.]

17. 다음은 $A(s)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T 에서 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.



그림은 온도 T 에서 꼭지로 분리된 강철 용기 I과 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, 온도는 T 로 일정하고, 고체의 부피와 증기압, 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. $K = \frac{5}{4}$ 이다.

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

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

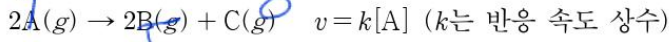
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

답은 5번입니다. 정말 자주 나오는 문항이니 잘 익혀 두는 게 좋습니다.

17.

17. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다.

역반응



표는 부피가 같은 2개의 강철 용기에 같은 질량의 A(g)를 각각 넣은 후, 서로 다른 온도 T_1, T_2 에서 반응시킨 실험 I과 II의 자료

이다. 반응 시간(t)이 $t = 20 \text{ min}$ 일 때 $\frac{\text{II에서 B의 질량}}{\text{I에서 C의 질량}} = \frac{5}{6}$ 이다.

.9

| 실험 | 온도 | $\frac{t = 40 \text{ min일 때 A의 몰 분율}}{t = 20 \text{ min일 때 A의 몰 분율}}$ | $t = 30 \text{ min일 때 A의 몰 분율}$ |
|----|-------|---|---------------------------------|
| I | T_1 | $\frac{11}{47}$ 1/4감기 | x 11, 1.5, 11.75 |
| II | T_2 | $\frac{5}{11}$ 반감기 | |

$x \times \frac{\text{A의 화학식량}}{\text{C의 화학식량}}$ 은?

$\frac{2}{23} \times \frac{9}{8} \quad x = \frac{1}{11.5} = \frac{2}{23}$

① $\frac{9}{92}$

② $\frac{5}{46}$

③ $\frac{3}{23}$

④ $\frac{7}{46}$

⑤ $\frac{5}{23}$

2

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

얼마나 엄밀하게 풀 것인가에 따라 좀 논란이 있을 수 있는 문항인데 저는 처음 풀 때 상당히 쉽게 풀었습니다. 엄밀하게 푸는 게 아닌 실전에서는 T_1 을 보고 바로 $\frac{1}{4}$ 감기, T_2 를 보고 바로 반감기라고 확정지을 수 있어야 합니다.

A의 몰분율을 물어 보는데, A는 항상 반감, 혹은 $\frac{1}{4}$ 반감됩니다. 그렇기 때문에

$\frac{t = 40\text{min일 때 A의 몰 분율}}{t = 20\text{min일 때 A의 몰 분율}}$

$$= \frac{\frac{t = 40\text{min일 때 A의 몰 수}}{t = 40\text{min일 때 전체 몰 수}}}{\frac{t = 20\text{min일 때 A의 몰 수}}{t = 20\text{min일 때 전체 몰 수}}} = \frac{t = 40\text{min일 때 A의 몰 수}}{t = 20\text{min일 때 A의 몰 수}} \times \frac{t = 20\text{min일 때 전체 몰 수}}{t = 40\text{min일 때 전체 몰 수}}$$

$$= \left(\frac{1}{4} \text{ or } \frac{1}{2}\right) \times \frac{t = 20\text{min일 때 전체 몰 수}}{t = 40\text{min일 때 전체 몰 수}}$$

라고 생각할 수 있고

$\frac{t=20\text{min일 때 전체 몰수}}{t=40\text{min일 때 전체 몰수}}$ 는 크게 변화하지 않는 값이기 때문에 $\frac{1}{4}$ 과 가까운 $\frac{11}{47}$ 은 보자마자 $\frac{1}{4}$ 감기, $\frac{1}{2}$ 과 가까운 $\frac{5}{11}$ 는 보자마자 반감기라고 보면 좋겠습니다. 이게 핵심입니다. 정확한 값이 어떻게 나오는지 몰라도 이게 $\frac{1}{4}$ 감기인지 반감기인지 정도는 판단할 수 있으면 합니다.

반감기 10분인 것만 알았으면 초기 농도 16 이런 걸로 잡아서 $\frac{1}{8}$ 배하고(=2) B+C는 $1.5 \times (16 - 2)$ 와 같이 계산해서 $\frac{2}{2+21}$ 라고 계산할 수 있습니다. 사실 이 정도만 하면 충분하다고 생각하는데,

여기에 분수를 추가로 해석하면 47을 4로 나눈 11, 11.75의 차이를 통해 초기 8 → 11 → 11.75 → → 12로 가는 반응임을, 11을 2로 나눈 5, 5.5를 통해 4 → 5 → 5.5 → → 6으로 가는 반응임을 알 수 있습니다. 정확히는 실험 I, II에서 A의 양이 같으므로 4 → 5 → 5.5 → → 6가 아닌 8 → 10 → 11 → → 12로 가는 반응입니다.

그러면 $t = 30$ 일 때에는 반감기 3번이니까 8 → 10 → 11 → 11.5이고 A는 8 → 4 → 2니까 $x = \frac{2}{11.5} = \frac{2}{23}$ 임을 쉽게 알 수 있습니다.

처음에 반감기인지 $\frac{1}{4}$ 감기인지 안 보인다면 일단 반감기 표를 그리고 그에 맞는 값을 맞춰 보는 것이 정답이겠죠. 실제로 그것 외에는 특별한 방법이 없습니다. 하지만 최소 분수의 크기가 $\frac{1}{2}$ 과 비슷한지 $\frac{1}{4}$ 과 비슷한지로 이게 반감기인지 $\frac{1}{4}$ 감기인지 알기만 하면 과정이 훨씬 쉬워집니다.

별개로 다른 해석으로 수열로 생각해도 5 - 11 - ? - 47이면 $a_{n+1} = 2a_n + 1$ 같은 규칙을 볼 수 있었으면 합니다. 11과 47은 $a_{n+1} = 4a_n + 3$ 같이 이전 항에 4배를 곱하므로 $\frac{1}{4}$ 감기가 되는 것이고요.

A, C의 화학식량을 구하는 과정이 헷갈렸을 수 있는데, 헷갈릴 때는 꼭 이렇게 계산합니다.

- I) 항상 A 1몰을 기준으로 하고
- II) 반응식 계수도 A를 1로 약분하고 생각합니다.

| | 초기 | 반감기 1번 | 반감기 2번 | 반감기 3번 | 반감기 n번 | 최종 완결점 |
|--------|-----|--|--|--|--|--------|
| A(반응물) | x | $x \cdot \frac{1}{2}$ | $x \cdot \frac{1}{4}$ | $x \cdot \frac{1}{8}$ | $x \cdot \frac{1}{2^n}$ | 0 |
| B(생성물) | 0 | $bx \cdot (1 - \frac{1}{2})$ $= bx \cdot \frac{1}{2}$ | $bx \cdot (1 - \frac{1}{4})$ $= bx \cdot \frac{3}{4}$ | $bx \cdot (1 - \frac{1}{8})$ $= bx \cdot \frac{7}{8}$ | $bx \cdot (1 - \frac{1}{2^n})$ $= bx \cdot \frac{2^n - 1}{2^n}$ | bx |
| C(생성물) | 0 | $cx \cdot (1 - \frac{1}{2})$ $= cx \cdot \frac{1}{2}$ | $cx \cdot (1 - \frac{1}{4})$ $= cx \cdot \frac{3}{4}$ | $cx \cdot (1 - \frac{1}{8})$ $= cx \cdot \frac{7}{8}$ | $cx \cdot (1 - \frac{1}{2^n})$ $= cx \cdot \frac{2^n - 1}{2^n}$ | cx |

이전에 Another class 2부에 이런 표를 둔 적이 있는데요, 이에 맞게 그대로 계산하면 됩니다.

예를 들어 반감기 1번 지난, II에서 B의 질량은

$$1(\text{계수}) \times \frac{1}{2}(\text{반감 1번일 때 생성물}) \times B\text{의 분자량} \text{이 되고,}$$

반감기 2번 지난 I에서 C의 질량은

$$\frac{1}{2}(\text{계수}) \times \frac{3}{4}(\text{반감 2번일 때 생성물}) \times C\text{의 분자량} \text{이 됩니다.}$$

그렇기 때문에 $\frac{4}{3} \times \frac{B\text{의 분자량}}{C\text{의 분자량}} = \frac{5}{6}$ 에서 C의 분자량 8, B의 분자량 5로 해서 A의 분자량

9을 구할 수 있습니다. 문제의 정답은 $\frac{2}{23} \times \frac{9}{8} = \frac{9}{92}$ 입니다.

올해 수능에서도 이런 문제가 등장할 것으로 예상되는데 헛갈리지 않고 계산하는 법을 잘 익혀서 그대로 사용하시길 바랍니다.

18. 한계 반응물 문제는 올해 수능에서도 복병

18. 다음은 기체와 관련된 실험이다.

[화학 반응식]
 $aA(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$ (a 는 반응 계수)

[실험 과정]
 (가) 그림과 같이 온도 T K에서 강철 용기에는 $B(g)$ 를, 분리막이 있는 실린더에는 $A(g)$ 와 $He(g)$ 를 각각 넣는다. $B(g)$ 의 압력은 x atm이고, $A(g)$ 와 $He(g)$ 의 혼합 기체의 부피는 $3VL$ 이며 $A(g)$ 와 $He(g)$ 의 양(mol)의 비는 1:2이다.
 (나) 꼭지를 열어 $B(g)$ 의 일부를 실린더로 이동시킨 후 꼭지를 닫는다.
 (다) 분리막을 제거하여 반응을 완결시킨 후 실린더 속 기체의 부피(V_1)를 측정하고, $C(g)$ 의 부분 압력(P_C)을 구한다.
 (라) 꼭지를 열고 충분한 시간이 흐른 후 실린더 속 기체의 부피(V_2)를 측정하고, $C(g)$ 의 몰 분율(X_C)을 구한다.

[실험 결과]
 $V_1 = 3VL, P_C = \frac{1}{3}$ atm $V_2 = 4VL, X_C = \frac{2}{11}$

A, B 몰수
 $a=2$
 $x_{He} = \frac{4}{11}$
 $x_B = \frac{5}{11}$
 $2.5V + 0.5V = 3V$
 $\bar{x} = 2$

20. 다음은 화학 반응식

그림은 온 $C(g)$ 가, (나 들어 있는 초 표는 (가)와 도달한 평형

| |
|----------------|
| 온도(K) |
| T |
| $\frac{5}{4}T$ |

$x \times \frac{K_2}{K_1}$ 는 무시한다. [$\frac{5}{72}$]

이제는 확실히 말할 수 있습니다. 어려운 기체 문제의 트렌드가 바뀌었습니다. 이전에는 어려운 기체 문제는 상황을 복잡하게 주고 계속 혼합시키면서 상황을 어지럽게 하는 것이었다면, 이제는 반응식 or 한계 반응물을 해석하는 문제를 계속 출제하고 있습니다. 그 중에서도 이번 문제가 가장 어렵고요.

(가)는 역시 그렇듯이 문제 조건을 설명하고 있습니다. A와 He가 1:2로 A의 $PV = V$, He는 $PV = 2V$ 임을 알 수 있습니다. 다만 특이한 것은 B의 압력도 미지수인데 부피도 알려주지 않았다는 것입니다. 이 부분에 주목하고,

(나), (다)에서는 꼭지를 닫은 상태이니 (다)는 강철 용기의 부피를 고려하지 않아도 되고, (라)에서는 강철 용기의 부피까지 고려해야 하는 상황입니다.

(다)에서 C의 $PV = V$ 인데, He의 $PV = 2V$ 이므로 A, B가 전부 존재하지 않음, A, B가 전부 한계반응물임을 알 수 있습니다. B의 몰수는 모르지만 A의 몰수는 $PV = V$ 로 알고 있었으므로 C의 몰수 $PV = V$ 와 동일하려면 $a = 2$ 여야 합니다.

따라서 (라)에서는 추가된 B, C, He만 존재하게 되며, C의 $PV = V$, He의 $PV = 2V$ 이므로

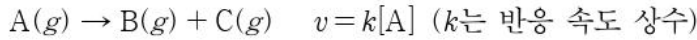
$X_{He} = \frac{4}{11}$, $X_B = \frac{5}{11}$ 임을 알 수 있습니다. 또한 A가 V 만큼 반응할 때 B는 $0.5V$ 만큼 반응했으므로 초기 B는 총 $PV = 3V$ 만큼 존재했음을 알 수 있는데, 문제는 강철 용기의 부피를 모른다는 점입니다.

(다)와 (라)를 비교할 때 둘 다 동일한 실린더 상황에 C의 몰수도 동일함에도 불구하고 PV ((라)에서는 몰분율 $\frac{2}{11}$ =압력 $\frac{2}{11}$ 기압입니다.) PV 가 같지 않다는 것이 핵심입니다. 즉 강철 용기의 부피까지 해서 (강철용기 + 실린더의 부피) \times 몰분율(부분 압력)= V 가 되어야 하는 것이고 강철 용기의 부피는 $1.5V$ 이고, $1.5Vx = 3V$ 에서 $x = 2$ 가 나옵니다.

그나마 온도를 고려하지 않아도 되게 한 점이 다행이고 수능에서 이 문제가 더 어려워진다면 온도 변화까지 줄 가능성이 있습니다.

이 문제가 어려웠다면 반응식에 담긴 의미를 해석하는 능력을 길러야 합니다. 더 이상 단순 계산으로 풀 수 있는 기체 문제는 고난도로 주어지지 않을 것입니다. 수능에서도 분명 이러한 문제가 출제될 것이고, 그 안에 한계 반응물과 반응식에 담긴 의미는 없는지 꼭 확인해야 합니다.

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



실험 I은 VL 강철 용기에 A(g)를, 실험 II는 VL 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣고 온도 T에서 반응시킨 것이다. 표는 반응 시간(t)에 따른 $P_B + P_C$ 를 나타낸 것이며, P_B 와 P_C 는 각각 B와 C의 부분 압력(atm)이다. $\frac{\text{II에서 } t=20 \text{ min일 때 A의 양(mol)}}{\text{I에서 } t=10 \text{ min일 때 A의 양(mol)}} = 1$ 이고, 역반응은 일어나지 않는다.

| 실험 | $P_B + P_C$ | | | |
|----|-------------|------------|------------|------------|
| | t = 0 | t = 10 min | t = 20 min | t = 30 min |
| I | 0 | 48a | 63a | 63a |
| II | y | 32b | 92b | 95b |

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

<보기>

ㄱ. $\frac{y}{x} = \frac{3b}{5a}$ 이다. $\frac{32b}{60a}$

ㄴ. $\frac{\text{II에서 } t=10 \text{ min일 때 반응 속도}}{\text{I에서 } t=10 \text{ min일 때 반응 속도}} = 4$ 이다.

ㄷ. $\frac{\text{II에서 } t=0 \text{일 때 전체 압력}}{\text{I에서 } t=0 \text{일 때 전체 압력}} = 16$ 이다. $\frac{\text{II}}{\text{I}} A, B \frac{32b}{48a} = \frac{2}{3}$

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10분 → 4
a : b = 1 : 4

* 확인 사항
○ 답안지의 해당
하십시오.

역시 반응속도 해석인데, 특이점은 실험 II에서는 B를 추가하여 $P_B + P_C$ 의 초기 값이 0이 아니라는 점입니다. 온도는 일정해서 실험 I, II에서 반감기가 동일합니다.

실험 I은 해석하기 쉬우니 먼저 봅시다. 중간에 x로 비워져 있는데, 48a와 63a라는 숫자를 보면 64a로 수렴하고 있구나, 대충 $\frac{4}{3}$ 배 풀이니 $\frac{1}{4}$ 감기 풀이구나 판단할 수 있어야 합니다.

그게 아니면 x에 반감기를 이용해서 $48a + 24a \rightarrow 48a + 24a + 12a (X)$ 를 해보든 $\frac{1}{4}$ 감기 이용해서 $48a + 12a \rightarrow 48a + 12a + 3a = 63a (O)$ 해보든 빠르게 반감기인지, $\frac{1}{4}$ 감기인지 확정해야 합니다. 여기서는 $x = 48a + 12a = 60a$ 인, 변화량이 $\frac{1}{4}$ 배씩 되는 $\frac{1}{4}$ 감기이고요.

II에서도 $\frac{1}{4}$ 감기로 동일하기 때문에 동일하게 계산해 주면 됩니다. t = 10min일 때

$92b - 12b = 80b$ 인 것이고, $t = 0$ 일 때 $80b - 48b = 32b$ 가 됩니다. 그래서 γ 에서 $\frac{y}{x} = \frac{32b}{60a}$ 로

γ 은 틀렸습니다. (X)

또한 여기서 실험 I에서는 초기 0에서 최종 $64a$ 가 생성되는 것임을, 실험 II에서는 $32b$ 에서 $96b$ 가 생성되는 것임을 알 수 있습니다. 즉 초기 농도비가 a, b 가 됩니다.

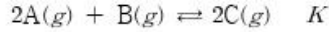
ㄴ. 결국 초기 농도비 $a:b$ 가 얼마나는 것을 묻고 있습니다. 여기서 조건으로 $t = 10, 20$ 에서의 A의 양을 제시하였습니다. 이 분수를 바꾸어서 II에서 10분 전인 $t=10$ 으로 비교하면, $\frac{1}{4}$ 반감이 한 번 덜 되었으니 ㄴ은 4가 되고, 초기 농도비도 $a:b = 1:4$ 입니다. (O)

ㄷ. 전체 압력은 초기 B가 $32b$ 있다는 것을 알았는데, A도 $32b$ 있음을 알고 있으므로 초기 $a:b = 1:4$ 에서 두 배만 더 해주면 됩니다. 따라서 1:8이고 답은 16이 아니라 8입니다. (X)

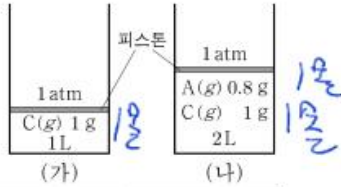
참고로 이 문제도 온도가 변했다면 정말 많은 것이 달라집니다. 단순히 반감기가 달라지는 것도 문제이지만, 부분 압력 또한 온도에 영향을 받기 때문에 그 또한 변수가 되어서 상황이 매우 복잡해집니다. (Ex. 4TK일 때 반응 속도 상수도 2배인 그런 경우면 기본적으로 같은 몰 농도여도 압력이 4배가 되듯이) 이 점까지 한 번 확인하면 좋겠습니다.

20.

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



그림은 온도 T K에서 실린더 (가)에 C(g)가, (나)에 A(g)와 C(g)가 각각 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. 표는 (가)와 (나)에서 반응이 진행되어 도달한 평형 상태에 대한 자료이다.



| 온도(K) | (가) 속 기체의 밀도(g/L) | (나) 속 기체의 부피(L) | 평형 상수 |
|----------------|---------------------------------|---------------------|-------|
| T | $\frac{4}{3}$ $x = \frac{3}{4}$ | $\frac{9}{4}$ 2.25L | K_1 |
| $\frac{5}{4}T$ | | 3 2.4L | K_2 |

$x \times \frac{K_2}{K_1}$ 는? (단, 대기압은 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

① $\frac{5}{72}$ ② $\frac{7}{72}$ ③ $\frac{1}{8}$ ④ $\frac{11}{72}$ ⑤ $\frac{13}{72}$

$x = 1.5$
 $x = 2$

$(1-2x)^2(1+x) = 4x^2 \cdot x$
 $3x = 1$

| | | | |
|-----|-----|------|-----|
| | A | B | C |
| (가) | 1.5 | 0.25 | 0.5 |
| (나) | 1.8 | 0.4 | 0.2 |

$K_1 = \frac{(0.5)^2 \times 2.25}{(1.5)^2 \times 0.25} = 1$

$K_2 = \frac{(0.2)^2 \times 3}{(1.8)^2 \times 0.4} = \frac{3}{81} \times \frac{1}{0.4}$

$\frac{3}{81} \times \frac{1}{0.4} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{14.4} = \frac{5}{72}$

10분 → 4
a:b = 1:4

잘 풀렸으면 잘 풀렸을텐데 아니면 어려웠을, 사실 대다수에게는 어려웠을 것 같은 문항입니다.

문제 상황은 어렵지 않습니다. (가)와 (나)를 비교할 때 A 0.8g이 1몰, C 1g을 1몰로 생각하면 부피 1L가 1몰이므로 계산하기 편합니다. 이때 T에서 (나) 2.25L인데, 0.25L 증가하였으므로 반응식 계수에서 B의 몰수가 0.25몰이어야 하고 A는 1.5몰, B 0.25몰, C 0.5몰이 됩니다. 소소하게 A, C의 계수가 같으므로 A + C가 항상 2몰이어야 한다는 점도 생각하면서

계산하면 좋습니다.

$\frac{5}{4}T$ 일 때에는 온도 증가한 것을 보정하면 2.4몰이고, B가 0.4몰이니 A 1.8몰, B 0.4몰, C 0.2몰이 됩니다. 지금까지 몰수와 부피를 전부 알고 있으므로 평형상수를 구할 수 있고

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{0.2^2 \times 3}{1.8^2 \times 0.4}}{\frac{0.5^2 \times \frac{9}{4}}{1.5^2 \times 0.25}} = \frac{\frac{3}{81} \times \frac{1}{0.4}}{1} \text{이 됩니다.}$$

이제 $K_1 = 1$ 임을 이용해서 밀도 x 만 구하면 되는데, 사실 전체 질량은 1g으로 유지되는 것을 알고 있으니 부피가 얼마나 되는지만 알면 바로 풀립니다. 정석적으로 풀면 C 1몰에서 B가 x 만큼 생성된다고 하면, A는 $2x$, B는 x , C는 $1-2x$, 전체 부피는 $1+x$ 와 같이 식을 세워서 $1 = \frac{(1-2x)^2(1+x)}{(2x)^2 \times x}$ 로 전개하면 $3x = 1$ 이 나와서 풀 수 있었을 것입니다.

사실 이 과정이 쉽지는 않습니다. 계산이 많으니 이런 경우 직관 한 번 정도 시도해 볼 수 있는데, 사실 이런 직관의 경우 보통은 $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}$ 같은 숫자들이 일반적인데 $\frac{1}{2}$ 은 (나)에서 써버렸으니 $\frac{1}{3}$ 로 생각해 볼 수 있고, B가 $\frac{1}{6}$ 생성되는 것보다 $\frac{1}{3}$ 생성되어야 A도 $\frac{2}{3}$ 생기고 C도 $\frac{2}{3}$ 감소하므로 $K=1$ 로, 분모/분자가 모두 약분될 가능성이 꽤 있습니다. 이대로 직관을 써 보면 A $\frac{2}{3}$, B $\frac{1}{3}$, C $\frac{1}{3}$, 부피 $\frac{4}{3}$ 으로 뭔가 그럴 듯한 숫자가 나오고 실제로 이것이 답이 됩니다. 따라서 밀도 $x = \frac{3}{4}$ 이고, $x \times \frac{K_2}{K_1} = \frac{3}{4} \times \frac{3}{81} \times \frac{1}{0.4} = \frac{1}{14.4} = \frac{5}{72}$ 입니다.

원래는 (가) 속 B 기체의 밀도 같은 걸 물어보다가 너무 시험지가 어려워져 바꾸지 않았을 까... 싶습니다. 그렇지 않으면 굳이 A, C의 질량을 줄 이유가 없었을텐데 17번과도 어느 정도 겹쳐서 그런 게 아닐까 싶고, 수능이라면 그렇게 물어봤을 것 같습니다. 한 번 그것까지 직접 계산을 해보시면 좋겠습니다.

+) EBS 해설에 대한 코멘트

무엇이든 알아두면 도움이 되기는 합니다. 저도 그렇지만 많은 분들께서 문제를 풀 때 당연히 $x < 1$ 이라는 사실은 인지하고 문제를 풀었겠지만, 그걸 이용해서 답을 찍으려는 시도를 하지 않은 이유는 1) $x < 1$ 과 같이 누구나 쉽게 구할 수 있는 사실이 있으면 대부분의 문제는 이를 이용할 수 없게 선지를 구성하고, 2) 일반적으로 이 접근으로 풀었을 때 드는 시간과 노력이 정석적인 방법으로 풀었을 때보다 위험도(답을 못 고를)도 높고 시간도 오래 걸리기 때문입니다. 따라서 실전에서 쓰기에는 무리가 있어 보이지만 알아두어서 나쁠 건 없는 정도로 생각해 주시면 좋겠습니다.