

교과서 기반 개념 설명 x 논리적 기출 문제 해설

# 정상 화학



# <정상화학 책 맛보기>

- 본 책은 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로 무단 전재와 복제, 배포, 판매를 금지합니다. 저작권 위반에 대해서는 강력하게 법적으로 대응합니다.
- 본 책의 내용을 이용하실 경우 반드시 저작권자의 동의를 구하셔야 합니다.
- 본 책은 오르비 사이트(<http://atom.ac/docs/>) 에서만 판매됩니다.
- 본 책에 대한 피드백과 기타 수정의견은 집필 및 검토 총책임자의 이메일([murphy1222@naver.com](mailto:murphy1222@naver.com))로 보내주시면 개정판에 피드백 내용을 반영하도록 하겠습니다.
- 출간 이후의 정오사항은 홈페이지(<http://blog.naver.com/murphy1222>)에서 확인 가능합니다.

홈페이지 바로가기 QR코드



여러분 앞에 놓인 '고등화학I'이라는 큰 산  
여러분은 그 산을 정복하고 정상(頂上)에 올라야 한다.  
그 험난한 여정을 함께 할, 셰르파(Sherpa) 같은 존재  
정상(正常)적인 방법으로 정상(頂上)을 바라보게 하는  
정상화학!

도서명: 수능 대비 고등화학I 참고서 「정상화학」  
집필 및 검토: 불꽃반응 (Orbi 닉네임)

발행일: 2017년 9월 2일 (초판 1쇄)  
2018년 1월 15일 (개정판)

[개념 설명 편]

Intro - '화학'을 제대로 공부하고자 하는 여러분께 드리는 글

Part I - Overview

- ① 원소와 원자 ..... Page 14-42
- ② 화학반응과 화합물 ..... Page 43-58
- ③ 심화 개념 ..... Page 59-64

Part II - 주기적 성질

- ① 원자 반지름 ..... Page 68-71
- ② 이온화 에너지 ..... Page 72-76
- ③ 전기음성도 ..... Page 77-78
- ④ 전자친화도 ..... Page 79-80

Part III - 산과 염기 & 중화반응

- ① 교과서 다지기 ..... Page 84-88
- ② 교과서 넘어서기 ..... Page 89-103
- ③ 중화반응 문제 다루는 원칙 ..... Page 104-107

Part IV - 산화 환원

- ① 산화환원 ..... Page 110-114
- ② 산화 환원 문제 유형 파악하기 ..... Page 115-121

Part V - 화학반응식과 양적관계

- ① 개념 다지기 ..... Page 124-129
- ② 양적관계 문제 유형 파악하기 ..... Page 130-134
- ③ 양적관계 문제 다루는 원칙 ..... Page 135-139



## 이 책의 구성

### [연습문제 편]

- 테마1. 주기율표와 금속, 비금속
- 테마2. 여러 가지 분자와 구조식
- 테마3. 원자의 구성입자와 원자 표시방법
- 테마4. 이온결합과 공유결합
- 테마5. 극성과 쌍극자 모멘트
- 테마6. 원자와 원자량 & 아보가드로 수의 정의
- 테마7. 오비탈의 전자 배치
- 테마8. 탄화수소
- 테마9. 대표원자
- 테마10. 선 스펙트럼
- 테마11. 핵전하와 유효핵전하
- 테마12. 원자반지름과 이온반지름
- 테마13. 등전자이온의 반지름 비교
- 테마14. 주기적 성질(종합)
- 테마15. 이온화 에너지의 크기 비교
- 테마16. 순차적 이온화 에너지
- 테마17. 전기음성도
- 테마18. 산과 염기
- 테마19. 중화반응-유형D
- 테마20. 중화반응-유형C
- 테마21. 중화반응-유형B
- 테마22. 중화반응-유형A
- 테마23. 중화반응- 연습문제
- 테마24. 생명현상과 산·염기
- 테마25. 산화·환원 반응식의 계수
- 테마26. 금속의 산화·환원 반응-이론
- 테마27. 금속의 산화·환원 반응-계산
- 테마28. 산화·환원 반응과 산화수
- 테마29. 여러 가지 산화·환원 반응
- 테마30. 그래프와 화학반응식의 양적관계
- 테마31. 표와 화학반응식과 양적관계
- 테마32. 탄화수소의 연소

## < 머리말 >

안녕하세요, 독자 여러분! 저자입니다.

본 참고서는 정상(正常)적인 방법으로 여러분이 수능 화학에서 정상(頂上)에 오를 수 있도록 돕겠다는 신념 하나로 쓴 책입니다. 과연 저자가 말하는 정상적인 방법이란 것은 무엇을 말할까요? 답은 사실 누구나 알고 있습니다. 바로 ‘교과서’ 바탕의 학습이죠. 개정 교육과정의 특징 중 하나는 ‘교과서 중심의 문제 출제 지향’입니다. 그럼에도 불구하고 과학 탐구 과목의 경우 교과서가 여러 종류이기 때문에 모두 보기에는 부담스럽고 고난이도 유형에 대한 설명이 빈약하고 설명방식 또한 간결하지 못하기 때문에 교과서가 학습도로 잘 쓰이지 않고 있습니다. 그렇다고 또 사설학원교재나 참고서 등이 완벽한 대안이지는 않습니다. 여러모로 수험생 여러분 입장에서는 답답한 상황입니다.

저자는 교과서 학습의 어려움을 잘 알고 있으며 이런 문제점을 보완하기 위해 본 참고서를 집필하였습니다.

본 참고서의 내용은 기본적으로 고등화학I 4종 교과서에 포함된 내용을 비교·분석하여 개념설명을 작성하였으며 기존의 교과서에서는 얻을 수 없는 이른바 킬러 유형에 대한 명확한 접근법을 기출 문제 분석과 함께 실어 두었습니다. 또한 지루하게 설명만 되어 있는 기존 참고서의 이미지를 탈피하고 학습자의 입장을 고려하여 능동적인 학습이 가능하도록 서술하려 노력하였습니다. 본 참고서에 실려 있는 기출문제&해설과 예제, 자체 제작한 연습문제 등을 통해 문제풀이감각도 길러 볼 수 있을 것입니다.

물론 저는 본 책의 저자이지만 본 책만 보면 화학I 만점을 거머먹을 수 있다고 하지는 않겠습니다. 일단 2017 6월 모의평가 50점(122,278명의 응시생 중 만점자 184명) / 9월 모의평가 50점(116,800명의 응시생 중 만점자 3,139명)을 받고서 어느 정도 화학 좀 한다는 얘기를 들은 저자 역시 시중에 나와 있는 모의고사며 학원 강사들이 내놓는 실전 모의고사를 수없이 많이 풀며 각고의 노력을 하고서야 얻은 결과이니 말입니다.

진정 여러분이 수능에서 화학I 고득점을 쟁취하고자 한다면 시중에 나오는 (좋은)문제를 되도록 많이 풀어보는 게 좋습니다. 단, 그렇게 하기 전에 일단 교과서에 서술된 내용을 전부 완벽히 숙지하고 역대 기출문제에 대한 분석이 완료되어 있어야겠죠. 본 참고서는 방금 언급한 그 과정에 있어서 독자 여러분을 돕고자 합니다.

본 참고서를 선택해 준 학생 여러분께 감사의 인사를 드리며 본 참고서가 수능이라는 큰 목표에 다가가는데 훌륭한 동반자가 되기를 진심으로 바랍니다.

## <화학이라는 과목에 대해>

**화학**(化學, chemistry)은 물질의 성질, 조성, 구조, 변화 및 그에 수반하는 에너지의 변화를 연구하는 자연과학의 한 분야입니다. 화학은 생물학, 물리학 등 기초 자연 과학 분야 그리고 의학, 생화학, 약리학 등 응용과학 분야와 긴밀히 연결되기에 굉장히 중요한 과목입니다. 고등화학I에서는 총 4개의 대단원이 있는데 1단원에 모든 내용이 포함되어 있습니다. 1단원에 나오는 철의 이용은 4단원의 산화·환원반응과 연결되고 농업에 혁명을 가져온 합성비료에 들어있는 암모니아와 인산은 4단원의 산·염기 반응과 연결됩니다. 원소, 원자, 분자 그리고 물에 대한 기초적인 개념은 2, 3단원을 이해하는데 큰 도움을 주며 마지막으로 화학식, 분자식, 화학반응식과 양적관계에 대한 내용은 화학I을 배우는데 있어서 꼭 알아야 할 필수요소입니다.

수능 시험에 초점을 맞춰서 보면 원래 고등화학I은 개념 면에서나 문제 면에서나 그렇게 어려운 과목은 아니었습니다. 하지만 2010학년도부터 금속의 반응성과 관련된 고난도 문제가 평가원 모의고사에서 출제되기 시작하면서 화학I이 더 이상 그렇게 쉽지만은 않은 과목이라는 인식이 퍼졌고 2011학년도 수능에서는 그동안 다소 진부한 유형이 반복 출제되던 중화반응 문제가 등급을 가르는 초고난도 문항으로 출제되었습니다. 과학 탐구 과목이 전면 개정된 이후 첫 수능이었던 2014수능(2013년 수능)에서는 결코 수준이 낮지 않은 응시 집단에도 불구하고 1등급 컷이 40점대 초반으로 결정될 정도로 개별 문항뿐 아니라 시험지 전체의 난이도가 매우 높았습니다. 이후 화학I은 전반적으로 높은 난이도를 유지하면서 수험생들 사이에서 어려운 과목 중 하나로 인식되었고 최근에는 원소주기율표를 이용해 여러 가지 경우의 수를 따지는 문제와 양적관계 문제까지 고난이도로 출제되는 경향이 있습니다.

따라서 화학I 과목에서 고득점을 쟁취하기 위해서는 기초적인 개념에 대한 철저한 이해와 앞서 언급한 “중화반응”, “산화·환원 반응” “원소의 주기적 성질과 주기율”, “화학반응식과 양적관계” 유형에 대한 확실한 대비가 필요합니다.

1965년 노벨 물리학상 수상자인 파인만(Feynman, R. P.)은 어떤 대재앙에 의해 과학의 지식이 파괴되어 후세에 단 한 문장만 전할 수 있다면 "모든 물질은 원자로 이루어져 있다고 하는 원자론을 택하겠다."라고 했다.



# [개념 설명 편]



# Intro - '화학'을 제대로 공부하고자 하는 여러분께

수능 화학I을 응시하는 수험생에게 요구되는 능력은 '비교·분석능력', '교과서 수준의 사고력', '주어진 조건에 대한 이해력'입니다.

'비교·분석능력'은 포괄적인 범위에서 보면 모든 종류의 시험에서 요구되는 능력인데 다음 [090607]문항을 예를 들어보면 다음과 같습니다.

[090607] 그림은 2~3주기 임의의 중성 원자 A~D의 전자 배치를 나타낸 것이다.

	1s	2s	2p			3s
A	••	••	•	•	•	
B	••	••	••	•	•	
C	••	••	••	••	•	
D	••	••	••	••	••	•

A~D의 1차 이온화 에너지를 비교한 것으로 옳은 것은?

①

②

③

④

⑤

문항에서 A~D의 이온화 에너지 크기 비교를 요구했고 문제를 풀어내는 과정 중 마지막에는 ④, ⑤번 보기의 D의 위치 차이를 비교해서 정답 여부를 분석하게 됩니다. (더 자세한 해설은 이후 연습문제 편에서 다시 다루도록 하겠습니다.)

'교과서 수준의 사고력'은 교과서 수준=수능 시험을 의미하는 것이 아니고 교과서 서술의 이해를 바탕으로 한 확장된 사고력이 수능 시험의 기본기가 됨을 의미합니다. 따라서 교과 수능 기초가 유지되는 한 교과서는 수능 대비를 위한 시작점이라고 할 수 있습니다. 본 참고서와 교과서는 서로 상호보완 관계에 있기 때문에 함께 놓고 학습하는 것이 효과적입니다.

다른 탐구과목보다 특히 화학I은 '문제에서 주어진 조건'에 민감하게 반응해야 합니다. 문제 조건을 제대로 파악

했는지의 여부는 문제 이해와 직결되며 문제를 올바르게 이해해야 비로소 위에서 언급한 두 능력을 써먹을 수 있습니다. 문제에서 주어지는 조건은 크게 제한조건과 결정조건으로 나뉘는데 이에 대해서는 문제풀이tip에서 다시 언급하도록 하겠습니다.

본디 '학습'이란 배워서 익힌다는 뜻을 가진 단어이므로 원리에 대한 탐구와 반복을 통한 암기가 과학탐구 과목 '학습'의 정석이라고 할 수 있겠습니다. 그렇지만 다수의 학생들의 공부 방향은 지나치게 암기위주로 치우쳐 있습니다. 암기 위주의 공부는 절대 '학습'으로 나아갈 수 없고 오히려 편협한 시각만 형성하여 실제 시험 문제를 두고 힘을 발휘하지 못할 가능성이 아주 큼니다. 이러한 이유로 제가 본 참고서를 집필하면서 가장 신경 쓴 부분은 '원리에 대한 정확한 이해'입니다. 일단, 원리를 제대로 탐구한다면 여러분은 암기가 필요한 내용과 그렇지 않은 내용을 구별할 수 있게 되고 어떤 내용이 어떻게 시험문제에 적용되는지도 어렵지 않게 깨달을 수 있을 것입니다.

이어서 기출문제에 대해서 좀 이야기해보고자 합니다.

'교과서'가 평가원이 숭배하는 '신'과 같은 존재라면 '기출문제'는 '신'을 형상화한 평가원의 조각품이라고 할 수 있습니다. 그 조각품들은 근본적으로 '신'숭배를 목적으로 만들어졌지만 어느 정도 제작자(출제위원)의 개성이 가미되어 있죠. 학생들은 공부한답시고 팔짱끼고 조각품을 보기만 하거나 (더 나쁜 경우) 조각품을 본체도 않고 큐레이터의 설명만 듣고 있는 경우가 있습니다. 다시 말해 기출문제를 그냥 풀기만 하거나 사설강사의 해설에 의존해 접하는 방식으로 공부하는 경우가 있는데 그건 점수가 잘 안 나올 수밖에 없는 방식의 공부법입니다.

기출 문제를 대할 때는 단순히 풀어내는 것에 그치는 게 아니라 분석을 목표로 해야 합니다. 기출 문제를 분석하기 위해서는 앞서 언급한 개별 문제에 포함된 출제위원의 '개성'을 배제하고 과년도 기출문제부터 계속 유지되는 일관성을 찾는 시각을 길러야 하며 본 참고서에서는 이를 최대한 도울 수 있도록 기출 문제를 배치하였습니다. 이를 잘 활용하여 기출문제를 바라다보면 '출제패턴'에 대해 파악할 수 있고 또한 어렵고 교과서와 동떨어져서 느껴졌던 기출문제가 사실 하나같이 교과서 서술을 기반으로 제작된 것임을 깨달을 수 있을 것입니다.

최근 들어 과학탐구 전 영역에 걸쳐서 실전모의고사, 고난도N제 형식을 갖춘 문제집이 많이 등장하고 있습니다. 해당 문제집에 수록된 일부 문항은 평가원 문제보다 복잡하고 화려한 경우도 종종 있습니다. 그래서 흔히 착각하는 게 그런 문제를 많이 풀면서 훈련하다보면 수능대비가 절로 된다는 것인데 사실은 그렇지 않습니다. 실제로 사설 문제 풀이가 여러분에게 유익한 학습이 되려면 적어도 여러분 스스로 사설 문제의 질이 좋은지 나쁜지 즉, 문제의 내용이 교과서 서술 및 현 교과과정의 목표와 잘 부합하는지를 따질 수 있을 정도의 실력을 갖춰야 합니다. 본 참고서와 함께 교과서 기본 내용을 빠짐없이 정리하고 과년도 기출문제 분석까지 모두 마친 뒤에 시간이 남는다면 그때 사설 문제 풀이를 시도하는 것이 바람직하다고 할 수 있습니다. 시기적으로 따져보면 9월 중순부터 한 달 반 정도 남짓한 시간동안 문제 풀이 연습을 할 시간이 생길 텐데 이정도면 '실전대비'를 위한 문제풀이 연습으로 충분한 시간입니다. 파이널~, 최종~ 하면서 여러분의 조바심을 부추기며 각종 실전 모의고사를 팔아치워 자신들의 잇속을 채우려는 사람들에게 휘둘러 본인의 공부 페이스를 잃지 말기 바랍니다.

여러분이 가지고 있는 교과서 그리고 본 참고서를 바탕으로 기본 개념을 공부하기 시작한다면 최소 4주 정도는 문제를 접하기보다는 개념 정리에 온 힘을 기울여야 합니다. 개념 정리가 어느 정도 된 이후에는 우리나라에 현존하는 가장 정제된 문제라고 할 수 있는 평가원 기출문제를 풀어봐야 합니다. 개정 후 총 16회 분량의 시험이 있는데 하루에 시험 하나씩 풀어나가도 좋고 320문항을 단원별로 적절히 분량을 나누어 풀어도 좋습니다. (각각의 방법에 특징점이 있는데 선호하는 방식으로 진행해도 무방합니다.) 어떤 방식으로든 개정 이후의 기출 전 문항을 푸는데 약 3주 정도로 잡으시면 됩니다. 앞서 강조했지만 기출문제는 풀이도 중요하지만 분석도 중요합니다. 기출 문제 분석은 이전 기출 문제 간의 연결성을 찾고 평가원이 강조하는 바는 무엇인가 그리고 교과서의 어떤 내용(개념)이 문제로 어떻게 구현되는지 등을 찾는 과정인데 본 참고서의 문제편에 있는 32개의 테마에 따라 차근차근 진행하면 됩니다. 과학탐구 공부에 시간을 얼마나 분배하는지에 따라 차이가 있을 수는 있겠으나 일반적으로 기출 문제 분석과정은 2주 반 정도 소요될 것으로 예상됩니다. 1월 중으로 공부를 시작했다면 3월 중순까지 위의 과정이 마무리됩니다. 이후 4월부터 6월 모평 전까지는 그 해의 수능특강과 개정 후 교육청 모의고사에서 출제된 문항(약400문항)을 바탕으로 기존의 문제 유형에 익숙해지고 다양한 신유형을 만나보는 경험을 하는 것이 좋습니다. 여름방학 동안에는 자신이 부족하다고 생각하는 유형에 대해 집중적으로 공부하면 효과적일 것입니다. 9월 모평 전후로는 수능완성과 함께 그 동안 봤던 평가원 모의고사(당해년도 모의고사 포함) 문항을 다시 한 번 풀어보면서 복습해야 합니다. 9월 중순부터는 문제 양치기가 필요한 시점입니다. 이제 더는 내가 접해보지 않은 유형은 없어야 한다는 마음으로 사설 모의고사 기출문제, 시중에 나와 있는 N제 등을 풀어보아야 하며 이때 지금까지 쌓은 내공으로 본인의 판단 하에 좋지 않은 문항들은 과감히 버려야 합니다. 이후로 10월 중순부터는 시중에 출제되는 다양한 실전 모의고사를 풀면서 실전 감각을 끌어올려야 하며 또한 잊지 말고 그 해의 모든 교육청, 평가원 모의고사를 분석&정리하는 작업을 해야 합니다.



## Part I - Overview

- ① 원소와 원자
- ② 화학반응과 화합물
- ③ 심화 개념



<b>1H</b> 수소							<b>2He</b> 헬륨	
<b>3Li</b> 리튬	<b>4Be</b> 베릴륨	<b>5B</b> 붕소	<b>6C</b> 탄소	<b>7N</b> 질소	<b>8O</b> 산소	<b>9F</b> 플루오린	<b>10Ne</b> 네온	
<b>11Na</b> 나트륨	<b>12Mg</b> 마그네슘	<b>13Al</b> 알루미늄	<b>14Si</b> 규소	<b>15P</b> 인	<b>16S</b> 황	<b>17Cl</b> 염소	<b>18Ar</b> 아르곤	
<b>19K</b> 칼륨	<b>20Ca</b> 칼슘	바탕색 하늘색: 금속 녹색: 준금속 살구색: 비금속			글씨색 (상온기준) 붉은색: 기체 푸른색: 액체 검은색: 고체		<b>35Br</b> 브로민	<b>36Kr</b> 크립톤
						<b>53I</b> 아이오딘		

## ① 원소와 원자

### 1-(1) 원소, 원자의 정의와 구분

원소와 원자는 화학의 기본 언어이므로 각각의 정의, 의미를 명확히 알고 있어야 하며 또한 그 둘을 명확히 구분해낼 수도 있어야 합니다.

교과서에 소개된 원소와 원자의 정의는 다음과 같습니다.

원소	물질을 이루면서 다른 물질로 나눌 수 없는 기본적인 성분
원자	물질을 이루는 기본적인 중성입자

그리고 학교 수업을 통해 고등화학을 접해본 학생의 경우 (위의 정의와는 연관 짓지 않고 별개로) 개수를 셀 수 있는가를 통해 원소와 원자를 구분할 수 있다고 배웠을 겁니다.

자, 그렇다면 위의 구분법으로 다음 문장의 괄호 내에서 올바른 용어를 골라볼까요?

[141112 문항 발문 中 일부] 그림은 (원자/원소)번호가 연속인 2,3주기 (원자/원소)의 제1~제3 이온화 에너지를 나타낸 것이다. A~D는 임의의 (원소/원자)기호이며, (원소/원자)번호 순서가 아니다.

어떤가요?

아마 수능 화학 문제에 익숙하지 않은 경우라면 위의 구분법만으로는 올바른 용어를 골라내기가 꽤 어려웠을 것입니다.

저런 식의 구분법은 가르치는 입장에서는 전혀 문제가 없지만 학생의 입장에서는 그냥 암기의 방식으로 받아들일 수밖에 없고 또 그렇게 암기해봤자 위와 같이 문제가 제시되었을 때 전혀 활용할 수 없기 때문에 문제점이 발생합니다.

다시 원자와 원소의 정의로 되돌아가보죠.

원자의 정의에 밑줄 쳐진 '입자'라는 단어가 보이시죠?

이 '입자'라는 단어는 원자의 정의에는 들어가 있지만 '원소'에는 들어가 있지 않죠.

이게 바로 원자와 원소의 차이점이자 둘을 구분하는 핵심입니다.

입자는 그 단어자체에 '질량이 있고 실재한다.'라는 뜻을 내포하고 있습니다. 따라서 원자는 실재하는 것에 대한 개념이고 원소는 가상의 개념임을 알 수 있습니다.

좀 더 이해하기 쉽게 실생활에서의 상황을 응용해서 설명해보도록 하겠습니다.



(개당 가격이 10,000원인 똑같은 종류의 곰 인형이 놓여있는 선반을 가리키며 아이가) “엄마, 저 곰 인형들의 가격이 10,000원이에요.” 라고 말했을 때 만약 엄마가 가격표를 안보고 아이의 말만 들었다면 오해가 생길 수 있겠죠. 또한 “곰 인형들”이라는 것은 몇 개인지 모르는 다수의 곰 인형이 모인 집단이라는 다소 모호한 개념이죠.

다시 화학의 세계로 돌아와 볼까요? 곰 인형을 원자 그리고 곰 인형들(집단)을 원소에 대응해보면 원소라는 것은 같은 종류의 원자가 모인 한 집단을 의미하며 개수를 셀 수도 없고 실재하지 않는 가상의 개념이라는 것을 이해할 수 있겠죠.

원자와 원소라는 용어의 쓰임에 대해 정리해보자면 다음과 같습니다.

- 어떤 특성, 성질을 서술하는 경우 ‘원자’라는 용어를 사용한다.
  - ‘주기율표’, ‘집단(종류)’, ‘가상의 개념’과 관련하여 언급된 경우 ‘원소’라는 용어를 사용한다.
  - ‘~주기’, ‘~족’이라는 표현이 쓰인 경우는 문맥에 맞게 ‘원소’나 ‘원자들’ 선택해 사용한다.
- 원소 → 원소기호, 동위원소, 금속/준금속/비금속 원소, 원소주기율표, 홑원소 물질  
 원자 → 원자량, 원자번호, 원자가전자, 원자반지름, 원자의 유효핵전하/전기음성도 /이온화 에너지/전자친화도/산화수

원자, 원소라는 두 용어는 교과서 예제 문제에서나 평가원 기출 문제에서조차 명확히 구분하지 않고 사용해왔기 때문에 지금까지는 두 개념의 구분이 중요하게 다뤄지지 않았습니다. 하지만 2014년 수능(2015 수능)을 기점으로 평가원은 표현상 원자와 원소를 명확히 구분하여 문제를 출제하기 시작했습니다. 뒤에 수록된 연습문제를 풀어보면서 그 변화를 직접 확인해보시면 됩니다.

이는 아주 명확하면서도 올바른 방향으로의 변화이기에 특히 강조하기 위해 여러 주제 중에서도 가장 먼저 소개하게 되었습니다.

### 원자와 원소에 대해

- 원소(element)라는 개념은 과학자 돌턴이 원자(atom)의 개념을 정립하기 훨씬 이전부터 존재했습니다.
- 화학적 방법 이외로 물리적 방법을 이용한다면 물질을 구분하는 기본입자인 원자 또한 더 작은 단위(쿼크, 전자...)로 나눌 수 있습니다.

## 1-(2) 홑원소 물질과 원소

원소는 앞서 설명했듯이 본래 정의에 따라 ‘성분’의 의미를 가지고 있지만 1가지 성분으로 이루어진 순물질(홑원소 물질)이라는 의미 역시 가지고 있습니다. 그래서 어떤 문제에서 ‘원소’라는 용어가 나온다면 먼저 두 가지 의미 중 무엇을 의미하는지 판단하는 과정이 필요합니다.

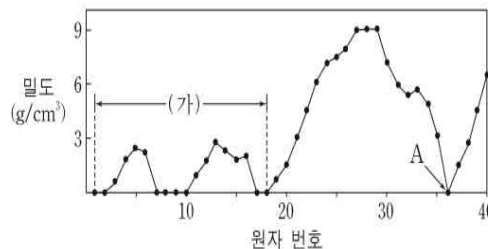
원소(元素) 1. 물질을 이루면서 다른 물질로 나눌 수 없는 기본적인 성분  
2. 홑원소 물질

원소의 첫 번째 의미에서와는 달리 원소의 두 번째 의미에서는 원소에 성질이나 특성이 부여되며 이는 두 의미에서의 가장 큰 차이점이라고 할 수 있습니다.

예를 들면 “질소 원소는 상온에서 기체이다.”라고 할 때 ‘기체 상태’라는 성질이 제시 되었으므로 ‘질소 원소’는 첫 번째 의미의 질소(N)가 아니라 두 번째 의미의 질소(N<sub>2</sub>)를 의미하게 됩니다.

다음 평가원 문제에서 쓰인 ‘원소’가 어떤 의미로 사용된 것인지 한번 구분하는 연습을 해보도록 하겠습니다.

[140614] 그림은 25°C, 1기압에서 원소의 밀도를 원자번호 1에서 40까지 나타낸 것이다.



밀도라는 물질의 물리적 성질과 관련된 서술이 제시되었다는 점을 포착했다면 제시문의 ‘원소’는 두 번째 의미 즉 홑원소 물질을 의미하는 것이라는 것을 알 수 있을 것입니다.



Q: 질소(N), 산소(O), 플루오린(F)은 각각 N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>로 홑원소 물질을 이룬다는 것은 알겠는데 다른 원소는 홑원소 물질을 이룰 수 있나요?

A: 비금속 원소는 같은 종류의 원소끼리 공유 결합을 통해 분자를 이룰 수 있기 때문에 N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>등으로 홑원소 물질이 된다는 것은 잘 알려져 있습니다. 금속 원소의 경우 금속 결합을 통해 홑원소 물질을 이루며 원소기호와 홑원소 물질의 표현이 같습니다. 붕소(B)나 탄소(C), 인(P), 황(S)등은 동소체로서 홑원소 물질을 이루며 원소기호와 홑원소 물질의 표현이 같습니다.



### 1-(3) 금속 원소, 비금속 원소, 준금속 원소

우리 인류는 이미 오래전부터 금, 은, 구리 그리고 철을 일상생활에 이용해왔습니다. 그리고 현재 우리는 그러한 원소들이 금속 원소에 포함된다는 사실을 알고 있죠. 그런데 혹시 교과서에서 금속, 비금속, 준금속 원소의 정의를 찾아본 적 있나요? 아마, 없을 겁니다. 왜냐하면 교과서에는 금속, 비금속 원소의 특성만 나열되어 있을 뿐 정확한 정의는 제시되어 있지 않기 때문입니다. 실제로 지금까지 화학자들은 새로운 원소를 발견하거나 만들면 그 원소의 특성을 바탕으로 금속원소에 포함시킬지 비금속 원소에 포함시킬지를 결정해 왔습니다.

교과서에서 제시한 금속 원소와 비금속 원소 각각의 특성은 다음과 같습니다.

금속 원소의 특성 · 열전도성, 전기전도성, 연성(뽀힘성), 전성(펴짐성)이 대체로 높다. · 상온에서 고체 상태로 존재한다. (수은 제외)
--

비금속 원소의 특성 · 열전도성과 전기전도성이 작다. · 녹는점이 낮다.
--

하지만 18족의 비활성 기체는 비금속 원소의 특성을 가지지 않는데도 불구하고 비금속 원소로 분류 되는 문제점이 있습니다. 또한 비활성 기체의 경우를 예외로 규정하더라도 위에서 나열된 특성은 높고 낮음의 상대적 특성이므로 아주 명확하게 금속과 비금속 원소를 구분할 수는 없습니다.

그렇다면 어떤 기준에 의해 금속과 비금속 원소가 구분되어야 하는데 적절한 기준으로 뭐가 좋을까요? Page14의 원소주기율표를 한번 보시죠.

아마 바탕이 녹색으로 칠해진 준금속 원소가 금방 눈에 띌 것입니다.

준금속 원소 그 자체는 금속 원소, 비금속 원소의 성질을 모두 가지고 있기 때문에 정의나 분류 방식이 모호하나 원소주기율표에서의 위치적 특성 때문에 기준점으로서의 역할을 할 수 있게 됩니다.

원소주기율표 상에서 준금속 원소의 왼쪽에 위치하는 원소는 금속 원소, 오른쪽에 위치하는 원소는 비금속 원소로 분류하면 됩니다.

원소주기율표에서 각 주기별로 위의 내용을 정리해보면 다음과 같습니다.

· 1주기는 준금속 원소가 없으므로 모두 비금속 원소
· 2주기는 붕소(B)를 기준으로 금속원소는 리튬(Li), 베릴륨(Be) 비금속 원소는 탄소(C), 질소(N), 산소(O), 플루오린(F)
· 3주기는 규소(Si)를 기준으로 금속원소는 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al) 비금속 원소는 인(P), 황(S), 염소(Cl)



1족 금속원소의 불꽃  
반응 색 암기 팁  
빨간색-리튬, 보라색-칼륨,  
노란색-나트륨, 파란색-세슘  
빨리 뷰어 나눠 파세

각 원소가 몇 주기, 몇 족 원소인지는 문제에 따라서 암기해서 풀어야 하는 경우도 있습니다. 따라서 가장 간편한 방법은 원소 번호 20번 이내의 원소는 원소번호와 기호를 오비탈 배치와 함께 암기해 두는 것입니다. 단, 지금까지 원소주기율표가 주어진 평가원 기출문제가 여럿 있었는데 이러한 문제 유형의 경우 준금속을 통해 금속과 비금속을 판단하는 논리를 활용하여 풀 경우 출제자의 의도를 파악할 수 있는 경우가 있었으므로 나중에 연습문제를 풀면서 준금속 원소를 통한 구분법을 이용해보기 바랍니다.



### 원소의 구분방법

#### \*금속 원소 구분 방법

- 불꽃반응: 화합물을 겉불꽃 속에 넣으면 그 속에 포함된 금속 원소에 따라 고유한 불꽃색을 나타내므로 화합물 속에 들어 있는 원소를 확인 할 수 있습니다.
- 스펙트럼: 화합물을 겉불꽃 속에 넣었을 때 나타나는 불꽃색을 분광기로 관찰하면 선 스펙트럼이 나타나며 이를 통해 화합물 속에 들어 있는 원소를 확인 할 수 있습니다. 불꽃반응으로는 구분이 힘든 원소까지 정확하게 구분할 수 있다는 장점이 있습니다.

#### \*성분 원소 확인 방법

- 이산화탄소(탄소, 산소 원소의 존재): 석회수가 뿌얹게 흐려지는 현상
- 물(수소, 산소): 푸른색 염화코발트 종이의 색 변화
- 할로젠 원소: 양금생성반응 이용
- 수소: 가연성을 이용(불을 가져다 대면 팽 소리가 남)
- 산소: 조연성을 이용(불을 가져다 대면 불이 커짐)



Q: 일부 참고서나 인터넷 자료에서는 붕소(B)가 금속 원소라고 나와 있네요?

A: 그렇습니다. 일부 대학 교재에서 붕소(B)가 금속 원소라고 서술 되어 있기 때문인데요. 4종 고등화학I 교과서를 포함해 모든 평가원 기출 문제에서 붕소(B)가 준금속 원소라고 제시되어 있으므로 이 부분에 대해서는 논란의 여지가 없습니다.



Q: 준금속 원소와 양쪽성 원소는 다른 건가요?

A: 그렇습니다. 준금속 원소는 금속 원소와 비금속 원소의 성질을 모두 가지고 있는 원소를 말합니다. B(붕소), Si(규소), Ge(저마늄), As(비소) 등이 준금속에 해당됩니다.

양쪽성 원소는 화학반응을 할 때 산으로도 작용하고 염기로도 작용하는 원소를 말합니다. Al(알루미늄), Zn(아연), Pb(납) 등이 양쪽성 원소에 해당됩니다.









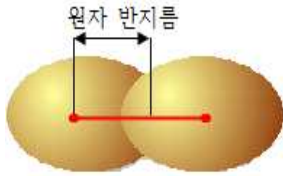
## Part II - 주기적 성질

- ① 원자 반지름
- ② 이온화 에너지
- ③ 전기음성도
- ④ 전자친화도



## ① 원자 반지름

### 1-(1) 원자 반지름의 정의



현대적 원자 모형(오비탈)에 따르면 원자핵을 둘러싼 전자구름은 널리 퍼져 있으므로 원자의 크기를 명확하게 정의 할 수 없습니다. 또한 전자는 무질서하게 운동하기 때문에 원자가 독립적으로 존재할 때 원자반지름을 정의하는 것은 불가능합니다. 따라서 원자 반지름은 원자가 서로 화학결합을 형성한 상태에서 측정하게 됩니다. 같은 종류의 금속원자 또는 같은 종류의 비금속원자끼리 결합을 형성한 상태에서 원자핵 거리의  $\frac{1}{2}$  을 원자 반지름으로 정의합니다.

단,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2$ ...등 단일결합한 분자의 경우 (결합길이)=(원자 반지름) $\times 2$ 가 성립되지만  $O_2$ ,  $N_2$ ...등 다중결합으로 구성된 분자의 경우 (결합길이) $<$ (원자 반지름) $\times 2$ 입니다. 때문에 N, O원자의 반지름을 구하기 위해서는 원자 반지름을 구하고자 하는 원자가 단일결합을 하고 있는  $H_2O_2$ ,  $N_2H_4$ ...등의 분자를 사용해야 합니다.

물론 이런 방식으로 원자의 정확한 반지름을 구하는 건 어렵지만 우리가 집중해야 될 부분은 각 원자의 정확한 원자 반지름 값이 아니라 원자 반지름의 주기적 성질입니다. 다음 표를 통해 원자 반지름의 주기적 성질을 예측해 볼 수 있습니다.

원자 반지름 감소  $\rightarrow$

족	1	2	13	14	15	16	17	18
주기	1	2	13	14	15	16	17	18
원자 반지름 증가 $\downarrow$	1 H							He
	2 Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
	3 Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	4 K	Ca						

### ! 비활성기체의 원자 반지름

사실 원자반지름의 정의를 고려하면 비활성기체의 원자 반지름은 알 수 없어야 합니다. 원자 반지름은 화학결합을 통해서 정의되는데 비활성기체의 경우 다른 원자와 화학결합을 하지 않는 특성이 있기 때문입니다. 하지만 앞서 원자 반지름을 나타낸 표에는 비활성기체의 원자 반지름도 표시되어 있는데 이는 사실 경향성을 통해 구한 예측값입니다. 앞에서 주기적 성질에 대해 설명할 때 경향성을 파악 하는 것이 중요하다는 이유 중 하나가 바로 이렇게 실제로 구할 수 없는 값에 대해서 예측값을 구할 수 있기 때문입니다. 다만 최근 비활성기체의 원자 반지름을 실제로 측정해본 결과(반데르발스 반지름, 교육과정 외) 주기적 경향성에 어긋나는 경우가 일부 생겨 원자 반지름의 주기성을 언급할 때 비활성기체는 제외합니다. 일부 교과서에 비활성기체의 원자 반지름 값이 표기되어 있는 경우도 있는데 고려하지 않아도 상관없습니다.





## Part III - 산과 염기& 중화반응

- ① 교과서 다지기
- ② 교과서 넘어서기
- ③ 중화반응 문제 다루는 원칙



## ①교과서 다지기

### 1-(1) 중화반응의 정의

비상, 상상, 교학	산의 H <sup>+</sup> 와 염기의 OH <sup>-</sup> 이 만나 물이 생성되는 반응
천재	산과 염기를 반응시켜 산성과 염기성이 사라지는 반응

천재교과서의 중화반응 정의만 조금 다른데 사실 이게 중화반응의 정확한 정의라고 할 수 있습니다. 실제로는 반응하는 산과 염기의 종류에 따라 중화반응이 일어나더라도 물은 생성되지 않을 수 있기 때문인데 문제 풀 때 이용하기에는 비상, 상상, 교학사교과서에 소개된 중화반응의 정의(중화반응=물 생성)가 더 적합하므로 두 가지 정의를 잘 알아 두시기 바랍니다.

### 1-(2) 생성된 물의 양과 열량의 관계

비상, 교학	생성된 물의 양 ∝ 열량 (온도측정실험 분석결과)
--------	--------------------------------

비상, 교학사 교과서에서는 실험 자료를 통해 생성된 물의 양과 열량이 비례함을 알려주고 있습니다. 『 $Q=cm\Delta t$ 』라는 열량에 관한 공식이 존재하는데 이 부분은 교육과정이 아니기 때문에 교과서에 서술되어 있지는 않습니다.

### 1-(3) 산, 염기의 생성과 산화·환원 반응

비상, 상상, 교학, 천재	산성, 염기성 물질은 산화·환원 반응에 의해 생성된다.
----------------	--------------------------------

산·염기 반응은 산화·환원 반응이 아니지만 산성, 염기성 물질 자체는 산화·환원 반응에 의해 생성됩니다. 4단원의 제목이 ‘맑은 풀 화학 반응’인 이유가 바로 산화·환원 반응과 산·염기 반응이 밀접하게 연관되어 있기 때문입니다.

### 1-(4) 산, 염기의 세기

비상, 상상, 교학, 천재	이온화도가 클수록 강산·강염기이며 전류가 잘 통하고 이온화도가 작을수록 약산·약염기이고 전류가 잘 통하지 않는다.
----------------	---

비상 교과서에서는 ‘이온화’를 용액 속에서 이온결합이 끊어지는 현상이라고 정의하고 있습니다. 다른 교과서는 ‘이온화’의 정의가 언급되어 있지 않습니다.

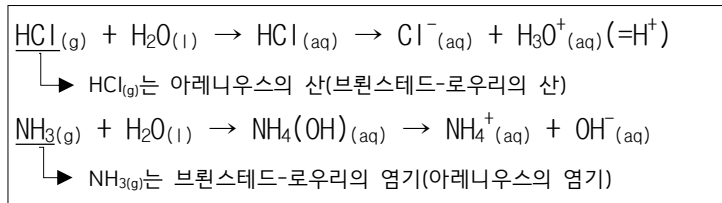


## ②교과서 넘어서기

교과서를 통해 학습한 내용을 실제 문제 풀 때 어떻게 이용해야 하는지에 대해 자세히 다루었습니다.

### 2-(1) 중화반응의 정의

<교과서 다지기>에서도 봤듯이 실제 정확한 중화반응의 정의와 문제풀이에 이용되는 중화반응의 정의는 조금 차이가 있습니다. 하지만 중화반응의 양적관계에 대해 문제를 만들기 위해서는 필연적으로 물이 생성되는 반응만 출제할 수밖에 없습니다. 즉, 문제에서 주어지는 산, 염기 물질은 아레니우스의 산, 염기 또는 브뢴스테드 로우리의 산, 염기물질 중 일부이며 항상 수용액 상태로 주어집니다.



\* $\text{HCl}_{(g)}$  자체를 아레니우스의 산이라고 하기는 애매하지만 물에 녹였을 때 수소이온이 생성되므로 아레니우스의 정의에 부합한다고 생각하시면 됩니다.

### 2-(2) 이온화도

기출문제를 보면 ‘사용한 산과 염기는 수용액에서 모두 이온화 한다.’ 라고 조건이 주어진 경우를 볼 수 있습니다. 하지만 위의 조건은 문제에서 따로 주어지지 않는 경우도 많습니다. 그렇다면 저 조건이 의미하는 바는 무엇일까요? 이에 대한 답을 얻기 위해서는 먼저 ‘이온화도’라는 용어를 알아야 합니다. 이온화도( $\alpha$ )는  $\frac{\text{이온화된 전해질 몰 수}}{\text{용해된 전해질의 총 몰 수}}$ 를 말합니다. 즉, ‘이온화도( $\alpha$ )가 크다.’는 말은 수용액에서의 전기전도도가 높음을 의미합니다. 그래서 강산·염기의 이온화도( $\alpha$ )는 1에 가깝습니다.

\*화학을 배우는데 있어서 ‘용해’와 ‘이온화’를 구분하는 것은 굉장히 중요합니다. 특히 전기전도도는 ‘용해도’가 아니라 ‘이온화도’에 의해 결정된다는 점을 꼭 기억하셔야 합니다.

따라서 이온화도( $\alpha$ )의 정의를 고려해보면 ‘단, 사용한 산과 염기는 수용액에서 완전히 이온화 한다.’라는 말은 1몰의 HA, BOH를 물에 각각 용해시켰을 때 수용액에는  $\text{H}^{+}$ ,  $\text{OH}^{-}$ 가 각각 1몰이 이온화된다는 의미입니다. 그런데 앞서 언급했듯이 위의 조건은 주어지지 않는 경우도 있습니다. 사실, 위의 조건은 꼭 주어지지 않더라도 전혀 상관없습니다. 이는 고등학교II에 나오는 평형이동의 원리(르샤틀리에 원리)로 설명할 수 있습니다. 아세트산의 경우를 예로 들어 평형이동의 원리에 대한 설명을 이어가도록 하겠습니다.

아세트산(CH<sub>3</sub>COOH)의 이온화 평형은 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

<아세트산의 이온화 평형>



위의 경우 평형인 상태에서도 계속 정반응 (CH<sub>3</sub>COOH → CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> + H<sup>+</sup>)과 역반응 (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> + H<sup>+</sup> → CH<sub>3</sub>COOH)이 일어나면서 일정하게 균형을 유지하고 있습니다. 이 때, 아세트산 수용액에 염기성 물질이 첨가되면 중화반응이 일어나서 수용액 속에 이온화되어 있는 H<sup>+</sup>가 OH<sup>-</sup>와 반응하여 상쇄됩니다. 그러면 평형이동의 원리에 의해 원래의 평형상태를 되찾기 위해(=수용액 속의 H<sup>+</sup>수를 늘이기 위해) 정반응이 우세하게 진행되어 H<sup>+</sup>가 계속 생성되고 OH<sup>-</sup>가 존재하는 한 아세트산은 모두 이온화 되어 중화반응에 참여하게 됩니다. 따라서 산, 염기성 물질의 이온화도는 전혀 고려하지 않고 문제를 푸셔도 됩니다.

2-(3) H<sup>+</sup>와 OH<sup>-</sup>의 1:1 반응

H<sup>+</sup>와 OH<sup>-</sup>가 1:1로 반응한다는 것은 산HA x몰과 염기BOH x몰이 반응하여 물 x몰이 생성된다는 것을 의미합니다. 따라서 문제에서 생성된 물 분자 수가 주어진다면 이는 반응한 H<sup>+</sup>수와 OH<sup>-</sup>수를 알려주는 것과 마찬가지로입니다.

화학반응에서 실제 반응에 참여하는 이온을 알짜이온, 반응에 참여하지 않는 이온을 구경꾼 이온이라고 합니다. 산·염기 중화반응에서 알짜이온 반응식은 모두 H<sup>+</sup>+ OH<sup>-</sup> → H<sub>2</sub>O로 같습니다. (양금이 생성되는 경우는 제외)

2-(4) 혼합용액의 액성

혼합용액의 액성을 알고 있는 상태면 다음과 같은 사실을 이끌어낼 수 있습니다.

액성	
중성	(반응 전·후 OH <sup>-</sup> , H <sup>+</sup> 수)=(반응한 OH <sup>-</sup> , H <sup>+</sup> 수)=(생성된 물 분자 수)
산성	(반응 전 OH <sup>-</sup> 수)=(반응한 OH <sup>-</sup> , H <sup>+</sup> 수)=(생성된 물 분자 수)
염기성	(반응 전 H <sup>+</sup> 수)=(반응한 OH <sup>-</sup> , H <sup>+</sup> 수)=(생성된 물 분자 수)

이와 같이 혼합용액의 액성을 파악하면 많은 정보를 알아낼 수 있으므로 액성을 잘 파악하는 것이 중화반응 문제 풀이의 핵심이라고 할 수 있습니다. 최근 중화반응 문제가 어렵게 느껴지는 이유도 단시간에 액성을 파악하기 힘들게 문제를 출제하기 때문입니다.



다음은 HCl<sub>(aq)</sub>과 NaOH<sub>(aq)</sub>을 혼합한 혼합용액A, B이다.

	HCl <sub>(aq)</sub> 부피(mL)	NaOH <sub>(aq)</sub> 부피(mL)	생성된 물 분자 수	액성
A	30	10	4N	산성
B	30	20	6N	염기성

HCl 10ml당 H<sup>+</sup>수와 NaOH 10ml당 OH<sup>-</sup>수를 N으로 표현하시오.



### ③ 중화반응 문제 다루기 원칙

#### 3-(1) 중화반응 문제 풀이의 기본


<교과서 넘어서기④>에서 언급했듯이 중화반응 문제 풀이의 핵심은 혼합용액의 액성에 대한 논리적이고 빠른 판단입니다. 교과서 넘어서기⑤,⑥,⑧>에서는 혼합용액의 액성 판단에 도움을 주는 도구로써 사용할 수 있는 스킬들에 대해 언급했었고 이번에는 중화반응 문제를 풀 때 기본적으로 할 수 있어야 하는 이온 수 설정에 대해서 다루어 보도록 하겠습니다.

그래프로 제시되든 표로 제시되든 모든 문제에서는 혼합하는 산·염기성 물질의 단위부피당 이온 수를 직접적으로 제시하지 않고 부피로 나타냅니다. 따라서 모든 중화반응 문제를 풀 때는 산·염기성 물질의 단위 부피당 이온 수를 설정하는 단계를 거쳐야 합니다.

즉, 예를 들면 혼합용액에 포함된 산성물질이 HCl과 NaOH일 때 HCl 10ml 당  $H^+$  a개,  $Cl^-$  a개, NaOH 10ml 당  $Na^+$  b개,  $OH^-$  b개라고 임의로 설정한 뒤 문제풀이에 들어가야 한다는 것입니다.

(\*HCl 10ml 당  $H^+$  a개,  $Cl^-$  a개  $\rightarrow$  HCl 10ml (a, a)로 표현하겠습니다.

다음 예제를 통해 이온 수 설정 연습을 해보도록 하겠습니다.

 아래와 같은 혼합용액에 주어졌을 때 다음 물음에 답하시오.

	HA <sub>(aq)</sub> 부피(ml)	BOH <sub>(aq)</sub> 부피(ml)
혼합용액(가)	80	40

(1)HA, BOH의 단위부피당 이온 수를 미지수a, b를 이용해 임의로 설정하시오.

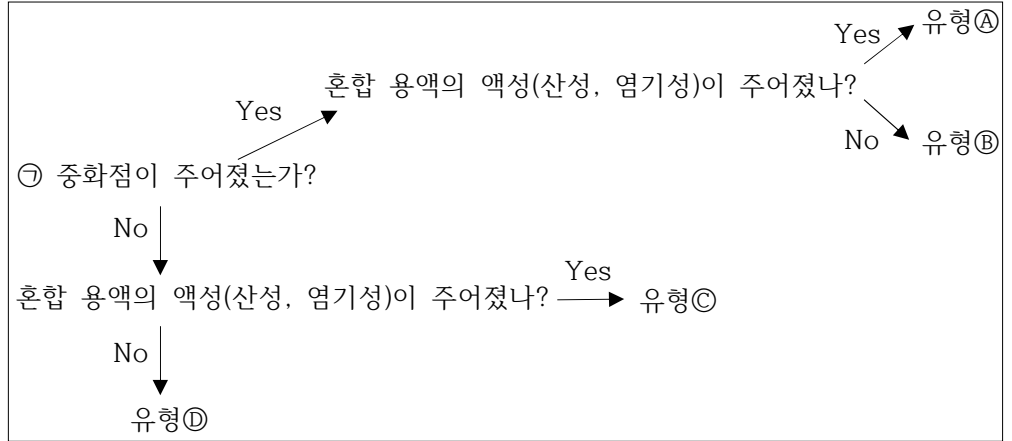
(2)반응 전 혼합용액(가)에 포함된 각각의 이온 수를 계산하시오.

(3)혼합용액(가)의 액성이 중성일 때 혼합용액의 포함된 각각의 이온 수를 계산하고 a와 b의 관계식을 유도하시오.



### 3-(2) 문제풀이 알고리즘

<교과서 다지기>와 <교과서 넘어서기>를 충분히 학습하셨다면 시험에 출제되는 중화 반응 문제를 어렵지 않게 해결할 수 있을 것입니다. 이제는 문제 접근 방식을 체계적으로 정립해서 어떤 중화반응 문제가 주어지더라도 빠른 시간 내에 풀 수 있는 훈련을 해야 합니다. 아래 알고리즘을 통해 문제를 어떤 방식으로 풀어나갈지 정리해볼 수 있을 것입니다.



(\*) 위 알고리즘은 유형A~D에 따라 작성해본 하나의 예시일 뿐입니다. 위 알고리즘을 절대적으로 맹신하기보다는 문제 풀이 훈련을 통해 본인만의 풀이 알고리즘을 정립하는 것이 가장 좋습니다.

이제 네 가지 유형의 특징 및 유형에 맞는 풀이법을 알아보도록 하겠습니다.

유형㉠ ≡ 중화점, 혼합용액의 액성이 모두 주어진 경우

- 온도, 열량, 전류의 세기 변화가 그래프로 제시된 경우
- 이온 모형이 표현된 그림 중 중성인 상태가 제시된 경우
- 개별 이온 수 변화 그래프가 제시된 경우

과년도 기출에서 많이 볼 수 있으며 문제에서 그래프 또는 이온모형이 표현된 비커그림이 주어지는 경우가 대부분입니다. 문제에 주어진 그래프/ 이온모형에 중화점이 나와 있고 주어진 중화점을 통해 액성도 바로 파악 할 수 있습니다. 문제 해결에 있어서 크게 어려움은 없지만 온도, 열량, 전류세기 변화에 대한 다양한 그래프에 대한 해석 능력이 필요합니다. 다만, 평가원과 수능에서는 최근 출제빈도가 낮습니다.



## Part IV - 산화 환원

- ① 산화환원
- ② 산화 환원 문제 유형 파악하기

## ① 산화·환원

### 1-(1) 산화·환원의 정의

일반적으로 산소가 다른 물질과 결합하는 반응을 '산화'라고 하며 그 반대의 작용을 '환원'이라고 합니다. 연소반응, 과일의 색깔이 변하는 반응(갈변), 철이 녹스는 반응 등이 산화·환원반응의 대표적인 예인데 산소가 다른 물질과 결합한다는 정의에 잘 부합하는 예시입니다. 산화·환원반응은 수소나 전자의 이동에 의해서도 설명할 수 있습니다. 산소를 이용한 산화·환원 정의는 실제 현상을 바탕으로 정의 내린 것이고 전자를 이용한 산화·환원 정의는 옥텟규칙개념에 입각해 정의를 내렸다는 차이점을 고려해봤을 때 사실 산소를 이용한 산화·환원 정의는 굉장히 좁은 범위이며 전자의 이동을 이용한 산화·환원 정의가 더 포괄적인 정의임을 알 수 있습니다.

	산화되는 물질 (=환원제)	환원되는 물질 (=산화제)
산소의 이동에 의한 정의	산소를 받는다	산소를 넘긴다
수소의 이동에 의한 정의	수소를 넘긴다	수소를 받는다
전자의 이동에 의한 정의	전자를 넘긴다	전자를 받는다

### 1-(2) 산화수의 정의

'산화수'는 어떤 물질 속에서 원자가 갖는 전하의 수를 나타낸 것으로 원자가 산화된 정도를 나타내는 가상적인 전하량입니다. 산화·환원 반응에서 전자를 주는 물질은 산화수가 증가하며 이러한 물질을 환원제라고 합니다. 반대로 산화·환원 반응에서 전자를 받는 물질은 산화수가 감소하며 이러한 물질을 산화제라고 합니다.

(\*산화환원반응에 참여하는 물질 중 산화수가 변하지 않는 물질은 산화제 또는 환원제라고 할 수 없습니다.

산화제 → 남을 산화 시키고 / 자신은 환원된다.  
환원제 → 남을 환원 시키고 / 자신은 산화된다.

산화제와 환원제는 상대적인 개념이기 때문에 어떤 반응에서 산화제로 작용한 물질이 다른 반응에서는 환원제로 작용할 수도 있습니다.

따라서 산화·환원 반응에서 어떤 물질이 산화제, 환원제인지 구분하려면 반응에 참여하는 물질의 산화력과 환원력을 비교하면 됩니다.

단, 물질의 산화력, 환원력을 비교하는 내용은 고등화학II에서 다루는 내용이기 때문에 고등화학I 범위 내에서는 산화·환원 반응식이 완벽하게 주어졌을 때 산화수 변화를 찾아내어 어떤 물질이 산화제인지 또는 환원제인지를 알아낼 수 있으면 됩니다.

무엇보다도 산화수에 대해 다룰 때 가장 중요한 원칙은 산화수가 '원자'에서 정의된다는 것입니다. 위 내용에 더하여 한 분자에 포함된 같은 종류의 원소라 하더라도 각각의 원자의 산화수가 다른 경우도 있다는 점도 알아두시면 좋습니다. 대표적인 예가 바로 포도당의 구성원소인 탄소(C)원자의 산화수입니다.



## Part V - 화학반응식과 양적관계

- ① 개념 다지기
- ② 양적관계 문제 다루는 원칙

## ①개념 다지기

### 1-(1) 화학반응식의 정의와 작성방법

화학반응식이란?

→화학반응이 일어날 때 반응물질과 생성물질의 관계를 나타낸 식을 화학반응식이라고 합니다.

화학반응식에서 나타나는 반응물질과 생성물질의 관계는 반응계수 비를 의미합니다. 이 반응계수 비는 반응몰수 비와 일치하며 이어 배울 여러 가지 공식을 통해 반응질량 비로도 바꿔 나타낼 수 있습니다.

화학반응식 작성방법

→4종 고등화학I 교과서에서 공통적으로 제시된 화학반응식 작성방법

1. 반응물질과 생성물질을 구분한다.
2. 반응물질은 왼쪽, 생성물질은 오른쪽에 쓰고 반응이 일어나는 방향을 화살표(→)로 표시한다.
3. 반응식 양쪽에 있는 물질의 원자 수가 같아지도록 화학식 앞의 계수 비를 맞춘다.  
이때, 계수는 가장 간단한 정수로 나타낸다.
4. 물질의 상태를 표시한다.

(\*위의 화학반응식 작성방법은 고등화학I에 나오는 화학반응식에 한해 적용되는 내용입니다.

고등화학II에서 다루는 화학반응식의 경우 반응이 일어나는 방향이 양방향( $\leftrightarrow$ ) 또는 역방향( $\leftarrow$ )일 수도 있고 계수가 정수가 아닐 수도 있습니다.

화학 반응식의 반응 계수 비와 반응 몰수 비가 일치한다는 사실로부터 반응 과정에서 몰 수에 관한 조건이 주어진다면 화학반응식의 계수를 완성 시키는데 이를 활용해야 함을 알 수 있습니다.

화학반응식과 관련된 문제에서

**몰 수에 관한 조건  $\Rightarrow$  계수를 알아내는 KEY !!**

## <참고>

[개념 설명 편]에 이어 추가적으로 설명이 필요한 내용입니다.

### ①러더퍼드의 원자모형에서 전자의 운동

러더퍼드의 원자모형에서 전자의 운동을 각 교과서는 다음과 같이 설명하고 있습니다.

비상: 러더퍼드는 실험 결과를 토대로 원자의 대부분은 빈 공간이라고 생각하고, (+)전하를 띤 원자핵이 중앙에 위치하며 원자핵 주위를 (-)전하를 띤 전자가 빠르게 회전하고 있는 원자 모형을 제안하였다. (page65)

러더퍼드의 원자 모형에서 전자들은 원자핵 주위를 무작위로 돌고 있다고 하였다. (Page77)

천재: 러더퍼드는 실험 결과를 토대로 원자 내부의 공간은 대부분 비어 있으며, (+)전하를 띤 매우 작은 크기의 원자핵이 중심에 있고 그 주위를 (-)전하가 빠른 속도로 회전하는 원자 모형을 발표하였다. (Page62)

1913년 보어는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 전자가 원자핵 주위에 무질서하게 존재하는 것이 아니라 특정한 에너지 준위를 가진 궤도에만 있을 수 있다는 새로운 모형을 제안하였다. (Page82)

상상: 러더퍼드는 원자 대부분은 비어 있고, 중심에는 핵이 있으며, 전자들이 핵 주위를 운동한다고 생각하였다. (Page77)

교학사: 보어는 다음과 같은 가정을 제안하였다. 첫째, 원자핵 주위의 전자는 무질서하게 운동하는 것이 아니라, 특정한 에너지를 가진 원형 궤도를 따라 빠르게 원운동을 한다. (이하 생략, Page71)

즉, 교과서에서는 러더퍼드의 원자모형에서 전자가 원운동하고 있다고 서술하지는 않았다는 것을 알 수 있습니다. 오히려 보어의 원자모형에서의 전자의 운동(전자껍질을 원운동)과 대조하여 러더퍼드의 원자모형에서의 전자의 운동을 설명하고 있습니다.

### ②베타붕괴

교과서에는 베타붕괴를 언급하면서 베타플러스붕괴에 대한 설명만 나와 있습니다. 본문에서 언급한 베타마이너스붕괴는 참고만 해두시기 바랍니다.

### ③원소의 기원

일부 대학 교재에서는 본문에서 설명한 바와 같이 원자와 원소의 의미를 명확히 구분하여 “원자의 기원”이라고 단원명을 정하기도 했습니다. 고등학교 4종 교과서에서 단원명을 “원소의 기원”이라고 정한 것은 동위원소를 고려한 것이라고 EBS교과위원님께서 의견을 주셨습니다.

### ④공명구조 출제범위

공명구조 같은 경우 고등학교 4종 교과서 중 일부에서만 언급되어 있습니다. 이전 교육과정에서는 공명구조에 대해 다뤘지만 개정된 교육과정에서는 어려운 내용은 제외하고 공명 구조가 왜 필요한지와 형식전하와 관련된 내용에 대해 주로 언급되는 공명구조를 가진 분자나 이온( $C_6H_6$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_2$ ,  $SO_4^{2-}$ ...)을 토대로 학습하시면 됩니다.

⑤쌍극자 모멘트와 전기음성도의 차 관계

쌍극자 모멘트와 전기음성도의 차의 관계에 대한 서술은 여러 교과서에서 쌍극자 모멘트와 전기음성도의 차가 둘 다 결합의 극성을 나타내는 척도임을 강조하고 있고 일부 교과서에는 전기음성도의 차를 통해 어떤 분자의 쌍극자 모멘트의 합이 더 큰지 비교하는 예제도 수록되어 있습니다.

(\*이와 관련된 내용이 수록된 대학교재도 참고해보시기 바랍니다.

-대학화학 (강태종, 녹문당) Page199~200, Page222

-대학화학 (유장걸, 신일상사) Page123~125

-대학화학의 기초[4th edition] (화학교재연구회, 자유아카데미) Page256~257

-기초일반화학 (기초화학교재연구회, 녹문당) Page117

-대학기초화학[7th edition] (화학교재연구회, 사이플러스) Page159~162

-일반화학(5th, edition] (김일두, 사이언스 미디어) Page252~253

-일반화학 (미국화학학회, 교보문구) Page23~24

어려운 문제를 어렵다고 느끼며 풀지 못하는 이유는 그 어려운 문제와 관련된 쉬운 문제를 제대로 풀지 않았기 때문이며 그 쉬운 문제를 풀기 위해 알아야 하는 기본 개념에 대한 이해가 부족하기 때문이다.



# [연습 문제 편]



## -제한조건과 결정조건

문제에서 주어지는 다양한 조건 중에는 제한조건과 결정조건이 있습니다.

제한조건은 주어지는 조건에 의해 경우의 수의 폭이 좁아지는 경우입니다. 반면 결정조건은 말 그대로 그 조건에 따라 상황이 확정되는 것을 말합니다. 어느 정도 그림이 그려지시나요? (개별 문제에 따라 다를 수는 있지만) 대다수의 문제의 경우 제한조건으로 경우의 수의 폭을 좁힌 다음 결정조건을 활용하여 최종 확정을 하게됩니다. 이를테면 2주기 원소 중 하나인 A에 대해 "A는 홀전자 수가 2개이다."라는 조건이 있다면 8개의 2주기 원소 중 홀전자 수가 2개인 C(탄소)와 O(산소)로 경우의 수가 좁혀지고 두 번째 조건으로 "A는 N(질소)보다 전기 음성도가 크다"가 주어진다면 A는 O(산소)로 확정되겠죠. 이때 주어진 첫 번째 조건이 제한조건이고 두 번째 조건은 결정조건입니다. 대다수의 경우 결정조건은 제한조건에 귀속되므로 제한조건을 먼저 파악하는 것이 중요하다고 할 수 있습니다.

## -단위 변환

문제 풀이 시 자주 사용되는 단위 변환에 대해 정리 해두었습니다.

### ㉠ 계열 내 단위 변환

c → 10 <sup>-2</sup>	cm ↔ m
m → 10 <sup>-3</sup>	mL ↔ L / mg ↔ g ↔ kg / mm ↔ m
k → 10 <sup>3</sup>	KJ/mol ↔ J/mol / Kg ↔ g
n → 10 <sup>-9</sup>	nm ↔ m
p → 10 <sup>-12</sup>	pm ↔ m

### ㉡ 계열 외 단위 변환

$$- \text{몰 수} = \frac{\text{질량}}{\text{원자량}} \leftrightarrow \text{원자량} = \frac{\text{질량}}{\text{몰 수}} \leftrightarrow \text{질량} = \text{몰 수} \times \text{원자량}$$

$$- \text{몰 수} = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}} \leftrightarrow \text{분자량} = \frac{\text{질량}}{\text{몰 수}} \leftrightarrow \text{질량} = \text{몰 수} \times \text{분자량}$$

$$- \text{밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} \leftrightarrow \text{부피} = \frac{\text{질량}}{\text{밀도}} \leftrightarrow \text{질량} = \text{밀도} \times \text{부피}$$

$$- (\text{부피 비} \rightarrow \text{몰수 비}) \leftrightarrow (\text{몰수 비} \rightarrow \text{부피 비}) \quad (\text{단, 기체 상태에서만 적용})$$

$$- (\text{같은 물질의 질량 비} \rightarrow \text{몰수 비}) \leftrightarrow (\text{몰수 비} \rightarrow \text{같은 물질의 질량 비})$$

$$- (\text{전체 양이온 수}) \times 2 \leftrightarrow \text{전체 이온 수}, (\text{전체 음이온 수}) \times 2 \leftrightarrow \text{전체 이온 수} \\ (\text{단, 1가 산·염기 반응에서만 적용})$$

$$- \text{원자의 단위 질량 당 원자 수} \leftrightarrow \frac{1}{\text{원자량}}$$

$$- \text{분자의 단위 질량 당 구성 원자 수} \leftrightarrow \frac{1}{\text{분자량}} \times (\text{구성 원자 수})$$

# [해설 편]

## <유제문제 해설>

page90 유제1

A의 액성이 산성이므로 (반응 전 OH<sup>-</sup>수)=(물 분자 수)→ NaOH 10ml (4N, 4N)

B의 액성이 염기성이므로 (반응 전 H<sup>+</sup>수)=(물 분자 수)→ HCl 10ml (2N, 2N)

(\*)임의의 HA 10ml 당 H<sup>+</sup>수를 a, A<sup>-</sup>를 a개라고 설정하는 경우→HA 10ml (a, a)로 표현하도록 하겠습니다.

page93 유제1

(1) HCl(aq)의 부피가 일정하므로 연속적인 중화반응실험  
(2) 주어진 실험이 연속적인 중화반응 실험이므로 <그래프를 보는 눈>의 전체 이온 수 그래프를 바로 활용할 수 있습니다. 전체 이온 수가 B~C사이에서 변하므로 B~C사이에 중화점이 있음을 알 수 있고 따라서 혼합용액A, C의 액성은 각각 산성, 염기성입니다.

(3) HCl 10ml (a, a), NaOH 10ml (b, b)로 설정한 뒤 A, C에서 계산해주면  $a = \frac{1}{2}n$ ,  $b = \frac{2}{3}n$  가 나오게 되고 위의 결과를 통해 혼합용액B의 액성은 산성임을 알 수 있습니다.

page93 유제2

(4) 주어진 실험은 연속적인 중화반응실험이 아님

(5)

	HCl(aq)의 부피(mL)	NaOH(aq)의 부피(mL)	전체 이온 수
A	20	50	n
B'	20	60	2n

(\*)원래 B혼합용액에서 산, 염기의 부피를 각각 2배 해 준 결과인데 같은 실험을 두 번한 결과를 합한 것과 같으므로 전체 이온 수 역시 두 배가 됩니다. 또한 B와 B'의 액성은 같습니다.

(6) (5)의 결과 연속적인 중화반응실험이 되었으므로 <그래프를 보는 눈>의 전체 이온 수 그래프를 활용할 수 있습니다. 전체 이온 수가 A~B'사이에서 변하므로 A~B'사이에 중화점이 있음을 알 수 있고 따라서 A, B의 액성은 각각 (중성, 염기성), (산성, 염기성), (염기성, 염기성) 중 하나로 결정됩니다. ∴B(=B')의 액성은 염기성입니다.

page98 유제1

위 문제를 보는 순간 바로 떠올라야할 내용은 교과서

넘어서기-⑤,⑥,⑧입니다. 일단, HA의 부피가 일정하므로 연속적인 중화반응실험입니다. (교념⑤) 또한 수용액은 항상 전기적으로 중성이므로 ○는 A<sup>-</sup>, △는 B<sup>+</sup>임이 결정됩니다. (교념⑥) 그리고 주어진 이온 모형을 통해 (가), (나)는 둘 다 액성이 중성이 아니며 서로 이온 구성이 다르므로 액성이 다르다는 것도 알 수 있습니다. 이때, X<Y이므로 (가)는 산성, (나)는 염기성이며 공통으로 존재하는 ○,△는 구경꾼 이온 즉, A<sup>-</sup>, B<sup>+</sup> (또는 B<sup>+</sup>, A<sup>-</sup>) 이며 □는 H<sup>+</sup>, ★은 OH<sup>-</sup>입니다. (교념⑧)

여기서 가장 중요한 건 HA의 부피가 일정하다는 사실입니다. 즉, 구경꾼 이온인 A<sup>-</sup>는 (가), (나)에서 같은 수가 존재한다는 말이고 (가), (나)에서 A<sup>-</sup>수를 맞춰서 표현해보면 다음과 같습니다.

	(가)	(나)
HA	10ml	10ml
BOH	Xml	Yml
실제 혼합용액에 포함된 이온	○ △ □	△ ○ △ ○ △ ★ ★ △ ○ △ ○ △

위의 자료에서 (가), (나)의 B<sup>+</sup>수의 비를 통해 3X=Y임을 알 수 있습니다.

page98 유제2

(가)는 수용액에 존재하는 이온이 2가지이므로 액성이 중성임을 알 수 있습니다. (교념⑥) 수용액은 전기적으로 중성이어야 되는데 (나)에서 ★는 OH<sup>-</sup>이므로 △는 A<sup>-</sup>, ○는 B<sup>+</sup>로 결정됩니다. (교념⑨) (가)와 (나)의 부피 비는 15+X: 10+Y이므로 실제 이온 수는 다음과 같이 표현됩니다.

	(가)	(나)
HA	Xml	10ml
BOH	15ml	Yml
실제 혼합용액에 포함된 이온	△(=A <sup>-</sup> )	4×(15+X)    2×(10+Y)
	○(=B <sup>+</sup> )	4×(15+X)    8×(10+Y)
	★(OH <sup>-</sup> )	6×(10+Y)

위의 자료를 통해 다음의 연립방정식이 유도됩니다.

$$4 \times (15 + X) : 2 \times (10 + Y) = X : 10 \dots \dots \textcircled{1}$$

$$4 \times (15 + X) : 8 \times (10 + Y) = 15 : Y \dots \dots \textcircled{2}$$

연립방정식을 풀어주면 X=30ml, Y=20ml입니다.

## <연습문제 해설>

### 테마1. 주기율표와 금속, 비금속

(Page146)

[040611] X/O/X/O

C는 Ne(네온)이므로 비금속 원소에 속하는 것이 맞습니다. 따라서 (c)보기는 같은 주기 내에서의 비금속성의 주기성을 토대로 만들어진 보기임을 알 수 있습니다.

단, 비활성기체의 경우 비금속 원소에 속하기는 하지만 비금속 원소가 공통적으로 가진 성질은 가지고 있지 않습니다. 즉, 같은 주기 내에서 비금속 원소의 비금속성은 원자번호가 클수록 커진다는 서술은 비활성기체를 제외해야 옳은 서술이 됩니다. 2주기에서 비금속성이 가장 큰 원소는 F(플루오린)입니다. 물론 비금속성에 대해 언급하고 있으므로 여기서 '원소'는 '활원소물질'을 의미합니다.

[080920] O

2주기에서 13족 원소는 준금속 원소에 해당됩니다. 문제에서 제시된 원소주기율표상의 5번에 색깔을 해 두면 시각적으로 보기 좋겠죠!

B와 C가 금속 원소인 경우는 B, C가 각각 11번, 12번 원소에 해당되는 경우밖에 없습니다. (B, C가 3번, 4번이 되면 A에 해당되는 원소가 없으므로) 따라서 D는 3주기 13족에 해당하는 13번 원소이므로 금속 원소에 포함됩니다.

위와 같은 사고과정을 거치지 않고 암기를 바탕으로 풀이를 진행하면 무의미하게 경우의 수를 따지는 지루한 풀이가 전개되겠죠. 평가원의 출제의도를 무시하게 되면 벌어지는 현상입니다.

[090606] X/X

(X, Y, Z)는 1족 원소로 확정됩니다. Z는 산화물이라는 조건에서 Z가 산소가 아니므로 J는 산소가 되므로 (J, L)은 16족 원소이고 각각 J는 O(산소), L은 S(황)이 됩니다. 상온에서 Y<sub>2</sub>는 기체라는 조건에 따라 Y는 H(수소)입니다. E는 J보다 원자번호가 1작다고 했으므로 E는 N(질소)가 됩니다. 따라서 (E, G)는 15족이고 G는 P(인)이 됩니다. A의 안정한 이온은 2가라는 조건에 따라 (A,D)는 2족 원소입니다. 남은 (M, Q)가 17족 원소가 됩니다.

A, D → Be, Mg / X, Z → Li, Na / M, Q → F, Cl / Y: H /

E: N / G: P / J: O / L: S

[141113] O/X/X

각 주기의 준금속 원소의 위치를 통해 E만 금속 원소이고 나머지는 모두 비금속 원소임을 알 수 있습니다. 이는 E가 포함된 화합물은 이온결합물질이고 E가 포함되지 않은 화합물은 공유결합물질임을 의미합니다.

- ㄱ. (라)를 제외한 나머지는 공유결합물질입니다.
- ㄴ. 중심원자인 C와 B의 공유전자쌍, 비공유전자쌍 수를 비교하면 됩니다.
- ㄷ. 유효 원자가전자 수의 비율을 따지면 됩니다.

참고) 실제 원자를 찾아 대응시켜 풀어도 무방합니다. 위 풀이에서는 주기율표가 활용되는 문제의 보기는 어떤 원리로 구성되어 있는지를 보여준 것입니다.

### 테마2. 여러 가지 분자와 구조식

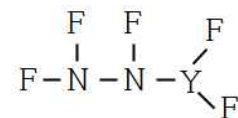
(Page148~ Page154)

[151114] O/X/X

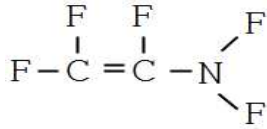
문제에서 W~Z가 2주기 원소라고 제시되었습니다. 2주기 원소 중에서 옥텟 규칙을 만족하면서 분자를 형성할 수 있는 원소는 C, N, O, F뿐입니다. 이때 W~Z를 결정하기 위해 유효 원자가전자라는 개념을 활용할 수 있습니다. 분자(가), (다)를 통해 X의 유효 원자가전자는 4개, 분자(나)를 통해 Z의 유효 원자가전자는 3개, Y의 유효 원자가전자는 1개임을 알 수 있으므로 W, X, Y, Z는 각각 O, C, F, N임을 알 수 있습니다.

[예제1] 유효 원자가전자/C(탄소), N(질소), Z(플루오린) 일단, X, Y, Z가 서로 다른 2주기 원소라고 주어졌고 다중결합이 존재하나 구조식에는 나타내지 않았다고 했으므로 다중결합이 어디인지 찾는 것이 우선입니다. X와 Y는 최소 3개의 유효 원자가전자를 가지므로 X가 N(질소)일 때와 C(탄소)일 때로 각각 상황을 가정해서 구조식을 그려보면 됩니다. (X에 따라 Y는 남은 원소로 자동 결정)

먼저 X가 N(질소)라고 가정했을 때의 구조식은 아래와 같습니다.



이때, Y를 결정하는 과정에서 모순이 발견됩니다. 다음으로 X가 C(탄소)라고 가정했을 때의 구조식은 다음과 같습니다.



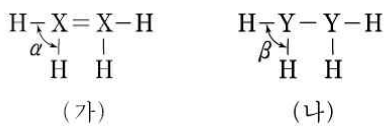
문제 조건과 잘 부합하는 구조식이 완성되었습니다.  
X는 C(탄소), Y는 N(질소), Z는 F(플루오린)으로 결정됩니다.

[150909] 유효 원자가전자 수/ X, Y/ O/O/O  
(가), (나)는 각각 유효 원자가전자가 1개인 F, H와 X, Y의 화합물이므로 X, Y가 유효 원자가전자가 더 많고(\*) 따라서 X, Y가 분자의 중심원자(중심원자군)임을 알 수 있습니다.  
분자의 구조식 골격을 그려보면 아래와 같습니다.



이제 공유 전자쌍 수 조건에 따라 다중결합을 찾아내면 됩니다. 유효 원자가전자 수를 따져보면 (가), (나) 각각 X-X결합, 그리고 Y-Y결합이 다중결합임을 알 수 있습니다. (가)의 경우 이중결합, (나)의 경우 삼중결합이 하나 있어야 공유전자쌍 수 조건에 맞출 수 있고 결과적으로 X는 N이므로 분자(가)는 N<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 이고 Y는 C이므로 분자(나)는 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>입니다. 분자식 그리는 과정이 그대로 풀이에 드러나고 있습니다.  
(\*)X, Y의 유효 원자가전자 수가 1개라면 분자가 만들어지지 않음.

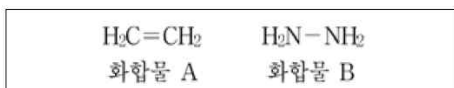
참고)  
[121109] 그림은 2가지 수소 화합물 X<sub>2</sub>H<sub>4</sub>와 Y<sub>2</sub>H<sub>4</sub>의 구조식이다. X와 Y는 각각 탄소(C)와 질소(N)중 하나이며, 옥텟 규칙을 만족한다.



[150909]와 마찬가지로 [121109]도 문제풀이의 핵심은 탄소와 질소의 유효 원자가전자수입니다!

[121109] 또한 뜬금없이 등장한 것이 아니라 [051110]에서 비롯된 문항입니다.

[051110] 다음은 두 화합물 A와 B의 구조식을 나타낸 것이다. (후략)



[141008] X/O/X/ 0/2/3/4  
C, O, F의 유효 원자가전자 수가 4,2,1이므로 각각 결합을 형성했을 때 비공유전자쌍 수는 0,2,3입니다. (가)를 먼저 보면 분자를 구성하는 원자 수가 3개이므로 구성 원자의 비공유전자쌍은 3/3/2 조합임을 알 수 있고 (나) 역시 분자를 구성하는 원자 수가 3개이므로 구성 원자의 비공유 전자쌍은 2/2/0 조합임을 알 수 있습니다. 따라서 (가)는 OF<sub>2</sub> (나)는 CO<sub>2</sub>임을 알 수 있습니다.

[140615] ⑤  
일단, 분자 내 비공유 전자쌍 수가 조건으로 주어졌으니 각 원자의 유효 원자가전자 수와 비공유 전자쌍 수를 생각해 봐야겠지요.

	유효 원자가전자 수	비공유 전자쌍 수
수소(H)	1	0
탄소(C)	4	0
질소(N)	3	1
산소(O)	2	2

분자(라)를 보면 분자 내 비공유 전자쌍 수가 1개이고 구성 원소가 W, X, Z이므로 남은 Y는 비공유 전자쌍 수가 2개인 O(산소)임이 결정됩니다.  
Y가 포함된 분자 중 (나)를 보면 분자(나)는 분자 내 비공유 전자쌍 수가 2개이므로 X는 H(수소) 또는 C(탄소)임을 알 수 있습니다. 비공유 전자쌍 수 조건에 맞게 분자(나)를 추론해보면 H<sub>2</sub>O 또는 CO 일 수 있는데 분자의 모양이 굽은형이므로 H<sub>2</sub>O로 결정되고 X는 H(수소)임이 결정됩니다. X가 포함된 분자 중 (가)를 보면 분자(가)는 분자 내 비공유 전자쌍 수가 1개이므로 W는 N(질소)로 결정됩니다. 정리해보면 W는 N(질소), X는 H(수소), Y는 O(산소), Z는 C(탄소)이고 분자(가)~(라)는 각각 NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, HCN으로 결정됩니다.

참고로 분자(다)가 무극성이라는 조건이 주어졌는데 「무극성분자는 중심원자에 비공유전자쌍이 존재하지 않는다」는 사실을 이용해 풀이하는 방향도 있습니다.

[041105] ②  
문제 조건에서 원자 번호 10번 이하의 중성 원자라고 했으므로 1,2주기 원소를 의미합니다. 유효 원자가전자와 비공유 전자쌍을 고려했을 때 분자A, B, C, D는 각각 HCN, CO<sub>2</sub>, NF<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>O임을 알 수 있습니다. 참고로 보기 ②번에서 ‘원자’보다는 ‘원소’가 더 정확한 표현입니다. 엄밀히 따지자면 2종류의 원자로 구성되어 있다고 보기가 제시되었다면 그 서술 역시 틀린 서술입니다.

[130613] O/X/X/중심원자에 비공유전자쌍有 → 극성 주어진 중심원자에 존재하는 전자쌍의 수 조건에 따라 수소화합물 A~C의 중심원자는 각각 C, N, O입니다. 즉, 수소화합물 A~C는 CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O입니다.

보기(L)을 제시한 사실을 알고 이용해서 접근한 것과 아니면 'C가 H<sub>2</sub>O니까 극성물질이다'라고 접근한 것에는 분명 차이가 있겠죠.

[예제2] X/O/O

중심원자가 C, N, O인 경우 각각의 화합물은 CF<sub>4</sub>, NF<sub>3</sub>, OF<sub>2</sub>가 됩니다.

결합각의 경우 교과서에서 제시한 원리 그대로 전자쌍 반발 원리에 입각해서 생각하면 됩니다. 전자쌍의 개수가 적으면 적을수록 결합각이 커지고 전자쌍 수가 같다면 비공유전자쌍이 적으면 적을수록 결합각이 커지게 됩니다.

참고)

[160909] 다음은 전자쌍 사이에 작용하는 반발력을 비교하기 위해 학생A가 수행한 탐구이다.

[가설]  
○ 전자쌍 사이 반발력은 ㉠에 따라 다르다.

[자료]  
○ 분자 (가)~(다)는 각각 C, N, O의 수소 화합물 중 하나이다.  
○ 분자 (가)~(다)의 전자쌍의 수는 각각 4이다.  
○ 결합각은 (가)는 104.5°, (나)는 107°, (다)는 109.5°이다.

[결론]  
○ 전자쌍 사이 반발력은 다음과 같으므로 가설은 옳다.  
비공유 전자쌍 사이 반발력 > 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이 반발력 > 공유 전자쌍 사이 반발력

루이스 산, 염기의 경우도 교과서의 정의를 그대로 따르면 배위결합 시 비공유전자쌍을 제공하는 분자가 염기, 비공유전자쌍을 받는 분자가 산입니다.

[161107] 중심원자/O/O/X

문제의 세 번째 조건을 통해 분자(가)~(다)에는 모두 중심원자가 존재함을 알 수 있습니다. 이때 두 번째 조건에서 W~Z 중 X의 전기음성도가 가장 적다고 했으므로 X는 H(수소)입니다. 분자(나),(다)에서 분자의 대칭성을 고려한다면 각각의 중심원자가 Y, W임을 알 수 있습니다. H, C, O, F 중 중심원자가 될 수 있는 경우는 유효 원자가전자를 고려했을 때 C, O입니다. 따라서 Z는 F(플루오린)으로 확정됩니다. Z가 구성원소인 분자 중 분자(나)를 보면 Y는 C(탄소)일 경우 분

자가 성립되지 않으므로 O(산소)로 확정됩니다. 따라서 남은 W는 C(탄소)입니다. 최종적으로 분자(가)는 CH<sub>2</sub>O, (나)는 OF<sub>2</sub>, (다)는 CO<sub>2</sub>입니다.

[140418] (풀이생략) O/X/X

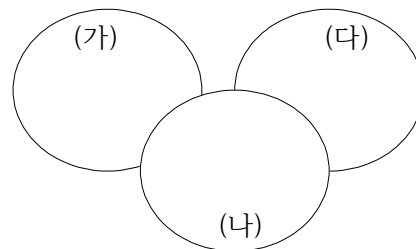
☞보기(L)의 경우 항상 비공유 전자쌍 수를 전체 원자에서 따지는지 중심 원자에서 따지는지를 확인해야 합니다. 앞서 풀었던 [예제2] 보기(ㄱ)에서 당하고 또 당했다면 반성할 필요가 있겠습니다.

[150304] (풀이생략) O/X/X

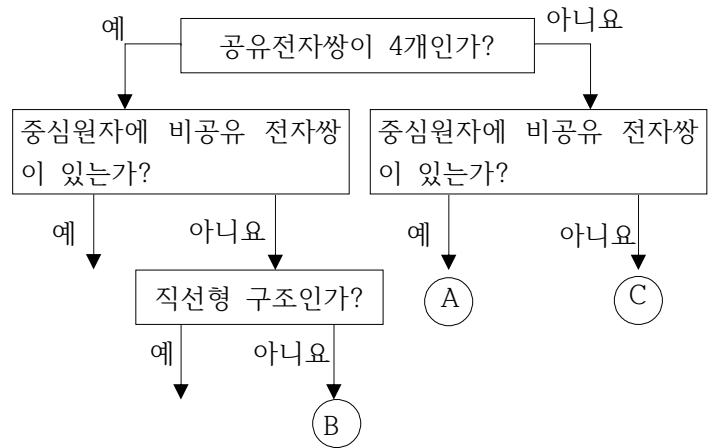
[150417] (풀이생략) O/O/O

[131107] A: 0, B: 1, C: 2

재해석한 벤다이어그램은 다음과 같습니다.



그리고 이를 바탕으로 문제를 기존의 유형처럼 바꿔 보면 다음과 같습니다.



기존의 유형과 똑같죠? 이어서 문제를 풀어보면, 공유전자쌍이 4개인 화합물은 HCN, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>입니다. 그중 중심원자에 비공유 전자쌍이 없으면서 직선형 구조가 아닌 경우는 CH<sub>4</sub> 1개입니다. (B에 1개 포함) 공유전자쌍이 4개가 아닌 화합물은 H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>이고 그중 중심원자에 비공유 전자쌍이 있는 경우는 H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> 2개입니다. (A에 0개 포함, C에 2개 포함)

벤다이어그램은 문제를 만들기 위한 하나의 표현수단에 불과합니다. 따라서 그런 외형적인 부분에만 집중하고 기출문제와 전혀 연관 짓지 않는 풀이는 그리 좋지 않은 풀이입니다.



일부 강사들은 [131107]이 출제된 이후 분자를 기준에 따라 분류하는 것 관련된 문제를 제작하면서 ‘벤다이어그램’을 많이 활용하는데 이 문제 이후 평가원에서는 ‘벤다이어그램’을 활용해 분자를 분류하는 유형의 문제를 다신 출제하지 않았습니다!

그리고 [091120]에서 이미 벤다이어그램을 활용한 탄소화합물 분류 문제가 출제된 적이 있습니다.

그런데도 불구하고 본 문제를 보며 벤다이어그램으로 표현된 신유형이라고 부르며 이상한 풀이를 하는 일부 강사들은 불과 몇 년 전 기출문제도 제대로 파악하지 않고 수업을 하고 그리고 기출문제 풀이를 하고 있는 겁니다.

[101109] XOX

중심원자의 유효 원자가전자만 알고 있다면 크게 어렵지 않게 풀 수 있습니다.

단순히 암기에 의해 기계적으로 구조식을 그리지 말고 구조식 그리는 방법을 생각해보며 HCN, H<sub>2</sub>O, BF<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> 분자에 대한 구조식을 그리는 연습도 한번 해보시기 바랍니다.

문항에 제시된 표를 보면 흥미로운 점이 중심 원자의 비공유전자쌍이 있는 분자 중 무극성인 분자가 없다고 표기되어 있는 부분입니다.

해석에 따라서는 본 문항의 4개의 분자 중에 해당사항이 없기에 그렇게 표기했다고 볼 수도 있지만 사실 원래 중심 원자에 비공유전자쌍이 있는 분자 중 무극성인 분자는 없습니다.

보기 ㄱ, ㄴ, ㄷ은 모두 분자의 모양에 대해 물어보고 있습니다. 따라서 중심 원자에 비공유전자쌍이 있는 분자 중 분자의 모양이 어떻게 될지에 대해서도 생각해 봐야 합니다. (이미 [131107]에서 설명했기에 결과론적인 이야기가 되겠지만) 중심 원자에 비공유전자쌍이 있는 분자는 절대 분자의 모양이 직선형이 될 수 없습니다.

[170912] O/X/X

일단 본격적인 풀이에 들어가기에 앞서 루이스 구조식, 유효 원자가전자 수, 전기음성도, 산화수가 연결되어 있는 개념임을 알고 있는 것이 중요합니다.

주어진 루이스 구조식에 따라 X, Y, Z의 원자가전자 수가 4, 6, 7이고 X~Z는 2, 3주기 원소입니다. 따라서 X는 C(탄소), Si(규소) / Y는 O(산소), S(황) / Z는 F(플루오린), Cl(염소) 중 하나로 결정됩니다.

이어서 주어진 나머지 조건을 보도록 하겠습니다.

X의 산화수는 (나)에서가 (가)에서보다 크다고 했으므로 X, Y, H(수소)의 전기음성도 대소 관계는 H(수소) < X < Y입니다. 그리고 Y의 산화수는 (나)에서와 (다)에서 같다고 했으므로 Y > X, Y > Z입니다. H(수소)의 전기음성도는 2.1이므로 X는 C(탄소, 전기음성도 2.5), Y는 O(산소, 전기음성도 3.5), Z는 Cl(염소, 전기음성도 3.0)으로 결정됩니다.

### 테마3. 원자의 구성입자와 원자 표시방법

(Page155~ Page157)

## 사진/그림 및 문항 출처

### [개념 설명 편]

page26	러더퍼드의 알파입자 실험	Original uplo: Kurzon at en.wikipedia
page27	러더퍼드의 알파입자 실험	Original uplo: Kurzon at en.wikipedia
page31	전자의 전이	Original uplo: JabberWok at en.wikipedia
	선 스펙트럼 계열	Original uplo: Szdori at en.wikipedia
page88	핵산	Original uplo: Mysid at en.wikipedia
	핵산	Original uplo: Madprime at en.wikipedia
	아미노산	Original uplo: Johndoct at en.wikipedia
page130	리비히분석	<a href="https://prezi.com/ztoxjbsqp9ub/presentation/">https://prezi.com/ztoxjbsqp9ub/presentation/</a>

### [연습 문제 편]

연습 문제 편에 포함되어 있는 기출문제는 평가원, 교육청에 저작권이 있음.

그 외 자체 제작한 문항의 저작권은 본 저자에게 있음.

## <집필과 검토를 마치며...>

### <정상화학을 완독한 독자 여러분께...>

어떤 종류의 책이든 저자가 책을 한권 출판하기까지는 굉장한 노력과 시간이 소요됩니다. 무엇보다도 저자를 괴롭히는 것은 ‘완벽’에 대한 집착입니다. 내가 한자 한자 공들여 쓴 책에 오타자가 있지는 않은지 내용이 알아먹기 쉽게 시원시원하게 서술되었는지 등등... 조금이라도 책을 완벽에 가깝게 만들기 위해 잠을 줄여가며 원고를 작성하고 그 작성한 원고를 눈이 빠져라 검토에 검토를 반복합니다.

저 역시 다르지 않았습니니다. 책을 집필하기로 결심한 이후로 각고의 노력을 기하였습니다. 특히, 비전문가가 쓴 수험서라 하여 남들에게 홀대받지 않을까 하는 걱정에서 이미 수험생 때 수십 번도 더 본 교과서를 다시 뒤적였고 교육계에 종사하고 계신 전문가(EBS 교과위원)의 피드백을 받기도 하였습니다.

전자책이라 하여 그 책에 담긴 저자의 책임감과 애정이 결코 종이책에 비해 덜하지 않습니다. 이 전자책은 앞으로의 종이책 출간을 염두에 둔 저에게 독자여러분께 선보이는 첫 작품이었기 때문에 더욱더 신경을 쓸 수밖에 없었습니다.

이렇게 ‘정상화학’이 탄생했고 독자 여러분의 선택을 받았습니다.

독자여러분, 그동안 ‘정상화학’과 함께 치열하게 공부하시느라 수고 정말 많으셨습니다.

제가 현역일 때만 해도 과탐 개정이 된지 1년 밖에 되지 않아서 화학1에 대한 양질의 콘텐츠가 부족하였지만 이제는 시중에 다양한 사설문제들 그리고 그동안 축적된 기출문제의 양이 상당합니다. 여러분은 ‘정상화학’을 공부하면서 교육과정 내의 모든 관련된 내용을 섭렵하였고 기출문제분석을 통해 평가원만의 스타일에 익숙해지셨습니다. 다시 말해 여러분은 이제 그런 수많은 문제를 보고 좋은 문제를 가려낼 충분한 실력을 갖추셨습니다.

독자여러분, ‘정상화학’을 완독한 여러분은 더는 두려울 것이 없습니다.

갈 길이 바쁜 여러분을 붙잡고 더는 긴말하지 않겠습니다.

1등급을 향해, 만점을 향해 나아가십시오. 파이팅!

정상(正常)적인 방법으로 정상(頂上)을 바라보게 하는  
정상화학!

- 불꽃반응 드림 -