

실전에 쓰이는 내용을 담은 화학 참고서 시리즈①

AristoChemistry



Aristo- [əˈrɪstou, -tə]

: 「최상의(*best*)」 「우수한(*superior*)」 「최적의」 라는 뜻의 연결형.

이 책의 구성



- Part I - 1. 화학이라는 과목에 대해
2. 특히 중화반응에 대해
3. 책 활용 방안



- Part II - 1. 교과서 다지기
2. 교과서 넘어서기
3. 문제풀이의 알고리즘



- Part III - 1. 최근 7개년 기출문제
2. 불꽃반응의 기출해설



- Part IV - 1. 신유형 문항 연습하기
2. 불꽃반응의 해설

부록- Index / 부가설명

Part 1



<화학이라는 과목에 대해>

화학(化學, chemistry)은 물질의 성질, 조성, 구조, 변화 및 그에 수반하는 에너지의 변화를 연구하는 자연과학의 한 분야입니다. 화학은 생물학(☞4단원-생명현상에서의 산, 염기), 물리학(☞2단원-원소의 기원, 현대의 원자모형)등 다른 기초 자연 과학 분야와 긴밀히 연결되기에 굉장히 중요한 과목입니다. 고등 화학I에서는 총 4개의 대단원이 있는데 1단원에 모든 내용이 종합되어 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 화학I이라는 과목은 전통적으로 개념 면에서나 문제 면에서나 그렇게 어려운 과목은 아니었습니다. 하지만 2010학년도부터 금속의 반응성과 관련된 고난도 문제가 평가원 모의고사에서 출제되면서 화학I이 더 이상 그렇게 쉽지만은 않은 과목이라는 인식이 퍼졌고 2011학년도 수능에서는 그동안 다소 진부한 유형이 반복 출제 되던 중화반응 문제가 등급을 가르는 초고난도 문항으로 급부상합니다. 이후 화학I은 전반적으로 높은 난이도를 유지하였고 최근에는 원소주기율표를 이용해 여러 가지 경우의 수를 따지는 문제와 양적관계 문제까지 고난이도로 출제되는 경향이 있습니다.



<특히 중화반응에 대해>

이 책에서 중점적으로 다룰 내용은 '중화반응'입니다. 시험지에서 소위 킬러 문항이라 불리는 19, 20번에 주로 배치되는 문제 유형입니다. 따라서 고득점을 쟁취하기 위해서는 꼭 정복해야 할 부분이라고 할 수 있습니다.

연도별 기출 문제집을 보면 파악 할 수 있는데 과년도 기출문제(~2010학년도)와 최근 기출 문제(2011학년도~)의 난이도 차이가 상당합니다. 최근 기출에서 출제된 중화반응 문제는 나올 때마다 새로운 형태로 출제되어 수험생들을 적잖게 당황시켰습니다. 수험생들이 최근 출제되는 중화반응 문제에서 고전을 면치 못하는 이유는 바뀐 문제 유형에 대해 제대로 적응을 못했기 때문입니다. 중화반응 문제는 과년도 기출과 최근 기출로 나눠봤을 때 다음과 같이 문제의 형태가 진화했음을 알 수 있습니다.

과년도	최근
-그래프가 주어진다. (=중화점이 바로 보인다.) -액성이 주어진다. -실험에 사용되는 수용액이 2가지이다.	-표가 주어진다. (=중화점이 바로 안 보인다.) -액성이 주어지지 않는다. -실험에 사용되는 수용액이 2가지 이상이다. -주어지는 조건이 다양해졌다.



<책 활용 방안>

PartII에는 중화반응에 대한 개념설명과 문제풀이의 알고리즘이 소개되어 있고 PartIII에는 최근 출제 경향에 맞게 엄선된 기출문제와 불꽃반응의 해설이 있으며 PartIV에는 직접 제작한 신유형 문항이 들어있습니다. 이미 개념을 충분히 숙지하고 기출문제까지 완벽히 학습한 상태라면 PartIV의 문제를 먼저 풀어보셔도 상관없습니다. 하지만 그렇지 않은 경우라면 PartII의 개념설명부터 차근차근 읽어나가면서 학습하시길 바랍니다.

PartIV에 수록된 문항은 모두 신유형이며 여러번 검토를 마친 완성도 높은 고난이도 문항입니다. 파이널 기간(9월~11월)에 실전연습을 하면서 사설모의고사를 풀 때 원래 있는 평범한 중화반응 문항을 빼고 대신 한 문제씩 넣어서 푸는 방식으로 수록된 문항을 이용하는 것도 좋은 방법입니다. 이 경우 제한된 시간에 신유형을 만났을 때의 대처방안과 자신만의 행동원칙을 정해보는 기회를 가질 수 있습니다. 물론 개인의 여건에 따라 수록된 문항을 다른 방식으로 학습하셔도 전혀 상관없습니다. 여러분이 이 책의 모든 내용을 완벽하게 이해할 수 있을 때까지 제가 최선을 다해 여러분을 돕도록 하겠습니다. 여러분이 중화반응에 대해 자신감을 가질 수 있기를 진심으로 바랍니다.

Part II

이오 <교과서 다지기>

비상 p211~221

천재 p205~229

상상 p190~201

교학 p224~243

위의 4종 교과서 내용을 모두 분석했습니다. 자신이 가지고 있는 교과서와 함께 차근차근 읽어보면서 기본 개념을 습득하세요.

① 중화반응의 정의

비상, 상상, 교학	산의 H^+ 와 염기의 OH^- 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.

② 생성된 물의 양과 열량의 관계

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

비상, 교학사 교과서에서는 추가실험을 통해 생성된 물의 양과 열량이 비례함을 알려주고 있습니다. ' $Q=cm\Delta t$ ' 라는 열량공식이 있는데 이 부분은 교육과정이지 아니기 때문에 교과서에 서술되어 있지 않습니다. 위 공식에 대한 내용은 page10을 참고하시기 바랍니다.

Part III



<불꽃반응의 기출해설>

교육청, 평가원 기출문항에 대한 '불꽃해설'입니다.

PartIII에 수록된 기출문제는 최근 출제 경향에 맞게 엄선한 문제입니다.

유형㉠에 해당하는 과년도 기출문제의 경우 크게 난이도 있는 문항이 없고 대부분의 문제들이 같은 포맷을 가지고 있어서 대표문항만 일부 수록해두었으니 참고하시기 바랍니다.

기출문제를 풀 뒤에는 반드시 그 문제에 대한 해설을 읽어보시기 바랍니다.

기출해설을 읽을 때는 아래 제시된 두 가지 원칙을 지킨다면 학습효과를 극대화 할 수 있습니다.

첫째, 문제의 유형을 제대로 파악했는지 확인

☞유형을 제대로 파악하는 것이 문제풀이의 핵심입니다.

둘째, 자신의 풀이의 논리적 흐름이 완벽한지 확인

☞끼워 맞추기식의 일부 기출 해설 강의 또는 논리적 비약이 심한 일반 해설서와는 달리 불꽃반응의 기출해설서는 단 한문제도 논리적 비약을 허용하지 않았습니다. 그래서 기출해설서를 통해 자신의 풀이와 비교하면서 풀이의 논리적 구조를 하나하나 체크해볼 수 있습니다. 해설 본문에는 [참고]나 [코멘트]를 통해 문제해설에 쓰인 기본 원리(특히 PartII-교과서 넘어서기에 대한 내용)를 밝혀두고 있으므로 책에서 소개한 기본개념을 제대로 습득했는지 다시 확인해볼 수 있습니다.

[블꽃해설] 131118(유형B) 답: ③

실험III는 실험II에 비해 HCl은 일정, HBr은 증가, NaOH는 감소했으므로 전체적으로 H⁺수 증가, OH⁻수는 감소이고 혼합용액의 액성은 산성입니다.

실험I은 실험II에 비해 HCl은 증가, HBr은 감소했으므로 전체 H⁺수의 증감을 알 수 없고 액성 판단은 불가능 합니다.

HCl 10ml (a, a) HBr 10ml (b, b)로 설정했을 때
실험II의 액성이 중성이므로 NaOH 30ml (2a+3b, 2a+3b)입니다.

실험III에서 혼합용액 속 H⁺수는 $2a+4b-\frac{4}{3}a-2b=6N$

$$\frac{2}{3}a+2b=6N \dots ①$$

실험I에서 혼합용액 속 H⁺수 또는 OH⁻수는 $3a+b-\frac{8}{3}a-4b=\pm 5N$

$$\frac{1}{3}a-3b=\pm 5N \dots ②$$

①, ②두 식을 연립하면 $a=3N$, $b=2N$ 또는 $a=\frac{21}{2}N$, $b=-\frac{1}{2}$ 이므로
 $a=3N$, $b=2N$ 임을 알 수 있습니다.

∴ HCl 10ml (3N, 3N), HBr 10ml (2N, 2N), NaOH 10ml (4N, 4N)

[코멘트]

풀이 초반의 논리적인 액성 판단이 문제의 포인트입니다.

실험I 액성 판단할 때 각 수용액의 단위 부피당 H⁺수를 정확히 모르는 상태에서 중성인 실험II에 비해 실험I에서 HCl 10ml 증가, HBr 20ml 감소이므로 감소한 양이 더 크고 따라서 염기성이라고 결정하는 말도 안 되는 논리를 사용해도 풀리는 건 어디까지나 운이 좋았을 뿐입니다. 다음에 유형B에 해당하는 문제가 출제될 경우 위와 같은 애매한 논리로는 액성 판단이 불가능하게끔 농도비를 조절해서 나올 것으로 예상됩니다.

[참고] 교과서 넘어서기⑧

[블꽃해설] 121119(유형D) 답: ⑤

Ba(OH)_{2(aq)}와 HCl_(aq)의 반응은 중화반응이고 Ba(OH)_{2(aq)}와 Na₂SO_{4(aq)}의 반응은 양금생성반응입니다. 혼합용액의 액성을 먼저 판단해보죠. 일단, (생성된 물 분자 수)= (반응한 H⁺수)=(반응한 OH⁻수)이므로 (가), (다)의 액성이 서로 달라야 합니다. (가), (다)의 액성은 다음과 같이 추론해 볼 수 있습니다. (가)의 액성이 산성 또는 중성이라고 가정하면 (다)의 액성은 무조건 산성이고 (가), (다)에서 생성되는 물의 양은 Ba(OH)_{2(aq)}의 부피(=반응 전 OH⁻수)에 의해 결정됩니다. 하지만 (가), (다)에서 혼합한 Ba(OH)_{2(aq)}의 부피는 다른데 생성된 물의 양은 같으므로 모순입니다. 즉, (가)의 액성은 염기성입니다. 즉, (가), (다)의 액성은 각각 (ㄱ)(염기성, 중성)/ (ㄴ) (염기성, 산성)일 수 있으며 Ba(OH)_{2(aq)} 5ml (a, 2a) HCl_(aq) 5ml (b, b)로 설정하여 최종적으로 액성을 결정할 수 있습니다.

(ㄱ) (다)의 액성이 중성이므로 2a=3b=N인데 (가)에 이를 대입하면 모순.

(ㄴ) (가), (다)에서 계산을 통해 a=0.5N, b=N임을 알 수 있음.

반응 전	Ba(OH) ₂	HCl	Na ₂ SO ₄	반응 후	Ba(OH) ₂	HCl	Na ₂ SO ₄
(가)	2N 4N	N N	2C C	(가)	2N 3N	0N N	2C C
(나)	N 2N	2N 2N	2C C	(나)	N 0N	0N 2N	2C C
(다)	0.5N N	3N 3N	2C C	(다)	0.5N 0N	2N 3N	2C C

(단, 양금생성은 일어나지 않은 상태)

혼합 용액(나)의 전체 음이온 수는 2N이므로 C≤1 이고 (다)의 전체 음이온 수가 3.5N이므로 3+(C-0.5)=3.5이고 C=1로 확정됩니다.

[코멘트]

양금생성반응이 중화반응에 포함되는 경우 즉, 대표적인 예를 들면 H₂SO_{4(aq)}와 Ba(OH)_{2(aq)}의 반응의 경우 중화점과 종말점(=양금생성 최대지점)이 일치 합니다. 위 문제의 경우 양금생성반응과 중화반응은 별개의 반응이기 때문에 중화점과 종말점이 일치한다고 놓고 Na₂SO₄의 이온 수를 결정해서는 안 됩니다.

액성을 결정하는 과정에서 교과서 넘어서기⑥의 생성된 물 분자 수 그래프를 활용한다면 좀 더 직관적으로 쉽게 액성을 결정할 수 있습니다.

[참고] 교과서 넘어서기④,⑥,⑦

Part IV



<실전 연습 문제>

직접 제작한 실전 연습용 신유형 문항입니다.

앞서 PartIII에서 나름 열심히 기출 문제를 풀어보고 분석을 했다 하더라도 PartIV에 수록된 문제를 처음 접하면 조금 생소하고 어렵다는 느낌을 받을 수도 있습니다. 말 그대로 실전 연습을 위해 제작한 신유형 문항이기 때문인데 당황하지 마시고 앞에서 배웠던 교과서 다지기과 교과서 넘어서기에 대한 내용을 다시 떠올려 보시기 바랍니다.

실전 연습용 신유형 문항은 계속 연구 중입니다. 새로 만들어지는 문항의 경우 파이널 모의고사를 통해 공개하도록 하겠습니다.

중화반응문제의 특성상 보통 문제의 보기가 풀이의 단계를 알려주는 역할을 합니다. 그래서 처음 문제를 풀 때는 보기를 보지 않고 문제에만 집중해보시기 바랍니다. 어차피 보기에서 묻는 건 혼합용액의 이온 수 비교, 수용액의 단위 부피당 이온 수 비교 또는 생성된 물의 양 비교 등이므로 일단, 보기의 도움 없이 스스로 문제를 파악해본 뒤(=중화점 찾기, 혼합용액의 액성 찾기 등...) 그 다음 문제의 답을 찾는 시간을 가져도 전혀 문제 될 게 없습니다.

문제를 푼 뒤에는 해설을 참고하는 것도 잊지 말기 바랍니다.

PartIV에 수록된 실전 연습 문제에 대한 여러분의 피드백을 언제나 환영합니다.

1. (유형:)

다음의 표는 3가지 수용액을 여러 부피로 혼합한 용액 (가)~(다)에서 생성된 물 분자 수를 상대적으로 나타낸 것이다.

	NaOH _(aq) 부피(mL)	HCl _(aq) 부피(mL)	H ₂ SO _{4(aq)} 부피(mL)	생성된 물 분자 수
(가)	30	20	5	5N
(나)	25	10	15	5N
(다)	40	5	45	(ㄱ)

(나)혼합 용액의 액성이 중성일 때 이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 모두 고르시오.

— <보 기> —

- ㄱ. (나)에서 NaOH_(aq), HCl_(aq)을 각각 5ml씩 덜어낸 뒤 혼합했을 때 혼합용액의 액성은 염기성이다.
- ㄴ. (ㄱ)은 8N이다.
- ㄷ. (가), (다) 혼합용액에 존재하는 음이온 수의 비는 1:1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ



<Part IV 수록문항 해설>

예설_1번 다음의 표는 3가지 수용액을 여러 부피로 혼합한 용액 (가)~

(다)에서 생성된 물분자수를 상대적으로 나타낸 것이다.

	NaOH _(aq) 부피(mL)	HCl _(aq) 부피(mL)	H ₂ SO _{4(aq)} 부피(mL)	생성된 물 분자 수
(가)	30	20	5	5N
(나)	25	10	15	5N
(다)	40	5	45	(ㄱ)

(나)혼합 용액의 액성이 중성일 때 이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 모두 고르시오.

해설) 첫 번째 문제입니다.

(생성된 물 분자 수)=(반응한 H⁺수)=(반응한 OH⁻수)가 문제풀이의 핵심입니다.

(나)의 혼합용액의 액성은 중성이므로 NaOH의 OH⁻가 모두 사용되었음을 알 수 있고 (나)에서 반응 전 OH⁻는 5N개입니다. 따라서 NaOH 10ml (2N, 2N)입니다. (가)에서는 반응 전 OH⁻수가 6N개인데 생성된 물 분자 수는 5N이므로 반응하지 않고 남은 OH⁻가 있음을 알 수 있습니다. 따라서 (가)혼합용액의 액성은 염기성입니다. HCl 10ml (a, a), H₂SO₄ 10ml (2b, b)로 놓으면 (나)에서 a+3b=5N이고 (가)에서 2a+b=5N이므로 두식을 연립하여 a=2N, b=N임을 알 수 있습니다.

∴ NaOH 10ml (2N, 2N), HCl 10ml (2N, 2N), H₂SO₄ 10ml (2N, N)

ㄴ. 제가 의도한 풀이는 다음과 같습니다.

→ 애초에 액성이 중성인 용액에서 단위부피당 OH⁻, H⁺수가 같은 NaOH, HCl을 같은 부피만큼 덜어냈으므로 여전히 액성은 중성을 유지한다.

물론 저는 위의 풀이를 의도하고 (ㄴ)보기를 구성했지만 직접 이온 수를 구해서 계산한 풀이 역시 훌륭한 풀이입니다.

[실전에 쓰이는 내공을 담은 화학 참고서 시리즈]

AristoChemistry

발행일: 2015년 1월 6일 (초판 1쇄)

지은이: 불꽃반응

검토팀: 김나운, 박선영, 박진명, 이의준, 천선경

- 이 책은 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로 무단 전재와 복제, 배포, 판매를 금지하며, 이 책의 내용을 이용하실 경우 반드시 저작권자의 동의를 구하셔야 합니다.

- 이 책은 오르비 사이트(<http://atom.ac/docs/>) 에서만 판매됩니다.

- 이 책에 대한 피드백과 기타 수정의견은 집필 및 검토 총책임자의 이메일(ac2015helper@gmail.com)로 보내주시면 개정판에 피드백 내용을 반영하도록 하겠습니다.

-발간 이후 발견된 정오사항은 홈페이지에서 알려드립니다.