

금속 반응 30제

가장 막연한 금속 반응을 가장 자신있게

들어가는 말

1. 교재 구성

1) 기출 문제 : 반응성 때문에 교육 과정이 맞지 않더라도 금속 반응을 공부하기에 도움이 되는 과거 기출들을 포함하여 평가원 문제 위주로 15문제를 선별했습니다. 다만, 반응성에 대한 추론이 깊은 문제의 경우, 조건의 수정을 통해 반응성 추론의 난이도를 낮추기도 하였습니다.

2) 변형 문제 : 홀수 번 문제의 변형 문제를 짝수 번에 수록했습니다. (ex: 4번은 3번에 대한 변형 문제) 교육 과정이 맞지 않는 과거 문제는 "이 문제가 현 교육 과정에서 출제된다면?"의 느낌으로 출제했습니다.(반응성 이슈 없는 버전) 자작 문제 15개 모두 과하게 선을 넘지 않은 문제로, 그 어떤 콘텐츠에도 밀리지 않는 퀄리티라고 자부합니다.

3) 해설지 : '금속 반응 총 정리' 칼럼의 내용을 해설에 적용하였고, 가독성 좋은 해설을 만들고자 노력했습니다. 전문함에 짚막한 코멘트도 있습니다. 만약 문제가 안 풀리면 해설지의 코멘트와 '상황 분석'까지만 힌트 삼아 보고 재시도하셔도 좋을 것 같습니다.

2. 반응성

교육과정 이슈 상 현 교육 과정에서 빠진 "반응성"에 대한 개념을 알아야만 풀 수 있는 문제들이 있습니다. 다음 페이지에 반응성에 대한 개념 정리를 간단하게 해 놓았으니, 반응성 개념이 들어간 문제라도 잠시만 꼭 참고 푼다면, 금속 반응 실력이 많이 향상될 것입니다.

3. 금속 30제의 목표

보통의 학생들이 금속 반응에 대한 실전 개념을 공부할 자료도, 금속 반응을 훈련할 콘텐츠와 문제도 매우 부족한 상황이지만, 실모의 금속 문제는 어렵게 나오고 있습니다. 그렇게 금속 반응에 대해 두려움과 막연함만 있는 학생들이 많은 것을 보고 이 시리즈(칼럼+N제)를 기획했습니다. 금속 30제를 통해 금속 반응이 가장 두렵고 낯선 주제에서 가장 자신 있는 주제로 되었으면 좋겠습니다.

금속의 반응성 개념

1) 개념

금속의 반응성 : 금속 원자가 산화되어 양이온이 되려는 성질

"반응성이 크다" = "산화되기 쉽다." = "환원되기 어렵다." = "더 양이온 상태로 있으려한다."

"반응성이 작다" = "산화되기 어렵다." = "환원되기 쉽다." = "더 고체 상태로 있으려한다."

2) 상황1

금속의 반응성이 $A > B$ 일 때,

A와 B^{b+} 은 반응해 A^{a+} 과 B를 생성한다. ($bA + aB^{b+} \rightarrow bA^{a+} + aB$)

B와 A^{a+} 은 반응하지 않는다. (A가 B보다 산화되기 쉽다.)

3) 상황2

금속의 반응성이 $A > B > C$ 일 때,

[1] B^{b+} 과 C^{c+} 이 들어 있는 용액에 A(s)를 넣으면 반응성이 C가 B보다 작기 때문에, C^{c+} 이 먼저 A와 반응해 모두 산화된 뒤에, A와 B^{b+} 이 반응하기 시작한다.

[2] A^{a+} 과 C^{c+} 이 들어 있는 용액에 B(s)를 넣으면 A의 반응성이 제일 크기 때문에 A^{a+} 과 B는 반응하지 않고, B와 C^{c+} 이 반응한다.

01

2023학년도 수능 5번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) A^{2+} $3N\text{mol}$ 이 들어 있는 수용액을 준비한다.

(나) (가)의 수용액에 충분한 양의 $B(s)$ 를 넣어 반응을 완결시켰더니 B^{m+} $2N\text{mol}$ 이 생성되었다.

(다) (나)의 수용액에 충분한 양의 $C(s)$ 를 넣어 반응을 완결시켰더니 C^{2+} $xN\text{mol}$ 이 생성되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

- ㄱ. $m = 1$ 이다.
- ㄴ. $x = 3$ 이다.
- ㄷ. (다)에서 $C(s)$ 는 산화제이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

2023학년도 수능 5번 변형

다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A^+ $6N$ mol이 들어 있는 수용액을 준비한다.
- (나) (가)의 수용액에 $B(s)$ $4N$ mol을 넣어 반응을 완결시킨다.
- (다) (나)의 수용액에 $C(s)$ xN mol을 넣어 반응을 완결시킨다.

[실험 결과]

- 반응한 B와 C는 각각 B^{m+} 과 C^{3+} 이 되었다.
- 각 과정 후 수용액에 들어 있는 양이온의 양

과정	(나)	(다)
전체 양이온의 양(mol)	$3N$	$2.4N$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

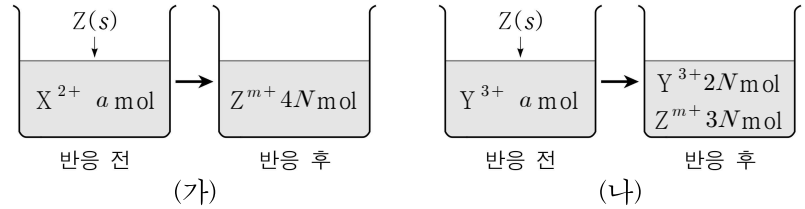
- ㄱ. $m=2$ 이다.
- ㄴ. $x=0.6$ 이다.
- ㄷ. (나)에서 A^+ 은 산화제이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

04

2023학년도 9모 9번 변형

그림 (가)와 (나)는 2가지 금속 이온 $X^{2+}(aq)$ 과 $Y^{3+}(aq)$ 이 각각 들어 있는 비커에 금속 $Z(s)$ 를 넣어 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 수용액에 존재하는 양이온의 종류와 양을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X ~ Z는 임의의 원소 기호이고, X ~ Z는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. $a \times m = 2N$ 이다.
 - ㄴ. (나)에서 이동한 전자의 양은 $6N \text{ mol}$ 이다.
 - ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 $Z(s)$ 는 산화제로 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



2017학년도 수능 16번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A^{2+} 과 B^{3+} 이 총 9 mol 들어 있는 수용액을 비커에 넣는다.
- (나) (가)의 비커에 C를 w g 넣어 반응시킨다.
- (다) (나)의 비커에 C를 w g 넣어 반응시킨다.

[실험 결과]

- (나)에서 B^{3+} 은 반응하지 않았다.
- (나)와 (다) 각각에서 C는 모두 반응하였다.
- 각 과정 후 수용액에 존재하는 양이온에 대한 자료

과정	양이온 종류	양이온 수 비
(가)	A^{2+}, B^{3+}	$A^{2+} : B^{3+} = x : y$
(나)	B^{3+}, C^{n+}	$B^{3+} : C^{n+} = 2 : 1$
(다)	B^{3+}, C^{n+}	$B^{3+} : C^{n+} = 2 : 3$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

- ㄱ. $\frac{x}{y} = \frac{4}{5}$ 이다.
- ㄴ. $n = 2$ 이다.
- ㄷ. (다) 과정 후 B^{3+} 의 양은 4 mol이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

2017학년도 수능 16번 변형

표는 2가지 금속 이온 $A^{2+}(aq)$ 과 $B^{3+}(aq)$ 이 각각 들어 있는 비커에 각각 금속 C wg 을 넣어 반응을 완결시킨 실험 I과 II에 대한 자료이다.

실험	반응 전 양이온의 종류와 양	반응 후	
		양이온 종류	양이온의 몰비
I	A^{2+} 8 mol	A^{2+} , C^{n+}	$A^{2+} : C^{n+} = 1 : 2$
II	B^{3+} 8 mol	B^{3+} , C^{n+}	$B^{3+} : C^{n+} = 1 : 1$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

- ㄱ. I과 II에서 모두 C는 환원제로 작용한다.
- ㄴ. $n=2$ 이다.
- ㄷ. I에서 반응 후 A^{2+} 의 양은 4 mol이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

07

2019학년도 6모 20번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A^{a+} 과 B^{b+} 이 들어 있는 수용액을 준비한다.
- (나) (가)의 수용액에 3 mol의 C를 넣어 반응시킨다.
- (다) (나)의 수용액에서 석출된 금속을 제거하고 3 mol의 C를 넣어 반응시킨다.

[실험 결과]

- (나)와 (다) 각각에서 C는 모두 반응하였다.
- (나)에서 A만 석출되었다.
- (다)에서 석출된 A와 B의 몰수 비는 1:1이다.
- 각 과정 후 수용액에 존재하는 양이온 종류와 수

과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	A^{a+}, B^{b+}	A^{a+}, B^{b+}, C^{c+}	B^{b+}, C^{c+}
전체 양이온의 몰수	13	10	9

(나)에서 반응이 완결된 후, $\frac{B^{b+} \text{의 양(mol)}}{A^{a+} \text{의 양(mol)}} \times b$ 는? (단, A ~ C는

임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않는다. 음이온은 반응에 참여하지 않으며, $a \sim c$ 는 3 이하의 정수이다.)

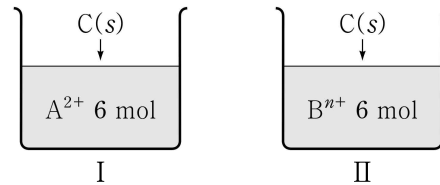
- ① $\frac{15}{2}$ ② 5 ③ 4 ④ $\frac{8}{3}$ ⑤ $\frac{5}{2}$

다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) A^{2+} 과 B^{n+} 이 각각 6 mol 들어 있는 수용액을 비커 I 과 II에 넣는다.

(나) (가)의 비커에 6 mol의 $C(s)$ 를 각각 넣어 반응시킨다.



[실험 결과]

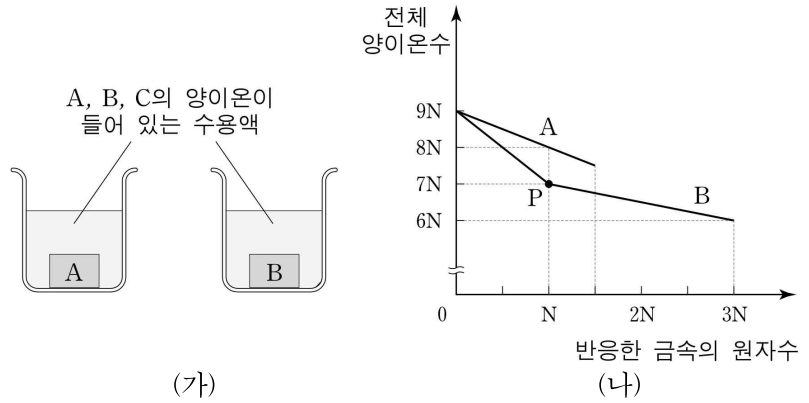
- (나)에서 넣어 준 $C(s)$ 는 각각 모두 반응하였다.
- (나)에서 석출된 A와 B의 질량비는 15:8이다.
- 비커에 존재하는 양이온 종류와 양

비커	I	II
양이온의 종류	A^{2+}, C^{m+}	B^{n+}, C^{m+}
전체 양이온의 양(mol)	9	10

$\frac{B \text{의 원자량}}{A \text{의 원자량}} \times \frac{n}{m}$ 은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① $\frac{3}{5}$ ② $\frac{6}{5}$ ③ $\frac{9}{5}$ ④ $\frac{12}{5}$ ⑤ $\frac{16}{5}$

그림 (가)는 금속 A, B, C의 양이온이 3N개씩 들어 있는 수용액에 금속 A, B를 각각 넣은 것을, (나)는 반응한 금속 A, B의 원자 수에 따른 수용액에 있는 전체 양이온 수를 각각 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- <보 기>
- ㄱ. 두 수용액에서 C의 양이온은 환원제로 작용한다.
 - ㄴ. 금속 양이온의 전하는 B가 A보다 크다.
 - ㄷ. P에서 $\frac{B \text{의 양이온 수}}{A \text{의 양이온 수}} = \frac{4}{3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

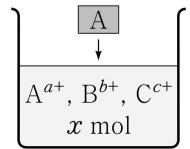
2011학년도 수능 20번 변형

다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) A^{a+} , B^{b+} , C^{c+} 이 총 $x \text{ mol}$ 들어 있는 수용액을 준비한다.

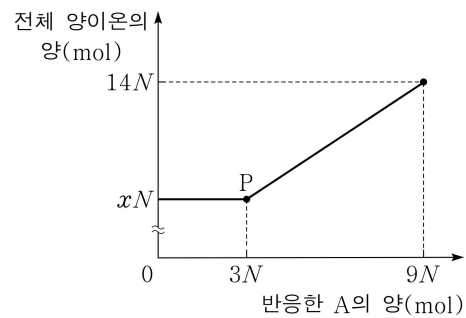
(나) (가)의 수용액에 충분한 양의 A를 넣고 반응시킨다.



[실험 결과]

○ B^{b+} 이 모두 반응한 후, C^{c+} 이 반응하였다.

○ 반응한 A의 양에 따른 수용액에 들어 있는 전체 양이온의 양



○ P에서 $\frac{C^{c+} \text{의 양(mol)}}{A^{a+} \text{의 양(mol)}} = \frac{1}{4}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. A는 환원제로 작용한다.

ㄴ. $x \times \frac{b}{c} = 5$ 이다.

ㄷ. (가)에서 수용액에 들어 있는 모든 양이온의 몰비는 2:3:5이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

2019학년도 수능 19번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A^{a+} 과 B^{b+} 이 함께 들어 있는 수용액을 준비한다.
- (나) (가)의 수용액에 $C(s)$ w g을 넣어 반응을 완결시킨다.
- (다) (나)의 수용액에 $C(s)$ w g을 넣어 반응을 완결시킨다.

[실험 결과]

○ 각 과정 후 수용액에 존재하는 양이온에 대한 자료

과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	A^{a+}, B^{b+}	A^{a+}, B^{b+}, C^{2+}	A^{a+}, C^{2+}
전체 양이온의 수	$12N$	$10N$	$9.6N$

- A^{a+} 은 $C(s)$ 와 반응하지 않는다.
- (나)에서 넣어 준 $C(s)$ 는 모두 반응하였고, (다) 과정 후 남아 있는 $C(s)$ 의 질량은 x g이다.

(다) 과정 후 C^{2+} 수 / (나) 과정 후 A^{a+} 수 $\times x$ 는? (단, A ~ C는 임의의 원소

기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않는다. 음이온은 반응에 참여하지 않으며, a, b는 3 이하의 자연수이다.)

- ① $\frac{1}{4}w$ ② $\frac{4}{15}w$ ③ $\frac{2}{5}w$ ④ $\frac{9}{4}w$ ⑤ $\frac{12}{5}w$

다음은 금속 A와 B의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A^{2+} 과 B^{3+} 이 함께 들어 있는 수용액을 준비한다.
- (나) (가)의 수용액에 $B(s)$ w g 넣어 반응을 완결시킨다.
- (다) (나)의 수용액에 $B(s)$ w g 넣어 반응을 완결시킨다.

[실험 결과]

- 반응한 B는 B^{3+} 이 되었다.
- 각 과정 후 수용액에 존재하는 양이온에 대한 자료

과정	(가)	(나)	(다)
전체 양이온의 수	$12N$	xN	$9.6N$

- (나)에서 $B(s)$ 는 모두 반응하였고, (다) 과정 후 남아 있는 $B(s)$ 의 질량은 $\frac{2}{3}w$ g이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

- ㄱ. A^{2+} 은 산화제로 작용한다.
- ㄴ. $x = 10$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{(나) 과정 후 } A^{2+} \text{ 수}}{\text{(가) 과정 후 } B^{3+} \text{ 수}} = \frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

2016년도 10월 학평 20번

표는 $A^{3+}(aq)$ 의 부피와 금속 B의 질량을 달리한 산화 환원 반응 실험에 대한 자료이다.

실험		(가)	(나)
반응 전	$A^{3+}(aq)$ 의 부피(mL)	V	$2V$
	금속 B의 질량(g)	$3x$	x
반응 후	수용액 속 양이온의 종류	B^{n+}	A^{3+}, B^{n+}
	수용액 속 전체 양이온 수	$2N$	$3N$
	생성된 금속 A의 질량(g)	$2y$	y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

- ㄱ. $n=2$ 이다.
- ㄴ. (가)에서 남아 있는 B의 질량은 x g이다.
- ㄷ. (나)에서 반응 후 이온 수는 A^{3+} 이 B^{n+} 의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

2016년도 10월 학평 20번 변형

표는 금속 이온 $A^{2+}(aq)$ 의 부피와 금속 B의 질량을 달리하여 반응을 완결시킨 실험 I 과 II에 대한 자료이다. 반응한 B는 B^{n+} 이 되었고, n 은 3 이하의 자연수이다.

실험	반응 전		반응 후	
	$A^{2+}(aq)$ 의 부피(mL)	금속 B의 질량(g)	전체 양이온의 양(mol)	석출된 A의 질량(g)
I	$2V$	$6w$	$7N$	$5w$
II	$3V$	$12w$	$12N$	$10w$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고 A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

—<보 기>—

- ㄱ. I에서 A^{2+} 은 모두 반응하였다.
 ㄴ. $n=1$ 이다.
 ㄷ. 원자량의 비는 $A:B=5:3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

15

2024학년도 6모 7번

표는 금속 양이온 A^{3+} $5N\text{mol}$ 이 들어 있는 수용액에 금속 B $3N\text{mol}$ 을 넣고 반응을 완결시켰을 때, 석출된 금속 또는 수용액에 존재하는 양이온에 대한 자료이다. B는 모두 B^{n+} 이 되었고, ㉠과 ㉡은 각각 A와 B^{n+} 중 하나이다.

금속 또는 양이온	A^{3+}	㉠	㉡
양(mol)(상댓값)	3	3	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. A^{2+} 은 환원제로 작용한다.
 ㄴ. ㉠은 B^{n+} 이다.
 ㄷ. $n=3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

16

2024학년도 6모 7번 변형

표는 금속 양이온 A^{3+} $6N\text{mol}$ 이 들어 있는 수용액에 금속 A, B를 총 $12N\text{mol}$ 넣고 반응을 완결시켰을 때, 고체 금속 또는 수용액에 존재하는 양이온에 대한 자료이다. B는 모두 B^{2+} 이 되었고, ㉠~㉣은 각각 A, A^{3+} , B^{2+} 중 하나이다.

금속 또는 양이온	㉠	㉡	㉢
양(mol)(상댓값)	2	3	7

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

—<보 기>—

- ㉠. A^{3+} 은 산화제로 작용한다.
 ㉡. ㉠은 B^{2+} 이다.
 ㉢. 넣어 준 금속 A와 B의 몰비는 5:3이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉢ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

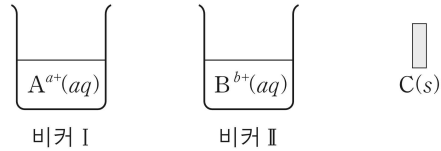


2018학년도 6모 20번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) $A^{a+}(aq)$ 이 담긴 비커 I, $B^{b+}(aq)$ 이 담긴 비커 II, 금속 $C(s)$ 를 준비한다.



(나) $C(s)$ 를 비커 I에 넣어 $A^{a+}(aq)$ 과 반응시킨다.
 (다) (나)에서 반응이 완결된 후 금속을 꺼내 비커 II에 넣어 $B^{b+}(aq)$ 과 반응시킨다.

[실험 결과]

- (나)에서 A^{a+} 과 (다)에서 B^{b+} 은 모두 환원되었다.
- (나)에서 석출된 금속은 (다)에서 반응하지 않았다.
- 각 과정 후 몰수에 대한 자료

과정	몰수 비
	$C(s) : \text{비커 I의 양이온} : \text{비커 II의 양이온}$
(가)	$5 : 1 : x$
(나)	$7 : y : 2$
(다)	$6 : 3 : 1$

$\frac{x \times y}{a}$ 는? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않는다. 음이온은 반응에 참여하지 않으며, a, b는 3 이하의 정수이다.)

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

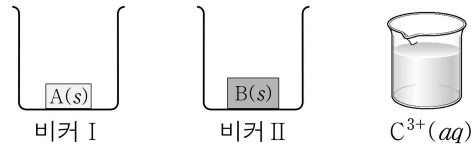
18

2018학년도 6모 20번 변형

다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) A(s)가 들어 있는 비커 I, B(s)가 들어 있는 비커 II, $C^{3+}(aq)$ 을 준비한다.



(나) $C^{3+}(aq)$ V_{mL} 를 비커 I에 넣어 반응시킨다.

(다) $C^{3+}(aq)$ V_{mL} 를 비커 II에 넣어 반응시킨다.

[실험 결과]

○ (나)에서 A와 (다)에서 B는 각각 A^{2+} 과 B^+ 으로 모두 산화되었다.

○ (다) 과정 후 각 비커에 들어 있는 C(s)와 C^{3+} 의 양

비커		I	II
금속 또는 양이온의 양(mol)	C^{3+}	a	$3b$
	C(s)	a	$5b$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보기>

ㄱ. $\frac{b}{a} = \frac{1}{4}$ 이다.

ㄴ. (가)에서 금속의 양(mol)은 B(s)가 A(s)의 1.5배이다.

ㄷ. (다) 과정 후 비커 속 전체 양이온의 양(mol)은 II가 I의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

2016학년도 6모 20번

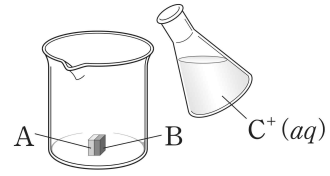
다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) 두 금속 A와 B가 들어 있는 비커에 $C^+(aq)$ V mL를 넣어 반응시킨다.

(나) 과정 (가)의 비커에 $C^+(aq)$ V mL를 더 넣어 반응시킨다.

(다) 과정 (나)의 비커에 $C^+(aq)$ V mL를 더 넣어 반응시킨다.



[실험 결과]

- A가 모두 산화된 후 B가 산화되었다.
- (가)~(다)에서 반응 후 용액 속의 양이온 종류와 수

	(가)	(나)	(다)
양이온 종류	A^{2+}, B^{3+}	A^{2+}, B^{3+}	A^{2+}, B^{3+}, C^+
양이온 수 (상댓값)	6	11	24

반응 전 A에 대한 B의 몰수 비($\frac{B \text{의 몰수}}{A \text{의 몰수}}$)는? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① 1 ② 1.5 ③ 2 ④ 2.5 ⑤ 3



2016학년도 6모 20번 변형

표는 금속 A가 들어 있는 비커에 금속 이온 $B^{3+}(aq)$ 의 부피를 달리하여 넣어 반응을 완결시킨 실험 I ~ III에 대한 자료이다.

실험	넣어 준 $B^{3+}(aq)$ 의 부피(mL)	반응 후	
		양이온 종류	전체 양이온의 양(mol)
I	10	A^{2+}	$3N$
II	25	A^{2+}, B^{3+}	$7N$
III	V	A^{2+}, B^{3+}	$12N$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. I에서 B^{3+} 은 산화제이다.

ㄴ. II에서 반응 후 $\frac{B^{3+}의 양(mol)}{A^{2+}의 양(mol)} = \frac{2}{5}$ 이다.

ㄷ. $V = 40$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ



2016학년도 수능 19번

다음은 금속 A와 B가 들어 있는 비커에 $C^{2+}(aq)$ 의 부피를 달리하여 넣은 실험 I ~ III에 대한 자료이다.

- 실험 I ~ III 각각에서 비커에 넣어 준 금속의 질량은 A w_1 g, B w_2 g이다.
- A가 모두 산화된 후 B가 모두 산화되었다.
- A^{m+} 의 m 은 3 이하이다.
- 실험 III에서 반응 후 B^+ 수는 C^{2+} 수의 5배이다.

실험	$C^{2+}(aq)$ 의 부피(L)	반응 후 용액 속의 금속 양이온	
		종류	수
I	1	A^{m+}, B^+	$6N$
II	1.5	A^{m+}, B^+	$12N$
III	2.5	A^{m+}, B^+, C^{2+}	xN

$\frac{x}{m}$ 는? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① 6 ② 7 ③ 7.5 ④ 9 ⑤ 10.5

22

2016학년도 수능 19번 변형

다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) 금속 A w g이 들어 있는 비커와 $B^{2+}(aq)$, $C^{3+}(aq)$ 을 준비한다.

(나) (가)의 비커에 $B^{2+}(aq)$ 100 mL를 넣어 반응시킨다.

(다) (나)의 비커에 $B^{2+}(aq)$ 100 mL를 더 넣어 반응시킨다.

(라) (다)의 비커에 $C^{3+}(aq)$ 100 mL를 더 넣어 반응시킨다.

[실험 결과]

- 반응한 A는 A^{m+} 이 되었고, m 은 3 이하의 자연수이다.
- (라) 과정 후 B^{2+} 수는 C^{3+} 수의 2배이다.
- (나)~(라)에서 반응 후 고체 금속과 양이온에 대한 자료

과정	고체 금속의 종류	금속 양이온	
		종류	양(mol)
(나)	A, B	A^{m+}	$8N$
(다)	B	A^{m+} , B^{2+}	$14N$
(라)	C	A^{m+} , B^{2+} , C^{3+}	xN

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, A~C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. (나)에서 A는 환원제로 작용한다.

ㄴ. $\frac{x}{m} = 18$ 이다.

ㄷ. (가)에서 $\frac{C^{3+}(aq)의\ 몰\ 농도(M)}{B^{2+}(aq)의\ 몰\ 농도(M)} = 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

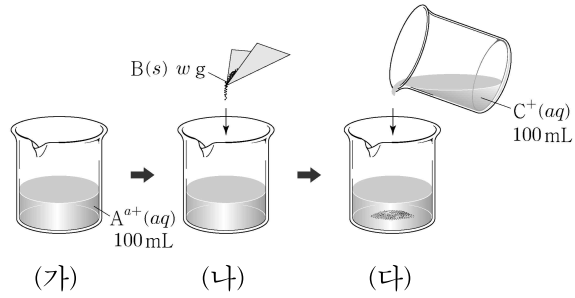
23

2019학년도 9모 20번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 비커에 $A^{a+}(aq)$ 100 mL를 넣는다.
- (나) (가)의 비커에 금속 $B(s)$ w g을 넣어 반응을 완결시킨다.
- (다) (나)에서 반응이 끝난 비커에 $C^{+}(aq)$ 100 mL를 넣어 반응을 완결시킨다.



[실험 결과]

○ 각 과정 후 수용액에 들어 있는 양이온의 종류와 수

과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	A^{a+}	B^{b+}	A^{a+}, B^{b+}, C^{+}
양이온의 수	$6N$	$4N$	$15N$

- (다) 과정 후 비커에 들어 있는 금속은 1가지이다.
- $C^{+}(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^{+} 수는 (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 C^{+} 수의 4배이다.

$C^{+}(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^{+} 수는? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않는다. 음이온은 반응에 참여하지 않으며, a, b 는 3 이하의 자연수이다.)

- ① $14N$ ② $15N$ ③ $17N$ ④ $18N$ ⑤ $20N$

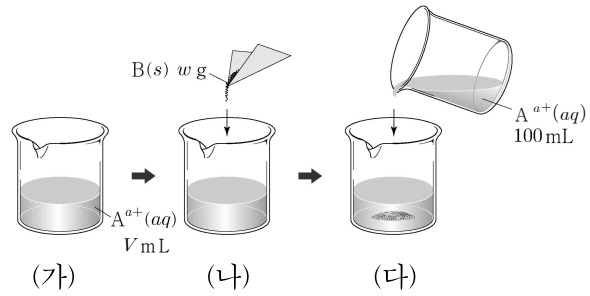
24

2019학년도 9모 20번 변형

다음은 금속 A와 B의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 비커에 $x\text{ M } A^{a+}(aq)$ $V\text{ mL}$ 를 넣는다.
 (나) (가)의 비커에 금속 $B(s)$ $w\text{ g}$ 을 넣어 반응을 완결시킨다.
 (다) (나)에서 반응이 끝난 비커에 $x\text{ M } A^{a+}(aq)$ 100 mL 를 넣어 반응을 완결시킨다.



[실험 결과]

- 각 과정 후 수용액에 들어 있는 양이온의 종류와 양

과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	A^{a+}	B^{b+}	A^{a+}, B^{b+}
양이온의 양(mol)	$2N$	$6N$	$12N$

- $x\text{ M } A^{a+}(aq)$ 100 mL 에 들어 있는 A^{a+} 의 양(mol)은 (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 A^{a+} 의 양(mol)의 2배이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보기>

- ㄱ. (나)에서 B는 환원제로 작용한다.
 ㄴ. $V > 60$ 이다.
 ㄷ. (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 B^{b+} 의 양은 $10N\text{ mol}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

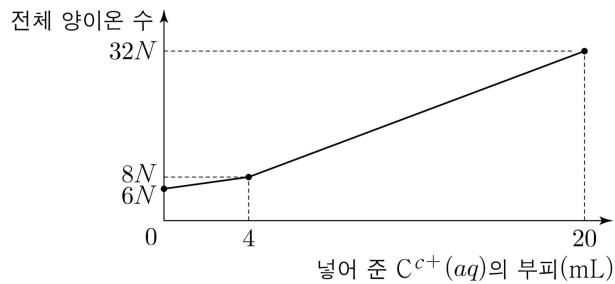
다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다. $a \sim c$ 는 3 이하의 자연수이다.

[실험 과정]

- (가) $A^{a+}(aq)$, $C^{c+}(aq)$ 과 $B(s)$ 를 준비한다.
- (나) $A^{a+}(aq)$ 10 mL가 담긴 비커에 $B(s)$ w g을 넣어 반응을 완결시킨다.
- (다) (나)의 비커에 $C^{c+}(aq)$ 20 mL를 조금씩 넣으면서 반응시킨다.

[실험 결과]

- 반응한 $B(s)$ 는 B^{b+} 이 되었다.
- (나) 과정 후 2 종류의 금속 고체가 존재한다.
- (나) 과정에서 전체 양이온 수는 반응 전 $9N$ 에서 반응 후 $6N$ 으로 변화했다.
- (다) 과정에서 C^{c+} 은 금속 A와 반응하지 않는다.
- (다) 과정에서 수용액에 들어 있는 전체 양이온 수



$c \times \frac{\text{(가)에서 단위 부피당 } A^{a+} \text{ 수}}{\text{(가)에서 단위 부피당 } C^{c+} \text{ 수}}$ 는? (단, A ~ C는 임의의 원소

기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① $\frac{6}{5}$ ② $\frac{9}{8}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ $\frac{3}{5}$ ⑤ $\frac{9}{16}$

26

2020학년도 9월 20번 변형

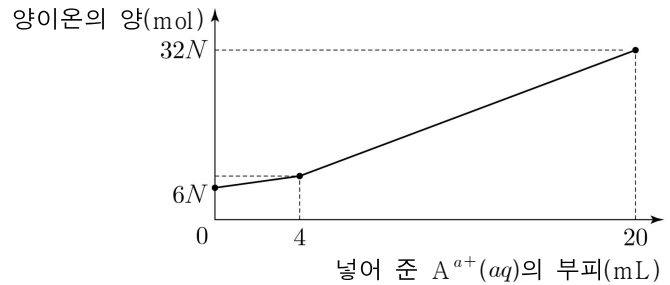
다음은 금속 A와 B의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) $A^{a+}(aq)$ 과 $B(s)$ 를 준비한다.
- (나) $A^{a+}(aq)$ V mL가 담긴 비커에 $B(s)$ w g을 넣어 반응을 완결시킨다.
- (다) (나)의 비커에 $A^{a+}(aq)$ 20 mL를 조금씩 넣으면서 반응시킨다.

[실험 결과]

- 반응한 $B(s)$ 는 B^{b+} 이 되었다.
- (나) 과정에서 석출된 $A(s)$ 의 양은 $18N$ mol이다.
- (다) 과정에서 수용액에 들어 있는 전체 양이온의 양



$\frac{a}{b} \times V$ 는? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

27

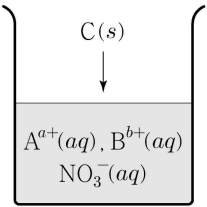
2020학년도 6월 20번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) A^{a+} , B^{b+} , NO_3^- 이 들어 있는 수용액을 준비한다.

(나) (가)의 수용액에 $C(s)$ 를 1g씩 넣어 반응시킨다.



[실험 결과]

- 반응한 $C(s)$ 는 C^{c+} 이 되었다.
- A^{a+} 이 모두 반응한 후, B^{b+} 이 반응하였다.
- 반응이 완결되었을 때, 넣어 준 $C(s)$ 의 총 질량에 따른 수용액에 존재하는 전체 이온 수

넣어 준 $C(s)$ 의 총 질량(g)	0	1	2	3	4
수용액에 존재하는 전체 이온 수 (상댓값)	34	31	30	31	x

$\frac{\text{(가)의 수용액에 존재하는 } B^{b+} \text{ 수}}{\text{(가)의 수용액에 존재하는 } A^{a+} \text{ 수}} \times x$ 는? (단, A ~ C는 임의의

원소 기호이고, $a \sim c$ 는 3 이하의 자연수이며, 물과 NO_3^- 은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① 36 ② 25 ③ 16 ④ 14 ⑤ 9

다음은 금속 A와 B의 산화 환원 반응 실험이다.

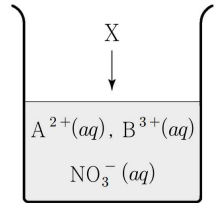
[자료]

- 수용액에서 $A(NO_3)_2$ 는 A^{2+} 과 NO_3^- 으로, $B(NO_3)_3$ 는 B^{3+} 과 NO_3^- 으로 모두 이온화된다.
- X는 A(s) 또는 B(s) 중 하나이다.

[실험 과정]

(가) $A(NO_3)_2$ 와 $B(NO_3)_3$ 를 녹인 수용액을 준비한다.

(나) (가)의 수용액에 X를 1g씩 넣어 반응시킨다.



[실험 결과]

- 반응이 완결되었을 때, 넣어 준 X의 총 질량에 따른 수용액에 존재하는 전체 이온의 양(mol)

넣어 준 X의 총 질량(g)	0	1	2
전체 이온의 양(mol)	$35N$	$33N$	$32N$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. X는 B(s)이다.

ㄴ. (가)의 수용액 속 $\frac{B^{3+} \text{의 양(mol)}}{A^{2+} \text{의 양(mol)}} = \frac{1}{3}$ 이다.

ㄷ. (나)에서 X 1g을 넣은 후 수용액 속 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{음이온 수}} = \frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

29

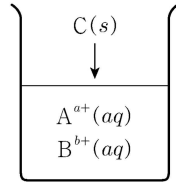
2020학년도 수능 20번

다음은 금속 A ~ C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) $A^{a+}(aq)$ 과 $B^{b+}(aq)$ 의 혼합 용액이 들어 있는 비커를 준비한다.

(나) (가)의 비커에 $C(s)$ 를 조금씩 넣어 반응을 완결시킨다.



[실험 결과]

- $a > b$ 이다.
- A^{a+} 과 B^{b+} 중 한 이온이 모두 반응한 후, 다른 이온이 반응하였다.
- 반응한 $C(s)$ 는 C^{2+} 이 되었다.
- 넣어 준 $C(s)$ 의 총 질량에 따른 고체 금속과 양이온의 총 몰수

넣어 준 $C(s)$ 의 총 질량(g)	0	w	$2w$	$3w$	y
비커 속에 존재하는 고체 금속의 총 몰수(몰)	0	$4n$	$\frac{20}{3}n$	$8n$	$9n$
비커 속에 존재하는 양이온의 총 몰수(몰)	$9n$		x		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이고, A ~ C는 물과 반응하지 않는다. 음이온은 반응에 참여하지 않으며, a 와 b 는 3 이하의 자연수이다.)

<보 기>

- ㄱ. $b = 2$ 이다.
- ㄴ. $x = \frac{19}{3}n$ 이다.
- ㄷ. $y = \frac{15}{4}w$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

30

2020학년도 수능 20번 변형

다음은 금속 X와 Y의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) $X^{m+}(aq)$ 이 들어 있는 비커를 준비한다.

(나) (가)의 비커에 $Y(s)$ 를 조금씩 넣어 반응을 완결시킨다.

[실험 결과]

○ 반응한 $Y(s)$ 는 Y^{n+} 이 되었다.

○ 넣어 준 $Y(s)$ 의 총 질량에 따른 고체 금속과 양이온의 양

넣어 준 $Y(s)$ 의 총 질량(g)	0	w	$2w$	$4w$
비커 속에 존재하는 고체 금속의 전체 양(mol)	0	$9N$	$16N$	b
비커 속에 존재하는 양이온의 전체 양(mol)	a	$9N$		$8N$

○ $Y(s)$ 를 총 x g 넣었을 때, 비커 속에 존재하는 고체 금속과 양이온의 종류는 각각 1가지이다.

$\frac{m}{n} \times \frac{(a+b)}{x}$ 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고 X와 Y는 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.)

- ① $\frac{40N}{3w}$ ② $\frac{16N}{w}$ ③ $\frac{160N}{9w}$ ④ $\frac{20N}{w}$ ⑤ $\frac{64N}{3w}$

정답 및 해설

정답 및 해설

[빠른 정답]

1	㉔	2	㉕	3	①	4	㉔	5	㉕
6	①	7	㉔	8	㉕	9	㉔	10	㉔
11	㉔	12	㉔	13	㉕	14	㉕	15	㉔
16	㉔	17	①	18	①	19	㉕	20	①
21	㉔	22	㉔	23	㉕	24	㉔	25	㉕
26	㉔	27	㉕	28	㉔	29	㉕	30	㉕

01

답 : ㉔

comment

문제는 전하량 보존으로 쉽게 풀린다. 다만 금속의 반응성에 대한 개념이 빠진 현 교육과정이지만 한 수용액 속에 3개의 금속을 넣었다는 점에서 앞으로 금속 반응 문제의 확장 가능성을 열어 준 문제이다.

Ⅰ 상황 분석

고체 금속을 넣는 상황이므로 양이온 전하량 총합은 계속 일정하다.

▶ 전하량 보존 법칙

- (가)에서 양이온의 전하량 총합은 $2 \times 3 = 6$ 이다.
- (나)에서 양이온의 전하량 총합은 $m \times 2 = 6$ 이고, $m = 3$ 이다.
- (다)에서 양이온의 전하량 총합은 $2 \times x = 6$ 이고, $x = 3$ 이다.

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. $m = 3$ 이다. (×)
- ㄴ. $x = 3$ 이다. (○)
- ㄷ. C(s)는 산화되므로 환원제이다. (×)

02

답 : ㉕

comment

전하량 보존을 통해 연립 방정식을 세우는 풀이만 할 줄 알면 안된다. 양이온 수 변화를 통한 풀이, 모두 답이라면 쓸 수 있으면 좋겠다.

Ⅰ 상황 분석

고체 금속을 넣는 상황이므로 양이온 전하량 총합은 계속 일정하다. 수능 문제와 달리 '충분한 양'이라는 조건이 없으므로 넣어 준 금속이 모두 반응했는지, 남아 있는지 추론해야한다.

▶ (나) 분석

(나)에서 B(s)를 $4N$ mol 넣었지만, 반응 후 전체 양이온의 양은 $3N$ mol뿐이므로, 넣어 준 B(s) $4N$ mol이 모두 반응하지 않았다.

따라서 양이온 $3N$ mol은 B^{m+} 의 양이다. (가)와 (나)에서 양이온의 전하량 총합은 $1 \times 6 = m \times 3$ 이고, $m = 2$ 이다.

▶ (다) 분석

C(s)와 B^{2+} 이 반응한다. 만약 B^{2+} 이 모두 반응한다면, 반응 후 전체 양이온의 양은 C^{3+} $2N$ mol이 되어야한다. 따라서 (다)에서 넣어 준 C(s)가 모두 반응하였다.

solution1 : 변화량 이용

[2가 + 3가] 반응이므로, 1회 반응시 C^{3+} 2몰 생성되고 전체 양이온은 1몰만큼 감소한다. 전체 양이온이 $0.6N$ 몰 감소했으므로, $0.6N$ 회 반응했고, 생성된 C^{3+} 의 양은 $1.2N$ mol이다. $\rightarrow x = 1.2$

solution2 : 모두 답이라면

양이온의 전하량 총합은 6이다. 만약 $2.4N$ mol이 모두 B^{2+} 이라면, 전하량 총합은 4.8로 실제 전하량 총합보다 1.2 부족하므로, C^{3+} 은 $1.2N$ mol이다. $\rightarrow x = 1.2$

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. $m = 2$ 이다. (○)
- ㄴ. $x = 1.2$ 이다. (×)
- ㄷ. A^+ 은 환원되므로 산화제이다. (○)

03

답 : ①

comment

전하량 보존!

Ⅰ 상황 분석

고체 금속을 넣는 상황이므로 양이온 전하량 총합은 계속 일정하다.

▶ (가) 분석

(가)에서 양이온의 전하량 총합은 $2 \times 3N = 2 \times a$ 이고, $a = 3N$ 이다.

✓ X, Z의 이온의 전하가 +2로 같으므로 전체 양이온 양은 변하지 않는다.

▶ (나) 분석

Y^{m+} $2N$ mol이 반응하여 Z^{2+} $3N$ mol이 생성되었으므로 [2가 + 3가] 반응이고, $m = 3$ 이다.

Ⅰ 선지 판단

ㄱ. $a = 3N$ 이다. (○)

ㄴ. $m = 3$ 이다. (×)

ㄷ. Z(s)는 산화되므로 환원제이다. (×)

04

답 : ②

comment

전하량 보존!!

Ⅰ 상황 분석

고체 금속을 넣는 상황이므로 양이온 전하량 총합은 계속 일정하다.

▶ (가), (나) 분석

(가)에서 양이온의 전하량 총합은 $2 \times a = m \times 4N$ 이고,

(나)에서 전하량 총합은 $3 \times a = 3 \times 2N + m \times 3N$ 이다.

두 식을 연립하면 $m = 2$ 이고, $a = 4N$ 이다.

Ⅰ 선지 판단

ㄱ. $a \times m = 8N$ 이다. (×)

ㄴ. (나)에서 이동한 전자의 양은 $6N$ mol이다. (○)

ㄷ. Z(s)는 산화되므로 환원제이다. (×)

05

답 : ⑤

comment

금속 반응 문제에서 “C는 모두 반응하였다.”는 표현에 유의해야한다. 넣어 준 C가 남지 않고 반응하여 양이온이 되었다는 것이다. 반면에 모두라는 표현 없이 그냥 “C는 반응하여 Cⁿ⁺이 되었다.”등으로 주어진 한계 반응물을 직접 추론해야한다.

Ⅰ 상황 분석

(나)에서 B³⁺은 반응하지 않았는데 A²⁺은 남아있지 않다. C wg이 반응해서 ‘딱’ A²⁺만 환원시켰다는 것이다.

▶ (나), (다) 분석

넣어 준 C가 ‘모두’ 반응했으니 Cⁿ⁺의 수는 (다)가 (나)에서의 2배이다. (나)에서 Cⁿ⁺의 양을 3k mol, (다)에서 Cⁿ⁺의 양을 6k mol이라 하면 B³⁺은 각각 6k mol, 4k mol이다.

B³⁺은 2k mol이 반응해 Cⁿ⁺ 3k mol이 생성되었으므로 n=2이다.

과정	양이온의 양(mol)	
	B ³⁺	C ⁿ⁺
(나)	6k	3k
(다)	4k	6k

▶ (가), (나) 분석

A²⁺이 반응해 C²⁺이 생성되었다. 따라서 (가)에서 A²⁺과 B³⁺의 양은 각각 3k mol, 6k mol이다. (가)에서 총 9mol의 양이온이 들어 있으니 k=1이다.

Ⅰ 선지 판단

- ㄱ. x:y=1:2이다. (×)
- ㄴ. n=2이다. (○)
- ㄷ. (다) 과정 후 B³⁺의 양은 4mol이다. (○)

06

답 : ①

comment

금속 반응 = 전하량 보존 개념이 들어간 양적 관계 문제

Ⅰ 상황 분석

A²⁺과 B³⁺이 남았다는 것은 넣어준 C wg이 모두 반응했다는 것이다.

▶ 양이온 수 분석

넣어 준 C wg이 각각 ‘모두’ 반응했으니 Cⁿ⁺의 양은 I과 II에서 같다. 반응 후 Cⁿ⁺의 양의 양을 2k mol이라 하면, 양이온의 양은 다음과 같다.

실험	반응 후 양이온의 양(mol)		
	A ²⁺	B ³⁺	C ⁿ⁺
I	k	0	2k
II	0	2k	2k

▶ 전하량 보존

반응 전 양이온의 전하량 총합은 I:II=2:3이다. 따라서 반응 후 전하량 총합도 2:3이다.

→ 2 + 2n : 6 + 2n = 2 : 3이고, n = 3이다.

II에서 B³⁺이 반응해 C³⁺이 생성됐으니 반응 전후 전체 양이온 양은 같다. 따라서 k=2이다.

Ⅰ 선지 판단

- ㄱ. C는 산화되므로 환원제이다. (○)
- ㄴ. n=3이다. (×)
- ㄷ. I에서 반응 후 A²⁺의 양은 2mol이다. (×)

07

답 : ②

comment

- 1) 2024학년도 6모에서도 '석출된 금속'이라는 표현이 쓰였습니다. 옛날 표현이라는 생각은 금물.
- 2) 금속(양이온)의 반응, 생성 몰비 = 전하량의 역수비

Ⅰ 상황 분석

(나)에서 A만 석출되었다. 즉, A^{a+} 이 B^{b+} 보다 더 환원이 잘되려한다. (반응성 $B > A$)

(나)에서 A만 석출되었으니 (가)와 (나) 과정 후 B^{b+} 의 양은 변하지 않는다.

▶ (나), (다) 분석

넣어 준 C가 '모두' 반응했으니 C^{c+} 의 양은 (나)와 (다)에서 각각 3mol, 6mol이다. (다)에서 전체 양이온이 9mol이므로, B^{b+} 이 3mol이다.

(다)에서 석출된 A와 B의 몰수는 같다. 즉, 반응한 A^{a+} 과 B^{b+} 의 양이 같다. 이 반응한 양을 x 라 두면 각 과정 후 양이온의 양은 다음과 같다.

과정	반응 후 양이온의 양(mol)		
	A^{a+}	B^{b+}	C^{c+}
(가)	?	$3+x$	0
(나)	x	$3+x$	3
(다)	0	3	6

⇒ (나)에서 전체 양이온의 양이 10mol이므로, $x=2$ 이다.

▶ 전하량 구하기

(나)에서 A^{a+} 6mol이 반응해 C^{c+} 3mol이 생성되었다.
→ $a=1, c=2$ ($a \sim c$ 는 3이하 자연수)

(다)에서 C 3mol 중 1mol은 A^+ 2mol과 반응하였다.
나머지 C 2mol이 B^{b+} 2mol과 반응하였다. → $b=2$

∴ (나)에서 반응이 완결된 후 $\frac{B^{b+} \text{의 양(mol)}}{A^{a+} \text{의 양(mol)}} \times b = \frac{5}{2} \times 2 = 5$

08

답 : ④

comment

고체 금속의 질량을 통해 금속의 원자량을 묻는 문제가 출제될 수 있다.

Ⅰ 상황 분석

반응 후 A^{2+} 과 B^{n+} 이 남았으니 넣어 준 C 6mol이 각각 모두 반응하였다.

▶ 양이온의 양 구하기

넣어 준 C 6mol이 모두 반응했으니 비커 속 양이온의 양을 정리하면 다음과 같다.

비커	반응 후 양이온의 양(mol)		
	A^{2+}	B^{n+}	C^{m+}
I	3	0	6
II	0	4	6

⇒ A^{2+} 과 C^{m+} 이 1:2로 반응, 생성되니 $m=1$ 이다.

B^{n+} 과 C^{m+} 이 1:3으로 반응, 생성되니 $n=3$ 이다.

▶ 원자량 구하기

석출된 금속의 양은 A 3mol, B 2mol이다. 석출된 금속의 질량비는 $A : B = 15 : 8$, 몰비는 $3 : 2$ 이므로 원자량 비는 $A : B = 5 : 4$ 이다.

$$\therefore \frac{B \text{의 원자량}}{A \text{의 원자량}} \times \frac{n}{m} = \frac{4}{5} \times \frac{3}{1} = \frac{12}{5}$$

09

답 : ④

comment

- 1) ㄱ의 원본 선지 : 반응성은 C가 A보다 크다.
- 2) 반응성 개념을 알고 있다면, 그래프 y축의 숫자를 모두 지워도 풀 수 있고, x축의 숫자를 모두 지워도 풀 수 있다. 한번 도전해보자.

Ⅰ 상황 분석

B가 반응할 때 그래프가 한번 꺾인다. B는 A이온, C이온과 모두 반응한다는 것이고, 그래프가 꺾일 때 두 이온 중 하나가 모두 반응해 사라졌다. (B가 A, C보다 산화 잘된다.)

A도 반응이 일어난다. B가 A보다 산화가 잘되니 A와 B이온은 반응할 수 없고, A와 C이온이 반응한 것이다. (A가 C보다 산화 잘된다, 반응성 B>A>C)

▶ A 그래프 분석

A 1.5N개가 C의 이온 3N개와 반응했다.
 → 각 이온의 산화수 a,b,c라 하면, a:c=2:1
 ✓ 처음 C의 이온이 3N개라는 것이 주어지지 않아도 A가 N개 반응할 때 전체 이온이 N개 감소한 것을 통해 반응비가 1:2임을 알 수 있다.

▶ B 그래프 분석

P 지점까지 B N개가 C의 이온 3N개와 반응했다.
 → b:c=3:1
 P 지점 이후 B 2N개가 A의 이온 3N개와 반응했다.
 → a:b=2:3

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. C의 양이온은 산화제로 작용한다. (×)
- ㄴ. 양이온의 전하는 A : B = 2 : 3 (○)
- ㄷ. P까지 A의 양이온은 반응하지 않기에 계속 3N개이고, B의 양이온은 처음 존재했던 양이온 3N개 + 반응해서 생성된 이온 N개로 총 4N개이다. $\frac{B^{b+}의 수}{A^{a+}의 수} = \frac{4}{3}$ (○)

10

답 : ③

comment

반응을 했는데도 전체 양이온의 양이 일정하다는 것은...?

Ⅰ 상황 분석

P까지는 A 3N mol과 B^{b+}이 반응한다. 이후 A 6N mol과 C^{c+}이 반응한다. 반응이 완결된 후에는 A^{a+} 만 남아있다.

▶ P 이후 그래프 분석

반응이 완결된 후 양이온 14N mol은 모두 A^{a+}의 양이다. P에서부터 생성된 A^{a+}이 6N mol이니 P에서 A^{a+}의 양은 8N mol이다. P에서 $\frac{C^{c+}의 양}{A^{a+}의 양} = \frac{1}{4}$ 이니, C^{c+}은 2N mol이다.
 → A 6N mol과 C^{c+} 2N mol이 반응했으니 a:c=1:3

▶ P 이전 그래프 분석

A와 B^{b+}이 반응할 때 전체 양이온의 양이 일정하므로 두 양이온의 전하량은 같다. → a:b=1:1

P에서 전체 양이온의 양이 10N mol이므로, x=10이고, P까지 A 3N mol이 반응했으므로 처음 용액 속 B^{b+}의 양도 3N mol이다.

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. A는 환원제로 작용한다. (○)
- ㄴ. $x \times \frac{b}{c} = 10 \times \frac{1}{3} = \frac{10}{3}$ (×)
- ㄷ. (가)에 들어 있는 양이온의 양(mol)은 각각 A^{a+} 5N, B^{b+} 3N, C^{c+} 2N이다. (○)

11

답 : ②

comment

1) 원본 문제에서는 “A^{a+}은 C와 반응하지 않았다.” 대신 “(가)에서 수용액 속 이온 수는 A^{a+}>B^{b+}이다.” 였지만 반응성에 대한 추론이 짝어 이렇게 수정했습니다.

2) “~는 3이하의 자연수이다.” 같은 조건이 주어진 경우 정수임을 꼭 활용해야하는 문제일 수 있습니다. (일명 정수 논리)

Ⅰ 상황 분석

A^{a+}은 C와 반응하지 않으니 A^{a+}의 수는 계속 일정하다.

▶ 양이온 수 변화량 이용

B^{b+}이 반응해 C²⁺이 생성될 때, 전체 양이온 수는 감소한다. 즉, 생성된 양이온의 전하량이 더 크다. b는 자연수이므로, b=1이다.

B^{a+}과 C²⁺의 반응은 [1가 + 2가] 반응이므로, 1회 반응시 양이온이 1만큼 감소한다. (나) 과정에서 양이온 수가 2N 감소했으므로, 2회 반응했고, B^{a+} 4N과 C 2N이 반응하였다. (다) 과정에서 양이온 수가 0.4N 감소했으므로 0.4회 반응한 것이고, B^{a+} 0.8N과 C 0.4N 이 반응하였다.

→ C wg은 2N개이고, (다) 과정 후 C가 1.6N개 남았으므로 $x = \frac{4}{5}wg$ 이다.

(가)에서 B^{a+}이 4.8N개이므로, A^{a+}은 7.2N개이다.

$$\therefore \frac{\text{(다) 과정 후 } C^{2+} \text{ 수}}{\text{(나) 과정 후 } A^{a+} \text{ 수}} \times x = \frac{2.4N}{7.2N} \times \frac{4}{5}w = \frac{4}{15}w$$

12

답 : ③

comment

전하량 보존으로도 풀리지만, 이런 상황에선 양이온 수의 변화량을 이용할 줄 알았으면 좋겠다.

Ⅰ 상황 분석

(다) 과정 후 금속 B가 남았으니 A²⁺이 모두 반응하고 B³⁺만 존재할 것이다.

solution1 :

▶ 양이온 수 변화량 이용

(나) 과정에서 B가 wg 반응하고, (다) 과정에서 $\frac{1}{3}wg$ 반응했으므로 양이온 수의 변화량은 3:1이다. (가) → (다)에서 전체 2.4N 감소했으므로 x는 10.2이다.

[2가 + 3가] 반응이므로 1회 반응시 양이온 수가 1만큼 변화한다. (나) → (다)에서 전체 양이온이 0.6N 감소했으므로 A²⁺이 1.8N반응한다. 따라서 (나) 과정 후 A²⁺은 1.8N이다.

(다) 과정 후 B³⁺ 수는 9.6N이고, (가) → (다)에서 B³⁺ 4.8N 이 생성되었으므로, (가)에서 B³⁺ 수는 4.8N이다.

solution2 :

▶ 전하량 보존

(다) 과정 후 남은 이온은 B³⁺뿐이므로, 양이온의 전하량 총합은 $3 \times 9.6N = 28.8N$ 이다.

(가)에서 12N이 모두 A²⁺이라면, 전하량 총합은 24N이다. 실제 전하량과 4.8N차이나므로, (가) 과정 후 B³⁺은 4.8N개이다.

(나)에서 전체 양이온 수는 10.2N인데 전하량 총합은 28.8N이다. 만약 10.2N이 모두 B³⁺이라면 전하량 총합은 30.6N으로 실제보다 1.8N 많으므로 (나) 과정 후 A²⁺은 1.8N개이다.

Ⅰ 선지 판단

ㄱ. A²⁺은 산화제로 작용한다. (○)

ㄴ. x=10.2 (×)

ㄷ. $\frac{\text{(나) 과정 후 } A^{2+} \text{ 수}}{\text{(가) 과정 후 } B^{3+} \text{ 수}} = \frac{1.8N}{4.8N} = \frac{3}{8}$ (○)

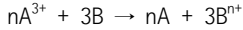
13

답 : ㉔

comment

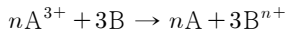
이상하게 잘 안 풀릴 수 있는 문제이다. 이 문제가 어려웠다면 가장 큰 이유는 '전하량 보존'만으로 풀리지 않기 때문이다. 그리고 전하량 보존만으로 풀기 어려운 이유는 반응 후 고체 금속에 대한 자료가 주어졌기 때문이다.

이렇게 고체 금속의 양에 대한 자료가 낫설다면 처음에는



같이 금속 반응의 반응식을 쓰고, 쉬운 양적관계 문제를 푼다는 생각으로 접근하면 체감 난이도가 낮아질 것이다.

Ⅰ 상황 분석



▶ 반응량의 비 찾기

금속 A는 생성물이다. 생성물의 양이 (가)가 (나)의 2배이므로 반응량은 (가):(나) = 2:1이다. 반응 전 반응물의 양은 A³⁺이 1:2, B가 3:1이므로, (가)에서 A³⁺이, (나)에서 B가 모두 반응하였다.

▶ 전하량 보존

생성된 Bⁿ⁺의 양이 2:1이다. (가)에서 Bⁿ⁺이 2N개이므로, (나)에서는 Bⁿ⁺이 N개, A³⁺이 2N개다.

반응 전 양이온의 전하량 총합은 (가):(나)=1:2이므로 반응 후 전하량 총합도 1:2이다.

$$\rightarrow 2 \times n : (2 \times 3) + (1 \times n) = 1 : 2 \text{ 이고, } n = 2 \text{ 이다.}$$

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. n=2이다. (○)
- ㄴ. (가)에서 B는 xg 남아 있다. (○)
- ㄷ. (나)에서 반응 후 A³⁺ 2N개, Bⁿ⁺ N개이다. (○)

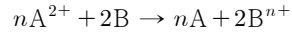
14

답 : ㉔

comment

까다로운 문제지만, 역시나 쉬운 양적관계 문제를 푼다는 생각으로 접근한다면, 한계 반응물을 찾는 것도, 양이온 수를 구하는 것도, 원자량 비를 구하는 것도 생각보다 할 만하다.

Ⅰ 상황 분석



▶ 반응량의 비 찾기

금속 A는 생성물이다. 석출된 A의 질량이 1:2이므로 반응량도 1:2이다.

반응 전 A²⁺의 양은 2:3, B의 양은 1:2이므로, 한계 반응물은 I 과 II에서 모두 B이다.

▶ 양이온의 변화량 이용

반응량이 1:2이니 전체 양이온 수의 변화량도 1:2이다. 반응 전 전체 양이온의 양은 I:II=2:3이다. 각각 2k, 3k라 하고, 양이온의 변화량을 t, 2t라고 하면, 2k+t=7N, 3k+2t=12N 이고, 연립하면 k=2N, t=3N이다.

✓ 양적 관계 풀 때처럼 반응량을 맞추기 위해 실험1을 2배해주는 것도 좋다.

반응 후 양이온의 양이 증가했으므로, Bⁿ⁺의 산화수는 A²⁺보다 작고, n은 3이하의 자연수이므로, n=1이다.

이를 통해 I, II의 반응을 정리하면 다음과 같다.

I	A ²⁺	+ 2B	→	A	+ 2B ⁺
	4N	6N			
	-3N	-6N		+3N	+6N
	N	0		3N	6N

II	A ²⁺	+ 2B	→	A	+ 2B ⁺
	6N	12N			
	-6N	-12N		+6N	+12N
	0	0		6N	12N

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. I에서 A²⁺은 남아있다. (×)
- ㄴ. n=1이다. (○)
- ㄷ. B 6Nmol의 질량이 6wg이고, A 3Nmol의 질량이 5wg이므로, 원자량은 A : B = 5:3이다.(○)

15

답 : ②

comment

- 1) 온라인 상에 올라온 이번 6모의 해설 강의, 해설지 등에서도 꽤 많은 사람들이 ㉠과 ㉡을 매칭할 때 얼렁뚱땅하게 넘어가거나 표의 값에 바로 N을 붙이는 논리적 비약을 범하였다.
- 2) {고체 금속 + 금속 양이온}은 일정 논리를 직접적으로 출제한 문제이다. → 전하량 보존만 알면 된다는 옛말!

▶ ㉠, ㉡ 매칭하기

solution1 : 전체 {고체 금속 + 양이온} 일정

반응 전 금속 양이온과 고체 금속의 양의 총합은 8Nmol이므로, 반응 후 모든 금속 양이온과 고체 금속의 양의 합도 8Nmol이다. 따라서 표의 상댓값 3, 3, 2는 실젯값으로 각각 3N, 3N, 2N이다.
 B가 모두 Bⁿ⁺이 되었으니 Bⁿ⁺의 양은 3Nmol이고, ㉠=Bⁿ⁺, ㉡=A이다.

solution2 : A, B의 {고체 금속 + 양이온} 일정

{A + A³⁺}의 양과 {B + Bⁿ⁺}의 양은 각각 일정하다. 반응 전 {A + A³⁺} : {B + Bⁿ⁺} = 5:3이므로, 반응 후에도 5:3이다. 이를 만족하려면 ㉠=Bⁿ⁺, ㉡=A이다.

▶ n 구하기

solution1 : 반응 비율 이용

A³⁺ 2Nmol이 반응하여 Bⁿ⁺ 3Nmol이 생성되었으니 n=2이다.

✓ 또는 생성물의 생성 몰비가 A:Bⁿ⁺=2:3이니, n=2

solution2 : 전하량 보존

양이온의 전하량 총합은 일정하다. 5×3=2×3 + 3×n 이고, n=2이다.

▮ 선지 판단

- ㄱ. A³⁺은 환원되었으니 산화제이다. (×)
- ㄴ. ㉠은 Bⁿ⁺이다. (○)
- ㄷ. n=2이다. (×)

16

답 : ③

comment

{고체 금속 + 금속 양이온}은 일정

▮ 상황 분석

A³⁺과 B가 반응하는 반응이다. 다만 금속 A도 같이 넣어 준다는 것에 주의해야겠다. (만약 B만 넣는다면 반응 후 A:B²⁺=2:3이지만, 지금은 성립×)

▶ ㉠, ㉡, ㉢ 매칭하기

반응 전 금속 양이온과 고체 금속의 양의 총합은 18Nmol이므로, 반응 후 모든 금속 양이온과 고체 금속의 양의 합도 18Nmol이다. 따라서 표의 상댓값 2, 3, 7은 실젯값으로 각각 3N, 4.5N, 10.5N이다.

A³⁺가 반응하니 반응 후에는 처음 양인 6N보다 적게 있을 것이다. 따라서 A³⁺은 ㉠, ㉡ 중 하나이다.

만약 A³⁺=㉢이라면, A³⁺은 1.5N만큼 반응했고, B²⁺은 2.25N 생성되어야하니 모순이다. 따라서 A³⁺=㉠이다.

A³⁺이 3N 반응했으니 B²⁺은 4.5N 생성되었고, B²⁺=㉢이다.

✓ 이외에도 다양한 논리로 매칭 할 수 있다. 그냥 전하량 총합 18N이 되는 조합을 찾아보는 것도 좋은 방법이다. A³⁺이 다 반응해도 전체 양이온 양은 9N이니 양이온 양은 6~9N 사이이고, ㉠과 ㉢이 양이온이다. 같은 논리도 가능하다.

▮ 선지 판단

- ㄱ. A³⁺은 환원되었으니 산화제이다. (○)
- ㄴ. ㉠은 A³⁺이다. (×)
- ㄷ. 반응 후 B²⁺이 4.5Nmol이므로, 넣어 준 금속 B의 양도 4.5Nmol이다. 따라서 넣어 준 A의 양은 7.5Nmol이고, A와 B의 몰비는 5:3이다. (○)

17

답 : ①

comment

주어진 상황이 굉장히 특이한 문제이다. 이렇게 낯선 상황일수록 쓸거는 쓰면서 상황을 정리하는 태도가 시험장에선 중요하다. 이 문제도 상황 정리만 잘하면 반 이상 온 것이다.

핵심 논리는 결국 {고체 C + C의 양이온}이 일정하다는 것.

Ⅰ 상황 분석

	C(s)	I 양이온	II 양이온
(가)	C(s)	A ^{a+}	B ^{b+}
(나)	C(s)	C ^{c+}	B ^{b+}
(다)	C(s)	C ^{c+}	C ^{c+}

1. (가)에서 II와 (나)에서 II의 양이온의 양은 같다.
2. (나)에서 I과 (다)에서 I의 양이온의 양은 같다. (반응참여x)
3. (가)에서 C(s)의 양 = (나)에서 C(s) + I의 양이온
= (다)에서 C(s) + I의 양이온 + II의 양이온 이다.

▶ C + C의 양이온 일정 이용

(나) 과정 후 C(s)의 양 중 일부는 B^{b+}을 환원시키고 C^{c+}이 되었고, 나머지는 반응하지 않고 남아있다. 즉, (나) 과정 후 C(s)의 양 = (다) 과정 후 C(s)의 양 + II의 양이온[C^{c+}]이다.

표에서 (나)의 C(s)=7, (다)에서 C(s) + II의 양이온 = 7이므로, 표의 (나)와 (다)에서 몰수 스케일이 같다.
→ (나)에서 C(s) = 7N mol이라 하고 정리하면 다음과 같다.

과정	반응 후 양(mol)		
	C(s)	I의 양이온	II의 양이온
(가)	5kN	A ^{a+} kN	B ^{b+} 2N
(나)	7N	C ^{c+} yN	B ^{b+} 2N
(다)	6N	C ^{c+} 3N	C ^{c+} N

⇒ (나)에서 I의 양이온 = (다)에서 I의 양이온 이므로 y=3
(가)에서 C(s) = (나)에서 C(s) + I의 양이온 이므로 k=2
→ x=1

▶ a, b 구하기

I에서 반응 전후 양이온 수를 비교하면 a:c=3:2이다.
II에서 반응 전후 양이온 수를 비교하면 b:c=1:2이다. a와 b는 3이하의 정수이므로 a=3, b=1이다.

$$\therefore \frac{x \times y}{a} = \frac{1 \times 3}{3} = 1$$

18

답 : ①

comment

15번과 17번을 짝붙시킨 문제. 역시나 {고체 금속 + 양이온} 일정이 핵심 논리이다. 또한 고체 금속과 양이온 사이에서도 반응/생성 몰비가 산화수의 역수비임에 익숙해지자.

Ⅰ 상황 분석

A(s)와 B(s)가 모두 산화되었으므로, 반응 후 비커 I에는 C, C³⁺, A²⁺이, 비커 II에는 C, C³⁺, B⁺이 들어 있다. 또한 같은 부피의 C³⁺(aq)을 넣었으므로, 반응 후 I과 II에서 {C(s) + C³⁺}의 양은 같다.

▶ {C + C³⁺} 일정

넣어 준 C³⁺(aq)의 부피가 같으므로, I과 II에서 {C(s) + C³⁺}의 양이 같다. 따라서 {a + a} = {5b + 3b}이고, a = 4b이다.
→ a=4N, b=N으로 놓자.

비커		I	II
금속 또는 양이온의 양	C ³⁺	4N	3N
	C(s)	4N	5N
	A ²⁺ or B ⁺	A ²⁺ ?N	B ⁺ ?N

▶ 양이온의 양 구하기

A와 C³⁺의 반응은 [2가 + 3가] 반응이다. 따라서 C 2몰이 생성될 때 A²⁺ 3몰이 생성된다.
→ (나)에서 C 4N이 생성되었으니 A²⁺ 6N이 생성되었다.

B와 C³⁺의 반응은 [1가 + 3가] 반응이다. 따라서 C 1몰이 생성될 때 B⁺ 3몰이 생성된다.
→ (다)에서 C 5N이 생성되었으니 B⁺ 15N이 생성되었다.

비커		I	II
금속 또는 양이온의 양	C ³⁺	4N	3N
	C(s)	4N	5N
	A ²⁺ or B ⁺	A ²⁺ 6N	B ⁺ 15N

Ⅰ 선지 판단

1. a=4b이다. (○)
2. (가)에서 A(s)는 6N, B(s)는 15N으로 B가 A의 2.5배이다. (×)
3. (다) 과정 후 전체 양이온의 양은 I에서 10N, II에서 18N이다. (×)

19

답 : ⑤

comment

- 1) 지금까지는 고체 금속 투입에 대해 다루었다면 19년부터는 양이온을 투입하는 문제들이다. 투입한 양이온의 양만큼 전하량 총합이 증가한다는 것에 집중하자.
- 2) 금속 반응에서 “모두 닳아라”를 이용하기 좋은 문제이다. 이 문제로 “모두 닳아라”를 연습, 체화해보자

Ⅰ 상황 분석

A가 모두 산화된 후에 B가 산화되는데, 표에서 B³⁺이 항상 존재하니 A는 이미 모두 산화된 것이다. 즉, 표에서 A²⁺의 양은 계속 일정하다.

또한, C⁺을 같은 양 3번 첨가하니 양이온의 전하량 총합은 (가):(나):(다) = 1 : 2 : 3이다.

▶ 전하량의 총합 찾기

(가) → (나)에서 A²⁺수는 일정하고 B³⁺만 증가한다. 즉, B³⁺이 5만큼 늘어났다. → C⁺(aq) VmL 투입시 전하량이 15만큼 늘어난다. = VmL에 C⁺ 15개 들어있다.
 ⇒ 각 과정 후 전하량의 총합은 15, 30, 45이다.

▶ 양이온 수 비율 찾기

(가) 과정 후 양이온 수 6개가 모두 A²⁺이라면, 전하량 총합은 12이다. 실제 전하량 총합보다 3 부족하니 (가)에서 B³⁺은 3개 들어 있다. (A²⁺은 3개)

solution1 : (다) 과정 후 전체 이온에서 전하량 보존

(다) 과정 후 양이온 수 24개 중 A²⁺은 3개이다. 즉, B³⁺과 C⁺이 합해서 21개이고, 두 이온의 전하량 총합은 39이다. 21개가 모두 B³⁺이라면 전하량 합은 63이므로 실제 전하량 합보다 24만큼 많으니, C⁺이 12개 들어 있고, B³⁺은 9개이다.

solution2 : (나)→(다)에서 생성된 양이온 이용

(나) → (다)에서 늘어난 이온 수(B³⁺과 C⁺)가 13개, 늘어난 전하량 총합이 15이다. 13개가 모두 C⁺이라면, 전하량 총합이 13으로 실제 전하량 총합보다 2 부족하니 B³⁺이 1개 생성되었고, C⁺은 12개 생성되었다.

✓ 반응 전후 전체 이온 수에서 전하량 보존도 가능하지만, 솔루션2 같이 그 반응에서 반응한 전하량 합=생성된 전하량 합이기에 전체 전하량이 보존됨을 이용할 수도 있다.(산화 환원에서 전하량 보존을 써도 되고, 산화수법을 써도 되는 것과 비슷)

∴ 처음 들어 있던 A는 3개, B는 9개이다.

20

답 : ①

comment

현 교육 과정에서 양이온 투입이 나온다면 가장 출제될 가능성이 높은 형태로, 양이온 투입의 기본?! 같은 문제이다. 이 정도 문제는 쉽게 풀 수 있도록 연습하자.

Ⅰ 상황 분석

A가 모두 산화된 후에는 넣어 준 B³⁺의 양만큼 양이온의 양이 늘어나는 것이다.

▶ 전하량의 총합 찾기

I에서 반응 후 양이온의 전하량 총합은 6N이다. 즉, B³⁺(aq) 10mL에 들어 있는 B³⁺의 양은 2N mol이다.

▶ 양이온 수 비율 찾기

II에서 양이온의 전하량 총합은 15N이다. 만약 7N mol이 모두 A²⁺이라면 전하량 총합은 14N으로 실제 전하량 총합보다 N 부족하니 B³⁺의 양이 N mol, A²⁺이 6N mol이다.

▶ V 구하기

II → III에서 증가한 양이온의 양은 전부 B³⁺이 증가한 것이다. B³⁺이 5N mol 증가했으므로 II에 비해 III에서 B³⁺(aq)을 25mL 더 넣은 것이다. ⇒ V=50

Ⅰ 선지 판단

ㄱ. B³⁺은 산화제이다. (○)

ㄴ. II에서 반응 후 A²⁺이 6N mol, B³⁺이 N mol이다. (×)

ㄷ. V=50이다. (×)

21

답 : ②

comment

19번 문제(같은 해 6모)와 비교해보면 매우 비슷한 문제임을 알 수 있다. 19, 20번의 고난도 문제도 6, 9모가 직접적으로 연계될 수 있음을 보여준 사례

Ⅰ 상황 분석

A가 모두 산화된 후에 B가 산화되는데, 표에서 B⁺이 항상 존재하니 A는 이미 모두 산화된 것이다. 즉, 표에서 A^{m+}의 양은 계속 일정하다.
양이온의 전하량 총합은 I : II : III = 2 : 3 : 5이다.

▶ 전하량의 총합 찾기

I → II에서 A^{m+}수는 일정하고 B⁺만 증가한다. 즉, B⁺이 6N만큼 늘어났다. → C²⁺(aq) 0.5L 투입시 전하량이 6N만큼 늘어난다. = 0.5L에 C²⁺ 3N개 들어있다.
⇒ 각 과정 후 전하량 총합은 각각 12N, 18N, 30N이다.

▶ 양이온 수 비율 찾기

I에서 6N개가 모두 B⁺이라면 전하량 총합은 6N으로 실제 전하량보다 6N 부족하다. 이 차이를 보정하려면 전하량은 A^{m+}이 더 커야하니 m=2 또는 3인데, m=2이라면 6N개가 모두 A²⁺이 돼야 해서 모순이다. 따라서 m=3이고, 전하량이 6N 부족하니 A³⁺은 3N개이다.
✓ 양이온 수는 6N, 전하량 총합이 12N이므로, 전체 양이온의 평균 전하량이 +2이다. 라는 관점으로 m=3, 몰비가 A³⁺:B²⁺=1:1임을 구할 수도 있다.

▶ B⁺수는 C²⁺수의 5배이다. 이용

III에서 A³⁺은 3N개이므로, B⁺과 C²⁺의 전하량 합은 21N이다. B⁺이 C²⁺의 5배이므로, 각각 5kN개, kN개로 놓으면 전하량 합이 7kN이므로, k=3이다.
→ x = 3 + 15 + 3 = 21

$$\therefore \frac{x}{m} = \frac{21}{3} = 7$$

22

답 : ③

comment

23학년도 수능에서 A²⁺에 B, C를 차례로 투입하였다. 반대로 A에 B⁺과 C⁺을 차례로 투입하는 것도 가능하지 않을까 싶어 출제해봤다.

Ⅰ 상황 분석

(나), (다) : A와 B²⁺의 반응
(라) : B와 C³⁺의 반응
→ (라) 과정 후 B가 남지 않았기에 넣어 준 B²⁺이 모두 이온 상태로 존재한다.

▶ (나), (다) 분석

양이온의 전하량 총합은 (나):(다) = 1:2이다. (나)에서 전하량 총합은 8m이다. 따라서 (다)에서 전하량 총합은 16m이다. (다)에서 14N이 모두 A^{m+}이라면, 전하량 총합은 14m인데, A^{m+}을 B²⁺으로 바꿀 때 전하량 총합이 증가해야하므로 m < 2이고, m은 3이하의 자연수이므로 m=1이다.

✓ 별해: 같은 양의 전하량 증가할 때, 생성된 양이온의 양이 (나)에서 8N, (다)에서 6N으로, A^{m+}만 생성될 때보다, B²⁺이 같이 생성될 때 더 적은 이온으로 같은 전하량이 증가하였다. → m < 2이다.

14N이 모두 A⁺이라면 전하량 총합이 2만큼 부족하므로 B²⁺은 2N mol이다.
⇒ B²⁺(aq) 100mL에는 B²⁺ 4N mol 들어있다.

▶ (라) 분석

(다) 과정 후 들어 있던 B가 모두 산화되어 B²⁺이 되었으므로, (라) 과정 후 B²⁺의 양은 B²⁺(aq) 200mL에 들어 있는 B²⁺의 양과 같다. 즉, B²⁺은 8N mol이다. B²⁺이 C³⁺의 2배이므로 C³⁺은 4N mol이다.
→ x = 12 + 8 + 4 = 24

과정	반응 후 양(mol)	
	고체 금속	양이온
(나)	A=4N, B=4N	A ⁺ =8N
(다)	B=6N	A ⁺ =12N, B ²⁺ =2N
(라)	C=?	A ⁺ =12N, B ²⁺ =8N, C ³⁺ =4N

⇒ B 6N mol을 산화시켰으므로 생성된 C는 4N이다. 즉, C³⁺(aq) 100mL에는 C³⁺이 8N mol 들어있다.

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. A는 환원제이다. (○)
- ㄴ. $\frac{x}{m} = \frac{24}{1} = 24$ 이다. (×)
- ㄷ. 100mL에 들어 있는 용질의 양이 B²⁺(aq)과 C³⁺(aq)에서 각각 4N, 8N mol이므로 몰 농도는 C³⁺(aq)이 2배이다. (○)

23

답 : ④

comment

고체 금속도 투입하고, 양이온도 투입하는 상황, 마지막 조건이 특이하기에, 시험장에서는 당황스러울만한 문제이다. 멋지게 푸는 방법도 있겠지만, 당황스러울수록, 기본으로 우직하게 돌아갈 필요가 있다. 결국 양이온 투입은 증가한 전하량 합을 찾는 것이 기본!

Ⅰ 상황 분석

(나) 과정 후 비커에 A와 B가 남아 있을 것이다. 여기에 C^+ 을 넣었을 때 반응 후 금속의 종류가 1가지 즉, C뿐이라는 것은 C^+ 이 A, B를 모두 산화시키고도 남아서 (다) 과정 후 C^+ 이 존재하는 것이다.

▶ 금속 투입 : 전하량 보존

(가) → (나)에서 금속을 투입하니 전하량 총합은 일정하다. → $6a=4b$ 이므로 $a=2$, $b=3$ 이고, 전하량 총합은 $12N$ 이다.

▶ 양이온 투입 : 추가한 만큼 전하량 합 증가

(다)에서 A가 모두 산화되어 A^{2+} 이 되었다. 이 A^{2+} 의 수는 (가)에서 존재했던 모든 A^{2+} 의 개수와 같으므로 $6N$ 개 존재한다.

양이온을 추가하는 상황이니 늘어난 전하량을 확인해야한다. 넣어 준 C^+ 의 수(100mL에 들어 있는)를 $4kN$ 개로 두자. (다) 과정 후 용액 속 C^+ 수는 kN 개이고, 전체 양이온이 $15N$ 이니 B^{3+} 은 $(9-k)N$ 개이다.

(다) 과정 후 양이온 수(N)	A^{2+} 6	B^{3+} $9-k$	C^+ k
-------------------	---------------	-------------------	------------

전하량 총합은 $12N$ 에서 $4kN$ 추가됐으니 $(12+4k)N$ 이다. (다)에서 전하량 총합을 구하면, $\{12 + (27-3k) + k\}N$ 이다. → $12 + 4k = 39 - 2k$ 이고, $k=4.5$ 이다.

✓ 별해: (다)에서 A^{2+} 의 전하량 합이 기존의 전하량 총합인 12 이므로, 추가된 전하량 $4k$ 를 B^{3+} 과 C^+ k 개가 나눠가지려면 B^{3+} 도 k 개이다.

∴ $C^+(aq)$ 100mL에는 C^+ $4kN$ 개 즉, $18N$ 들어 있다.

24

답 : ③

comment

부피 V가 정수가 아니라고 당황하면 안 된다. 21학년도 9모 중화 반응에서 이미 $V=20/3$ 으로 출제된 적 있다.

Ⅰ 상황 분석

(가) → (나)에서는 전하량 총합이 보존될 것이고, (나) → (다)에서는 전하량 총합이 증가할 것이다.

▶ (나) 분석

(가) → (나)에서 A^{+} 과 B^{+} 의 반응/생성 몰비가 1:3이므로, $a:b=3:1$ 이다. ($a=3$, $b=1$ 로 두자.)

(나)에서 양이온의 전하량 총합은 $6N$ 이다.

▶ (다) 분석

넣어 준 A^{3+} 의 양을 $2kN$ mol로 두면, 이 중에서 kN mol이 환원되고, kN mol이 남았다. A^{3+} kN mol이 반응하면 B^+ $3kN$ mol이 생성되므로, (다) 과정 후 수용액에 A^{3+} kN mol, B^+ $(6+3k)N$ mol이 존재한다. 전체 이온의 양은 $12N$ mol이므로 $6+4k=12$, $k=1.5$ 이다.

x M $A^{3+}(aq)$ 100mL에 들어 있는 A^{3+} 의 양이 $3N$ mol이다. (가)에서 $A^{3+}(aq)$ V mL에 들어 있는 A^{3+} 의 양이 $2N$ mol이므로 $V = \frac{200}{3}$ 이다.

Ⅰ 선지 판단

ㄱ. B는 환원제이다. (○)

ㄴ. $V = \frac{200}{3} > 60$ 이다. (○)

ㄷ. (다) 과정 후 B^{+} 은 $10.5N$ mol 존재한다. (×)

25

답 : ④

comment

- 1) 2020학년도에는 금속 반응이 6,9,수능 모두 주입형으로 출제 되었다.
- 2) 원본 문제에는 “C^{c+}은 A와 반응하지 않는다.” 조건이 없었지만, 반응성에 대한 추론을 낮추기 위해 추가했다.

Ⅰ 상황 분석

(나) 과정 후 2종류의 고체 금속이 존재하니 A^{a+}이 모두 환원되고, A, B가 남았다. C^{c+}은 A와 반응하지 않으니 그래프가 꺾이기 전까지는 C^{c+}과 B가 반응하고 이후로는 C^{c+}이 들어간 만큼 양이온이 늘어난 것이다.

▶ (나) 분석

전체 양이온 수가 9N에서 6N이 되었으니 [2가 + 3가] 반응이고, a=2, b=3이다. 반응 후 B³⁺이 6N개 존재한다.

▶ (다) 분석

C^{c+(aq)} 4mL 까지는 B와 반응하고, 이후에는 반응 없이 넣어준 C^{c+}만큼 양이온이 증가한다. 4 → 20mL에서 양이온이 24N개 증가했으니 C^{c+(aq)} 4mL에는 C^{c+} 6N개 존재한다. C^{c+} 6N개가 반응해 B³⁺이 2N개 생성되었으니 c=1이다.

A^{a+(aq)} 10mL에 양이온 9N개 들어 있고, C^{c+(aq)} 4mL에는 양이온 6N개 들어 있으니 단위 부피당 양이온 수는 A^{a+(aq)} : C^{c+(aq)} = $\frac{9}{10} : \frac{6}{4} = 3 : 5$ 이다.

$$\therefore c \times \frac{\text{단위 부피당 } A^{a+} \text{ 수}}{\text{단위 부피당 } C^{c+} \text{ 수}} = 1 \times \frac{3}{5} = \frac{3}{5}$$

26

답 : ②

comment

석출된 A의 양 = 반응한 A^{a+}의 양

Ⅰ 상황 분석

(다)에서 4mL까지는 B와 A^{a+}이 반응하고, 이후에는 반응 없이 들어간 A^{a+}만큼 양이온이 증가한다.

▶ (나) 분석

석출된 A의 양이 18Nmol → A^{a+}이 18Nmol 반응해 B^{b+} 6Nmol 생성 → a:b=1:3

▶ (다) 분석

4mL까지는 A^{a+}이 3k mol 들어가면 A^{a+} 3k mol이 반응해 B^{b+} k mol 생성되어 전체 양이온은 k mol 증가한다. 4mL 이후에는 A^{a+}이 3k mol 들어가면 전체 양이온도 3k mol 증가한다.

A^{a+(aq)} 4mL에 들어 있는 A^{a+}의 양을 3x mol이라 하면, 0~4mL에서 전체 양이온이 x mol 증가하고, 4~20mL에서 12x mol 증가한다. ⇒ 6N + x + 12x = 32N이고, x = 2N

A^{a+(aq)} 4mL에 A^{a+} 6N mol이 들어 있다. (나)에서 A^{a+(aq)} VmL에 A^{a+} 18N mol 들어 있으니 V=12이다.

$$\therefore \frac{a}{b} \times V = \frac{1}{3} \times 12 = 4$$

27

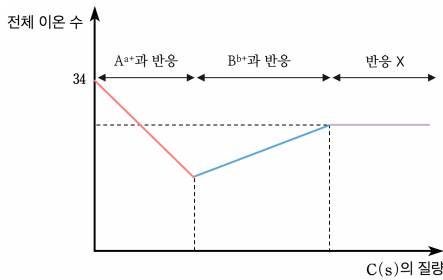
답 : ④

comment

음이온을 포함하여 '전체 이온 수'를 물어본 문제. 풀이 논리가 양적관계에서 전체 기체 부피를 묻는 주입형과 매우 유사하다. 어려운 문제이다. 못 풀었다고 좌절 금지!

Ⅰ 상황 분석

전체 이온 수(양이온 수 + 음이온 수)는 감소하다가 증가한다. C와 A^{a+}이 반응할 때 양이온 수가 감소하고, C와 B^{b+}이 반응할 때 양이온 수가 증가한다. 반응이 모두 완결된 후에는 양이온 수가 변하지 않을 것이다.



▶ 양이온의 증감과 산화 수 관계 이용

C와 A^{a+}이 반응할 때 양이온 수가 감소한다. → $c > a$
 C와 B^{b+}이 반응할 때 양이온 수가 증가한다. → $b > c$
 ⇒ $b > c > a$ 이고, 각각 3이하의 자연수이므로, $a=1, b=3, c=2$ 이다.

▶ 완결점 찾기

0→1, 1→2, 2→3에서 이온 수의 변화량이 각각 -3, -1, +1이니 C 1~2g 투입에서 A^{a+}과의 반응이 완결되었다.

A^{a+}과 C의 반응은 [1가 + 2가] 반응이므로 1회에 양이온 수가 1만큼 변화한다. 0→1에서 이온이 3개 감소했으니, C 1g은 3개임을 알 수 있다.

2→3에서 이온 수는 1증가하였다. C 3개와 B³⁺이 반응할 때 이온 수는 1개 증가하므로, C 3g 넣었을 때 까지도 B³⁺이 남아 있음을 알 수 있다.

넣어 준 C의 질량을 k라 할 때, A^{a+}과 반응 시 전체 이온 수는 $34-3k$ 이고, B³⁺과 반응 시 전체 이온 수는 $k+28$ 이다.
 → $34-3k = k+28$ 의 해는 $k=1.5$ 이므로 C를 1.5g 넣었을 때 A^{a+}과의 반응이 완결되었다.

✓ 양적관계 주입형 문제에서 자신이 쓰는 완결점 찾는 방법으로 찾으면 됩니다. 일명 기울기 내분도 가능합니다.(사실 저는 여기서도 "모두 답이라면"을 씁니다. : 1→2에서 모두 A^{a+}과의 반응이면 이온 수는 -3. C 1g을 B³⁺과의 반응으로 바꿀 때마다 이온 수가 +4된다. 실제로는 전체 이온 수가 -1로 모두 A^{a+}과 반응일 때의 +2가 되어야하니 1g 중 0.5g이 B³⁺과 반응했다.)

▶ 초기 이온 수 구하기

A^{a+}이 C 1.5g=4.5개와 반응했으니 처음 A^{a+}의 수는 9개이다. 처음 B³⁺이 a개이면, A^{a+}로 인한 NO₃⁻은 9개, B³⁺로 인한 NO₃⁻은 3a개이고, 전체 이온 수는 $4a + 18 = 34$ 이다. → $a=4$

▶ x 구하기

B³⁺이 4개로 C 6개와 모두 반응한다. 즉, C 2g과 모두 반응한다. C 1.5g부터 B³⁺이과 반응이 시작되니 C 3.5g일 때 B³⁺이 모두 환원된다. 즉, 4g일 때 전체 이온 수는 C 3.5g일 때 전체 이온 수와 같고, $x=31.5$ 이다.

✓ 수용액은 중성임(양전하량 합=음전하량 합)을 이용할 수도 있다. NO₃⁻이 21개이니 반응이 모두 완결된 후 C²⁺은 10.5개 존재하고 전체 이온 수는 31.5개이다.

$$\therefore \frac{\text{(가)에 존재하는 B}^{b+} \text{ 수}}{\text{(가)에 존재하는 A}^{a+} \text{ 수}} \times x = \frac{4}{9} \times 31.5 = 14$$

28

답 : ③

comment

음이온 수가 출제된다면 양이온 수/음이온 수를 물어볼 가능성이 있다.

Ⅰ 상황 분석

전체 이온 수(양이온 수 + 음이온 수)는 감소하다가 반응이 완결된 후에는 계속 일정할 것이다.

▶ 양이온의 증감과 산화 수 관계 이용

X를 넣어 반응시킬 때, 양이온 수는 감소한다. 즉, 산화수가 더 큰 금속 양이온이 생성된다는 것이고, X는 B(s)이다.

▶ 완결점 찾기

0→1, 1→2에서 이온 수가 각각 2감소, 1감소하였으므로, 1g과 2g 사이에서 반응이 완결되었다.

0→1에서 B(s) 1g당 2Nmol이 감소하였다. 1→2에서 N mol 감소하였으므로 B(s)가 0.5g만 반응하였고, B(s)를 총 1.5g 넣었을 때 반응이 완결되었다.

▶ 전하량 보존, 수용액은 중성 이용

완결된 후 B³⁺과 NO₃⁻만 존재하므로 32Nmol 중 B³⁺=8N, NO₃⁻=24N이다.

처음 35N중 양이온은 11N이고, 양이온의 전하량 합은 모두 24N이다. 11N이 모두 A²⁺이라면 전하량 총합이 22N으로 2N부족하므로 B³⁺=2N, A²⁺=9N이다.

✓ 완결된 후 32N을 이용하지 않고 이온 수를 구해보자. B 1g당 전체 이온이 2N 감소한다. [2가 + 3가] 반응이니 2N 감소는 2회 반응한 것이고, B 1g의 양은 4N이다. 즉, B 6N 넣었을 때 완결이므로 처음 A²⁺은 9N이다.

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. X는 B(s)이다. (○)
- ㄴ. A²⁺=9N, B³⁺=2N이다. (×)
- ㄷ. 1g 넣은 후 A²⁺=3N, B³⁺=6N, NO₃⁻=24N이다. (○)

29

답 : ⑤

comment

고체 금속 자료가 Main으로 출제된 유일한 문제이다. 하지만, {고체 금속 + 양이온} 일정, 양적관계처럼 생각하기 등 가져야 할 기본 태도는 변하지 않는다.

Ⅰ 상황 분석

처음 A^{a+}과 B^{b+} 몰수 합이 9n이다. C yg 반응시 총 고체 금속이 9n몰이므로 이는 A(s)와 B(s)의 양이고, 두 양이온이 딱 반응된 지점임을 알 수 있다.

▶ 고체 금속의 양 분석

0 → w, w → 2w, 2w → 3w 에서 고체 금속이 4n, $\frac{8}{3}n$, $\frac{4}{3}n$ 증가했으므로, w와 2w 사이에서 한 양이온과의 반응이 완결되었다.

같은 양의 C를 산화시킬 때(같은 양의 전자가 이동할 때), 더 많은 금속이 석출될수록 반응한 양이온의 산화수가 작다. 따라서 산화수가 더 작은 B^{b+}이 먼저 C(s)와 반응한 것이다. 또한 같은 양의 C를 산화시킬 때 석출된 금속의 양이 B:A=3:1이므로, 양이온의 산화수는 1:3이다. a와 b는 3이하의 자연수이므로 a=3, b=1이다.

▶ x 구하기

C와 B^{b+}의 반응은 [1가 + 2가] 반응이고, 1회 반응시 B(s)가 2만큼 석출된다. C wg 반응시 고체 금속이 4n몰 증가했으니 2n회 반응이고, C wg의 양은 2n몰이다.

C 2wg 투입시 {전체 고체 금속 + 전체 양이온}의 양은 4n + 9n = 13n몰이므로, $\frac{20}{3}n + x = 13n$ 이다. → $x = \frac{19}{3}n$

▶ y 구하기

C와 A³⁺ 반응시 C wg당 고체 금속이 $\frac{4}{3}n$ 몰 증가한다. 3w → y에서 고체 금속이 n몰 증가했으니 C $\frac{3}{4}wg$ 이 반응했다. → $y = 3w + \frac{3}{4}w = \frac{15}{4}w$

Ⅱ 선지 판단

- ㄱ. b=1이다. (×)
- ㄴ. $x = \frac{19}{3}n$ 이다. (○)
- ㄷ. $y = \frac{15}{4}w$ 이다. (○)

✓ B^{b+}과의 반응 완결점을 구하지 않아도 풀 수 있어 완결점을 구하지 않았지만, 이번에도 다양한 방법으로 완결점을 찾을 수 있으니 직접 찾아보자.

30

답 : ④

comment

전체 고체 금속, 전체 양이온이 동시에 나온다면 당연히 {고체 금속 + 양이온} 일정을 생각해줘야한다.

Ⅰ 상황 분석

비커 속 금속과 양이온이 각각 1종류라는 것은 생성물인 X와 Yⁿ⁺만 남은 완결점을 의미하는 것이다.

▶ 완결점의 위치 찾기

전체 고체 금속의 양의 그래프는 0에서 시작해 두 개의 일차 함수가 완결점을 기준으로 연결된 개형이다. 0 → w, w → 2w에서 증가한 고체 금속의 양이 다르므로(기울기가 다르므로), 2w는 완결점 이후이다.

전체 양이온의 양은 완결점 이후로 변하지 않는다. w → 4w에서 전체 양이온 양이 변화했으므로 w는 완결점 이전이다. ⇒ w와 2w 사이에 완결점 존재

▶ 고체 금속 + 양이온 일정

완결점 이후로 전체 양이온의 양은 8N mol이다. 2w에서도 양이온의 양은 8N mol이다. {고체 금속 + 양이온}의 양은 w에서 18N, 2w에서 24N이다. 즉, Y(s) wg의 양이 6N mol이고, {고체 금속 + 양이온}의 양을 이용해 주어진 표를 채우면 다음과 같다.

Y의 질량	0	w	2w	4w
전체 고체 금속	0	9N	16N	28N
전체 양이온	12N	9N	8N	8N
(고체 + 양이온)	12N	18N	24N	36N

⇒ a=18N, b=28N

▶ 완결점 찾기

처음 X^{m+} 12N mol이 반응해 Yⁿ⁺ 8N mol 생성되었으니, m:n=2:3이다.

Y(s)를 xg 넣었을 때가 완결점이다. 처음 있던 X^{m+} 12N mol이 환원되어 고체 금속이 총 12N mol일 때, 반응이 완결되었을 것이다. → $x = \frac{4}{3}w$

$$\therefore \frac{m}{n} \times \frac{(a+b)}{x} = \frac{2}{3} \times 40N \times \frac{3}{4w} = \frac{20N}{w}$$

금속
반응
30제