

IV

역동적인 화학 반응

N 동적 평형

고난도 대비

O 산과 염기

- 1 산과 염기
 - 2 물의 자동 이온화
 - 3 수소 이온 농도 지수(pH)
- ☆ 고난도 대비 문제 특강

1등급 대비

P 중화 반응

☆ 1등급 대비 문제 특강

고난도 대비

Q 산화 환원 반응

- 1 산화 환원 반응
- 2 산화수와 산화 환원 반응

R 화학 반응에서 출입하는 열

- 1 발열 반응과 흡열 반응
- 2 화학 반응에서 출입하는 열 측정





중화 반응

1등급 대비 단위

★ 2025 수능 출제 분석

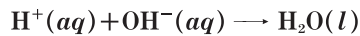
- **중화 적정:** 중화 적정 실험을 통해 식초에 포함된 아세트산의 질량을 묻는 문제가 평이하게 출제되었다.
- **중화 반응에서의 양적 관계:** 혼합 수용액에 존재하는 모든 이온 수의 비율을 제시하고 혼합 전 산과 염기 용액의 부피와 물 농도를 구하는 문제가 평이하게 출제되었다.

대비년도	출제 개념	난이도
2025 수능	중화 적정, 중화 반응의 양적 관계	*** / **
2025 9월	중화 적정 실험, 중화 반응의 양적 관계	*** / ****
2025 6월	중화 적정, 중화 반응의 양적 관계	***
2024 수능	중화 적정 실험, 중화 반응의 양적 관계	** / *

1 중화 적정 실험

1. 중화 반응: 산과 염기가 반응하여 물과 염을 생성하는 반응이다.

- (1) **중화 반응의 알짜 이온** ¹ 반응식: 반응에 실제로 참여한 이온만으로 나타낸 화학 반응식이다. 중화 반응의 알짜 이온 반응식은 산과 염기의 종류에 관계없이 같다.



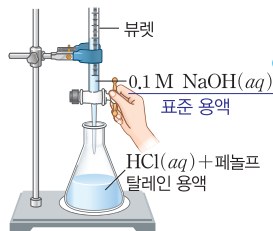
2. **중화 적정:** 중화 반응의 양적 관계를 이용하여 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 알아내는 방법이다.

- (1) **표준 용액:** 중화 적정에서 물 농도를 알고 있는 산 수용액이나 염기 수용액이다.
- (2) **중화점:** 중화 적정에서 산의 H^+ 의 양(mol)과 염기의 OH^- 의 양(mol)이 같아져 산과 염기가 완전히 중화되는 지점이다. ³ ➡ 중화점에서 용액의 pH가 급격히 변화하므로 지시약을 이용하여 중화점을 찾을 수 있다.

* 중화 적정 실험

농도를 모르는 염산을 수산화 나트륨 수용액으로 중화 적정하는 과정

1. 피펫으로 농도를 모르는 염산을 일정량 취하여 삼각 플라스크에 넣고, 페놀프탈레인 용액을 1~2방울 떨어뜨린다.
2. 뷰렛에 농도를 알고 있는 NaOH 수용액을 넣고, 조금 흘려 보면 다음 뷰렛의 눈금을 읽어 NaOH 수용액의 처음 부피(V_1)를 측정한다.
3. 뷰렛의 꼭지를 열어 삼각 플라스크에 NaOH 수용액을 천천히 떨어뜨리면서 용액 전체의 색이 붉은색으로 변하는 순간 뷰렛의 꼭지를 잠그고 뷰렛의 눈금을 읽어 NaOH 수용액 나중 부피(V_2)를 측정한다.
4. 중화 적정식 $nMV = n'M'V'$ 에 대입하여 농도를 계산한다.



실험 탐구



1 알짜 이온과 구경꾼 이온

알짜 이온	화학 반응에 참여하여 기체, 분자, 양금 등을 생성하는 이온이다. 예 중화 반응의 H^+ , OH^-
구경꾼 이온	화학 반응에 참여하지 않는 이온이다. 예 HCl과 NaOH의 중화 반응에서 Na^+ , Cl^-

2 산과 염기의 가수

산이나 염기 1몰이 내놓을 수 있는 H^+ 이나 OH^- 의 양(mol)이다.

• 산의 가수

1가 산	HCl, CH_3COOH
2가 산	H_2SO_4 , H_2CO_3
3가 산	H_3PO_4

• 염기의 가수

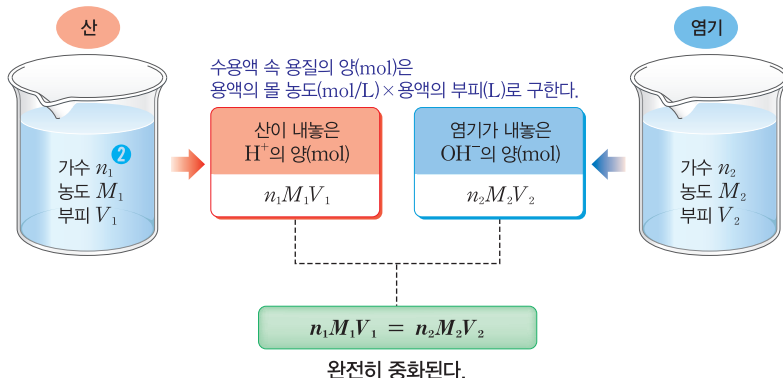
1가 염기	NaOH, KOH
2가 염기	$\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$
3가 염기	$\text{Al}(\text{OH})_3$

출제 2025 대비 수능 17번
2025 대비 9월 모평 13번
2025 대비 6월 모평 17번

★ 6월, 9월 모평 모두 아세트산 용액의 중화 적정 실험이 각 한 문제씩 출제되었고 6월은 어렵게 9월은 보통으로 출제되었다.
수능은 중화 적정 실험을 통해 식초에 포함된 아세트산의 질량을 묻는 문제가 보통으로 출제되었다.

2 중화 반응의 양적 관계

1. 산과 염기가 완전히 중화되는 조건: 산이 내놓은 H^+ 의 양(mol)과 염기가 내놓은 OH^- 의 양(mol)이 같아야 한다.



3 중화점에서의 특징

- 온도가 가장 높다.
- 지시약의 색이 변한다.
- 생성된 물 분자 수가 최대이고, 중화점 이후에는 물이 생성되지 않는다.

4 0.1 M 수산화 나트륨(NaOH) 표준 용액 만들기

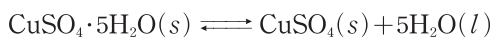
NaOH(화학적량 40) 4 g을 비커에 넣고 증류수를 넣어 녹인다. 녹인 용액을 1 L 부피 플라스크에 넣고 부피 플라스크의 눈금 선까지 증류수를 넣은 후 잘 흔들어 준다.



01 다음 설명을 읽고, 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

(1) 은/는 반응 조건에 따라 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응으로 화학 반응식에서 기호 (2) (으)로 나타낸다.

02 다음은 푸른색 황산 구리(II) 오수화물($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)의 분해와 생성의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고르시오.

[보기]

- ㄱ. 황산 구리(II) 오수화물을 가열한 후 생성된 황산 구리(II)(CuSO_4)의 결정은 푸른색이다.
- ㄴ. 황산 구리(II) 오수화물이 분해되는 반응은 정반응이다.
- ㄷ. 황산 구리(II) 오수화물의 분해와 생성 반응은 가역 반응이다.

(3))

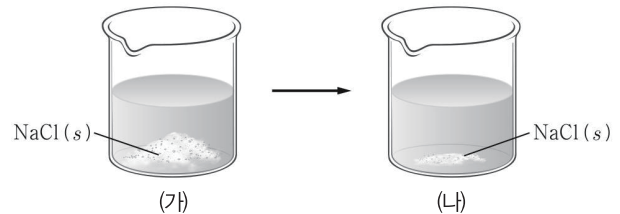
03 다음 설명을 읽고, 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

연소 반응, 산·염기 중화 반응 등과 같이 한 방향으로만 진행되는 반응을 (4) (이)라고 한다.

04 다음 반응 중 가역 반응인 것에 '가역', 비가역 반응인 것에 '비가역'을 쓰시오.

- (1) 염화 코발트 옥수화물의 생성과 분해 반응 (5))
- (2) 묽은 염산과 마그네슘의 반응 (6))
- (3) 염화 나트륨과 질산 은의 반응 (7))
- (4) 석회 동굴, 종유석, 석순의 생성 반응 (8))
- (5) 물의 증발과 응축 반응 (9))

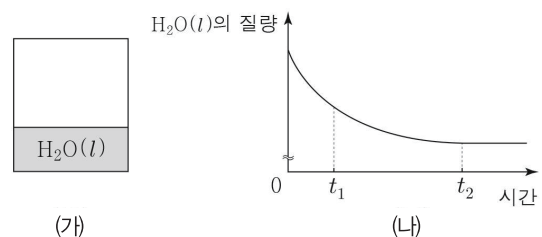
05 그림 (가)는 물이 들어 있는 비커에 $\text{NaCl}(s)$ 을 넣은 것을, (나)는 충분한 시간이 흐른 후 (가)의 수용액이 용해 평형에 도달한 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×표 하시오. (단, 온도는 일정하고 물의 증발은 무시한다.)

- (1) (나)에서 $\text{NaCl}(s)$ 의 용해는 일어나지 않는다. (10 ○, ×)
- (2) $\text{Na}^+(aq)$ 의 수는 (나) > (가)이다. (11 ○, ×)
- (3) NaCl 의 석출 속도는 (가) > (나)이다. (12 ○, ×)

06 그림 (가)는 진공 용기에 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 을 넣은 모습을, (나)는 (가)의 용기에 들어 있는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 질량을 시간에 따라 나타낸 것이다.



t_2 에서가 t_1 에서보다 큰 값을 갖는 것은 ○, 갖지 않은 것은 ×표 하시오. (단, 온도는 일정하다.)

- (1) 용기 속 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 질량 (13 ○, ×)
- (2) 용기 속 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 응축 속도 (14 ○, ×)
- (3) 용기 속 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 증발 속도 (15 ○, ×)

정답

1 가역 반응 2 $\rightleftharpoons$ 3 ㄴ, ㄷ 4 비가역 반응 5 가역 6 비가역 7 비가역 8 가역 9 가역 10 × (용해 속도=석출 속도) 11 ○ 12 × (<) 13 ○ 14 ○ 15 × ($t_1=t_2$)



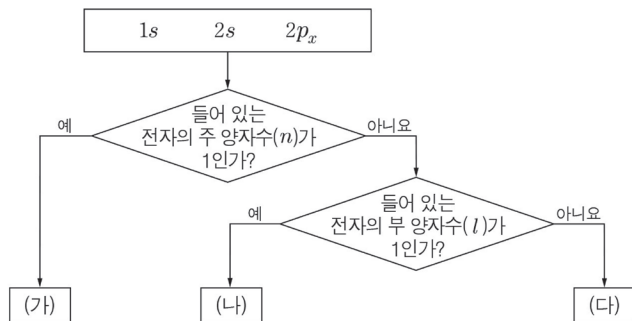
- 1 보어 원자 모형과 수소 원자의 선 스펙트럼~
- 2 현대적 원자 모형과 오비탈

유형 01 오비탈의 특징 찾기

- [단서]** 특정 오비탈이 제시되어 있다.
[발상] 오비탈의 주양자수와 부양자수를 파악한다.

G01 *** 2020 실시 4월 학평 7

그림은 원자 X에서 전자가 들어 있는 오비탈 $1s$, $2s$, $2p_x$ 를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다.

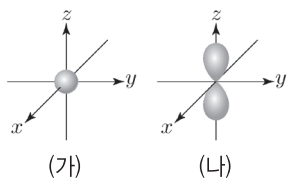


(가)~(다)로 옳은 것은?

- | | | | | | |
|----------|------|--------|--------|--------|------|
| (가) | (나) | (다) | (가) | (나) | (다) |
| ① $1s$ | $2s$ | $2p_x$ | ② $1s$ | $2p_x$ | $2s$ |
| ③ $2s$ | $1s$ | $2p_x$ | ④ $2s$ | $2p_x$ | $1s$ |
| ⑤ $2p_x$ | $2s$ | $1s$ | | | |

G02 *** 2021 대비 9월 모평 10

그림은 오비탈 (가), (나)를 모형으로 나타낸 것이고, 표는 오비탈 A, B에 대한 자료이다. (가), (나)는 각각 A, B 중 하나이다.



오비탈	주 양자수 (n)	방위(부) 양자수 (l)
A	1	a
B	2	b

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

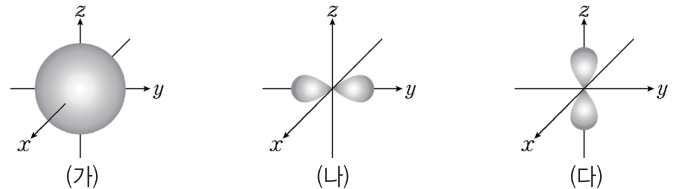
[보기]

- ㄱ. (가)는 A이다. ㄴ. $a+b=2$ 이다.
 ㄷ. (나)의 자기 양자수(m_l)는 $+\frac{1}{2}$ 이다

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

G03 *** 2020 실시 10월 학평 10

그림은 바닥상태 나트륨($_{11}\text{Na}$) 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 (가)~(다)를 모형으로 나타낸 것이다. (가)~(다) 중 에너지 준위는 (가)가 가장 높다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

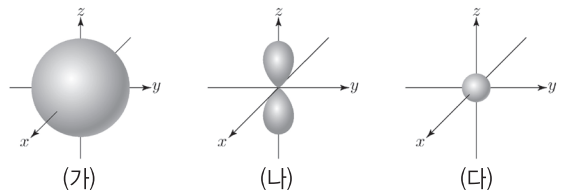
[보기]

- ㄱ. 주 양자수(n)는 (가) > (나)이다.
 ㄴ. (나)에 들어 있는 전자 수는 1이다.
 ㄷ. 에너지 준위는 (나)와 (다)가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

G04 *** 2021 대비 6월 모평 12

그림은 수소 원자의 오비탈 (가)~(다)를 모형으로 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 $1s$, $2s$, $2p_z$ 오비탈 중 하나이다. 수소 원자의 바닥상태 전자 배치에서 전자는 (다)에 들어 있다.



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

[보기]

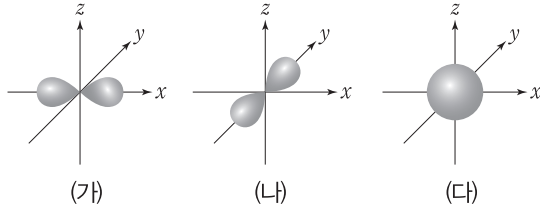
- ㄱ. 주 양자수(n)는 (나) > (가)이다.
 ㄴ. 방위(부) 양자수(l)는 (가) = (다)이다.
 ㄷ. 에너지 준위는 (나) > (가)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

G05

2019 실시 6월 학평 12(고2)

그림은 주 양자수(n)가 같은 오비탈 (가)~(다)를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. $n=1$ 이다.
- ㄴ. 에너지 준위는 (가)와 (나)가 같다.
- ㄷ. 부 양자수(l)는 (가)와 (다)가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

G06

2022 대비 9월 모평 4



다음은 학생 A가 가설을 세우고 수행한 탐구 활동이다.

<가설>

- 수소 원자의 오비탈 에너지 준위는 ㉠가 커질수록 높아진다.

<탐구 과정>

- (가) 수소 원자에서 주 양자수(n)가 1~3인 모든 오비탈 종류와 에너지 준위를 조사한다.
- (나) (가)에서 조사한 오비탈 에너지 준위를 비교한다.

<탐구 결과>

주 양자수(n)	1	2	2	3	3	3
오비탈 종류	s	Ⓢ	p	s	p	d

- 오비탈 에너지 준위 : $1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d$

<결론>

- 가설은 옳다.

학생 A의 결론이 타당할 때, ㉠과 ㉡으로 가장 적절한 것은? (3점)

- | | | |
|--------------------|---|---|
| | ㉠ | ㉡ |
| ① 주 양자수(n) | s | s |
| ② 주 양자수(n) | p | p |
| ③ 주 양자수(n) | d | d |
| ④ 방위(부) 양자수(l) | s | s |
| ⑤ 방위(부) 양자수(l) | p | p |

2025 수능, 9, 6월

출제

유형 02 주어진 양자수의 조합을 통해 적절한 오비탈 예측하기

- 단서 오비탈 양자수들에 대한 정보가 제시되어 있다.
- 발상 양자수 조합을 고려하여 정답을 추론한다.

G07

2025 대비 수능 9



표는 바닥상태 마그네슘(Mg) 원자의 전자 배치에서 전자가 들어있는 오비탈 (가)~(라)에 대한 자료이다.
 n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수, m_l 은 자기 양자수이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)	(라)
$\frac{1}{n+l}(\text{상댓값})$	2	a	a	$2a$
$n+l+m_l$	4	3	2	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (가)의 l 은 1이다.
- ㄴ. m_l 은 (나)와 (다)가 같다.
- ㄷ. 에너지 준위는 (라) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

G08

2021 실시 7월 학평 13

표는 바닥상태의 인($_{15}\text{P}$) 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 3가지 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. n , l , m_l 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수이다.

	$n+l$	$n+m_l$	$l+m_l$
(가)	2	a	0
(나)	3	2	b
(다)	c	4	2

$a+b+c$ 는?

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8



중화 반응의 양적 관계 문제

1등급 대비 문제 특강

- 이 유형은 문제에서 제시된 조건(혼합 용액의 액성과 $[\text{Na}^+] + [\text{H}^+]$ (상댓값))을 통해 혼합 전 각 수용액의 농도 비를 구하는 형태로 주로 출제된다.

표는 혼합 용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. 2020(10월)/교육청 18

혼합 용액	(가)	(나)	(다)
혼합 전 수용액의 부피(mL)			
HCl(aq)	30	0	10
HBr(aq)	0	15	10
NaOH(aq)	20	10	x
혼합 용액의 액성	중성	산성	염기성
$[\text{Na}^+] + [\text{H}^+]$ (상댓값)	3	6	5

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같으며, 물의 자동 이온화는 무시한다.) (3점)

[보기]

- ㄱ. 물 농도 비는 $\text{HBr(aq)} : \text{NaOH(aq)} = 4 : 3$ 이다.
 ㄴ. $x = 40$ 이다.
 ㄷ. 생성된 물의 양(mol)은 (가)와 (다)에서 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

단서+발상

- 단서** 혼합 용액 (가)의 액성이 중성이라고 제시되어 있다.
- 발상** 혼합 전 HCl과 NaOH의 양(mol)이 같으므로
- 적용** $[\text{Na}^+] + [\text{H}^+]$ (상댓값)을 이용하여 HCl과 NaOH의 양(mol)을 구하는 것부터 문제 풀이를 시작한다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 (가)에서 혼합 전 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 부피당 녹아 있는 HCl, NaOH의 양(mol)(상댓값)을 구한다.

- Na^+ 양(mol) + H^+ 양(mol) = $3\text{M}([\text{Na}^+] + [\text{H}^+]) \times 1 \text{ L}$
 (혼합 용액의 부피) = 0.15몰이고 (가)에는 H^+ 이 존재하지 않으므로 이는 Na^+ 양(mol)과 같다. 그러므로 혼합 전 20mL NaOH(aq)과 30mL HCl(aq)에는 NaOH과 HCl이 각각 0.15몰씩 존재한다.

step 2 (나)에서 10mL NaOH(aq)에 녹아 있는 NaOH 양(mol)과 15mL HBr(aq)에 녹아 있는 HBr 양(mol)을 구한다.

- (가)에서 20mL NaOH(aq)에 녹아 있는 NaOH은 0.15몰이므로 (나)의 10mL NaOH(aq)에 녹아 있는 NaOH은 2 몰이다.
- 또한 (나)는 산성 용액이므로 Na^+ 양(mol) + H^+ 양(mol) = $6\text{M}([\text{Na}^+] + [\text{H}^+]) \times 0.025\text{L}$ (혼합 용액의 부피) = 0.15몰이고 혼합 용액 (나)에 남아 있는 H^+ 은 3 몰이 되므로 혼합 전 15mL HBr(aq) 녹아 있는 HBr는 0.15몰이다.

step 3 '혼합 전 NaOH(aq)의 농도는 일정하다'는 것을 이용하여 미지수 x 를 구한다.

- (다)에서 Na^+ 양(mol) + H^+ 양(mol) = $5\text{M}([\text{Na}^+] + [\text{H}^+]) \times (\frac{20+x}{1000})\text{L}$
 (혼합 용액의 부피) = $\frac{100+5x}{1000}$ 몰이고 염기성이므로 H^+ 이 존재하지 않는다.

- 그러므로 $x\text{mL}$ NaOH(aq)에 녹아 있는 NaOH은 $\frac{100+5x}{1000}$ 몰이며 혼합 전 NaOH(aq)의 농도는 일정하므로 (가)와 (다)에서 NaOH 농도는 같다.

$$\frac{\text{NaOH 양(mol)}}{\text{NaOH(aq)의 부피(mL)}} = \frac{4}{\frac{1000}{x}} = \frac{100+5x}{1000}$$

그러므로 $x = 40$ 임을 구할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 물 농도 비는 $\text{HBr(aq)} : \text{NaOH(aq)} = 4 : 3$ 이다. (○)

- $[\text{Na}^+] + [\text{H}^+]$ 의 상댓값을 실제 물 농도로 가정하였을 때,
 10mL HBr(aq)에 녹아 있는 HBr는 5 몰이고
 10mL NaOH(aq)에 녹아 있는 NaOH은 0.075몰이므로 물 농도 비는
 $\text{HBr(aq)} : \text{NaOH(aq)} = \frac{0.1\text{몰}}{0.01\text{L}} : \frac{0.075\text{몰}}{0.01\text{L}} = 4 : 3$ 이다.

ㄴ. $x = 40$ 이다. (○)

- 혼합 전 NaOH(aq)의 농도는 일정하므로 (가)와 (다)의
 $\frac{\text{NaOH 양(mol)}}{\text{NaOH(aq)의 부피(mL)}} = \frac{0.15}{20} = \frac{100+5x}{x}$ 이다.
 그러므로 $x = 40$ 이다.

ㄷ. 생성된 물의 양(mol)은 (가)와 (다)에서 같다. (○)

- (가)는 중성이며 20mL NaOH(aq)에 녹아 있는 NaOH의 양(mol) = 30mL HCl(aq)에 녹아 있는 HCl의 양(mol) = 0.15몰이므로 NaOH과 HCl가 모두 반응하여 6 몰의 H_2O 이 생성된다.
- (다)는 염기성이므로 반응 전 산($\text{HCl} + \text{HBr}$)의 H^+ 양(mol)만큼 물이 생성된다. 10mL HCl(aq)에 녹아 있는 HCl의 양(mol) + 10mL HBr(aq)에 녹아 있는 HBr의 양(mol) = $0.05 + 0.1 = 0.15$ 몰이 모두 반응하여 0.15몰의 H_2O 이 생성된다.
- 그러므로 (가)와 (다)에서 생성된 물의 양(몰)은 같다.

∴ 정답은 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.



이 유형을 대비하기 위해서는 문제에서 제시된 조건(혼합 용액의 액성과 $[\text{Na}^+] + [\text{H}^+]$ (상댓값))를 통해 문제에서 물어보는 값으로 표현할 수 있어야 한다.

9T'0 9 T'0 5 9T'0 7 9T'0 8 9T'0 1 [답]



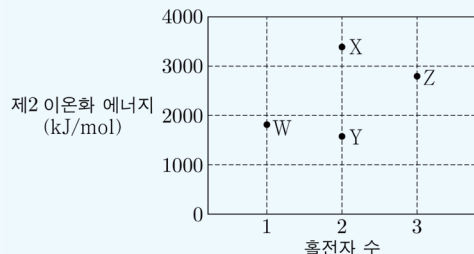
입자 수, 질량, 양 (mol), 부피의 관계

고난도 대비 문제 특강

- 이 유형은 각 원자의 홀전자 수를 파악한 후, 제2 이온화 에너지를 비교하여 원소를 구하는 형태로 주로 출제된다.

다음은 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- W~Z의 원자 번호는 각각 7~14 중 하나이다.
- W~Z의 홀전자 수와 제2 이온화 에너지



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.) (3점)

2022 실시 6월 대비 16

[보기]

- ㄱ. W는 13족 원소이다.
- ㄴ. 원자 반지름은 $X > Y$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 $Z > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



단서+발상

- [단서]** 바닥상태 원자 W~Z의 원자 번호와 홀전자 수, 제2 이온화 에너지가 제시되어 있다.
- [발상]** W~Z를 홀전자 수에 따라 분류할 수 있으므로
- [적용]** 같은 홀전자 수를 갖는 원자들을 제2 이온화 에너지를 이용해서 구분하는 것부터 문제 풀이를 시작한다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 원자 번호 7~14에 속하는 바닥 상태 원자의 홀전자 수를 파악한다.

원자 번호	7	8	9	10	11	12	13	14
원자	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si
홀전자 수	3	2	1	0	1	0	1	2

- 홀전자 수가 Z는 3이므로 Z는 1이다.
- X, Y는 홀전자 수가 2이므로 각각 O, Si 중 하나이다.
- W는 홀전자 수가 1이므로 F, Na, Al 중 하나이다.

step 2 제2 이온화 에너지를 비교하여 원소를 파악한다.

- 자료에서 제2 이온화 에너지는 2이다.
- 제1 이온화 에너지는 $Ne > F > N > O > Si > Mg > Al > Na$ 이다.
- O^+ 의 전자 배치는 N의 전자 배치와 같고, Si^+ 의 전자 배치는 Al의 전자 배치와 같으므로 제2 이온화 에너지는 3이다.
따라서 제2 이온화 에너지가 $X > Y$ 이므로 X는 O, Y는 Si이다.
- Na^+ 의 전자 배치는 Ne의 전자 배치와 같으므로 원자 번호 7~14의 원자 중 제2 이온화 에너지는 4가 가장 크다.
- F^+ 의 전자 배치는 O의 전자 배치와 같고, N^+ 의 전자 배치는 C의 전자 배치와 같으므로 제2 이온화 에너지는 5이다.
따라서 제2 이온화 에너지가 $Z > W$ 이므로 W는 Al이다.
W는 Al, X는 O, Y는 Si, Z는 6이다.

step 3 원자 반지름을 비교한다.

- 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자의 유효 핵전하가 증가하므로 원자 반지름이 감소하고, 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름이 7이다.
- 원자 반지름은 3주기 14족 원소인 Y(Si)가 2주기 16족 원소인 X(O)보다 크다.

| 보기 분석 |

ㄱ. W는 13족 원소이다. (○)

- W는 Al이므로 3주기 13족 원소이다.

ㄴ. 원자 반지름은 $X > Y$ 이다. (×)

- 원자 반지름은 $Y(Si) > X(O)$ 이다.

ㄷ. $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 $Z > X$ 이다. (×)

- 제1 이온화 에너지는 $Z(N) > X(O)$ 이고, 제2 이온화 에너지는 $X(O) > Z(N)$ 이므로 $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 $X > Z$ 이다.

∴ 정답은 ① ㄱ이다.



이 유형을 대비하기 위해서는 2, 3주기 원소들의 제2 이온화 에너지 경향성을 파악하고 그 중 Na가 가장 크다는 것을 알고 있어야 한다.

단서: ㄴ N 9 N < ㄷ 5 2N 7 IS < O 8 A < M < Z < X 3 N 1 [답]



1등급 대비 기출 문제

FOR THE FIRST CLASS LEVEL

P58 ★ 1등급 대비 2024 실시 3월 학평 19



표는 a M $\text{HCl}(aq)$, b M $\text{NaOH}(aq)$,
 c M $\text{X}(\text{OH})_2(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에
 대한 자료이다. 수용액에서 $\text{X}(\text{OH})_2$ 는 X^{2+} 과 OH^- 으로 모두
 이온화된다.

혼합 용액		(가)	(나)	(다)
혼합 전 수용액의 부피(mL)	$\text{HCl}(aq)$	10	20	x V
	$\text{NaOH}(aq)$	30	40	y V
	$\text{X}(\text{OH})_2(aq)$	0	20	V
단위 부피당 양이온 수 모형				

$\frac{b+c}{a} \times \frac{y}{x}$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의
 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며, Cl^- , Na^+ ,
 X^{2+} 은 반응하지 않는다.) (3점)

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

P59 ★ 1등급 대비 2024 대비 6월 모평 19



다음은 x M $\text{NaOH}(aq)$, y M $\text{H}_2\text{A}(aq)$,
 z M $\text{HCl}(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 수용액 (가)~(다)에
 대한 자료이다.

○ 수용액에서 H_2A 는 H^+ 과 A^{2-} 으로 모두 이온화된다.

혼합 수용액		(가)	(나)	(다)
혼합 전 수용액의 부피 (mL)	x M $\text{NaOH}(aq)$	a	a	a
	y M $\text{H}_2\text{A}(aq)$	20	20	20
	z M $\text{HCl}(aq)$	0	20	40
모든 음이온의 몰 농도(M) 합			$\frac{2}{7}$	b

- (가)~(다)의 액성은 모두 다르며, 각각 산성, 중성,
 염기성 중 하나이다.
 ○ (가)에 존재하는 모든 음이온의 양은 0.02 mol이다.
 ○ (나)에 존재하는 모든 양이온의 양은 0.03 mol이다.

$a \times b$ 는? (단, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의
 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시한다.) (3점)

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50

P60 ★ 1등급 대비 2024 대비 9월 모평 19



표는 a M $\text{HCl}(aq)$, b M $\text{NaOH}(aq)$,
 c M $\text{KOH}(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 대한
 자료이다. (가)의 액성은 중성이다.

혼합 용액		(가)	(나)	(다)
혼합 전 용액의 부피 (mL)	$\text{HCl}(aq)$	10	x	x
	$\text{NaOH}(aq)$	10	20	
	$\text{KOH}(aq)$	10	30	y
혼합 용액에 존재하는 양이온 수의 비율				

$\frac{x}{y}$ 는? (단, 물의 자동 이온화는 무시한다.)

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

P61 ★ 1등급 대비 2021 대비 6월 모평 20



표는 0.2M $\text{H}_2\text{A}(aq)$ x mL와 y M 수산화 나트륨 수
 용액($\text{NaOH}(aq)$)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 대
 한 자료이다.

용액	(가)	(나)	(다)
$\text{H}_2\text{A}(aq)$ 의 부피(mL)	x	x	x
$\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(mL)	20	30	60
pH		1	
용액에 존재하는 모든 이온의 몰 농도(M) 비			

(다)에서 ㉠에 해당하는 이온의 몰 농도(M)는? (단, 혼합 용액의 부
 피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 혼합 전과 후의 온도 변
 화는 없다. H_2A 는 수용액에서 H^+ 과 A^{2-} 으로 모두 이온화되고,
 물의 자동 이온화는 무시한다.) (3점)

- ① $\frac{1}{35}$ ② $\frac{1}{30}$ ③ $\frac{1}{25}$ ④ $\frac{1}{20}$ ⑤ $\frac{1}{15}$



고난도 대비 기출 문제

FOR THE SECOND CLASS LEVEL

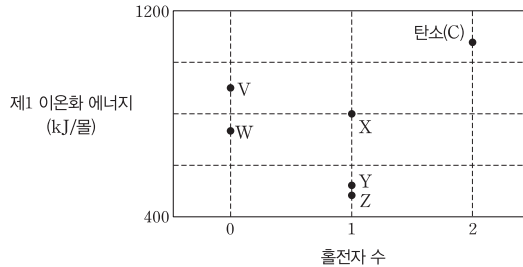


161 ★ 고난도 2019 실시 6월 모평 17



다음은 탄소(C)와 2, 3주기 원자 V~Z에 대한 자료이다.

- 모든 원자는 바닥상태이다.
- 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 3 이하이다.
- 홀전자 수와 제1 이온화 에너지



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, V~Z는 임의의 원소 기호이다.)

[보기]

- ㄱ. X는 13족 원소이다.
- ㄴ. 원자 반지름은 $W > X > V$ 이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Y > Z > X$ 이다.

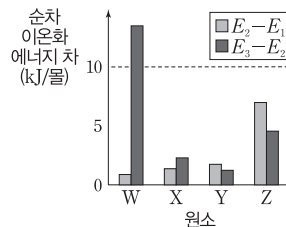
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

162 ★ 고난도 2019 실시 7월 학평 10



그림은 원소 W~Z의 순차 이온화 에너지 차를 나타낸 것이다. W~Z는 각각 Li, Be, B, C 중 하나이고, E_n 은 제 n 이온화 에너지이다.

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



[보기]

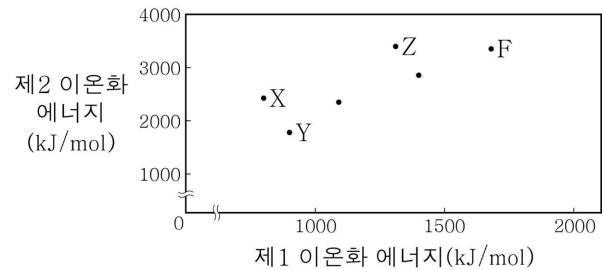
- ㄱ. Z는 1족 원소이다.
- ㄴ. E_1 은 $W < Y$ 이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $X > Y$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

163 ★ 고난도 2021 실시 3월 학평 17



그림은 2주기 원소 중 6가지 원소에 대한 자료이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.) (3점)

[보기]

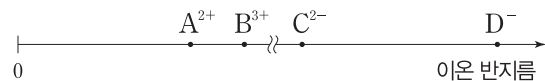
- ㄱ. X는 Be이다.
- ㄴ. Y와 Z의 원자 번호의 차는 4이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $X > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

164 ★ 고난도 2019 실시 3월 학평 13



그림은 2, 3주기 원소 A~D의 이온 반지름을 나타낸 것이다. A^{2+} , B^{3+} , C^{2-} , D^- 은 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.



A~D에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) (3점)

[보기]

- ㄱ. A는 2주기 원소이다.
- ㄴ. 원자 번호는 C가 B보다 크다.
- ㄷ. 원자 반지름은 D가 B보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

화학 I 등급컷

❖ 컷 구분 원점수는 실제 점수와 약간의 차이가 있을 수 있습니다.

1회 [2024년 실시 3월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	43	70
2	37	64
3	28	57
4	21	51
5	14	45
6	11	42
7	7	39
8	5	37

6회 [2024년 대비 9월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	48	66
2	45	64
3	39	59
4	32	53
5	24	47
6	17	41
7	12	37
8	7	33

2회 [2024년 실시 5월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	48	70
2	42	65
3	34	59
4	24	51
5	17	45
6	13	42
7	9	39
8	7	37

7회 [2025년 대비 9월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	50	67
2	45	63
3	40	59
4	33	54
5	24	47
6	15	40
7	9	36
8	7	34

3회 [2024년 대비 6월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	45	67
2	40	63
3	35	59
4	28	53
5	20	46
6	14	41
7	9	37
8	7	35

8회 [2024년 실시 10월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	50	66
2	46	64
3	42	61
4	29	52
5	17	44
6	12	41
7	9	39
8	6	37

4회 [2025년 대비 6월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	48	68
2	44	65
3	37	59
4	28	52
5	21	46
6	15	41
7	11	38
8	7	35

9회 [2024년 대비 수능]

등급	원점수	표준점수
1	50	69
2	47	67
3	41	62
4	37	58
5	32	54
6	23	47
7	15	40
8	11	37

5회 [2024년 실시 7월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	43	68
2	39	64
3	33	59
4	25	52
5	18	46
6	13	41
7	10	39
8	6	35

10회 [2025년 대비 수능]

등급	원점수	표준점수
1	50	66
2	47	63
3	42	60
4	34	54
5	24	46
6	16	41
7	11	37
8	7	34



★ 최신 연도별 모의고사 10회

[제한시간: 30분]

- 01회 2024 실시 3월 학력평가
- 02회 2024 실시 5월 학력평가
- 03회 2024 대비 6월 모의평가
- 04회 2025 대비 6월 모의평가
- 05회 2024 실시 7월 학력평가
- 06회 2024 대비 9월 모의평가
- 07회 2025 대비 9월 모의평가
- 08회 2024 실시 10월 학력평가
- 09회 2024 대비 대학수학능력시험
- 10회 2025 대비 대학수학능력시험



제1회

과학탐구 영역 (화학 I)

*정답 및 해설 497~498p

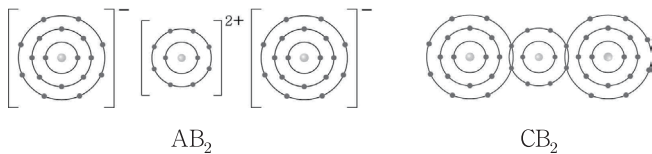
1. 다음은 화학의 유용성에 대한 자료이다.

- ㉠ 암모니아(NH_3)를 대량으로 합성하는 제조 공정의 개발은 식량 문제 해결에 기여하였다.
- ㉡ 아세트산(CH_3COOH)은 식초를 만드는 데 이용된다.
- ㉢ 산화 칼슘(CaO)과 물을 반응시켜 음식물을 데울 수 있다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- _____ < 보 기 > _____
- ㄱ. ㉠의 수용액은 산성이다.
 - ㄴ. ㉡은 탄소 화합물이다.
 - ㄷ. ㉢과 물의 반응은 발열 반응이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 그림은 화합물 AB_2 와 CB_2 를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다. 전기 음성도는 $\text{C} > \text{B}$ 이다.이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A ~ C는 임의의 원소 기호이다.)

- _____ < 보 기 > _____
- ㄱ. A와 B는 같은 주기 원소이다.
 - ㄴ. $\text{AC}(s)$ 는 전기 전도성이 있다.
 - ㄷ. CB_2 에서 C는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 표는 -70°C 에서 밀폐된 진공 용기에 드라이아이스($\text{CO}_2(s)$)를 넣은 후 시간에 따른 $\text{CO}_2(g)$ 의 양(mol)에 대한 자료이다. 2t일 때 $\text{CO}_2(s)$ 와 $\text{CO}_2(g)$ 는 동적 평형 상태에 도달하였다.

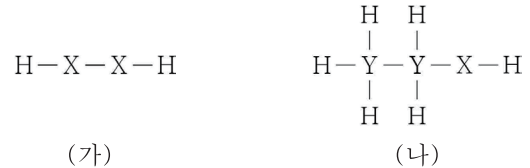
시간	t	2t	3t
$\text{CO}_2(g)$ 의 양(mol)	a	b	b

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

- _____ < 보 기 > _____
- ㄱ. $\text{CO}_2(s)$ 가 $\text{CO}_2(g)$ 로 되는 반응은 가역 반응이다.
 - ㄴ. $a > b$ 이다.
 - ㄷ. 3t일 때 $\frac{\text{CO}_2(g) \text{가 } \text{CO}_2(s) \text{로 승화되는 속도}}{\text{CO}_2(s) \text{가 } \text{CO}_2(g) \text{로 승화되는 속도}} > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

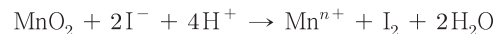
4. 다음은 수소(H)와 2주기 원소 X, Y로 구성된 분자 (가)와 (나)의 구조식을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족한다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

- _____ < 보 기 > _____
- ㄱ. (가)와 (나)에는 모두 무극성 공유 결합이 있다.
 - ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)의 2배이다.
 - ㄷ. (가)의 분자 모양은 직선형이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 다음은 산화 환원 반응의 화학 반응식이다.

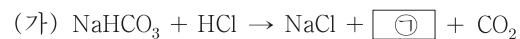


이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- _____ < 보 기 > _____
- ㄱ. I의 산화수는 감소한다.
 - ㄴ. $n = 3$ 이다.
 - ㄷ. MnO_2 는 산화제이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 다음은 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.



(a, b는 반응 계수)

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, NaHCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 화학식량은 각각 84, 58이다.)

- _____ < 보 기 > _____
- ㄱ. ㉠은 H_2O 이다.
 - ㄴ. $a = b$ 이다.
 - ㄷ. $\frac{\text{(가)에서 HCl 1 mol과 반응하는 NaHCO}_3 \text{의 질량(g)}}{\text{(나)에서 HCl 1 mol과 반응하는 Mg(OH)}_2 \text{의 질량(g)}} > 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ