

수능완성

과학탐구영역 화학I

CONTENTS

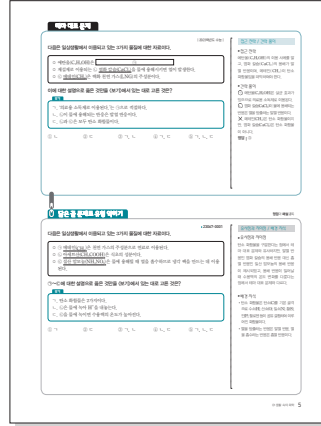
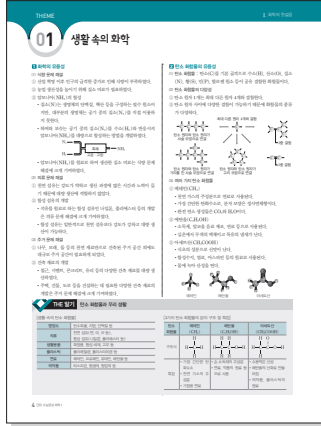
테마	제목	페이지
01	생활 속의 화학	004
02	물	008
03	화학 반응식	015
04	용액의 농도	022
05	원자의 구조	027
06	현대적 원자 모형	033
07	주기율표	040
08	원소의 주기적 성질	045
09	이온 결합	052
10	공유 결합과 금속 결합	059
11	결합의 극성	065
12	분자의 구조	071
13	분자의 구조와 성질	077
14	가역 반응과 동적 평형	084
15	물의 자동 이온화	090
16	산 염기 중화 반응	096
17	산화 환원 반응	104
18	화학 반응에서 열의 출입	112
	실전 모의고사 1회	118
	실전 모의고사 2회	123
	실전 모의고사 3회	128
	실전 모의고사 4회	133
	실전 모의고사 5회	138

이 책의 구성과 특징

STRUCTURE

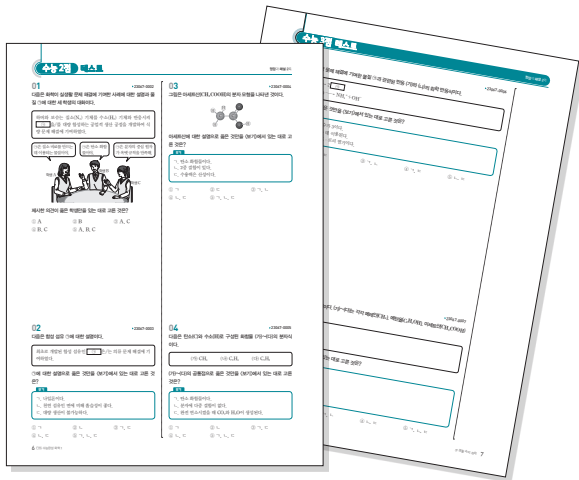
테마별 교과 내용 정리

교과서의 주요 내용을 핵심만 일목요연하게 정리하고, 하단에 THE 알기를 수록하여 심층적인 이해를 도모하였습니다.



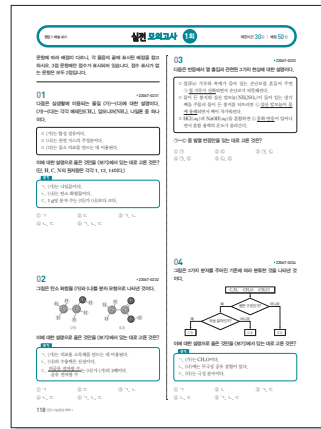
테마 대표 문제

기출문제, 접근 전략, 간략 풀이를 통해 대표 유형을 익힐 수 있고, 함께 실린 닳은 꼴 문제를 스스로 풀며 유형에 대한 적응력을 기를 수 있습니다.



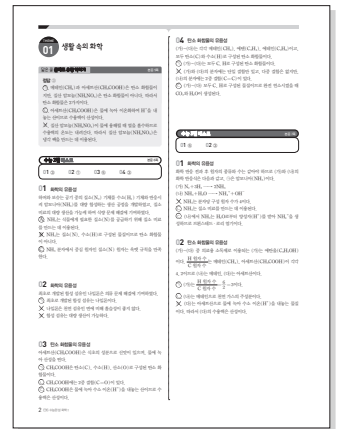
수능 2점 테스트와 수능 3점 테스트

수능 출제 경향 분석에 근거하여 개발한 다양한 유형의 문제들을 수록하였습니다.



실전 모의고사 5회분

실제 수능과 동일한 배점과 난이도의 모의고사를 풀어봄으로써 수능에 대비할 수 있도록 하였습니다.



정답과 해설

정답의 도출 과정과 교과서의 내용을 연결하여 설명하고, 오답을 찾아 분석함으로써 유사 문제 및 응용 문제에 대한 대비가 가능하도록 하였습니다.

학생 EBS 교재 문제 검색

EBS 단추에서 문항코드나 사전으로 문제를 검색하면 푸러봇이 해설 영상을 제공합니다.

[23067-0001] 1. 아래 그래프를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

23067-0001

※ EBS 사이트 및 모바일에서 이용이 가능합니다.
※ 사전 검색은 EBS의 고교강의 앱에서만 이용하실 수 있습니다.

교사 교사지원센터 교재 자료실

교재 문항 한글 문서(HWP)와 교재의 이미지 파일을 무료로 제공합니다.

교재 자료실

- 한글다운로드
- 교재이미지 활용
- 강의활용자료

※ 교사지원센터(<http://teacher.ebsi.co.kr>) 접속 후 '교사인증'을 통해 이용 가능

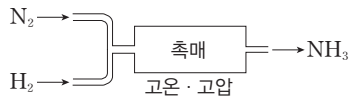
01

생활 속의 화학

1 화학의 유용성

(1) 식량 문제 해결

- ① 산업 혁명 이후 인구의 급격한 증가로 인해 식량이 부족하였다.
- ② 농업 생산성을 높이기 위해 질소 비료가 필요하였다.
- ③ 암모니아(NH₃)의 합성
 - 질소(N)는 생명체의 단백질, 핵산 등을 구성하는 필수 원소이지만, 대부분의 생명체는 공기 중의 질소(N₂)를 직접 이용하지 못한다.
 - 하버와 보슈는 공기 중의 질소(N₂)를 수소(H₂)와 반응시켜 암모니아(NH₃)를 대량으로 합성하는 방법을 개발하였다.



- 암모니아(NH₃)를 원료로 하여 생산한 질소 비료는 식량 문제 해결에 크게 기여하였다.

(2) 의류 문제 해결

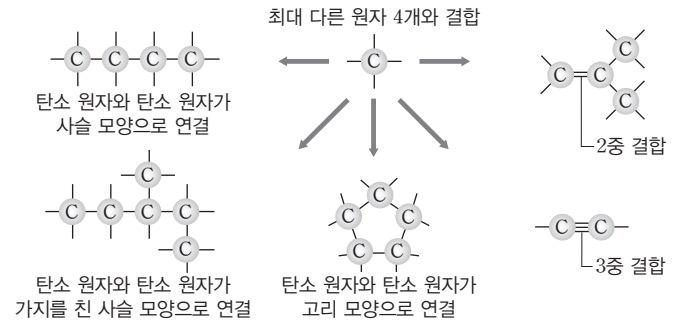
- ① 천연 섬유는 강도가 약하고 생산 과정에 많은 시간과 노력이 들기 때문에 대량 생산에 적합하지 않았다.
- ② 합성 섬유의 개발
 - 석유를 원료로 하는 합성 섬유인 나일론, 폴리에스터 등의 개발은 의류 문제 해결에 크게 기여하였다.
 - 합성 섬유는 일반적으로 천연 섬유보다 강도가 강하고 대량 생산이 가능하다.

(3) 주거 문제 해결

- ① 나무, 모래, 돌 등의 천연 재료만으로 건축된 주거 공간 외에도 대규모 주거 공간이 필요하게 되었다.
- ② 건축 재료의 개발
 - 철근, 시멘트, 콘크리트, 유리 등의 다양한 건축 재료를 대량 생산하였다.
 - 주택, 건물, 도로 등을 건설하는 데 필요한 다양한 건축 재료의 개발은 주거 문제 해결에 크게 기여하였다.

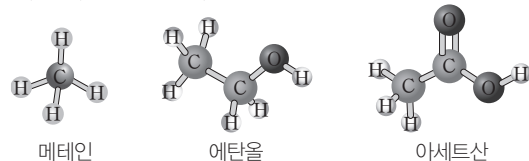
2 탄소 화합물의 유용성

- (1) 탄소 화합물 : 탄소(C)를 기본 골격으로 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S), 인(P), 할로젠 원소 등이 공유 결합한 화합물이다.
- (2) 탄소 화합물의 다양성
 - ① 탄소 원자 1개는 최대 다른 원자 4개와 결합한다.
 - ② 탄소 원자 사이에 다양한 결합이 가능하기 때문에 화합물의 종류가 다양하다.



(3) 여러 가지 탄소 화합물

- ① 메테인(CH₄)
 - 천연 가스의 주성분으로 연료로 사용된다.
 - 가장 간단한 탄화수소로, 분자 모양은 정사면체형이다.
 - 완전 연소 생성물은 CO₂와 H₂O이다.
- ② 에탄올(C₂H₅OH)
 - 소독제, 알코올 음료 제조, 연료 등으로 사용된다.
 - 실온에서 무색의 액체이고 특유의 냄새가 난다.
- ③ 아세트산(CH₃COOH)
 - 식초의 성분으로 신맛이 난다.
 - 합성수지, 염료, 아스피린 등의 원료로 사용된다.
 - 물에 녹아 산성을 띤다.



THE 알기 탄소 화합물과 우리 생활

[생활 속의 탄소 화합물]

영양소	탄수화물, 지방, 단백질 등
의류	천연 섬유(면, 마, 모 등), 합성 섬유(나일론, 폴리에스터 등)
생활용품	화장품, 합성 세제, 고무 등
플라스틱	폴리에틸렌, 폴리스타이렌 등
연료	메테인, 프로페인, 뷰테인, 에탄올 등
의약품	아스피린, 항생제, 항암제 등

[3가지 탄소 화합물의 분자 구조 및 특징]

탄소 화합물	메테인 (CH ₄)	에탄올 (C ₂ H ₅ OH)	아세트산 (CH ₃ COOH)
구조식	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 가장 간단한 탄화수소 • 천연 가스의 주 성분 • 가정용 연료 	<ul style="list-style-type: none"> • 손 소독제의 주 성분 • 연료, 약품의 원료 등으로 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 수용액은 산성 • 에탄올의 산화로 만들어짐 • 의약품, 플라스틱의 원료

다음은 일상생활에서 이용되고 있는 3가지 물질에 대한 자료이다.

- 에탄올(C_2H_5OH)은 ㉠
- 제설제로 이용되는 ㉡ 염화 칼슘($CaCl_2$)을 물에 용해시키면 열이 발생한다.
- ㉢ 메테인(CH_4)은 액화 천연 가스(LNG)의 주성분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. '의료용 소독제로 이용된다.'는 ㉠으로 적절하다.
- ㄴ. ㉡이 물에 용해되는 반응은 발열 반응이다.
- ㄷ. ㉡과 ㉢은 모두 탄소 화합물이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

에탄올(C_2H_5OH)의 이용 사례를 알고, 염화 칼슘($CaCl_2$)의 용해가 발열 반응이며, 메테인(CH_4)이 탄소 화합물임을 파악하여야 한다.

▶ 간략 풀이

- ㉠ 에탄올(C_2H_5OH)은 살균 효과가 있으므로 의료용 소독제로 이용된다.
- ㉡ 염화 칼슘($CaCl_2$)이 물에 용해되는 반응은 열을 방출하는 발열 반응이다.
- ✕ 메테인(CH_4)은 탄소 화합물이지만, 염화 칼슘($CaCl_2$)은 탄소 화합물이 아니다.

정답 | ③

0 **답은 끝 문제로 유형 익히기**

다음은 일상생활에서 이용되고 있는 3가지 물질에 대한 자료이다.

- ㉠ 메테인(CH_4)은 천연 가스의 주성분으로 연료로 이용된다.
- ㉡ 아세트산(CH_3COOH)은 식초의 성분이다.
- ㉢ 질산 암모늄(NH_4NO_3)은 물에 용해될 때 열을 흡수하므로 냉각 팩을 만드는 데 이용된다.

㉠~㉢에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 탄소 화합물은 2가지이다.
- ㄴ. ㉡은 물에 녹아 H^+ 을 내놓는다.
- ㄷ. ㉢을 물에 녹이면 수용액의 온도가 높아진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

탄소 화합물을 구분한다는 점에서 테마 대표 문제와 유사하지만, 발열 반응인 염화 칼슘의 용해 반응 대신 흡열 반응인 질산 암모늄의 용해 반응이 제시되었고, 용해 반응이 일어날 때 수용액의 온도 변화를 다룬다는 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 탄소 화합물은 탄소(C)를 기본 골격으로 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S), 인(P), 할로젠 등이 공유 결합하여 이루어진 화합물이다.
- 열을 방출하는 반응은 발열 반응, 열을 흡수하는 반응은 흡열 반응이다.

01

▶23067-0002

다음은 화학이 실생활 문제 해결에 기여한 사례에 대한 설명과 물질 ㉠에 대한 세 학생의 대화이다.

하버와 보슈는 질소(N₂) 기체를 수소(H₂) 기체와 반응시켜 ㉠을/를 대량 합성하는 공업적 생산 공정을 개발하여 식량 문제 해결에 기여하였다.

㉠은 질소 비료를 만드는데 이용되는 물질이야.

㉠은 탄소 화합물이야.

㉠은 분자의 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족해.



제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
- ④ B, C ⑤ A, B, C

02

▶23067-0003

다음은 합성 섬유 ㉠에 대한 설명이다.

최초로 개발된 합성 섬유인 ㉠은/는 의류 문제 해결에 기여하였다.

㉠에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

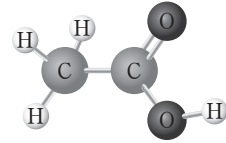
- ㄱ. 나일론이다.
- ㄴ. 천연 섬유인 면에 비해 흡습성이 좋다.
- ㄷ. 대량 생산이 불가능하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0004

그림은 아세트산(CH₃COOH)의 분자 모형을 나타낸 것이다.



아세트산에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 탄소 화합물이다.
- ㄴ. 2중 결합이 있다.
- ㄷ. 수용액은 산성이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0005

다음은 탄소(C)와 수소(H)로 구성된 화합물 (가)~(다)의 분자식이다.

(가) CH₄ (나) C₂H₄ (다) C₂H₆

(가)~(다)의 공통점으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

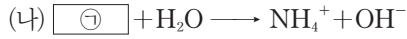
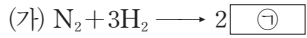
- ㄱ. 탄소 화합물이다.
- ㄴ. 분자에 다중 결합이 없다.
- ㄷ. 완전 연소시켰을 때 CO₂와 H₂O이 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0006

다음은 인류의 식량 문제 해결에 기여한 물질 ㉠과 관련된 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.



㉠에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 분자당 구성 원자 수가 3이다.
- ㄴ. 질소 비료를 만드는 데 이용된다.
- ㄷ. (나)에서 브뢴스테드·로리 염기이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0007

다음은 탄소 화합물 (가)~(다)에 대한 설명이다. (가)~(다)는 각각 메테인(CH_4), 에탄올(C_2H_5OH), 아세트산(CH_3COOH) 중 하나이다.

- (가)는 의료용 소독제로 이용된다.
- $\frac{H \text{ 원자 수}}{C \text{ 원자 수}}$ 는 (나)가 (다)의 2배이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 $\frac{H \text{ 원자 수}}{C \text{ 원자 수}} = 3$ 이다.
- ㄴ. (나)는 천연 가스의 주성분이다.
- ㄷ. (다)의 수용액은 중성이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

몰

1 화학식량

(1) 원자량과 분자량

① 원자량 : 질량수가 12인 탄소(¹²C) 원자의 원자량을 12로 정하고, 이것을 기준으로 하여 비교한 원자의 상대적 질량이다.

원자	¹² C	¹ H
1개의 질량(g)	1.99×10^{-23}	1.67×10^{-24}
원자량	12	1

② 분자량 : 분자를 구성하는 모든 원자의 원자량을 합한 값으로 분자의 상대적 질량이다.

예 물(H₂O)의 분자량은 $1 \times 2 + 16 = 18$ 이다.

(2) 분자가 아닌 물질의 화학식량 : 분자가 아닌 물질의 화학식량은 화학식을 이루는 모든 원자의 원자량을 합하여 구한다.

예 염화 칼슘(CaCl₂)의 화학식량은 $40 + 35.5 \times 2 = 111$ 이다.

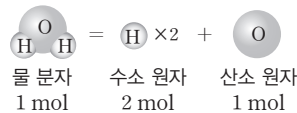
2 몰

(1) 몰(mol) : 원자, 분자, 이온 등의 입자 수를 나타낼 때 사용하는 단위로 1 mol은 입자 6.02×10^{23} 개를 뜻한다.

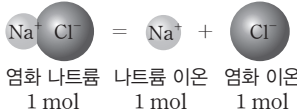
(2) 아보가드로수(N_A) : 1 mol에 해당하는 입자 수인 6.02×10^{23} 을 아보가드로수라고 한다.

(3) 몰과 입자 수

① 입자 1 mol은 입자 6.02×10^{23} 개를 의미한다.



② 물질 1 mol에 들어 있는 원자 또는 이온 수는 물질을 구성하는 원자 또는 이온 수를 더하여 구한다.



3 몰과 질량

(1) 1 mol의 질량

① 화학식량에 g을 붙이면 1 mol의 질량이다.

물질	O ₂	H ₂ O	Mg	NaCl
화학식량	32	18	24	58.5
1 mol의 질량	32 g	18 g	24 g	58.5 g

② 입자 1개의 질량에 아보가드로수(N_A)를 곱하여 1 mol의 질량을 구할 수 있다.

예 H₂O 1 mol의 질량 = H₂O 분자 1개의 질량 $\times N_A = 18 \text{ g}$

(2) 1 mol의 질량과 물질의 양(mol) : 물질의 질량은 1 mol의 질량에 물질의 양(mol)을 곱하여 구한다.

$$\text{질량(g)} = 1 \text{ mol의 질량(g/mol)} \times \text{물질의 양(mol)}$$

예 H₂O 2 mol의 질량 = $18 \text{ g/mol} \times 2 \text{ mol} = 36 \text{ g}$

4 몰과 기체의 부피

(1) 아보가드로 법칙

① 온도와 압력이 일정할 때 기체의 종류에 관계없이 기체 1 mol이 차지하는 부피는 같다.

기체	수소(H ₂)	암모니아(NH ₃)
모형		
물질의 양(mol)	1	1
부피(L)(0°C, 1 atm)	22.4	22.4
질량(g)	2	17

② 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 분자 수에 비례한다.

(2) 기체 분자의 양(mol)과 1 mol의 부피 : 기체 분자의 양(mol)은 기체의 부피를 동일한 온도와 압력에서의 기체 1 mol의 부피로 나누어 구한다.

$$\text{기체 분자의 양(mol)} = \frac{\text{기체의 부피(L)}}{\text{기체 1 mol의 부피(L/mol)}}$$

예 20°C, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피가 24 L일 때, CH₄(g)

$$12 \text{ L의 양(mol)} = \frac{12 \text{ L}}{24 \text{ L/mol}} = 0.5 \text{ mol}$$

THE 알기 온도와 압력이 일정할 때, 기체의 밀도와 분자량

• 온도와 압력이 일정할 때 $V \propto n$ 하고, $n = \frac{w}{M}$, $d = \frac{w}{V}$ 이므로 $d \propto M$ 이다.

(V : 기체의 부피(L), n : 기체의 양(mol), M : 분자량, w : 기체의 질량(g), d : 기체의 밀도(g/L))

(1) (가)와 (나)의 온도와 압력이 일정하고, (나)에 들어 있는 기체는 A₂(g)와 BA₂(g) 2가지이므로

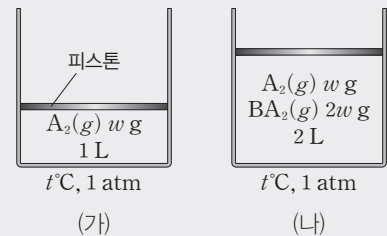
(나)에 들어 있는 전체 기체의 밀도 = $\frac{\text{A}_2 \text{와 BA}_2 \text{ 혼합 기체의 평균 분자량}}{\text{(가)에 들어 있는 기체의 밀도}}$ 이다.

(2) A₂(g) w g의 부피는 1 L이고, (나)에서 전체 기체의 부피가 2 L이므로 BA₂(g) 2w g의 부피는 1 L이다.

(3) $\frac{\text{(나)에 들어 있는 전체 기체의 밀도}}{\text{(가)에 들어 있는 기체의 밀도}} = \frac{\frac{3w \text{ g}}{2 \text{ L}}}{\frac{w \text{ g}}{1 \text{ L}}} = \frac{3}{2}$ 이고, A와 B의 원자량을 각각 a, b, t°C,

1 atm에서 기체 1 L의 양을 n mol이라고 하면, (나)에서 평균 분자량은 $\frac{n \times (2a) + n \times (b + 2a)}{2} = \frac{4a + b}{2}$ 이다.

따라서 $\frac{4a + b}{2a} = \frac{3}{2}$ 에서, $b = 2a$ 이므로 분자량비는 A₂ : BA₂ = 1 : 2이다.



테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 실린더 (가)와 (나)에 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

실린더	기체의 질량비	전체 기체의 밀도(상댓값)	$\frac{X \text{ 원자 수}}{Y \text{ 원자 수}}$
(가)	$X_a Y_{2b} : X_b Y_c = 1 : 2$	9	$\frac{13}{24}$
(나)	$X_a Y_{2b} : X_b Y_c = 3 : 1$	8	$\frac{11}{28}$

$\frac{X_b Y_c \text{의 분자량}}{X_a Y_{2b} \text{의 분자량}} \times \frac{c}{a}$ 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- ① $\frac{2}{3}$ ② $\frac{4}{3}$ ③ 2 ④ $\frac{8}{3}$ ⑤ $\frac{10}{3}$

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

일정한 온도와 압력에서 기체의 종류에 관계 없이 같은 부피에 들어 있는 기체의 양(mol)이 같으므로, 기체의 부피가 같을 때 기체의 질량은 기체의 밀도에 비례한다는 것을 이용하여야 한다.

▶ 간략 풀이

전체 기체의 밀도비가 (가) : (나) = 9 : 8이므로 (가)와 (나)의 부피가 같다고 하면, (가)와 (나)에 들어 있는 전체 기체의 질량(g)은 각각 $9w$, $8w$ 이다. (가)에서 $X_a Y_{2b}$, $X_b Y_c$ 의 질량(g)은 각각 $3w$, $6w$ 이고, (나)에서 $X_a Y_{2b}$, $X_b Y_c$ 의 질량(g)은 각각 $6w$, $2w$ 이다. 또한 (가)에서 $X_a Y_{2b}$, $X_b Y_c$ 의 양을 각각 m mol, $3n$ mol이라고 하면 (나)에서 $X_a Y_{2b}$, $X_b Y_c$ 의 양은 각각 $2m$ mol, n mol이고, $m + 3n = 2m + n$ 이므로 $m = 2n$ 이다. 따라서 분자량비는 $X_a Y_{2b} :$

$$X_b Y_c = \frac{3w}{2n} : \frac{6w}{3n} = 3 : 4 \text{이다.}$$

(가)에서 $\frac{X \text{ 원자 수}}{Y \text{ 원자 수}} = \frac{2a + 3b}{4b + 3c} = \frac{13}{24}$ 이고, (나)

에서 $\frac{X \text{ 원자 수}}{Y \text{ 원자 수}} = \frac{4a + b}{8b + c} = \frac{11}{28}$ 이므로

$$c = 2a \text{이다. 따라서 } \frac{X_b Y_c \text{의 분자량}}{X_a Y_{2b} \text{의 분자량}} \times \frac{c}{a} = \frac{4}{3} \times \frac{2a}{a} = \frac{8}{3} \text{이다.}$$

정답 | ④

0 짧은 풀이 문제로 유형 익히기

정답과 해설 3쪽

▶ 23067-0008

표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 실린더 (가)와 (나)에 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

실린더	기체의 질량비	전체 기체의 밀도	$\frac{Y \text{ 원자 수}}{X \text{ 원자 수}}$
(가)	$XY_2 : XY_3 = 4 : 1$	$25d$	a
(나)	$XY_2 : XY_3 = 2 : 5$	$28d$	b

$\frac{Y \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}} \times \frac{b}{a}$ 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{8}{13}$ ② $\frac{16}{25}$ ③ $\frac{13}{8}$ ④ $\frac{8}{3}$ ⑤ $\frac{25}{8}$

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

혼합 기체에서 기체의 질량비와 전체 기체의 밀도를 이용하여 기체의 몰비를 구한다는 점에서 테마 대표 문제와 유사하지만, 기체의 화학식이 구체적으로 제시되었고, 화학식을 통해 구성 원소의 원자량을 구하고, 혼합 기체에서 구성 원자 수를 파악한다는 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

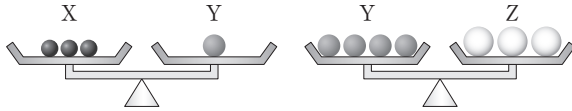
▶ 배경 지식

- 일정한 온도와 압력에서 기체의 종류에 관계없이 같은 부피에 들어 있는 기체의 양(mol)은 같다.
- 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피가 같을 때 기체의 질량은 기체의 밀도에 비례한다.

01

▶23067-0009

그림은 원자 X~Z의 질량 관계를 나타낸 것이다.



$\frac{Z\text{의 원자량}}{X\text{의 원자량}+Y\text{의 원자량}}$ 은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{3}{7}$ ② 1 ③ $\frac{7}{4}$ ④ $\frac{5}{2}$ ⑤ $\frac{23}{7}$

02

▶23067-0010

표는 원자 X, Y의 질량에 대한 자료이다.

원자	X	Y
원자 1개의 질량(상댓값)	3	4

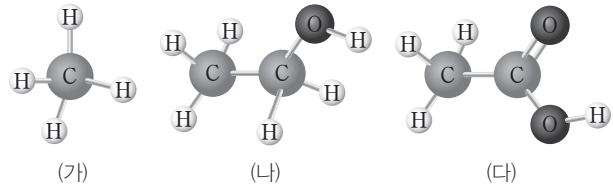
$\frac{XY_2\text{의 분자량}}{XY\text{의 분자량}}$ 은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

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

03

▶23067-0011

그림은 탄소 화합물 (가)~(다)의 분자 모형을 나타낸 것이다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 $\frac{H\text{의 질량}}{C\text{의 질량}} = \frac{1}{3}$ 이다.
- ㄴ. 1g에 들어 있는 분자 수는 (나)가 (가)보다 크다.
- ㄷ. 1g에 들어 있는 O 원자 수비는 (나) : (다) = 15 : 23이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0012

다음은 물질을 구성하는 원자 또는 이온의 양(mol)에 대한 설명이다.

- 물(H₂O) 36 g에 들어 있는 O 원자의 양은 x mol이다.
- 염화 칼슘(CaCl₂) 1 mol에 들어 있는 모든 이온의 양은 y mol이다.
- 0°C, 1 atm에서 메테인(CH₄) 기체 11.2 L에 들어 있는 H 원자의 양은 z mol이다.

x + y + z는? (단, H, O의 원자량은 각각 1, 16이고, 0°C, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 22.4 L이다.)

- ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9

05

▶ 23067-0013

표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 실린더 (가), (나)에 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

실린더	기체	O 원자 수	부피(L)	질량(g)
(가)	CO_2	N	V	w_1
(나)	O_3	N	xV	w_2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, C, O의 원자량은 각각 12, 16이다.)

보기

- ㄱ. $x = \frac{2}{3}$ 이다.
- ㄴ. $w_1 > w_2$ 이다.
- ㄷ. $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 기체의 밀도는 (나)가 (가)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0014

표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 기체 (가), (나)에 대한 자료이다.

기체	분자식	부피(L)	질량(g)
(가)	N_2	V	5.6
(나)	C_nH_{2n}	$1.5V$	8.4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, N의 원자량은 각각 1, 12, 14이다.)

보기

- ㄱ. $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 $5V$ L이다.
- ㄴ. 분자량은 (나)가 (가)보다 크다.
- ㄷ. $n=3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0015

표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 기체 (가), (나)에 대한 자료이다.

기체	분자식	1 g의 부피(L)
(가)	XY	$22V$
(나)	X_2Y	$15V$

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

보기

- ㄱ. $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 기체의 밀도비는 (가) : (나) = 15 : 22이다.
- ㄴ. 원자량은 Y가 X보다 크다.
- ㄷ. 1 g에 들어 있는 전체 원자 수는 (나)가 (가)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23067-0016

표는 화합물 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

화합물	(가)	(나)
분자식	XY_2	XY_3
1 g에 들어 있는 전체 원자 수	$15N$	$16N$

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

보기

- ㄱ. 분자량비는 (가) : (나) = 4 : 5이다.
- ㄴ. 원자량은 X가 Y의 2배이다.
- ㄷ. $\frac{\text{(나) 1 g에 들어 있는 X 원자 수}}{\text{(가) 1 g에 들어 있는 Y 원자 수}} = \frac{2}{5}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶23067-0017

표는 원자 X, Y의 질량에 대한 자료이다.

원자	X	Y
원자 1개의 질량(g)	w	$\frac{8}{7}w$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, N_A 는 아보가드로수이다.)

보기

- ㄱ. 원자량은 X가 Y보다 크다.
- ㄴ. X 1 mol의 질량은 wN_A g이다.
- ㄷ. XY_2 의 화학식량은 $\frac{23}{7}wN_A$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0018

표는 $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 부피가 다른 용기 (가), (나)에 각각 들어 있는 기체 X와 H_2 에 대한 자료이다. N_A 는 아보가드로수이다.

용기	(가)	(나)
기체	X	H_2
부피(L)	V	$2V$
질량(g)	$16w$	w
전체 원자 수	$3N_A$	$4N_A$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H의 원자량은 1이다.)

보기

- ㄱ. $w=4$ 이다.
- ㄴ. X는 분자당 구성 원자 수가 3이다.
- ㄷ. X의 분자량은 32이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0019

표는 기체 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 원자량은 Y가 X보다 크다.

기체	(가)	(나)
구성 원소	X, Y	X, Y
분자당 구성 원자 수	2	3
1g에 들어 있는 전체 원자 수	$22N$	$21N$

$\frac{Y \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}}$ 은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{7}{6}$ ② $\frac{5}{4}$ ③ $\frac{4}{3}$ ④ $\frac{11}{7}$ ⑤ $\frac{8}{3}$

04

▶ 23067-0020

표는 원소 A, B로 이루어진 화합물 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)의 분자식은 각각 AB_2 , A_2B , A_2B_3 중 하나이다.

화합물	(가)	(나)	(다)
$\frac{B \text{의 질량}}{A \text{의 질량}}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{16}{7}$

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

보기

- ㄱ. (다)는 AB_2 이다.
 ㄴ. 원자량은 A가 B보다 크다.
 ㄷ. 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 (나)가 (가)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0021

다음은 기체 (가), (나)에 대한 자료이다.

- (가)의 분자식은 X_2 이고, (나)의 분자식은 Y_nZ_{5-n} 이다.
- 1g에 들어 있는 분자 수는 (나)가 (가)의 2배이다.
- $\frac{\text{(나) 1g에 들어 있는 Z 원자 수}}{\text{(가) 1g에 들어 있는 X 원자 수}} = 4$ 이다.

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

보기

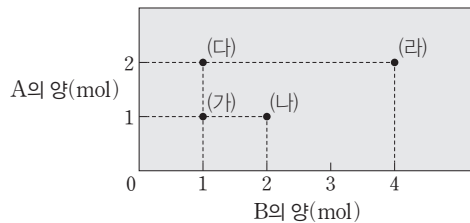
- ㄱ. 분자량은 (가)가 (나)의 2배이다.
- ㄴ. $\frac{\text{(나) 1g당 전체 원자 수}}{\text{(가) 1g당 전체 원자 수}} = 5$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{(나) 1g에 들어 있는 Y 원자 수}}{\text{(가) 1g에 들어 있는 X 원자 수}} = 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0022

그림은 원소 A, B로 이루어진 화합물 (가)~(라)의 분자 1 mol을 구성하는 원소의 양(mol)을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. $\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}}$ 은 (다)가 (가)의 2배이다.
- ㄴ. 1g에 들어 있는 A 원자 수는 (가)가 (나)보다 크다.
- ㄷ. 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 (라)가 (나)의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

화학 반응식

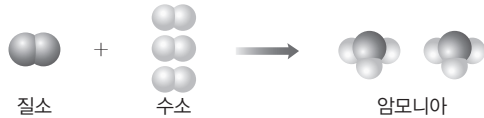
1 화학 반응식

(1) 화학 반응식

- ① 화학식과 기호를 사용하여 화학 반응을 나타낸 식이다.
- ② 반응물과 생성물의 종류와 상태를 알 수 있다.
- ③ 화학 반응이 일어날 때 양적 관계를 알 수 있다.

(2) 화학 반응식 완성하기

예 질소 기체와 수소 기체가 반응하여 암모니아 기체를 생성하는 반응



1단계	반응물과 생성물을 화학식으로 나타낸다.	• 반응물 : N ₂ (질소), H ₂ (수소) • 생성물 : NH ₃ (암모니아)
2단계	반응물의 화학식은 화살표(→) 왼쪽에, 생성물의 화학식은 화살표 오른쪽에 쓴다. 반응물 또는 생성물이 2가지 이상이면 '+'로 연결한다.	N ₂ + H ₂ → NH ₃
3단계	반응물과 생성물을 구성하는 원자의 종류와 개수가 같아지도록 반응 계수를 맞춘다. 계수는 가장 간단한 자연수로 만들고, 1이면 생략한다.	• 질소(N) 원자 수를 맞추기 위해 NH ₃ 앞에 2를 붙인다. N ₂ + H ₂ → 2NH ₃ • 수소(H) 원자 수를 맞추기 위해 H ₂ 앞에 3을 붙인다. N ₂ + 3H ₂ → 2NH ₃
4단계	물질의 상태 표시가 필요한 경우에는 각 화학식 오른쪽에 물질의 상태 기호를 () 안에 쓴다. → 고체 : s, 액체 : l, 기체 : g, 수용액 : aq	• 반응물과 생성물의 상태를 표시한다. N ₂ (g) + 3H ₂ (g) → 2NH ₃ (g)

2 화학 반응에서의 양적 관계

(1) 반응 계수의 의미

- ① 반응 계수비는 반응 몰비와 같다.
- ② 온도와 압력이 같은 기체의 경우 몰비와 부피비가 같으므로 반응 계수비는 반응 부피비와 같다.

반응 계수비 = 반응 몰비 = 반응 부피비(기체)

③ 반응 질량비는 반응 계수와 화학식량을 곱한 값의 비와 같다.

(2) 화학 반응에서의 양적 관계와 화학 반응식

반응물과 생성물의 질량과 부피를 양(mol)으로 환산한 후, 화학 반응식을 이용하여 양적 관계를 계산할 수 있다.

예 메테인(CH₄) 32 g의 완전 연소 반응에서의 양적 관계

→ CH₄의 분자량은 16이므로 CH₄ 32 g은 2 mol $(= \frac{32 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}})$ 이다.

→ CH₄ 32 g이 완전 연소되었을 때 O₂는 4 mol이 반응하고, CO₂는 2 mol, H₂O는 4 mol이 생성된다.

화학 반응식	CH ₄ (g) + 2O ₂ (g) → CO ₂ (g) + 2H ₂ O(l)				
반응 계수비	1	: 2	: 1	: 2	
반응	물질의 양	2 mol	4 mol	2 mol	4 mol
	질량	32 g	128 g	88 g	72 g
	기체의 부피 (20°C, 1 atm)	48 L	96 L	48 L	

예 N₂(g) + 3H₂(g) → 2NH₃(g) 반응에서 H₂ 36 L가 반응할 때의 양적 관계

→ 20°C, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이므로 H₂ 36 L는 1.5 mol $(= \frac{36 \text{ L}}{24 \text{ L/mol}})$ 이다.

→ H₂ 36 L가 반응할 때 N₂는 0.5 mol이 반응하고, NH₃는 1 mol이 생성된다.

화학 반응식	N ₂ (g) + 3H ₂ (g) → 2NH ₃ (g)			
반응 계수비	1	: 3	: 2	
반응	물질의 양	0.5 mol	1.5 mol	1 mol
	질량	14 g	3 g	17 g
	기체의 부피 (20°C, 1 atm)	12 L	36 L	24 L

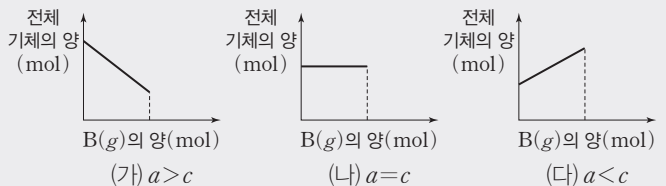
THE 알기 화학 반응에서 반응 전과 후 전체 기체의 양(mol)

• aA(g) + bB(g) → cC(g)의 반응에서 반응물의 계수와 생성물의 계수 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

- (1) A(g)와 B(g)의 양(mol)을 달리하여 반응시켰을 때, 반응 전과 후 전체 기체의 양(mol)
- (2) 일정한 양(mol)의 A(g)에 B(g)를 넣어 가며 반응시켰을 때, 넣어 준 B(g)의 양에 따른 전체 기체의 양

반응	반응 전		반응 후	반응 전과 후 계수 관계
	A(g)의 양 (mol)	B(g)의 양 (mol)	전체 기체의 양 (mol)	
(가)	3	1	2	a + b > c
(나)	1	1	2	a + b = c
(다)	1	1	3	a + b < c

(나)에서 반응 전 전체 기체의 양과 반응 후 전체 기체의 양이 2 mol로 같으므로 a + b = c이다.



(나)에서 반응이 완결될 때까지 전체 기체의 양(mol)은 일정하므로 a = c이다.

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

반응 계수비가 $XYZ_3 : XZ : YZ_2 = 1 : 1 : 1$ 이고, 질량 보존 법칙에 의해 반응한 XYZ_3 의 질량은 생성된 XZ 와 YZ_2 의 질량의 합과 같다는 것을 이용해 생성된 YZ_2 의 질량과 양(mol)을 구하면 된다.

▶ 간략 풀이

$t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이므로 생성된 YZ_2 의 양은 $\frac{0.12}{24} = 0.005$ (mol)이고, 생성된 XZ 의 양도 0.005 mol이다. 또한 생성된 XZ 의 질량(g)이 $0.56w$ 이므로 생성된 YZ_2 의 질량(g)은 $w - 0.56w = 0.44w$ 이다.

XZ 의 화학식량은 $\frac{0.56w}{0.005} = 112w$

이고, YZ_2 의 화학식량은 $\frac{0.44w}{0.005} = 88w$ 이다.

X , Z 의 원자량을 각각 $5k$, $2k$ 라고 하면, XZ 의 화학식량은 $7k = 112w$ 이고, YZ_2 의 화학식량은 $a + 4k = 88w$ 이므로 $k = 16w$, $a = 24w$ 이다.

정답 | ②

| 2023학년도 수능 |

다음은 XYZ_3 의 반응을 이용하여 Y 의 원자량을 구하는 실험이다.

[자료]

- 화학 반응식 : $XYZ_3(s) \longrightarrow XZ(s) + YZ_2(g)$
- 원자량의 비는 $X : Z = 5 : 2$ 이다.

[실험 과정]

- (가) $XYZ_3(s)$ w g을 반응 용기에 넣고 모두 반응시킨다.
- (나) 생성된 $XZ(s)$ 의 질량과 $YZ_2(g)$ 의 부피를 측정한다.

[실험 결과]

- $XZ(s)$ 의 질량 : $0.56w$ g
- $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 $YZ_2(g)$ 의 부피 : 120 mL
- Y 의 원자량 : a

a 는? (단, $X \sim Z$ 는 임의의 원소 기호이고, $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이다.)

[3점]

- ① 12w ② 24w ③ 32w ④ 40w ⑤ 44w

0 짧은 풀이 문제로 유형 익히기

정답과 해설 5쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

반응의 양적 관계를 이용하여 반응물의 화학식량이나 구성 원소의 원자량을 구한다는 점에서 테마 대표 문제와 유사하지만, 탄소(C)와 산소(O)의 원자량을 제시하고 M의 원자량을 구하도록 한 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 반응물과 생성물의 반응 몰비는 반응 계수비와 같다.
- 질량 보존 법칙에 의해 반응한 $MCO_3(s)$ 의 질량은 생성된 $MO(s)$ 의 질량과 $CO_2(g)$ 의 질량의 합과 같다.

▶ 23067-0023

다음은 $MCO_3(s)$ 의 분해 반응을 이용하여 M의 원자량을 구하는 실험이다.

[자료]

- 화학 반응식 : $MCO_3(s) \longrightarrow MO(s) + CO_2(g)$
- $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이다.

[실험 과정]

- $MCO_3(s)$ w g을 반응 용기에 넣고 모두 분해시킨다.
- 생성된 $CO_2(g)$ 의 부피와 반응 용기에 남아 있는 $MO(s)$ 의 질량을 측정한다.

[실험 결과]

- $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 $CO_2(g)$ 의 부피 : 120 mL
- $MO(s)$ 의 질량 : $0.56w$ g

M의 원자량은? (단, C, O의 원자량은 각각 12, 16이고, M은 임의의 원소 기호이다.)

- ① 23 ② 24 ③ 40 ④ 44 ⑤ 100

01

▶ 23067-0024

다음은 광합성과 철의 제련 과정에서 일어나는 반응 (가)~(다)의 화학 반응식이다.

- 광합성
(가) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- 철의 제련
(나) $2\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$
(다) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + a\text{CO} \longrightarrow b\text{Fe} + a\text{CO}_2$ (a, b 는 반응 계수)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 CO_2 이다.
- ㄴ. (나)에서 CO 1 mol이 생성될 때 반응한 O_2 의 양은 0.5 mol이다.
- ㄷ. $a+b=5$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0025

다음은 탄산 칼슘(CaCO_3)을 $\text{HCl}(aq)$ 에 넣었을 때 일어나는 반응의 화학 반응식이다.



CaCO_3 w g을 충분한 양의 $\text{HCl}(aq)$ 에 넣어 반응을 완결시켰더니 CO_2 0.02 mol이 생성되었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, CaCO_3 의 화학식량은 100이다.)

보기

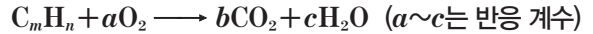
- ㄱ. ㉠은 H_2 이다.
- ㄴ. 반응한 HCl 의 양은 0.04 mol이다.
- ㄷ. $w=2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0026

다음은 탄소 화합물 C_mH_n 의 완전 연소 반응의 화학 반응식이다.



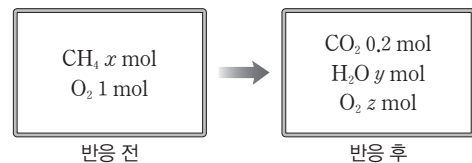
$a+b+c$ 는?

- ① $m + \frac{3}{4}n$ ② $m + \frac{3}{2}n$ ③ $m + 2n$
- ④ $2m + \frac{3}{4}n$ ⑤ $2m + n$

04

▶ 23067-0027

그림은 반응 용기에 메테인(CH_4)과 산소(O_2)를 넣고 완전 연소시켰을 때, 반응 전과 후 물질의 양(mol)을 나타낸 것이다.



$x+y+z$ 는?

- ① 0.6 ② 0.8 ③ 0.9 ④ 1 ⑤ 1.2

05

▶23067-0028

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 A 3n mol이 들어 있는 반응 용기에 B의 양(mol)을 달리 하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I ~ IV에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다.

실험		I	II	III	IV
반응 전	A의 양(mol)	3n	3n	3n	3n
	B의 양(mol)	2n	4n	6n	8n
반응 후	C의 양(mol)	2n	4n	6n	6n

$\frac{c}{a+b}$ 는?

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

06

▶23067-0029

다음은 기체 A₂와 B₂가 반응하여 기체 X를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 반응 용기에 A₂와 B₂를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I 과 II에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후	
	A ₂ 의 양(mol)	B ₂ 의 양(mol)	남은 반응물의 종류	X의 양(mol)
I	0.1	0.4	⊖	0.2
II	0.2	0.3	A ₂	0.2

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

보기

- ㄱ. $b+c=4$ 이다.
 ㄴ. ⊖은 B₂이다.
 ㄷ. X의 분자식은 AB₂이다.

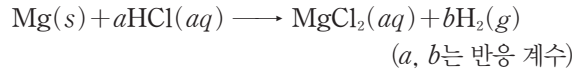
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0030

다음은 마그네슘(Mg)과 HCl(aq)의 반응에 대한 실험이다. t°C, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

- Mg w g을 충분한 양의 HCl(aq)에 넣고 모두 반응시키고, t°C, 1 atm에서 생성된 H₂ 기체의 부피(L)를 측정한다.

[실험 결과]

- t°C, 1 atm에서 생성된 H₂ 기체의 부피 : 0.048 L

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

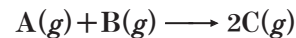
- ㄱ. 생성된 H₂의 양은 0.002 mol이다.
 ㄴ. $a+b=3$ 이다.
 ㄷ. Mg의 원자량은 200w이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0031

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 기체 A와 B를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I 과 II에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)
I	0.4	3.8	V
II	0.2	7.6	V

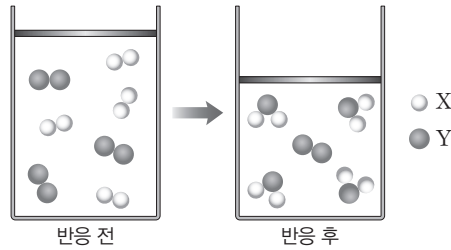
C의 분자량은 A의 분자량의 몇 배인가? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① $\frac{8}{3}$ ② $\frac{19}{4}$ ③ 5 ④ $\frac{19}{2}$ ⑤ 10

01

▶ 23067-0032

그림은 실린더에 기체 X₂와 Y₂를 넣고 반응시켰을 때, 반응 전과 후 기체에 대한 자료를 분자 모형으로 나타낸 것이다. 원자량비는 X : Y = 7 : 8이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

보기

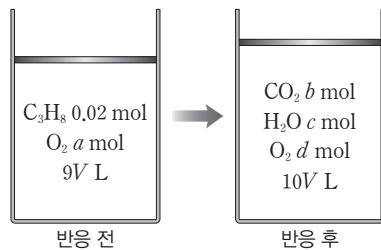
- ㄱ. 생성물의 분자식은 X₂Y이다.
- ㄴ. 반응 질량비는 X₂ : Y₂ = 7 : 8이다.
- ㄷ. $\frac{\text{반응 후 전체 기체의 부피}}{\text{반응 전 전체 기체의 부피}} = \frac{5}{7}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0033

그림은 프로페인(C₃H₈)과 산소(O₂) 기체를 실린더에 넣고 완전 연소시켰을 때, 반응 전과 후 기체에 대한 자료를 나타낸 것이다. 반응물과 생성물은 모두 기체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

보기

- ㄱ. $\frac{c}{b} = \frac{8}{3}$ 이다.
- ㄴ. $a + d = 0.22$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{반응 후 전체 기체의 밀도}}{\text{반응 전 전체 기체의 밀도}} = \frac{10}{9}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0034

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 A w g이 들어 있는 실린더에 B를 $2w$ g씩 넣어 가면서 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B의 질량에 따른 반응 후 전체 기체의 부피를 나타낸 것이다.

넣어 준 B의 질량(g)	$2w$	$4w$	$6w$	$8w$
반응 후 전체 기체의 부피(L)	$3V$	$4V$	$6V$	$8V$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

보기

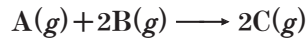
- ㄱ. $b=3$ 이다.
- ㄴ. 반응 전 A의 부피(L)는 $2V$ 이다.
- ㄷ. $\frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = 4$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0035

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 반응 용기에 기체 A와 B를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I과 II에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다.

실험	반응 전 질량비	반응 후 질량비
I	A : B = 1 : 2	A : C = 1 : 23
II	A : B = x : y	B : C = 5 : 23

$\frac{y}{x} \times \frac{C \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량} + B \text{의 분자량}}$ 은?

- ① $\frac{11}{5}$ ② $\frac{23}{10}$ ③ $\frac{11}{4}$ ④ $\frac{23}{5}$ ⑤ $\frac{23}{4}$

05

▶ 23067-0036

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 기체 A와 B를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I과 II에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다. 분자량은 A가 B의 4배이다.

실험	반응 전			반응 후
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)	전체 기체의 부피(L)
I	4w	w	4V	3V
II	10w	w	xV	yV

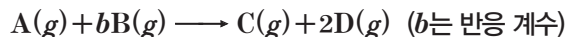
$\frac{x+y}{a}$ 는? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① 3 ② $\frac{10}{3}$ ③ 4 ④ 6 ⑤ 9

06

▶ 23067-0037

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C와 D를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 A w g이 들어 있는 반응 용기에 B의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I ~ V에서 생성된 C의 양(mol)에 대한 자료이다. 분자량비는 A : B : C = 4 : 8 : 11이다.

실험	I	II	III	IV	V
반응 전 B의 질량(g)	w	2w	3w	4w	5w
생성된 C의 양(mol)	n	2n	3n	4n	4n

$b \times \frac{\text{D의 분자량}}{\text{A의 분자량}}$ 은?

- ① $\frac{9}{4}$ ② $\frac{27}{8}$ ③ $\frac{15}{4}$ ④ $\frac{9}{2}$ ⑤ $\frac{15}{2}$

04

용액의 농도

1 용액의 농도

(1) 퍼센트 농도(%) : 용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)으로 나타낸 농도이며, 단위는 %를 사용한다.

$$\begin{aligned} \text{퍼센트 농도}(\%) &= \frac{\text{용질의 질량}(g)}{\text{용액의 질량}(g)} \times 100 \\ &= \frac{\text{용질의 질량}(g)}{(\text{용매} + \text{용질})\text{의 질량}(g)} \times 100 \end{aligned}$$

- ① 용액과 용질의 질량으로 나타내므로 온도와 압력의 영향을 받지 않는다.
- ② 용액의 퍼센트 농도와 질량을 알면 녹아 있는 용질의 질량을 구할 수 있다.

$$\text{용질의 질량}(g) = \text{용액의 질량}(g) \times \frac{\text{퍼센트 농도}(\%)}{100}$$

(2) 몰 농도(M) : 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)으로 나타낸 농도이며, 단위는 M 또는 mol/L를 사용한다.

$$\text{몰 농도}(M) = \frac{\text{용질의 양}(mol)}{\text{용액의 부피}(L)} = \frac{\text{용질의 양}(mol)}{\text{용액의 부피}(mL)} \times 1000(mL/L)$$

- ① 용액의 부피를 기준으로 하기 때문에 사용하기에 편리하다.
- ② 온도에 따라 용질의 양(mol)은 변하지 않지만 용액의 부피가 변하므로 몰 농도는 온도에 따라 달라진다.
- ③ 용액의 몰 농도와 부피를 알면 녹아 있는 용질의 양(mol)을 구할 수 있다.

$$\text{용질의 양}(mol) = \text{몰 농도}(mol/L) \times \text{용액의 부피}(L)$$

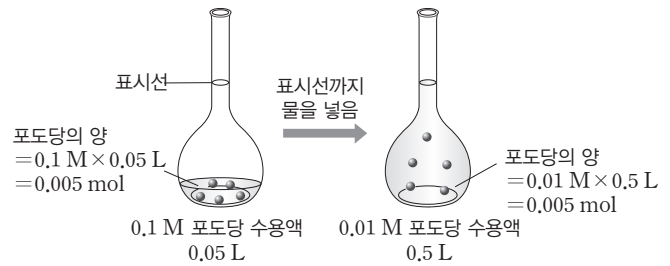
2 용액의 희석

- (1) 어떤 용액에 용매를 가하여 용액을 희석했을 때, 용액의 부피와 농도는 달라지지만 그 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)은 변하지 않는다.
- (2) 용액의 몰 농도가 M (mol/L)이고, 부피가 V (L)인 용액에 물을 가하여 몰 농도가 M' (mol/L)이고, 부피는 V' (L)인 용액이 되었다면 두 용액에서 용질의 양(mol)은 같으므로 다음 관계가 성립한다.

$$\begin{aligned} \text{용질의 양}(mol) &= \text{몰 농도}(mol/L) \times \text{용액의 부피}(L) \\ \Rightarrow \text{용질의 양}(mol) &= MV = M'V' \end{aligned}$$

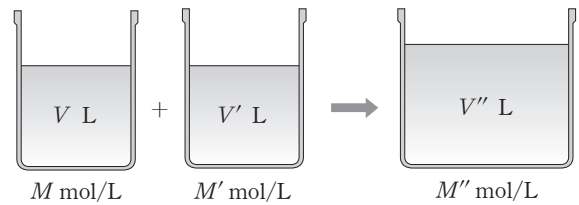
예 0.1 M 포도당 수용액을 희석하여 0.01 M 포도당 수용액 500 mL 만들기

- 용액을 희석해도 그 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)은 변하지 않으므로 $0.1 M \times V = 0.01 M \times 0.5 L$ 이고, $V = 0.05 L$ 이다.
- 0.1 M 포도당 수용액 0.05 L를 500 mL 부피 플라스크에 넣고, 표시선까지 물을 채워 용액의 부피를 0.5 L로 맞춘다.



3 용액의 혼합

- (1) 같은 용질이 용해되어 있는 농도가 서로 다른 2가지 용액을 혼합하면 용액의 부피와 농도는 달라지지만 그 속에 녹아 있는 용질의 전체 양(mol)은 변하지 않는다.
- (2) 용액의 몰 농도가 M (mol/L)이고, 부피가 V (L)인 용액에 몰 농도가 M' (mol/L)인 용액 V' (L)를 혼합하여 몰 농도가 M'' (mol/L)이고, 전체 용액의 부피가 V'' (L)인 용액이 되었다면 혼합 전과 후 용질의 전체 양(mol)은 같으므로 다음 관계가 성립한다.

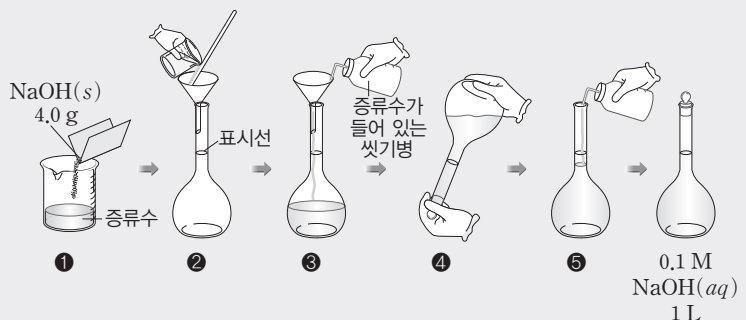


$$MV + M'V' = M''V'' \Rightarrow M'' = \frac{MV + M'V'}{V''} \text{ (mol/L)}$$

THE 알기

0.1 M 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 1 L 만들기

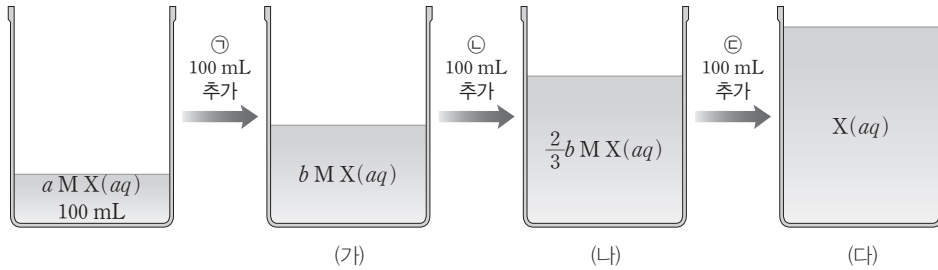
- ① NaOH(s) 4.0 g(0.1 mol)을 물이 들어 있는 비커에 넣어 모두 녹인다.
- ② 깔때기를 이용하여 비커의 용액을 1 L 부피 플라스크에 넣는다.
- ③ 물로 비커와 깔때기에 묻어 있는 용액을 씻어 부피 플라스크에 넣는다.
- ④ 부피 플라스크 표시선의 $\frac{2}{3}$ 정도가 되는 부분까지 증류수를 넣은 다음, 마개를 막고 흔들거나 뒤집어서 용액을 잘 섞는다.
- ⑤ 실온까지 식힌 후 씻기병을 이용해 표시선까지 증류수를 가한다.



테마 대표 문제

| 2023학년도 9월 모의평가 |

그림은 $a \text{ M X}(aq)$ 에 ㉠~㉣을 순서대로 추가하여 수용액 (가)~(다)를 만드는 과정을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 $\text{H}_2\text{O}(l)$, $3a \text{ M X}(aq)$, $5a \text{ M X}(aq)$ 중 하나이고, 수용액에 포함된 X의 질량비는 (나):(다)=2:3이다.



㉣과 b 로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하고, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.)

- | | | | |
|---------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| ㉣ | \underline{b} | ㉣ | \underline{b} |
| ① $\text{H}_2\text{O}(l)$ | $2a$ | ② $3a \text{ M X}(aq)$ | $2a$ |
| ③ $3a \text{ M X}(aq)$ | $3a$ | ④ $5a \text{ M X}(aq)$ | $2a$ |
| ⑤ $5a \text{ M X}(aq)$ | $3a$ | | |

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

(가) $b \text{ M X}(aq)$ 200 mL와 (나) $\frac{2}{3}b \text{ M X}(aq)$ 300 mL에 들어 있는 X의 양(mol)이 같으므로 ㉣은 물임을 판단하고, 수용액에 포함된 X의 질량비가 (나):(다)=2:3이 되기 위한 ㉠과 ㉣을 결정한다.

▶ 간략 풀이

(가)와 (나)에서 X의 양(mol)의 변화가 없으므로 ㉣은 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다. (가)에 들어 있는 X의 양은 $0.2b \text{ mol}$ 이고, 수용액에 포함된 X의 질량비는 (나):(다)=2:3이므로 (다)에 들어 있는 X의 양은 $0.3b \text{ mol}$ 이다. 만약 ㉣이 $5a \text{ M X}(aq)$ 이라면 추가된 X의 양이 $0.5a=0.1b$ 가 되어 조건에 맞지 않는다. 따라서 ㉣은 $3a \text{ M X}(aq)$ 이고, $0.3a=0.1b$ 이므로 $b=3a$ 이다.

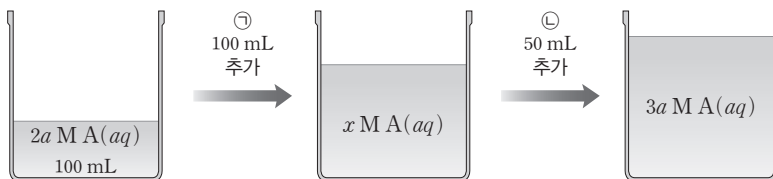
정답 | ③

0 **답은 꿀 문제로 유형 익히기**

정답과 해설 8쪽

▶ 23067-0038

그림은 $2a \text{ M A}(aq)$ 100 mL에 ㉠, ㉡를 순서대로 추가하여 수용액을 만드는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 각각 $3a \text{ M A}(aq)$ 와 $5a \text{ M A}(aq)$ 중 하나이다.



㉠과 x 로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하고, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.)

- | | | | |
|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| ㉠ | \underline{x} | ㉠ | \underline{x} |
| ① $3a \text{ M A}(aq)$ | $2a$ | ② $3a \text{ M A}(aq)$ | $\frac{5}{2}a$ |
| ③ $3a \text{ M A}(aq)$ | $3a$ | ④ $5a \text{ M A}(aq)$ | $3a$ |
| ⑤ $5a \text{ M A}(aq)$ | $\frac{7}{2}a$ | | |

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

농도가 다른 용액을 순서대로 혼합하는 것은 같지만 혼합하는 부피가 다른 것과 혼합한 후 용액의 농도를 묻는 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 물 농도는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이다.
- 두 수용액을 혼합하면 용액 속의 용질의 양(mol)이 더해진다.

01

▶23067-0039

다음은 용액의 농도에 대한 세 학생의 대화이다.

1 M 용액 1 L에는
용질 1 mol이 녹아
있어.

설탕 50 g을 물 200 g
에 녹인 용액의 퍼센트
농도는 25%야.

용질의 질량과 용액의
부피만으로 용액의 몰
농도를 구할 수 있어.



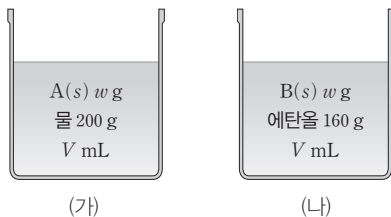
제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ C
- ④ A, B ⑤ B, C

02

▶23067-0040

그림은 A(s) w g과 B(s) w g을 각각 물(H₂O(l))과 에탄올(C₂H₅OH(l))에 녹인 용액 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. 화학식량은 B가 A보다 크다.



(가)에서가 (나)에서보다 큰 값인 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 퍼센트 농도(%)
- ㄴ. 몰 농도(M)
- ㄷ. 전체 물질의 양(mol)

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0041

표는 $t^{\circ}\text{C}$ 에서 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 수산화 나트륨과 요소의 화학식량은 각각 40, 60이다.

수용액	용질의 종류와 질량	물의 질량 (g)	용액의 밀도 (g/mL)	몰 농도 (mol/L)
(가)	요소 3 g	100	1.03	x
(나)	수산화 나트륨 a g	50	1.02	x

a 는?

- ① 1 ② 2 ③ $\frac{5}{2}$ ④ 3 ⑤ 4

04

▶23067-0042

다음은 0.2 M A(aq)을 만드는 실험이다.

- (가) 소량의 물에 A(s) w g을 모두 녹인다.
- (나) 500 mL 부피 플라스크에 (가)의 수용액을 모두 넣고 물을 부피 플라스크의 $\frac{2}{3}$ 정도 넣은 후 마개를 닫고 섞는다.
- (다) (나)의 부피 플라스크에 을/를 이용하여 표시된 눈금선까지 물을 넣고 섞어 0.2 M A(aq)을 만든다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. '씻기병'은 ㉠으로 적절하다.
- ㄴ. (가)에서 물에 녹인 A의 양은 0.1 mol이다.
- ㄷ. A의 화학식량은 $5w$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0043

다음은 12 M HCl(aq)을 희석하여 0.1 M HCl(aq)을 만드는 실험이다.

- (가) 12 M HCl(aq) 25 mL를 취하여 물이 반 정도 들어 있는 1 L 부피 플라스크에 넣고 표시된 눈금선까지 물을 넣은 후 섞는다.
 (나) (가)의 HCl(aq) a mL를 취하여 V mL 부피 플라스크에 넣고 표시된 눈금선까지 물을 넣고 섞어 0.1 M HCl(aq)을 만든다.

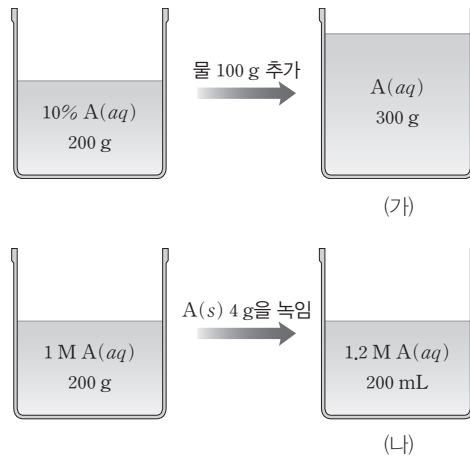
$\frac{a}{V}$ 는? (단, 온도는 일정하다.)

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

02

▶ 23067-0044

그림은 10% A(aq) 200 g에 물 100 g을 추가하여 만든 A(aq) (가)와 1 M A(aq) 200 g에 A(s) 4 g을 녹여 만든 A(aq) (나)를 만드는 과정을 나타낸 것이다. $t^\circ\text{C}$ 에서 1 M A(aq)의 밀도는 1 g/mL이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 $t^\circ\text{C}$ 로 일정하다.)

보기

- ㄱ. (가)의 퍼센트 농도는 $\frac{20}{3}\%$ 이다.
 ㄴ. (가)에서 A의 양은 0.5 mol이다.
 ㄷ. 물의 양(mol)은 (가) : (나) = 7 : 4이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0045

다음은 $\text{CaCO}_3(s)$ 과 $\text{HCl}(aq)$ 이 반응하는 화학 반응식과 실험이다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

- (가) $\text{CaCO}_3(s)$ 1 g을 전자 저울로 측정하여 준비한다.
- (나) 0.1 M $\text{HCl}(aq)$ V mL가 들어 있는 비커의 질량을 측정한다.
- (다) (나)의 비커에 (가)에서 준비한 1 g의 $\text{CaCO}_3(s)$ 을 넣어 모두 반응시킨 후 반응이 끝난 비커의 질량을 측정한다.

[실험 결과]

과정	(나)	(다)
비커의 질량(g)	a	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, C, O, Ca의 원자량은 각각 12, 16, 40이고, 증발은 무시한다.)

보기

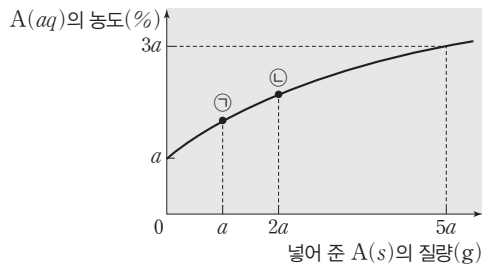
- ㄱ. ㉠은 CO_2 이다.
- ㄴ. $b - a = 0.44$ 이다.
- ㄷ. $V \geq 200$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0046

그림은 밀도가 1 g/mL인 $a\%$ $\text{A}(aq)$ 100 mL에 $\text{A}(s)$ 를 용해시킬 때, 넣어 준 $\text{A}(s)$ 의 질량에 따른 $\text{A}(aq)$ 의 퍼센트 농도(%)를 나타낸 것이다. A 의 화학식량은 40이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, $\text{A}(s)$ 의 용해에 의한 용액의 부피 변화는 무시한다.)

보기

- ㄱ. $a = 25$ 이다.
- ㄴ. $a\%$ $\text{A}(aq)$ 의 몰 농도는 5 M이다.
- ㄷ. ㉠의 몰 농도는 ㉡의 1.5배이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

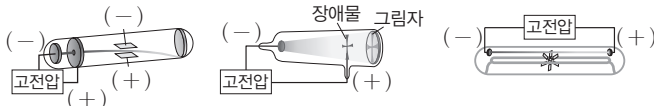
05

원자의 구조

1 원자의 구성 입자

(1) 전자의 발견 : 톰슨(1897)

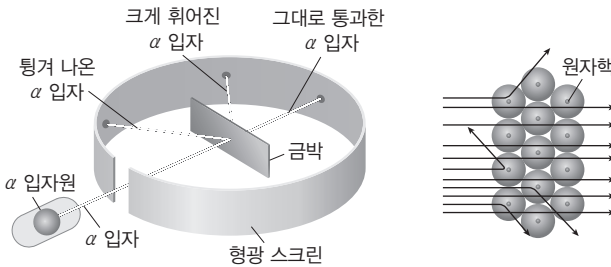
① 음극선 실험에서 음극선이 전기장이나 자기장에서 진로가 휘는 것과 음극선 진로에 장애물을 설치하면 그림자가 생기는 것, 바람개비를 설치하면 바람개비가 회전하는 것을 관찰함으로써 음극선이 음전하를 띤 질량을 가진 입자의 흐름이라는 것을 알 수 있다.



② 톰슨의 원자 모형 : 톰슨은 양전하가 고르게 분포된 공에 음전하를 띤 전자가 박혀 있는 원자 모형을 제안하였다.

(2) 원자핵의 발견 : 러더퍼드(1911)

① 러더퍼드는 금박에 양전하를 띤 α 입자를 충돌시키는 α 입자 산란 실험을 통해 극히 일부의 α 입자가 크게 휘어지거나 튕겨 나오는 현상을 관찰함으로써 양전하를 띤 입자가 원자의 중심에 존재한다는 사실을 알아냈다.



- 대부분의 α 입자는 금박을 그대로 통과하여 직진한다.
 - ➔ 원자 내부의 대부분은 빈 공간이다.
- 극히 일부의 α 입자들은 진로가 크게 휘어지거나 튕겨 나온다.
 - ➔ 원자의 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하면서 양전하를 띤 크기가 매우 작은 입자가 있으며, 이를 원자핵이라고 하였다.

② 러더퍼드의 원자 모형 : 러더퍼드는 양전하를 띤 매우 작은 크기의 원자핵이 원자의 중심에 있고, 음전하를 띤 전자가 원자핵 주위를 돌고 있는 원자 모형을 제안하였다.

(3) 원자를 구성하는 입자

입자	전하량(C)	상대적 전하량	질량(g)	상대적 질량	
원자핵	양성자(p)	$+1.6 \times 10^{-19}$	$+1$	1.673×10^{-24}	1
	중성자(n)	0	0	1.675×10^{-24}	1
전자(e ⁻)	-1.6×10^{-19}	-1	9.109×10^{-28}	$\frac{1}{1837}$	

(4) 원자의 표시



2 동위 원소

(1) 동위 원소 : 양성자수가 같아 원자 번호는 같으나 중성자수가 달라 질량수가 다른 원소

➔ 화학적 성질은 같으나, 물리적 성질은 다르다.

(2) 평균 원자량 : 자연계에 존재하는 동위 원소의 존재 비율을 고려하여 평균값으로 나타낸 원자량

➔ (동위 원소의 원자량 × 동위 원소의 존재 비율)의 합으로 계산한다.

예 탄소(C)의 평균 원자량 구하기

$$\begin{matrix} ^{12}\text{C} \text{의} & ^{12}\text{C} \text{의} & ^{13}\text{C} \text{의} & ^{13}\text{C} \text{의} \\ \text{원자량} & \text{자연 존재 비율} & \text{원자량} & \text{자연 존재 비율} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \boxed{12} & \times \frac{98.93}{100} & + \boxed{13.003} & \times \frac{1.07}{100} = \boxed{12.011} \end{matrix}$$

THE 알기 수소(H)의 동위 원소

동위 원소	수소(^1H)	중수소(^2H)	삼중수소(^3H)
양성자수	1	1	1
중성자수	0	1	2
전자 수	1	1	1
질량수	1	2	3
모형			

• 원자는 전기적으로 중성이므로 ^1H , ^2H , ^3H 모두 양성자수와 전자 수가 각각 1로 같다.

• ^1H , ^2H , ^3H 의 중성자수는 각각 0, 1, 2이다.

• 질량수는 원자핵을 구성하는 양성자수와 중성자수의 합이므로 ^1H , ^2H , ^3H 의 질량수는 각각 1, 2, 3이다.

➔ ^1H , ^2H , ^3H 는 양성자수가 모두 1로 같지만 중성자수가 각각 0, 1, 2로 달라 질량수가 각각 1, 2, 3으로 다르므로 동위 원소이다.

➔ ^1H , ^2H , ^3H 의 화학적 성질은 같으나, 질량이 다르므로 물리적 성질은 다르다.

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

원자에서 양성자수 = 전자 수이고, ${}^a\text{X}$ 와 ${}^b\text{Y}$ 의 양성자수와 중성자수를 미지수로 놓고 분자 XY 에 대한 자료에 대입하여 미지수를 구한다.

▶ 간략 풀이

표는 원자 X와 Y에 대한 자료이다.

원자	양성자수 (전자 수)	중성자수
${}^a\text{X}$	x	y
${}^b\text{Y}$	$x+2$	z
${}^{b+2}\text{Y}$	$x+2$	$z+2$

$$\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}} \text{는 } {}^b\text{Y} : {}^{b+2}\text{Y} = \frac{x+2}{z} :$$

$$\frac{x+2}{z+2} = 5 : 4 \text{로 } z=8,$$

$$\frac{{}^a\text{X}^b\text{Y} \text{ 1 mol의 전체 중성자수}}{{}^a\text{X}^{b+2}\text{Y} \text{ 1 mol의 전체 중성자수}} = \frac{y+z}{y+z+2} = \frac{7}{8} \text{로 } y=6,$$

$$\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}} \text{는 } {}^a\text{X} : {}^b\text{Y} = \frac{x}{y} : \frac{x+2}{z} = 1 : 10 \text{이므로 } x=60 \text{이다. 따라서}$$

$$\frac{{}^{b+2}\text{Y의 중성자수}}{{}^a\text{X의 양성자수}} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \text{이다.}$$

정답 | ④

| 2023학년도 6월 모의평가 |

다음은 분자 XY 에 대한 자료이다.

- XY 를 구성하는 원자 X와 Y에 대한 자료

원자	${}^a\text{X}$	${}^b\text{Y}$	${}^{b+2}\text{Y}$
$\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}}$ (상댓값)	5	5	4

- ${}^a\text{X}$ 와 ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 양성자수 차는 2이다.
- $\frac{{}^a\text{X}^b\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}}{{}^a\text{X}^{b+2}\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}} = \frac{7}{8}$ 이다.

$\frac{{}^{b+2}\text{Y의 중성자수}}{{}^a\text{X의 양성자수}}$ 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

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

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 10쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

분자 XY 에 대한 자료를 제시하는 형태는 같지만 ${}^b\text{Y}$ 에서 $\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}}$ 를 묻는 것과 ${}^a\text{X}$ 와 ${}^b\text{Y}$ 의 중성자수 차를 제시한 점에서 테마 대표 문제와 차이가 있다.

▶ 배경 지식

- 원자에서 양성자수와 전자 수는 같다.
- 원자에서 질량수는 양성자수와 중성자수를 합한 값이다.

다음은 분자 XY 에 대한 자료이다.

- XY 를 구성하는 원자 X와 Y에 대한 자료

원자	${}^a\text{X}$	${}^b\text{Y}$	${}^{b+2}\text{Y}$
$\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}}$ (상댓값)	14	k	15

- ${}^a\text{X}$ 와 ${}^b\text{Y}$ 의 중성자수 차는 1이다.
- $\frac{{}^a\text{X}^b\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}}{{}^a\text{X}^{b+2}\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}} = \frac{15}{17}$ 이다.

k 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

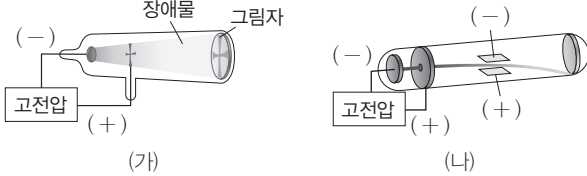
- ① 10 ② 12 ③ $\frac{25}{2}$ ④ 13 ⑤ $\frac{27}{2}$

01

▶ 23067-0048

다음은 원자를 구성하는 입자의 발견과 관련된 음극선 실험과 세 학생이 제시한 음극선의 성질이다.

(가) 음극선의 진행 방향에 장애물을 놓았더니 그림자가 생겼다.
 (나) 외부에서 전기장을 걸어 주었더니 음극선의 진로가 (+)극 쪽으로 휘었다.



학생 A : 음극선은 (-)전하를 띠고 있어.
 학생 B : 음극선은 질량을 갖고 있지.
 학생 C : 음극선은 직진해.

실험 결과 (가)와 (나)의 이유로 가장 적절한 음극선의 성질을 제시한 학생은?

- | | | | | | |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| | (가) | (나) | | (가) | (나) |
| ① | A | B | ② | A | C |
| ③ | B | A | ④ | C | A |
| ⑤ | C | B | | | |

02

▶ 23067-0049

표는 원자를 구성하는 3가지 입자를 2가지 기준으로 분류한 것을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 양성자와 중성자 중 하나이다.

분류 기준	예	아니요
전하를 띠는가?	㉠, 전자	㉡
(가)	㉠, ㉡	전자

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 양성자이다.
 ㄴ. '헬륨(He) 원자핵을 구성하는가?'는 (가)로 적절하다.
 ㄷ. 원자에서 질량수는 ㉠수와 ㉡수의 합이다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄴ | ③ ㄱ, ㄷ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

03

▶ 23067-0050

표는 원자 또는 이온 (가)~(다)에 대한 자료이다.

원자 또는 이온	양성자수	중성자수	전자 수	질량수
(가)	5	①	5	11
(나)	17		18	37
(다)		18	17	35

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ①은 6이다.
 ㄴ. 음이온은 1가지이다.
 ㄷ. (다)의 양성자수는 (나)의 양성자수와 같다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄴ | ③ ㄱ, ㄷ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

04

▶ 23067-0051

표는 자연계에 존재하는 O에 대한 자료이다.

동위 원소	원자량	평균 원자량
¹⁶ O	15.995	15.999
¹⁷ O	16.999	
¹⁸ O	17.999	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 존재 비율은 ¹⁶O > ¹⁸O이다.
 ㄴ. ¹⁷O₂ 1g에 들어 있는 원자 수는 ¹⁸O₂ 1g에 들어 있는 원자 수보다 크다.
 ㄷ. $\frac{\text{양성자수}}{\text{질량수}}$ 는 ¹⁶O > ¹⁷O이다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄴ | ③ ㄱ, ㄷ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

05

▶23067-0052

표는 자연계에 존재하는 Cl와 Br의 모든 동위 원소의 존재비를 나타낸 것이다.

동위 원소의 존재비	
$^{35}\text{Cl} : ^{37}\text{Cl}$	$= 3 : 1$
$^{79}\text{Br} : ^{81}\text{Br}$	$= 1 : 1$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, ^{35}Cl , ^{37}Cl , ^{79}Br , ^{81}Br 의 원자량은 각각 35, 37, 79, 81이다.)

보기

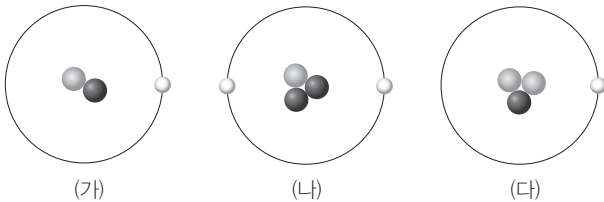
- ㄱ. Cl의 평균 원자량은 35.5이다.
- ㄴ. 자연계에서 존재 비율이 가장 큰 Br_2 의 분자량은 160이다.
- ㄷ. 자연계에 분자량이 115인 BrCl 이 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0053

그림은 원자 (가)~(다)를 모형으로 나타낸 것이다. ●, ○, ◐은 각각 양성자, 전자, 중성자 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ●은 양성자이다.
- ㄴ. (가)와 (나)는 동위 원소이다.
- ㄷ. $\frac{\text{양성자수}}{\text{질량수}}$ 는 (나) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0054

표는 원자를 구성하는 입자들의 질량과 전하량을 나타낸 것이다. X~Z는 각각 양성자, 중성자, 전자 중 하나이다.

구성 입자	질량(g)	전하량(C)
X	1.67×10^{-24}	$+1.6 \times 10^{-19}$
Y	○	-1.6×10^{-19}
Z	⊖	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

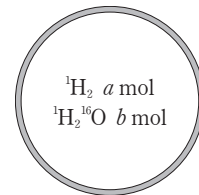
- ㄱ. X는 양성자이다.
- ㄴ. ○ > ⊖이다.
- ㄷ. ${}_3\text{Li}$ 의 핵전하량은 $+4.8 \times 10^{-19}$ C이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0055

그림은 강철 용기에 H_2 와 H_2O 이 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



용기 속 $\frac{\text{중성자수}}{\text{양성자수}} = \frac{12}{17}$ 일 때, $\frac{a}{b}$ 는? (단, H, O의 원자 번호는 각각 1, 8이다.)

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

01

▶ 23067-0056

다음은 자연계에 존재하는 A의 동위 원소에 대한 자료이다.

- A는 원자량이 서로 다른 (가)와 (나)로 존재한다.
- (가)의 원자량은 a , (나)의 원자량은 b 이고, $b > a$ 이다.
- 자연계에서 존재비는 (가) : (나) = $p : q$ 이고, $p > 2q$ 이다.

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

보기

- ㄱ. A의 평균 원자량은 $\frac{qa+pb}{p+q}$ 이다.
- ㄴ. 자연계에서 A_2 는 분자량이 서로 다른 3가지로 존재한다.
- ㄷ. 자연계에서 존재 비율이 가장 큰 A_2 의 분자량은 $2a$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0057

표는 $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 3가지 용기에 각각 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

기체	화학식	질량	부피
(가)	$^{12}\text{C}^{16}\text{O}$	w	V_1
(나)	$^{12}\text{C}^{18}\text{O}$	\ominus	V_1
(다)	$^{13}\text{C}^{18}\text{O}$	w	V_2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ^{12}C , ^{16}O , ^{18}O 의 원자량은 각각 12, 16, 18이다.)

보기

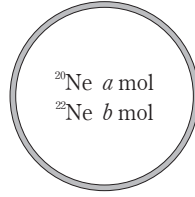
- ㄱ. $\ominus = \frac{15}{14}w$ 이다.
- ㄴ. 밀도비는 (가) : (다) = 14 : 15이다.
- ㄷ. $V_1 : V_2 = 7 : 8$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0058

그림은 용기 속에 ^{20}Ne a mol과 ^{22}Ne b mol이 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



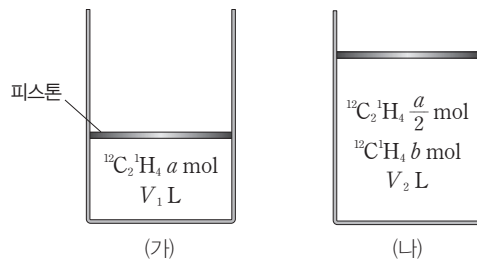
용기 속에 양성자수와 중성자수의 비가 50 : 51일 때, $\frac{b}{a}$ 는? (단, Ne의 원자 번호는 10이다.)

- ① $\frac{1}{10}$ ② $\frac{1}{9}$ ③ $\frac{1}{8}$ ④ $\frac{2}{9}$ ⑤ $\frac{1}{4}$

04

▶ 23067-0059

그림은 같은 온도와 압력에서 실린더 (가)에는 $^{12}\text{C}_2^1\text{H}_4(g)$ 이, (나)에는 $^{12}\text{C}_2^1\text{H}_4(g)$ 과 $^{12}\text{C}^1\text{H}_4(g)$ 이 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에 들어 있는 양성자수가 같을 때, $\frac{V_1}{V_2}$ 는? (단, H, C의 원자 번호는 각각 1, 6이다.)

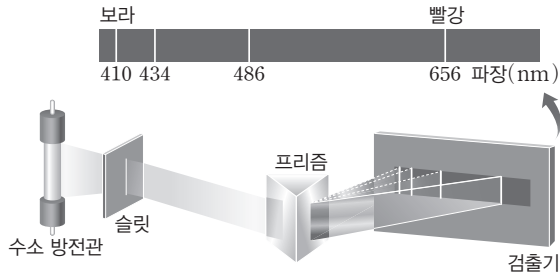
- ① $\frac{5}{13}$ ② $\frac{6}{13}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{10}{13}$ ⑤ $\frac{11}{13}$

06

현대적 원자 모형

1 보어의 원자 모형

(1) 수소 원자의 선 스펙트럼 : 수소 기체를 방전관에 넣고 고전압으로 방전시키면 수소 방전관에서 빛이 방출되는데, 이 빛을 프리즘에 통과시키면 몇 개의 선이 불연속적으로 나타나는 선 스펙트럼이 생긴다.



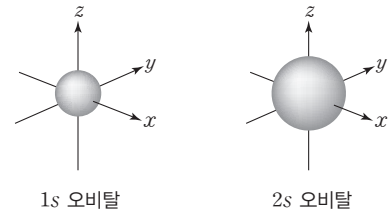
(2) 보어의 원자 모형

- ① 1913년 보어는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 새로운 원자 모형을 제안하였다.
- ② 전자는 특정한 에너지 준위를 가진 원형 궤도를 따라 원운동한다. 이러한 불연속적인 전자의 궤도를 전자 껍질이라고 한다.
 - 전자의 에너지 준위는 불연속적이며, 원자핵에 가까운 쪽에서부터 $n=1, 2, 3, 4\cdots$ 등의 숫자를 사용하였다. 후에 n 은 궤도의 전자 껍질과 주 양자수와 그 의미가 같게 되었다.
- ③ 전자가 한 전자 껍질에서 원운동할 때는 에너지를 흡수하거나 방출하지 않는다. 전자가 다른 전자 껍질로 전이될 때 두 전자 껍질의 에너지 준위의 차이에 해당하는 에너지를 흡수하거나 방출한다.

2 현대적 원자 모형

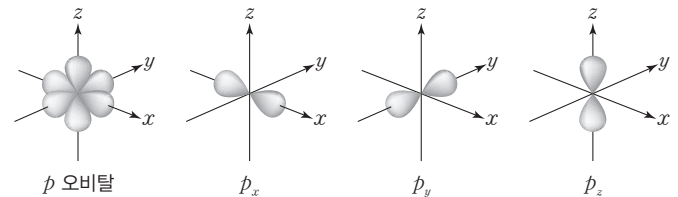
(1) 현대적 원자 모형과 오비탈

- ① 오비탈(궤도 함수) : 일정한 에너지를 가진 전자가 원자핵 주위에서 발견될 확률을 나타내는 함수이며, 궤도 함수의 모양, 전자의 에너지 상태를 의미하기도 한다.
- ② s 오비탈 : 공 모양(구형)으로 모든 전자 껍질에 존재한다.



➔ 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같다.

③ p 오비탈 : 아령 모양으로 L 전자 껍질($n=2$)부터 존재한다.



➔ 삼차원 공간의 각 축 방향으로 분포하며, 한 전자 껍질에 에너지 준위가 같은 p_x, p_y, p_z 오비탈이 존재한다.

④ 오비탈의 표시

예 $2s^1$ 오비탈에 들어 있는 전자 수

주 양자수 \rightarrow 2이고, s 오비탈이며, 이 오비탈에 들어 있는 전자 수는 1이다.

(2) 오비탈과 양자수

① 주 양자수(n)

- 오비탈의 크기와 에너지를 결정하는 양자수이며, $n=1, 2, 3, 4\cdots$ 등의 양의 정숫값을 갖는다.
- 보어 원자 모형에서 전자 껍질을 나타내며, 같은 종류의 오비탈에서 주 양자수가 증가할수록 오비탈의 크기와 에너지는 커지고, 전자는 원자핵으로부터 멀어진다.

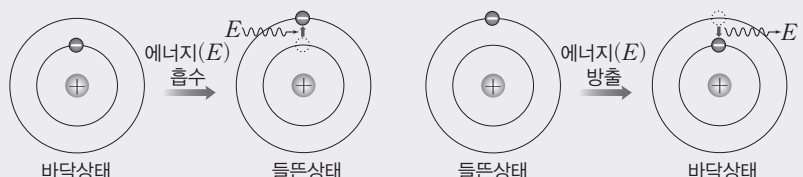
주 양자수(n)	1	2	3	4
전자 껍질	K	L	M	N

② 방위(부) 양자수(l)

- 오비탈의 모양을 결정하는 양자수이며, 주 양자수가 n 일 때 방위(부) 양자수는 $0 \leq l \leq n-1$ 의 정숫값을 갖는다.

THE 알기 바닥상태와 들뜬상태

원자의 에너지가 가장 낮아서 안정한 상태를 바닥상태라고 하고, 바닥상태보다 에너지가 높은 불안정한 상태를 들뜬상태라고 한다. ➔ 바닥상태 원자가 에너지를 흡수하여 전자가 전이되면 들뜬상태의 원자가 되고, 들뜬상태 원자에서 바닥상태 원자가 될 때 에너지를 방출한다.



- 방위(부) 양자수(l)가 0, 1, 2...일 때, 각각 $s, p, d...$ 오비탈에 해당된다.

주 양자수(n)	1	2		3		
방위(부) 양자수(l)	0	0	1	0	1	2
오비탈	1s	2s	2p	3s	3p	3d

- 다전자 원자의 경우 주 양자수가 같을 때 방위(부) 양자수가 클수록 에너지 준위가 높다.

③ 자기 양자수(m_l)

- 오비탈의 공간적인 방향을 결정하는 양자수이며, 방위(부) 양자수가 l 일 때 자기 양자수는 $-l \leq m_l \leq l$ 의 정숫값을 갖는다.
- 방위(부) 양자수가 l 인 오비탈의 수는 $(2l+1)$ 이고, 각각 방향은 다르지만 에너지 준위는 같다.
- 3가지 양자수에 따른 오비탈의 종류와 수

주 양자수(n)	1	2		3		
방위(부) 양자수(l)	0	0	1	0	1	2
자기 양자수(m_l)	0	0	-1, 0, 1	0	-1, 0, 1	-2, -1, 0, 1, 2
오비탈 종류	1s	2s	2p	3s	3p	3d
오비탈 수	1	1	3	1	3	5
주 양자수에 따른 오비탈의 총수(n^2)	1	4		9		
최대 수용 전자 수($2n^2$)	2	8		18		

- ④ 스핀 자기 양자수(m_s) : 외부에서 자기장을 걸어 주었을 때 전자의 자기 상태가 서로 반대 방향으로 나누어지는 것과 관련된 양자수로, $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ 의 2가지 값을 가진다.

(3) 오비탈과 전자 배치

- ① 쌓음 원리 : 바닥상태에서 전자는 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 차례대로 채워진다.

- 수소 원자에서 오비탈의 에너지 준위
 ➔ 주 양자수(n)에 의해서만 결정된다.

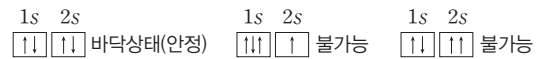
$$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < \dots$$

- 다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위
 ➔ 주 양자수(n)와 방위(부) 양자수(l)에 의해서 결정된다.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < \dots$$

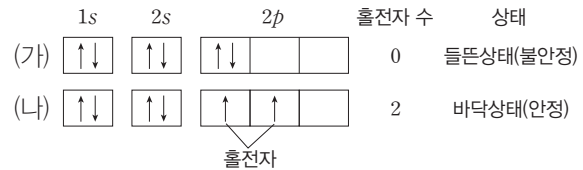
- ② 파울리 배타 원리 : 1개의 오비탈에는 스핀 방향이 반대인 전자가 쌍을 이루면서 존재할 수 있으므로 전자가 최대 2개까지 들어간다. ➔ 오비탈에 들어 있는 어떤 전자도 4가지 양자수(n, l, m_l, m_s)가 모두 같을 수는 없다.

예 베릴륨(Be)의 전자 배치 :



- ③ 훈트 규칙 : p_x, p_y, p_z 오비탈과 같이 에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 경우에는 쌍을 이루지 않고 홀전자 수가 많아지도록 전자가 채워지는 경우가 더 안정하다.

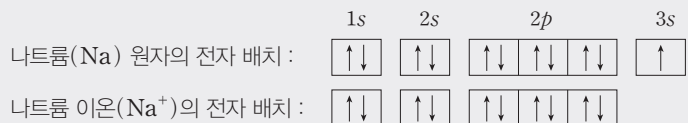
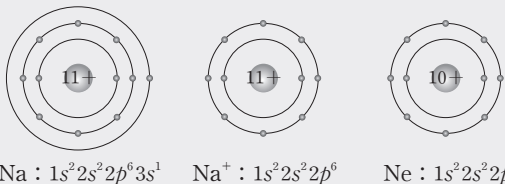
예 탄소(C)의 전자 배치 : $2p$ 오비탈에 들어 있는 전자가 2개이므로 홀전자 수가 2인 (나)가 (가)보다 안정하다. (나)가 안정한 바닥상태의 전자 배치이고, (가)는 (나)보다 불안정한 들뜬 상태 전자 배치이다.



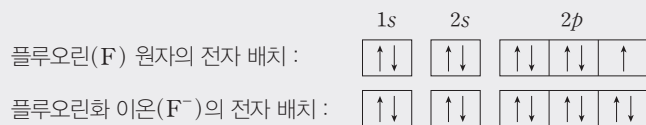
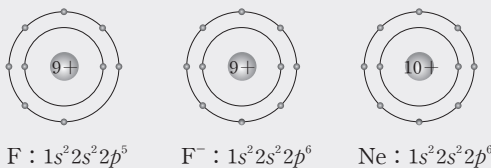
- ④ 바닥상태 전자 배치는 쌓음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족하며, 에너지가 가장 낮은 안정한 상태의 전자 배치이다.

THE 알기 이온의 전자 배치

- 양이온의 전자 배치 : 원자가 가장 바깥 전자 껍질의 전자를 모두 잃고 양이온이 되면 전자 배치가 비활성 기체의 전자 배치와 같아진다.

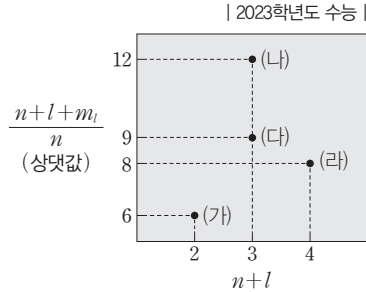


- 음이온의 전자 배치 : 원자가 전자를 얻어 가장 바깥 전자 껍질의 전자가 8개인 음이온이 되면 전자 배치가 비활성 기체의 전자 배치와 같아진다.



테마 대표 문제

그림은 수소 원자의 오비탈 (가)~(라)의 $n+l$ 과 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 을 나타낸 것이다. n 은 주 양자수이고, l 은 방위(부) 양자수이며, m_l 은 자기 양자수이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]



보기

- ㄱ. (나)는 3s이다.
- ㄴ. 에너지 준위는 (가)와 (다)가 같다.
- ㄷ. m_l 은 (가)와 (라)가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

수소 원자의 오비탈에서 $n+l$ 이 2인 오비탈은 2s 오비탈, 3인 오비탈은 2p, 3s 오비탈, 4인 오비탈은 3p, 4s 오비탈이고, $\frac{n+l+m_l}{n}$ 값으로부터 (나)와 (다)를 구분한다.

▶ 간략 풀이

(가)는 2s 오비탈로 (가)의 $\frac{n+l+m_l}{n} = 1$ 이므로 (나)~(라)의 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 은 각각 2, $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{3}$ 이다. 3s, 4s 오비탈의 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 은 모두 1이고, 2p, 3p 오비탈의 m_l 은 -1, 0, +1 중 하나이므로 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 은 2p 오비탈이 1, $\frac{3}{2}$, 2 중 하나이고, 3p 오비탈이 1, $\frac{4}{3}$, $\frac{5}{3}$ 중 하나이다. 따라서 (나)는 2p, (다)는 2p, (라)는 3p 오비탈이다.

정답 | ⑤

0 **답은 꼴 문제로 유형 익히기**

정답과 해설 12쪽

▶ 23067-0060

표는 수소 원자의 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. n 은 주 양자수이고, l 은 방위(부) 양자수이며, m_l 은 자기 양자수이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)
$n+l$	2	3	4
$\frac{n+m_l}{n}$ (상댓값)	6	x	4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 구형이다.
- ㄴ. $x=8$ 이다.
- ㄷ. (다)는 3p이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

수소 원자의 오비탈에서 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수의 값을 이용해 오비탈을 확인하는 점에서 같지만 그림을 표로 제시한 점과 $\frac{n+m_l}{n}$ 값을 제시한 점은 테마 대표 문제와 차이가 있다.

▶ 배경 지식

• 방위(부) 양자수(l)에 따른 오비탈과 자기 양자수(m_l)는 다음과 같다.

l	오비탈	m_l
0	s	0
1	p	-1, 0, 1

• 수소의 오비탈에서 주 양자수(n)가 같으면 에너지 준위가 같고, 주 양자수가 클수록 에너지 준위가 높다.

01

▶23067-0061

표는 수소 원자의 오비탈에서 3가지 양자수 ㉠~㉣을 2가지 기준으로 분류한 것을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 주 양자수(n), 방위(부) 양자수(l), 자기 양자수(m_l) 중 하나이다.

분류 기준	예	아니요
오비탈의 모양을 결정하는가?	㉠	㉡, ㉢
오비탈의 공간적인 방향을 결정하는가?	㉡	㉠, ㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

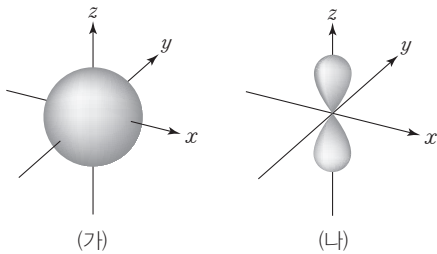
- ㄱ. ㉠은 주 양자수이다.
- ㄴ. ㉢은 오비탈의 에너지와 크기를 결정한다.
- ㄷ. 오비탈에서 양자수 값은 ㉢ > ㉡이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0062

그림은 수소 원자에서 주 양자수(n)와 방위(부) 양자수(l)의 합이 3으로 같은 2가지 오비탈을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

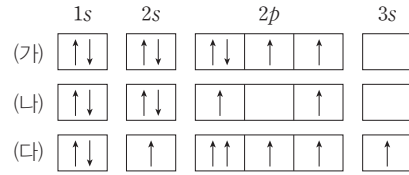
- ㄱ. (나)에서 $l=1$ 이다.
- ㄴ. 에너지 준위는 (나) > (가)이다.
- ㄷ. 수소 원자의 오비탈에서 (나)와 에너지 준위가 같은 오비탈은 2개이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0063

그림은 학생이 그린 3가지 원자의 전자 배치를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

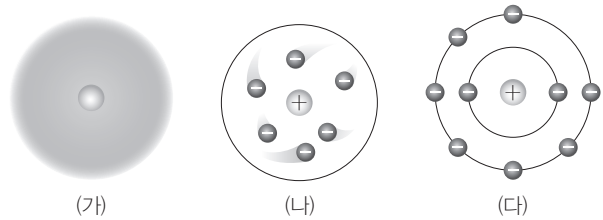
- ㄱ. (가)는 훈트 규칙을 만족한다.
- ㄴ. (나)는 바닥상태 전자 배치이다.
- ㄷ. (다)는 파울리 배타 원리에 어긋난다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0064

그림은 각각 러더퍼드, 보어, 현대의 원자 모형을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 현대의 원자 모형이다.
- ㄴ. (나)에서 수소의 선 스펙트럼을 설명할 수 있다.
- ㄷ. (다)에서 일정한 에너지를 갖는 전자가 원자핵 주위에서 발견될 확률을 나타낼 수 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0065

다음은 바닥상태 탄소(C) 원자에서 전자 (가)~(다)에 대한 자료이다. n, l, m_l 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수이다.

- (가)의 $n+l=2$ 이다.
- (나)의 $l+m_l=1$ 이다.
- (다)의 $n+l+m_l=1$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)가 들어 있는 오비탈의 모양은 구형이다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 오비탈의 크기는 (다) > (가)이다.
- ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈의 에너지 준위는 (나) > (가)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0066

다음은 원자 번호가 20 이하인 바닥상태 원자 (가)~(다)에 대한 자료이다. l, m_l 은 각각 방위(부) 양자수, 자기 양자수이다.

- 원자 번호는 (다) > (나) > (가)이다.
- (가)~(다)는 각각 $\frac{l=1\text{인 전자 수}}{l=0\text{인 전자 수}}=1.5$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

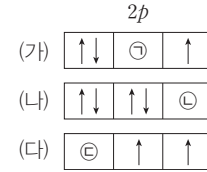
- ㄱ. (가)에서 모든 전자의 m_l 의 합은 0이다.
- ㄴ. (나)에서 홀전자 수는 2이다.
- ㄷ. (다)에서 모든 전자의 l 의 합은 6이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0067

그림은 바닥상태 원자 또는 이온에서 $2p$ 오비탈에 들어 있는 전자 배치를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 C, O, Mg^{2+} 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 홀전자 수는 2이다.
- ㄴ. 오비탈에 들어 있는 전자 수는 ⊖ > ⊕이다.
- ㄷ. (나)에서 $l=0$ 인 전자 수는 4이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23067-0068

표는 오비탈 (가)와 (나)에서 주 양자수(n)와 자기 양자수(m_l)를 나타낸 것이다.

오비탈	주 양자수(n)	자기 양자수(m_l)
(가)	1	a
(나)	2	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

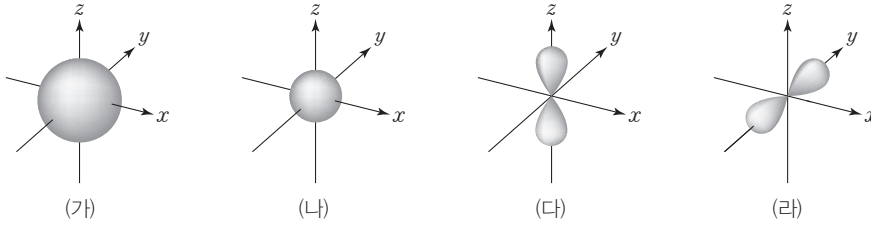
- ㄱ. $a=1$ 이다.
- ㄴ. 에너지 준위는 (나) > (가)이다.
- ㄷ. (나)에 최대 채울 수 있는 전자 수는 6이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶23067-0069

그림은 바닥상태 원자 A에 전자가 들어 있는 오비탈을 모두 나타낸 것이다. 주 양자수(n)는 (가)가 (나)보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A의 원자가 전자 수는 4이다.
- ㄴ. (다)에 들어 있는 전자 수는 1이다.
- ㄷ. 에너지 준위는 (라) > (가)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0070

표는 바닥상태 원자 (가)~(다)에 대한 자료이다. n 과 l 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수이다. (가)~(다)는 각각 원자 번호 4~17인 원자 중 하나이다.

원자	(가)	(나)	(다)
$l=1$ 인 전자 수	2	3	4
$l=0$ 인 전자 수 (상댓값)			
$n+l=3$ 인 전자 수(상댓값)	1	x	4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 홀전자 수는 (가) > (나)이다.
- ㄴ. $x=3$ 이다.
- ㄷ. $l=1$ 인 전자 수는 (다)가 (나)의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0071

다음은 C 원자의 전자 배치 (가)에서 전자의 양자수에 대한 설명이다.

- 전체 전자의 자기 양자수(m_l)의 합은 0이다.
- 전체 전자의 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이 아니다.

전자 배치 (가)로 가장 적절한 것은?

- ①

1s	2s	2p
↑↓	↑	↑↓ ↑
- ②

1s	2s	2p
↑↓	↓	↑ ↑ ↓
- ③

1s	2s	2p
↑↓		↑↓ ↑ ↓
- ④

1s	2s	2p
↑↓	↑	↑ ↑ ↑
- ⑤

1s	2s	2p
↑↓	↑↓	↑ ↓

04

▶ 23067-0072

표는 원자 번호가 3~15인 바닥상태 원자 (가)~(다)에 대한 자료이다.

원자	(가)	(나)	(다)
전자가 들어 있는 p 오비탈 수 전자가 들어 있는 s 오비탈 수	1	1.5	2
홀전자 수	a	a	$a+1$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 원자 번호는 (나) > (가)이다.
- ㄴ. $a=1$ 이다.
- ㄷ. (다)에서 $\frac{l=1\text{인 전자 수}}{l=0\text{인 전자 수}} > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

주기율표

1 주기율

(1) 원소 분류의 역사

- ① 라부아지에(1789) : 물질을 네 그룹(기체, 금속, 비금속, 화합물)으로 분류하였다.
- ② 되베라이너(1816, 세 쌍 원소설) : 화학적 성질이 비슷한 세 쌍 원소에서 원소들의 물리적 성질의 관계가 원자량과 관련 있음을 발견하였다.
- ③ 뉴랜즈(1865, 옥타브설) : 당시까지 알려진 원소들을 원자량 순서로 배열하면 8번째마다 화학적 성질이 비슷한 원소가 나타나는 규칙성을 발견하였다.
- ④ 멘델레예프(1869)

• 당시까지 발견된 63종의 원소들을 원자량이 작은 원소부터 순서대로 나열하면 일정한 간격을 두고 성질이 비슷한 원소들이 주기적으로 나타나는 것을 발견하였다.

➔ 주기율표에서의 위치로부터 새로운 원소의 존재 가능성과 성질을 예측하였고, 이후에 이러한 성질을 갖는 원소가 실제로 발견되었다.

• 원자량 순서로 나열하였을 때 주기성이 맞지 않는 부분이 몇 군데 나타나는 한계가 있다.

➔ Ar(원자량 39.9)과 K(원자량 39.1)

⑤ 모즐리(1913)

- X선 연구를 통해 원자핵의 양성자수를 결정하고, 주기율을 결정하는 것은 원자량이 아니라 양성자수(원자 번호)임을 밝혔다.
- 멘델레예프 이후에 발견된 원소를 포함시키고, 원자 번호 순서에 따라 원소들을 배열하여 현대 주기율표의 기초가 되는 새로운 주기율표를 완성하였다.

(2) 주기율

- ① 원소를 원자 번호 순서에 따라 배열할 때 성질이 비슷한 원소가 주기적으로 나타나는 것을 주기율이라고 한다.
- ② 주기율이 나타나는 이유는 원소들의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 일정한 간격을 두고 주기적으로 반복되기 때문이다.

2 주기율표

(1) 주기율표의 구성

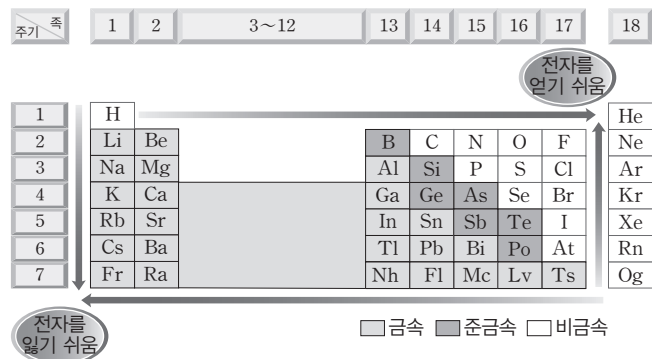
① 주기 : 주기율표의 가로줄로 1~7주기로 구분한다.

➔ 같은 주기 원소는 바닥상태 원자에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

주기	1	2	3	4
전자 껍질 수	1	2	3	4
가장 바깥 전자 껍질	K	L	M	N
원소 수	2	8	8	18

② 족 : 주기율표의 세로줄로 1~18족으로 구분한다.

(2) 주기율표



① 금속 원소, 비금속 원소

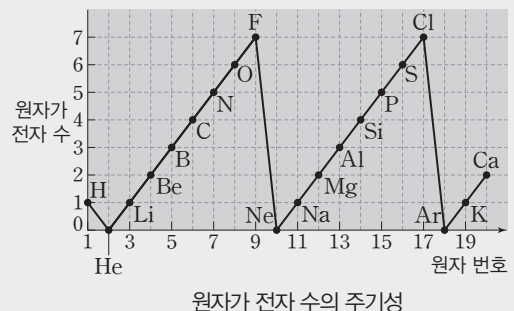
- 금속 원소 : 대체로 열과 전기 전도성, 연성(뽀침성)과 전성(피침성)이 크다. 전자를 잃고 양이온이 되려는 경향이 있다.
- 비금속 원소 : 대체로 열과 전기 전도성이 매우 작다(탄소(흑연)는 예외). 전자를 얻어 음이온이 되려는 경향이 있다(18족 원소 제외).

※ 원자가 전자 : 바닥상태에서 화학 결합에 관여하는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자

② 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 전자를 잃기 쉽고, 오른쪽 위로 갈수록 전자를 얻기 쉽다(단, 18족은 제외).

THE 알기 주기율이 나타나는 이유

- 원자가 전자 수가 주기적으로 반복되어 변하기 때문에 원소의 성질이 반복되는 주기성이 나타난다.
 - 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같다.
 - 원자가 전자 수는 족의 일의 자리 수와 일치한다(단, 18족은 제외).
 - 주기율표에서의 위치를 통해 원소의 전자 배치를 알 수 있다.
- ☞ 2주기 17족 원소 F은 전자 껍질 수는 2, 원자가 전자 수는 7이다.



테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

다음은 2, 3주기 13~15족 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- W와 X는 다른 주기 원소이고, 원자가 전자 수는 $X > Y$ 이다.
- W와 X의 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 는 같다.
- s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 $X : Y : Z = 1 : 1 : 3$ 이다.

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

보기

- ㄱ. Y는 3주기 원소이다.
- ㄴ. 홀전자 수는 W와 Z가 같다.
- ㄷ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 $X : Y = 3 : 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

2, 3주기 13~15족 원자의 s 오비탈에 들어 있는 전자 수를 구한 후 원자가 전자 수, $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 를 이용하여 W~Z에 해당하는 원자를 찾아야 한다.

▶ 간략 풀이

s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 B, C, N, Al, Si, P이 각각 4, 2, $\frac{4}{3}$, 6, 3, 2이므로 X와 Y는 각각 C, P 중 하나이고, Z는 Al이다. 원자가 전자 수는 $X > Y$ 이므로 X와 Y는 각각 P, C이다. P의 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}} = \frac{1}{3}$ 이므로 W는 B이다. X Y(C)는 2주기 원소이다. C 홀전자 수는 W(B)와 Z(Al)가 모두 1이다. C s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 $X(P) : Y(C) = 6 : 4 = 3 : 2$ 이다. 정답 | ⑤

0 짧은 풀이 문제로 유형 익히기

정답과 해설 14쪽

▶ 23067-0073

다음은 2, 3주기 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- W와 X는 같은 주기 원소이다.
- $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 W가 Z의 2배이다.
- $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 2개 들어 있는 오비탈 수}}$ 의 비는 $X : Y : Z = 1 : 2 : 8$ 이다.

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

보기

- ㄱ. W는 2주기 원소이다.
- ㄴ. X와 Y는 같은 족 원소이다.
- ㄷ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $Y > Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

2, 3주기 원자의 주기, 홀전자 수, s 오비탈에 들어 있는 전자 수를 제시하는 점은 유사하지만, 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수와 p 오비탈에 들어 있는 전자 수를 제시하는 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

2주기 바닥상태 원자는 원자가 전자가 $2s$ 오비탈 또는 $2p$ 오비탈에 들어 있고, 3주기 바닥상태 원자는 원자가 전자가 $3s$ 오비탈 또는 $3p$ 오비탈에 들어 있다.

01

▶23067-0074

다음은 현대 주기율표에 대한 학생들의 대화이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
- ④ B, C ⑤ A, B, C

02

▶23067-0075

다음은 주기율표와 관련된 설명이다.

(가) 멘델레예프는 원소를 ① 순으로 배열하여 성질이 비슷한 원소들이 주기적으로 나타나는 것을 발견하였다.
 (나) 현대의 주기율표에서는 원소를 ② 순으로 배열하여 성질이 비슷한 원소가 주기적으로 나타나게 하였다.

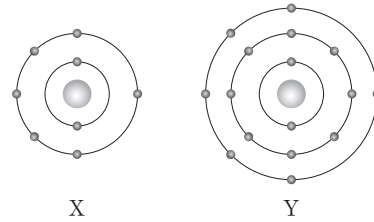
①과 ②으로 가장 적절한 것은?

- ① 원자 번호 전자 껍질 수
- ② 원자 번호 원자량
- ③ 원자량 전자 껍질 수
- ④ 원자량 원자 번호
- ⑤ 전자 껍질 수 원자 번호

03

▶23067-0076

그림은 원자 X와 Y의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. 원자 번호는 Y가 X의 2배이다.
- ㄴ. X와 Y는 같은 족 원소이다.
- ㄷ. 주기는 Y가 X보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0077

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
2	(가)					(나)		(다)
3								

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에 해당하는 원소는 금속 원소이다.
- ㄴ. (나)에 해당하는 원소의 원자는 (가)에 해당하는 원소의 원자보다 전자를 잃기 쉽다.
- ㄷ. (다)에 해당하는 원소는 (나)에 해당하는 원소보다 음이온이 되기 쉽다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0078

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
2	(가)			(나)				
3								

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에 해당하는 원소는 원자가 전자 수가 같다.
- ㄴ. (나)에 해당하는 원소는 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
- ㄷ. (가)와 (나)에 해당하는 원소 중 화학적 성질이 비슷한 원소는 (나)에 해당하는 원소이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0079

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
2					W	X		
3	Y						Z	

바닥상태 원자 W~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

보기

- ㄱ. 원자 번호는 $W > Y$ 이다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 W와 X가 같다.
- ㄷ. 홀전자 수는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0080

다음은 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. n과 l은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수이다.

- X~Z의 홀전자 수는 1이다.
- 원자가 전자 수는 $X > Y > Z$ 이다.
- 홀전자의 n은 $Y > X$ 이다.
- 홀전자의 $n+l$ 은 X와 Z가 같다.

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

보기

- ㄱ. 2주기 원소는 2가지이다.
- ㄴ. 금속 원소는 2가지이다.
- ㄷ. 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23067-0081

표는 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다.

원자	족	주기
X	a	2
Y	a+4	2
Z	a-1	3

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

보기

- ㄱ. X의 원자가 전자 수는 3이다.
- ㄴ. 홀전자 수는 $X > Z$ 이다.
- ㄷ. p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶23067-0082

다음은 원소를 이용하여 주기율표를 만드는 탐구 활동이다.

[탐구 과정]

(가) 원자량이 가장 작은 원소 20개를 원자량 순으로 배열하여 주기율표 I 을 만든다.

(나) 원자 번호가 가장 작은 원소 20개를 원자 번호 순으로 배열하여 주기율표 II 를 만든다.

[탐구 결과]

○ 각 과정에서 만든 주기율표

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K
Ar	Ca						

주기율표 I

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca						

주기율표 II

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\frac{\text{원자량}}{\text{양성자수}}$ 은 $\text{Ar} > \text{K}$ 이다.
- ㄴ. I 에서 같은 세로줄에 있는 원소는 모두 원자가 전자 수가 같다.
- ㄷ. II 는 현대 주기율표에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0083

다음은 주기율표에서 빗금 친 부분에 위치하는 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
2								
3								

- 원자가 전자 수는 $Z > W$ 이다.
- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 $X > Y$ 이다.
- 양성자수는 $Z > X$ 이다.

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

보기

- ㄱ. 홀전자 수는 $Z > W$ 이다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 $X > Y$ 이다.
- ㄷ. 원자가 전자 수와 주기의 합은 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

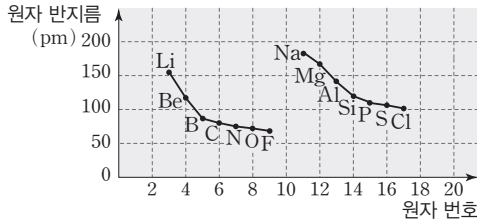
원소의 주기적 성질

1 유효 핵전하

- (1) 다전자 원자에서 전자와 원자핵 사이의 인력은 전자들 사이의 반발력에 의해 감소하기 때문에 전자에는 양성자수에 의한 핵전하만큼의 인력이 작용하지 못한다.
- (2) 전자에 실제로 작용하는 핵전하를 유효 핵전하라고 한다.
- (3) 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 크다.

2 원자 반지름

- (1) 같은 족 : 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름이 커진다.
- (2) 같은 주기 : 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 증가하여 핵과 전자 사이의 인력이 증가하므로 원자 반지름이 작아진다.



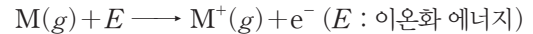
3 이온 반지름

- (1) 양이온 반지름 : 금속 원소의 원자가 양이온이 되면 일반적으로 전자 껍질 수가 감소하므로 양이온 반지름은 원자 반지름보다 작아진다.
- (2) 음이온 반지름 : 비금속 원소의 원자가 음이온이 되면 전자 수가 증가하여 전자 사이의 반발력이 증가하므로 유효 핵전하가 감소하여 음이온 반지름은 원자 반지름보다 커진다.
- (3) 이온 반지름의 주기적 변화
 - ① 같은 족 : 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 증가하므로 이온 반지름이 커진다.

- ② 같은 주기 : 비활성 기체와 같은 전자 배치를 갖는 양이온은 같은 주기 원소의 음이온보다 전자 껍질 수가 작기 때문에 반지름이 작다.
- ③ 전자 수가 같은 이온(등전자 이온)의 이온 반지름 : 전자 수가 같은 이온의 경우 원자 번호가 클수록 유효 핵전하가 크므로 이온 반지름은 작다. **예** ${}_{8}\text{O}^{2-} > {}_{9}\text{F}^{-} > {}_{11}\text{Na}^{+} > {}_{12}\text{Mg}^{2+} > {}_{13}\text{Al}^{3+}$

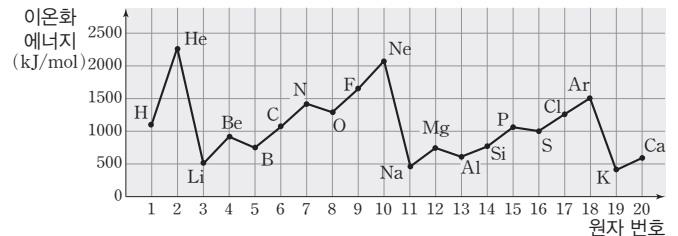
4 이온화 에너지

- (1) 이온화 에너지 : 기체 상태의 원자 1 mol에서 전자 1 mol을 떼어 내는 데 필요한 최소한의 에너지이다.



(2) 이온화 에너지의 주기적 변화

- ① 같은 족 : 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 커져 핵과 원자가 전자 사이의 인력이 작아지므로 이온화 에너지는 감소한다.
- ② 같은 주기 : 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하여 핵과 원자가 전자 사이의 인력이 커지므로 이온화 에너지는 대체로 증가한다.

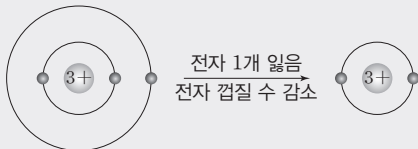


(3) 순차 이온화 에너지

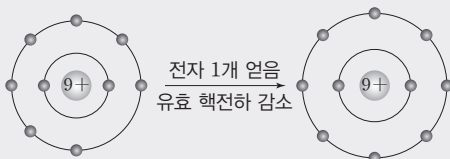
- ① 순차 이온화 에너지 : 기체 상태의 원자 1 mol에서 전자를 1 mol 씩 차례대로 떼어 내는 데 필요한 단계별 에너지로, 차수가 커질수록 증가한다.
- ② 순차 이온화 에너지와 원자가 전자 수 : 원자가 전자를 모두 떼어낸 후 다음 전자를 떼어 낼 때는 안쪽 껍질의 전자가 떨어지게 되어 이온화 에너지가 급격히 증가하므로 순차 이온화 에너지를 비교하여 원자가 전자 수를 알 수 있다.

THE 알기 원자 반지름과 이온 반지름

• 리튬(Li) 원자가 양이온(Li⁺)이 될 때 : 반지름 감소



• 플루오린(F) 원자가 음이온(F⁻)이 될 때 : 반지름 증가



● 원자 ○ 양이온 ◉ 음이온 (단위: pm)

주기	족	1	2	13	16	17
2		Li 152	Be 112	B 87	O 73	F 71
		Li ⁺ 60	Be ²⁺ 31	B ³⁺ 20	O ²⁻ 140	F ⁻ 136
3		Na 186	Mg 160	Al 143	S 103	Cl 99
		Na ⁺ 95	Mg ²⁺ 65	Al ³⁺ 50	S ²⁻ 184	Cl ⁻ 181

원자 반지름과 이온 반지름

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

순차 이온화 에너지가 크게 증가하는 것을 통해 원자의 원자가 전자 수를 파악한 후 원자 반지름을 이용하여 W~Z에 해당하는 원자를 찾아야 한다.

▶ 간략 풀이

(가)에서 W와 X의 E_5 가 크게 증가하므로 W와 X는 원자가 전자 수가 4이다. E_5 는 $W > X$ 이므로 W는 C이고, X는 Si이다. (나)에서 Si, O, P의 원자 반지름은 $Si > P > O$ 이므로 Y와 Z는 각각 P, O이다.

㉠ X는 Si이다.

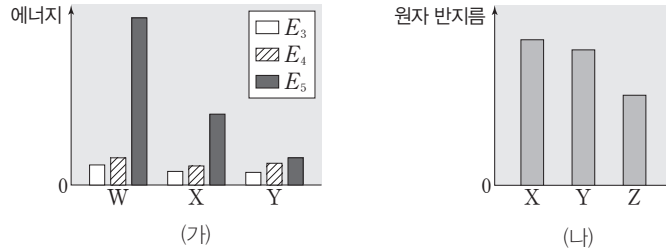
㉡ W(C)는 2주기 원소, Y(P)는 3주기 원소이다.

㉢ 같은 주기에서 제2 이온화 에너지는 16족 원소 > 15족 원소이고, 같은 족에서 원자 번호가 작을수록 제2 이온화 에너지가 크므로 제2 이온화 에너지는 $Z(O) > S > Y(P)$ 이다.

정답 | ㉣

| 2023학년도 수능 |

그림 (가)는 원자 W~Y의 제3~제5 이온화 에너지($E_3 \sim E_5$)를, (나)는 원자 X~Z의 원자 반지름을 나타낸 것이다. W~Z는 C, O, Si, P을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. X는 Si이다.
- ㄴ. W와 Y는 같은 주기 원소이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 16쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

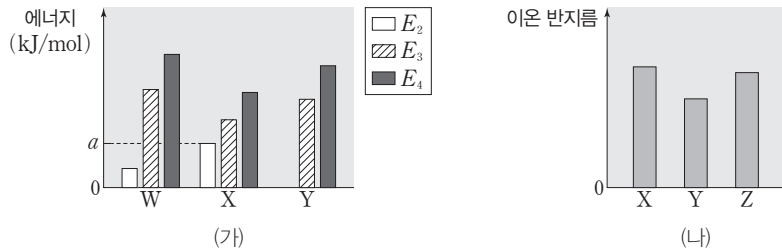
순차 이온화 에너지를 이용하여 원소의 원자가 전자 수를 찾는 것은 유사하지만, 원자 반지름 대신 이온 반지름을 제시한 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 수소(H)를 제외한 1족 원소는 제2 이온화 에너지(E_2)가 크게 증가하고, 2족 원소는 제3 이온화 에너지(E_3)가 크게 증가한다.
- 전자 배치가 같은 이온은 원자 번호가 작을수록 이온 반지름이 크다.

▶ 23067-0084

그림 (가)는 원자 W~Y의 제2~제4 이온화 에너지($E_2 \sim E_4$)를, (나)는 원자 X~Z의 이온 반지름을 나타낸 것이다. W~Z는 각각 O, F, Na, Mg 중 하나이고 (가)에서 Y의 E_2 는 나타내지 않았으며 X~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. W는 Mg이다.
- ㄴ. Y의 E_2 는 a kJ/mol보다 크다.
- ㄷ. 원자 반지름은 $Z > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0085

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
2	W						X	
3	Y						Z	

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

보기

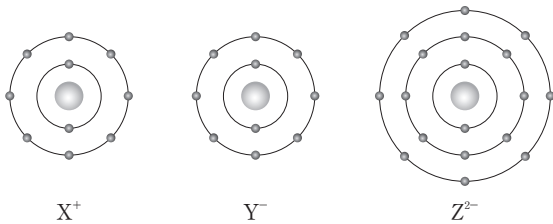
- ㄱ. 이온 반지름은 $X^- > W^+$ 이다.
- ㄴ. 원자 반지름은 $Y > X$ 이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0086

그림은 이온 X^+ , Y^- , Z^{2-} 의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

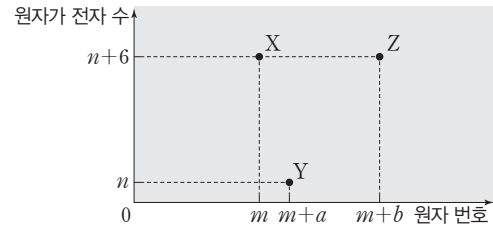
- ㄱ. 이온 반지름은 $X^+ > Y^-$ 이다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 $Y > Z$ 이다.
- ㄷ. 원자 반지름은 $Z > X$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0087

그림은 2, 3주기 원자 X~Z의 원자 번호와 원자가 전자 수를 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. X와 Y는 같은 주기 원소이다.
- ㄴ. 원자 반지름은 $Y > Z$ 이다.
- ㄷ. $a+b=10$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0088

표는 3주기 원자 X~Z의 제n 이온화 에너지(E_n)에 대한 자료이다. X~Z의 원자가 전자 수는 각각 3 이하이다.

원자	$E_n (\times 10^3 \text{ kJ/mol})$			
	E_1	E_2	E_3	E_4
X	a	1.5	7.7	10.5
Y	b		2.7	11.6
Z	c	4.6	6.9	9.5

a~c를 비교한 것으로 옳은 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $a > b > c$
- ② $a > c > b$
- ③ $b > a > c$
- ④ $b > c > a$
- ⑤ $c > b > a$

05

▶23067-0089

다음은 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z의 원자 번호는 각각 7~13 중 하나이다.

- W~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- W~Z의 홀전자 수의 합은 4이다.
- 이온 반지름은 $Z > X > W > Y$ 이다.
- 제2 이온화 에너지는 $W > Z$ 이다.

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

보기

- ㄱ. W는 3주기 원소이다.
- ㄴ. 원자 반지름은 $Y > Z$ 이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Z > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0090

다음은 2, 3주기 원자 X~Z에 대한 자료이다.

- X~Z의 원자가 전자 수는 각각 5, 6, 7이다.
- 제1 이온화 에너지는 $Y > X$ 이다.
- 원자 반지름은 $Z > Y$ 이다.

주기율표에서 X~Z의 위치로 가장 적절한 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

- ①

주기 \ 족	15	16	17
2	X	Y	
3			Z
- ②

주기 \ 족	15	16	17
2	X		Z
3		Y	
- ③

주기 \ 족	15	16	17
2		Y	Z
3	X		
- ④

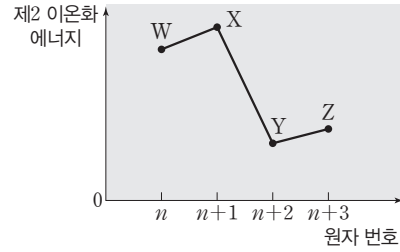
주기 \ 족	15	16	17
2		Y	
3	X		Z
- ⑤

주기 \ 족	15	16	17
2			Z
3	X	Y	

07

▶23067-0091

그림은 원자 W~Z의 제2 이온화 에너지를 나타낸 것이다. W~Z의 원자 번호는 각각 7~13 중 하나이다.



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

보기

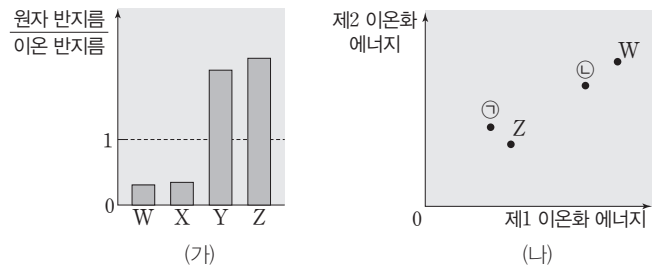
- ㄱ. W의 원자가 전자 수는 7이다.
- ㄴ. 제1 이온화 에너지는 $Y > Z > X$ 이다.
- ㄷ. 원자 번호가 $n+4$ 인 원자의 제2 이온화 에너지는 Z보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0092

그림 (가)는 바닥상태 원자 W~Z의 원자 반지름 을, (나)는 W~Z의 제1 이온화 에너지와 제2 이온화 에너지를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 X, Y 중 하나이고, W~Z의 원자 번호는 각각 7~13 중 하나이며, W~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.



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

보기

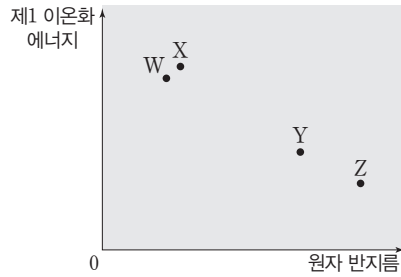
- ㄱ. ㉠은 Y이다.
- ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $㉠ > Z$ 이다.
- ㄷ. W~Z의 원자가 전자 수의 합은 17이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0093

그림은 원자 W~Z의 원자 반지름과 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다. 바닥상태에서 W~Z의 홀전자 수는 모두 다르고, W~Z의 원자 번호는 각각 7~13 중 하나이며, W~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.



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

보기

- ㄱ. 원자 번호는 $W > X$ 이다.
- ㄴ. 이온 반지름은 $W > Y$ 이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $X > Z$ 이다.
- 제1 이온화 에너지

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0094

다음은 2, 3주기 원자 W~Z에 대한 자료이다.

○ 원자가 전자 수

W	X	Y	Z
n	$n+1$	$n+2$	$n+3$

- W와 Y는 같은 주기 원소이다.
- 제1 이온화 에너지는 $Y > Z > X > W$ 이다.
- 제2 이온화 에너지는 W가 가장 크다.

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

보기

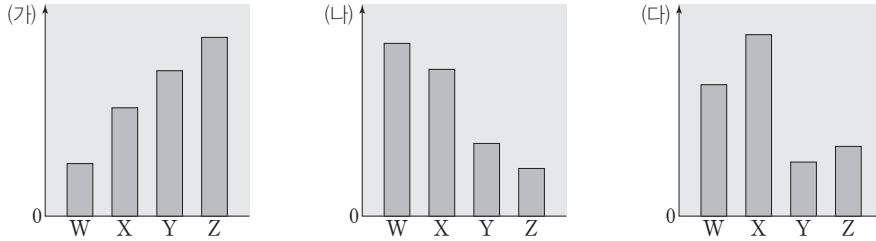
- ㄱ. $n=1$ 이다.
- ㄴ. W는 3주기 원소이다.
- ㄷ. 원자 번호는 $Z > X > Y$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0095

그림은 원자 W~Z의 원자가 전자 수, 원자 반지름, 이온 반지름을 순서 없이 나타낸 것이다. W~Z는 각각 F, Mg, Al, S 중 하나이고, (가)~(다)는 각각 원자가 전자 수, 원자 반지름, 이온 반지름 중 하나이며, W~Z의 이온은 모두 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 원소의 주기는 $W > X$ 이다.
- ㄴ. (나)는 원자가 전자 수이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0096

다음은 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z의 원자 번호는 각각 7~13 중 하나이다.

○ 홀전자 수

원자	W	X	Y	Z
홀전자 수	a	b	c	$a+b+c$

- W~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- 이온 반지름은 $Z > W > X > Y$ 이다.
- 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Z > Y > X > W$ 이다.

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

보기

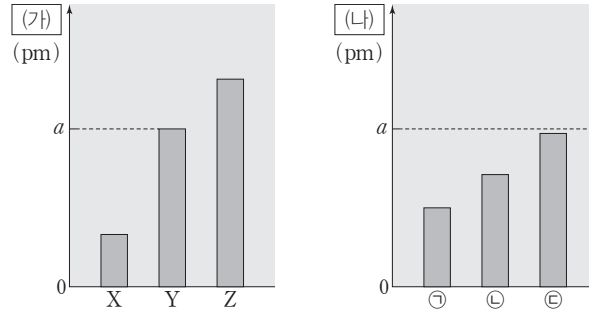
- ㄱ. 원자 반지름은 $W > X$ 이다.
- ㄴ. 제2 이온화 에너지는 $X > Y$ 이다.
제1 이온화 에너지
- ㄷ. p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $Z > X$ 이다.
 s 오비탈에 들어 있는 전자 수

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0097

그림은 원자 X~Z의 원자 반지름과 이온 반지름을 순서없이 나타낸 것이다. Z의 홀전자 수는 1이고, (가)와 (나)는 각각 원자 반지름, 이온 반지름 중 하나이며, ㉠~㉢은 각각 X~Z 중 하나이다. X~Z의 원자 번호는 각각 7~13 중 하나이고, X~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.



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

보기

- ㄱ. X~Z 중 금속 원소는 2가지이다.
- ㄴ. (가)는 이온 반지름이다.
- ㄷ. ㉢은 Z이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0098

다음은 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z의 원자 번호는 각각 7~12 중 하나이다.

- W~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- 원자 반지름은 $W > X$ 이다.
- 이온 반지름은 $Y > W > X$ 이다
- 제1 이온화 에너지는 $Y > Z > W$ 이다
- 제2 이온화 에너지는 $W > Y > Z$ 이다.

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

보기

- ㄱ. 제1 이온화 에너지는 $X > W$ 이다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 Y가 가장 크다.
- ㄷ. 홀전자 수는 Z가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

이온 결합

1 화학 결합의 전기적 성질

(1) 이온 결합의 전기적 성질

- ① 이온 결합 물질 : 염화 나트륨(NaCl), 플루오린화 칼륨(KF) 등과 같이 이온으로 구성된 물질은 서로 다른 전하를 띤 이온들이 정전기적 인력에 의해 강하게 결합하고 있어서 상온에서 대부분 고체이다.
- ② 전기 전도성 : 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온들이 단단히 결합하고 있어서 자유롭게 이동하지 못하므로 전기 전도성이 없지만, 액체 상태나 수용액 상태에서 이온들이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

(2) 공유 결합의 전기적 성질

- ① 공유 결합 물질 : 물(H₂O), 이산화 탄소(CO₂), 설탕(C₁₂H₂₂O₁₁), 흑연(C), 다이아몬드(C)와 같이 원자 사이에 전자를 공유하는 공유 결합으로 이루어진 물질이다.
- ② 전기 전도성 : 공유 결합 물질에는 자유롭게 이동할 수 있는 이온이나 전자가 없으므로 고체나 액체 상태에서 전기 전도성이 없다 (단, 흑연, 탄소 나노 튜브 등은 예외).
- ③ 물의 전기 분해 : 물에 소량의 황산 나트륨(Na₂SO₄)을 넣고 전류를 흘려주면 (+)극에서 산소(O₂) 기체, (-)극에서 수소(H₂) 기체가 생성되는 전기 분해가 일어나므로 공유 결합이 형성될 때 전자가 관여함을 알 수 있다.

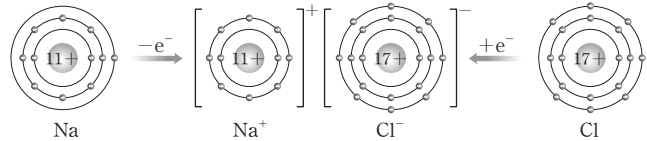
(3) 화학 결합과 옥텟 규칙

- ① 비활성 기체의 전자 배치 : 주기율표 18족의 비활성 기체는 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자가 배치되어 있다(단, He은 2개).
- ② 옥텟 규칙 : 18족 원소 이외의 원자들이 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자를 채워 안정한 전자 배치를 가지려는 경향이다.

2 이온 결합

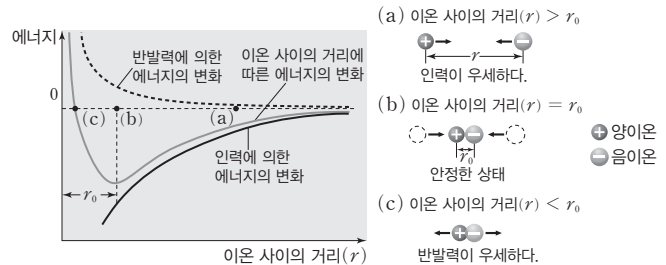
(1) 이온 결합

- ① 양이온의 형성 : 금속 원자가 전자를 잃어 양이온이 된다.
 - 예 나트륨(Na)이 전자 1개를 잃어 Na⁺이 되면 18족 원소인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 한다.
- ② 음이온의 형성 : 비금속 원자가 전자를 얻어 음이온이 된다.
 - 예 염소(Cl)가 전자 1개를 얻어 Cl⁻이 되면 18족 원소인 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 한다.
- ③ 이온 결합 : 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되는 결합이다.
 - 예 염화 나트륨의 생성 : 나트륨과 염소가 반응할 때 형성되는 나트륨 이온과 염화 이온이 정전기적 인력에 의해 결합하여 생성된다.

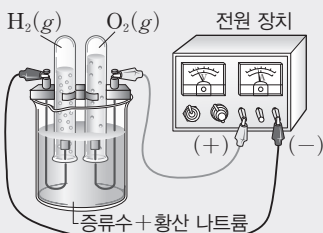


(2) 이온 결합의 형성과 에너지

- ① 양이온과 음이온이 서로 가까워지면 두 이온 사이에 작용하는 정전기적 인력에 의해 에너지가 낮아지고 안정해진다.
- ② 이온 사이의 거리가 너무 가까워지면 전자와 전자 사이, 원자핵과 원자핵 사이의 반발력이 너무 커져 에너지가 커지므로 불안정해진다.
- ③ 이온 사이의 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 거리(r₀)에서 안정한 상태가 되며, 이때 이온 결합이 형성된다.



THE 알기 물의 전기 분해



- 실험 결과 : 수소(H₂) 기체와 산소(O₂) 기체가 부피비 2 : 1로 생성된다.
- (-)극 : 물이 전자를 얻어 수소(H₂) 기체가 발생한다.
- (+)극 : 물이 전자를 잃어 산소(O₂) 기체가 발생한다.
- (전체 반응식) 2H₂O(l) → 2H₂(g) + O₂(g)
- 물을 전기 분해하면 각각의 성분 원소로 분해할 수 있는 것으로 보아, 수소와 산소가 공유 결합하여 물이 생성될 때 전자가 관여함을 알 수 있다.

3 이온 결합 물질의 명명법과 구조

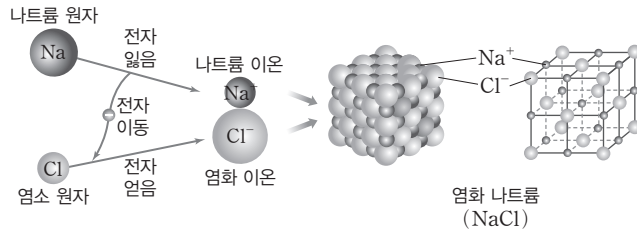
(1) 이온 결합 물질의 명명법

음이온의 이름을 먼저 읽고, 양이온의 이름을 나중에 읽으며, '이온'은 생략한다.

화학식	이름	화학식	이름	화학식	이름
NaCl	염화 나트륨	MgSO ₄	황산 마그네슘	CaO	산화 칼슘
MgCl ₂	염화 마그네슘	CuSO ₄	황산 구리(Ⅱ)	K ₂ O	산화 칼륨
Na ₂ CO ₃	탄산 나트륨	BaSO ₄	황산 바륨	AgNO ₃	질산 은
CaCO ₃	탄산 칼슘	Al ₂ (SO ₄) ₃	황산 알루미늄	Mg(OH) ₂	수산화 마그네슘

(2) 이온 결합 물질의 구조

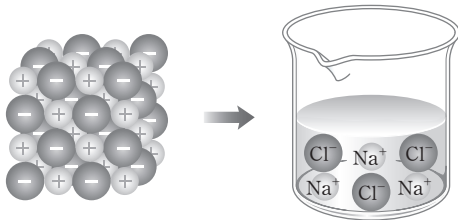
많은 양이온과 음이온이 정전기적 인력에 의해 이온 결합을 형성하여 3차원적으로 서로를 둘러싸며 규칙적으로 배열된 형태로 존재한다.



4 이온 결합 물질의 성질

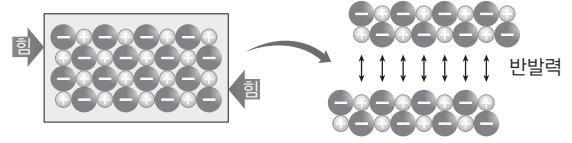
(1) 물에 대한 용해성

많은 이온 결합 물질은 대부분 극성 용매인 물에 잘 녹는다. 고체 염화 나트륨이 물에 녹으면 나트륨 이온(Na⁺)과 염화 이온(Cl⁻)이 수용액 속에서 서로 결합하지 않고 이온 상태로 존재하게 된다.



(2) 결정의 부서짐

이온 결합 물질에 힘을 가하면 이온의 층이 밀리면서 두 층의 경계면에서 같은 전하를 띤 이온들 사이의 반발력이 작용하여 쉽게 부서진다.

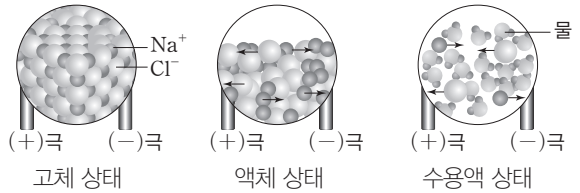


(3) 녹는점

양이온과 음이온 사이에 강한 정전기적 인력이 작용하기 때문에 녹는점이 높은 편이다. 이온 사이의 거리가 가까울수록, 이온의 전하량 크기가 클수록 대체로 녹는점이 높다.

(4) 전기 전도성

고체 상태에서는 이온의 이동이 없으므로 전기 전도성이 없고, 액체나 수용액 상태에서는 양이온과 음이온이 자유롭게 이동하므로 전기 전도성이 있다.



(5) 이온 결합 물질의 예

- ① 염화 나트륨(NaCl) : 소금의 주성분으로 요리와 다양한 음식물의 저장에 활용된다.
- ② 탄산 칼슘(CaCO₃) : 탄산 칼슘이 주성분인 대리석과 석회석은 건축재와 시멘트의 재료로 사용된다.
- ③ 염화 칼슘(CaCl₂) : 제습제나 제설제로 주로 이용된다.
- ④ 탄산수소 나트륨(NaHCO₃) : 빵을 만들 때 사용하는 베이킹 파우더의 주성분이다.

THE 알기 이온 결합 물질의 녹는점

이온 결합은 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되는데 정전기적 인력(F)은 다음과 같다.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (q_1, q_2 : \text{이온의 전하량}, r : \text{이온 사이의 거리})$$

- 양이온과 음이온의 전하량의 크기가 같은 경우 이온 사이의 거리가 가까울수록 녹는점이 높다.
- 이온 사이의 거리가 비슷한 경우 이온의 전하량 크기가 클수록 녹는점이 높다.

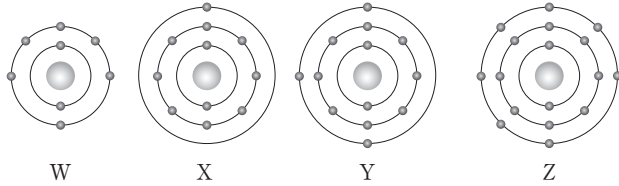
물질	이온의 전하	이온 사이의 거리(pm)	녹는점(°C)	물질	이온의 전하	이온 사이의 거리(pm)	녹는점(°C)
NaF	+1, -1	231	996	MgO	+2, -2	210	2825
NaCl	+1, -1	276	801	CaO	+2, -2	240	2572
NaBr	+1, -1	291	747	SrO	+2, -2	253	2531
NaI	+1, -1	311	661	BaO	+2, -2	275	1972

→ 이온의 전하량이 클수록, 이온 사이의 거리가 짧을수록 이온 사이의 인력이 증가하여 녹는점이 높다.

테마 대표 문제

| 2023학년도 9월 모의평가 |

그림은 바닥상태 원자 W~Z의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. XZ(*l*)는 전기 전도성이 있다.
- ㄴ. Z₂W는 이온 결합 물질이다.
- ㄷ. W와 Y는 3 : 2로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

W~Z의 원자가 전자 수를 이용하여 금속 원소와 비금속 원소를 파악하고 이를 토대로 원소들 간 결합 형태를 예측한다.

▶ 간략 풀이

원자가 전자 수와 전자 껍질 수를 고려할 때, W~Z는 각각 O, Na, Al, Cl이다.

㉠ XZ는 NaCl으로 이온 결합 물질이다. 따라서 XZ(*l*)는 전기 전도성이 있다.

✕ Z₂W는 Cl₂O으로 공유 결합 물질이다.

㉡ W는 O, Y는 Al이다. O와 Al은 3 : 2로 결합하여 Al₂O₃의 안정한 화합물을 형성한다.

정답 | ③

0 짧은 풀이 문제로 유형 익히기

정답과 해설 19쪽

표는 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

▶ 23067-0099

원자	W	X	Y	Z
전자가 들어 있는 오비탈 수	5	6	7	9
홀전자 수	2	1	1	1

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

보기

- ㄱ. W와 Y로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.
- ㄴ. X와 Z로 이루어진 물질은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ㄷ. Y와 Z는 1 : 3으로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

원자의 전자 배치에 대한 자료를 제시한 것은 유사하지만 바닥상태 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 수와 홀전자 수를 제시하여 원소를 판단하도록 한 것은 다르다.

▶ 배경 지식

- 일반적으로 금속 원소는 원자가 전자 수가 3 이하, 비금속 원소는 원자가 전자 수가 4 이상이다.
- 금속 원소와 비금속 원소는 이온 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

01

▶ 23067-0100

다음은 염화 나트륨(NaCl)에 대한 자료이다.

- 결합 물질이다.
- NaCl(s)은 전기 전도성이 .

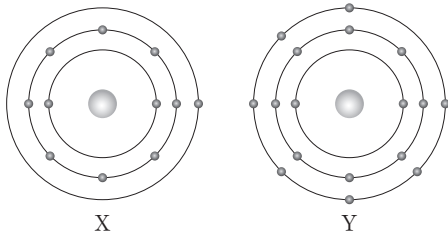
㉠과 ㉡으로 옳은 것은?

- | | | |
|---|----|----|
| | ㉠ | ㉡ |
| ① | 이온 | 있다 |
| ② | 이온 | 없다 |
| ③ | 공유 | 있다 |
| ④ | 공유 | 없다 |
| ⑤ | 금속 | 있다 |

02

▶ 23067-0101

그림은 바닥상태 원자 X, Y의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

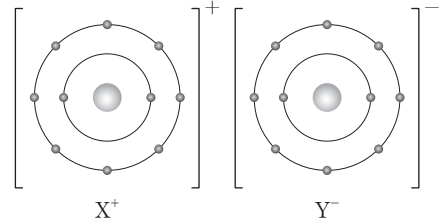
- ㄱ. X는 금속 원소이다.
- ㄴ. 바닥상태에서 X와 Y의 홀전자 수는 같다.
- ㄷ. X와 Y가 결합하여 XY가 생성될 때 전자는 X에서 Y로 이동한다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄴ | ③ ㄱ, ㄷ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

03

▶ 23067-0102

그림은 화합물 XY를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

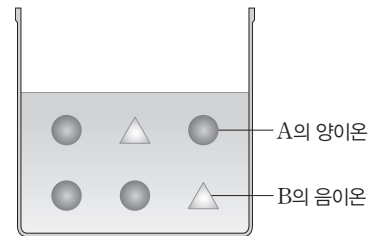
- ㄱ. X와 Y는 같은 주기 원소이다.
- ㄴ. 원자 번호는 X > Y이다.
- ㄷ. XY에서 X⁺과 Y⁻ 사이에는 정전기적 인력이 작용한다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄴ | ③ ㄱ, ㄷ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

04

▶ 23067-0103

그림은 3주기 원소 A와 B로 이루어진 X의 수용액에 들어 있는 이온 모형을 나타낸 것이다. A의 양이온과 B의 음이온의 전하의 크기는 3 이하이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 이온은 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.)

보기

- ㄱ. X의 화학식은 A₂B이다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A의 양이온 > B의 음이온이다.
- ㄷ. 바닥상태 원자의 홀전자 수는 B > A이다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄴ | ③ ㄱ, ㄷ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

05

▶23067-0104

다음은 3주기 원소 X와 Y로 이루어진 $XY(l)$ 의 전기 분해 반응에 대한 화학 반응식이다.



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

보기

- ㄱ. 원자 번호는 $Y > X$ 이다.
- ㄴ. XY에서 X 이온과 Y 이온의 전자 수는 같다.
- ㄷ. XY 1 mol을 전기 분해했을 때 생성되는 Y_2 의 양은 1 mol이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0105

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A							
2	B					C	D	
3		E					F	

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

보기

- ㄱ. AD는 이온 결합 물질이다.
- ㄴ. 이온 사이의 거리는 $BF > BD$ 이다.
- ㄷ. 양이온 1개의 전하량은 $B_2C > EF_2$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0106

표는 4가지 이온 결합 물질에 대한 자료이다.

물질	AB	AC	DE	FE
이온 사이의 거리(pm)	231	276	210	240
녹는점(°C)	996	801	2825	2572

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~F는 임의의 원소 기호이고, 이온 결합 물질에서 A와 E는 각각 양이온, 음이온 상태로 결합하고 있다.)

보기

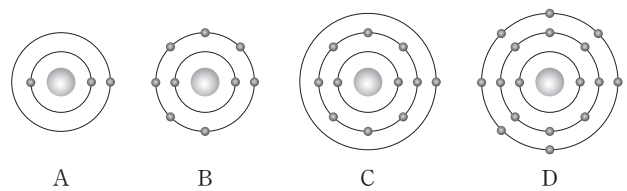
- ㄱ. 전하의 크기는 A 이온 $>$ D 이온이다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 $E > B$ 이다.
- ㄷ. 이온 반지름은 F 이온 $>$ D 이온이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0107

그림은 원자 A~D의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이고, 표는 A~D로 이루어진 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다.



물질	(가)	(나)	(다)
성분 원소	A, B	A, D	C, D

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

보기

- ㄱ. 양이온 수는 (나) $>$ (다)이다.
- ㄴ. 물질 1 mol에 들어 있는 총 이온의 양(mol)은 (가) $>$ (다)이다.
- ㄷ. 녹는점은 (가) $>$ (나)이다.

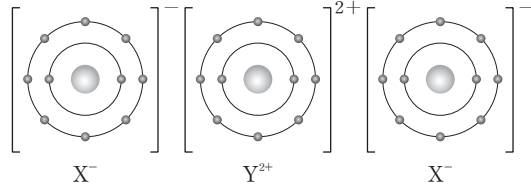
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0108

다음은 원소 X~Z로 이루어진 물질 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 바닥상태 원자 X~Z의 홀전자 수는 2 이하이고, X~Z 이온은 Ne의 전자 배치를 갖는다.

○ (가)의 전자 배치 모형



- (나)는 Y와 Z가 결합하여 형성되는 이온 결합 물질이다.
- (가) 1 mol에 들어 있는 X 이온의 양(mol)과 (나) x mol에 들어 있는 Z 이온의 양(mol)은 같다.

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

보기

- ㄱ. 원자 번호는 Y > Z > X이다.
- ㄴ. (나)의 화학식은 YZ이다.
- ㄷ. x=1이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0109

다음은 바닥상태 원자 X와 Y의 전자 배치를, 그림은 원소 X와 Y로 이루어진 물질 (가)의 수용액에 들어 있는 이온 모형을 나타낸 것이다. 양이온과 음이온의 전하의 크기는 3 이하이다.

○ X : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

○ Y : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^x$

● 양이온

■ 음이온

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, X와 Y 이온은 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.)

보기

- ㄱ. x=2이다.
- ㄴ. $\frac{X \text{ 이온 반지름}}{Y \text{ 이온 반지름}} > 1$ 이다.
- ㄷ. (가)는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0110

다음은 3주기 원소 X, Y로 이루어진 화합물 XY에 대한 자료이다.

○ XY에서 X와 Y는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
○ XY의 형성 과정

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

보기

- ㄱ. ⊖은 ‘잃음’, ⊕은 ‘얻음’이 적절하다.
- ㄴ. $a=1$ 일 때, Y는 Cl이다.
- ㄷ. $b=2$ 일 때, 바닥상태 원자 X의 홀전자 수는 0이다.

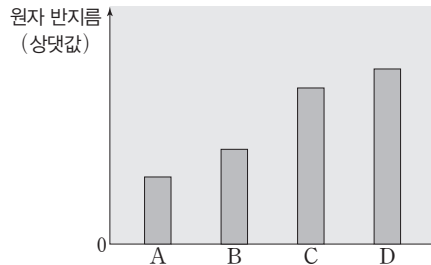
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0111

다음은 2, 3주기 원소 A~D로 이루어진 이온 결합 물질 (가)~(다)에 대한 자료이고, 그림은 A~D의 원자 반지름을 나타낸 것이다. C의 $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}} < 1$ 이다.

○ (가)~(다)의 화학식은 각각 CA, DB, CB₂ 중 하나이다.
○ 양이온 반지름은 (나)가 가장 크고, 음이온 반지름은 (가)가 가장 작다.
○ (가)~(다)를 구성하는 A~D의 이온은 Ne 또는 Ar의 전자 배치를 갖는다.



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

보기

- ㄱ. A는 S이다.
- ㄴ. (가)를 구성하는 이온은 전자 수가 모두 같다.
- ㄷ. 물질 1 mol에 들어 있는 총 이온의 양(mol)은 (나) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

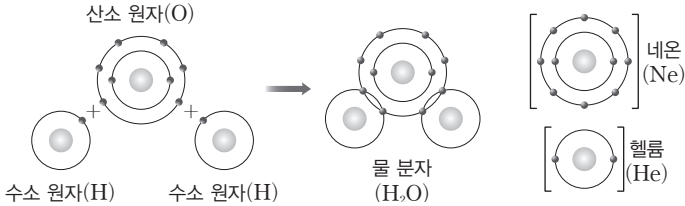
10

공유 결합과 금속 결합

1 공유 결합

(1) 공유 결합 : 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 서로 공유하면서 형성되는 결합이다.

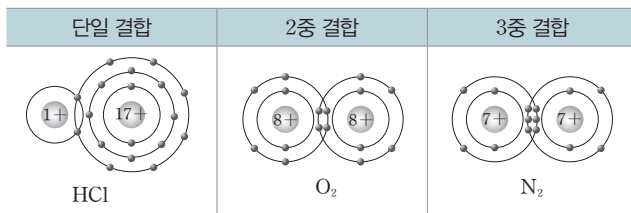
예 물 분자의 생성 : 산소 원자 1개가 수소 원자 2개와 각각 1개씩 전자쌍을 공유하여 물 분자가 생성되면, 산소는 네온과 같은 전자 배치를, 수소는 헬륨과 같은 전자 배치를 갖는다.



(2) 공유 결합의 형성과 에너지 변화 : 두 원자 사이의 거리가 가까워져 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮아지는 지점에서 공유 결합이 형성된다.

(3) 단일 결합과 다중 결합

- ① 단일 결합 : 두 원자 사이에 1개의 전자쌍을 공유하여 형성되는 결합이다.
- ② 다중 결합 : 두 원자 사이에 2, 3개의 전자쌍을 공유하고 있으면 각각 2중, 3중 결합이다.

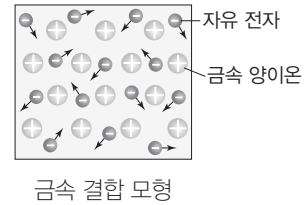


(4) 공유 결합 물질의 성질

- ① 공유 결합 물질에는 분자로 존재하는 분자 결정과 원자들이 공유 결합하여 그물처럼 연결되어 있는 공유 결정이 있다.
- ② 분자 결정은 대부분 녹는점과 끓는점이 낮지만, 공유 결정은 녹는점과 끓는점이 매우 높다. 분자 결정 중에는 승화성 물질이 있다.
- ③ 고체 상태나 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다(단, 흑연과 같이 전기 전도성을 갖는 물질도 있다).

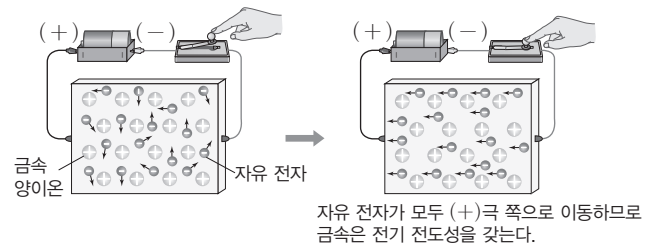
2 금속 결합

(1) 금속 결합 : 금속 양이온과 자유 전자 사이의 전기적 인력에 의해 형성된다. 자유 전자는 금속 원자가 양이온이 되면서 내놓은 원자가 전자로, 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직이면서 금속 양이온을 결합시키는 역할을 한다. 금속에 전압을 걸어 주면 자유 전자는 (+)극으로 이동한다.



(2) 금속의 특성 : 금속 결합을 이루는 금속의 특성이 나타나는 것은 자유 전자 때문이다.

① 전기 전도성 : 금속은 자유 전자가 자유롭게 움직일 수 있으므로 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

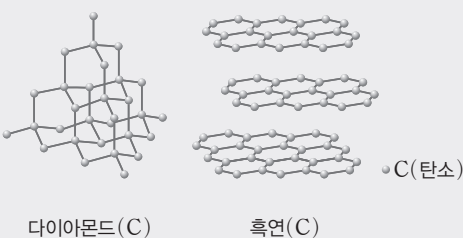


② 열 전도성 : 금속을 가열하면 자유 전자가 열에너지를 얻게 되고, 자유 전자가 인접한 자유 전자와 금속 양이온에 열에너지를 전달하므로 금속은 열 전도성이 매우 크다.

③ 연성(뽀함성)과 전성(펴짐성) : 외부의 힘에 의해 금속이 변형되어도 자유 전자가 이동하여 금속 결합을 유지할 수 있으므로 금속은 연성과 전성이 좋다.

④ 녹는점과 끓는점 : 금속은 자유 전자와 금속 양이온 사이의 강한 전기적 인력에 의해 녹는점과 끓는점이 높다. 따라서 대부분 상온에서 고체 상태이다.

THE 알기 다이아몬드(C)와 흑연(C)의 전기 전도성



- 다이아몬드(C)는 원자가 전자 수가 4인 탄소 원자가 정사면체 꼭짓점에 있는 다른 탄소 원자 4개와 결합하고 있어 전기 전도성이 없다.
- 흑연(C)은 탄소 원자 1개가 다른 탄소 원자 3개와 결합하여 정육각형 모양이 반복되어 있는 판을 이루고 판이 쌓여 층상 구조를 이룬다. 원자가 전자 수가 4인 탄소 원자가 3개의 탄소와 결합하고 남은 1개의 원자가 전자가 비교적 자유롭게 움직일 수 있어 전기 전도성을 갖는다.

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

화학 결합 모형을 토대로 A~D의 원자가 전자 수를 구한 후 금속 원소와 비금속 원소를 구분한다.

▶ 간략 풀이

A는 분자에서 전자쌍 1개를 공유하므로 원자가 전자 수가 1인 H이고, B는 분자에서 전자쌍 2개를 공유하므로 원자가 전자 수가 6인 O이다. C와 D는 화합물에서 1가 양이온, 1가 음이온이며 Ne과 전자 배치가 같으므로 각각 원자가 전자 수가 1, 7인 Na, F이다.

㉠ A₂B는 A, B가 전자쌍을 공유하여 형성된 물질이므로 공유 결합 물질이다.

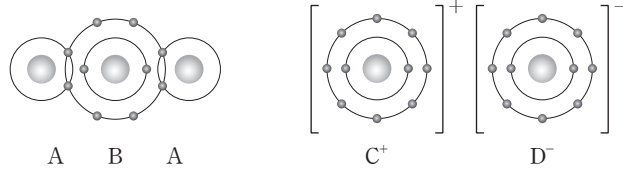
㉡ C는 Na으로 금속 원소이다. 따라서 C(s)는 연성(뽀함성)이 있다.

㉢ C₂B는 금속 원소인 C와 비금속 원소인 B가 결합하여 형성된 이온 결합 물질이므로 C₂B(l)는 전기 전도성이 있다.

정답 | ㉤

| 2023학년도 6월 모의평가 |

그림은 화합물 A₂B와 CD를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. A₂B는 공유 결합 물질이다.
- ㄴ. C(s)는 연성(뽀함성)이 있다.
- ㄷ. C₂B(l)는 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 21쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

공유 결합 물질과 이온 결합 물질을 제시한 것은 유사하지만 결합 모형 대신 물질 (가)와 (나)에 대한 자료를 제시한 것은 다르다.

▶ 배경 지식

- 공유 결합은 비금속 원소 간에, 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 간에 이루어지는 결합 형태이다.
- 화합물에서 Ne과 전자 배치가 같은 원소는 2주기 비금속 원소, 3주기 금속 원소이다.

▶ 23067-0112

다음은 2, 3주기 원소 X~Z로 이루어진 물질 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 바닥상태 원자 X~Z의 홀전자 수는 2 이하이고, (가)와 (나)에서 X~Z의 전자 배치는 Ne과 같다.

- (가)의 화학식은 XY₂, (나)의 화학식은 ZX이다.
- (가)는 공유 결합 물질, (나)는 이온 결합 물질이다.

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

보기

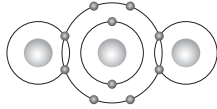
- ㄱ. X~Z 중 2주기 원소는 2가지이다.
- ㄴ. Y와 Z는 2 : 1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.
- ㄷ. X₂에서 $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0113

그림은 분자 A_2B 를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

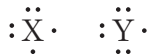
- ㄱ. 바닥상태 원자의 홀전자 수는 $A > B$ 이다.
- ㄴ. A_2B 의 비공유 전자쌍 수는 2이다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수는 $B_2 > A_2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0114

그림은 2주기 원자 X, Y를 루이스 전자점식으로 나타낸 것이다. X와 Y는 분자 내에서 옥텟 규칙을 만족한다.



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

보기

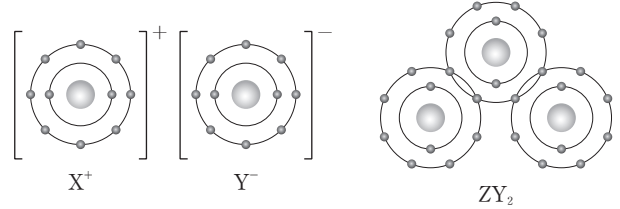
- ㄱ. XY_2 는 공유 결합 물질이다.
- ㄴ. 공유 전자쌍 수는 $X_2 > Y_2$ 이다.
- ㄷ. X_2Y_2 의 공유 전자쌍 수는 3이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0115

그림은 화합물 XY 와 ZY_2 를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. X~Z는 같은 주기 원소이다.
- ㄴ. X(s)는 전성(퍼짐성)이 있다.
- ㄷ. X와 Z는 2 : 1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0116

표는 1 atm에서 물질 (가)~(다)의 전기 전도성에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 NaCl, I_2 , Cu 중 하나이고, 1 atm에서 I_2 , NaCl, Cu의 녹는점은 각각 $a^\circ C$, $b^\circ C$, $c^\circ C$ 이며, $a < t_1 < b < t_2 < c < t_3$ 이다.

온도($^\circ C$) \ 물질	(가)	(나)	(다)
t_1		없음	없음
t_2	있음	⊖	없음
t_3	있음		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (다)는 I_2 이다.
- ㄴ. '있음'은 ⊖으로 적절하다.
- ㄷ. (가)는 금속 결합 물질이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23067-0117

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A							
2						B		
3		C					D	

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

보기

- ㄱ. A₂B는 공유 결합 물질이다.
- ㄴ. D₂B에서 공유 전자쌍 수는 2이다.
- ㄷ. CD₂에서 C 이온과 D 이온의 전자 배치는 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0118

표는 2가지 기준에 따라 물질 ㉠~㉣을 분류한 것이다. ㉠~㉣은 각각 Mg, OF₂, NaCl 중 하나이다.

분류 기준	예	아니오
고체 상태에서 전기 전도성이 있는가?	㉠	㉡, ㉣
(가)	㉠, ㉡	㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 Mg이다.
- ㄴ. '공유 결합 물질인가?'는 (가)로 적절하다.
- ㄷ. (가)가 '액체 상태에서 전기 전도성이 있는가?'일 때 ㉠은 NaCl이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0119

다음은 바닥상태 원자 A~D의 전자 배치이다.

- A : 1s²2s²2p³
- B : 1s²2s²2p⁵
- C : 1s²2s²2p⁶3s¹
- D : 1s²2s²2p⁶3s²3p⁴

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

보기

- ㄱ. A₂B₂에는 2중 결합이 존재한다.
- ㄴ. DB₂는 이온 결합 물질이다.
- ㄷ. B와 C는 1:1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0120

그림은 2주기 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)와 (나)의 구조식을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족하며, 다중 결합은 나타내지 않았다.



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

보기

- ㄱ. (가)와 (나)에는 다중 결합이 존재한다.
- ㄴ. 공유 전자쌍 수는 Z₂>X₂이다.
- ㄷ. X₂Y₂의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0121

다음은 원자 A~D에 대한 자료이다.

- A~D는 각각 O, F, Mg, Al 중 하나이다.
- 제1 이온화 에너지는 $D > C > B > A$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 D로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다.
- ㄴ. B와 C는 1 : 2로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.
- ㄷ. B와 D로 이루어진 화합물은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0122

표는 2주기 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	X, Y	X, Y, Z	Y, Z
분자당 원자 수	4	3	4
비공유 전자쌍 수	6	x	8

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

보기

- ㄱ. 바닥상태 원자의 홀전자 수는 $Z > Y > X$ 이다.
- ㄴ. $x = 4$ 이다.
- ㄷ. (가)~(다) 중 다중 결합이 있는 분자는 2가지이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0123

다음은 3가지 반응의 화학 반응식이다.

- $\boxed{\ominus} + 3\boxed{\omin�} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\boxed{\omin�} + \text{H}_2 \longrightarrow 2\boxed{\omin�}$
- $2\boxed{\omin�} + \boxed{\omin�} \longrightarrow 2\text{LiOH}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\omin�$ 은 LiH이다.
- ㄴ. $\omin�$ 의 공유 전자쌍 수는 6이다.
- ㄷ. 액체 상태에서 전기 전도성은 $\omin� > \omin�$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0124

다음은 1, 2주기 원소 A~C로 이루어진 이온 (가)와 분자 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 화학식은 각각 AB^- , BC이다.
- (가)와 (나)에서 A~C는 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.
- (가)와 (나)에서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 3$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고, 분자에서 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.)

보기

- ㄱ. A와 C는 2주기 원소이다.
- ㄴ. 공유 전자쌍 수는 $\text{A}_2 > \text{B}_2$ 이다.
- ㄷ. A_2C_2 의 공유 전자쌍 수는 3이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

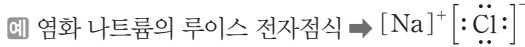
결합의 극성

1 루이스 전자점식과 구조식

- 루이스 전자점식: 원소 기호 주위에 원자가 전자를 점으로 표시하여 나타낸 식이다.
- 원자의 루이스 전자점식
 - 원소 기호 주위에 원자가 전자를 점으로 표시한다.
 - 원소 기호의 네 방향 중 한 방향에 최대 2개의 점을 표시한다.
 - 2, 3주기 원자의 루이스 전자점식

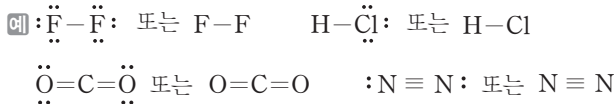
주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17
2	Li·	·Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·
3	Na·	·Mg·	·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·

- 분자의 루이스 전자점식: 공유 결합을 이루는 두 원자 사이의 공유 전자쌍과 공유 결합에 참여하지 않은 원자가 전자의 비공유 전자쌍을 각각 점으로 표시한다.
- 이온과 이온 결합 물질의 루이스 전자점식
 - 양이온은 점을 표시하지 않고, 음이온은 원자가 전자와 얻은 전자를 점으로 표시한다.
 - 이온 결합 물질은 양이온과 음이온을 각각 전자점식으로 표시한다.



5 루이스 구조식

- 루이스 전자점식에서 공유 전자쌍을 결합선으로 나타낸 식이다.
- 비공유 전자쌍은 점으로 표시하거나 생략할 수 있다.

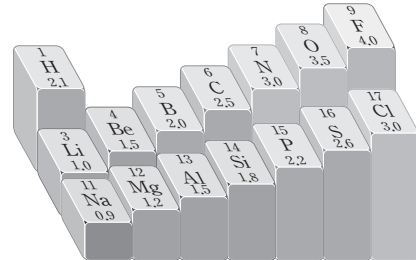


2 전기 음성도

- 전기 음성도
 - 결합을 형성한 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 능력을 상대적인 수치로 나타낸 값이다.
 - 미국의 화학자 폴링은 전기 음성도가 가장 큰 플루오린(F)의 값을 4.0으로 정하였다.

(2) 전기 음성도의 주기적 변화

- 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도가 감소하는 경향이 있다.
- 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도가 증가하는 경향이 있다.



(3) 전기 음성도의 특성

- 전기 음성도가 큰 원자일수록 공유 결합에서 공유 전자쌍을 더 세게 끌어당긴다.
- 공유 결합을 이룬 두 원자의 전기 음성도 차가 클수록 전기 음성도가 큰 원자 쪽으로 공유 전자쌍이 더 많이 치우친다.

3 결합의 극성과 쌍극자 모멘트

(1) 극성 공유 결합

- 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합이다.
- 전기 음성도가 큰 원자가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고, 작은 원자가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

(2) 무극성 공유 결합

- 같은 원소의 원자 사이의 공유 결합이다.
- 결합한 두 원자의 전기 음성도가 서로 같으므로 부분적인 전하가 생기지 않는다.

- 쌍극자: 전기 음성도가 서로 다른 두 원자가 공유 결합할 때 하나의 분자에 서로 다른 부분적인 전하(δ^- , δ^+)를 띠는 것이다.

- 쌍극자 모멘트(μ): 쌍극자 모멘트(μ)의 크기는 부분 전하의 크기(q)와 두 전하 사이의 거리(r)를 곱한 값이다.

THE 알기 쌍극자 모멘트의 표시

- 전기 음성도가 작은 원자에서 전기 음성도가 큰 원자를 향하도록 십자 화살표(\rightarrow)를 이용하여 나타낸다.
- 전기 음성도에 따른 쌍극자 모멘트의 표시

분자식	HCl	H ₂ O	NH ₃
쌍극자 모멘트의 표시			
전기 음성도	Cl > H	O > H	N > H

접근 전략 / 간략 풀이

| 2023학년도 수능 |

▶ 접근 전략

18족 원소를 제외한 2주기 원소에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도는 크다는 점을 이해하고 전기 음성도의 크기는 $F > O > N > C > H$ 임을 알아야 한다.

▶ 간략 풀이

✗ H_2O 과 CH_4 에서 H는 모두 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

✗ H_2O 과 CO_2 에서 O는 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

✗ CO_2 와 CF_4 에서 C는 모두 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

④ NH_3 에서 N는 부분적인 음전하(δ^-)를, NF_3 에서 N는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

✗ NF_3 와 OF_2 에서 F는 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

정답 | ④

다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다.

[학습 내용]

- 극성 공유 결합을 형성한 두 원자는 각각 부분적인 양전하와 음전하를 띤다.
- 부분적인 양전하는 δ^+ 부호로, 부분적인 음전하는 δ^- 부호로 나타낸다.

[가설]

- 극성 공유 결합을 형성한 어떤 원자의 부분적인 전하의 부호는 다른 분자에서 극성 공유 결합을 형성할 때도 바뀌지 않는다.

[탐구 과정]

(가) 1, 2주기 원소로 구성된 분자 중 극성 공유 결합이 있는 분자를 찾는다.

(나) (가)에서 찾은 분자 중 같은 원자를 포함하는 분자 쌍을 선택하여, 해당 원자의 부분적인 전하의 부호를 확인한다.

[탐구 결과]

가설에 일치하는 분자 쌍	가설에 어긋나는 분자 쌍
HF와 CH_4	OF_2 와 CO_2
HF와 OF_2	㉠
⋮	⋮

[결론]

- 가설에 어긋나는 분자 쌍이 있으므로 가설은 옳지 않다.

학생 A의 결론이 타당할 때, 다음 중 ㉠으로 적절한 것은? [3점]

- ① H_2O 과 CH_4 ② H_2O 과 CO_2 ③ CO_2 와 CF_4
- ④ NH_3 와 NF_3 ⑤ NF_3 와 OF_2

0 **답은 끝 문제로 유형 익히기**

정답과 해설 23쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

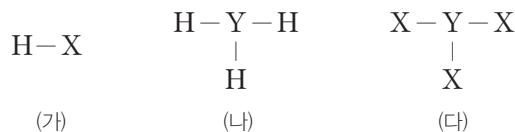
원소의 전기 음성도를 비교하여 분자의 성질을 유추하는 점은 유사하지만 분자식 대신 분자의 구조식을 제시한 점이 다르다.

▶ 배경 지식

- 극성 공유 결합은 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합이다.
- 두 원자가 공유 결합을 형성할 때 전기 음성도가 큰 원자가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고, 작은 원자가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

▶ 23067-0125

그림은 H와 2주기 원소 X와 Y로 이루어진 분자 (가)~(다)의 구조식을 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족한다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

보기

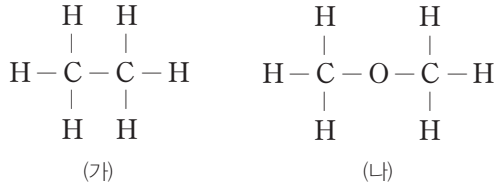
- ㄱ. 비공유 전자쌍 수는 (다)가 가장 크다.
- ㄴ. (가)에서 H는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
- ㄷ. (나)와 (다)에서 Y는 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0126

그림은 분자 (가)와 (나)의 구조식을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ㄴ. (나)에는 극성 공유 결합만 있다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (가) > (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0127

다음은 3가지 반응의 화학 반응식이다.

- $\text{㉠} + 2\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{㉡} + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$
- $\text{C} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{㉢}$

분자 ㉠~㉢에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

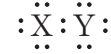
- ㄱ. ㉠에는 다중 결합이 있다.
- ㄴ. 공유 전자쌍 수는 ㉢ > ㉠이다.
- ㄷ. 극성 공유 결합이 있는 분자는 1가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0128

그림은 분자 XY의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다. 바닥상태 원자의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 수비는 X : Y = 5 : 9이다.



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

보기

- ㄱ. X와 Y는 같은 족 원소이다.
- ㄴ. 전기 음성도는 X > Y이다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수는 X₂와 Y₂가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0129

다음은 4가지 분자를 주어진 기준에 따라 각각 분류한 것이다.

[분자]	H ₂	NF ₃	C ₂ H ₄	CH ₂ O	
[분류]					
	기준			예	아니요
	무극성 공유 결합이 있는가?			㉠, ㉡	㉢, ㉣
	공유 전자쌍 수가 4 이상인가?			㉠, ㉣	㉡, ㉢

㉠~㉣에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

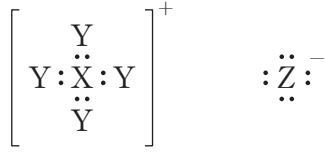
- ㄱ. ㉠에는 극성 공유 결합이 있다.
- ㄴ. ㉣에는 2중 결합이 있다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 ㉣이 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23067-0130

그림은 1, 2주기 원소 X~Z로 이루어진 이온 XY_4^+ 과 Z⁻의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다.



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

보기

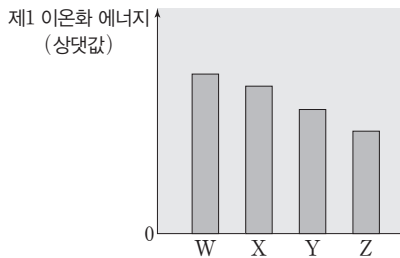
- ㄱ. X의 원자가 전자 수는 4이다.
- ㄴ. YZ 에서 Y는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 Z_2 가 X_2 의 3배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0131

그림은 원자 W~Z의 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다. W~Z는 각각 C, N, O, F 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전기 음성도는 $X > Y$ 이다.
- ㄴ. WZX 에서 Z는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
- ㄷ. $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 는 YW_2 가 ZY_2 의 4배이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0132

다음은 2, 3주기 14~17족 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- W~Z의 홀전자 수의 합은 7이다.
- W~Z 중 14족 원소는 Z 1가지이다.
- 전기 음성도는 $W > X > Y$ 이다.
- s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $X = Y > Z$ 이다.

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

보기

- ㄱ. W와 X는 같은 족 원소이다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 $Y > Z$ 이다.
- ㄷ. Z_2W_2 에는 무극성 공유 결합이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0133

표는 2주기 원소 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하고, 구조식에서 다중 결합은 나타내지 않았다.

분자	(가)	(나)	(다)
구조식	$\begin{array}{c} Z \\ \\ Z - W - Z \\ \\ Z \end{array}$	$\begin{array}{c} Z - X - Z \\ \\ Z \end{array}$	$Y - W - Y$
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수 (상댓값)}}{\text{공유 전자쌍 수}}$	9	10	a

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

보기

- ㄱ. 전기 음성도는 $W > Y$ 이다.
- ㄴ. $a = 1$ 이다.
- ㄷ. ZWX 에는 다중 결합이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0136

표는 2, 3주기 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z는 각각 13~17족 원소 중 하나이다.

원자	W	X	Y	Z
홀전자 수	a	$a+1$	$a+2$	b
원자가 전자 수		c	d	$d+1$
전자가 들어 있는 오비탈 수	9	c	d	d

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

보기

- ㄱ. $a+b=3$ 이다.
- ㄴ. XZW_2 에서 Z는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.
- ㄷ. W_2Z 에서 비공유 전자쌍 수는 4이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0137

표는 원소 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. W~Z는 각각 C, O, P, Cl 중 하나이고, m 과 n 은 4 이하의 자연수이며, (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	분자식	비공유 전자쌍 수
(가)	WX_m	4
(나)	WXY_m	8
(다)	ZY_n	10

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $m=3$ 이다.
- ㄴ. (다)에서 Y는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.
- ㄷ. (가)~(다) 중 2중 결합이 있는 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

분자의 구조

1 전자쌍 반발 이론

- (1) 전자쌍 반발 이론 : 전자쌍들은 음전하를 띠고 있으므로 서로 반발하여 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다. 반발력의 크기는 비공유 전자쌍—비공유 전자쌍 > 공유 전자쌍—비공유 전자쌍 > 공유 전자쌍—공유 전자쌍이다.
- (2) 전자쌍의 배열 : 중심 원자 주위에 있는 전자쌍 수에 따라 전자쌍의 배열이 달라진다. → 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없을 때 중심 원자 주위의 서로 다른 위치에 배열한 2개의 전자쌍은 직선형, 서로 다른 위치에 배열한 3개의 전자쌍은 평면 삼각형, 서로 다른 위치에 배열한 4개의 전자쌍은 사면체형으로 각각 반발력을 최소로 하면서 배열한다.

2 결합각과 분자의 구조

- (1) 결합각 : 분자나 이온에서 중심 원자의 원자핵과 중심 원자와 공유 결합한 원자의 원자핵을 선으로 연결하였을 때 생기는 내각이다.
- (2) 분자의 구조
 - ① 중심 원자에 2개의 원자가 공유 결합한 분자 : 직선형 구조를 갖는다(중심 원자가 공유 전자쌍만 갖는 경우).

분자식	BeF ₂	CO ₂	HCN
루이스 전자점식	$\ddot{\text{F}}:\text{Be}:\ddot{\text{F}}:$	$:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$	$\text{H}:\text{C}::\text{N}:$
분자 모형			

- ② 중심 원자에 3개의 원자가 공유 결합한 분자 : 평면 삼각형 구조를 갖는다(중심 원자가 공유 전자쌍만 갖는 경우).

분자식	BCl ₃	CH ₂ O
루이스 전자점식	$\begin{array}{c} \ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}: \\ \\ \text{B} \\ \\ \ddot{\text{Cl}}: \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{O}}: \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
분자 모형		

- ③ 중심 원자에 4개의 원자가 공유 결합한 분자 : 정사면체형 또는 사면체형 구조를 갖는다.

분자식	결합한 원자가 모두 같은 경우		결합한 원자가 다른 경우
	CH ₄	CF ₄	CH ₃ Cl
루이스 전자점식	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{F}}: \\ \\ :\ddot{\text{F}}:\text{C}:\ddot{\text{F}}: \\ \\ :\ddot{\text{F}}: \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{Cl}}: \\ \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
분자 모형			
분자 모양	정사면체형	정사면체형	사면체형

- ④ 중심 원자가 비공유 전자쌍 1개를 가지면서 3개의 원자가 공유 결합한 분자 : 삼각뿔형 구조를 갖는다.

분자식	NH ₃	NF ₃	PCl ₃
루이스 전자점식	$\begin{array}{c} \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{F}}:\text{N}:\ddot{\text{F}}: \\ \\ :\ddot{\text{F}}: \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{Cl}}:\text{P}:\ddot{\text{Cl}}: \\ \\ :\ddot{\text{Cl}}: \end{array}$
분자 모형			

- ⑤ 중심 원자가 비공유 전자쌍 2개를 가지면서 2개의 원자가 공유 결합한 분자 : 굽은 형 구조를 갖는다.

분자식	H ₂ O	OF ₂	H ₂ S
루이스 전자점식	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$	$:\ddot{\text{F}}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{F}}:$	$\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$
분자 모형			

THE 알기 분자 또는 이온의 구조

분자 또는 이온	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	NH ₄ ⁺	H ₃ O ⁺
루이스 구조식	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \right]^+$	$\left[\begin{array}{c} \text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \right]^+$
구조	탄소 원자 주변 네 방향으로 전자쌍이 위치 → 입체 구조	탄소 원자 주변 두 방향으로 전자쌍이 위치 → 직선형	질소 원자 주변 네 방향으로 전자쌍이 위치, 비공유 전자쌍이 없음 → 정사면체형	산소 원자 주변에 세 방향으로 전자쌍이 위치, 비공유 전자쌍이 1개 있음 → 삼각뿔형

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

분자당 구성 원자 수를 이용하여 (가)와 (나)의 분자식이 각각 X_2 와 Y_2 임을 알아내고 2주기 원소 중 X와 Y로 가능한 원자를 찾아내야 한다.

▶ 간략 풀이

2주기 원소로 이루어진 분자 중 분자당 구성 원자 수가 2이면서 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 분자는 N_2, O_2, F_2 이므로 X와 Y는 각각 N, O, F 중 하나이다. N_2, O_2, F_2 에서 비공유 전자쌍 수와 공유 전자쌍 수를 이용하면 (가)는 O_2 , (다)는 OF_2 이므로 (나)는 F_2 이다.

㉠ (나)(F_2)에서 비공유 전자쌍 수는 6, 공유 전자쌍 수는 10이므로 $a=5$ 이다.

✕ (나)(F_2)에는 다중 결합이 없다.

✕ 공유 전자쌍 수는 (가)가 2, (다)가 2이므로 (가)=(다)이다.

정답 | ①

| 2023학년도 9월 모의평가 |

표는 2주기 원자 X와 Y로 이루어진 분자 (가)~(다)의 루이스 전자점식과 관련된 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	구성 원소	분자당 구성 원자 수	비공유 전자쌍 수 - 공유 전자쌍 수
(가)	X	2	2
(나)	Y	2	a
(다)	X, Y	3	6

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. $a=5$ 이다.
- ㄴ. (나)에는 다중 결합이 있다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (다) > (가)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 25쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

분자의 루이스 전자점식과 관련된 자료를 제시하는 점은 유사하지만 비공유 전자쌍 수를 이용하는 점이 다르다.

▶ 배경 지식

2주기 원소로 이루어진 분자 중 분자당 구성 원자 수가 2이면서 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 분자는 N_2, O_2, F_2 이다.

▶ 23067-0138

표는 2주기 원소 X와 Y로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	X_2	Y_2	XY_m
비공유 전자쌍 수	a	$3a$	b

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

보기

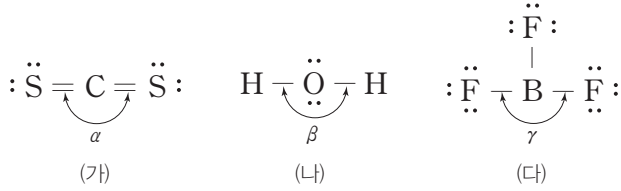
- ㄱ. $a+b=11$ 이다.
- ㄴ. (가)에는 다중 결합이 있다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (다) > (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0139

그림은 분자 (가)~(다)의 루이스 구조식을 나타낸 것이다.



결합각 $\alpha \sim \gamma$ 의 크기를 비교한 것으로 옳은 것은?

- ① $\alpha > \beta > \gamma$ ② $\alpha > \gamma > \beta$ ③ $\beta > \alpha > \gamma$
- ④ $\gamma > \alpha > \beta$ ⑤ $\gamma > \beta > \alpha$

02

▶ 23067-0140

표는 3가지 분자 ㉠~㉢을 주어진 기준에 따라 분류한 것이다. ㉠~㉢은 각각 BCl_3 , NCl_3 , C_2H_2 중 하나이다.

기준	예	아니오
입체 구조인가?	㉠	㉡, ㉢
다중 결합이 있는가?	㉢	㉠, ㉡

㉠~㉢에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

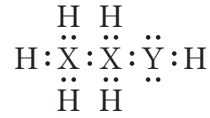
- ㄱ. 비공유 전자쌍 수는 ㉠ > ㉢이다.
- ㄴ. ㉠의 분자 모양은 평면 삼각형이다.
- ㄷ. ㉢에는 무극성 공유 결합이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0141

그림은 H와 2주기 원소 X와 Y로 이루어진 분자의 루이스 전자 점식을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. X_2H_4 에는 2중 결합이 있다.
- ㄴ. H_2Y_2 에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ㄷ. XY_2 의 분자 모양은 직선형이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0142

표는 2주기 바닥상태 원자 X~Z에서 방위(부) 양자수 (l)가 1인 오비탈에 들어 있는 전자 수를 나타낸 것이다.

원자	X	Y	Z
$l = 1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수	1	3	5

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

보기

- ㄱ. XZ_3 의 분자 모양은 평면 삼각형이다.
- ㄴ. 분자의 쌍극자 모멘트는 $\text{YZ}_3 > \text{XZ}_3$ 이다.
- ㄷ. Y_2Z_4 에서 비공유 전자쌍 수는 12이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23067-0143

다음은 2가지 탄소 화합물 (가)와 (나)가 각각 연소되는 반응의 화학 반응식이다.

- $(가) + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$
- $(나) + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

(가)와 (나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)의 분자 모양은 정사면체형이다.
- ㄴ. (나)에는 다중 결합이 있다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수비는 (가) : (나) = 3 : 2이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0144

표는 1, 2주기 원소 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	WX_4	XWY	WX_2Z
비공유 전자쌍 수	0	1	2

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

보기

- ㄱ. 결합각은 (나) > (가)이다.
- ㄴ. 공유 전자쌍 수는 (나) = (다)이다.
- ㄷ. (다)의 구성 원자는 모두 동일 평면에 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0145

다음은 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 H_2O , CF_4 , FCN 중 하나이다.

- 결합각은 (가) > (나)이다.
- (가)와 (다)에서 모든 원자는 동일 평면에 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

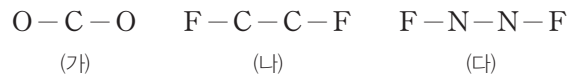
- ㄱ. (가)는 H_2O 이다.
- ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 (나) > (다)이다.
- ㄷ. (다)의 분자 모양은 직선형이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0146

그림은 분자 (가)~(다)의 구조식을 나타낸 것이다. 구조식에서 다중 결합은 나타내지 않았고, (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

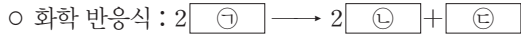
- ㄱ. (가)의 분자 모양은 직선형이다.
- ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 (다) > (나)이다.
- ㄷ. 다중 결합이 있는 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

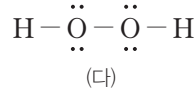
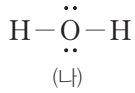
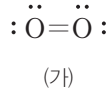
01

▶23067-0147

다음은 어떤 반응의 화학 반응식과 분자 (가)~(다)의 루이스 구조식을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 ㉠~㉣ 중 하나이다.



○ (가)~(다)의 루이스 구조식



㉠~㉣에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ㄴ. ㉠에는 2중 결합이 있다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 ㉢ > ㉡이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0148

표는 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. X~Z는 각각 C, O, F 중 하나이고, (가)~(다)에서 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	구성 원소	구성 원자 수	공유 전자쌍 수 (상댓값)
(가)	X	2	1
(나)	X, Y	3	2
(다)	Y, Z	5	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

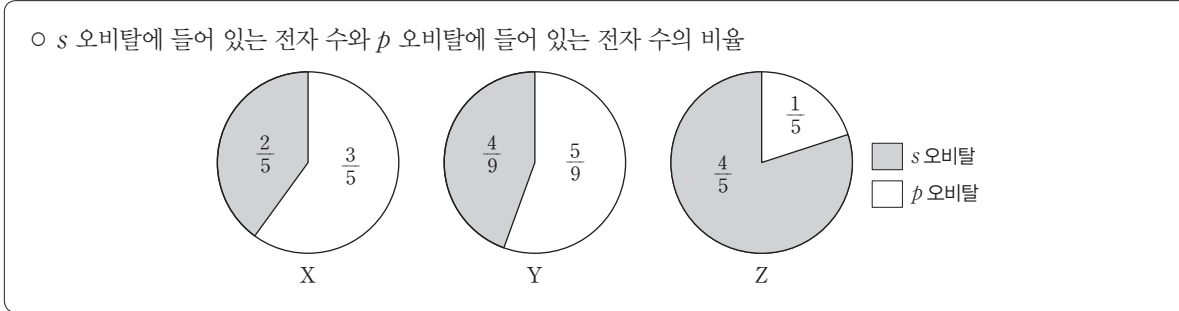
- ㄱ. (가)에는 2중 결합이 있다.
- ㄴ. (나)의 분자 모양은 굽은 형이다.
- ㄷ. 결합각은 (나) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0149

다음은 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 각각 13~17족 원소 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. X~Z 중 3주기 원소는 1가지이다.
- ㄴ. XY_3 의 구성 원자는 모두 동일 평면에 있다.
- ㄷ. 결합각은 $ZY_3 > XY_3$ 이다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0150

표는 2주기 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)~(라)에 대한 자료이다. (가)~(라)에서 X~Z는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	구성 원자 수			공유 전자쌍 수
	X	Y	Z	
(가)	1	4	0	a
(나)	1	2	1	a
(다)	1	0	2	a
(라)	0	2	1	b

(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 비공유 전자쌍 수는 $3a$ 이다.
- ㄴ. (나)의 분자 모양은 평면 삼각형이다.
- ㄷ. 결합각은 (다) > (라)이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

분자의 구조와 성질

1 분자 구조의 예측

- (1) 분자의 루이스 전자점식을 그린다.
- (2) 중심 원자에 결합된 원자 수와 중심 원자의 비공유 전자쌍 수를 세어 본다.
- (3) 전자쌍 반발 이론을 이용하여 전자쌍의 배열을 결정한다.
- (4) 분자의 구성 원자를 고려하여 분자 구조를 예측하고, 비공유 전자쌍, 공유 전자쌍 사이의 반발력을 고려하여 결합각을 예측한다.

중심 원자에 결합된 원자 수	중심 원자의 비공유 전자쌍 수	분자 모양
2	0	직선형
3	0	평면 삼각형
4	0	정사면체형 또는 사면체형
3	1	삼각뿔형
2	2	굽은 형

2 분자의 성질

- (1) 무극성 분자: 분자 내 모든 결합이 무극성 공유 결합인 분자 또는 극성 공유 결합이 있는 분자에서 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자이다.

예 Cl_2 , CO_2 , BCl_3 , CCl_4

- (2) 극성 분자: 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자이다.

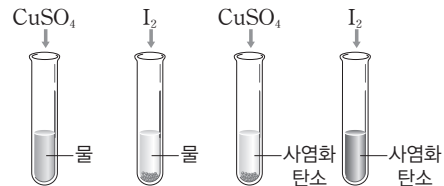
예 HF , H_2O , CH_2O , CH_3Cl

3 극성 분자와 무극성 분자의 성질

- (1) 용해성

- ① 극성 분자는 극성 용매에 잘 용해되고, 무극성 분자는 무극성 용매에 잘 용해된다.

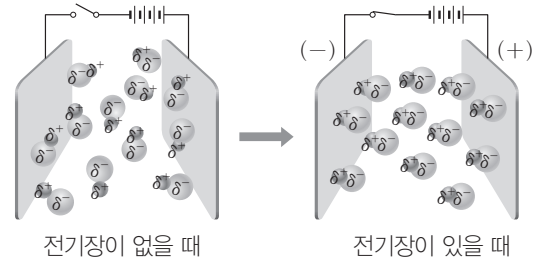
- ② 물질의 용해성 실험: 물과 사염화 탄소(CCl_4)가 각각 들어 있는 시험관에 황산 구리(II)(CuSO_4)와 아이오딘(I_2)을 각각 넣어 주면 황산 구리(II)는 물에, 아이오딘은 사염화 탄소에 더 잘 녹는다.



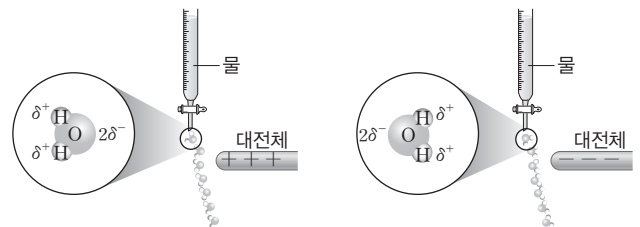
- (2) 끓는점: 일반적으로 극성 물질은 분자량이 비슷한 무극성 물질에 비해 분자 사이의 인력이 크고 끓는점이 높다.

- (3) 전기적 성질

- ① 기체 상태의 극성 분자는 전기장에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띠는 부분이 전기장의 (+)극 쪽으로 배열되고, 부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 부분이 전기장의 (-)극 쪽으로 배열된다.



- ② (+)대전체나 (-)대전체를 극성 물질인 물에 가까이하면 물은 대전체에 끌린다.



THE 알기 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 분자의 구조와 성질

분자식	BeF_2	BCl_3	CCl_4	CH_2O	CH_3Cl
분자 모형					
중심 원자의 공유 전자쌍 수	2	3	4	4	4
중심 원자의 비공유 전자쌍 수	0	0	0	0	0
분자 구조	직선형	평면 삼각형	정사면체형	평면 삼각형	사면체형
분자의 쌍극자 모멘트	0	0	0	0이 아님	0이 아님

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

(가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하므로 (가)에서 비공유 전자쌍은 W에 1개, X에 각각 3개씩 있다는 것을 유추하여 W는 N, X는 F임을 찾아야 한다.

▶ 간략 풀이

W는 N, X는 F, Y는 O, Z는 C이므로 (가)는 NF_3 , (나)는 OF_2 , (다)는 FCN이다.

✕ (가)의 분자 모양은 삼각뿔형이다.

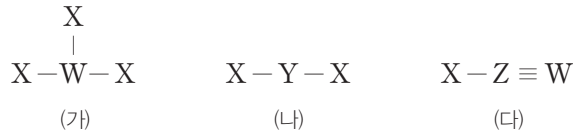
○ (나)(OF_2)의 분자 모양은 굽은 형, (다)(FCN)의 분자 모양은 직선형이므로 결합각은 (다) > (나)이다.

✕ (가)~(다)는 모두 극성 분자이므로 극성 분자는 3가지이다.

정답 | ②

| 2023학년도 6월 모의평가 |

그림은 2주기 원소 W~Z로 구성된 분자 (가)~(다)의 구조식을 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

보기

- ㄱ. (가)의 분자 모양은 평면 삼각형이다.
- ㄴ. 결합각은 (다) > (나)이다.
- ㄷ. 극성 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

0 답은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 26쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

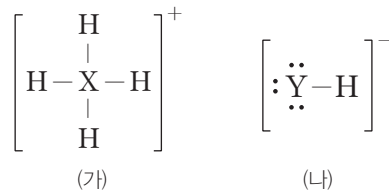
구조식을 이용하여 분자의 성질을 유추하는 점은 유사하지만 이온의 구조식을 제시한 점이 다르다.

▶ 배경 지식

분자의 쌍극자 모멘트가 0이면 무극성 분자, 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니면 극성 분자이다.

▶ 23067-0151

그림은 H와 2주기 원소 X와 Y로 이루어진 이온 (가)와 (나)의 루이스 구조식을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족한다.



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

보기

- ㄱ. (가)의 모양은 정사면체형이다.
- ㄴ. 결합각은 (가) > XH_3 이다.
- ㄷ. H_2Y 는 극성 분자이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23067-0156

표는 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 CH_3Cl , CO_2 , HCN 중 하나이다.

분자	분자의 쌍극자 모멘트	3중 결합 수
(가)	0이 아님	0
(나)	0이 아님	a
(다)	0	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $a+b=2$ 이다.
- ㄴ. (가)의 분자 구조는 입체 구조이다.
- ㄷ. 결합각은 (나) > (다)이다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0157

표는 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 중심 원자는 1개이고 C와 O는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	구성 원자의 종류	공유 전자쌍 수(상댓값)
(가)	H, O	1
(나)	H, C	2
(다)	H, C, O	2

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

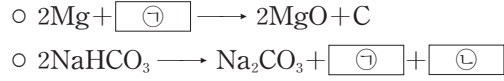
- ㄱ. (가)에서 모든 원자는 동일 평면에 있다.
- ㄴ. 분자 1개를 구성하는 원자 수는 (나) > (다)이다.
- ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 (다) > (나)이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0158

다음은 2가지 화학 반응식을 나타낸 것이다.



㉠과 ㉡에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 중심 원자의 전기 음성도는 ㉠ > ㉡이다.
- ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 ㉠ > ㉡이다.
- ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 ㉡ > ㉠이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0159

표는 H와 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. X~Z는 각각 C, O, Cl 중 하나이고 (가)~(다)에서 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	구성 원자의 종류와 수				공유 전자쌍 수	비공유 전자쌍 수
	H	X	Y	Z		
(가)	3	1	1	0	4	3
(나)	2	1	0	1	4	a
(다)	1	0	1	1	a	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

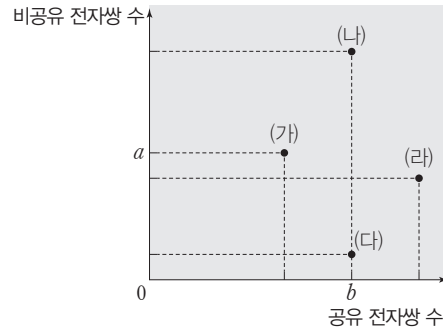
- ㄱ. $a+b=7$ 이다.
- ㄴ. (가)~(다) 중 분자의 모든 구성 원자가 동일 평면에 있는 분자는 2가지이다.
- ㄷ. (가)~(다)는 모두 극성 분자이다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0160

그림은 분자 (가)~(라)의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 BCl_3 , CO_2 , NH_3 , HOCl 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $a+b=7$ 이다.
- ㄴ. (나)의 구성 원자는 모두 동일 평면에 있다.
- ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 (다) > (라)이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0161

표는 H와 2주기 원소 X~Z로 이루어진 4가지 분자 XH_m , YH_n , H_2Z , HXY 를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다. 4가지 분자에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다.

분류 기준	예	아니요
분자의 쌍극자 모멘트가 0인가?	XH_m	YH_n , H_2Z , HXY

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

보기

- ㄱ. $m > n$ 이다.
- ㄴ. HXY 에서 Y는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 $\text{H}_2\text{Z} > \text{YH}_n$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0162

다음은 분자 (가)~(라)에 대한 자료이다.

- (가)~(라)는 각각 BeCl_2 , BF_3 , FCN , CCl_4 중 하나이다.
- 분자의 쌍극자 모멘트는 (가) > (나)이다.
- 중심 원자와 결합한 원자 수는 (나) > (다)이다.
- 분자 내 모든 원자의 원자가 전자 수의 합은 (다) > (라)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에는 3중 결합이 있다.
- ㄴ. (나)의 구성 원자는 모두 동일 평면에 있다.
- ㄷ. 결합각은 (다) > (라)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0163

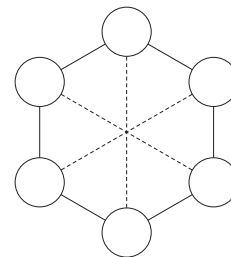
다음은 6가지 분자를 주어진 규칙에 따라 배치한 것이다.

[분자]

CO_2 , NH_3 , HOCl , OF_2 , CH_4 , FCN

[규칙]

- 분자 1 mol에 들어 있는 전자의 양(mol)이 같은 분자는 서로 맞은편에 둔다.
- 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 서로 이웃하게 둔다.
- 구성 원소의 종류가 3가지인 분자는 서로 이웃하게 둔다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, N, O, F, Cl의 원자 번호는 각각 1, 6, 7, 8, 9, 17이다.)

보기

- ㄱ. F를 포함하는 분자는 서로 이웃하지 않는다.
- ㄴ. $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 1$ 인 분자는 서로 맞은편에 있다.
- ㄷ. CH_4 에 이웃한 2가지 분자의 모양은 각각 굽은 형과 직선형이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0164

표는 분자 (가)~(마)에 대한 자료이다. (가)~(마)는 각각 CO_2 , H_2O , NF_3 , CCl_4 , Cl_2O 중 하나이다.

분자	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
중심 원자에 존재하는 비공유 전자쌍 수	0	0	a	b	b
비공유 전자쌍 수 공유 전자쌍 수	c		d	$c+3$	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $d > a + b$ 이다.
 ㄴ. (가)의 분자 모양은 정사면체형이다.
 ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 (나) > (마)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0165

표는 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하고, 분자당 구성 원자 수는 5 이하이다.

분자	구성 원소	분자당 C 원자 수	C에 결합한 F 원자 수
(가)	C, N, F	1	1
(나)	C, O, F	1	2
(다)	C, F, Cl	1	1

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 다중 결합이 있는 분자는 2가지이다.
 ㄴ. 입체 구조인 분자는 1가지이다.
 ㄷ. 극성 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

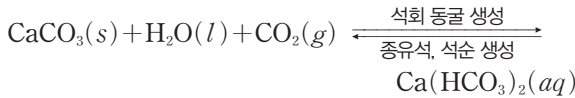
가역 반응과 동적 평형

1 가역 반응과 비가역 반응

(1) 정반응과 역반응 : 정반응은 반응물이 생성물로 되는 반응이고, 역반응은 정반응의 생성물이 다시 반응물로 되는 반응으로 정반응과 역반응은 서로 반대 방향으로 진행된다.

(2) 가역 반응 : 반응 조건(농도, 압력, 온도 등)에 따라 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응으로 화학 반응식에서 \rightleftharpoons 로 나타낸다.

- 예
- 물을 냉동실에 넣으면 얼고 꺼내 놓으면 다시 녹는다(정반응 : 물의 응고, 역반응 : 얼음의 용해).
 - 풀잎에 이슬이 맺혔다가 시간이 지나면 없어진다(정반응 : 수증기의 액화, 역반응 : 물의 기화).
 - 석회암 지대에서 탄산 칼슘이 이산화 탄소를 포함한 지하수에 녹아 탄산수소 칼슘 수용액이 되면서 석회 동굴이 생성되고, 탄산수소 칼슘 수용액에서 이산화 탄소가 빠져나가면 탄산수소 칼슘이 탄산 칼슘으로 되면서鍾유석과 석순이 생성된다.



(3) 비가역 반응 : 한쪽 방향으로만 진행되는 반응으로, 역반응이 정반응에 비해 거의 일어나지 않는 반응이다.

- 예
- 연소 반응
 $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
 - 금속과 산의 반응
 $\text{Mg}(s) + 2\text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{MgCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$
 - 중화 반응
 $\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \longrightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
 - 양금 생성 반응
 $\text{AgNO}_3(aq) + \text{NaCl}(aq) \longrightarrow \text{AgCl}(s) + \text{NaNO}_3(aq)$

2 동적 평형

(1) 동적 평형 : 가역 반응에서 반응물과 생성물의 농도가 변하지 않아 반응이 정지된 것처럼 보이나, 실제로는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나고 있는 상태이다.

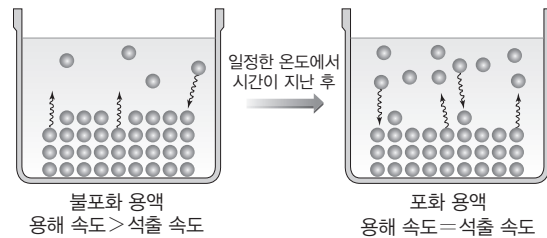
예 밀폐된 용기에 물을 넣고 충분한 시간이 지나면 물과 수증기가 동적 평형을 이룬다.

(2) 상평형

- ① 상평형 : 1가지 물질이 2가지 이상의 상태로 공존할 때 서로 상태가 변하는 속도가 같아 겉보기에 상태 변화가 일어나지 않는 것처럼 보이는 동적 평형 상태이다.
- ② 증발과 응축의 동적 평형 : 일정한 온도에서 밀폐된 용기에 들어 있는 액체가 표면에서 증발하는 속도와 액체의 증기가 다시 응축하는 속도가 같아서 변화가 없는 것처럼 보이는 상태이다.

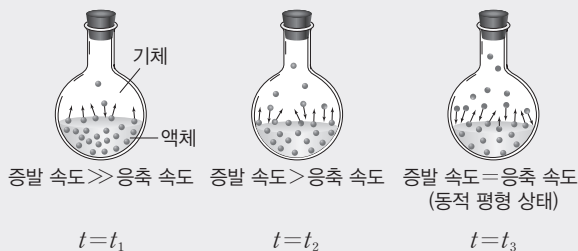
(3) 용해 평형

- ① 용질이 용해되는 속도와 석출되는 속도가 같아서 겉보기에 용해나 석출이 일어나지 않는 것처럼 보이는 동적 평형 상태이다.
- ② 용매에 충분한 양의 용질을 넣으면 처음에는 용해 속도가 석출 속도보다 크지만, 시간이 지나면서 석출 속도가 점점 커져 용해 속도와 석출 속도가 같아지는 동적 평형 상태에 도달한다.
- ③ 용해 평형을 이루고 있는 용액을 포화 용액, 포화 용액보다 용질이 적게 녹아 있는 용액을 불포화 용액이라고 한다.

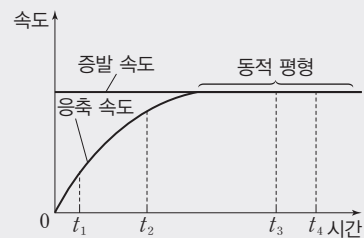


THE 알기 브로민(Br₂)의 상변화와 동적 평형

• 일정한 온도에서 밀폐된 진공 용기에 액체 상태의 브로민(Br₂)을 넣은 후 시간(t)에 따른 분자 모형



• 시간에 따른 Br₂의 증발 속도와 응축 속도

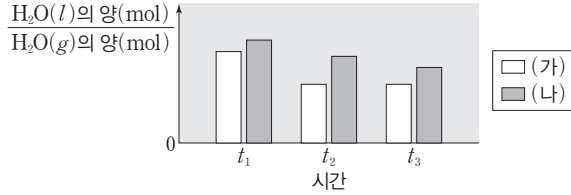


- 시간에 따른 Br₂(l)의 양(mol) : t₁ > t₂ > t₃ = t₄
- 시간에 따른 Br₂(g)의 양(mol) : t₁ < t₂ < t₃ = t₄

테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

그림은 온도가 다른 두 밀폐된 진공 용기 (가)와 (나)에 각각 같은 양(mol)의 $H_2O(l)$ 을 넣은 후 시간에 따른 $\frac{H_2O(l)\text{의 양(mol)}}{H_2O(g)\text{의 양(mol)}}$ 을 나타낸 것이다. (가)에서는 t_2 일 때, (나)에서는 t_3 일 때 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 는 동적 평형 상태에 도달하였다. $0 < t_1 < t_2 < t_3$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 용기의 온도는 각각 일정하다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.
- ㄴ. (나)에서 t_3 일 때 $H_2O(g)$ 가 $H_2O(l)$ 로 되는 반응은 일어나지 않는다.
- ㄷ. t_2 일 때 H_2O 의 $\frac{\text{증발 속도}}{\text{응축 속도}}$ 는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

밀폐된 진공 용기에서 동적 평형에 도달할 때까지 $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 증가하고, $H_2O(l)$ 의 양(mol)은 감소한다. 따라서 $\frac{H_2O(l)\text{의 양(mol)}}{H_2O(g)\text{의 양(mol)}}$ 은 시간이 지남에 따라 감소하다가 동적 평형에 도달하면 일정해진다.

▶ 간략 풀이

㉠ (가)에서 t_2 일 때, 동적 평형에 도달하였으므로 $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.

✕ (나)에서 t_3 일 때, 동적 평형 상태에 도달하였으므로 $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ 의 정반응과 역반응은 가역적으로 일어난다.

✕ 동적 평형 상태에 도달하기 전까지 H_2O 의 증발 속도 > 응축 속도이고, 동적 평형 상태에 도달하면 H_2O 의 증발 속도 = 응축 속도이다. 따라서 t_2 일 때, (가)에서는 H_2O 의 $\frac{\text{증발 속도}}{\text{응축 속도}} = 1$ 이고, (나)에서는 $\frac{\text{증발 속도}}{\text{응축 속도}} > 1$ 이다.

정답 | ①

0 낮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 29쪽

▶ 23067-0166

표는 온도가 다른 두 밀폐된 진공 용기 (가)와 (나)에 각각 같은 양(mol)의 $H_2O(l)$ 을 넣은 후 시간에 따른 $\frac{B\text{의 양(mol)}}{A\text{의 양(mol)}}$ 을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 중 하나이고, (가)에서는 $2t$ 일 때, (나)에서는 $3t$ 일 때 A와 B는 동적 평형 상태에 도달하였다. $b > c$ 이다.

시간		t	$2t$	$3t$
$\frac{B\text{의 양(mol)}}{A\text{의 양(mol)}}$	(가)		a	
	(나)		b	c

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 용기의 온도는 각각 일정하다.)

보기

- ㄱ. A는 $H_2O(g)$ 이다.
- ㄴ. (가)에서 B의 양(mol)은 $2t$ 일 때가 t 일 때보다 많다.
- ㄷ. $2t$ 일 때 H_2O 의 $\frac{\text{응축 속도}}{\text{증발 속도}}$ 는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

밀폐된 진공 용기에 $H_2O(l)$ 을 넣은 후 시간에 따른 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 의 비율이 자료로 제시된 점은 유사하지만 자료를 통해 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 를 유추해야 하는 점이 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 동적 평형 상태에 도달할 때까지 $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 증가하고, $H_2O(l)$ 의 양(mol)은 감소한다.
- 동적 평형 상태에 도달하면 H_2O 의 증발 속도와 응축 속도는 같다.

01

▶23067-0167

다음은 화학 반응에서 동적 평형에 대한 세 학생의 대화이다.

동적 평형은 가역 반응에서만 가능해.

메테인의 연소 반응은 가역 반응에 해당해.

동적 평형 상태에 도달하면 정반응은 일어나지 않아.



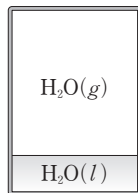
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
- ④ B, C ⑤ A, B, C

02

▶23067-0168

그림은 밀폐된 진공 용기에 $H_2O(l)$ 을 넣은 후 시간 t 일 때 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 가 동적 평형 상태에 도달한 모습을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 의 상변화는 가역 반응이다.
- ㄴ. t 이전에는 H_2O 의 응축 속도가 증발 속도보다 빠르다.
- ㄷ. $0 \sim t$ 까지 $H_2O(l)$ 의 양(mol)이 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

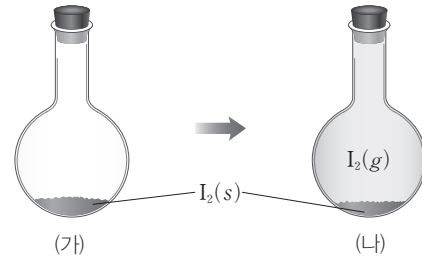
03

▶23067-0169

다음은 아이오딘(I_2)의 상태 변화를 화학 반응식으로 나타낸 것이다.



그림 (가)는 진공 상태의 밀폐된 용기에 $I_2(s)$ 을 넣은 초기 상태를, (나)는 충분한 시간이 지난 후 $I_2(s)$ 과 $I_2(g)$ 이 동적 평형에 도달한 모습을 나타낸 것이다.



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

보기

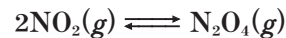
- ㄱ. (나)에서 상변화 $I_2(s) \rightarrow I_2(g)$ 는 일어나지 않는다.
- ㄴ. $I_2(g)$ 의 양(mol)은 (나)에서가 (가)에서보다 많다.
- ㄷ. $I_2(g)$ 이 $I_2(s)$ 으로 되는 속도는 (나)에서가 (가)에서보다 빠르다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

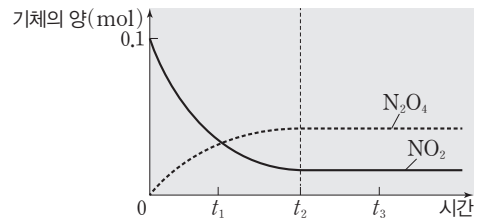
04

▶23067-0170

다음은 적갈색의 $NO_2(g)$ 로부터 무색의 $N_2O_4(g)$ 를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 밀폐된 진공 용기에 $NO_2(g)$ 를 넣은 후 시간에 따른 반응물과 생성물의 양(mol)을 나타낸 것이다. 시간이 t_2 일 때 $NO_2(g)$ 와 $N_2O_4(g)$ 는 동적 평형 상태에 도달하였다.



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

보기

- ㄱ. t_1 일 때는 정반응 속도가 역반응 속도보다 빠르다.
- ㄴ. 용기 내부 혼합 기체의 색깔은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 진하다.
- ㄷ. t_3 일 때 N_2O_4 의 양은 0.05 mol이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

05

▶ 23067-0171

그림은 25°C에서 물이 담긴 비커에 충분한 양의 설탕을 넣은 모습을, 표는 시간에 따른 비커 속 설탕 수용액의 몰 농도(M)를 나타낸 것이다. t_2 일 때 설탕 수용액은 용해 평형 상태에 도달하였고, $t_1 < t_2 < t_3$ 이다.



시간	t_1	t_2	t_3
설탕 수용액의 몰 농도(M)	a	$1.5a$	b

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

보기

- ㄱ. t_2 일 때 설탕의 용해 속도는 0이다.
- ㄴ. $b = 1.5a$ 이다.
- ㄷ. 설탕의 석출 속도는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다. 설탕의 용해 속도

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

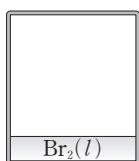
06

▶ 23067-0172

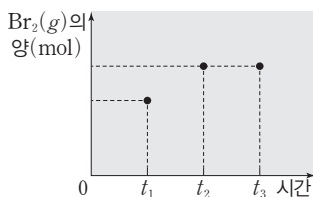
다음은 브로민(Br_2)의 상태 변화를 화학 반응식으로 나타낸 것이다.



그림 (가)는 밀폐된 진공 용기에 $Br_2(l)$ 을 넣은 모습을, (나)는 (가)에서 시간에 따른 용기 내 $Br_2(g)$ 의 양(mol)을 나타낸 것이다. 시간이 t_2 일 때 $Br_2(l)$ 과 $Br_2(g)$ 은 동적 평형 상태에 도달하였다.



(가)



(나)

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

보기

- ㄱ. $Br_2(g)$ 의 양(mol)은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
- ㄴ. t_2 이후 상변화 $Br_2(l) \rightarrow Br_2(g)$ 의 속도는 0이다.
- ㄷ. $Br_2(g)$ 이 $Br_2(l)$ 으로 되는 속도는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0173

표는 밀폐된 진공 용기 안에 $H_2O(l)$ 을 넣은 후 시간에 따른 $H_2O(g)$ 의 응축 속도와 $\frac{H_2O(l)의 양(mol)}{H_2O(g)의 양(mol)}$ 을 나타낸 것이다. $2t$ 일 때 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 가 동적 평형 상태에 도달하였다.

시간	t	$2t$	$3t$
$H_2O(g)$ 의 응축 속도(상댓값)	a	b	1
$\frac{H_2O(l)의 양(mol)}{H_2O(g)의 양(mol)}$	c	d	

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

보기

- ㄱ. $a = b$ 이다.
- ㄴ. $\frac{H_2O(g)의 응축 속도}{H_2O(l)의 증발 속도}$ 는 $3t$ 일 때가 t 일 때보다 크다.
- ㄷ. $c < d$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

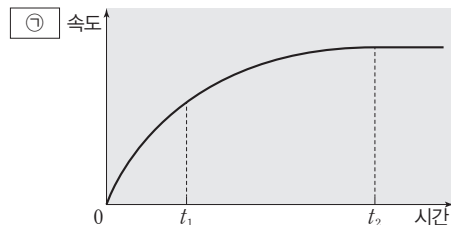
08

▶ 23067-0174

그림 (가)는 밀폐된 진공 용기에 $H_2O(l)$ 을 넣은 모습을, (나)는 (가)에서 H_2O 의 시간에 따른 ㉠ 속도를 나타낸 것이다. ㉠은 증발 또는 응축 중 하나이고, t_2 일 때 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 는 동적 평형 상태에 도달하였다.



(가)



(나)

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

보기

- ㄱ. ㉠은 증발이다.
- ㄴ. $H_2O(l)$ 의 증발 속도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
- ㄷ. $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶23067-0175

다음은 $t^{\circ}\text{C}$ 에서 포도당의 용해에 대한 실험이다.

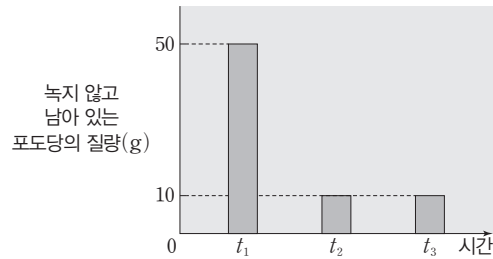
[실험 과정]

(가) 일정량의 물이 들어 있는 비커에 포도당 100 g을 넣고 유리 막대로 저어 준다.

(나) (가)의 비커에서 시간에 따른 녹지 않고 남아 있는 포도당의 질량을 구한다.

[실험 결과]

○ 시간이 t_2 일 때 동적 평형 상태에 도달하였고, 시간에 따른 녹지 않고 남아 있는 포도당의 질량은 다음과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 포도당의 용해에 따른 수용액의 부피 변화와 물의 증발은 무시한다.)

보기

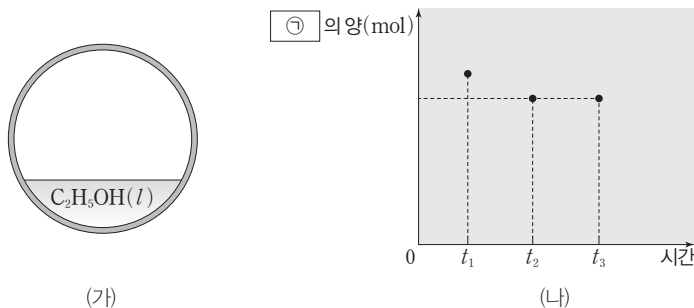
- ㄱ. 포도당의 석출 속도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
- ㄴ. 포도당 수용액의 물 농도는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
- ㄷ. t_3 일 때 비커에 포도당을 더 넣으면 포도당의 용해 속도는 더 빨라진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0176

그림 (가)는 밀폐된 진공 상태의 용기에 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$)을 넣은 모습을, (나)는 (가)에서 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 의 반응이 일어날 때 시간에 따른 ㉠의 양(mol)을 나타낸 것이다. ㉠은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 과 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 이다.
- ㄴ. t_1 일 때 $\frac{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)\text{의 응축 속도}}{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)\text{의 증발 속도}} > 1$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)\text{의 양(mol)}}$ 은 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

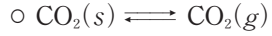
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0177

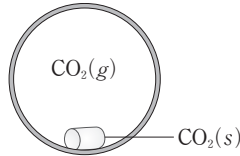
다음은 드라이아이스($\text{CO}_2(s)$)를 이용한 실험이다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

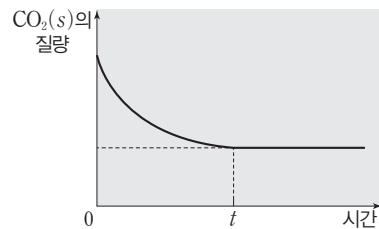
(가) 그림과 같이 진공 상태의 밀폐된 강철 용기에 $\text{CO}_2(s)$ 를 넣었더니 $\text{CO}_2(s)$ 가 $\text{CO}_2(g)$ 로 승화하였다.



(나) (가)의 용기에서 시간에 따른 $\text{CO}_2(s)$ 의 질량을 측정한다.

[실험 결과]

○ 시간에 따른 $\text{CO}_2(s)$ 의 질량



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, $\text{CO}_2(g)$ 는 $\text{CO}_2(l)$ 로 상태 변화하지 않는다.)

보기

- ㄱ. t 이전까지 $\text{CO}_2(g)$ 의 양(mol)이 증가한다.
 ㄴ. t 이후에는 반응 $\text{CO}_2(s) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ 이 일어나지 않는다.
 ㄷ. $\frac{\text{CO}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(s) \text{의 속도}}{\text{CO}_2(s) \rightarrow \text{CO}_2(g) \text{의 속도}}$ 는 t 이후가 t 이전보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0178

표는 밀폐된 진공 용기에 충분한 양의 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 을 넣은 후 시간에 따른 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 증발 속도(v_1)– $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 응축 속도(v_2)와 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 양(mol)(n_1)– $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 양(mol)(n_2)을 시간 순서 없이 나타낸 것이다. $b > d$ 이다.

시간	t_1	t_2	t_3
$v_1 - v_2$	a	0	0.6
$n_1 - n_2$	b	c	d

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

보기

- ㄱ. $t_1 > t_3$ 이다. ㄴ. $a > 0.6$ 이다. ㄷ. $b > c$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

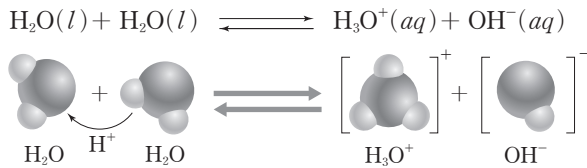
15

물의 자동 이온화

1 물의 자동 이온화

(1) 물의 자동 이온화

- ① 물은 대부분 분자 상태로 존재하지만 매우 적은 양의 물이 이온화하여 동적 평형을 이룬다.
- ② 물의 자동 이온화 반응 : 물에서 매우 적은 양의 물 분자끼리 수소 이온(H^+)을 주고받아 하이드로늄 이온(H_3O^+)과 수산화 이온(OH^-)을 생성하는 반응



(2) 물의 이온화 상수

- ① 물의 이온화 상수(K_w) : 일정한 온도에서 물이 자동 이온화하여 생성된 하이드로늄 이온(H_3O^+)의 몰 농도와 수산화 이온(OH^-)의 몰 농도는 일정하게 유지되는데, 두 이온의 몰 농도의 곱을 물의 이온화 상수라고 한다.

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

- ② 온도가 일정하면 물의 이온화 상수(K_w) 값은 일정하다.
- ③ 25°C의 순수한 물에서 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} M$ 이므로 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.
- ④ 온도가 일정하면 순수한 물뿐 아니라 수용액에서도 K_w 는 일정한 값을 갖는다.

(3) $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 에 따른 수용액의 액성

$[H_3O^+] = [OH^-]$ 이면 중성, $[H_3O^+] > [OH^-]$ 이면 산성, $[H_3O^+] < [OH^-]$ 이면 염기성이다.

수용액의 액성	$[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$
산성	$[H_3O^+] > [OH^-]$
중성	$[H_3O^+] = [OH^-]$
염기성	$[H_3O^+] < [OH^-]$

2 수소 이온 농도와 pH

(1) pH(수소 이온 농도 지수)

- ① pH는 수용액 속 $[H_3O^+]$ 를 알아보기 쉽게 나타낸 값으로 $[H_3O^+]$ 의 상용로그 값에 음의 부호를 붙인 것이다.

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

- $[H_3O^+]$ 가 클수록 pH는 작다.
- $[H_3O^+]$ 가 100배 커지면 pH는 2만큼 작아진다.

예 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-5} M$ 인 수용액은 $pH = 5.0$ 이고, $pH = 3.0$ 인 수용액은 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-3} M$ 이다.

- ② pOH는 $[OH^-]$ 의 상용로그 값에 음의 부호를 붙인 것이다.

$$pOH = -\log[OH^-]$$

- $[OH^-]$ 가 클수록 pOH는 작다.
- $[OH^-]$ 가 10배 커지면 pOH는 1만큼 작아진다.

(2) 수용액의 액성과 pH

- ① 25°C에서 순수한 물과 모든 수용액의 $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이므로 pH와 pOH의 합은 14.0이다.
- ② 25°C의 순수한 물이나 중성의 수용액에서 $[H_3O^+] = [OH^-]$ 이므로 pH와 pOH는 모두 7.0이다.
- ③ 25°C의 산성 수용액에서는 $[H_3O^+] > [OH^-]$ 이고 $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M > [OH^-]$ 이므로 $pH < 7.0$ 이고 $pOH > 7.0$ 이다.
- ④ 25°C의 염기성 수용액에서는 $[H_3O^+] < [OH^-]$ 이고 $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7} M < [OH^-]$ 이므로 $pH > 7.0$ 이고 $pOH < 7.0$ 이다.

25°C에서 수용액의 액성	$[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ (25°C)
산성	$[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M > [OH^-]$
중성	$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} M = [OH^-]$
염기성	$[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7} M < [OH^-]$

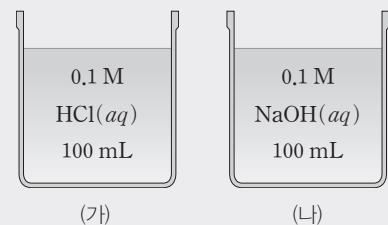
(3) pH 측정 방법

pH는 pH 시험지 또는 pH 미터를 이용하여 알아낼 수 있다.

THE 알기 수용액에서 이온의 몰 농도(M)와 양(mol) 구하기

- 수용액 (가)에서 산 HCl은 $HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$ 과 같이 이온화하므로 $[H_3O^+] = [Cl^-] = 0.1 M$ 이고, $[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.1} = 1 \times 10^{-13} M$ 이다. 또한 H_3O^+ (또는 Cl^-)의 양(mol)은 $HCl(aq)$ 의 몰 농도(M) × 용액의 부피(L) = $0.1 M \times 0.1 L = 0.01 mol$ 이고, OH^- 의 양(mol)은 $1 \times 10^{-13} M \times 0.1 L = 1 \times 10^{-14} mol$ 이다.

- 수용액 (나)에서 염기 NaOH은 $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$ 과 같이 이온화하므로 $[Na^+] = [OH^-] = 0.1 M$ 이고, $[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.1} = 1 \times 10^{-13} M$ 이다. 또한 Na^+ (또는 OH^-)의 양(mol)은 $NaOH(aq)$ 의 몰 농도(M) × 용액의 부피(L) = $0.1 M \times 0.1 L = 0.01 mol$ 이므로 H_3O^+ 의 양(mol)은 $1 \times 10^{-13} M \times 0.1 L = 1 \times 10^{-14} mol$ 이다.



테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

표는 25°C의 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 $\text{HCl}(aq)$, $\text{H}_2\text{O}(l)$, $\text{NaOH}(aq)$ 을 순서 없이 나타낸 것이고, H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 200배이다.

물질	(가)	(나)	(다)
$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ (상댓값)	10^8	1	10^{14}
부피(mL)	10	x	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.) [3점]

보기

- ㄱ. (가)는 $\text{HCl}(aq)$ 이다.
- ㄴ. $x=500$ 이다.
- ㄷ. $\frac{(\text{나})\text{의 pOH}}{(\text{다})\text{의 pH}} > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

수용액이 산성이면 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이므로 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} > 1$, 중성이면 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ 이므로 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1$, 염기성이면 $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ 이므로 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} < 1$ 이다.

▶ 간략 풀이

✕ $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 는 $\text{HCl}(aq) > \text{H}_2\text{O}(l) > \text{NaOH}(aq)$ 이므로 (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$, (나)는 $\text{NaOH}(aq)$, (다)는 $\text{HCl}(aq)$ 이다.

○ (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이므로 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1$ 이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7}$ M이다. 또한 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 의 비는 (가) : (나) = $10^8 : 1$ 이므로 (나)에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 10^{-8}$ 이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-11}$ M이다. 이때 H_3O^+ 의 양(mol)의 비는 (가) : (나) = $1 \times 10^{-7} \text{ M} \times 10 \text{ mL} : 1 \times 10^{-11} \text{ M} \times x \text{ mL} = 200 : 1$ 이고, $x=500$ 이다.

✕ $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 의 비는 (가) : (다) = $10^8 : 10^{14}$ 이므로 (다)에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 10^6$ 이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4}$ M이다. (나)에서 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3}$ M이므로 (나)의 pOH는 3.0이고, (다)의 pH는 4.0이다. 따라서 $\frac{(\text{나})\text{의 pOH}}{(\text{다})\text{의 pH}} = \frac{3}{4} < 1$ 이다.

정답 | ②

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 31쪽

▶ 23067-0179

표는 25°C에서 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 $\text{HCl}(aq)$, $\text{H}_2\text{O}(l)$, $\text{NaOH}(aq)$ 을 순서 없이 나타낸 것이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
$\frac{\text{pOH}}{\text{pH}}$ (상댓값)	1	6	36
H_3O^+ 의 양(mol)(상댓값)	1		10^9

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.)

보기

- ㄱ. (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.
- ㄴ. 부피는 (가)가 (다)의 10배이다.
- ㄷ. (가)에서 $\frac{\text{H}_3\text{O}^+\text{의 양(mol)}}{\text{OH}^-\text{의 양(mol)}}$ 은 10^{-10} 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

자료를 통해 산과 염기, 물을 유추하는 점은 유사하지만, $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 의 비 대신 $\frac{\text{pOH}}{\text{pH}}$ 의 비가 제시된 점이 테마 대표 문제와 다르다.

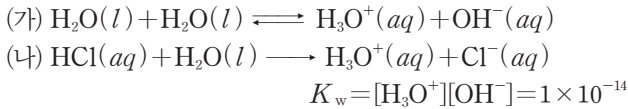
▶ 배경 지식

- $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ 이고, $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ 이다.
- 25°C에서 $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ 이므로 $\text{pH} + \text{pOH} = 14.0$ 이다.

01

▶23067-0180

다음은 25°C에서 2가지 화학 반응 (가)와 (나)에 대한 세 학생의 대화이다. K_w 는 물의 이온화 상수이다.



(가)는 가역 반응
이야.

HCl(aq)에는
OH⁻이 존재하지
않아.

HCl(aq)에서 H₃O⁺의
양(mol)은 OH⁻의
양(mol)보다 많아.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
- ④ B, C ⑤ A, B, C

02

▶23067-0181

표는 25°C에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
pH	5.0		
[H ₃ O ⁺](M)	<i>a</i>	0.1 <i>a</i>	
[OH ⁻](M)			100 <i>a</i>

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

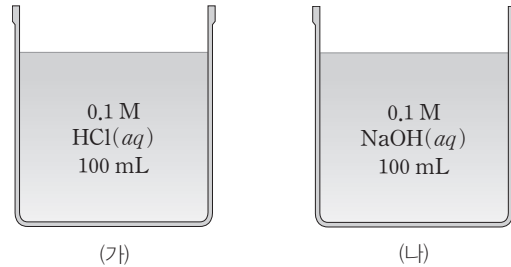
- ㄱ. $a = 1 \times 10^{-5}$ 이다.
- ㄴ. (나)의 액성은 중성이다.
- ㄷ. (다)의 pH는 10.0이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23067-0182

그림은 25°C에서 수용액 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같고, 온도는 일정하며, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. (가)의 pH는 2.0이다.
- ㄴ. (나)에서 H₃O⁺의 양은 1×10^{-14} mol이다.
- ㄷ. (가)와 (나)의 혼합 수용액에서 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ M이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0183

표는 25°C에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	[H ₃ O ⁺](M)	H ₃ O ⁺ 의 양(mol)
(가)	1×10^{-9}	3×10^{-10}
(나)	1×10^{-7}	1×10^{-8}
(다)	1×10^{-5}	2×10^{-6}

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. (가)의 pH는 9.0이다.
- ㄴ. (나)에서 H₃O⁺의 양(mol)은 OH⁻의 양(mol)과 같다.
- ㄷ. 수용액의 부피는 (다)가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0184

다음은 25°C에서 비커에 들어 있는 HCl(aq)에 대한 자료이다.

- H₃O⁺의 양은 1×10⁻³ mol이다.
- $\frac{[Cl^-]}{[OH^-]}=10^{10}$ 이다.

위의 HCl(aq)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w=1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. 몰 농도는 0.001 M이다.
- ㄴ. pH는 1.0이다.
- ㄷ. 수용액의 부피는 100 mL이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0185

표는 25°C에서 부피가 같은 수용액 (가)~(다)의 $\frac{pOH}{pH}$ 를 나타낸 것이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
$\frac{pOH}{pH}$	1.8	1	0.4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w=1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

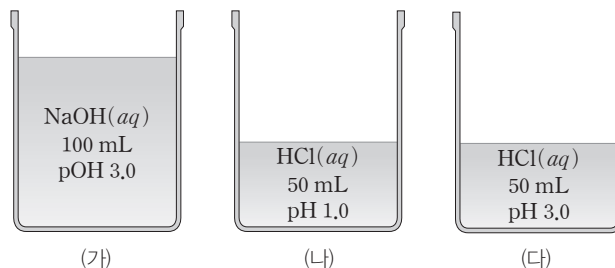
- ㄱ. (가)의 액성은 염기성이다.
- ㄴ. (다)에서 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}=10^6$ 이다.
- ㄷ. OH⁻의 몰비는 (가) : (나) = 1 : 100이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0186

그림은 25°C에서 수용액 (가)~(다)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같고, 온도는 25°C로 일정하며, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w=1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. $\frac{(나)에서 Cl^-의 양(mol)}{(가)에서 Na^+의 양(mol)}=50$ 이다.
- ㄴ. H₃O⁺의 양(mol)은 (나)가 (다)의 100배이다.
- ㄷ. (나)와 (다)를 혼합한 용액의 pH는 2.0보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23067-0187

다음은 25°C에서 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)에서 [H₃O⁺]=1×10⁻⁴ M이다.
- pOH는 (가)가 (나)의 2.5배이다.
- H₃O⁺의 양(mol)은 (가)가 (나)의 10⁵배이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w=1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. (나)의 pH는 10.0이다.
- ㄴ. (나)에서 $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}=10^{-6}$ 이다.
- ㄷ. $\frac{(나)에서 OH^-의 양(mol)}{(가)에서 OH^-의 양(mol)}=10^7$ 이다.

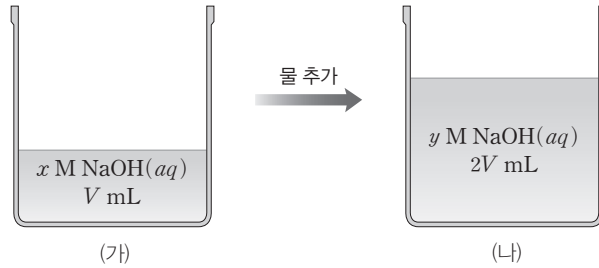
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶23067-0188

그림 (가)는 25°C에서 x M NaOH(aq)을, (나)는 (가)에 물을 추가하여 희석한 y M NaOH(aq)을 나타낸 것이

다. (나)에서 $\frac{[Na^+]}{[H_3O^+]} = 10^{10}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. $x = 0.01$ 이다.
- ㄴ. (가)에서 $\frac{Na^+ \text{의 양(mol)}}{H_3O^+ \text{의 양(mol)}} = 4 \times 10^{10}$ 이다.
- ㄷ. pH는 (가)가 (나)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0189

다음은 25°C에서 NaOH을 이용한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 0.1 M NaOH(aq) 100 mL를 준비한다.
- (나) NaOH(s) x g을 물에 녹여 NaOH(aq) 100 mL를 만든다.
- (다) 부피 플라스크에 (가)의 수용액과 (나)의 수용액을 넣고 물을 추가하여 NaOH(aq) 250 mL를 만든다.

[실험 결과]

- (다)에서 만든 NaOH(aq)의 pH는 13.0이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이고, 온도는 일정하며, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. (다)에서 만든 NaOH(aq)에 들어 있는 OH^- 의 양은 0.025 mol이다.
- ㄴ. $x = 0.4$ 이다.
- ㄷ. pOH는 (가)의 수용액이 (나)의 수용액보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0190

표는 25°C에서 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)와 (나)는 각각 $\text{HCl}(aq)$ 과 $\text{NaOH}(aq)$ 중 하나이고, $\frac{\text{(나)의 pH}}{\text{(가)의 pH}} = 12$ 이다.

수용액	(가)	(나)
몰 농도(M)	a	b
$\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$	10^{-12}	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. (가)는 $\text{HCl}(aq)$ 이다.
 ㄴ. $\frac{a}{b} = 10$ 이다.
 ㄷ. ㉠은 10^{10} 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0191

표는 25°C에서 부피가 같은 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
pH	x	$3x$	
$\frac{\text{H}_3\text{O}^+\text{의 양(mol)}}{\text{OH}^-\text{의 양(mol)}}$	10^{12}	a	100

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 이다.)

보기

- ㄱ. $x = 1.0$ 이다.
 ㄴ. $a = 10^6$ 이다.
 ㄷ. H_3O^+ 의 양(mol)은 (다)가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

산 염기 중화 반응

1 산과 염기의 정의

(1) 아레니우스 정의

① 산 : 수용액에서 수소 이온(H⁺)을 내놓는 물질

예 HCl, CH₃COOH, H₂SO₄ 등

② 염기 : 수용액에서 수산화 이온(OH⁻)을 내놓는 물질

예 NaOH, KOH, Ca(OH)₂ 등

③ 아레니우스 정의의 한계

- 수용액 상태가 아닌 경우 적용할 수 없다.
- 수소 이온(H⁺)을 내놓지 않는 산, 수산화 이온(OH⁻)을 내놓지 않는 염기는 설명할 수 없다.

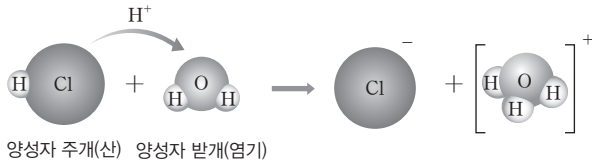
(2) 브뢴스테드-로리 정의

① 산 : 양성자(H⁺)를 주는 물질(양성자 주개)

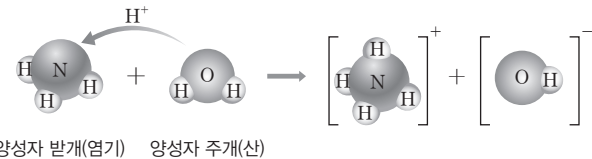
② 염기 : 양성자(H⁺)를 받는 물질(양성자 받개)

③ 브뢴스테드-로리 산과 염기

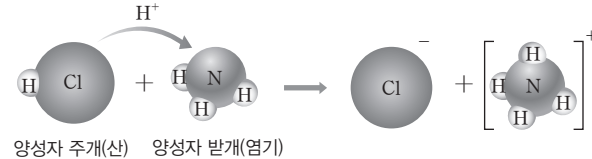
• 염화 수소와 물의 반응 : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$



• 암모니아와 물의 반응 : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

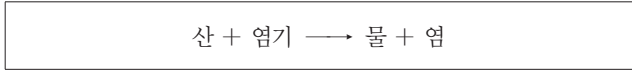


• 염화 수소와 암모니아의 반응 : $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{NH}_4^+$

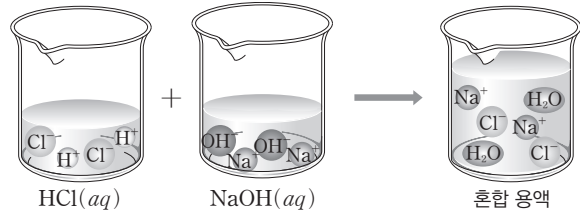
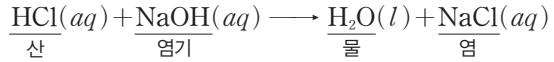


2 중화 반응

(1) 중화 반응 : 산과 염기가 반응하여 물과 염을 생성하는 반응



예 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 중화 반응

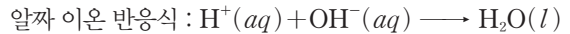


염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응 모형

(2) 중화 반응의 알짜 이온 반응식

• 알짜 이온 반응식 : 반응에 실제로 참여한 이온만으로 나타낸 화학 반응식

예 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 중화 반응에서



• 구경꾼 이온 : 반응에 실제로 참여하지 않는 이온

예 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 중화 반응에서

구경꾼 이온 : 염화 이온(Cl⁻), 나트륨 이온(Na⁺)

(3) 중화 반응의 양적 관계

① 산의 H⁺과 염기의 OH⁻이 항상 1 : 1의 몰비로 반응하여 물을 생성한다.

- H⁺ 수 > OH⁻ 수 : 반응 후 혼합 용액은 산성
- H⁺ 수 = OH⁻ 수 : 반응 후 혼합 용액은 중성
- H⁺ 수 < OH⁻ 수 : 반응 후 혼합 용액은 염기성

THE 알기 중화 반응 후 혼합 용액의 액성

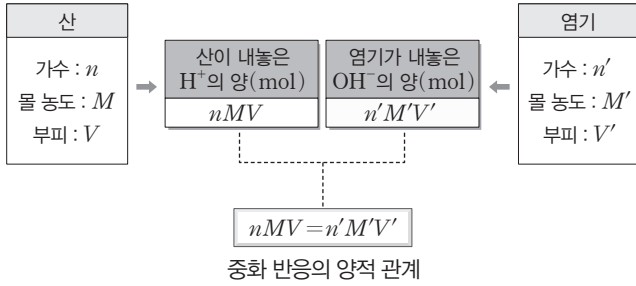
• 산 수용액과 염기 수용액을 혼합하면 산의 H⁺과 염기의 OH⁻이 1 : 1의 몰비로 반응하여 물을 생성한다.



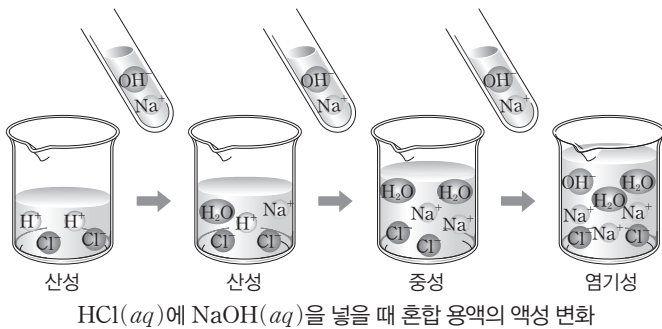
• 산 수용액과 염기 수용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나고 반응 후 남은 H⁺ 또는 OH⁻에 의해 혼합 용액의 액성이 결정된다.

H ⁺ 수 > OH ⁻ 수	H ⁺ 수 = OH ⁻ 수	H ⁺ 수 < OH ⁻ 수
<p>140개 100개</p> <p>↓</p> <p>40개 100개</p> <p>산성</p>	<p>100개 100개</p> <p>↓</p> <p>100개</p> <p>중성</p>	<p>100개 140개</p> <p>↓</p> <p>100개 40개</p> <p>염기성</p>

② 중화점에서 반응한 산이 내놓은 H^+ 의 양(mol)과 염기가 내놓은 OH^- 의 양(mol)이 같다.

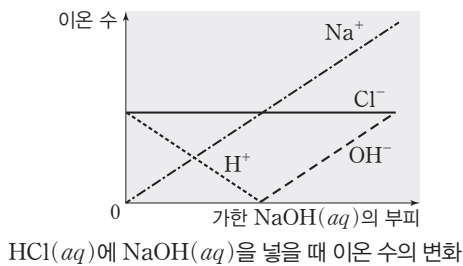


③ $HCl(aq)$ 에 $NaOH(aq)$ 을 넣을 때 혼합 용액의 액성 : 일정량의 $HCl(aq)$ 에 $NaOH(aq)$ 을 넣으면 중화 반응이 진행되어 중화점에서 혼합 용액의 액성은 중성이 되고, $NaOH(aq)$ 을 더 넣으면 염기성이 된다.



④ $HCl(aq)$ 에 $NaOH(aq)$ 을 넣을 때 이온 수의 변화

- H^+ : OH^- 과 반응하여 H_2O 이 되므로 이온 수 감소
- Cl^- : 구경꾼 이온이므로 이온 수 일정
- Na^+ : 구경꾼 이온이므로 계속 이온 수 증가
- OH^- : H^+ 과 반응하여 H_2O 이 되므로 H^+ 이 모두 반응할 때까지는 수용액에 존재하지 않지만, H^+ 이 모두 반응한 후에는 $NaOH(aq)$ 을 넣으면 이온 수 증가



3 중화 적정

(1) 중화 적정

- ① 중화 적정 : 중화 반응의 양적 관계를 이용하여 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 알아내는 실험 과정
- ② 중화점 : 중화 적정에서 반응한 산이 내놓은 H^+ 의 양(mol)과 염기가 내놓은 OH^- 의 양(mol)이 같아지는 지점
- ③ 표준 용액 : 중화 적정에서 농도를 정확히 알고 사용하는 산 또는 염기 수용액

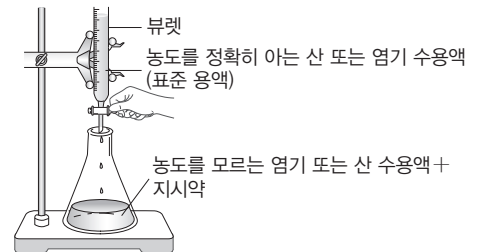
(2) 중화 적정에 사용되는 실험 기구



- ① 피펫 : 정확한 부피의 용액을 옮길 때 사용
- ② 뷰렛 : 중화점까지 표준 용액을 가하고 그 부피를 정확하게 측정할 때 사용
- ③ 삼각 플라스크 : 농도를 모르는 산(또는 염기) 수용액을 넣어 사용

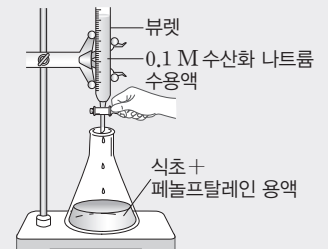
(3) 중화 적정 과정

- ① 농도를 모르는 산(또는 염기)의 수용액을 피펫으로 정확한 부피만큼 취해 삼각 플라스크에 넣는다.
- ② 삼각 플라스크에 지시약을 몇 방울 넣는다.
- ③ 농도를 알고 있는 염기(또는 산)의 수용액(표준 용액)을 뷰렛에 넣고, 삼각 플라스크에 떨어뜨리면서 섞어 준다.
- ④ 삼각 플라스크의 혼합 용액의 색이 전체적으로 변하는 순간까지 넣어 준 표준 용액의 부피를 측정한다.
- ⑤ 중화 반응의 양적 관계($nMV = n'M'V'$)를 이용하여 산(또는 염기)의 농도를 구한다.



THE 알기 식초 속의 아세트산 함량 구하기

- ① 식초 10 mL를 피펫으로 취하여 삼각 플라스크에 넣고 페놀프탈레인 용액을 몇 방울 넣는다.
- ② 뷰렛에 0.1 M 수산화 나트륨 수용액을 넣고 처음 눈금을 읽어 기록한다.
- ③ 뷰렛 꼭지를 열어 수산화 나트륨 수용액을 삼각 플라스크에 조금씩 떨어뜨리다가 혼합 용액이 전체적으로 붉은 색으로 되는 순간 꼭지를 잠그고 뷰렛의 나중 눈금을 읽어 기록한다.
- ④ $nMV = n'M'V'$ 를 이용하여 식초 속 아세트산의 몰 농도를 구하고, 식초에 포함된 아세트산의 함량을 구한다.



테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

다음은 25°C에서 식초 A 1 g에 들어 있는 아세트산(CH₃COOH)의 질량을 알아보기 위한 중화 적정 실험이다.

[자료]

- 25°C에서 식초 A의 밀도 : d g/mL
- CH₃COOH의 분자량 : 60

[실험 과정 및 결과]

- (가) 식초 A 10 mL에 물을 넣어 수용액 50 mL를 만들었다.
 (나) (가)의 수용액 20 mL에 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 넣고 a M KOH(aq)으로 적정하였을 때, 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 넣어 준 KOH(aq)의 부피는 30 mL이었다.
 (다) (나)의 적정 결과로부터 구한 식초 A 1 g에 들어 있는 CH₃COOH의 질량은 0.05 g이었다.

a 는? (단, 온도는 25°C로 일정하고, 중화 적정 과정에서 식초 A에 포함된 물질 중 CH₃COOH만 KOH과 반응한다.) [3점]

- ① $\frac{d}{9}$ ② $\frac{d}{6}$ ③ $\frac{5d}{18}$ ④ $\frac{d}{3}$ ⑤ $\frac{5d}{9}$

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

식초에 들어 있는 H⁺의 양(mol)은 중화점까지 넣어 준 a M KOH(aq)에 들어 있는 OH⁻의 양(mol)과 같다.

▶ 간략 풀이

식초 A에서 CH₃COOH의 몰 농도를 x M라고 할 때, (가)에서 식초 A를 5배로 희석하였으므로 묽힌 식초의 농도는 $0.2x$ M이다. (나)에서 CH₃COOH과 KOH은 완전히 중화되었으므로 중화 반응의 양적 관계에 의해 $0.2x \times 20 = a \times 30$ 이고, $x = \frac{15a}{2}$

이다. 따라서 $\frac{15a}{2}$ M A 10 mL에 들어 있는 CH₃COOH의 양(mol)은 $\frac{15a}{2} \times 0.01 = \frac{3a}{40}$ 이고, CH₃COOH의 질량(g)은 $\frac{3a}{40} \times 60 = \frac{9a}{2}$ 이다. 또한 $\frac{15a}{2}$ M A 10 mL의 질량은 $10d$ g이므로 $\frac{15a}{2}$ M A 1 g에 들어 있는

CH₃COOH의 질량(g)은 $\frac{9a}{10d} = 0.05$ 이고, $a = \frac{d}{9}$ 이다.

정답 | ①

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 34쪽

▶ 23067-0192

다음은 25°C에서 식초 10 mL에 들어 있는 아세트산(CH₃COOH)의 질량을 알아보기 위한 중화 적정 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 식초 10 mL에 물을 넣어 수용액 100 mL로 만들었다.
 (나) (가)의 수용액 20 mL에 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 넣고 0.25 M NaOH(aq)으로 적정하였을 때, 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 넣어 준 NaOH(aq)의 부피는 20 mL이었다.
 (다) (나)의 적정 결과로부터 구한 식초 10 mL에 들어 있는 CH₃COOH의 질량은 x g이었다.

x 는? (단, CH₃COOH의 분자량은 60이고, 온도는 25°C로 일정하며, 중화 적정 과정에서 식초에 포함된 물질 중 CH₃COOH만 NaOH과 반응한다.)

- ① 1 ② 1.5 ③ 2 ④ 2.5 ⑤ 3.5

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

중화 적정 실험에서 중화 반응의 양적 관계를 이용하여 산 또는 염기의 농도를 구한다는 점은 유사하지만 식초 10 mL에 들어 있는 아세트산의 질량을 구한다는 점이 테마 대표 문제와 다르다.

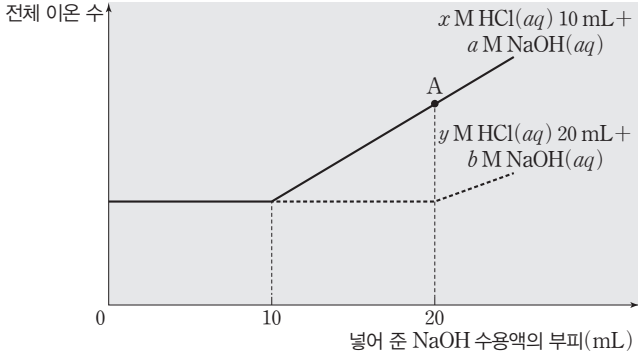
▶ 배경 지식

- 중화점까지 반응한 산 수용액의 H⁺의 양(mol)과 염기 수용액의 OH⁻의 양(mol)은 같다.
- 용액에 녹아 있는 용질의 양(mol)은 용액의 몰 농도(M)와 용액의 부피(V)의 곱과 같다.

05

▶23067-0197

그림은 25°C에서 x M HCl(aq) 10 mL에 a M NaOH(aq)을 넣을 때와 y M HCl(aq) 20 mL에 b M NaOH(aq)을 넣을 때 넣어 준 NaOH(aq)의 부피에 따른 혼합 용액의 전체 이온 수를 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. $y=2x$ 이다.
- ㄴ. $a=b$ 이다.
- ㄷ. A에서 $\frac{\text{OH}^- \text{의 양(mol)}}{\text{Na}^+ \text{의 양(mol)}} = \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0198

표는 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)		단위 부피당 양이온 수
	HCl(aq)	NaOH(aq)	
(가)	10	30	$3n$
(나)	20	10	$4n$
(다)	10	20	㉠

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

보기

- ㄱ. 몰 농도(M)의 비는 HCl(aq) : NaOH(aq) = 2 : 3이다.
- ㄴ. ㉠은 $\frac{8}{3}n$ 이다.
- ㄷ. 중화 반응으로 생성된 H₂O의 양(mol)은 (나)가 (가)보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0199

표는 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

혼합 용액		(가)	(나)
혼합 전 용액의	HCl(aq)	10	20
부피(mL)	NaOH(aq)	20	㉡
$\frac{\text{Cl}^- \text{의 양(mol)}}{\text{Na}^+ \text{의 양(mol)}}$		2	1

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

보기

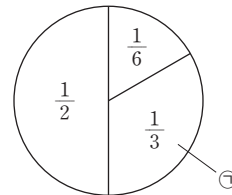
- ㄱ. 몰 농도(M)의 비는 HCl(aq) : NaOH(aq) = 4 : 1이다.
- ㄴ. ㉡은 40이다.
- ㄷ. 모든 양이온의 몰 농도(M) 합의 비는 (가) : (나) = 1 : 2이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

08

▶23067-0200

그림은 0.1 M H₂A(aq) 10 mL와 x M NaOH(aq) 10 mL를 혼합한 용액에 들어 있는 모든 이온 수의 비율을 나타낸 것이다. $x > 0.1$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액에서 H₂A는 H⁺과 A²⁻으로 완전히 이온화하고, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같으며, 물의 자동 이온화는 무시한다.)

보기

- ㄱ. 혼합 용액의 액성은 염기성이다.
- ㄴ. $x=0.15$ 이다.
- ㄷ. 혼합 용액에서 ㉠의 몰 농도는 0.05 M이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0201

표는 HCl(aq) 10 mL에 NaOH(aq)을 가하여 반응시킬 때 NaOH(aq)의 부피에 따른 혼합 용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

혼합 용액	(가)	(나)	(다)
HCl(aq)의 부피(mL)	10	10	10
NaOH(aq)의 부피(mL)	10	15	20
혼합 용액의 액성	산성	ⓐ	
단위 부피당 전체 이온 수	2n	ⓑ	2n

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

보기

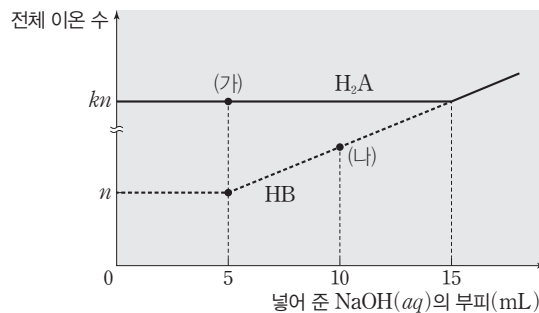
- ㄱ. 몰 농도(M)의 비는 HCl(aq) : NaOH(aq) = 4 : 3이다.
- ㄴ. ⓐ은 중성이다.
- ㄷ. ⓑ은 0.9n이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0202

그림은 x M H₂A(aq) 10 mL와 y M HB(aq) 10 mL에 z M NaOH(aq)을 각각 첨가할 때, 넣어 준 NaOH(aq)의 부피에 따른 혼합 용액에 들어 있는 전체 이온 수를 나타낸 것이다. 수용액에서 H₂A는 H⁺과 A²⁻으로, HB는 H⁺과 B⁻으로 모두 이온화된다.



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

보기

- ㄱ. k=3이다.
- ㄴ. (가)에서 가장 많이 존재하는 이온은 H⁺이다.
- ㄷ. $\frac{\text{(나)에서 OH}^- \text{의 양(mol)}}{\text{(가)에서 H}^+ \text{의 양(mol)}} = \frac{3}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0203

표는 $H_2A(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 수용액에서 H_2A 는 H^+ 과 A^{2-} 으로 완전히 이온화된다.

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)		혼합 용액에 가장 많이 존재하는 이온의 수
	$H_2A(aq)$	$NaOH(aq)$	
(가)	V	$3V$	$3n$
(나)	$2V$	V	$3n$

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

보기

- ㄱ. (나)의 액성은 염기성이다.
- ㄴ. (나)에 가장 많이 존재하는 이온은 A^{2-} 이다.
- ㄷ. 몰 농도(M)는 $H_2A(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 이 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

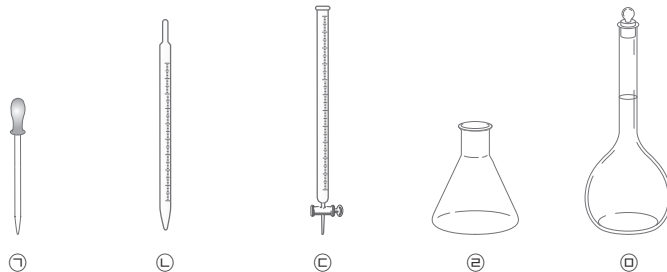
▶ 23067-0204

다음은 $25^\circ C$ 에서 식초 속 아세트산(CH_3COOH)의 함량을 알아보기 위한 실험이다.

[가정]

- 식초에 포함된 물질 중 CH_3COOH 만 $NaOH$ 과 반응한다.

[실험 기구]



[실험 과정]

- (가) $NaOH(s)$ 1g을 물에 녹여 250 mL 부피 플라스크에 넣고 물을 추가한 후 스포이트로 표시선까지 물을 채운다.
- (나) 식초 10 mL를 피펫으로 취한 후 100 mL 부피 플라스크에 넣고, 표시선까지 물을 채운다.
- (다) 삼각 플라스크에 (나)에서 만든 수용액 20mL를 넣고 페놀프탈레인 용액 2~3방울을 떨어뜨린다.
- (라) (가)에서 만든 $NaOH(aq)$ 을 뷰렛에 넣고 꼭지를 열어 용액을 조금 흘려보낸 후 꼭지를 잠그고 뷰렛의 처음 눈금(V_1)을 읽는다.
- (마) $NaOH(aq)$ 을 조금씩 떨어뜨리면서 삼각 플라스크를 흔들어 준다.
- (바) 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉은색으로 변하는 순간 뷰렛의 꼭지를 잠그고 나중 눈금(V_2)을 읽는다.

[실험 결과 및 자료]

- CH_3COOH 의 분자량 : 60 ○ $NaOH$ 의 화학식량 : 40 ○ $25^\circ C$ 에서 식초의 밀도 : 1.2 g/mL
- V_1 : 26.35 mL ○ V_2 : 46.35 mL

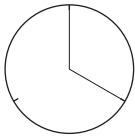
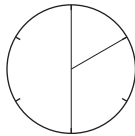
이 실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 온도는 일정하다.)

- ① ㉠은 (나)에서 사용된다.
- ② ㉢은 중화 적정에 사용되는 표준 용액의 부피를 측정할 때 사용된다.
- ③ (나)에서 식초에 물을 넣으면 CH_3COOH 의 몰 농도(M)는 감소한다.
- ④ 식초 속 CH_3COOH 의 몰 농도는 1 M이다.
- ⑤ 식초 속 CH_3COOH 의 퍼센트 농도는 4.5%이다.

05

▶ 23067-0205

표는 $\text{HCl}(aq)$, $\text{NaOH}(aq)$, $\text{KOH}(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)의 액성은 중성이다.

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

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

보기

- ㄱ. 몰 농도(M)는 $\text{KOH}(aq)$ 이 $\text{NaOH}(aq)$ 의 2배이다.
 ㄴ. (나)에서 $\frac{[\text{K}^+]}{[\text{Cl}^-]}=0.5$ 이다.
 ㄷ. $V=60$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0206

다음은 중화 반응 실험이다.

[자료]

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

[실험 과정]

- (가) x M $\text{H}_2\text{A}(aq)$ 과 y M $\text{NaOH}(aq)$ 을 준비한다.
 (나) 3개의 비커에 (가)의 2가지 수용액의 부피를 달리하여 혼합 용액 I ~ III을 만든다.

[실험 결과]

- 혼합 용액 I ~ III에 대한 자료

혼합 용액	혼합 전 수용액의 부피(mL)		혼합 후 모든 양이온의 몰 농도 합(M)
	x M $\text{H}_2\text{A}(aq)$	y M $\text{NaOH}(aq)$	
I	V	20	4
II	$2V$	30	4
III	V	10	㉠

- I에서 $\frac{\text{모든 양이온의 양(mol)}}{\text{모든 음이온의 양(mol)}} = \frac{12}{7}$ 이다.

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

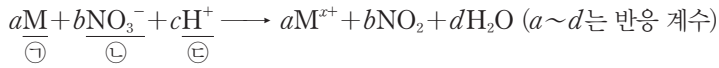
보기

- ㄱ. I의 액성은 산성이다. ㄴ. $x > y$ 이다. ㄷ. ㉠은 5이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

다음은 금속 M과 관련된 산화 환원 반응에 대한 자료이다.

○ 화학 반응식 :



- $\ominus \sim \ominus$ 중 산화제와 환원제는 2 : 1의 몰비로 반응한다.
- NO_3^- 1 mol이 반응할 때 생성된 H_2O 의 양은 y mol이다.

$x + y$ 는? (단, M은 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- ① $\frac{3}{2}$ ② 2 ③ $\frac{5}{2}$ ④ 3 ⑤ $\frac{7}{2}$

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

원소의 산화수를 이용하여 산화제와 환원제를 파악한다.

▶ 간략 풀이

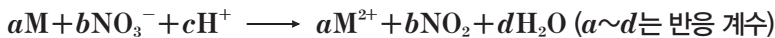
$\ominus \sim \ominus$ 중 산화제는 NO_3^- 이고, 환원제는 M이므로 $a : b = 1 : 2$ 이다. N의 산화수는 +5에서 +4로 감소하므로 $b = 2$ 라면 이동한 전자의 양은 2 mol이고, $x = 2$ 이다. 원자 수는 반응 전과 후에 6으로 같으므로 $d = 2$, $c = 4$ 이다. 따라서 NO_3^- 1 mol이 반응할 때 생성된 H_2O 의 양은 1 mol이므로 $y = 1$ 이고, $x + y = 3$ 이다.

정답 | ④

0 짧은 풀 문제로 유형 익히기

▶ 23067-0207

다음은 금속 M과 관련된 산화 환원 반응식이다.



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

보기

ㄱ. $\frac{c}{a+b} = \frac{3}{2}$ 이다.

ㄴ. 산화제와 환원제는 2 : 1의 몰비로 반응한다.

ㄷ. M 1 mol이 반응할 때 생성되는 H_2O 의 양은 2 mol이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

산화 환원 반응식을 제시하고 계수를 구하여 문제를 해결하는 것은 유사하지만 금속 이온의 전하를 제시한 것은 다르다.

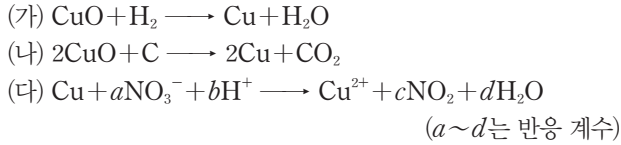
▶ 배경 지식

- 산화 환원 반응에서 증가한 산화수의 합과 감소한 산화수의 합은 같다.
- 화학 반응식에서 반응 전후 원자의 종류와 수는 같다.

01

▶ 23067-0208

다음은 산화 환원 반응 (가)~(다)의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 CuO는 환원된다.
- ㄴ. (나)에서 CuO는 산화제이다.
- ㄷ. $a + b + c + d = 10$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0209

다음은 철(Fe)의 제련에 대한 설명이다.

용광로에 철광석(Fe_2O_3)과 탄소(C)가 주성분인 코크스를 넣고 뜨거운 공기를 불어 넣으면 (가) 탄소(C)가 불완전 연소되어 일산화 탄소(CO)가 되고, (나) CO에 의해 Fe_2O_3 이 ㉠ 되어 Fe이 된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 C의 산화수는 증가한다.
- ㄴ. (나)에서 CO는 환원제이다.
- ㄷ. '환원'은 ㉠으로 적절하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0210

다음은 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응에 대한 실험이다. Zn의 양이온은 Zn^{2+} 이다.

[실험 과정]

- (가) 아연(Zn) 판을 푸른색 황산 구리(CuSO_4) 수용액에 넣는다.
- (나) 충분한 시간이 흐른 후 변화를 관찰한다.

[실험 결과]

- 수용액의 색은 옅어지고 Zn판 표면에 ㉠ 붉은색 고체 물질이 석출되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

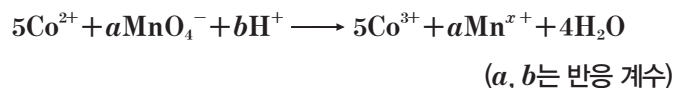
- ㄱ. ㉠은 구리(Cu)이다.
- ㄴ. Zn은 산화된다.
- ㄷ. 수용액에 존재하는 양이온의 양(mol)의 합은 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0211

다음은 산화 환원 반응의 화학 반응식이다.



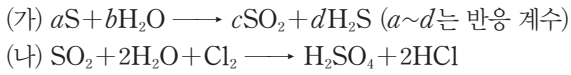
$\frac{a+b}{x}$ 는?

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ $\frac{9}{2}$ ⑤ 5

05

▶23067-0212

다음은 산화 환원 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

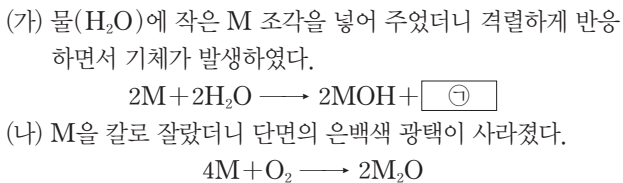
- ㄱ. (가)에서 S 1 mol이 모두 반응하면 SO_2 0.5 mol이 생성된다.
- ㄴ. (가)에서 H_2O 은 환원된다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 S의 산화수가 가장 큰 물질은 H_2SO_4 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0213

다음은 금속 M과 관련된 실험이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 H_2 이다.
- ㄴ. (가)에서 M은 전자를 잃는다.
- ㄷ. (나)에서 O_2 는 전자를 얻는다.

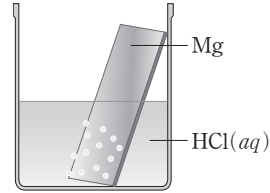
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0214

다음은 Mg과 $HCl(aq)$ 의 반응에 대한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]
 (가) $HCl(aq)$ 이 들어 있는 비커에 Mg판을 넣었다.
 (나) Mg판 표면에서 ㉠ 기체가 발생하였다.



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

보기

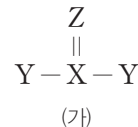
- ㄱ. ㉠은 H_2 이다.
- ㄴ. Mg 1 mol이 모두 반응하면 H_2 1 mol이 생성된다.
- ㄷ. 반응이 진행될수록 $\frac{[Cl^-]}{[Mg^{2+}]}$ 는 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0215

그림은 2주기 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)의 구조식을 나타낸 것이다. (가)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.



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

보기

- ㄱ. (가)에서 X의 산화수는 0이다.
- ㄴ. 반응 $Z_2 + 2Y_2 \longrightarrow 2ZY_2$ 에서 산화제는 Y_2 이다.
- ㄷ. X_2Y_2 에서 X의 산화수는 +2이다.

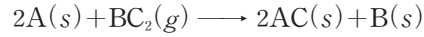
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23067-0216

다음은 A와 BC₂가 반응하여 AC와 B를 생성하는 반응 (가)의 화학 반응식과 2, 3주기 원소 A~C에 대한 자료이다.

[(가)의 화학 반응식]



- 바닥상태에서 홀전자 수는 B=C>A이다.
- 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 A=C>B이다.
- 화합물에서 A~C는 옥텟 규칙을 만족한다.

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

보기

- ㄱ. B(s)는 전성(띠집성)이 있다.
- ㄴ. (가)에서 B의 산화수는 증가한다.
- ㄷ. (가)에서 AC 1 mol이 생성될 때 이동한 전자의 양은 2 mol이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0217

표는 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)의 중심 원자는 모두 1개이고, (가)~(다)에서 X~Z는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	분자당 원자 수	분자를 구성하는 원자의 산화수		
		X	Y	Z
(가)	3	a	+3	-1
(나)	3	b	-	c
(다)	4	-	d	e

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

보기

- ㄱ. 전기 음성도는 X>Y이다.
- ㄴ. a+b+c+d+e=+3이다.
- ㄷ. YX와 X₂가 반응하여 YX₂가 생성되었을 때 Y는 산화된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23067-0218

표는 2주기 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	X, Z	X, Y	Y, Z
분자당 원자 수	3	4	4
공유 전자쌍 수	4	3	5

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

보기

- ㄱ. (가)와 (나)에서 X의 산화수는 같다.
- ㄴ. 분자당 Y 원자 수는 (다) > (나)이다.
- ㄷ. X₂와 Y₂의 반응으로 (나)가 형성되는 반응에서 X₂는 환원제로 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23067-0219

표는 산화 환원 반응 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 바닥상태 원자의 홀전자 수는 B > C > A이고, 생성물에서 A~C는 Ne의 전자 배치를 갖는다.

반응	반응물	생성물	
		화학식	구성 원자의 산화수 비
(가)	A(s), B ₂ (g)	A _a B _b	A : B = 1 : 1
(나)	B ₂ (g), C ₂ (g)	B _c C _d	B : C = 1 : 1

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

보기

- ㄱ. (가)에서 A_aB_b 1 mol이 생성될 때 이동한 전자의 양은 1 mol이다.
- ㄴ. (나)에서 C₂는 산화제이다.
- ㄷ. (가)의 A_aB_b에서 B의 산화수 = 2이다.
- (나)의 B_cC_d에서 B의 산화수 = 2이다.

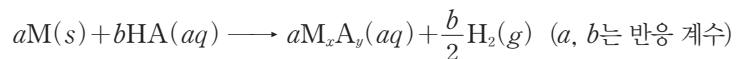
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0220

다음은 $M(s)$ 과 $HA(aq)$ 의 반응에 대한 화학 반응식과 관련 자료이다.

[화학 반응식]



[자료]

- M의 원자량은 w 이다.
- $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 V L이다.
- $M(s)$ 0.5w g을 충분한 양의 $HA(aq)$ 에 넣어 모두 반응시킨 후 생성된 $H_2(g)$ 의 부피를 측정하였더니 $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 $\frac{3}{4}V$ L이었다.

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

보기

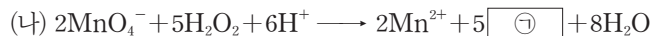
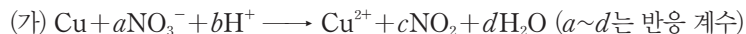
- ㄱ. $x+y=4$ 이다.
- ㄴ. 반응이 일어날 때 A의 산화수는 증가한다.
- ㄷ. M_xA_y 에서 M의 산화수는 +2이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0221

다음은 산화 환원 반응 (가), (나)의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\frac{a+b}{c+d}=2$ 이다.
- ㄴ. \ominus 은 O_2 이다.
- ㄷ. 1 mol의 H^+ 이 모두 반응하여 생성되는 H_2O 의 몰비는 (가) : (나) = 3 : 8이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

화학 반응에서 열의 출입

1 화학 반응에서 출입하는 열

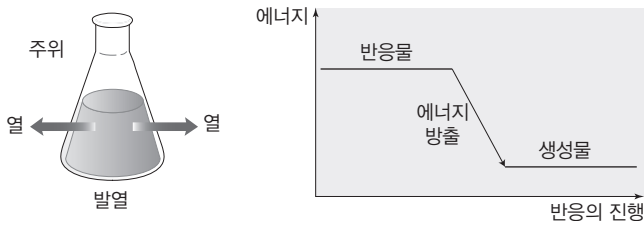
(1) 화학 반응과 열의 출입

- 화학 반응에서 반응물과 생성물이 가지고 있는 에너지가 다르다.
- 화학 반응이 일어나면 반응물과 생성물의 에너지 차만큼 에너지가 방출되거나 흡수된다.

(2) 발열 반응과 흡열 반응

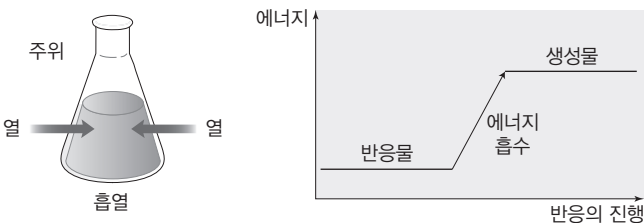
① 발열 반응

- 화학 반응이 일어날 때 열을 방출하는 반응이다.
- 생성물의 에너지 합이 반응물의 에너지 합보다 작다.
- 열을 방출하므로 주위의 온도가 높아진다.



② 흡열 반응

- 화학 반응이 일어날 때 열을 흡수하는 반응이다.
- 생성물의 에너지 합이 반응물의 에너지 합보다 크다.
- 열을 흡수하므로 주위의 온도가 낮아진다.



③ 발열 반응과 흡열 반응의 예

발열 반응	<ul style="list-style-type: none"> 수증기의 액화, 물의 응고 연소, 금속의 산화
흡열 반응	<ul style="list-style-type: none"> 물의 기화, 얼음의 용해 광합성, 물에서의 질산 암모늄의 용해

2 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

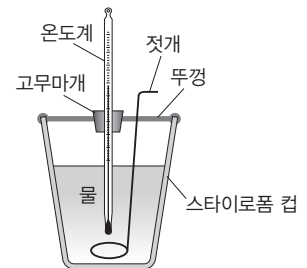
(1) 열량과 비열

- 열량(Q) : 물질이 방출하거나 흡수하는 열에너지의 양
- 비열(c) : 물질 1g의 온도를 1°C 높이는 데 필요한 열량으로 단위는 $J/(g \cdot ^\circ C)$ 이다.
- 어떤 물질이 방출하거나 흡수하는 열량은 그 물질의 비열에 질량(m)과 온도 변화(Δt)를 곱하여 구할 수 있다.

$$열량(Q) = 비열(c) \times 질량(m) \times 온도 변화(\Delta t)$$

(2) 열량계를 이용한 열의 측정

- 화학 반응에서 출입하는 열의 양은 열량계를 사용하여 측정할 수 있다.



- 열량계와 외부 사이에 열의 출입이 없다고 가정하고 열량계 자체가 흡수하는 열을 무시하면 화학 반응에서 발생한 열량은 열량계 속 용액이 얻은 열량과 같다.

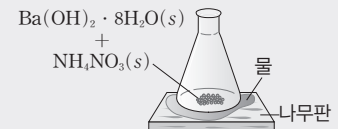
- 열량계 속 용액의 비열($c_{용액}$), 용액의 질량($m_{용액}$), 용액의 온도 변화($\Delta t_{용액}$)를 통해 화학 반응에서 출입한 열량을 계산할 수 있다.

$$화학 반응에서 출입한 열량(Q) = c_{용액} \times m_{용액} \times \Delta t_{용액}$$

THE 알기 화학 반응에서 출입하는 열

[실험 과정]

- 나무판의 중앙에 물을 조금 떨어뜨리고, 수산화 바륨 팔수화물($Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s)$)이 담긴 삼각 플라스크를 올려놓는다.
- (가)의 삼각 플라스크에 질산 암모늄($NH_4NO_3(s)$)을 넣고 유리 막대로 잘 저어 고르게 섞은 다음, 몇 분 뒤 삼각 플라스크를 들어 올린다.



[실험 결과]

- 나무판 위의 물이 얼면서 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙어 삼각 플라스크를 들어 올릴 때 나무판이 함께 들어 올려졌다.

[분석 point]

- $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 과 NH_4NO_3 이 반응하면서 나무판 위의 물로부터 열을 빼앗아 물이 얼게 된다.
- $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 과 NH_4NO_3 의 반응은 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

테마 대표 문제

| 2023학년도 9월 모의평가 |

다음은 일상생활에서 이용되고 있는 2가지 물질에 대한 자료이다.

- 메테인(CH_4)은 ㉠의 주성분이다.
- ㉡ 뷰테인(C_4H_{10})을 연소시켜 물을 끓인다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. '액화 천연 가스(LNG)'는 ㉠으로 적절하다.
- ㄴ. ㉡은 탄소 화합물이다.
- ㄷ. ㉠의 연소 반응은 발열 반응이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

화학 반응에서 열의 출입으로부터 발열 반응인지, 흡열 반응인지 파악해야 한다.

▶ 간략 풀이

㉠ CH_4 은 액화 천연 가스(LNG)의 주성분이다.

㉡ C_4H_{10} 의 구성 원자에는 탄소(C) 원자가 있으므로 C_4H_{10} 은 탄소 화합물이다.

㉡ C_4H_{10} 을 연소시키면 열이 발생하므로 물을 끓일 수 있다. 따라서 C_4H_{10} 의 연소 반응은 발열 반응이다.

정답 | ⑤

0 짧은 풀 문제로 유형 익히기

정답과 해설 41쪽

▶ 23067-0222

다음은 2가지 물질의 반응과 관련된 설명이다.

- ㉠ 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)을 연소시키면 열이 발생한다.
- ㉡ 아세트산(CH_3COOH) 수용액에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 혼합하면 수용액의 온도가 높아진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 탄소 화합물이다.
- ㄴ. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 의 연소 반응은 발열 반응이다.
- ㄷ. $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 과 $\text{NaOH}(aq)$ 의 반응은 주위의 열을 흡수한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

화학 물질의 반응을 제시하고 열의 출입을 묻는 것은 유사하지만, 화학 물질의 종류와 다른 상황을 제시한 점에서 테마 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 발열 반응이 일어나면 주위의 온도가 높아진다.
- 흡열 반응이 일어나면 주위의 온도가 낮아진다.

01

▶23067-0223

다음은 냉찜질 팩에 대한 설명이다.

냉찜질 팩에서 화학 반응이 일어나면 열을 흡수하여 주위의 온도가 (가). 이 반응을 (나) 반응이라고 한다.

(가)와 (나)로 가장 적절한 것은?

- | | | |
|---|-------|-----|
| | (가) | (나) |
| ① | 낮아진다 | 흡열 |
| ② | 낮아진다 | 발열 |
| ③ | 높아진다 | 흡열 |
| ④ | 높아진다 | 발열 |
| ⑤ | 일정해진다 | 가역 |

02

▶23067-0224

다음은 열의 출입에 관련된 실험과 이에 대한 학생들의 대화이다.

[실험 과정 및 결과]
 ○ t°C의 X(aq)에 t°C의 Y(aq)을 혼합하였더니 주위로 열을 방출하였다.

X(aq)과 Y(aq)의 반응은 발열 반응이야.

반응이 일어나는 동안 혼합 용액의 온도는 낮아져.

이 반응을 이용하여 다른 물체의 온도를 높일 수 있어.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
 ④ B, C ⑤ A, B, C

03

▶23067-0225

다음은 휴대용 연료 속 뷰테인(C₄H₁₀)을 연소시켜 물을 끓이는 모습과 뷰테인의 연소 반응의 화학 반응식을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 뷰테인의 연소 반응은 산화 환원 반응이다.
 ㄴ. 뷰테인의 연소 반응은 열을 방출하는 반응이다.
 ㄷ. 물이 끓을 때 물은 열을 방출한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

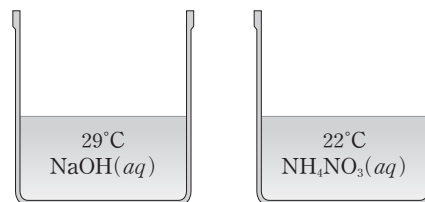
04

▶23067-0226

다음은 수산화 나트륨(NaOH)과 질산 암모늄(NH₄NO₃)을 이용한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 25°C의 물 100 g에 25°C의 NaOH(s) a g을 모두 용해시켰더니 NaOH(aq)의 최고 온도는 29°C이었다.
 (나) 25°C의 물 100 g에 25°C NH₄NO₃(s) b g을 모두 용해시켰더니 NH₄NO₃(aq)의 최저 온도는 22°C이었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. NaOH(s)이 물에 용해될 때 주위의 열을 흡수한다.
 ㄴ. NH₄NO₃(s)이 물에 용해되는 반응은 흡열 반응이다.
 ㄷ. 25°C의 물 100 g에 25°C의 NaOH(s) 2a g을 모두 용해시킨 수용액의 최고 온도는 29°C보다 낮다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

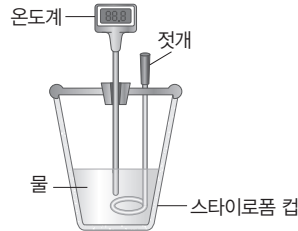
01

▶ 23067-0227

다음은 열량계를 이용한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 열량계에 $t_1^\circ\text{C}$ 의 물을 넣는다.



(나) (가)의 물에 $t_1^\circ\text{C}$ 의 $\text{X}(s)$ 를 용해시켜 $\text{X}(aq)$ $a\text{ g}$ 을 만든 후 $\text{X}(aq)$ 의 최고 또는 최저 온도를 측정한다.

(다) (나)의 $\text{X}(aq)$ 에 $t_1^\circ\text{C}$ 의 $\text{Y}(aq)$ $b\text{ g}$ 을 혼합한 후 혼합 용액의 최고 또는 최저 온도를 측정한다.

[실험 결과]

○ 각 과정에서 측정된 수용액의 온도

과정	(나)	(다)
최고 또는 최저 온도($^\circ\text{C}$)	t_2	t_3

○ $t_3 > t_1 > t_2$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 열량계와 외부 사이의 열 출입은 없다.)

보기

- ㄱ. $\text{X}(s)$ 가 물에 용해되는 반응은 흡열 반응이다.
- ㄴ. $\text{X}(aq)$ 과 $\text{Y}(aq)$ 이 반응할 때 주위로 열을 방출한다.
- ㄷ. (나)에서 $\text{X}(aq)$ 의 온도를 $t_1^\circ\text{C}$ 로 만든 후 (다) 과정을 반복하면 혼합 용액의 최고 온도는 $t_3^\circ\text{C}$ 보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23067-0228

다음은 열의 출입과 관련된 화학 반응 ㉠~㉣을 이용한 사례이다.

- 손난로를 흔들면 ㉠ 철가루와 산소가 반응하여 따뜻해진다.
- 냉각 팩 속 비닐 봉지를 터뜨리면 ㉡ 질산 암모늄이 물에 용해되어 차가워진다.
- 눈에 염화 칼슘을 뿌리면 ㉢ 염화 칼슘이 용해되면서 눈이 녹는다.

㉠~㉣ 중 발열 반응만을 있는 대로 고른 것은?

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

03

▶23067-0229

다음은 $t^{\circ}\text{C}$ 에서 수산화 바륨 팔수화물($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)과 질산 암모늄(NH_4NO_3)의 반응에 대한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 유리판 중앙에 $t^{\circ}\text{C}$ 의 물을 조금 떨어뜨리고, $t^{\circ}\text{C}$ 의 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(s)$ 이 들어 있는 삼각 플라스크를 올려놓는다.
- (나) (가)의 삼각 플라스크에 $t^{\circ}\text{C}$ 의 $\text{NH}_4\text{NO}_3(s)$ 을 넣고 유리 막대로 잘 저어 준 후 변화를 관찰한다.

[실험 결과]

- (나)에서 삼각 플라스크 속에 수용액이 만들어진다.
- (나)에서 유리판 중앙의 물이 언다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 과 NH_4NO_3 의 반응은 흡열 반응이다.
- ㄴ. 유리판 중앙의 물이 얼 때 물은 주위로부터 열을 흡수한다.
- ㄷ. (나) 과정에서 수용액의 온도는 $t^{\circ}\text{C}$ 보다 낮아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0230

표는 $t^{\circ}\text{C}$ 의 물 100 g에 $t^{\circ}\text{C}$ 의 $\text{X}(s)$ w g, $\text{X}(s)$ $2w$ g, $\text{Y}(s)$ w g을 각각 녹인 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
용해된 용질의 질량	$\text{X}(s)$ w g	$\text{X}(s)$ $2w$ g	$\text{Y}(s)$ w g
용질이 용해된 후 수용액의 최고 또는 최저 온도($^{\circ}\text{C}$)	t_1	t_2	t_3

$t_1 > t_2 > t_3$ 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\text{X}(s)$ 가 물에 용해될 때 주위로 열을 방출한다.
- ㄴ. $\text{Y}(s)$ 가 물에 용해되는 반응은 흡열 반응이다.
- ㄷ. $t^{\circ}\text{C}$ 의 물 100 g에 $t^{\circ}\text{C}$ 의 $\text{Y}(s)$ $2w$ g을 용해시킨 수용액의 최저 온도는 $t_3^{\circ}\text{C}$ 보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

과학탐구영역

화학 I



실전 모의고사

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01 ▶23067-0231
다음은 실생활에 이용되는 물질 (가)~(다)에 대한 설명이다. (가)~(다)는 각각 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3), 나일론 중 하나 이다.

- (가)는 합성 섬유이다.
- (나)는 천연 가스의 주성분이다.
- (다)는 질소 비료를 만드는 데 이용된다.

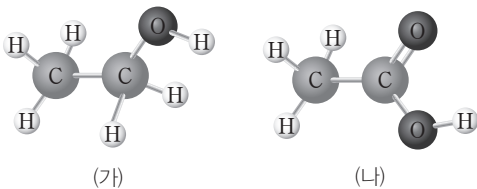
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, N의 원자량은 각각 1, 12, 14이다.)

보기

- ㄱ. (가)는 나일론이다.
- ㄴ. (나)는 탄소 화합물이다.
- ㄷ. 1g당 분자 수는 (다)가 (나)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 ▶23067-0232
그림은 탄소 화합물 (가)와 (나)를 분자 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 의약품 소독제를 만드는 데 이용된다.
- ㄴ. (나)의 수용액은 산성이다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

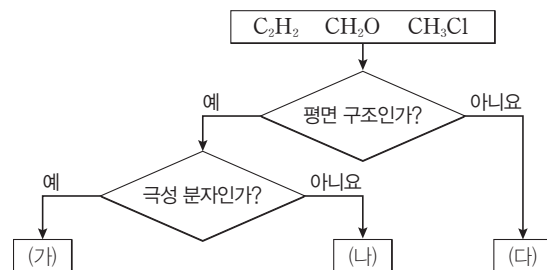
03 ▶23067-0233
다음은 반응에서 열 출입과 관련된 3가지 현상에 대한 설명이다.

- 철(Fe) 가루와 촉매가 들어 있는 손난로를 흔들어 주면 ㉠ 철 가루가 산화되면서 손난로가 따뜻해진다.
- 물이 든 봉지와 질산 암모늄(NH_4NO_3)이 들어 있는 냉각 팩을 주물러 물이 든 봉지를 터뜨리면 ㉡ 질산 암모늄이 물 에 용해되면서 팩이 차가워진다.
- $\text{HCl}(\text{aq})$ 과 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 을 혼합하면 ㉢ 중화 반응이 일어나 면서 혼합 용액의 온도가 올라간다.

㉠~㉢ 중 발열 반응만을 있는 대로 고른 것은?

- ① ㉠ ② ㉢ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

04 ▶23067-0234
그림은 3가지 분자를 주어진 기준에 따라 분류한 것을 나타낸 것 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 CH_2O 이다.
- ㄴ. (나)에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ㄷ. (다)는 극성 분자이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0235

표는 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 염화 나트륨(NaCl), 설탕(C₁₂H₂₂O₁₁), 구리(Cu) 중 하나이다.

물질		(가)	(나)	(다)
전기	고체 상태	있음	없음	없음
전도성	액체 상태	있음	㉠	없음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 구리(Cu)이다.
 ㄴ. (다)는 공유 결합 물질이다.
 ㄷ. '있음'은 ㉠으로 적절하다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0236

다음은 3가지 반응의 화학 반응식이다.

- $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2 \square \text{ (가)}$
 ○ $2H_2O_2 \longrightarrow 2 \square \text{ (나)} + O_2$
 ○ $6 \square \text{ (다)} + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 분자당 구성 원자 수는 (가)가 가장 크다.
 ㄴ. 분자의 결합각은 (나)가 (가)보다 크다.
 ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 것은 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0237

다음은 수소 원자의 오비탈 (가)~(라)에 대한 설명이다. n 은 주양자수, l 은 방위(부) 양자수이고, (가)~(라)는 각각 $1s$, $2s$, $2p_x$, $3s$ 오비탈 중 하나이다.

- $n+l$ 는 (가)와 (나)가 같다.
 ○ 에너지 준위는 (가)와 (라)가 같다.

(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

- ㄱ. $n-l$ 는 (가)와 (다)가 같다.
 ㄴ. 에너지 준위는 (라)가 (나)보다 높다.
 ㄷ. 바닥상태 수소 원자에서 전자는 (다)에 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 23067-0238

표는 밀폐된 진공 용기에 H₂O(l)을 넣었을 때, 시간에 따른 $\frac{H_2O(g) \text{의 양(mol)}}{H_2O(l) \text{의 양(mol)}}$ 을 나타낸 것이다. $0 < t_1 < t_2 < t_3$ 이고, t_2 에서 동적 평형에 도달하였다.

시간	t_1	t_2	t_3
$\frac{H_2O(g) \text{의 양(mol)}}{H_2O(l) \text{의 양(mol)}}$ (상댓값)	㉠	1	1

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

보기

- ㄱ. ㉠은 1보다 작다.
 ㄴ. H₂O(g)의 응축 속도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
 ㄷ. t_3 일 때 H₂O(l)의 증발 속도는 0이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23067-0239

표는 바닥상태 원자 X~Z의 전자 배치이다.

원자	전자 배치
X	$1s^2 2s^2 2p^3$
Y	$1s^2 2s^2 2p^5$
Z	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

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

보기

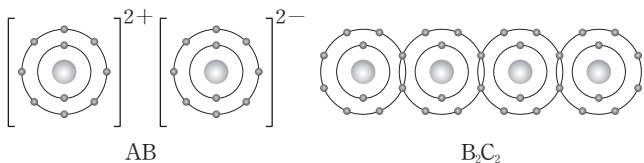
- ㄱ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Y가 X보다 크다.
- ㄴ. 원자 반지름은 Z가 가장 크다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 Y가 X보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23067-0240

그림은 물질 AB, B₂C₂의 화학 결합 모형을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. A와 B는 같은 주기 원소이다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 C가 B보다 크다.
- ㄷ. BC₂ 분자의 모양은 굽은 형이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶23067-0241

다음은 A(aq)을 만드는 실험이다. A의 화학식량은 a이다.

- (가) A(s) w g을 물에 녹인 다음 250 mL 부피 플라스크에 넣고 표시선까지 물을 넣어 0.1 M A(aq)을 만든다.
- (나) x M A(aq) 100 mL에 A(s) 3w g을 녹인 다음 500 mL 부피 플라스크에 넣고 표시선까지 물을 넣어 0.25 M A(aq)을 만든다.

$\frac{w}{x}$ 는? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{1}{40}a$ ② $\frac{1}{20}a$ ③ $\frac{1}{15}a$ ④ $\frac{1}{8}a$ ⑤ $\frac{1}{4}a$

12

▶23067-0242

표는 원자 (가)~(사)의 제1 이온화 에너지에 대한 자료이다. (가)~(사)는 각각 Li, Be, B, C, N, O, F 중 하나이다.

원자	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)	(사)
제1 이온화 에너지 (kJ/mol) (상댓값)	1	1.5	1.7	2.1	2.5	2.7	3.2

(가)~(사)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

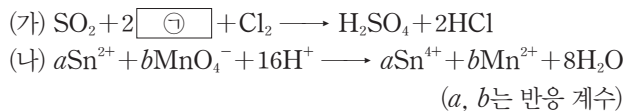
- ㄱ. (나)는 Be이다.
- ㄴ. 제2 이온화 에너지는 (가)가 가장 크다.
- ㄷ. Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 (마)가 (바)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 23067-0243

다음은 산화 환원 반응 (가), (나)의 화학 반응식이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 H_2O 이다.
- ㄴ. (가)에서 SO_2 은 산화제이다.
- ㄷ. (나)에서 $a+b=8$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶ 23067-0244

표는 자연계에 존재하는 X의 동위 원소에 대한 자료이다.

동위 원소	${}^a\text{X}$	${}^{a+2}\text{X}$
원자량	a	$a+2$
존재 비율(%)	75	25

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, X는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. 1 g당 원자 수는 ${}^{a+2}\text{X}$ 가 ${}^a\text{X}$ 보다 크다.
- ㄴ. X의 평균 원자량은 $a + \frac{1}{4}$ 이다.
- ㄷ. 자연계에 존재하는 X_2 에서 분자량이 2a인 분자의 존재 비율은 분자량이 2a+4인 분자의 존재 비율의 9배이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

15

▶ 23067-0245

표는 25°C, 1 atm에서 용기에 들어 있는 기체 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

기체	(가)	(나)
분자식	XY_2	XY_3
부피(L)	V	$2V$
질량(g)	w	㉠
1 g당 원자 수	$15N$	$16N$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. 원자량은 X가 Y보다 크다.
- ㄴ. $\frac{\text{XY}_3 \text{ 1g에 들어 있는 X 원자 수}}{\text{XY}_2 \text{ 1g에 들어 있는 Y 원자 수}} = \frac{2}{5}$ 이다.
- ㄷ. ㉠은 $\frac{5}{2}w$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶ 23067-0246

표는 25°C 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가), (나)는 각각 $x \text{ M HCl(aq)}$, $y \text{ M Ca(OH)}_2\text{(aq)}$ 중 하나이고, 수용액에서 Ca(OH)_2 은 Ca^{2+} 과 OH^- 으로 모두 이온화된다.

수용액	(가)	(나)
부피(L)	V	$2V$
$\frac{\text{pOH}}{\text{pH}}$	$\frac{1}{6}$	6

(가)와 (나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, 온도는 일정하고, 25°C에서 물의 이온화 상수 (K_w)는 1×10^{-14} 이며, 혼합 용액에서 Ca^{2+} 과 Cl^- 은 반응하지 않는다.) [3점]

보기

- ㄱ. (가)는 $x \text{ M HCl(aq)}$ 이다.
- ㄴ. $x=2y$ 이다.
- ㄷ. (가)와 (나)의 혼합 용액에서 $\frac{\text{Ca}^{2+} \text{의 양(mol)}}{\text{Cl}^- \text{의 양(mol)}} = \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶23067-0247

표는 2주기 원소 W~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하고, 분자의 중심 원자 수는 각각 1이다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	W, X	X, Y	X, Z
분자당 구성 원자 수	5	4	3
$\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$	$\frac{1}{3}$	①	$\frac{1}{4}$

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

보기

- ㄱ. 원자 번호는 Z가 W보다 크다.
- ㄴ. ①은 $\frac{1}{2}$ 보다 크다.
- ㄷ. (다)에서 Z는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶23067-0248

표는 2, 3주기 원소의 바닥상태 원자 X~Z의 전자 배치에 대한 자료이다.

원자	X	Y	Z
$\frac{\text{전자가 들어 있는 } p \text{ 오비탈 수}}{\text{전자가 들어 있는 } s \text{ 오비탈 수}}$	1	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$
$\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$	$\frac{1}{2}$	①	1

X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. 3주기 원소는 1가지이다.
- ㄴ. ①은 $\frac{7}{6}$ 이다.
- ㄷ. 홀전자 수는 Z가 X보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶23067-0249

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 기체 A와 B를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I과 II에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후		전체 기체의 부피(L)
	A의 부피(L)	B의 부피(L)	A의 질량(g)	B의 질량(g)	
I	V	V	0	w	$\frac{3}{2}V$
II	3V	V	4w	0	xV

$\frac{x}{a} \times \frac{\text{C의 분자량}}{\text{A의 분자량} + \text{B의 분자량}}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{5}{4}$ ② $\frac{5}{3}$ ③ $\frac{11}{3}$ ④ $\frac{23}{5}$ ⑤ $\frac{23}{4}$

20

▶23067-0250

표는 x M KOH(aq) V mL에 y M HCl(aq)을 부피를 달리 하여 혼합한 용액 (가)~(마)에 대한 자료이다.

혼합 용액	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
혼합 전 용액의 부피(mL)	x M KOH(aq) V	V	V	V	V
	y M HCl(aq)	5	10	15	20
혼합 용액 1 mL당 이온의 양(mol)	$\frac{4}{5}a$	$\frac{2}{3}a$	①	$\frac{2}{3}a$	$\frac{20}{27}a$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <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. V=10이다.
- ㄴ. ①은 $\frac{4}{7}a$ 이다.
- ㄷ. $\frac{y}{x} = \frac{3}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01

▶23067-0251

다음은 탄소 화합물 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 메테인(CH₄), 아세트산(CH₃COOH), 에탄올(C₂H₅OH) 중 하나이다.

- (가)는 의약품 소독제로 이용된다.
- (나)는 물에 녹으면 산성을 나타낸다.
- (다)는 액화 천연 가스(LNG)의 주성분이다.

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

보기

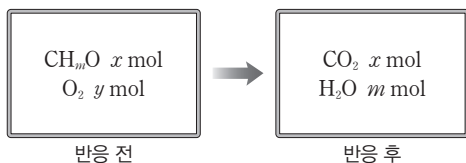
- ㄱ. 분자량은 (나)가 가장 크다.
- ㄴ. $\frac{C \text{ 원자 수}}{\text{전체 원자 수}}$ 는 (가) > (나)이다.
- ㄷ. 1g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 양(mol)은 (나) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0252

그림은 강철 용기에 CH_mO와 O₂를 넣고 반응시켰을 때 반응 전 과 후 용기에 존재하는 물질과 양(mol)을 나타낸 것이다.



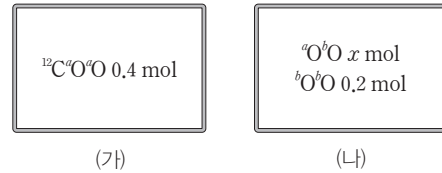
$x \times y$ 는?

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

03

▶23067-0253

다음은 용기 (가)와 (나)에 각각 들어 있는 CO₂와 O₂에 대한 자료 이다.



- (가)와 (나)에 들어 있는 중성자의 양은 각각 8.8 mol, 9.4 mol이다.
- (가)와 (나)에 들어 있는 전체 원자 수비는 (가) : (나) = 6 : 5 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, C, O의 원자 번호는 각각 6, 8이고, ¹²C, ¹⁶O, ¹⁸O의 원자량은 각각 12, a, b이다.) [3점]

보기

- ㄱ. $x = 0.5$ 이다.
- ㄴ. (나)에 들어 있는 ¹⁶O 원자의 양은 0.7 mol이다.
- ㄷ. $\frac{\text{(나)에 들어 있는 O}_2\text{의 질량(g)}}{\text{(가)에 들어 있는 CO}_2\text{의 질량(g)}} = \frac{87}{88}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0254

다음은 3가지 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다.

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	X _m	YX	Y _m Z ₄
단위 질량당 전체 원자 수비	7m	16	8(m+4)

- X의 질량비는 (가) : (나) = m : 1이다.
- Y의 질량비는 (나) : (다) = 2 : m이다.

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

보기

- ㄱ. 분자의 몰비는 (가) : (나) = 1 : 1이다.
- ㄴ. 분자량비는 (가) : (다) = 8 : 7이다.
- ㄷ. 질량비는 (나) : (다) = 2 : 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23067-0255

다음은 A(aq)에 관한 자료이다.

- 용액 I : a M A(aq) 200 mL에 들어 있는 A(s)의 질량은 x g이다.
- 용액 II : b M A(aq) 500 mL에 들어 있는 A(s)의 질량은 y g이다.
- I 과 II를 혼합하여 만든 혼합 용액 (가)~(다)

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(L)		혼합 용액에 들어 있는 A의 양(mol)
	I	II	
(가)	V	2V	19n
(나)	2V	3V	36n
(다)	$\frac{2}{3}V$	V	z

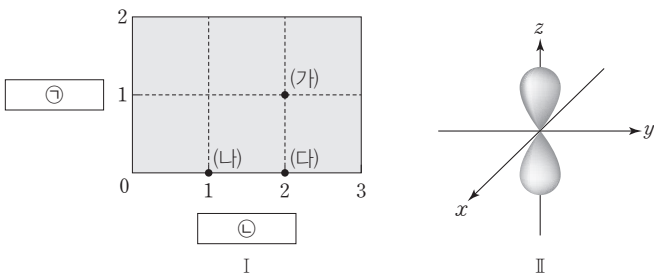
$\frac{b}{a} \times z$ 는? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{12}{15}n$ ② $\frac{8}{5}n$ ③ $\frac{12}{5}n$ ④ 4n ⑤ $\frac{72}{15}n$

06

▶23067-0256

그림 I은 수소 원자의 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료를, II는 오비탈 (가)를 모형으로 나타낸 것이다. ㉠, ㉡은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

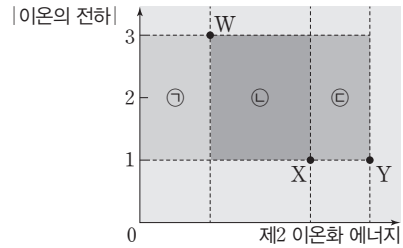
- ㄱ. ㉠은 주 양자수이다.
- ㄴ. (나)와 (다)의 모양은 모두 구형이다.
- ㄷ. 오비탈의 에너지 준위는 (가) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0257

그림은 원자 W~Y의 제2 이온화 에너지와 W~Y의 이온의 전하의 절댓값(이온의 전하)을 나타낸 것이다. 원자 W~Z는 각각 F, Na, Mg, Al 중 하나이고, W~Z의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.



W~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

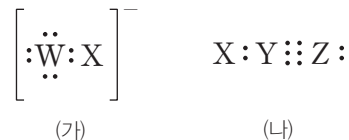
- ㄱ. 제1 이온화 에너지는 X가 가장 크다.
- ㄴ. 원자 반지름은 Y > W이다.
- ㄷ. Z가 위치하는 영역은 ㉡이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0258

그림은 1, 2주기 원소 W~Z로 이루어진 이온 (가)와 분자 (나)의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. W는 17족 원소이다.
- ㄴ. (나)에서 Z는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
- ㄷ. Y₂X₄와 Z₂X₂에는 모두 2중 결합이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 23067-0259

다음은 바닥상태의 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z의 원자 번호는 각각 6, 8, 9, 11 중 하나이다.

- (양성자수 - 원자가 전자 수)는 $W > X$ 이다.
- 전자가 들어 있는 오비탈 수는 $X > Y$ 이다.
- 홀전자 수는 $Y = Z$ 이다.

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

보기

- ㄱ. Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 $W > X$ 이다.
- ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $X > Y$ 이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Z > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

▶ 23067-0260

표는 H와 2주기 원소 X, Y로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	분자당 구성 원자의 종류와 수			공유 전자쌍 수
	H	X	Y	
(가)	x	x	0	3
(나)	y	0	y	5
(다)	$x+y$	1	1	5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. (가)의 비공유 전자쌍 수는 4이다.
- ㄴ. (나)의 쌍극자 모멘트는 0이다.
- ㄷ. (가)~(다) 중 다중 결합이 있는 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 23067-0261

표는 이온 결합 물질 (가)와 (나) 각각 1 mol에 들어 있는 양이온과 음이온의 몰비를 나타낸 것이다. X~Z는 각각 원자 번호 8~12인 원소 중 하나이다.

물질	물질 1 mol에 들어 있는 이온의 몰비
(가)	$X^{a+} : Y^{b-} = 1 : 1$
(나)	$Z^{c+} : Y^{b-} = 1 : 2$

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

보기

- ㄱ. 물질 1 mol에 들어 있는 전체 이온의 양은 (가) > (나)이다.
- ㄴ. Y는 O이다.
- ㄷ. 원자 반지름은 $X > Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

▶ 23067-0262

표는 분자 (가)~(마)에 대한 자료이다. (가)~(마)는 각각 N_2 , O_2 , OF_2 , CO_2 , COF_2 중 하나이다.

분자	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
공유 전자쌍 수		a		a	b
비공유 전자쌍 수	a	b	b	c	c

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $a = 4$ 이다.
- ㄴ. (가)에는 3중 결합이 있다.
- ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 (라) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

13

▶23067-0263

표는 H와 2주기 원소 X와 Y로 이루어진 이온 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 XH_4^+ , H_3Y^+ , YH^- 중 하나이다. (가)~(다)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족한다.

이온	(가)	(나)	(다)
비공유 전자쌍 수	a	a+1	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. 원자 번호는 $X > Y$ 이다.
- ㄴ. $a + b = 3$ 이다.
- ㄷ. (나)의 모양은 삼각뿔형이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶23067-0264

다음은 질소(N_2)에 대한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 시험관에 액체 상태의 질소($N_2(l)$)를 넣는다.
- (나) (가)의 시험관을 $25^\circ C$ 의 물이 담긴 비커에 넣는다.
- (다) (나)의 시험관을 물에서 꺼내어 표면을 관찰하고, 비커 속 물의 온도를 측정한다.

[실험 결과]

- (나)에서 ㉠ $N_2(l)$ 는 기화되었다.
- (다)에서 시험관 바깥에 얼음이 관찰되었고, 비커 속 물의 온도는 $t^\circ C$ 이었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

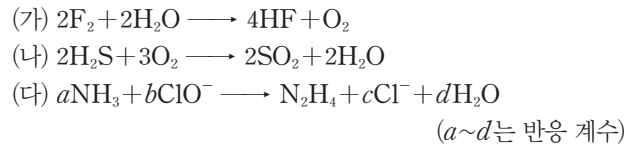
- ㄱ. ㉠의 화학 반응식은 $N_2(l) \rightarrow N_2(g)$ 이다.
- ㄴ. ㉠이 일어날 때 열을 흡수한다.
- ㄷ. $t > 25$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23067-0265

다음은 산화 환원 반응 (가)~(다)의 화학 반응식이다.



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

보기

- ㄱ. (가)에서 H_2O 은 환원제이다.
- ㄴ. (나)에서 S의 산화수는 증가한다.
- ㄷ. $\frac{c+d}{a+b} < 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23067-0266

표는 밀폐된 진공 용기 안에 $X(l)$ x mol을 넣은 후 시간에 따른 $\frac{X(g)의 양(mol)}{X(l)의 양(mol)}$ 과 $\frac{X(g)의 응축 속도}{X(l)의 증발 속도}$ 에 대한 자료이다. $0 < t_1 < t_2 < t_3$ 이고, t_2 일 때 평형에 도달하였다.

시간	t_1	t_2	t_3
$\frac{X(g)의 양(mol)}{X(l)의 양(mol)}$	a	b	c
$\frac{X(g)의 응축 속도}{X(l)의 증발 속도}$	d		

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

보기

- ㄱ. $b > a$ 이다.
- ㄴ. $b = c$ 이다.
- ㄷ. $d > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶ 23067-0267

다음은 2주기 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- 전자가 들어 있는 오비탈 수는 $W=Y$ 이다.
- 원자 반지름은 $X>Z$ 이다.

원자	W	X	Y	Z
홀전자 수	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
s 오비탈에 들어 있는 전자 수				

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

보기

- ㄱ. 원자 번호는 W가 가장 크다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 $X>Y$ 이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Y>Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶ 23067-0268

표는 25°C에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. (나)의 pOH (가)의 pOH

= $\frac{1}{2}$ 이고, (나)와 (다)에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)은 같다.

수용액	pH	pOH	부피(상댓값)
(가)	a		
(나)		$a+4.0$	10
(다)			1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.) [3점]

보기

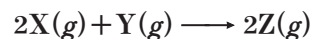
- ㄱ. $a=2.0$ 이다.
- ㄴ. (가)~(다) 중 염기성 수용액은 1가지이다.
- ㄷ. (다)의 $[\text{OH}^-] = 10^4$ 이다.
- ㄹ. (나)의 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^4$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

19

▶ 23067-0269

다음은 X(g)와 Y(g)가 반응하여 Z(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 X(g)와 Y(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I과 II에 대한 자료이다. 분자량비는 $Y:Z=8:11$ 이다. I에서 X(g)는 모두 소모되었다.

실험	반응 전		반응 후	
	X(g)의 질량(g)	Y(g)의 질량(g)	남아 있는 X(g) 또는 Y(g)의 질량(g)	전체 기체의 밀도 (상댓값)
I	$14a$	$12b$	$8b$	x
II	$28a$	$5b$	㉠	y

㉠ $\times \frac{y}{x}$ 는? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{3a}{2}$ ② $\frac{5a}{2}$ ③ $4a$ ④ $\frac{21a}{4}$ ⑤ $\frac{21a}{2}$

20

▶ 23067-0270

다음은 a M $\text{H}_2\text{X}(aq)$ 40 mL에 b M $\text{NaOH}(aq)$ 과 c M $\text{HCl}(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- 수용액에서 H_2X 는 H^+ 과 X^{2-} 으로 모두 이온화된다.

혼합 용액	넣어 준 용액의 부피(mL)		H^+ 또는 OH^- 의 양(mol)
	b M $\text{NaOH}(aq)$	c M $\text{HCl}(aq)$	
(가)	$5V$	0	$6n$
(나)	$10V$	0	$14n$
(다)	$8V$	20	$2n$

- (가)와 (다)는 산성이다.
- $[\text{Na}^+]$ 의 비는 (나) : (다) = 5 : 4이다.

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

- ① $\frac{10}{13}$ ② 1 ③ $\frac{16}{13}$ ④ $\frac{13}{16}$ ⑤ 10

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01 ▶23067-0271
표는 탄소 화합물 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 메테인, 에탄올, 아세트산 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 C와 O 중 하나이다.

탄소 화합물	(가)	(나)	(다)
분자당 ㉠ 원자 수	a	1	b
분자당 ㉡ 원자 수	1	b	b

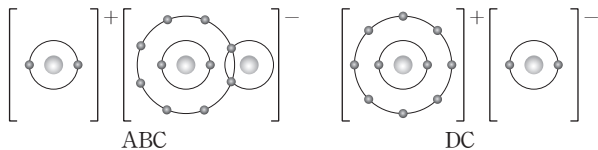
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 C이다.
- ㄴ. (나)는 에탄올이다.
- ㄷ. $a+b=2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 ▶23067-0272
그림은 화합물 ABC와 DC를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. A와 B는 같은 주기 원소이다.
- ㄴ. C와 D는 같은 족 원소이다.
- ㄷ. 전기 음성도는 $C > A$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 ▶23067-0273
다음은 분자의 구조와 성질을 학습한 학생들이 수행한 카드놀이의 규칙과 결과이다.

[규칙]

- 몇 가지 간단한 분자의 분자식이 적힌 카드를 준비한다.
- 카드를 뽑은 후 3가지 기준 I~Ⅲ에 해당하는 점수를 합한다.

기준	점수
I. 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족한다.	1
Ⅱ. 다중 결합이 있다.	2
Ⅲ. 극성 분자이다.	a

[결과]

카드(분자)	BF ₃	HCN	CO ₂
I~Ⅲ에서 점수의 합	x	y	z

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $x=0$ 이다.
- ㄴ. $y-z=a$ 이다.
- ㄷ. NH₃가 적힌 카드를 뽑아 나온 점수의 합은 $a+1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 ▶23067-0274
표는 2주기 원소 A~C로 이루어진 3가지 분자에 대한 자료이다. 분자에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	공유 전자쌍 수	비공유 전자쌍 수
A ₂ C ₂	5	x
B ₂ C ₂	y	$2y$
CAB	z	z

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. $x=6$ 이다.
- ㄴ. B₂C₂에는 다중 결합이 있다.
- ㄷ. CAB의 결합각은 180°이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0275

표는 바닥상태 원자 (가)~(다)에 대한 자료이다. n, l 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수이다.

원자	(가)	(나)	(다)
전자가 들어 있는 오비탈 중 $n+l=3$ 인 오비탈 수	0	3	x
$l=0$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수	y	y	5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 홀전자 수는 1이다.
- ㄴ. (나)에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자의 주 양자수(n)는 2이다.
- ㄷ. $x=3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

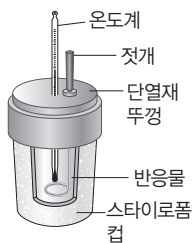
06

▶ 23067-0276

다음은 물질이 물에 용해될 때 출입하는 열량을 구하는 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 그림과 같은 간이 열량계 2개에 각각 25°C의 물 100 g씩을 넣는다.
- (나) (가)의 열량계 1개에 25°C의 A(s) 10 g을 넣어 물에 모두 녹인 후 용액의 온도(t_1)를 측정한다.
- (다) (가)의 나머지 열량계에 25°C의 B(s) 10 g을 넣어 물에 모두 녹인 후 용액의 온도(t_2)를 측정한다.



[실험 결과]

t_1 (°C)	t_2 (°C)
20	36

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 열량계의 외부 온도는 25°C로 일정하다.)

보기

- ㄱ. A(s)가 물에 용해되는 반응은 발열 반응이다.
- ㄴ. B(s)는 물에 용해될 때 주위로부터 열을 흡수한다.
- ㄷ. 25°C의 물 50 g이 들어 있는 열량계에 25°C의 B(s) 10 g을 넣어 모두 녹인 후 측정된 용액의 온도는 36°C보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0277

표는 25°C에서 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

수용액	$\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$	pOH	부피(L)
(가)	a	2.0	V
(나)	10^6	b	100V

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.)

보기

- ㄱ. $a=10^{-10}$ 이다.
- ㄴ. $b=4.0$ 이다.
- ㄷ. (가)에서 H_3O^+ 의 양(mol)은 (나)에서 OH^- 의 양(mol)과 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23067-0278

표는 밀폐된 진공 용기에 $H_2O(l)$ 을 넣은 후 시간에 따른 $H_2O(l)$ 의 증발 속도, $H_2O(g)$ 의 응축 속도, 용기 속 $H_2O(g)$ 의 양(mol)을 나타낸 것이다. $0 < t_1 < t_2 < t_3$ 이다.

시간(min)	t_1	t_2	t_3
$H_2O(l)$ 의 증발 속도	a	a	x
$H_2O(g)$ 의 응축 속도	y	z	a
용기 속 $H_2O(g)$ 의 양(mol)	n	$2n$	$2n$

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

보기

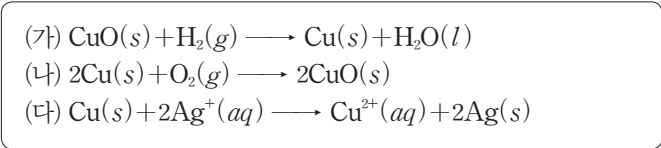
- ㄱ. t_3 일 때 동적 평형 상태이다.
- ㄴ. $y=0$ 이다.
- ㄷ. $z < a$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

09

▶23067-0279

다음은 구리와 관련된 3가지 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

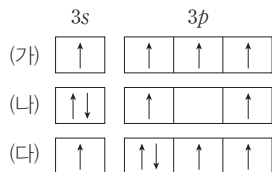
- ㄱ. (가)에서 CuO는 환원된다.
 ㄴ. (나)와 (다)에서 1 mol의 Cu가 반응할 때 이동한 전자의 양(mol)은 같다.
 ㄷ. (다)에서 반응이 진행될 때 수용액 속 이온의 양(mol)은 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23067-0280

그림은 P⁺의 전자 배치 (가)~(다)에서 3s와 3p 오비탈에 들어 있는 전자를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 파울리 배타 원리를 만족하고, (가)~(다)에서 나머지 다른 전자는 모두 주 양자수(n)가 2 이하인 오비탈에 들어 있다. P의 원자 번호는 15이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[3점]

보기

- ㄱ. (가)는 쌍음 원리를 만족한다.
 ㄴ. (나)는 바닥상태 전자 배치이다.
 ㄷ. 홀전자 수는 (가) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶23067-0281

다음은 용기에 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

- 용기에는 $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$ a mol, $^{14}\text{N}^{18}\text{O}_2$ b mol이 들어 있다.
- 용기 속 $\frac{\text{O의 질량}}{\text{N의 질량}} = 2$ 이다.
- 용기 속 $\frac{\text{중성자수}}{\text{양성자수}} = \frac{x}{y}$ 이다. (x 와 y 는 서로소)

$x - y$ 는? (단, N, O의 원자 번호는 각각 7, 8이고, ^{14}N , ^{16}O , ^{18}O 의 원자량은 각각 14, 16, 18이다.)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

12

▶23067-0282

다음은 농도가 18 M인 진한 H₂SO₄을 희석하여 0.1 M H₂SO₄(aq) 500 mL를 만드는 실험이다.

- [실험 과정]
 (가) (으)로 진한 H₂SO₄ V mL를 정확히 측정한다.
 (나) 물이 $\frac{2}{3}$ 정도 담긴 500 mL 부피 플라스크에 진한 H₂SO₄ V mL를 한 방울씩 천천히 가한 후 뚜껑을 닫아 충분히 흔들어 녹인다.
 (다) 표시된 눈금선까지 물을 채운 후 부피 플라스크의 뚜껑을 닫고 흔들어 섞는다.

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

보기

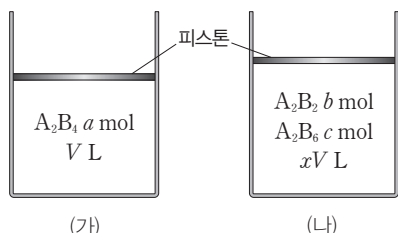
- ㄱ. '피펫'은 ㉠으로 적절하다.
 ㄴ. 진한 H₂SO₄ V mL 속 H₂SO₄의 양은 0.05 mol이다.
 ㄷ. $V = \frac{250}{9}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶23067-0283

그림은 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm 에서 실린더 (가)와 (나)에 $\text{A}_2\text{B}_4(\text{g})$, $\text{A}_2\text{B}_2(\text{g})$ 와 $\text{A}_2\text{B}_6(\text{g})$ 가 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 전체 기체의 밀도는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나)에서 기체는 반응하지 않는다.)

보기

- ㄱ. $ax=b+c$ 이다.
- ㄴ. $b:c=2:1$ 이다.
- ㄷ. 단위 부피당 B 원자 수는 (나) $>$ (가)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶23067-0284

표는 원자량을 정하는 기준 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

기준	1 mol의 정의	^1H 의 원자량	^{16}O 의 원자량
(가)	^1H 의 원자량=1 ^1H 1 g에 들어 있는 H 원자 수	1.000	15.868
(나)	^{12}C 의 원자량=12 ^{12}C 12 g에 들어 있는 C 원자 수	1.008	15.995

(나)에서가 (가)에서보다 큰 값을 갖는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

- ㄱ. ^1H 1 mol에 들어 있는 H 원자 수
- ㄴ. ^{16}O 원자 1 mol의 질량
- ㄷ. 0°C , 1 atm 에서 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 의 밀도

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23067-0285

표는 원자 A~C에 대한 자료이다. (가)와 (나)는 각각

제2 이온화 에너지와 이온 반지름 중 하나이고, A~C는 각각 제1 이온화 에너지와 원자 반지름 중 하나이며, 이온은 모두 Ar의 전자 배치를 갖는다.

원자	A	B	C
(가)	7.29	2.25	1.94
(나)	0.78	1.67	0.66

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

보기

- ㄱ. (가)는 $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 이다.
- ㄴ. B는 S이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $C>A$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23067-0286

표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm 에서 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 과 $\text{O}_2(\text{g})$ 의 양을 달리하여 실린더에 넣은 후 각각 완전 연소시켰을 때, 반응 전과 후 실린더 속 전체 기체의 부피를 나타낸 것이다. I 과 II에서 반응 전 C_2H_6 의 몰비는 1 : 3이다.

실험	실린더 속 전체 기체의 부피(L)	
	반응 전	반응 후
I	10	10.5
II	10	11

II에서 반응한 C_2H_6 의 양(mol)은? (단, $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm 에서 연소 I에서 생성된 CO_2 의 양(mol)

생성물은 모두 기체이고, 반응 전과 후 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

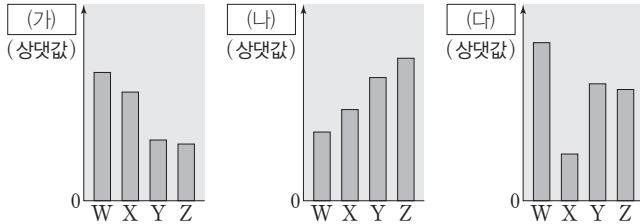
- ① $\frac{2}{3}$ ② 1 ③ $\frac{3}{2}$ ④ $\frac{5}{3}$ ⑤ 2

17

▶23067-0287

다음은 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- (가)~(다)는 각각 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하, 원자 반지름, 제2 이온화 에너지 중 하나이다.
- W~Z는 각각 O, F, Na, Mg 중 하나이다.



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

보기

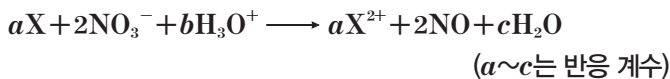
- ㄱ. (가)는 원자 반지름이다.
- ㄴ. 제1 이온화 에너지는 Z > Y이다.
- ㄷ. Ne의 전자 배치를 갖는 이온 반지름은 W > X이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶23067-0288

다음은 산화 환원 반응의 화학 반응식이다.



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

보기

- ㄱ. NO₃⁻은 산화제이다.
- ㄴ. a + b = 11이다.
- ㄷ. X 1 mol이 반응할 때, H₂O 4 mol이 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶23067-0289

다음은 중화 반응에 대한 실험이다.

[자료]
○ 수용액에서 A(OH)₂는 A²⁺과 OH⁻으로, H₂B는 H⁺과 B²⁻으로, HC는 H⁺과 C⁻으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]
(가) 0.2 M A(OH)₂(aq) 20 mL와 0.3 M H₂B(aq) V mL를 혼합하여 혼합 용액 I을 만든다.
(나) I에 a M HC(aq) 20 mL를 혼합하여 혼합 용액 II를 만든다.

[실험 결과]
○ I과 II에서 모든 이온의 몰 농도 합은 같다.
○ I은 염기성이고, I에 존재하는 모든 이온의 몰비는 2 : 3 : 4이다.

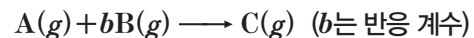
a × V는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며 A²⁺, B²⁻, C⁻은 반응하지 않는다.) [3점]

- ① 1.25 ② 1.5 ③ 2 ④ 2.5 ⑤ 2.75

20

▶23067-0290

다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 A와 B의 양을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I, II에 대한 자료이다.

실험	반응 전 반응물의 양(mol)		전체 기체의 밀도(g/L)	
	A	B	반응 전	반응 후
I	3n	n	10d	
II	n	n	7d	xd

$x \times \frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}}$ 은? (단, 반응 전과 후 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

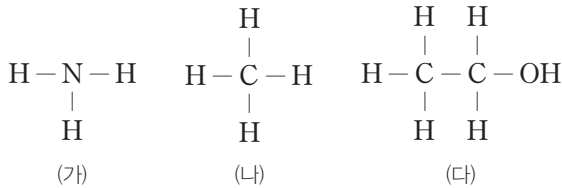
- ① $\frac{10}{13}$ ② $\frac{40}{39}$ ③ $\frac{14}{13}$ ④ $\frac{5}{3}$ ⑤ $\frac{40}{13}$

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01

▶23067-0291

그림은 3가지 화합물 (가)~(다)의 구조식을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 질소 비료의 원료로 이용된다.
- ㄴ. (나)는 액화 천연 가스(LNG)의 주성분이다.
- ㄷ. (다)는 손 소독제를 만드는 데 이용된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23067-0292

다음은 열 출입 현상에 대한 설명이다.

- ㉠ 메테인이 연소되면 열이 발생한다.
- ㉡ 산화 칼슘을 물과 반응시키면 수용액의 온도가 높아진다.
- ㉢ 염화 암모늄을 물에 용해시키면 주위의 열을 흡수한다.

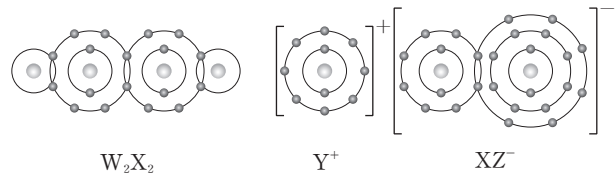
㉠~㉢ 중 발열 반응만을 있는 대로 고른 것은?

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢
- ④ ㉠, ㉡ ⑤ ㉡, ㉢

03

▶23067-0293

그림은 화합물 W_2X_2 와 YXZ 의 화학 결합 모형을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. W와 Z로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은 WZ이다.
- ㄴ. X와 Y로 이루어진 안정한 화합물은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ㄷ. YXW에는 이온 결합과 공유 결합이 모두 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23067-0294

표는 밀폐된 진공 용기에 $H_2O(l)$ 을 넣었을 때 시간에 따른 $\frac{H_2O(l)의 양(mol)}{H_2O(g)의 양(mol)}$ 을 나타낸 것이다. $3t$ 일 때 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 는 동적 평형 상태에 도달하였다.

시간	t	$2t$	$3t$	$4t$
$\frac{H_2O(l)의 양(mol)}{H_2O(g)의 양(mol)}$	a	b	c	

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

보기

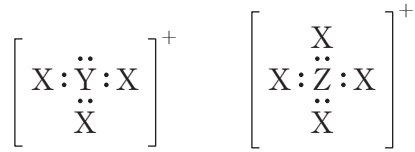
- ㄱ. $b > a$ 이다.
- ㄴ. $H_2O(g)$ 의 응축 속도는 $3t$ 일 때가 $2t$ 일 때보다 크다.
- ㄷ. $H_2O(l)$ 의 증발 속도는 $4t$ 일 때가 $3t$ 일 때보다 크다.
- ㄹ. $H_2O(g)$ 의 응축 속도

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23067-0295

그림은 1, 2주기 원소 X~Z로 이루어진 2가지 이온의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다.



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

보기

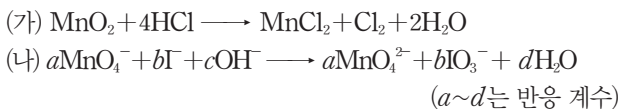
- ㄱ. 원자가 전자 수는 $Z > Y$ 이다.
- ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 Y_2 가 Z_2 의 2배이다.
- ㄷ. 결합각은 ZX_3 가 X_2Y 보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23067-0296

다음은 산화 환원 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.



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

보기

- ㄱ. (가)에서 MnO_2 는 산화제이다.
- ㄴ. (가)와 (나)에서 Mn의 산화수 총합은 +19이다.
- ㄷ. $\frac{c+d}{a+b} = \frac{9}{7}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23067-0297

표는 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다.

원자	X	Y	Z
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	2	2	3
전자가 들어 있는 s 오비탈 수			
출전자 수	n	$n+1$	$n+2$

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

보기

- ㄱ. $n=1$ 이다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 $X > Y$ 이다.
- ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 Z 가 Y 의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23067-0298

표는 원소 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. 구조식에서 다중 결합은 나타나지 않았고, W~Z는 각각 C, N, O, F 중 하나이며, (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	구조식	부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 원자
(가)	W-X-W	X
(나)	Y-W-Y	W
(다)	W-Z-Y	Z

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

보기

- ㄱ. W~Z 중 전기 음성도는 Y가 가장 크다.
- ㄴ. (가)~(다) 중 무극성 분자는 1가지이다.
- ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (가) > (다) > (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 23067-0299

다음은 A(aq)을 만드는 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A(s) x g을 물에 모두 녹여 A(aq) 250 mL를 만든다.
 (나) (가)에서 만든 A(aq)에 A(s) 5 g을 모두 녹이고, 물을 추가하여 A(aq) 450 mL를 만든다.

[실험 결과 및 자료]

- 각 과정에서 만든 A(aq)의 몰 농도

과정	(가)	(나)
몰 농도(M)	0.4	0.5

- A의 화학식량은 M 이다.

$x + M$ 은? (단, 온도는 일정하다.)

- ① 42 ② 44 ③ 52 ④ 63 ⑤ 66

10

▶ 23067-0300

표는 수소 원자의 서로 다른 오비탈 (가)~(라)에 대한 자료이다. (가)~(라)는 각각 $2s$, $2p$, $3s$, $3p$ 중 하나이고, n 과 l 은 각각 주양자수, 방위(부) 양자수이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)	(라)
n	a	$a+1$		㉠
l		b	$b+1$	
$n+l$	㉡		c	$c+1$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

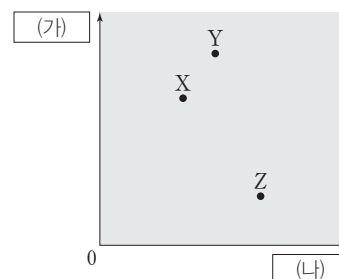
- ㄱ. (나)는 $3s$ 오비탈이다.
 ㄴ. ㉠+㉡=6이다.
 ㄷ. 에너지 준위는 (라)>(나)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 23067-0301

그림은 원자 X~Z의 원자 반지름과 이온 반지름을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 원자 반지름, 이온 반지름 중 하나이고, X~Z는 각각 O, Na, Mg 중 하나이며, X~Z의 이온은 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 이온 반지름이다.
 ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $X > Y$ 이다.
 ㄷ. 원자가 전자 수는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 23067-0302

다음은 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 을 이용한 중화 적정 실험이다.

[실험 과정]

- (가) a M $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 10 mL에 물을 넣어 V mL 수용액을 만든다.
 (나) 삼각 플라스크에 (가)에서 만든 수용액 x mL를 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.
 (다) b M $\text{NaOH}(aq)$ 을 뷰렛에 넣고 (나)의 삼각 플라스크에 한 방울씩 떨어뜨리면서 삼각 플라스크를 흔들어 준다.
 (라) (다)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉은색으로 변하는 순간 적정을 멈추고 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피를 측정한다.

[실험 결과]

- 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피 : 40 mL

x 는? (단, 온도는 25°C 로 일정하다.)

- ① $\frac{bV}{4a}$ ② $\frac{4bV}{a}$ ③ $\frac{a}{4bV}$ ④ $\frac{4a}{bV}$ ⑤ $\frac{aV}{4b}$

13

▶23067-0303

다음은 용기 (가)와 (나)에 각각 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

$${}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}(g)$$

$${}^{14}\text{C}^{18}\text{O}_2(g)$$

(가)

$${}^1\text{H}_2{}^{18}\text{O}(g)$$

$${}^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2(g)$$

(나)

- (가)와 (나)에 들어 있는 전체 기체의 몰비는 2 : 3이다.
- (가)와 (나)에 들어 있는 ${}^{18}\text{O}$ 원자의 몰비는 2 : 1이다.
- (가)와 (나)에 들어 있는 중성자의 몰비는 2 : 3이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, H, C, O의 원자 번호는 각각 1, 6, 8이고, ${}^1\text{H}$, ${}^2\text{H}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{14}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$, ${}^{18}\text{O}$ 의 원자량은 각각 1, 2, 12, 14, 16, 18이다.) [3점]

보기

- ㄱ. (가)에서 기체의 양(mol)은 ${}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}(g)$ 와 ${}^{14}\text{C}^{18}\text{O}_2(g)$ 가 같다.
- ㄴ. 용기에 들어 있는 양성자의 양(mol)은 (나)에서가 (가)에서의 $\frac{13}{8}$ 배이다.
- ㄷ. 용기에 들어 있는 기체의 질량은 (나)에서가 (가)에서의 $\frac{3}{2}$ 배보다 작다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶23067-0304

표는 25°C에서 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)와 (나)는 각각 HCl(aq), NaOH(aq) 중 하나이다.

수용액	(가)	(나)
pOH	2	6
pH	5	
부피(mL)	100	200

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.)

보기

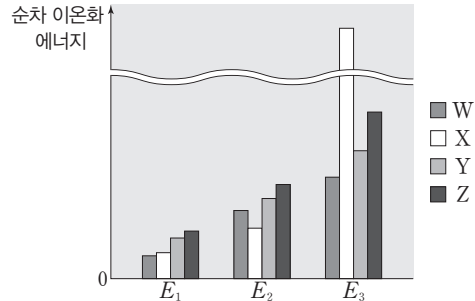
- ㄱ. (가)는 NaOH(aq)이다.
- ㄴ. 수용액의 몰 농도는 (나)가 (가)의 100배이다.
- ㄷ. (가)에서 H_3O^+ 의 양(mol)이 (나)에서 OH^- 의 양(mol)의 50배이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23067-0305

그림은 원자 W~Z의 제1 이온화 에너지(E_1), 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3)를 나타낸 것이다. W~Z의 원자 번호는 각각 3~9 중 하나이다.



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

보기

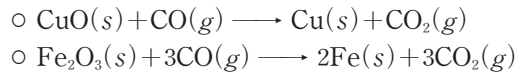
- ㄱ. 원자가 전자 수는 $X > W$ 이다.
- ㄴ. W는 13족 원소이다.
- ㄷ. W와 Y의 원자 번호 차이는 Y와 Z의 원자 번호 차이보다 크다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23067-0306

다음은 CO와 관련된 2가지 반응의 화학 반응식이다.



그림은 CuO(s), CO(g)가 들어 있는 용기 (가)와 Fe₂O₃(s), CO(g)가 들어 있는 용기 (나)에서 각각 반응을 완결시켰을 때, 반응 후 용기에 들어 있는 물질의 양을 나타낸 것이다.

$$\text{CO}(g) \frac{1}{4} \text{ mol}$$

$$\text{CO}_2(g) \frac{3}{4} \text{ mol}$$

$$\text{Cu}(s) x \text{ mol}$$

(가)

$$\text{CO}(g) \frac{1}{4} \text{ mol}$$

$$\text{CO}_2(g) \frac{3}{4} \text{ mol}$$

$$\text{Fe}(s) y \text{ mol}$$

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, C, O, Fe, Cu의 원자량은 각각 12, 16, 56, 64이다.) [3점]

보기

- ㄱ. 반응 전 용기 (가)에 들어 있는 CO(g)의 양은 1 mol이다.
- ㄴ. $\frac{y}{x} = \frac{3}{2}$ 이다.
- ㄷ. 반응 전 (가)와 (나)에 들어 있는 CuO(s)와 Fe₂O₃(s)의 질량비는 3 : 2이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶ 23067-0307

표는 2주기 원소 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하고, (가)~(다)의 구성 원자 수는 5 이하이다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	W, X	X, Y	X, Y, Z
구성 원자 수	n	n	n
공유 전자쌍 수	$n-1$	$n+1$	n

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

보기

- ㄱ. 다중 결합이 있는 분자는 2가지이다.
 ㄴ. 입체 구조인 분자는 2가지이다.
 ㄷ. 무극성 공유 결합이 있는 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

18

▶ 23067-0308

표는 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)의 분자당 구성 원자 수의 합은 9이다.

기체	구성 원소	1g당 전체 원자 수(상댓값)	1g의 부피(상댓값)	구성 원소의 질량비
(가)	X, Y	6	$\frac{1}{5}$	X : Y = 7 : 8
(나)	Y, Z	5	$\frac{1}{9}$	Y : Z = 8 : 19
(다)	X, Z	㉠	$\frac{1}{11}$	X : Z = 14 : 19

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이고, 온도와 압력은 일정하다.)

[3점]

보기

- ㄱ. (가)의 분자식은 XY_2 이다.
 ㄴ. ㉠ = $\frac{60}{11}$ 이다.
 ㄷ. $\frac{X \text{의 원자량} + Z \text{의 원자량}}{Y \text{의 원자량}} < 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶ 23067-0309

다음은 $H_2X(aq)$, $YOH(aq)$, $Z(OH)_2(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 I~III에 대한 자료이다.

- 수용액에서 H_2X 는 H^+ 과 X^{2-} 으로, YOH 는 Y^+ 과 OH^- 으로, $Z(OH)_2$ 는 Z^{2+} 과 OH^- 으로 모두 이온화된다.

혼합 용액		I	II	III
혼합 전	$H_2X(aq)$	10	20	30
수용액의 부피 (mL)	$YOH(aq)$	0	V	20
	$Z(OH)_2(aq)$	10	20	$2V$
H^+ 또는 OH^- 의 몰 농도(M)		$6n$	$2n$	a
모든 음이온의 몰 농도(M) 합		$9n$	$8n$	b

- $\frac{II \text{에서 모든 이온의 양(mol)}}{I \text{에서 모든 이온의 양(mol)}} > 2$ 이다.

$V \times \frac{b}{a}$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며, X^{2-} , Y^+ , Z^{2+} 은 반응하지 않는다.) [3점]

- ① 55 ② 60 ③ 65 ④ 70 ⑤ 75

20

▶ 23067-0310

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



표는 실린더에 $A(g)$ 와 $B(g)$ 를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I,

II에 대한 자료이다. 반응 전 $\frac{II \text{에서 B의 질량}}{I \text{에서 A의 질량}} = 3$ 이다.

실험	반응 전 B의 질량 / A의 질량	반응 후 전체 기체의 밀도 / 반응 전 전체 기체의 밀도	생성된 C(g)의 질량(g)
I	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$2w$
II	6	$\frac{4}{3}$	$3w$

II에서 반응 후 남은 반응물의 질량 $b+c$ (g)은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{1}{10}w$ ② $\frac{1}{6}w$ ③ $\frac{3}{10}w$ ④ $\frac{2}{5}w$ ⑤ $\frac{2}{3}w$

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01 ▶23067-0311
다음은 일상생활에서 이용되고 있는 물질에 대한 세 학생의 대화 이다.

포도당($C_6H_{12}O_6$)과 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)은 모두 탄소 화합물 이야.

에탄올(C_2H_5OH) 은 손 소독제를 만드 는 데 사용되지.

물질 1 mol을 완전 연 소시켰을 때 생성되는 물(H_2O)의 양(mol) 은 에탄올(C_2H_5OH)이 메테인(CH_4)의 2배야.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B
- ④ B, C ⑤ A, B, C

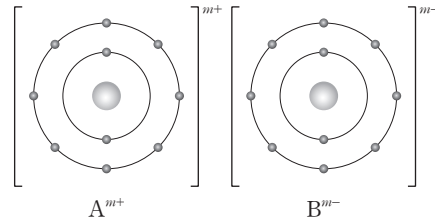
02 ▶23067-0312
표는 반응 (가)~(다)를 기준에 따라 분류한 것이다. (가)~(다)는 각각 CH_4 의 연소, 광합성, 드라이아이스(CO_2)의 승화이고, ㉠~ ㉣은 각각 (가)~(다) 중 하나이다.

분류 기준	예	아니요
산화 환원 반응인가?	㉠, ㉡	㉢
발열 반응인가?	㉠	㉡, ㉢

㉠~㉣으로 옳은 것은?

- ① ㉠ ㉡ ㉢
- ② (가) (나) (다)
- ③ (가) (다) (나)
- ④ (나) (가) (다)
- ⑤ (나) (다) (가)
- ⑥ (다) (나) (가)

03 ▶23067-0313
그림은 화합물 AB를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다. B는 16족 원소이다.



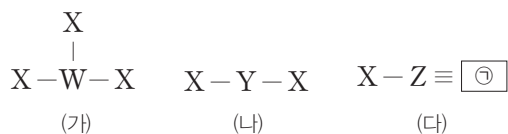
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

- ㄱ. $m=2$ 이다.
- ㄴ. A와 B는 같은 주기 원소이다.
- ㄷ. AB는 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 ▶23067-0314
그림은 2주기 원자 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)의 구조식 을 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하 며, ㉠은 W~Z 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 W이다.
- ㄴ. (가)~(다) 중 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자는 2가지 이다.
- ㄷ. ZYX_2 는 평면 구조이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23067-0315

표는 $t^{\circ}\text{C}$ 의 물 100 mL가 담긴 비커에 X(s)의 질량을 달리하여 넣고 녹일 때 충분한 시간이 흐른 후 X(aq)의 몰 농도(M)와 녹지 않고 남은 X(s)의 질량을 나타낸 것이다.

넣어 준 X(s)의 질량(g)	0	2	4	6	8
X(aq)의 몰 농도(M)	0	a	b	0.3	x
녹지 않고 남은 X(s)의 질량(g)	0	0	0	0.6	y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 일정하고, 수용액의 부피는 용매의 부피와 같다.)

보기

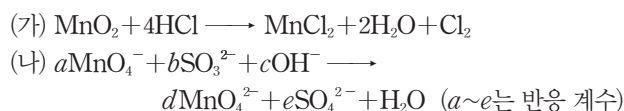
- ㄱ. X의 화학식량은 180이다.
 ㄴ. $y=1.2$ 이다.
 ㄷ. $\frac{a \times x}{b} > 0.3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23067-0316

다음은 산화 환원 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (나)에서 SO_3^{2-} 은 산화제이다.
 ㄴ. (가)와 (나)에서 Mn의 산화수는 모두 감소한다.
 ㄷ. H_2O 1 mol이 생성될 때
 $\frac{\text{(가)에서 반응한 MnO}_2\text{의 양(mol)}}{\text{(나)에서 반응한 MnO}_4^-\text{의 양(mol)}} = \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23067-0317

다음은 A(aq)을 이용한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 1 M A(aq)을 준비한다.
 (나) (가)의 A(aq) 100 mL에 A(s) 0.1 mol을 모두 녹이고, 물을 넣어 A(aq) 500 mL를 만든다.
 (다) (나)에서 만든 A(aq) 100 mL와 (가)의 A(aq) x mL를 혼합하고 물을 넣어 A(aq) 300 mL를 만든다.

[실험 결과]

- (나)와 (다)에서 만든 A(aq)의 몰 농도는 모두 a M로 같았다.

$x \times a$ 는? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

- ① 16 ② 32 ③ 48 ④ 56 ⑤ 64

08

▶ 23067-0318

표는 수소 원자의 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. n , l , m_l 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)
$n+l$	2	3	4
$l+m_l$	㉠	1	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 0이다.
 ㄴ. 에너지 준위는 (가)와 (나)가 같다.
 ㄷ. 자기 양자수(m_l)는 (다)가 (나)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23067-0319

다음은 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다.

- 전자가 1개 또는 2개 들어 있는 오비탈의 주 양자수(n)의 합은 X가 Y보다 3만큼 크고, Y는 Z보다 2만큼 크다.
- X와 Y의 홀전자 수는 각각 0, 3이다.

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

보기

- ㄱ. X는 마그네슘(Mg)이다.
- ㄴ. Z의 홀전자 수는 1이다.
- ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 X가 Z보다 2만큼 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23067-0320

다음은 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 에 대한 실험과 자료이다.

[실험 과정]

- (가) $a\%$ $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 100 mL를 준비한다.
- (나) (가)의 수용액 50 mL에 물을 넣어 100 mL 수용액을 만든다.
- (다) (나)에서 만든 수용액 20 mL를 삼각 플라스크에 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.
- (라) (다)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 0.5 M $\text{NaOH}(aq)$ 을 넣는다.
- (마) (라)의 삼각 플라스크에 넣어 준 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(V)를 측정한다.

[실험 결과]

- $V=12$ mL

[자료]

- $t^\circ\text{C}$ 에서 $a\%$ $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 밀도는 1.02 g/mL이다.
- CH_3COOH 의 분자량은 60이다.

a 는? (단, 용액의 온도는 $t^\circ\text{C}$ 로 일정하다.)

- ① $\frac{30}{17}$ ② $\frac{30}{13}$ ③ $\frac{40}{13}$ ④ $\frac{60}{17}$ ⑤ $\frac{60}{13}$

11

▶23067-0321

다음은 금속 X의 원자량을 구하기 위한 실험이다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

- $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 X(s) 1 g을 물에 넣어 X(s)가 모두 반응할 때까지 발생한 $H_2(g)$ 의 부피를 측정한다.

[실험 결과]

- 발생한 $H_2(g)$ 의 부피 : a L

이 실험으로부터 구한 X의 원자량은? (단, X는 임의의 원소 기호이고, $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 V L이다.)

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

12

▶23067-0322

표는 1, 2주기 원자 X~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. 바닥상태 원자의 홀전자 수는 $Z > X = Y$ 이다.

분자	구성 원자 수			비공유 전자쌍 수 공유 전자쌍 수
	X	Y	Z	
(가)	1	1	0	3
(나)	0	2	2	$\frac{1}{2}$
(다)	0	0	2	x

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

보기

- ㄱ. (가)에서 X는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
- ㄴ. $x = \frac{2}{3}$ 이다.
- ㄷ. (가)~(다) 중 다중 결합이 존재하는 분자는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 23067-0323

표는 25°C의 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 HCl(aq), H₂O(l), NaOH(aq) 중 하나이다.

물질	(가)	(나)	(다)
$\frac{pOH}{pH}$ (상댓값)	1	6	15
부피(mL)	100	100	400

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25°C로 일정하고, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이며, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 물 또는 용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

보기

- ㄱ. (나)는 H₂O(l)이다.
 ㄴ. (가)에 들어 있는 H₃O⁺의 양은 1×10^{-13} mol이다.
 ㄷ. (나)와 (다)를 모두 혼합한 수용액의 pH < 5.0이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶ 23067-0324

표는 공유 결합 물질 ACB₂와 이온 결합 물질 DC를 구성하는 2, 3주기 원자 A~D의 원자가 전자 수를 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 각각 A~D 중 하나이고, A~D는 화합물에서 옥텟 규칙을 만족한다.

원자	㉠	㉡	㉢	㉣
원자가 전자 수	2	4	6	7

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

보기

- ㄱ. ㉡은 A이다.
 ㄴ. DC를 구성하는 C 이온의 전하는 -2이다.
 ㄷ. A₂B₂에서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = \frac{8}{3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶ 23067-0325

표는 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다.

기체	분자식	전체 원자 수(상댓값)	구성 원소의 질량비
(가)	XY ₂	2	X : Y = 3 : 8
(나)	Z ₂ Y	3	
(다)	X ₂ Z ₄	1	X : Z = 6 : 1

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

보기

- ㄱ. 분자 수는 (가)가 (다)의 3배이다.
 ㄴ. X~Z 중 원자량은 Y가 가장 크다.
 ㄷ. (가)~(다) 중 질량은 (가)가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶ 23067-0326

다음은 바닥상태 원자 A~D에 대한 자료이다. A~D는 각각 질소(N), 산소(O), 플루오린(F), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al) 중 하나이다.

- A는 원자가 전자 수와 홀전자 수가 같다.
 ○ A와 B의 홀전자 수의 합은 C와 같다.
 ○ 제1 이온화 에너지는 C > B > A이다.
 ○ 원자 반지름은 B > C > D이다.

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

보기

- ㄱ. B는 플루오린(F)이다.
 ㄴ. C의 홀전자 수는 3이다.
 ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 D가 C보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶23067-0327

다음은 용기 (가)와 (나)에 각각 1 mol씩 들어 있는 XY₂에 대한 자료이다.

○ XY₂를 구성하는 원자 X와 Y에 대한 자료

용기	(가)		(나)	
원자	^a X	^{a+4} Y	^a X	^{a+6} Y
질량수	<i>n</i>	<i>n</i>		
전자수				

○ ^aX와 ^{a+6}Y의 양성자수 차는 2이다.
 ○ (나)에 들어 있는 전체 중성자수 = $\frac{13}{11}$ 이다.
 ○ (가)에 들어 있는 전체 중성자수 = $\frac{13}{11}$ 이다.

(나)의 XY₂ 1g에 들어 있는 전체 중성자수 (가)의 XY₂ 1g에 들어 있는 전체 중성자수 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, 원자량은 질량수와 같다.) [3점]

- ① $\frac{11}{13}$ ② $\frac{19}{22}$ ③ $\frac{12}{13}$ ④ $\frac{13}{12}$ ⑤ $\frac{13}{11}$

18

▶23067-0328

표는 2주기 원소 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원자 수비	W : Z = 1 : 1	W : X : Y = 1 : 1 : 1	Y : Z = 1 : 2
분자당 원자 수	<i>x</i>	3	3
공유 전자쌍 수	3	4	4

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

보기

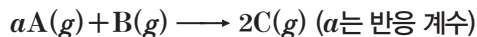
- ㄱ. *x* = 4이다.
 ㄴ. 결합각은 (가) > (나)이다.
 ㄷ. (다)의 분자 모양은 굽은 형이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶23067-0329

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



표는 실린더에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I, II에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후	
	전체 기체의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)	남아 있는 반응물의 종류와 양(mol)	전체 기체의 부피(L)
I	19 <i>w</i>	10 <i>V</i>	A, 7 <i>n</i>	9 <i>V</i>
II	11 <i>w</i>	7 <i>V</i>	B, <i>n</i>	5 <i>V</i>

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

보기

- ㄱ. 반응 후 C의 양(mol)은 II에서가 I에서의 2배이다.
 ㄴ. *a* = 3이다.
 ㄷ. $\frac{C \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}} = 2.5$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

▶23067-0330

다음은 *x* M H₂A(aq)과 *y* M BOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. *x* < 2*y*이다.

- H₂A는 수용액에서 H⁺과 A²⁻으로, BOH는 용액에서 B⁺과 OH⁻으로 모두 이온화된다.

혼합 용액	(가)	(나)	(다)	
혼합 전 용액의 부피(mL)	H ₂ A(aq)	20	20	40
	BOH(aq)	60	80	<i>V</i>
$\frac{\text{모든 음이온의 몰 농도(M)합}}{\text{모든 양이온의 몰 농도(M)합}}$ (상댓값)	6	7		

- (가)는 산성이다.
 ○ 모든 양이온의 몰 농도(M) 합 의 비는 (나) : (다) = 3 : 5이다.

(가)에서 모든 음이온의 몰 농도(M) 합 (다)에서 모든 음이온의 몰 농도(M) 합 은? (단, 온도는 일정하고, 물의 자동 이온화는 무시하며, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

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

고2~N수 수능 집중 로드맵

수능 입문	기출 / 연습	연계+연계 보완	고난도	모의고사	
<p>윤혜정의 개념/패턴의 나비효과</p> <hr/> <p>수능 감(感)잡기</p> <hr/> <p>수능특강 Light</p>	<p>윤혜정의 기출의 나비효과</p> <hr/> <p>수능 기출의 미래</p> <hr/> <p>수능 기출의 미래 미니모의고사</p> <hr/> <p>수능특강Q 미니모의고사</p>	<p>수능연계교재의 국어 어휘</p> <hr/> <p>수능연계교재의 VOCA 1800</p> <hr/> <p>수능연계 기출 Vaccine VOCA</p> <hr/> <p>연계</p> <p>수능특강</p> <hr/> <p>수능완성</p>	<p>수능특강 사용설명서</p> <hr/> <p>수능특강 연계 기출</p> <hr/> <p>수능 영어 간접연계 서치라이트</p> <hr/> <p>수능완성 사용설명서</p>	<p>수능연계완성 3/4주 특강 고난도·신유형</p> <hr/> <p>박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴</p>	<p>FINAL 실전모의고사</p> <hr/> <p>만점마무리 봉투모의고사</p> <hr/> <p>고난도 시크릿X 봉투모의고사</p> <hr/> <p>수능 싱크로 100% 프리미엄 봉투모의고사</p>

구분	시리즈명	특징	수준	영역
수능 입문	윤혜정의 개념/패턴의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 수능 국어 개념/패턴 학습	●	국어
	수능 감(感)잡기	동일 소재·유형의 내신과 수능 문항 비교로 수능 입문	●	국/수/영
	수능특강 Light	수능 연계교재 학습 전 연계교재 입문서	●	국/영
기출/연습	수능개념	EBSi 대표 강사들과 함께하는 수능 개념 다지기	●	전 영역
	윤혜정의 기출의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 까다로운 국어 기출 완전 정복	●	국어
	수능 기출의 미래	올해 수능에 딱 필요한 문제만 선별한 기출문제집	●	전 영역
	수능 기출의 미래 미니모의고사	부담없는 실전 훈련, 고품질 기출 미니모의고사	●	국/수/영
연계 + 연계 보완	수능특강Q 미니모의고사	매일 15분으로 연습하는 고품격 미니모의고사	●	전 영역
	수능특강	최신 수능 경향과 기출 유형을 분석한 종합 개념서	●	전 영역
	수능특강 사용설명서	수능 연계교재 수능특강의 지문·자료·문항 분석	●	국/영
	수능특강 연계 기출	수능특강 수록 작품·지문과 연결된 기출문제 학습	●	국/영
	수능완성	유형 분석과 실전모의고사로 단련하는 문항 연습	●	전 영역
	수능완성 사용설명서	수능 연계교재 수능완성의 국어·영어 지문 분석	●	국/영
	수능 영어 간접연계 서치라이트	출제 가능성이 높은 핵심만 모아 구성한 간접연계 대비 교재	●	영어
	수능연계교재의 국어 어휘	수능 지문과 문항 이해에 필요한 어휘 학습서	●	국어
고난도	수능연계교재의 VOCA 1800	수능특강과 수능완성의 필수 중요 어휘 1800개 수록	●	영어
	수능연계 기출 Vaccine VOCA	수능-EBS 연계 및 평가원 최다 빈출 어휘 선별 수록	●	영어
	수능연계완성 3/4주 특강	단기간에 끝내는 수능 킬러 문항 대비서	●	국/수/영/과
모의고사	박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴	박봄 선생님과 사회·문화 표 분석 문항의 패턴 연습	●	사회탐구
	FINAL 실전모의고사	수능 동일 난도의 최다 분량, 최다 과목 모의고사	●	전 영역
	만점마무리 봉투모의고사	실제 시험지 형태와 OMR 카드로 실전 훈련 모의고사	●	전 영역
	고난도 시크릿X 봉투모의고사	제대로 어려운 최고난도 모의고사	●	국/수/영
	수능 싱크로 100% 프리미엄 봉투모의고사	수능 직전에 만나는, 수능과 가장 가까운 고품격 프리미엄 모의고사	●	국/수/영

