

# 오두

과학탐구

최근 4개년 수능 출제 경향	2
15개정 수능 예측하기	4
실전 기출 모의고사	6
실전 예상 모의고사	16
정답과 해설	28

화학 I

## 대수능 대비 특별자료

최근 4개년

# 수능 출제 경향

수능을 효과적으로 대비하는 방법은 과거의 수능 문제를 분석하여 유형에 익숙해지는 것입니다. 오뚜 과학탐구에서는 최근 4개년 간 평가원 모의고사와 수능에 출제된 문제들을 정리하여 수능 문제의 유형과 개념에 대한 빈출 정도를 파악할 수 있도록 하였습니다.

## I 화학의 첫걸음

### 01 | 화학과 우리 생활

화학의 유용성	17 수능
탄소 화합물의 유용성	

### 02 | 화학식량과 물

화학식량	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
물	

### 03 | 화학 반응식과 용액의 농도

화학 반응식	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
용액의 농도 <small>화II에서 이동</small>	17 수능   18 평가원   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능

## II 원자의 세계

### 04 | 원자 구조

원자를 구성하는 입자의 발견	17 평가원   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원
원자 구조	

### 05 | 원자 모형

보어 원자 모형	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능
현대의 원자 모형	

### 06 | 원자의 전자 배치

오비탈의 에너지 준위	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
전자 배치 규칙	

### 07 | 주기율표

주기율표가 만들어지기까지의 과정	17 수능
현대의 주기율표	

### 08 | 원소의 주기적 성질

유효 핵전하	17 평가원   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
원자 반지름과 이온 반지름	
이온화 에너지	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능

## III 화학 결합과 분자의 세계

### 09 | 이온 결합

화학 결합의 전기적 성질	17 평가원   18 평가원
옥텟 규칙	18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능
이온 결합	

### 10 | 공유 결합과 금속 결합

공유 결합	18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
금속 결합 화II에서 이동	
화학 결합과 물질의 성질	18 평가원

### 11 | 결합의 극성

전기 음성도	18 평가원
결합의 극성과 쌍극자 모멘트	
루이스 전자점식	18 수능

### 12 | 분자의 구조와 성질

분자의 구조	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능
분자의 극성	
분자의 성질	

## IV 역동적인 화학 반응

### 13 | 동적 평형 화II에서 이동

가역 반응	
동적 평형	

### 14 | 물의 자동 이온화

산과 염기	17 평가원   18 평가원   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
물의 자동 이온화와 pH 화II에서 이동	

### 15 | 산 염기 중화 반응

산 염기 중화 반응	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
중화 적정	

### 16 | 산화 환원 반응

산화 환원 반응	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 평가원   20 수능
산화수 변화와 산화 환원	17 평가원   17 수능   18 평가원   18 수능   19 평가원   19 수능   20 수능
산화 환원 반응식	17 평가원   20 평가원   20 수능

### 17 | 화학 반응에서의 열의 출입 화II에서 이동

발열 반응과 흡열 반응	
화학 반응에서 출입하는 열의 측정	

# 09개정 수능을 통해 15개정 수능 예측하기

15개정 교육과정이 2018년도부터 본격적으로 적용되었습니다. 그에 따라 2021학년도 대학수학능력평가는 15개정 교육과정이 적용된 첫 시험입니다. 09개정 교육과정의 수능을 통해 15개정 교육과정의 수능을 예측해 볼까요?

화학 II 2020 수능 6번

6. 그림은 포도당( $C_6H_{12}O_6$ ) 수용액을 나타낸 것이다. 이 수용액에 X를  $a$  g 추가한 후 평형에 도달한 수용액의 농도는 18 %이다. X는  $C_6H_{12}O_6(s)$ 과  $H_2O(l)$  중 하나이다.

1.2 M  $C_6H_{12}O_6(aq)$   
0.5 L  
밀도 = 1.08 g/mL

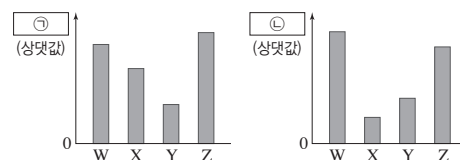
X와  $a$ 는? (단,  $C_6H_{12}O_6$ 의 분자량은 180이다.) [3점]

	X	a		X	a
①	$H_2O(l)$	40	②	$H_2O(l)$	60
③	$C_6H_{12}O_6(s)$	20	④	$C_6H_{12}O_6(s)$	40
⑤	$C_6H_{12}O_6(s)$	60			

화학 I 2020 수능 15번

15. 다음은 바다 상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- W~Z의 원자 번호는 각각 8~13 중 하나이다.
- W, X, Y의 홀전자 수는 모두 같다.
- 각 원자의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- ㉠과 ㉡은 각각 전기음성도와 이온 반지름 중 하나이다.



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

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 전기음성도이다.  
ㄴ. 제2 이온화 에너지는  $Z > W$ 이다.  
ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는  $X > Y$ 이다.

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

## 03\_ 화학 반응식과 용액의 농도

[용액의 농도]

09개정 교육과정에서 화학II에 있던 용액의 농도 중 퍼센트 농도와 몰 농도의 개념이 15개정 교육과정에서 화학I으로 이동하였다. 따라서 퍼센트 농도와 몰 농도 관련 문제들이 화학I에서 출제될 수 있다.

## 08\_ 원소의 주기적 성질

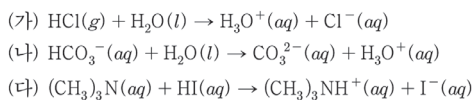
[전기 음성도와 이온 반지름]

15개정 교육과정에서 전기 음성도 개념이 3단원으로 이동하였지만 09개정 교육과정과 내용의 변화가 없고, 자주 출제되는 주제이다. 따라서 전기 음성도와 이온 반지름의 크기를 비교해 놓은 자료를 기존과 다르게 변형한 문제로 출제될 수 있다.





12. 다음은 산 염기 반응 (가)~(다)의 화학 반응식이다.



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

<보 기>

- ㄱ. (가)에서  $\text{HCl}$ 는 아레니우스 산이다.  
 ㄴ. (나)에서  $\text{H}_2\text{O}$ 은 브뢴스테드-로우리 산이다.  
 ㄷ. (다)에서  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 은 루이스 산이다.

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

## 14. 물의 자동 이온화

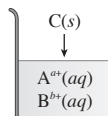
[산과 염기의 정의]

15개정 교육과정에서는 산과 염기의 개념은 다루고 있지만, 루이스 산과 염기의 개념은 빠졌다. 따라서 화학 반응식을 보고 산과 염기를 구분하는 문제는 출제될 수 있지만, 'ㄷ'과 같은 내용은 다루지 않기에 다른 보기로 출제될 수 있다.

20. 다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가)  $\text{A}^{a+}(aq)$ 과  $\text{B}^{b+}(aq)$ 의 혼합 용액이 들어 있는 비커를 준비한다.  
 (나) (가)의 비커에 C(s)를 조금씩 넣어 반응을 완결시킨다.



[실험 결과 및 자료]

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

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

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 음이온과 석출된 금속 각각은 반응에 참여하지 않고,  $a$ 와  $b$ 는 3 이하의 자연수이다.)

<보 기>

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

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

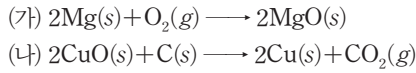
## 16. 산화 환원 반응

[금속의 산화 환원 반응]

09개정 교육과정과 15개정 교육과정에서 산화 환원 반응에 대한 내용의 변화가 없다. 따라서 기존과 같이 금속의 산화 환원 반응에 대해 묻는 고난도 문제들이 출제될 수 있다.

2019. 9월 평가원 3번

1. 다음은 2가지 반응의 화학 반응식과 이에 대한 세 학생의 대화이다.



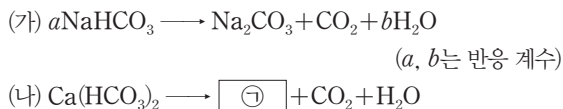
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? [3점]



- ① A                      ② C                      ③ A, B  
 ④ B, C                  ⑤ A, B, C

2019. 9월 평가원 4번

2. 다음은 2가지 반응의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 | 보기 |에서 있는 대로 고른 것은?

- | 보기 |  
 ㄱ.  $a+b=4$ 이다.  
 ㄴ. ㉠은  $\text{CaCO}_3$ 이다.  
 ㄷ. (가)와 (나)의 각 반응에서 반응물 1몰을 반응시켰을 때 생성되는  $\text{CO}_2$ 의 양(mol)은 같다.

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

2020. 6월 평가원 13번

3. 표는  $\text{AB}_2(g)$ 에 대한 자료이다.  $\text{AB}_2$ 의 분자량은  $M$ 이다.

질량	부피	1 g에 들어 있는 전체 원자 수
1 g	2 L	$N$

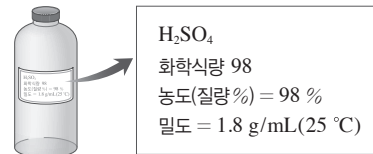
$\text{AB}_2(g)$ 에 대한 설명으로 옳은 것만을 | 보기 |에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이며, 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- | 보기 |  
 ㄱ. 1 g에 들어 있는 B 원자 수는  $\frac{2N}{3}$ 이다.  
 ㄴ. 1몰의 부피는  $2M$  L이다.  
 ㄷ. 1몰에 해당하는 분자 수는  $\frac{MN}{3}$ 이다.

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

2020. 6월 II 평가원 6번

4. 그림은 황산( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )이 들어 있는 시약병을 나타낸 것이다.



시약병에서 98 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5 mL를 취한 후 증류수로 희석하여  $x$  M  $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$  1 L를 만들었다.  $x$ 는? (단, 온도는 25 °C로 일정하다.)

- ① 0.18                      ② 0.15                      ③ 0.10  
 ④ 0.09                      ⑤ 0.05

2020. 9월 평가원 16번

5. 표는  $t^{\circ}\text{C}$ , 1기압에서 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다.

기체	분자식	질량(g)	부피(L)	전체 원자 수(상댓값)
(가)	$\text{AB}_2$	16	6	1
(나)	$\text{AB}_3$	30	$x$	2
(다)	$\text{CB}_2$	23	12	$y$

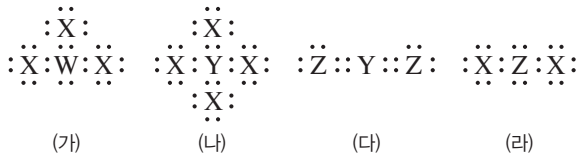
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ.  $x+y=10$ 이다.
  - ㄴ. 원자량은  $B>C$ 이다.
  - ㄷ. 1g에 들어 있는 B원자 수는 (나)>(다)이다.

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

2019. 9월 평가원 6번

6. 그림은 4가지 분자 (가)~(라)를 루이스 전자점식으로 나타낸 것이다.



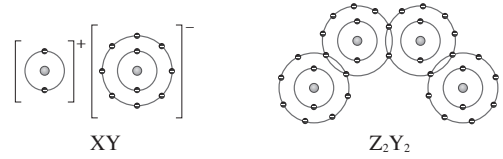
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 2주기 원소 기호이다.)

- | 보기 |
- ㄱ. (가)~(라) 중 무극성 분자는 2가지이다.
  - ㄴ. (가)에서 4개의 원자는 동일 평면에 있다.
  - ㄷ. (라)는 굽은 형 구조이다.

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

2019. 9월 평가원 8번

7. 그림은 화합물 XY와  $\text{Z}_2\text{Y}_2$ 를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



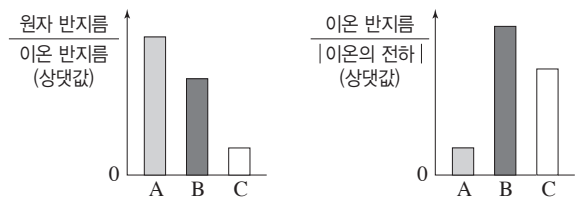
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. XY에서  $\text{Y}^-$ 과  $\text{Z}_2\text{Y}_2$ 에서 Y는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
  - ㄴ.  $\text{Z}_2\text{Y}_2$ 는 이온 결합 화합물이다.
  - ㄷ. 분자  $\text{Z}_2$ 에서 구성 원자가 모두 옥텟 규칙을 만족할 때,  $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{1}{6}$ 이다.

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

2019. 9월 평가원 11번

8. 그림은 원자 A~C에 대하여 원자 반지름과 이온 반지름을 나타낸 것이다. A~C는 각각 O, Na, Al 중 하나이며, A~C 이온의 전자 배치는 모두 Ne과 같다.



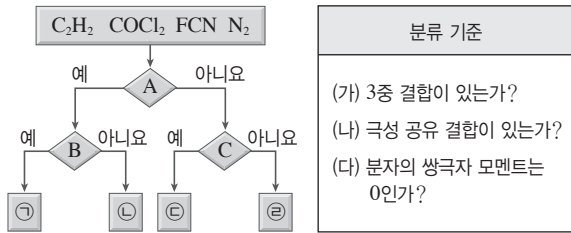
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는  $B>A$ 이다.
  - ㄴ. 이온 반지름은 C 이온이 A 이온보다 크다.
  - ㄷ. 원자가 전자 수는  $C>B$ 이다.

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

2019. 9월 평가원 9번

9. 그림은 4가지 분자를 3가지 분류 기준 (가)~(다)로 분류한 것이다. ㉠~㉣은 각각  $C_2H_2$ ,  $COCl_2$ ,  $FCN$ ,  $N_2$  중 하나이고, A~C는 각각 (가)~(다) 중 하나이다.

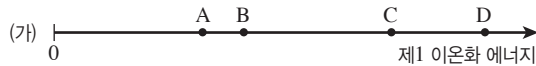


A~C로 옳은 것은?

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

2020. 9월 평가원 14번

10. 그림 (가)는 원자 A~D의 제1 이온화 에너지를, (나)는 주기율표에 원소 ㉠~㉣을 나타낸 것이다. A~D는 각각 ㉠~㉣ 중 하나이다.



(나)

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1								
2						㉠	㉡	
3		㉢	㉣					

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. D는 ㉠이다.
  - ㄴ. C와 D는 같은 주기 원소이다.
  - ㄷ.  $\frac{\text{제3 이온화 에너지}}{\text{제2 이온화 에너지}}$ 는  $B > A$ 이다.

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

2020. 수능 5번

11. 다음은 2주기 바닥상태 원자 X와 Y에 대한 자료이다.

- X와 Y의 홀전자 수의 합은 5이다.
- 전자가 들어 있는  $p$ 오비탈 수는  $Y > X$ 이다.

바닥상태 원자 X의 전자 배치로 적절한 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- |   | 1s | 2s | 2p |  | 1s | 2s | 2p |
|---|----|----|----|--|----|----|----|
| ① | ↑↓ | ↑  | ↑  |  | ②  | ↑↓ | ↑↓ |
| ③ | ↑↓ | ↑  | ↑↓ |  | ④  | ↑↓ | ↑↓ |
| ⑤ | ↑↓ | ↑↓ | ↑  |  |    |    |    |

2020. 6월 평가원 7번

12. 다음은 원자량에 대한 학생과 선생님의 대화이다.

학 생:  $^{12}\text{C}$ 의 원자량은 12.00인데 주기율표에는 왜 C의 원자량이 12.01인가요?  
선생님: 아래 표의  $^{13}\text{C}$ 와 같이,  $^{12}\text{C}$ 와 원자 번호는 같지만 질량수가 다른 동위 원소가 존재합니다. 따라서 주기율표에 제시된 원자량은 동위 원소가 자연계에 존재하는 비율을 고려하여 평균값으로 나타낸 것입니다.

6	원자 번호
C	원소 기호
탄소	원소 이름
12.01	원자량

동위 원소	$^{12}\text{C}$	$^{13}\text{C}$
양성자수	a	b
중성자수	c	d

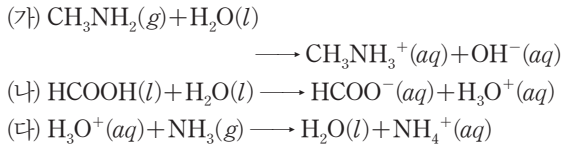
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, C의 동위 원소는  $^{12}\text{C}$ 와  $^{13}\text{C}$ 만 존재한다고 가정한다.)

- | 보기 |
- ㄱ.  $b > a$ 이다.
  - ㄴ.  $d > c$ 이다.
  - ㄷ. 자연계에서  $^{12}\text{C}$ 의 존재 비율은  $^{13}\text{C}$ 보다 크다.

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

2019. 9월 평가원 12번 변형

13. 다음은 산 염기 반응의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. (가)에서  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ 는 브뢴스테드·로리 염기이다.  
 ㄴ. (나)에서  $\text{HCOOH}$ 은 아레니우스 산이다.  
 ㄷ. (다)에서  $\text{NH}_3$ 는 브뢴스테드·로리 산이다.

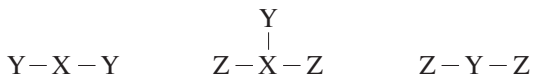
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ  
 ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2020. 9월 평가원 11번

14. 다음은 2주기 원소 X~Z로 구성된 3가지 분자 I~Ⅲ의 루이스 구조식과 관련된 탐구 활동이다.

|탐구 과정|

(가) 중심 원자와 주변 원자들을 각각 하나의 선으로 연결한다. 하나의 선은 하나의 공유 전자쌍을 의미한다.



(나) 각 원자의 원자가 전자 수를 고려하여 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하도록 비공유 전자쌍과 다중 결합을 그린다.  
 (다) (나)에서 그린 구조로부터 중심 원자의 비공유 전자쌍 수를 조사한다.

|탐구 결과|

분자	I	Ⅱ	Ⅲ
분자식	$\text{XY}_2$	$\text{XYZ}_2$	$\text{YZ}_2$
중심 원자의 비공유 전자쌍 수	0	$a$	2

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

|보기|

- ㄱ. Y는 산소(O)이다.  
 ㄴ.  $a=0$ 이다.  
 ㄷ. I~Ⅲ 중 다중 결합이 있는 것은 1가지이다.

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

2018. 수능 15번

15. 표는 용기 (가)와 (나)에 들어 있는 화합물  $\text{X}_2\text{Y}$ 와  $\text{X}_2\text{Y}_2$ 에 대한 자료이다.

용기	화합물의 질량(g)		용기 내 전체 원자 수
	$\text{X}_2\text{Y}$	$\text{X}_2\text{Y}_2$	
(가)	$a$	$2b$	$19N$
(나)	$2a$	$b$	$14N$

(가)에서 Y 원자 수는? (단, X, Y는 임의의 원소 기호이다.)  
 (나)에서 Y 원자 수는?

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

2019. 6월 평가원 15번

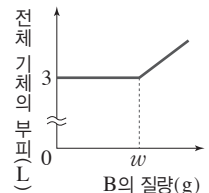
16. 다음은 기체 A와 B의 반응에 대한 자료와 실험이다.

• 화학 반응식:  $a\text{A}(g) + b\text{B}(g) \longrightarrow c\text{C}(g)$   
 ( $a \sim c$ 는 반응 계수)

•  $t^\circ\text{C}$ , 1기압에서 기체 1몰의 부피는 30 L이다.

|실험 I의 과정 및 결과|

• 3 L의 A(g)가 들어 있는 실린더에 B(g)를 넣어 가면서 반응시켰을 때, B(g)의 질량에 따른 전체 기체의 부피는 그림과 같았다.



|실험 II의 과정 및 결과|

•  $2w$  g의 B(g)가 들어 있는 실린더에 2 L의 A(g)를 넣어 반응을 완결시켰을 때,  $\frac{\text{C(g)의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}$ 은 0.5이었다.

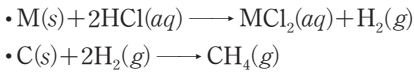
(B의 분자량)  $\times \frac{a}{b}$ 는? (단, 온도와 압력은  $t^\circ\text{C}$ , 1기압으로 일정하다.) [3점]

- ①  $\frac{40}{3}w$                       ②  $20w$                       ③  $\frac{80}{3}w$   
 ④  $40w$                       ⑤  $80w$

2018. 6월 평가원 16번

17. 다음은 2가지 화학 반응식과 실험이다.

| 화학 반응식 |



| 실험 I |

- (가) 금속  $M(s)$   $w$  mg을 충분한 양의  $HCl(aq)$ 과 모두 반응시킨다.  
 (나) (가)의  $H_2(g)$ 와  $a$  mg의  $C(s)$ 를 혼합하여 어느 한 반응물이 모두 소모될 때까지 반응시킨다.

| 실험 II |

- $M(s)$   $2w$  mg에 대하여 (가), (나)를 수행한다.

| 실험 결과 및 자료 |

- 실험 I에서  $C(s)$ 는 12 mg 남았고,  $CH_4(g)$ 이  $t^\circ C$ , 1기압에서 48 mL 생성되었다.  
 • 실험 II에서  $CH_4(g)$ 이  $x \times 10^{-3}$ 몰 생성되었다.  
 •  $t^\circ C$ , 1기압에서 기체 1몰의 부피: 24 L

$\frac{a}{x} \times (M \text{의 원자량})$ 은? (단, C의 원자량은 12이다.) [3점]

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

2020. 수능 18번

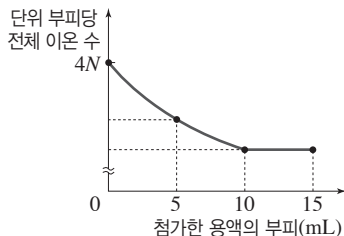
18. 다음은 중화 반응 실험이다.

| 실험 과정 |

- (가)  $HCl(aq)$ ,  $NaOH(aq)$ ,  $KOH(aq)$ 을 준비한다.  
 (나)  $HCl(aq)$  10 mL를 비커에 넣는다.  
 (다) (나)의 비커에  $NaOH(aq)$  5 mL를 넣는다.  
 (라) (다)의 비커에  $KOH(aq)$  10 mL를 넣는다.

| 실험 결과 |

- (다)와 (라) 과정에서 첨가한 용액의 단위 부피당 전체 이온 수



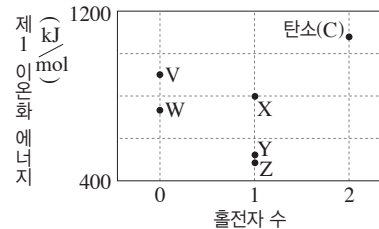
(다) 과정 후 혼합 용액의 단위 부피당  $H^+$  수는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

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

2019. 6월 평가원 17번

19. 다음은 탄소(C)와 2, 3주기 원자 V~Z에 대한 자료이다.

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



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

| 보기 |

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

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

2019. 6월 평가원 20번

20. 다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

| 실험 과정 |

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

| 실험 결과 |

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

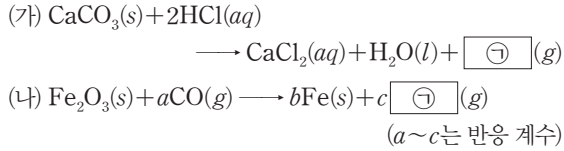
과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	$A^{a+}$ , $B^{b+}$	$A^{a+}$ , $B^{b+}$ , $C^{c+}$	$B^{b+}$ , $C^{c+}$
전체 양이온의 양(mol)	13	10	9

(나)에서 반응이 완결된 후,  $\frac{B^{b+} \text{의 양(mol)}}{A^{a+} \text{의 양(mol)}} \times b$ 는? (단, 음이온은 반응하지 않으며,  $a \sim c$ 는 3 이하의 정수이다.)

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

2019. 6월 평가원 5번

1. 다음은 2가지 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. ㉠은  $\text{CO}_2$ 이다.

ㄴ.  $\frac{a+c}{b} = 2$ 이다.

ㄷ. (나)에서 전체 기체의 양(mol)은 반응 후가 반응 전보다 크다.

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

2020. 9월 평가원 4번

2. 표는 원자 X~Z에 대한 자료이다.

원자	중성자수	질량수	전자 수
X	6	㉠	6
Y	7	13	
Z	9	17	

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

ㄱ. ㉠은 12이다.

ㄴ. Y는 X의 동위 원소이다.

ㄷ.  $Z^{2-}$ 의 전자 수는 10이다.

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

2018. 수능 6번

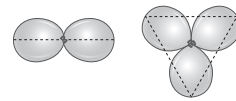
3. 다음은 풍선으로 만든 전자쌍 모형을 이용하여 분자 구조를 알아보는 탐구 활동이다.

|탐구 목적|

- 풍선으로 만든 전자쌍 모형에서 풍선의 배열 모습을 통해 중심 원자의 전자쌍이 각각 2개인 분자와 3개인 분자의 구조를 예측한다.

|탐구 과정 및 결과|

- 같은 크기의 풍선 2개와 3개를 각각 매듭끼리 묶었더니 풍선이 그림과 같이 각각 직선형과 평면 삼각형 모양으로 배열되었다.



|결론|

- 분자에서 중심 원자의 전자쌍은 풍선의 배열과 마찬가지로 ㉠
- $\text{BeCl}_2$ 의 분자 구조는 직선형, ㉡의 분자 구조는 평면 삼각형임을 예측할 수 있다.

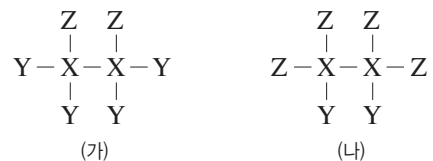
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. '가능한 한 서로 멀리 떨어져 있으려 한다.'는 ㉠으로 적절하다.  
 ㄴ. ' $\text{BCl}_3$ '는 ㉡으로 적절하다.  
 ㄷ.  $\text{CH}_4$ 의 분자 구조를 예측하기 위해 매듭끼리 묶어야 하는 풍선은 5개이다.

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

2020. 수능 9번

4. 그림은 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)와 (나)의 구조식을 나타낸 것이다. (가)에서 X의 산화수는 -1이다.



(나)에서 X의 산화수는? (단, X~Z는 임의의 1, 2주기 원소 기호이다.)

- ① -3                      ② -1                      ③ 0  
 ④ +1                      ⑤ +3

2018. 9월 평가원 8번

5. 표는 일정한 온도와 압력에서 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에 각각 포함된 수소 원자의 전체 질량은 같다.

기체	(가)	(나)	(다)
분자식	$H_2$	$CH_4$	$NH_3$
기체의 양	$x\text{ g}$	$\frac{1}{2}N_A$ 개	$V\text{ L}$

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, H의 원자량은 1이며,  $N_A$ 는 아보가드로수이다.) [3점]

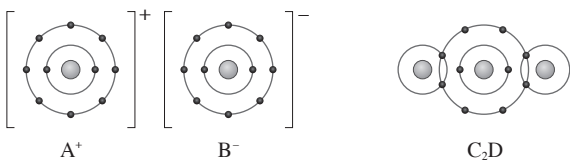
| 보기 |

- ㄱ.  $x=4$ 이다.  
 ㄴ. (나)의 부피는  $\frac{3}{4}V\text{ L}$ 이다.  
 ㄷ. (다)에 있는 총 원자 수는  $\frac{4}{3}N_A$ 이다.

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

2020. 9월 평가원 5번

6. 그림은 화합물 AB,  $C_2D$ 를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

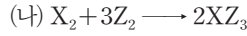
| 보기 |

- ㄱ.  $C_2D$ 의 공유 전자쌍 수는 2이다.  
 ㄴ.  $A_2D$ 는 이온 결합 화합물이다.  
 ㄷ.  $B_2$ 에는 2중 결합이 있다.

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

2019. 9월 평가원 14번

7. 다음은 2가지 산화 환원 반응의 화학 반응식과, 생성물에서 X의 산화수를 나타낸 것이다.



생성물	X의 산화수
$X_2Y_4$	-2
$XZ_3$	+3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 1, 2주기 원소 기호이다.)

| 보기 |

- ㄱ.  $X_2Y_4$ 에서 Y의 산화수는 +2이다.  
 ㄴ. (나)에서  $X_2$ 는 산화된다.  
 ㄷ. 분자  $YZ$ 에서 Y의 산화수는 0보다 작다.

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

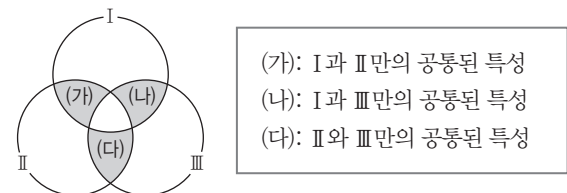
2020. 9월 평가원 9번

8. 다음은 3가지 분자 I~Ⅲ에 대한 자료이다.

• 분자식

I	II	Ⅲ
$CH_4$	$NH_3$	$HCN$

• I~Ⅲ의 특성을 나타낸 벤 다이어그램



- (가): I과 II만의 공통된 특성  
 (나): I과 III만의 공통된 특성  
 (다): II와 III만의 공통된 특성  
 (라): I, II, III의 공통된 특성

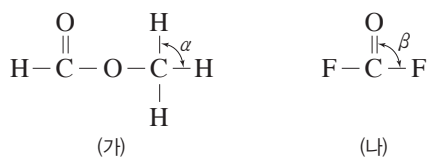
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [3점]

- ① '단일 결합만 존재한다.'는 (가)에 속한다.  
 ② '입체 구조이다.'는 (나)에 속한다.  
 ③ '공유 전자쌍 수가 4이다.'는 (나)에 속한다.  
 ④ '극성 분자이다.'는 (다)에 속한다.  
 ⑤ '비공유 전자쌍 수가 1이다.'는 (다)에 속한다.



2019. 6월 평가원 9번

9. 그림은 분자 (가)와 (나)의 루이스 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. (나)는 극성 분자이다.
- ㄴ. 결합각은  $\alpha > \beta$ 이다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)의 2배이다.

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

2018. 6월 평가원 13번

10. 그림은 2주기 원자 X~Z의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다.



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

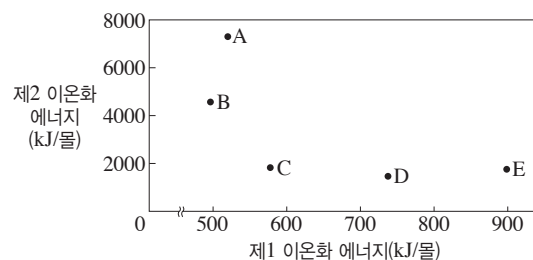
|보기|

- ㄱ. 전기 음성도는  $X > Y$ 이다.
- ㄴ.  $X_2Z_2$ 에는 2중 결합이 있다.
- ㄷ.  $Y_2Z_2$ 에서 Y의 산화수는 +1이다.

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

2020. 6월 평가원 16번

11. 그림 (가)는 원자 A~E의 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다. A~E의 원자 번호는 각각 3, 4, 11, 12, 13 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~E는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

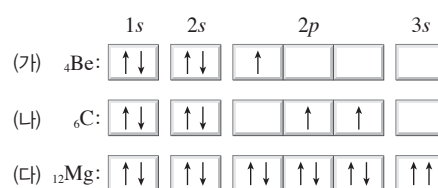
|보기|

- ㄱ. 원자 번호는  $B > A$ 이다.
- ㄴ. D와 E는 같은 주기 원소이다.
- ㄷ.  $\frac{\text{제3 이온화에너지}}{\text{제2 이온화에너지}}$ 는  $C > D$ 이다.

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

2019. 수능 3번

12. 다음은 학생 X가 그린 3가지 원자의 전자 배치 (가)~(다)와 이에 대한 세 학생의 대화이다.



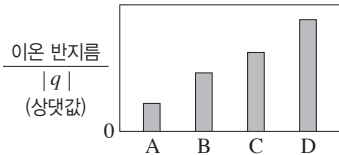
학생 A~C 중 제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? [3점]

- ① A                      ② C                      ③ A, B  
 ④ B, C                ⑤ A, B, C

2019. 6월 평가원 13번

13. 다음은 바닥상태 원자 A~D에 대한 자료이다.

- 원자 번호는 각각 8, 9, 11, 12 중 하나이다.
- 전기 음성도는  $B > C$ 이다.
- 각 원자의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- A~D의  $\frac{\text{이온 반지름}}{|q|}$  ( $q$ 는 이온의 전하)



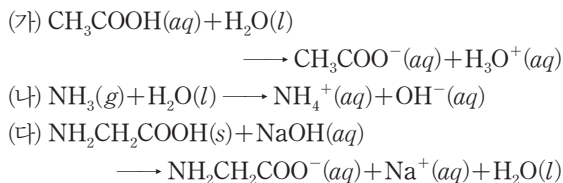
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. B는  $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}} > 1$ 이다.
  - ㄴ. 전기 음성도는  $D > B$ 이다.
  - ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는  $A > C$ 이다.

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

2018. 9월 평가원 14번 변형

14. 다음은 산 염기 반응의 화학 반응식이다.



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

- | 보기 |
- ㄱ. (가)에서  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 은 아레니우스 산이다.
  - ㄴ. (나)에서  $\text{NH}_3$ 는 브뢴스테드·로리 염기이다.
  - ㄷ. (다)에서  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 은 브뢴스테드·로리 산이다.

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

2020. 9월 II 평가원 16번

15. 다음은  $\text{NaOH}(aq)$ 에 대한 실험이다.

- (가) 10 %  $\text{NaOH}(aq)$  60 g을 준비하였다.
- (나) 밀도가 1.02 g/mL인 0.5 M  $\text{NaOH}(aq)$  100 mL를 준비하였다.
- (다) (가)와 (나)의 수용액을 모두 혼합한 후, 증류수  $x$  mL를 추가하여 밀도가 1.05 g/mL인 1.2 M  $\text{NaOH}(aq)$ 을 만들었다.

$x$ 는? (단,  $\text{NaOH}$ 의 화학식량은 40이고, 증류수의 밀도는 1.00 g/mL이다.) [3점]

- ① 13                      ② 15                      ③ 17  
④ 19                      ⑤ 21

2019. 6월 평가원 14번

16. 표는 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다.

원자	X	Y	Z
$\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ (상댓값)	2	4	5
홀전자 수	3	$a$	$a$

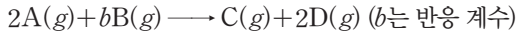
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

- | 보기 |
- ㄱ.  $a=1$ 이다.
  - ㄴ. X와 Y는 같은 주기 원소이다.
  - ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는  $Z > Y$ 이다.

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

2018. 수능 17번

17. 다음은 A와 B가 반응하여 C와 D를 생성하는 화학 반응식이다.



표는 실린더에 A(g)를  $x$  L 넣고 B(g)의 부피를 달리하여 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후
	A의 부피(L)	B의 부피(L)	전체 기체의 양(mol) C의 양(mol)
I	$x$	4	4
II	$x$	9	4

$\frac{x}{b}$  는? (단, 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

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

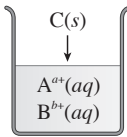
2020. 수능 20번

18. 다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

| 실험 과정 |

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

(나) (가)의 비커에 C(s)를 조금씩 넣어 반응을 완결시킨다.



| 실험 결과 및 자료 |

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

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

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 | 보기 |에서 있는 대로 고른 것은? (단, 음이온과 석출된 금속 각각은 반응에 참여하지 않고,  $a$ 와  $b$ 는 3 이하의 자연수이다.)

| 보기 |

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

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

2019. 9월 평가원 19번

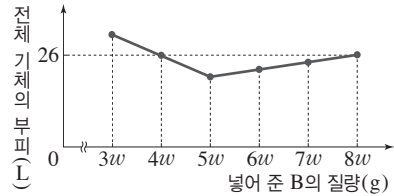
19. 다음은 기체 A와 B의 반응에 대한 자료와 실험이다.

| 자료 |

- 화학 반응식:  $aA(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$  ( $a$ 는 반응 계수)
- $t^\circ\text{C}$ , 1기압에서 기체 1몰의 부피: 40 L
- B의 분자량:  $x$

| 실험 과정 및 결과 |

- A(g)  $y$  L가 들어 있는 실린더에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B의 질량에 다른 전체 기체의 부피는 그림과 같았다.



$\frac{y}{x}$  는? (단, 온도와 실린더 속 전체 기체의 압력은  $t^\circ\text{C}$ , 1기압으로 일정하다.) [3점]

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

2018. 6월 평가원 18번

20. 다음은 중화 반응 실험이다.

| 실험 과정 |

(가)  $\text{HCl}(aq)$ ,  $\text{KOH}(aq)$ ,  $\text{NaOH}(aq)$ 을 준비한다.

(나)  $\text{HCl}(aq)$  5 mL와  $\text{KOH}(aq)$  10 mL를 혼합하여 용액 I을 만든다.

(다) 용액 I에  $\text{NaOH}(aq)$  5 mL를 혼합하여 용액 II를 만든다.

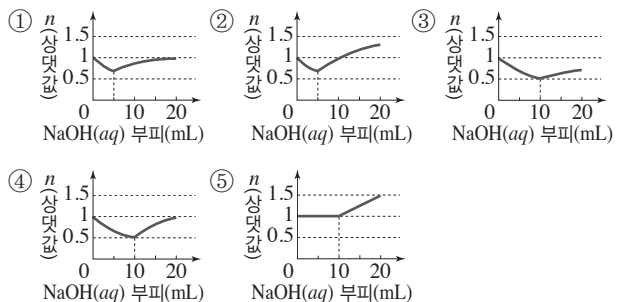
| 실험 결과 |

- 혼합 용액에 존재하는 이온의 종류와 단위 부피당 이온 수

이온의 종류		A	B	C	D	E
단위 부피당 이온 수	I	4N	4N	8N	0	0
	II	3N	0	6N	9N	12N

$\text{HCl}(aq)$  10 mL에  $\text{NaOH}(aq)$ 을 조금씩 넣을 때 혼합 용액에 존재하는 단위 부피당 전체 양이온 수( $n$ )로 가장 적절한 것은? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.)

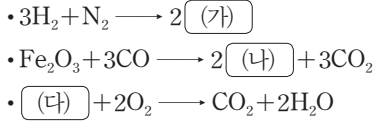
[3점]



과학탐구 영역 [화학 I]

① 제한 시간 30분

1. 다음은 3가지 반응의 화학 반응식이다.



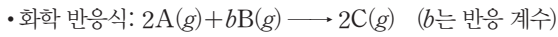
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. (가)는 비료의 원료로 사용할 수 있다.  
 ㄴ. (나)는 건축 재료로 활용된다.  
 ㄷ. (다)는 화석 연료 중 하나이다.

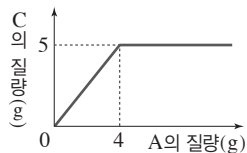
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ  
 ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 다음은 기체 A와 B의 반응에 대한 자료와 실험이다.

|자료|



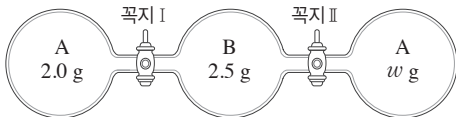
• A와 일정한 질량의 B를 반응시켰을 때, A의 질량에 따른 C의 질량



|실험 과정|

(가) 그림과 같이 기체 A와 B를

꼭지로 연결된 용기에 넣는다.



(나) 꼭지 I을 열어 반응을 완결한 후 용기 속 기체의 분자 수비를 구한다.

(다) 꼭지 II를 열어 반응을 완결한 후 용기 속 기체의 몰비를 구한다.

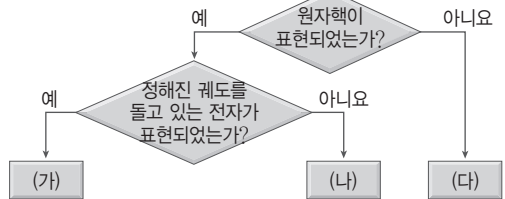
|실험 결과|

- (나)에서 B와 C의 분자 수비는 2 : 1이다.  
 • (다)에서 A와 C의 몰비는 2 : 5이다.

반응 계수( $b$ )와 (가)의  $w$ 를 옳게 짝 지은 것은? [3점]

- |               |             |               |  |
|---------------|-------------|---------------|--|
| $\frac{b}{w}$ |             | $\frac{b}{w}$ |  |
| ① 1      6    | ② 1      12 |               |  |
| ③ 2      8    | ④ 2      12 |               |  |
| ⑤ 3      6    |             |               |  |

3. 그림은 3가지 원자 모형을 주어진 기준에 따라 분류한 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. (가)는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 제안된 모형이다.  
 ㄴ. (나)는 톰슨이 음극선 실험 결과를 설명하기 위해 제안한 모형이다.  
 ㄷ. (다)는 오비탈을 설명할 수 있다.

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

4. 표는 수소 원자의 전자 전이  $a \sim f$ 를 전이 전 주 양자수( $n_{\text{전}}$ )와 전이 후 주 양자수( $n_{\text{후}}$ )로 나타낸 것이고, 그림은 가시광선 영역에서 수소 원자의 선 스펙트럼이다. 656 nm의 선은  $d$ 에 해당한다.

구분	$a$	$b$	$c$	$d$	$e$	$f$
$n_{\text{전}}$	2	2	3	3	3	4
$n_{\text{후}}$	1	3	1	2	4	2

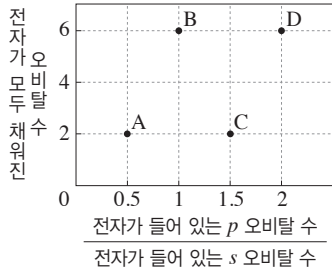


$a \sim f$ 에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수소 원자의 에너지 준위  $E_n \propto -\frac{1}{n^2}$ 이다.) [3점]

- |보기|
- ㄱ. ㉠선은  $f$ 에 해당한다.  
 ㄴ.  $c$ 에서 방출되는 빛의 에너지는  $a$ 에서 방출되는 빛의 1.5배이다.  
 ㄷ.  $b$ 와  $e$ 에서 흡수하는 에너지의 합은  $f$ 에서 방출되는 에너지와 크기가 같다.

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

5. 그림은 2, 3주기 바닥상태 원자 A~D에서 전자가 모두 채워진 오비탈 수와  $\frac{\text{전자가 들어 있는 } p \text{ 오비탈 수}}{\text{전자가 들어 있는 } s \text{ 오비탈 수}}$ 를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- |보기|
- ㄱ. 2주기 원소는 2가지이다.
  - ㄴ. 원자가 전자 수는 D가 A보다 크다.
  - ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B가 D보다 크다.

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

6. 표는 Ne 원자의 서로 다른 전자 배치 (가), (나)에서 각 전자 껍질에 있는 전자 수를 나타낸 것이다.

전자 배치	전자 껍질		
	K	L	M
(가)	2	8	0
(나)	2	7	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. (가)에서 L 껍질의 모든 오비탈은 에너지 준위가 같다.
  - ㄴ. (나)에서 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 5이다.
  - ㄷ. (나)에서 (가)로 될 때 에너지를 방출한다.

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

7. 다음은 바닥상태 2주기 원자 X와 Y에 대한 자료이다.

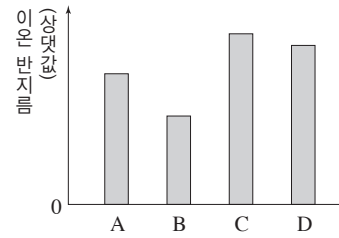
- 전자 수비는 X : Y = 1 : 2이다.
- 전자가 들어 있는 오비탈 수비는 X : Y = 2 : 5이다.

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

- |보기|
- ㄱ. 바닥상태에서 X와 Y의 홀전자 수의 합은 3이다.
  - ㄴ. Y에서  $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 이다.
  - ㄷ. Y가 바닥상태  $Y^-$ 이 될 때 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 증가한다.

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

8. 그림은 2, 3주기 원소 A~D가 이온 결합 화합물 AD와 BC를 형성할 때, 각 원소의 이온 반지름을 나타낸 것이다. A~D 이온의 전자 배치는 Ne과 같다.



A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- |보기|
- ㄱ. 원자 반지름은 C가 D보다 크다.
  - ㄴ. 제1 이온화 에너지는 A가 가장 작다.
  - ㄷ. 바닥상태에서 홀전자 수는 B가 가장 크다.

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

9. 표는 원자 A~D의 바닥상태 전자 배치를 나타낸 것이다.

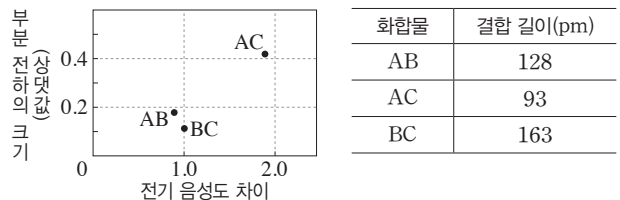
원자	전자 배치	원자	전자 배치
A	$1s^2 2s^2 2p^4$	C	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
B	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	D	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- |보기|
- ㄱ. B(s)에는 자유 전자가 있다.
  - ㄴ. 양이온의 반지름은 BD(s)가 CA(s)보다 크다.
  - ㄷ.  $AD_2(l)$ 는 전기 전도성이 있다.

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

10. 다음은 화합물 AB, AC, BC에 대한 자료이다. A~C는 각각 H, F, Cl 중 하나이다.



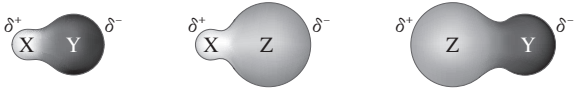
화합물	결합 길이(pm)
AB	128
AC	93
BC	163

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- |보기|
- ㄱ. 전기 음성도는  $B > C$ 이다.
  - ㄴ. AB는 공유 결합 물질이다.
  - ㄷ. AC에서 A는 부분적인 양전하( $\delta^+$ )를 띤다.

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

11. 그림은 1, 2주기 원자 X~Z로 이루어진 3가지 분자에서 분자 내에 부분적인 양전하( $\delta^+$ )와 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 나타낸 것이다. 분자에서 원자 사이의 결합은 모두 단일 결합이다.



X~Z의 전기 음성도로 옳은 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

- ①  $X > Y > Z$       ②  $X > Z > Y$       ③  $Y > X > Z$   
 ④  $Y > Z > X$       ⑤  $Z > Y > X$

12. 표는 원소 A~D로 구성된 안정한 화합물 (가)~(라)에 대한 자료이다. A~D는 각각 O, F, Na, Mg 중 하나이다.

화합물	(가)	(나)	(다)	(라)
화합식의 구성 원자 수	2	3	3	3
원자 수비				

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

ㄱ. (가)는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.  
 ㄴ. (나)에서 A는 부분적인 양전하( $\delta^+$ )를 띤다.  
 ㄷ. C와 D로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은  $DC_2$ 이다.

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

13. 표는 원소 A~C로 이루어진 3가지 물질에 대한 자료이다. A~C는 2주기 이상의 1족 또는 17족 원소 중 하나이다.

물질	녹는점(°C)	끓는점(°C)	전기 전도성
A	98	881	있음
$B_2$	114	185	없음
$C_2$	-101	-34	없음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

ㄱ. 전기 전도도는 A(s)가 AB(s)보다 크다.  
 ㄴ. 공유 전자쌍 수는  $B_2$ 와  $C_2$ 에서 같다.  
 ㄷ.  $B_2$ 는 벤젠보다 물에 잘 녹는다.

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

14. 그림은  $CO_2$ 와  $BCl_3$ 의 루이스 전자점식이다.

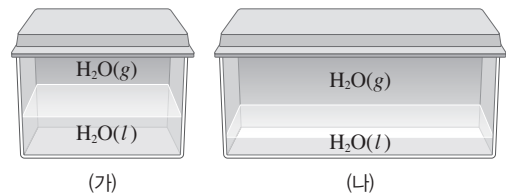


(가)와 (나)의 공통점으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. 무극성 공유 결합이 있다.  
 ㄴ. 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.  
 ㄷ. 모든 구성 원자가 같은 평면에 있다.

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

15. 그림 (가)와 (나)는 부피가 1 L, 2 L인 밀폐 용기에 같은 양의 물을 넣고 충분한 시간이 흐른 후의 모습을 나타낸 것이다.

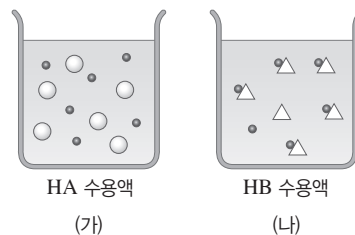


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. (가)는 동적 평형을 이루었다.  
 ㄴ. (나)에서는 가역 반응이 진행된다.  
 ㄷ. (가), (나) 모두 물의 양이 변하지 않는다.

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

16. 그림은 같은 농도의 산 HA와 HB가 각각 25 °C 물에서 이온화된 상태를 모형으로 나타낸 것이다.

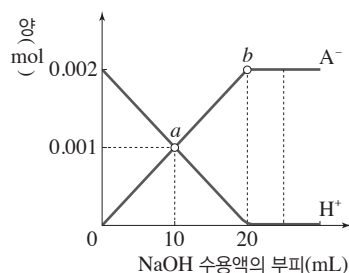


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 수용액의 부피는 같고, 25 °C에서 물의 이온화 상수  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 이다.)

ㄱ.  $\bullet$ 은  $H^+$ 이다.  
 ㄴ.  $[OH^-]$ 는 (가)가 (나)보다 작다.  
 ㄷ. 수용액의 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

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

17. 그림은 산 HA 수용액 20 mL를 0.1 M NaOH 수용액으로 중화시킬 때 넣어 준 NaOH 수용액의 부피에 따른  $H^+$ 과  $A^-$ 의 양(mol)을 나타낸 것이다.



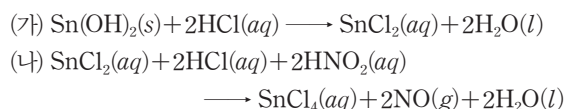
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, HA는 수용액에서 완전히 이온화한다.)

|보기|

- ㄱ. HA 수용액의 농도는 0.1 M이다.
- ㄴ. 혼합 용액의 pH는  $a$ 가  $b$ 보다 크다.
- ㄷ.  $a$ 의 혼합 용액에 BTB 용액을 넣으면 파란색을 나타낸다.

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

18. 다음은 주석(Sn)과 관련된 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.



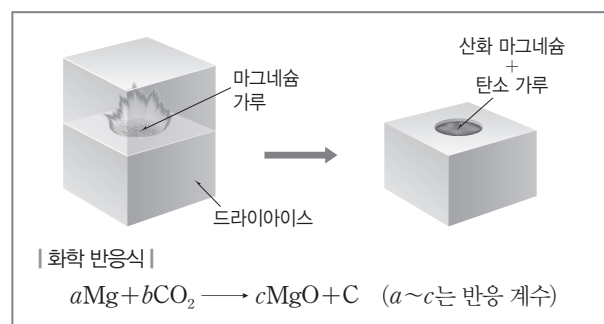
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. (가)는 산화 환원 반응이다.
- ㄴ. (나)에서  $SnCl_2$ 는 환원제이다.
- ㄷ. (나)에서 N의 산화수는 +3에서 +2로 감소한다.

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

19. 그림과 같이 드라이아이스로 만든 통 안에 마그네슘(Mg) 가루를 넣고 불을 붙이면 연소 반응이 일어나서 반응 후 검은색 탄소(C) 가루가 생성된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

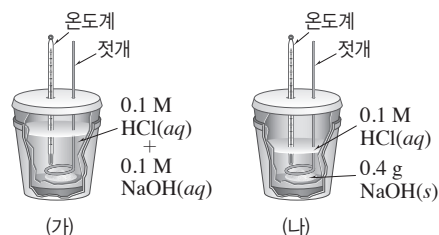
|보기|

- ㄱ.  $a + b + c = 5$ 이다.
- ㄴ. Mg는 산화된다.
- ㄷ.  $CO_2$ 는 환원제로 작용한다.

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

20. 다음은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH)의 2가지 반응에 대한 실험 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.

- (가) 스타이로폼 컵에 0.1 M  $HCl(aq)$  100 mL와 0.1 M  $NaOH(aq)$  100 mL를 넣고 반응시킨 후, 최고 온도( $t_1$ )를 측정한다.  
 (나) 스타이로폼 컵에 0.1 M  $HCl(aq)$  100 mL와  $NaOH(s)$  0.4 g을 넣고 반응시킨 후, 최고 온도( $t_2$ )를 측정한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이고, 혼합 전  $NaOH(aq)$ 과  $HCl(aq)$ 의 온도는 각각  $25^\circ C$ 이다. 또, 반응에서 발생하는 열은 모두 혼합 용액이 흡수한다고 가정한다.) [3점]

|보기|

- ㄱ.  $t_1$ 과  $t_2$ 는 같다.
- ㄴ. 생성된 물의 양은 (가)에서와 (나)에서가 같다.
- ㄷ. 혼합 용액의 pH는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

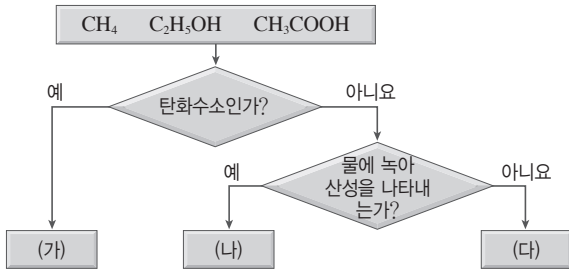
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄷ  
④ ㄱ, ㄴ                ⑤ ㄱ, ㄷ



# 과학탐구 영역 [화학 I]

① 제한 시간 30분

1. 그림은 3가지 탄소 화합물을 분류한 것이다.

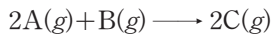


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. (가)와 (나)는 연료로 사용한다.
  - ㄴ. (나)를 이루는 모든 탄소 원자는 4개의 원자와 결합한다.
  - ㄷ. (다)는 살균·소독 작용을 하여 소독용 약품으로 사용한다.

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

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



표는 실린더에 A와 B를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다. 분자량비는 A : C = 15 : 23이고, 온도와 압력은 일정하다.

실험	반응 전		반응 후		전체 기체의 부피(상대값)
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	A의 질량(g)	B의 질량(g)	
(가)	6.0	6.4	0	㉠	1
(나)	9.0	3.2	㉡	0	㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- |보기|
- ㄱ. 분자량비는 B : C = 16 : 23이다.
  - ㄴ. (가)에서 반응 후 물비는 B : C = 1 : 2이다.
  - ㄷ. ㉠ + ㉡ + ㉢ = 7.2이다.

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

3. 그림은 학생들이 그린 전자 배치를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 O, (라)는 O<sup>+</sup>의 전자 배치이다.

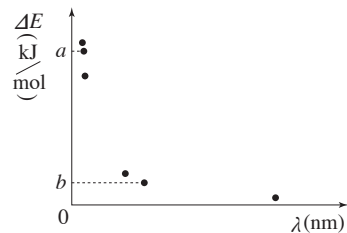
	1s	2s	2p
(가)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓
(나)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↑
(다)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑
(라)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑

(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. (가)는 바닥상태이다.
  - ㄴ. (나)는 파울리 배타 원리에 위배된다.
  - ㄷ. (다)와 (라)의 에너지 차이는 O의 제1 이온화 에너지와 같다.

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

4. 그림은 들뜬상태에 있는 수소 원자의 전자가  $n=x$  이하에서 전자 전이할 때 방출하는 빛의 에너지( $\Delta E$ )와 이에 해당하는 파장( $\lambda$ )을 모두 점으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수소 원자의 에너지 준위  $E_n = -\frac{k}{n^2}$  이고,  $n$ 은 주 양자수,  $k$ 는 상수이다.) [3점]

- |보기|
- ㄱ.  $x$ 는 4이다.
  - ㄴ.  $a$ 는 자외선에 해당한다.
  - ㄷ. 수소 원자에서  $(a-b)$ 의 에너지를 방출하는 전자 전이가 일어날 수 있다.

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



5. 표는 서로 다른 원소 A와 B의 바닥상태에 있는 4가지 입자에 대한 자료이다.

입자	A	A <sup>+</sup>	B	B <sup>-</sup>
$\frac{p \text{ 오비탈의 홀전자 수}}{p \text{ 오비탈의 전자 수}}$	1	1	1	$\frac{1}{2}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

| 보기 |

- ㄱ. 원자가 전자가 들어 있는 주 양자수는 B가 A보다 크다.
- ㄴ.  $p$  오비탈의 홀전자 수는  $A < B$ 이다.
- ㄷ.  $p$  오비탈의 전자 수는  $A > B$ 이다.

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

6. 다음은 바닥상태 원자 X~Z와 관련된 자료이다.

- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 X와 Y가 같다.
- $p$  오비탈에 들어 있는 전자 수는 X가 Y의 5배이다.
- $X^-$ 과  $Z^+$ 의 전자 수는 같다.

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

| 보기 |

- ㄱ. Z는 3주기 원소이다.
- ㄴ. Y에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 3이다.
- ㄷ. X~Z의 홀전자 수의 합은 4이다.

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

7. 다음은 원소 (가)~(마)를 구별하기 위한 자료이다. (가)~(마)는 각각 Li, C, N, O, F 중 하나이다.

- 바닥상태 전자 배치의 홀전자 수: (가)=(나)
- 원자가 전자 수: (다)>(가)>(나)
- 제1 이온화 에너지: (마)>(가)

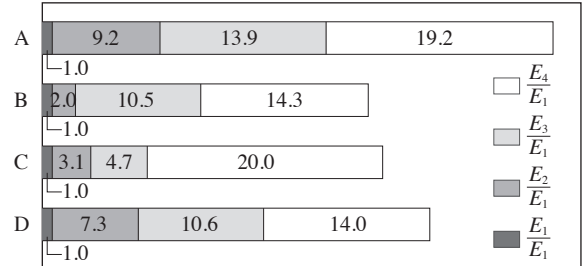
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

| 보기 |

- ㄱ. (라)는 Li이다.
- ㄴ.  $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 (가)>(다)이다.
- ㄷ. 홀전자 수는 (마)>(나)이다.

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

8. 그림은 원소 A~D의 제1~제4 이온화 에너지를 각각의 제1 이온화 에너지에 대한 비로 나타낸 것이다. A~D는 각각 Na, Mg, Al, K 중 하나이다.



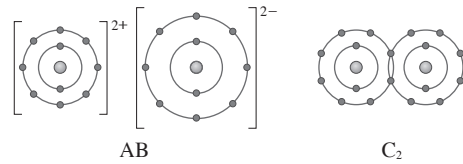
A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

| 보기 |

- ㄱ. A는 1족 원소이다.
- ㄴ. 안정한 이온의 반지름은 B 이온이 C 이온보다 크다.
- ㄷ.  $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 원소는 D이다.

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

9. 그림은 물질 AB와 C<sub>2</sub>의 화학 결합 모형을 나타낸 것이다.



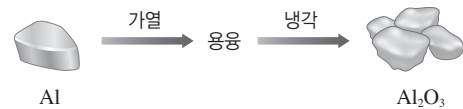
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

| 보기 |

- ㄱ. AB(l)는 전기 전도성이 있다.
- ㄴ. 공유 전자쌍의 수는 B<sub>2</sub>가 C<sub>2</sub>의 2배이다.
- ㄷ. AC<sub>2</sub>의 화학 결합의 종류는 AB와 같다.

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

10. 그림은 알루미늄(Al)이 공기 중에서 용융되어 산화 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)으로 되는 과정을 나타낸 것이다.



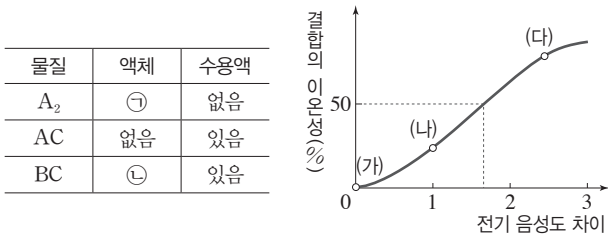
이 과정에서 일어나는 변화로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. 전기 전도도가 감소한다.
- ㄴ. 자유 전자 수가 감소한다.
- ㄷ. 연성과 전성이 커진다.

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

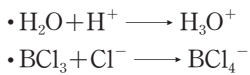
11. 표는 3가지 물질의 액체와 수용액에서 전기 전도성을 나타낸 것이고, 그림은 이 물질들의 전기 음성도 차이에 따른 결합의 이온성을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- ① ㉠에는 '있음'이 적절하다.  
 ② ㉡에는 '없음'이 적절하다.  
 ③ (가)는 AC이다.  
 ④ 전기 음성도는 A가 B보다 크다.  
 ⑤ AC와 BC의 화학 결합의 종류는 같다.

12. 다음은 2가지 화학 반응식이다.

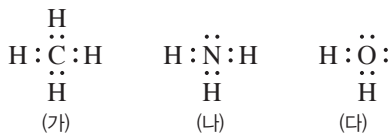


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- |보기|  
 ㄱ. 결합각은  $\text{BCl}_4^- > \text{H}_3\text{O}^+$ 이다.  
 ㄴ. 결합의 쌍극자 모멘트의 합은  $\text{H}_3\text{O}^+ > \text{BCl}_3$ 이다.  
 ㄷ.  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 분자 구조는  $\text{BCl}_3$ 와 같은 평면 삼각형이다.

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

13. 그림은 분자 (가)~(다)의 루이스 전자점식이다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, C, N, O의 원자량은 각각 12, 14, 16이다.)

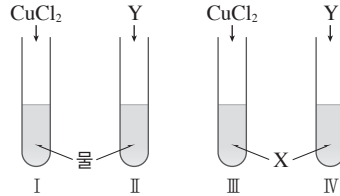
- |보기|  
 ㄱ. 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.  
 ㄴ. 끓는점은 (나)가 (가)보다 높다.  
 ㄷ. 액체 (다)에 대한 용해도는 (나)가 (가)보다 크다.

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

14. 다음은 물질의 극성과 용해도를 알아보기 위한 실험이다.

|실험 과정|

- (가) 시험관 I~IV를 준비하여 I과 II에는 물 20 mL씩을, III과 IV에는 물질 X 20 mL씩을 넣는다.  
 (나) 시험관 I과 III에는  $\text{CuCl}_2$  1 g씩을, II와 IV에는 물질 Y 1 g씩을 넣고 잘 흔든 후, 용해된 정도를 관찰한다.



|실험 결과|

푸른색은 I에서만, 보라색은 IV에서만 나타났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|  
 ㄱ. X의 예로 'n-헥세인'이 적절하다.  
 ㄴ. Y의 결합의 쌍극자 모멘트 합은 0이다.  
 ㄷ. I과 IV를 혼합하면 용액의 보라색은 없어진다.

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

15. 표는 HA, HB, COH 수용액을 서로 다른 부피로 혼합하였을 때 생성된 물 분자 수를 상댓값으로 나타낸 것이다. 실험 II에서 혼합 용액의 액성은 중성이다.

실험	HA(aq) 부피(mL)	HB(aq) 부피(mL)	COH(aq) 부피(mL)	생성된 물 분자 수 (상댓값)
I	30	10	40	11n
II	20	30	30	12n
III	20	40	20	8n

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 혼합 전 각 수용액의 온도는 같다.) [3점]

- |보기|  
 ㄱ. 혼합 용액의 pH는 실험 I이 실험 II보다 크다.  
 ㄴ. 혼합 용액의 최고 온도는 실험 I이 실험 III보다 높다.  
 ㄷ. 실험 III의 혼합 용액은 염기성이다.

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

16. 표는 25 °C에서 3종류의 가정용 세제의 pH를 나타낸 것이다.

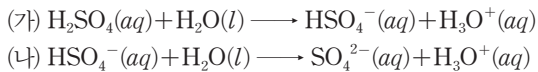
(가)	(나)	(다)
pH 4.6	pH 5.8	pH 13.2

25 °C에서 (가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25 °C에서 물의 이온화 상수  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 이다.)

- | 보기 |
- ㄱ. 산성은 2가지이다.
  - ㄴ.  $[H_3O^+]$ 는 (가)가 (나)보다 크다.
  - ㄷ. pOH는 (나)가 (다)보다 크다.

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

17. 다음은 물에서 황산( $H_2SO_4$ )과 황산수소 이온( $HSO_4^-$ )의 이온화 반응을 각각 나타낸 것이다.

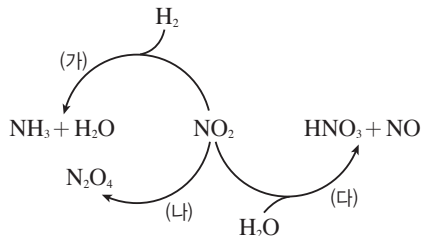


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- | 보기 |
- ㄱ. (가)에서  $H_2SO_4$ 는 브뢴스테드·로리 산이다.
  - ㄴ. (나)에서 S의 산화수는 증가한다.
  - ㄷ. (가)와 (나)에서  $H_2O$ 는 양쪽성 물질이다.

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

18. 그림은 이산화 질소( $NO_2$ )와 관련된 반응 (가)~(다)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. (가)에서  $H_2$ 는 환원제이다.
  - ㄴ. (나)에서  $NO_2$ 는 산화된다.
  - ㄷ. N의 산화수가 가장 큰 물질은  $HNO_3$ 이다.

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

19. 다음은 어떤 물질 X의 연소 반응이 진행될 때 출입하는 열량을 열량계를 이용하여 측정하는 실험에 대한 학생들의 대화 내용이다.



옳게 말한 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A                      ② B                      ③ A, C  
④ B, C                ⑤ A, B, C

20. 다음은 중화 반응의 열량을 측정하는 실험 과정을 나타낸 것이다.

| 실험 과정 |

- (가) 간이 열량계를 준비한다.
- (나) 0.1 M 염산( $HCl(aq)$ )과 온도와 농도가 같은 수산화 나트륨( $NaOH$ ) 수용액을 100 mL씩 준비하고 각각의 질량( $w_1$  g,  $w_2$  g)을 측정한다.
- (다) 열량계 속 비커에  $HCl(aq)$  100 mL를 넣고 처음 온도( $t_1$  °C)를 측정한다.
- (라) 과정 (다)의 비커에  $NaOH(aq)$  100 mL를 넣자마자 뚜껑을 씌우고 젓개로 저어주면서 온도 변화가 없을 때까지 1분마다 온도를 측정한다.
- (마) 최고 온도( $t_2$  °C)를 기록한다.
- (바) 혼합 용액의 비열( $c$  J/(g·°C))과 측정값을 이용하여 이 반응에서 발생한 열량( $Q$ )을 계산한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응에서 발생하는 열은 모두 혼합 용액이 흡수한다고 가정한다.) [3점]

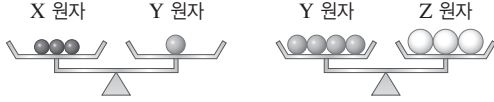
- | 보기 |
- ㄱ.  $Q = c(w_1 + w_2)(t_2 - t_1)$ 이다.
  - ㄴ.  $NaOH(aq)$  200 mL를 넣어 반응시키면  $Q$ 는 2배가 된다.
  - ㄷ. 과정 (바)의  $Q$ 는 산과 염기의 종류에 관계없이 몰당 발생하는 열량이 같다.

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

# 과학탐구 영역 [화학 I]

① 제한 시간 30분

1. 그림은 비금속 원자 X~Z의 상대적인 질량 관계를 나타낸 것이다.



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

- 보기 —
- ㄱ. 원자량은  $X : Y = 1 : 3$ 이다.
  - ㄴ. 원자 1몰의 질량은 Z가 X의 4배이다.
  - ㄷ. 1g에 들어 있는 원자 수는  $YZ_2$ 가  $Z_2$ 보다 크다.

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

2. 다음은  $x$  M의 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 500 mL를 만드는 과정이다.

- (가) NaOH 2.0 g을 측정하여 증류수가 들어 있는 비커에 넣어 완전히 녹인다.  
(나) (가)의 용액을 깔때기를 이용하여 500 mL A에 넣은 다음 증류수로 비커와 깔때기에 묻어 있는 용액을 씻어 A에 넣는다.  
(다) (나)의 용액을 실온으로 식힌 다음 눈금선까지 증류수를 가한다.  
(라) A의 마개를 닫고 용액이 잘 섞이도록 충분히 흔들어 준다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이다.)

- 보기 —
- ㄱ.  $x$ 는 0.1이다.
  - ㄴ. A는 부피 플라스크이다.
  - ㄷ. (다)에서 실온으로 식힌 다음 증류수를 가하는 까닭은 온도에 따라 몰 농도가 변하기 때문이다.

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

3. 다음은 바닥상태인 원자 A와 A의 동위 원소에 대한 자료이다.

•  $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 이다.

- 전자가 들어 있는 오비탈 수는 6이다.
- A의 동위 원소 중 자연계에 존재하는 비율은 양성자수와 중성자수가 같은 동위 원소가 가장 크다.
- 동위 원소에 대한 자료

동위 원소	존재 비율(%)	원자량
$^x A$	80	$a - 1$
$^y A$	10	$a$
$^z A$	10	$a + 1$

A의 평균 원자량은? (단, A는 임의의 원소 기호이고, 원자의 질량수는 원자량과 같다.) [3점]

- ① 24.1                      ② 24.3                      ③ 24.5  
④ 25.0                      ⑤ 25.4

4. 다음은 질량수가 각각  $a$ ,  $b$ ,  $c$ 인 원자  $^a X$ ,  $^b Y$ ,  $^c Z$ 에 대한 자료이다.

•  $^a X$ ,  $^b Y$ ,  $^c Z$  각각에서  $\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}} = 1$ 이다.

- X에서 2s 오비탈과 2p 오비탈의 에너지 준위는 같다.
- X와 Y는 같은 주기이다.
- $a + b = c$ 이다.

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

- 보기 —
- ㄱ. Y는 2주기 원소이다.
  - ㄴ. X와 Z는 같은 족 원소이다.
  - ㄷ.  $^a X$ 와  $^b Y$ 의 전자 수의 합은  $^c Z$ 의 중성자수와 같다.

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

5. 표는 수소 원자의 전자 전이 (가)~(다)에 대해 전이 전과 후의 주 양자수( $n$ )를, 그림은 수소 원자의 선 스펙트럼에서 가시광선 영역을 나타낸 것이다.

전자 전이		(가)	(나)	(다)
주 양자수( $n$ )	$n_{\text{전}}$	$x$	3	$y$
	$n_{\text{후}}$	$y$	$y$	1

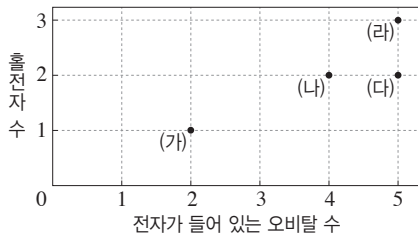


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수소 원자의 에너지 준위  $E_n \propto -\frac{1}{n^2}$ 이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ.  $\frac{x}{y}=2$ 이다.
  - ㄴ. (나)에서 방출하는 빛의 파장은 434 nm이다.
  - ㄷ. 방출하는 빛의 파장은 (다)가 (가)의 4배이다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

6. 그림은 바닥상태 원자 (가)~(라)에서 전자가 들어 있는 오비탈 수와 홀전자 수를 나타낸 것이다.



(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. (가)의 전자 배치는  $1s^2 2s^1$ 이다.
  - ㄴ. (다)와 (나)의 원자가 전자 수 차는 1이다.
  - ㄷ. 원자 번호가 가장 큰 것은 (라)이다.

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

7. 다음은 원소 X에 대한 설명과 주기율표의 일부이다.

- X는 주기율표의 (가)~(마) 중 하나에 위치한다.
- 바닥상태에서 원자가 전자 수는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수보다 작다.

주기 \ 족	1	2	13	14
2		(가)		(나)
3	(다)		(라)	
4				(마)

X의 위치는? (단, X는 임의의 원소 기호이다.)

① (가)    ② (나)    ③ (다)    ④ (라)    ⑤ (마)

8. 그림은 원자 A~D의 전자 배치를 나타낸 것이다.

	1s	2s	2p	3s
A	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑	
B	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	
C	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑
D	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓

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

- | 보기 |
- ㄱ. B는 들뜬상태이다.
  - ㄴ. Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 B 이온이 C 이온보다 크다.
  - ㄷ. 화합물  $DB_2$ 와  $AB_3$ 의 화학 결합의 종류는 같다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

9. 표는 원자 번호가 연속인 2주기 원자 A~C에서 바닥상태 일 때 원자가 전자 수( $a$ )와 홀전자 수( $b$ )의 차( $a-b$ )이다.

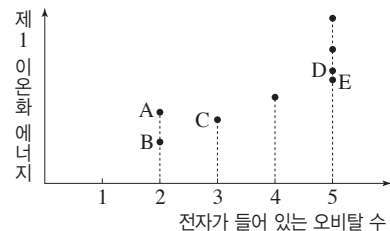
원자	A	B	C
$a-b$	2	4	6

A~C에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. 홀전자 수는 C가 가장 크다.
  - ㄴ. 제1 이온화 에너지는 A가 B보다 크다.
  - ㄷ. 전자쌍이 들어 있는 오비탈 수는 B와 C가 같다.

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

10. 그림은 2주기 원소의 제1 이온화 에너지와 바닥상태 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 수를 나타낸 것이다.



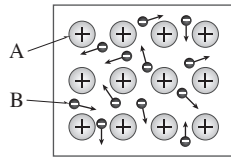
A~E에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~E는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- | 보기 |
- ㄱ. 원자 반지름은 A가 C보다 크다.
  - ㄴ. 전기 음성도는 D가 E보다 크다.
  - ㄷ. 제2 이온화 에너지는 B가 가장 크다.

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

11. 그림은 실온에서 고체 상태로 존재하는 X의 화학 결합 모형을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?



- ㄱ. A는 금속 양이온이고, B는 비금속의 음이온이다.  
 ㄴ. X에 힘을 가하면 쉽게 부스러진다.  
 ㄷ. 전원 장치에 연결하면 B는 (+)극 쪽으로 이동한다.

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

12. 표는 4가지 분자 HCN, CO<sub>2</sub>, OF<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>를 3가지 기준에 따라 각각 분류한 결과를 나타낸 것이다.

분류 기준	예	아니요
(가)	HCN, CO <sub>2</sub>	OF <sub>2</sub> , CF <sub>4</sub>
입체 구조인가?	㉠	㉡
극성 분자인가?	㉢	㉣

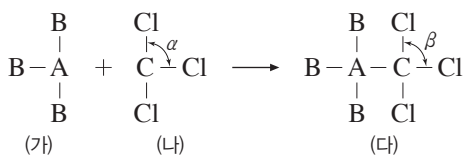
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- ㄱ. (가)에 '평면 구조인가?'를 적용할 수 있다.  
 ㄴ. ㉠에 해당하는 분자 수는 ㉡에 해당하는 분자 수와 같다.  
 ㄷ. ㉠과 ㉢에 공통으로 해당하는 분자의 구조는 정사면체이다.

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

13. 표는 1, 2주기 원소 A~C와 Cl로 이루어진 화합물 (가), (나)에 대한 자료이고, 그림은 (가)와 (나)가 반응하여 (다)를 생성하는 반응을 루이스 구조로 나타낸 것이다.

화합물	분자식	분자의 비공유 전자쌍 수
(가)	AB <sub>3</sub>	1
(나)	CCl <sub>3</sub>	9



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- ㄱ. (나)에서 모든 구성 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.  
 ㄴ. 결합각은  $\alpha > \beta$ 이다.  
 ㄷ. ACl<sub>3</sub>의 분자 구조는 삼각뿔형이다.

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

14. 그림은 2주기 원자 X~Z의 루이스 전자점식이다.



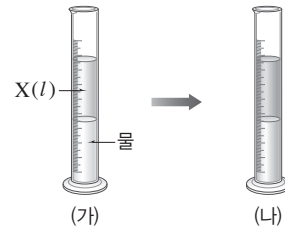
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

- ㄱ. X<sub>2</sub>에서  $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = 3$ 이다.  
 ㄴ. XZ<sub>3</sub>의 분자 구조는 평면 삼각형이다.  
 ㄷ. YZ<sub>2</sub>는 극성 분자이다.

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

15. 다음은 분자의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

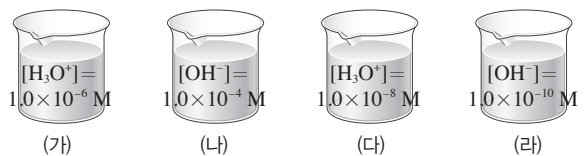
- (가) 눈금실린더에 같은 부피의 물과 X(l)를 넣고 잘 흔들어 주었더니 그림과 같이 층을 이루었다.  
 (나) (가)에 Y 가루와 아이오딘(I<sub>2</sub>) 가루의 혼합물을 넣어 주었더니, 아래층은 푸른색을, 위층은 보라색을 나타내었다.



X와 Y로 가장 적절한 것은?

- |          |           |          |           |
|----------|-----------|----------|-----------|
| <u>X</u> | <u>Y</u>  | <u>X</u> | <u>Y</u>  |
| ① n-헥세인  | 염화 구리(II) | ② 메탄올    | 염화 구리(II) |
| ③ n-헥세인  | 나프탈렌      | ④ 에탄올    | 나프탈렌      |
| ⑤ 메탄올    | 황산 구리(II) |          |           |

16. 그림 (가)~(라)는 25 °C 수용액 속에 들어 있는 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 또는 OH<sup>-</sup>의 몰 농도를 나타낸 것이다.



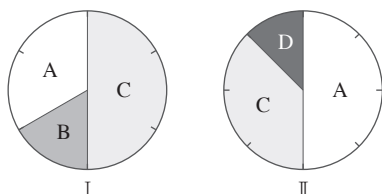
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25 °C에서 물의 이온화 상수  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 이다.)

- ㄱ. 산성 용액은 2가지이다.  
 ㄴ. [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]는 (나)가 (라)보다 크다.  
 ㄷ. pOH가 가장 큰 것은 (라)이다.

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



17. 그림 I은 NaOH  $x$ 몰이 녹아 있는 수용액에 HCl 1몰을 넣은 혼합 용액 (가)에 존재하는 이온 수의 비율을, 그림 II는 (가)에 HCl 1몰을 더 넣은 혼합 용액 (나)에 존재하는 이온 수의 비율을 나타낸 것이다. A~D는 혼합 용액 속에 존재하는 이온 중 하나이다.

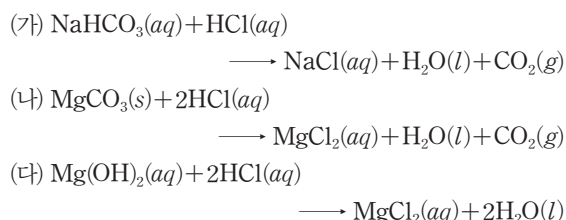


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- | 보기 |
- ㄱ.  $x$ 는  $\frac{3}{2}$ 이다.
  - ㄴ. A는  $\text{Cl}^-$ 이다.
  - ㄷ. (나)에 NaOH 0.5몰을 더 넣은 혼합 용액의 pH는 (나)의 pH보다 크다.

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

18. 다음은 제산제의 성분( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ )과 염산( $\text{HCl}(\text{aq})$ )의 반응 (가)~(다)를 화학 반응식으로 나타낸 것이다.



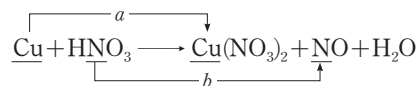
(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- | 보기 |
- ㄱ. 주변으로 열을 방출하는 반응이다.
  - ㄴ. (가)와 (나)에서 Na과 Mg의 산화수는 서로 같다.
  - ㄷ. (다)에서  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 은 아레니우스 염기이다.

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

19. 다음은 구리(Cu)와 질산( $\text{HNO}_3$ )의 산화 환원 반응식을 완성하는 과정을 나타낸 것이다.

(가) 반응물과 생성물을 구성하는 각 원자의 산화수를 구하고, 반응 전후 산화수의 변화를 확인한다.



(나) 증가한 산화수와 감소한 산화수의 총합이 같도록 계수를 맞춘다.



(다) 산화수의 변화가 없는 원자들의 수가 같도록 계수를 맞추어 산화 환원 반응식을 완성한다.

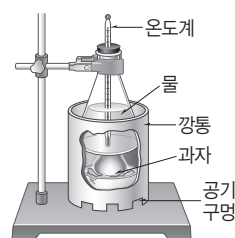


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

- | 보기 |
- ㄱ.  $a$ 에 '0'  $\rightarrow$  +2로 산화수 증가가 해당된다.
  - ㄴ.  $c+d=12$ 이다.
  - ㄷ. Cu 3몰이 반응할 때 이동하는 전자는 2몰이다.

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

20. 그림은 과자가 연소할 때 방출하는 열량을 측정하는 실험 장치를 나타낸 것이다.



과자 1g이 연소할 때 방출하는 열량을 구하기 위해 필요한 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은? (단, 과자가 연소할 때 방출하는 열량은 모두 물이 흡수한다고 가정한다.)

- | 보기 |
- ㄱ. 물의 비열
  - ㄴ. 물의 온도 변화
  - ㄷ. 연소한 과자의 질량

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

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ⑤  | 2. ②  | 3. ⑤  | 4. ④  | 5. ②  |
| 6. ④  | 7. ①  | 8. ⑤  | 9. ⑤  | 10. ⑤ |
| 11. ② | 12. ④ | 13. ③ | 14. ③ | 15. ③ |
| 16. ④ | 17. ① | 18. ① | 19. ③ | 20. ② |

### 1. 산화 환원 반응

학생 A. (가)에서 생성된 물질은  $MgO$ 으로  $Mg$ 이 산소와 결합한 산화물이다.

학생 B. (나)에서 탄소(C)는 자신은  $CO_2$ 로 산화되면서  $CuO$ 를  $Cu$ 로 환원시키는 환원제로 작용한다.

학생 C. (가)와 (나)는 모두 물질 사이에 산소가 이동하는 산화 환원 반응이다.

### 2. 화학 반응식

ㄴ. (나)에서 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 같도록 하면 ㉠은  $CaCO_3$ 이다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 반응 전후 원자의 종류와 수는 다음과 같다.

원자	Na	H	C	O
반응 전	$a$	$a$	$a$	$3a$
반응 후	2	$2b$	2	$5+b$

반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 같으므로  $a=2$ 이고,  $b=1$ 이다. 따라서  $a+b=3$ 이다.

ㄷ. (가)에서 반응 계수  $a=2$ 이므로  $NaHCO_3$  1몰을 반응시켰을 때 생성되는  $CO_2$ 는 0.5몰이고, (나)에서  $Ca(HCO_3)_2$ 과  $CO_2$ 의 반응 계수가 같으므로  $Ca(HCO_3)_2$  1몰을 반응시켰을 때 생성되는  $CO_2$ 는 1몰이다.

### 3. 몰과 질량, 부피, 원자수

ㄱ.  $AB_2$  1g에 들어 있는 전체 원자 수가  $N$ 이며, 그 중 B 원자 수는 전체 원자 수의  $\frac{2}{3}$ 이므로 1g에 들어 있는 B 원자 수는  $\frac{2N}{3}$ 이다.

ㄴ. 물질의 양(mol)은  $\frac{\text{질량(g)}}{\text{1몰의 질량(g/mol)}}$ 이므로 분자량이  $M$ 인

$AB_2$  1g의 양(mol)은  $\frac{1}{M}$ 몰이다. 또한 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하는데,  $AB_2$  1g, 즉  $\frac{1}{M}$ 몰이 2L이므로  $AB_2$  1몰의 부피는  $2M$  L이다.

ㄷ.  $AB_2$   $\frac{1}{M}$ 몰에 들어 있는 전체 원자 수가  $N$ 이므로 전체 분자 수는  $\frac{N}{3}$ 이다. 따라서  $AB_2$  1몰에 해당하는 전체 분자 수는  $\frac{MN}{3}$ 이다.

### 4. 몰 농도와 농도 변환

퍼센트 농도는  $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$ 이므로 98 % 수용액은 용액 100g에 용질 98g이 녹아 있는 용액이다. 25 °C에서 98 %  $H_2SO_4$ 의 밀도가 1.8 g/mL이므로 이 수용액 5 mL의 질량은 1.8 g/mL  $\times$  5 mL = 9g이다. 98 %  $H_2SO_4$  9g에 녹아 있는  $H_2SO_4$ 의 질량은  $(\frac{98}{100} \times 9)$  g이고,  $H_2SO_4$ 의 화학식량이 98이므로  $H_2SO_4$ 의 양(mol)은  $(\frac{98}{100} \times 9) g \times \frac{1}{98 g/mol} = 0.09$ 몰이다.

$H_2SO_4$  0.09몰이 녹아 있는 수용액에 물을 넣어 1 L로 희석시킨 수 용액의 몰 농도(M)는  $\frac{0.09 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.09 \text{ M}$ 이다.

### 5. 몰과 질량, 부피, 원자수

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. 따라서 온도, 압력이 같은 조건에서 부피가 같을 때의 질량비는 분자량비와 같다.

ㄴ. (가)~(다)의 부피가 12 L일 때의 질량은 각각 32 g, 40 g, 23 g 이고, 이는 (가)~(다)의 분자량비와 같다. 따라서 (가)~(다)의 분자량을 각각  $32M$ ,  $40M$ ,  $23M$ 이라 하고, A~C의 원자량을 각각  $a$ ~ $c$ 라 하면,  $a+2b=32M$ ,  $a+3b=40M$ ,  $2b+c=23M$ 이 성립하며 이를 풀면  $a=16M$ ,  $b=8M$ ,  $c=7M$ 이다. 따라서 원자량은  $B > C$ 이다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (다)는 부피비가 1 : 2이므로 기체 분자의 몰비도 1 : 2이며, 분자당 원자 수가 3으로 같으므로 전체 원자 수비도 1 : 2이다. 따라서  $y=2$ 이다. (가)와 (나)에서 부피와 분자당 원자 수를 곱한 값의 비는 전체 원자 수비와 같으므로  $(6 \times 3) : (x \times 4) = 1 : 2$ 이다. 따라서  $x=9$ 이며,  $x+y=11$ 이다.

ㄷ. (나)와 (다)의 분자량은 각각  $40M$ ,  $23M$ 이므로 1g에 들어 있는 B 원자의 양(mol)은 각각  $\frac{3}{40M}$  몰,  $\frac{2}{23M}$  몰이다. 따라서 1g에 들어 있는 B 원자 수는 (다) > (나)이다.

### 6. 루이스 전자점식과 분자의 구조

ㄱ, ㄷ. (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 분자 구조는 삼각뿔형이고 극성 분자이다. (나)는 중심 원자에 공유 전자쌍만 4개 있으므로 분자 구조는 정사면체이며, 무극성 분자이다. (다)는 중심 원자에 결합한 원자가 2개이고, 비공유 전자쌍이 존재하지 않으므로 분자 구조는 직선형이고, 무극성 분자이다. (라)는 중심 원자에 결합한 원자가 2개이고, 비공유 전자쌍이 2개 존재하므로 분자 구조는 굽은 형이고, 극성 분자이다. 따라서 (가)~(라) 중 무극성 분자는 (나)와 (다)로 2가지이다.

바로알기 ㄴ. (가)의 분자 구조는 삼각뿔형으로 입체 구조이므로 (가)에서 4개의 원자는 동일 평면에 존재하지 않는다.

### 7. 화학 결합 모형

ㄱ.  $XY$ 에서  $Y^-$ 과  $Z_2Y_2$ 에서 Y는 각각 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 들어 있으므로 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

바로알기 ㄴ.  $Z_2Y_2$ 는 Y 원자와 Z 원자가 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 화합물이다.

ㄷ.  $XY$ 에서  $Y^-$ 은 네온과 같은 전자 배치를 가지므로 Y는 2주기 17족 원소이다.  $Z_2Y_2$ 에서 2주기 17족 원소인 Y와 결합한 Z의 전자 배치로부터 Z는 2주기 16족 원소임을 알 수 있다. 따라서 옥텟 규칙을 만족하는 분자  $Z_2$ 에서 각 Z 원자는 원자가 전자 6개 중 2개는 공유 전자쌍 2개를 만들고, 나머지 원자가 전자 4개는 비공유 전자쌍 2개를 만든다. 따라서  $Z_2$ 에서 공유 전자쌍 수는 2이고, 비공유 전자쌍 수는 4이므로  $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

### 8. 원자 반지름과 이온 반지름

원자 반지름은 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 커지므로 O, Na, Al의 원자 반지름은  $Na > Al > O$ 이다. 또, Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 원자핵의 전하량이 클수록 작으므로 이온 반지름은  $O > Na > Al$ 이다.



따라서  $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{이온 반지름}}$ 이 가장 작은 C는 O이다.

Ne의 전자 배치를 갖는 이온 전하의 절댓값은 Na과 Al이 각각 1, 3이다. 그러므로  $\frac{\text{이온 반지름}}{|\text{이온의 전하}|}$ 이 큰 B가 Na이고, A는 Al이다.

ㄴ. 이온 반지름은 C 이온( $O^{2-}$ ) > A 이온( $Al^{3+}$ )이다.

ㄷ. C(O)의 원자가 전자 수는 6이고, B(Na)의 원자가 전자 수는 1이므로 원자가 전자 수는 C > B이다.

**바로알기** ㄱ. 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커지므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A(Al) > B(Na)이다.

## 9. 분자의 극성

주어진 분자의 루이스 구조는 각각 다음과 같다.

$C_2H_2$	$COCl_2$	$FCN$	$N_2$
$H-C \equiv C-H$	$\begin{array}{c} :O: \\    \\ :\ddot{C}-C-\ddot{C}: \\   \\ :\ddot{Cl}: \end{array}$	$:\ddot{F}-C \equiv N:$	$:N \equiv N:$

3중 결합이 있는 것은  $C_2H_2$ ,  $FCN$ ,  $N_2$ 이고, 극성 공유 결합이 있는 것은  $C_2H_2$ ,  $COCl_2$ ,  $FCN$ 이다. 또, 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자는  $C_2H_2$ ,  $N_2$ 이다. 따라서 분류 기준 A에는 3가지 분자가 적용되는 (가) 또는 (나)가 적용될 수 없으므로 (다)가 적합하다. A에 (다)를 적용하면 ㉠과 ㉡은 각각  $C_2H_2$ 과  $N_2$  중 하나이고, 이들 2가지 분자에는 모두 3중 결합이 있으므로 이들을 구분하려면 분류 기준 B는 (나)가 적합하다. 그러므로 분류 기준 C는 (가)가 적합하다.

## 10. 이온화 에너지와 주기율표

A~D의 제1 이온화 에너지는  $D > C > B > A$ 이므로 ㉠~㉣은 각각 C, D, B, A이다.

ㄱ. A~D는 각각 ㉣, ㉢, ㉠, ㉡이다.

ㄴ. ㉠과 ㉡은 2주기 원소이므로 C와 D는 같은 주기 원소이다.

ㄷ. A는 13족 원소이고, B는 2족 원소이다. 제2 이온화 에너지는  $A > B$ 이고, 제3 이온화 에너지는  $B > A$ 이므로 제3 이온화 에너지 제2 이온화 에너지는  $B > A$ 이다.

## 11. 바닥상태 전자 배치 규칙

2주기 원소의 바닥상태 배치와 홀전자 수, 전자가 들어 있는 p오비탈 수는 다음과 같다.

원소	Li	Be	B	C
전자 배치	$1s^2 2s^1$	$1s^2 2s^2$	$1s^2 2s^2 2p^1$	$1s^2 2s^2 2p^2$
홀전자 수	1	0	1	2
전자가 들어 있는 p오비탈 수	0	0	1	2

원소	N	O	F	Ne
전자 배치	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6$
홀전자 수	3	2	1	0
전자가 들어 있는 p오비탈 수	3	3	3	3

2주기 바닥상태 원자의 홀전자 수의 합이 5이므로 X, Y는 C, N이거나 N, O이다. 그런데 전자가 들어 있는 p오비탈 수가  $Y > X$ 이므로 X는 C, Y는 N이다.

X(C)는 전자 수가 6이므로 바닥상태 원자 C의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^2$ 이며, ②와 같이 쌍을 원리에 따라 1s, 2s 오비탈에 2개씩의 전자가 채워진 후 훈트 규칙에 따라 2p 오비탈에 홀전자 수가 최대가 되는 배치를 한다.

② 주어진 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ 으로 C의 바닥상태 전자 배치이다.

**바로알기** ① 주어진 전자 배치는  $1s^2 2s^1 2p_x^1$ 으로 전자 수가 4이므로 이고, 쌍을 원리에 위배된 들뜬상태의 전자 배치이다.

③ 주어진 전자 배치는  $1s^2 2s^1 2p_x^2 2p_y^1$ 으로 쌍을 원리와 훈트 규칙에 모두 위배된 전자 배치로 C의 들뜬상태의 전자 배치이다.

④ 주어진 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 으로 Y인 N의 바닥상태 전자 배치이다.

⑤ 주어진 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ 으로 O의 바닥상태 전자 배치이다.

## 12. 동위 원소와 평균 원자량

동위 원소는 양성자수가 같고 질량수가 다른 원소이다. 질량수는 양성자수 + 중성자수 이므로 질량수가 큰 동위 원소의 중성자수가 크다. 또 평균 원자량은 각 원자의 원자량에 존재 비율을 고려하여 구한 평균값이다.

ㄴ. 동위 원소에서 질량수가 클수록 중성자수가 크다.

ㄷ.  $^{12}C$ 와  $^{13}C$ 의 존재 비율을 고려하여 구한 평균값이 12.01로  $^{12}C$ 의 질량수에 가까운 것으로 보아 자연계에서 존재 비율은  $^{12}C$ 가  $^{13}C$ 보다 크다.

**바로알기** ㄱ. 동위 원소는 양성자수가 같으므로  $a = b$ 이다.

## 13. 산 염기 정의

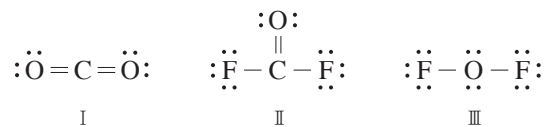
ㄱ. (가)에서  $CH_3NH_2$ 은  $H_2O$ 로부터  $H^+$ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

ㄴ.  $HCOOH$ 은 물에 녹아  $H^+$ 을 내놓으므로 아레니우스 산이다.

**바로알기** ㄷ. (다)에서  $NH_3$ 는  $H_3O^+$ 으로부터  $H^+$ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

## 14. 화학 결합 모형

$XY_2$ 는 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 0이므로 X와 Y 사이에는 2중 결합이 있다. X와 Y는 각각 C, O이다.  $XYZ_2$ 에서 X와 Y가 각각 C, O이므로 Z는 F이다.  $XY_2$ ,  $XYZ_2$ ,  $YZ_2$ 는 각각  $CO_2$ ,  $COF_2$ ,  $OF_2$ 이고, 루이스 구조식은 다음과 같다.



ㄱ. X~Z는 각각 C, O, F이다.

ㄴ.  $XYZ_2(COF_2)$ 의 중심 원자인 X(C)에는 비공유 전자쌍이 없다.

**바로알기** ㄷ.  $XY_2(CO_2)$ 와  $XYZ_2(COF_2)$ 에는 2중 결합이 있으므로 I~III 중 다중 결합이 있는 것은 2가지이다.

## 15. 물질의 화학식량

$X_2Y$ 의 양은 (나)에서가 (가)에서의 2배이고,  $X_2Y_2$ 의 양은 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.  $X_2Y$  a g에 들어 있는 원자 수를 x,  $X_2Y_2$  b g에 들어 있는 원자 수를 y라고 하면  $x + 2y = 19N$ ,  $2x + y = 14N$ 이 성립한다. 이 식을 풀면  $x = 3N$ ,  $y = 8N$ 이므로 (가)와 (나)에 들어 있는 각 화합물 속 원자 수와 Y 원자 수는 다음과 같다.

용기	화합물 속 원자 수		Y 원자 수
	$X_2Y$	$X_2Y_2$	
(가)	$3N$	$16N$	$N+8N=9N$
(나)	$6N$	$8N$	$2N+4N=6N$

따라서  $\frac{(가)에서 Y 원자 수}{(나)에서 Y 원자 수} = \frac{9N}{6N} = \frac{3}{2}$  이다.

## 16. 화학 반응의 양적 관계

주어진 조건에서 기체 1몰의 부피가 30 L이므로 3 L의 A(g)의 양은 0.1몰이다. A(g) 0.1몰이 들어 있는 실린더에 B(g)를 넣어 반응시킬 때 B(g) w g을 넣을 때까지 실린더 속 기체의 부피가 일정한 것으로 보아 반응한 A의 양만큼 생성물 C가 생성된다. 이로부터 A와 C의 반응 계수 a와 c는 같다. 실험 I로부터 0.1몰의 A가 B w g과 반응하면 C 0.1몰이 생성됨을 알 수 있다. 실험 II에서 2 L의 A(g)의 양(mol)은  $\frac{1}{15}$  몰이고, A(g)  $\frac{1}{15}$  몰과 반응하는 B의 질량은  $\frac{2}{3}w$  g이므로 반응이 완결되었을 때 실린더에는 반응하지 않고 남은 B  $\frac{4}{3}w$  g과 생성물 C가  $\frac{1}{15}$  몰 있다. 이때  $\frac{C(g)의 양(mol)}{전체 기체의 양(mol)}$ 이 0.5이므로 생성된 C의 양과 반응하지 않고 남은 B의 양이 같다. 이로부터 B  $\frac{1}{15}$  몰의 질량은  $\frac{4}{3}w$  g이므로 B 1몰의 질량은  $20w$  g이다. 즉, B의 분자량은  $20w$ 이다. B의 분자량이  $20w$ 이므로 실험 II에서 반응한 B  $\frac{2}{3}w$  g은  $\frac{1}{30}$  몰이다. A와 B의 반응 몰비가 2 : 1이므로  $\frac{a}{b}=2$ 이다. 따라서 (B의 분자량)  $\times \frac{a}{b} = 20w \times 2 = 40w$ 이다.

## 17. 화학 반응의 양적 관계

실험 I에서 반응하는 C(s), H<sub>2</sub>(g)와 생성되는 CH<sub>4</sub>(g)의 몰비는 1 : 2 : 1이고, 실험 결과 생성된 CH<sub>4</sub>(g) 48 mL는  $2 \times 10^{-3}$ 몰이므로 반응한 C(s), H<sub>2</sub>(g)의 양(mol)은 각각  $2 \times 10^{-3}$ 몰,  $4 \times 10^{-3}$ 몰이다. 남은 C(s) 12 mg은  $1 \times 10^{-3}$ 몰이므로 반응 전 C(s)의 양(mol)은  $3 \times 10^{-3}$ 몰이고, C(s) 1몰의 질량은 12 g이므로  $a=36$ 이다. 또, 반응한 M(s) w mg의 양(mol)은 생성된 H<sub>2</sub>의 양(mol)과 같은  $4 \times 10^{-3}$ 몰이므로 M(s) 1몰의 질량은  $\frac{1}{4}w$  g이다. 즉, M의 원자량은  $\frac{1}{4}w$ 이다.

실험 II에서 M(s) 2w mg으로 실험하면 생성되는 H<sub>2</sub>(g)의 양은  $8 \times 10^{-3}$ 몰이고, 반응 전 C(s)의 양은  $3 \times 10^{-3}$ 몰이므로 생성되는 CH<sub>4</sub>(g)은  $3 \times 10^{-3}$ 몰이다. 따라서  $x=3$ 이고,  $\frac{a}{x} \times (M의 원자량) = \frac{36}{3} \times \frac{1}{4}w = 3w$ 이다.

## 18. 중화 반응에서 이온 수 변화

(나)에서 단위 부피를 1 mL라고 하면 HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 전체 이온 수는 40N이다. 따라서 H<sup>+</sup> 수와 Cl<sup>-</sup> 수는 각각 20N이다. 중화점까지 전체 이온 수가 일정하다가 중화점 이후 넣어 준 염기 수용액 속 이온에 의해 이온 수가 증가한다. 이로부터 단위 부피당 전체 이온 수가 최솟값인 지점이 중화점이다. 첨가한 염기 수용액의 부피가 10 mL인 지점, 즉 NaOH(aq) 5 mL와 KOH(aq) 5 mL를 넣어 준 지점이 중화점이고, 중화점에서 전체 이온 수는 염기를 첨가하기 전 HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 전체 이온 수와 같은 40N이다.

이때 중화점에서 존재하는 이온은 Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>이고, 그 수의 합이 40N인데, Cl<sup>-</sup> 수는 20N이므로 Na<sup>+</sup> 수와 K<sup>+</sup> 수의 합은 20N이다.

중화점에서 전체 부피는 20 mL이고, 전체 이온 수는 40N이므로 단위 부피당 전체 이온 수는 2N이다. 중화점 이후 KOH(aq) 5 mL를 추가한 용액의 단위 부피당 전체 이온 수가 2N이므로 염기 수용액을 15 mL를 첨가한 지점의 전체 이온 수는 50N이다. 즉, KOH(aq) 5 mL에 들어 있는 전체 이온 수는 10N이다.

따라서 KOH(aq) 5 mL에 들어 있는 K<sup>+</sup> 수와 OH<sup>-</sup> 수는 각각 5N이며, 중화점에서 Na<sup>+</sup> 수와 K<sup>+</sup> 수의 합이 20N이므로 NaOH(aq) 5 mL에 들어 있는 Na<sup>+</sup> 수와 OH<sup>-</sup> 수는 각각 15N이다.

(다) 과정에서 HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 H<sup>+</sup> 20N과 NaOH(aq) 5 mL에 들어 있는 OH<sup>-</sup> 15N이 반응하므로 반응 후 혼합 용액에 들어 있는 H<sup>+</sup> 수는 (20-15)N이고, 용액의 부피는 15 mL이므로 단위 부피당 H<sup>+</sup> 수는  $\frac{5N}{15} = \frac{1}{3}N$ 이다.

## 19. 원소의 주기성

제1 이온화 에너지는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 대체로 증가하고, 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 감소한다. V~Z는 2주기 14족 원소인 탄소보다 제1 이온화 에너지가 모두 작고, 이온화 에너지의 크기는 V>X>W>Y>Z이며, 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 3 이하이므로 홀전자 수가 0인 V와 W는 각각 2주기 2족 원소, 3주기 2족 원소이다. 또, 홀전자 수가 1인 X, Y, Z는 각각 2주기 13족 원소, 2주기 1족 원소, 3주기 1족 원소이다.

ㄱ. X는 2주기 13족 원소이다.

ㄴ. X, Y, Z는 각각 2주기 13족 원소, 2주기 1족 원소, 3주기 1족 원소이므로 제2 이온화 에너지는 Y>Z>X이다.

**바로알기** ㄷ. 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 커진다. W는 3주기 2족 원소, X는 2주기 13족 원소, V는 2주기 2족 원소이므로 원자 반지름은 W>V>X이다.

## 20. 금속의 산화 환원 반응

(나)에서 넣어 준 금속 C 3몰이 모두 반응하여 C<sup>c+</sup> 3몰이 생성되고 A만 석출되었으므로 (나) 이후 수용액 속 B<sup>b+</sup>의 양(mol)은 변화가 없다. 이때 전체 양이온의 양(mol)이 3몰 감소하므로 C<sup>c+</sup> 3몰이 생성될 때 반응한 A<sup>a+</sup>의 양(mol)은 6몰이다. 반응하는 A<sup>a+</sup>과 생성되는 C<sup>c+</sup>의 몰비가 2 : 1이므로 각 이온의 산화수비는 1 : 2이다. 또  $a \sim c$ 는 3 이하의 정수이므로  $a=1$ 이고,  $c=2$ 이다. (가)에서 A<sup>+</sup>의 양(mol)과 B<sup>b+</sup>의 양(mol)을 각각 x, y라고 하면, (나) 이후 용액 속 양이온의 양(mol)은 A<sup>+</sup>이 (x-6)몰, B<sup>b+</sup>이 y몰, C<sup>2+</sup>이 3몰이다. (다) 이후 용액에는 B<sup>b+</sup>과 C<sup>2+</sup>만 존재하고, 전체 양이온의 양(mol)이 9몰이므로 용액 속 C<sup>2+</sup>의 양은 6몰이고, B<sup>b+</sup>의 양은 3몰이다. 석출된 A의 양은 (x-6)몰이고, B의 양은 (y-3)몰이며, 이 양은 같으므로  $x-6=y-3$ 이다. 또, (가)에서  $x+y=13$ 이므로 이 식을 풀면  $x=8$ ,  $y=5$ 이다. 이로부터 (나) 이후 용액에 들어 있는 A<sup>+</sup>의 양(mol)은 2몰, B<sup>b+</sup>의 양(mol)은 5몰이다. 또, (나)에서 A<sup>+</sup> 2몰이 반응하여 C<sup>2+</sup> 1몰이 생성되고, B<sup>b+</sup> 2몰이 반응하여 C<sup>2+</sup> 2몰이 생성되므로 B<sup>b+</sup>과 C<sup>2+</sup>의 산화수는 같다. 즉  $b=2$ 이다. 따라서 (나)에서 반응이 완결된 후,  $\frac{B^{b+}의 양(mol)}{A^{a+}의 양(mol)} \times b = \frac{5}{2} \times 2 = 5$ 이다.

1. ①	2. ⑤	3. ③	4. ④	5. ②
6. ③	7. ②	8. ②	9. ③	10. ⑤
11. ①	12. ④	13. ⑤	14. ⑤	15. ①
16. ①	17. ④	18. ⑤	19. ②	20. ②

### 1. 화학 반응식

ㄱ. 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 같도록 ㉠을 완성하면  $\text{CO}_2$ 이다.

**바로알기** ㄴ. (나)에서 ㉠은  $\text{CO}_2$ 이고, 반응 전과 후 원자의 종류와 수는 다음과 같다.

원자	Fe	O	C
반응 전	2	$3+a$	$a$
반응 후	$b$	$2c$	$c$

반응 전과 후 원자의 종류와 수가 같으므로  $b=2$ ,  $a=c$ 이므로  $3+a=2a$ 이고,  $a=c=3$ 이다. 따라서  $\frac{a+c}{b}=3$ 이다.

ㄷ. (나)에서  $a=c$ 이므로 전체 기체의 양(mol)은 반응 전과 후가 같다.

### 2. 원자의 구성 입자

ㄱ. X의 양성자수는 전자 수와 같은 6이고, 중성자수가 6이므로 질량수 ㉠은 12이다.

ㄴ. Y의 질량수가 13이고, 중성자수가 7이므로 양성자수는 6이다. 이로부터 Y와 X는 양성자수가 같고 중성자수가 다른 동위 원소이다.

ㄷ. Z의 질량수가 17이고, 중성자수가 9이므로 양성자수는 8이다. 이로부터 Z의 전자 수는 양성자수와 같은 8이므로 Z 원자가 전자 2개를 얻어 형성된  $Z^{2-}$ 의 전자 수는 10이다.

### 3. 분자 구조와 전자쌍 반발 원리

ㄱ. 풍선 2개가 가능한 한 서로 멀리 떨어져 있는 배열은 직선형이고, 풍선 3개는 평면 삼각형이다. 따라서 분자에서 중심 원자의 전자쌍은 풍선의 배열과 마찬가지로 '가능한 한 서로 멀리 떨어져 있으려 한다.'는 ㉠으로 적절하다.

ㄴ. 평면 삼각형의 분자 구조를 갖는 분자는 중심 원자에 공유 전자쌍만 3개인 분자이므로 ' $\text{BCl}_3$ '는 ㉡으로 적절하다.

**바로알기** ㄷ.  $\text{CH}_4$ 에서 중심 원자인 C의 전자쌍은 4개이므로 분자 구조를 예측하기 위해 매듭끼리 묶어야 하는 풍선은 4개이다.

### 4. 산화수

(가)에서 X의 산화수가  $-1$ 이므로  $X-Y$  결합에서는 X가 전자쌍을 가져가고,  $X-Z$  결합에서는 Z가 전자쌍을 가져간다.  $X-Y$  결합에서 Y가 전자쌍을 가져가고,  $X-Z$  결합에서 X가 전자쌍을 가져간다면 X의 산화수가  $+1$ 이 되므로 옳지 않다. 따라서 전기 음성도는  $Z > X > Y$ 이다. 전기 음성도를 이용하면 (나)에서  $X-Z$  결합에서는 Z가 전자쌍을 가져가고,  $X-Y$  결합에서는 X가 전자쌍을 가져가므로 X의 산화수는  $+1$ 이다.

### 5. 화학식량

ㄴ. (나)에서 기체의 양이  $\frac{1}{2}N_A$ 개이므로 0.5몰이고,  $\text{CH}_4$  1몰에는 H 원자가 4몰이 있으므로 (나)에 들어 있는 H 원자는 2몰이다. (가)~(다)에 각각 포함된 H 원자의 전체 질량이 같으므로 (가)  $\text{H}_2$ 에도 H 원자가 2몰 들어 있고, (다)  $\text{NH}_3$ 에도 H 원자가 2몰 들어 있다.

$\text{NH}_3$  1몰에는 H 원자가 3몰 들어 있으므로 (다)에서 기체의 양(mol)은  $\frac{2}{3}$ 몰이다. 기체  $\frac{2}{3}$ 몰의 부피가 V L이므로 (나) 기체 0.5몰의 부피는  $\frac{3}{4}V$  L이다.

**바로알기** ㄱ. (가)에서  $\text{H}_2$ 의 양(mol)은 1몰, 즉 2 g이므로  $x=2$ 이다.

ㄷ. (다) 기체의 양(mol)은  $\frac{2}{3}$ 몰이고, (다) 기체 1몰에 있는 원자의 양(mol)은 4몰이므로 전체 원자의 양(mol)은  $\frac{8}{3}$ 몰이다. 따라서 (다)에 있는 총 원자 수는  $\frac{8}{3}N_A$ 이다.

### 6. 화학 결합 모형

$A^+$ 과  $B^-$ 은 각각  $\text{Na}^+$ ,  $F^-$ 이므로 화합물 AB는 NaF이다. C와 D는 각각 H, O이므로  $C_2D$ 는  $\text{H}_2\text{O}$ 이다.

ㄱ.  $C_2D(\text{H}_2\text{O})$ 에서 C(H)와 D(O) 사이에 공유 전자쌍이 1개씩 있으므로  $C_2D(\text{H}_2\text{O})$ 의 공유 전자쌍 수는 2이다.

ㄴ. A(Na)는 금속 원소, D(O)는 비금속 원소이므로  $A_2D(\text{Na}_2\text{O})$ 는 이온 결합 화합물이다.

**바로알기** ㄷ.  $\text{B}_2(\text{F}_2)$ 에는 단일 결합만 있다.

### 7. 산화수

ㄴ. (나)에서 반응물  $X_2$ 는 원소이므로 X의 산화수는 0이다. 생성물  $\text{XZ}_3$ 에서 X의 산화수가  $+3$ 으로 증가했으므로  $X_2$ 는 산화된다.

**바로알기** ㄱ. 화합물  $\text{X}_2\text{Y}_4$ 에서 각 원자의 산화수 합은 0이고, X의 산화수가  $-2$ 이므로 Y의 산화수는  $+1$ 이다.

ㄷ.  $\text{X}_2\text{Y}_4$ 에서 X의 산화수는  $-2$ 이고 Y의 산화수는  $+1$ 이므로 전기 음성도는  $X > Y$ 이다. 또, 화합물  $\text{XZ}_3$ 에서 각 원자의 산화수 합은 0이고, X의 산화수가  $+3$ 이므로 Z의 산화수는  $-1$ 이다. 이로부터 전기 음성도는  $Z > X$ 이며 Z와 Y의 전기 음성도는  $Z > Y$ 임을 알 수 있다. 따라서 분자  $\text{YZ}$ 에서 전자쌍은 전기 음성도가 큰 Z가 가져가고 Y는 전자를 잃으므로 Y의 산화수는 0보다 크다.

### 8. 분자의 구조와 성질에 따른 분류

$\text{CH}_4$ 은 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 0이고,  $\text{CH}_4$ 에는 단일 결합만 존재한다.  $\text{CH}_4$ 은 무극성 분자이고, 정사면체 구조이므로 입체 구조이다.  $\text{NH}_3$ 는 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 1이고,  $\text{NH}_3$ 에는 단일 결합만 존재한다.  $\text{NH}_3$ 는 극성 분자이고, 삼각뿔형 구조이므로 입체 구조이다.  $\text{HCN}$ 은 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 1이고,  $\text{HCN}$ 에는 단일 결합과 3중 결합이 존재한다.  $\text{HCN}$ 은 극성 분자이고, 직선형 구조이므로 평면 구조이다.

①  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ 에는 단일 결합만 존재한다.

③  $\text{CH}_4$ 과  $\text{HCN}$ 은 공유 전자쌍 수가 4이다.

④  $\text{NH}_3$ 와  $\text{HCN}$ 은 극성 분자이다.

⑤  $\text{NH}_3$ 와  $\text{HCN}$ 은 비공유 전자쌍 수가 1이다.

**바로알기** ②  $\text{CH}_4$ 은 입체 구조이지만,  $\text{HCN}$ 은 평면 구조이다.

## 9. 분자의 구조

ㄱ. (나)에서 중심 원자인 C에는 비공유 전자쌍이 없고, 결합한 원자 수가 3이므로 평면 삼각형 구조를 갖는다. 그런데 중심 원자에 결합한 원자의 종류가 다르므로 결합의 극성이 상쇄되지 않는다. 따라서 (나)는 극성 분자이다.

ㄴ. (가)에서 각 O 원자에는 비공유 전자쌍이 2개씩 있으므로 (가)에 있는 비공유 전자쌍 수는 4이다. (나)에서 O 원자에는 비공유 전자쌍이 2개, 각 F 원자에는 비공유 전자쌍이 3개씩 있으므로 (나)에 있는 비공유 전자쌍 수는 8이다. 따라서 비공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)의 2배이다.

**바로알기** ㄴ. (가)에서  $\alpha$ 는 약  $109.5^\circ$ 이고, (나)에서  $\beta$ 는 약  $120^\circ$ 이다. 따라서 결합각은  $\alpha < \beta$ 이다.

## 10. 루이스 전자점식

ㄴ. X와 Z는 질소(N)와 플루오린(F)이므로  $X_2Z_2(N_2F_2)$ 의 루이스 구조는  $F-N=N-F$ 이다. 따라서  $X_2Z_2$ 에는 2중 결합이 있다.

ㄴ. Y는 산소(O)이므로  $Y_2Z_2(O_2F_2)$ 에서 Z의 산화수는  $-1$ 이고, 각 원자의 산화수의 합이 0이 되어야 하므로 Y의 산화수는  $+1$ 이다.

**바로알기** ㄱ.  $X \sim Z$ 는 2주기 원자이고, 각 원자의 원자가 전자 수는 5, 6, 7이다. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 커지므로 전기 음성도는  $X < Y$ 이다.

## 11. 순차 이온화 에너지와 원소의 주기성

원자 번호가 3, 4, 11, 12, 13인 원소는 각각 Li, Be, Na, Mg, Al이다. 2주기에서 제1 이온화 에너지는  $Li < Be$ 이고, 3주기에서 제1 이온화 에너지는  $Na < Al < Mg$ 이다. 제2 이온화 에너지는 1족 원소인 Li, Na이 나머지 원소보다 크고, 원자 번호가 작은 Li이 Na보다 제2 이온화 에너지가 크다. A는 Li, B는 Na이다. Mg과 같은 족이지만 원자 번호가 작은 Be이 Mg보다 제1 이온화 에너지가 크므로 제1 이온화 에너지는  $Al < Mg < Be$ 이다. C~E는 각각 Al, Mg, Be이다.

ㄱ. 원자 번호는 B(Na)가 A(Li)보다 크다.

**바로알기** ㄴ. D(Mg)는 3주기 원소, E(Be)는 2주기 원소이다.

ㄴ. 제3 이온화 에너지는 원자가 전자 수가 2인 2족 원소가 다른 원소보다 크다. C(Al)은 원자가 전자 수가 3, D(Mg)는 원자가 전자 수가 2이므로 제3 이온화 에너지는 D(Mg)가 C(Al)보다 크다.

## 12. 전자 배치 규칙

학생 B. (나)는 훈트 규칙에 맞게  $2p$  오비탈에 홀전자가 2개가 되도록 전자가 배치되어 있으므로 바닥상태 전자 배치이다.

학생 C. (다)는  $3s$  오비탈에 들어 있는 전자의 스핀 방향이 같으므로 파울리 배타 원리에 위배된다.

**바로알기** 학생 A. (가)는  $2s$  오비탈에 전자가 모두 채워지지 않고  $2p$  오비탈에 채워졌으므로 쌍음 원리에 위배된다.

## 13. 원자의 전자 배치

ㄱ. 원자 A~D는 각각 8, 9, 11, 12 중 하나이므로 O, F, Na, Mg 중 하나이다.

Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 원자 번호가 클수록 반지름이 감소하므로  $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+}$ 이다.

Mg은 이온 반지름이 가장 작고,  $|q|$ 는 2이므로  $\frac{\text{이온 반지름}}{|q|}$ 이 가장

작은 A가 Mg이다. 또, 전기 음성도는  $B > C$ 이고, Mg을 제외한 3가지 원자의 전기 음성도는  $F > O > Na$ 이므로 B는 Na이 될 수 없으므로 2주기 비금속 원소인 O 또는 F이다. 따라서 안정한 이온은

음이온이므로 이온 반지름이 원자 반지름보다 크므로  $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}} > 1$ 이다.

ㄴ. 이온 반지름은  $F^- > Na^+$ 이고, 이들 이온의  $|q|$ 는 1로 같으므로 B는 F이 될 수 없다. 이로부터 B는 O이고, C는 B보다 전기 음성도가 작으므로 Na이고, D가 F이다. 따라서 전기 음성도는  $D > B$ 이다.

ㄴ. A는 Mg이고, C는 Na이다. Mg과 Na은 같은 주기이며, 원자 번호는 Na이 Mg보다 작으므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는  $A > C$ 이다.

## 14. 산 염기 정의

ㄱ. (가)에서  $CH_3COOH$ 은 물에 녹아  $H^+$ 을 내놓으므로 아레니우스 산이다.

ㄴ. (나)에서  $NH_3$ 는  $H_2O$ 로부터  $H^+$ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

ㄴ. (다)에서  $NH_2CH_2COOH$ 은  $H^+$ 을 내놓고  $NH_2CH_2COO^-$ 이 되므로 브뢴스테드·로리 산이다.

## 15. 몰 농도와 농도 변환

(가)의 수용액은 10 %  $NaOH(aq)$  60 g이므로 이 수용액에 들어 있

는  $NaOH$ 의 질량은 6 g이며, 이는  $\frac{6 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.15 \text{ mol}$ 이다. (나)

의 수용액은 0.5M  $NaOH(aq)$  100 mL이므로 이 수용액에 들어 있는  $NaOH$ 의 양(mol)은 0.05몰이다. 증류수의 밀도는 1.00 g/mL이므로 증류수  $x$  mL의 질량은  $x$  g이다. (가) 수용액의 질량이 60 g이고, (나) 수용액은 밀도가 1.02 g/mL이며, 100 mL이므로 질량은 102 g이다. 따라서 (다)에서 혼합 수용액의 전체 질량은  $(60 + 102 + x)$  g이며, 밀도가 1.05 g/mL이므로 전체 수용액의 부피는  $\frac{(162 + x)}{1.05}$  mL이다. (다) 수용액의 몰 농도가 1.2M이므로

$0.2 \times \frac{1.05}{(162 + x)} \times 1000 = 1.2$ 가 성립하고, 이를 정리하면  $6x = 78$ 이다. 따라서  $x = 13$ 이다.

## 16. 원자의 전자 배치

2, 3주기 원자의 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수가 3인 것은 15족 원소이므로 X는 질소(N)또는 인(P)이고, 이들 원자의 바닥상태 전자

배치와  $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 는 다음과 같다.

원자	전자 배치	$\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$
N	$1s^2 2s^2 2p^3$	$\frac{4}{7}$
P	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$\frac{6}{15} = \frac{2}{5}$

X가 N일 때  $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 의 상댓값이 2이므로 Y의

$\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 는  $\frac{8}{7}$ 이 되어 전체 전자 수보다  $s$  오비탈 수가 더 많아지므로 타당하지 않다.



이로부터 X는 P이고, P에서  $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 가  $\frac{2}{5}$ 이므로 Y와 Z의  $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 는 각각  $\frac{4}{5}$ , 1이다. 따라서 Y는 붕소(B)이고, 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^1$ 이며, 홀전자 수는 1이다. Z는  $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 가 1이고, 홀전자 수가 1이므로 리튬(Li)이다.

ㄱ. Y와 Z의 홀전자 수가 1이므로  $a=1$ 이다.

ㄴ. X는 3주기 원소이고, Y는 2주기 원소이다.

ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Y가 3, Z가 2이므로  $Y > Z$ 이다.

## 17. 화학 반응의 양적 관계

실린더에 A(g)를  $x$  L 넣고 B(g)의 부피를 달리하여 반응을 완결시켰을 때 실험 I과 실험 II에서  $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}}$ 이 같으므로 실험 I에서는 B(g)가 모두 반응하고, 실험 II에서는 A(g)가 모두 반응한다. 또, 일정 온도와 압력에서 기체의 부피비는 분자 수비와 같으므로 각 물질의 양적 관계는 다음과 같다.

[실험 I]

$$2A(g) + bB(g) \longrightarrow C(g) + 2D(g)$$

반응 전(L)	$x$	4		
반응(L)	$-\frac{8}{b}$	-4	$+\frac{4}{b}$	$+\frac{8}{b}$
반응 후(L)	$x - \frac{8}{b}$	0	$\frac{4}{b}$	$\frac{8}{b}$

[실험 II]

$$2A(g) + bB(g) \longrightarrow C(g) + 2D(g)$$

반응 전(L)	$x$	9		
반응(L)	$-x$	$-\frac{bx}{2}$	$+\frac{x}{2}$	$+x$
반응 후(L)	0	$9 - \frac{bx}{2}$	$\frac{x}{2}$	$x$

실험 I에서  $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}} = \frac{x + \frac{4}{b}}{\frac{4}{b}} = 4$ 이므로  $xb=12$ 이다.

다. 또, 실험 II에서 전체 기체의 양(mol)은  $(9 - \frac{bx}{2}) + \frac{x}{2} + x =$

$$9 - 6 + \frac{3x}{2} = 3 + \frac{3x}{2} \text{ 이므로 } \frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}} = \frac{3 + \frac{3x}{2}}{\frac{x}{2}} = 4$$

이다. 따라서  $x=6$ ,  $b=2$ 이므로  $\frac{x}{b}=3$ 이다.

## 18. 금속의 산화 환원 반응에서 양적 관계

C w g 속에 들어 있는 C 원자 수는 일정한데 C w g를 넣었을 때 환원되어 석출된 금속의 양(mol)은  $4n$ 몰이고, C 2w g~3w g를 넣었을 때 환원되어 석출된 금속의 양(mol)은  $8n - \frac{20}{3}n = \frac{4}{3}n$ (몰)이다. 즉, 일정량의 금속 C 원자와 반응한 금속 이온 수는 반응 초기가 더 크므로 이온의 산화수가 작은  $B^{b+}$ 이  $A^{a+}$ 보다 먼저 환원된다. 이때 C w g와 반응한  $B^{b+}$ 은  $4n$ 몰이고,  $A^{a+}$ 은  $\frac{4}{3}n$ 몰이다. 이로부터 일정량의 C 원자 수와 반응한 이온의 몰비가  $A^{a+} : B^{b+} = 1 : 3$ 이므로 산화수비는  $a : b = 3 : 1$ 이다. 이때 a와 b는 3 이하의 자연수이므로 a는 3이고, b는 1이다.

C w g를 넣을 때  $B^{b+}(B^+)$ 과 반응하고, 생성된 금속의 양(mol)은  $4n$ 몰이다. 이때 금속 이온의 산화수비가  $B^{b+}(B^+) : C^{2+} = 1 : 2$ 이므로 반응 몰비는 2 : 1이다. 이로부터 C w g에 들어 있는 C 원자의 양(mol)은  $2n$ 몰이다. C w g~2w g를 넣을 때  $B^{b+}(B^+)$ 과 반응한 C의 양(mol)을  $p$ 몰,  $A^{a+}(A^{3+})$ 과 반응한 C의 양을  $q$ 몰이라고 하면  $p+q=2n$ 이다. .... ①

또한 생성된 B와 A의 양(mol)은 각각  $2p$ 몰,  $\frac{2}{3}q$ 몰이므로

$$2p + \frac{2}{3}q = \frac{20}{3}n - 4n = \frac{8}{3}n \text{ 이다. .... ②}$$

①, ② 식을 풀면  $p=q=n$ 이므로 C 2w g를 넣을 때 생성된 B의 양(mol)은  $4n + 2n = 6n$ (몰)이고, A의 양(mol)은  $\frac{2}{3}n$ 몰이다. 이를 통해 (가)의 비커에 들어 있는  $B^{b+}(B^+)$ 은  $6n$ 몰이고,  $A^{a+}(A^{3+})$ 은  $9n - 6n = 3n$ (몰)임을 알 수 있다. 따라서 C 2w g를 넣을 때 수용액 속에 들어 있는  $A^{a+}(A^{3+})$ 의 양(mol)은  $3n - \frac{2}{3}n = \frac{7}{3}n$ (몰)이고,  $C^{2+}$ 의 양(mol)은  $4n$ 몰이므로  $x = \frac{7}{3}n + 4n = \frac{19}{3}n$ 이다.

C 3w g~C y g를 넣을 때까지 반응한  $A^{3+}$ 의 양(mol)은  $n$ 몰이고, 반응 몰비는  $C(C^{2+}) : A^{3+} = 3 : 2$ 이므로 반응한 C 원자의 양은  $\frac{3}{2}n$ 몰이다. 이때 C w g에 들어 있는 C 원자의 양(mol)이  $2n$ 몰이므로 C  $\frac{3}{2}n$ 몰의 질량은  $\frac{3}{4}w$  g이다. 따라서  $y = 3w + \frac{3}{4}w = \frac{15}{4}w$ 이다.

$$\therefore x = \frac{7}{3}n + 4n = \frac{19}{3}n \text{ 이다.}$$

ㄷ. C 3w g~y g를 넣을 때 반응한 C 원자의 양(mol)은  $\frac{3}{2}n$ 몰이고, C  $\frac{3}{2}n$ 몰의 질량은  $\frac{3}{4}w$  g이므로  $y = 3w + \frac{3}{4}w = \frac{15}{4}w$ 이다.

ㄱ. 일정량의 금속 C 원자 수와 반응한 이온의 몰비가  $A^{a+} : B^{b+} = 1 : 3$ 이므로 산화수비는  $a : b = 3 : 1$ 이다. 따라서  $b=1$ 이다.

## 19. 화학 반응의 양적 관계

A y L에 B 5w g를 넣었을 때 전체 기체의 부피가 최소이므로 이때, 반응이 완결되었음을 알 수 있다. 화학 반응식에서 계수비는 반응 몰비와 같으므로  $A : B : C = \frac{y}{40} : \frac{5w}{x} : C$ 의 양(mol) =  $a : 1 : 2$ 이므로 B 5w g를 넣었을 때 생성된 C의 양(mol)은  $\frac{10w}{x}$ 몰이다. 또한, 반응 완결 후 증가한 전체 기체의 부피는 추가로 넣어 준 B 3w g의 부피와 같으므로 B 8w g를 넣었을 때 전체 기체의 양(mol)은 C의 양(mol) =  $\frac{10w}{x}$ 몰과 추가로 넣은 B의 양 =  $\frac{3w}{x}$ 몰을 더한 값인  $\frac{13w}{x}$ 몰이고, 전체 기체의 부피가 26 L이므로  $\frac{13w}{x} \text{ 몰} = \frac{26}{40} \text{ 몰}$ 이다. 따라서  $x=20w$ 이다. B 4w g를 넣었을 때 양적 관계는 다음과 같다.

$$aA(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$$

반응 전(mol)	$\frac{y}{40}$	$\frac{4w}{x}$	
반응(mol)	$-\frac{4aw}{x}$	$-\frac{4w}{x}$	$+\frac{8w}{x}$
반응 후(mol)	$\frac{y}{40} - \frac{4aw}{x}$	0	$\frac{8w}{x}$

B 4w g를 넣었을 때와 B 8w g를 넣었을 때 전체 기체의 부피가 같으므로  $\frac{y}{40} - \frac{4aw}{x} + \frac{8w}{x} = \frac{13w}{x}$ 이고,  $x=20w$ 이므로  $y=8a+10$ 이다. 또한, 반응이 완결되었을 때 반응 몰비는  $A:C=\frac{y}{40}:\frac{10w}{x}=a:2$ 이고  $x=20w$ 이므로  $y=10a$ 이다. 따라서  $a=5$ 이고,  $y=50$ 이며,  $\frac{y}{x}=\frac{50}{20w}=\frac{5}{2w}$ 이다.

## 20. 중화 반응의 양적 관계

용액 I의 전체 부피는 15 mL이고, 용액 II의 전체 부피는 20 mL이므로 용액 I과 II에서 A~E 이온 수는 다음과 같다.

이온	A	B	C	D	E
I	60N	60N	120N	0	0
II	60N	0	120N	180N	240N

HCl(aq) 5 mL와 KOH(aq) 10 mL를 혼합하여 만든 용액 I에 NaOH(aq) 5 mL를 혼합하였을 때 그 수가 일정한 A와 C는 구경꾼 이온인  $K^+$  또는  $Cl^-$ 이다. 또, 용액 I에서는 존재하지 않다가 용액 II에서 존재하는 D와 E는 각각  $Na^+$ 과  $OH^-$  중 하나인데,  $OH^-$ 은 반응에 참여하므로 그 수가 작은 D는  $OH^-$ 이고, E는  $Na^+$ 이다. 이로부터 NaOH(aq) 5 mL에 들어 있는  $Na^+$ 과  $OH^-$  수는 240N임을 알 수 있다. 또, B는 용액 I에 존재하다가 용액 II에서는 존재하지 않으므로 반응에 참여하는  $H^+$ 이고, 용액 I에서 B와 같은 수로 존재하는 A는  $Cl^-$ 일 수 없으므로  $K^+$ 이다. 즉, A는  $K^+$ , B는  $H^+$ , C는  $Cl^-$ 이다. 이로부터 HCl(aq) 5 mL에 들어 있는  $H^+$ 과  $Cl^-$  수는 각각 120N이고, KOH(aq) 10 mL에 들어 있는  $K^+$ 과  $OH^-$  수는 60N임을 알 수 있다. HCl(aq) 10 mL에 들어 있는  $H^+$ 과  $Cl^-$  수는 각각 240N이고 NaOH(aq) 5 mL에 들어 있는  $Na^+$ 과  $OH^-$  수는 240N이므로 NaOH(aq)을 조금씩 넣을 때 혼합 용액 속 전체 양이온 수와 단위 부피당 양이온 수(n)는 다음과 같다.

이온		$H^+$	$Cl^-$	$Na^+$	$OH^-$	전체 양 이온 수	n
NaOH(aq)의 부피(mL)	0	240N	240N	0	0	240N	24N
	5	0	240N	240N	0	240N	16N
	10	0	240N	480N	240N	480N	24N

따라서 HCl(aq) 10 mL에 NaOH(aq) 10 mL를 넣을 때 단위 부피당 전체 양이온 수(n)가 처음과 같은 ②가 가장 적절하다.

## 실전 예상 모의고사 1회

16쪽~19쪽

1. ⑤	2. ②	3. ①	4. ③	5. ③
6. ③	7. ②	8. ③	9. ③	10. ④
11. ④	12. ③	13. ③	14. ②	15. ⑤
16. ④	17. ①	18. ⑤	19. ③	20. ②

### 1. 화학 반응식과 화학의 유용성

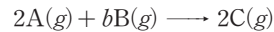
ㄱ. (가)는  $NH_3$ 이므로 비료의 원료로 사용할 수 있다.

ㄴ. (나)는 Fe이므로 철근 콘크리트 등의 건축 재료로 활용된다.

ㄷ. (다)는  $CH_4$ 이므로 탄화수소이다.  $CH_4$ 은 천연가스의 주성분으로 화석 연료이다.

### 2. 화학 반응에서의 양적 관계

그래프에서 A 4 g과 일정량의 B가 반응하여 생성된 C의 질량이 5 g이므로 반응한 B의 질량은 1 g이다. 이로부터 반응하는 질량비는  $A:B:C=4:1:5$ 이다. 질량비가  $A:B=4:1$ 이므로 (나)에서 A 2.0 g과 B 2.5 g을 반응시킬 때 질량 관계는 다음과 같다.

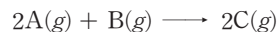


반응 전(g)	2.0	2.5	
반응(g)	-2.0	-0.5	+2.5
반응 후(g)	0	2.0	2.5

실험 결과에서 B와 C의 분자 수비가 2:1로 제시되었으므로 분자량의 비는  $B:C=\frac{2.0}{2}:\frac{2.5}{1}=2:5$ 이다. 또한, 화학 반응식의 계수 비로 보아 반응한 A와 생성된 C의 분자 수가 같고 이때 질량이 각각 2.0 g, 2.5 g이므로 A와 C의 분자량의 비는  $A:C=2:2.5=4:5$ 이다. 이로부터 분자량의 비는  $M_A:M_B:M_C=4:2:5$ 이다.

화학 반응식의 계수비는 몰비와 같으므로  $A:B=2:b=\frac{2.0}{4}:\frac{0.5}{2}$ 이다. 따라서 B의 반응 계수 b는 1이다.

(다)에서 꼭지를 열어 반응시킬 때 질량 관계는 다음과 같다.



반응 전(g)	w	2.0	2.5
반응(g)	-8.0	-2.0	+10.0
반응 후(g)	w-8.0	0	12.5

실험 결과에서 A와 C의 몰비가 2:5로 제시되었으므로 다음 관계가 성립한다.

$$\frac{w-8}{4}:\frac{12.5}{5}=2:5 \therefore w=12.0$$

### 3. 원자 모형

ㄱ. 제시된 원자 모형 중 원자핵이 표현되어 있는 원자 모형은 현대 원자 모형과 보어 원자 모형이다. 이중에서 정해진 궤도를 돌고 있는 전자가 표현되어 있는 (가)는 보어 원자 모형이다. 보어 원자 모형은 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 제안되었다.

바로알기 ㄴ. (나)는 현대 원자 모형이다. 톰슨이 음극선 실험 결과를 설명하기 위해 제안한 모형은 (다)이다.

ㄷ. (다)는 톰슨 원자 모형이다. 오비탈을 설명할 수 있는 모형은 현대 원자 모형인 (나)이다.

### 4. 수소 원자의 전자 전이와 선 스펙트럼

ㄱ. ①선은 가시광선 영역 중 파장이 두 번째로 긴 선이므로  $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전이에서 방출되는 빛에 해당하므로 f에 해당한다.

ㄷ.  $b$ 에서 흡수하는 에너지는  $(E_3 - E_2)$ ,  $e$ 에서 흡수하는 에너지는  $(E_4 - E_3)$ 이고,  $f$ 에서 방출되는 에너지는  $(E_4 - E_2)$ 이다.  $b$ 와  $e$ 에서 흡수하는 에너지의 합은  $(E_3 - E_2) + (E_4 - E_3) = (E_4 - E_2)$ 이므로  $f$ 에서 방출되는 에너지와 크기가 같다.

**바로알기** ㄴ.  $c$ 는  $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이므로 방출되는 빛의 에너지는  $-\frac{k}{3^2} - \left(-\frac{k}{1^2}\right) = \frac{8k}{9}$ 이고,  $a$ 에서 방출되는 빛의 에너지는  $-\frac{k}{2^2} - \left(-\frac{k}{1^2}\right) = \frac{3k}{4}$ 이다. 따라서 방출되는 빛의 에너지는  $c$ 에서  $a$ 에서의  $\frac{32}{27}$ 이므로 1.5배보다 작다.

## 5. 원자의 전자 배치

주어진 조건에 부합하는 원자 A~D의 전자 배치는 A:  $1s^2 2s^2 2p^1$ , B:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ , C:  $1s^2 2s^2 2p^3$ , D:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이다.

ㄱ. 2주기 원소는 A와 C 2가지이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 D가 5이고, A가 3이므로 D가 A보다 크다.

**바로알기** ㄷ. B와 D는 3주기 원소이고, 원자 번호는 D가 B보다 크므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 D가 B보다 크다.

## 6. 바닥상태와 들뜬상태의 전자 배치

ㄷ. (가)는 바닥상태이고, (나)는 들뜬상태이므로 (나)에서 (가)로 될 때 에너지를 방출한다.

**바로알기** ㄱ. 다전자 원자에서는 주 양자수가 같더라도 오비탈의 모양에 따라 에너지 준위가 다르다. L 껍질의  $2s$  오비탈은  $2p$  오비탈보다 에너지 준위가 낮다.

ㄴ. (나)에서 K 껍질에 전자가 들어 있는 오비탈은  $1s$  1개, L 껍질에 전자가 들어 있는 오비탈은  $2s$  1개,  $2p$  3개이고, M 껍질에 전자가 들어 있는 오비탈은 1개이다. 따라서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 6이다.

## 7. 원자의 전자 배치

X와 Y는 2주기 원자이므로 전자 수는 3~10이다. 이때 전자 수비는  $X : Y = 1 : 2$ 이고, 전자가 들어 있는 오비탈 수비는  $X : Y = 2 : 5$ 이므로 가능한 전자 수는 (4, 8)인 경우 뿐이다. 따라서 두 원자의 전자 배치는 X가  $1s^2 2s^2$ 이고, Y가  $1s^2 2s^2 2p^4$ 이다.

ㄴ. Y에서  $s$  오비탈과  $p$  오비탈에 들어 있는 전자 수가 같으므로  $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 이다.

**바로알기** ㄱ. 바닥상태에서 홀전자 수는 X가 0이고, Y가 2이므로 홀전자 수의 합은 2이다.

ㄷ. Y가 바닥상태  $Y^-$ 이 될 때 전자는  $2p$  오비탈에 채워지므로 전자가 들어 있는  $p$  오비탈 수는 변하지 않는다.

## 8. 이온 반지름

ㄱ. A~D 이온의 전자 배치가 Ne과 같으므로 A~D는 각각 2주기 비금속 원소이거나 3주기 금속 원소이다. 이때 이온 반지름이 가장 작은 B가 이온 반지름이 가장 큰 C와 1 : 1의 개수비로 이온 결합 화합물을 형성하므로 C는 O, B는 Mg이다. 마찬가지로 A는 Na, D는 F이다. 따라서 원자 반지름은 C가 D보다 크다.

ㄴ. A는 1족 원소인 Na이므로 주어진 원소 중 제1 이온화 에너지가 가장 작다.

**바로알기** ㄷ. 바닥상태 전자 배치에서 A~D의 홀전자 수는 각각 1, 0, 2, 1이다. 따라서 홀전자 수는 C가 가장 크다.

## 9. 원자의 전자 배치

ㄱ. B(s)는 금속 결정이므로 금속 양이온과 자유 전자가 정전기적 인력으로 결합하고 있다.

ㄴ. BD에서 양이온은  $B^+$ 이고, CA에서 양이온은  $C^{2+}$ 이다.  $B^+$ 과  $C^{2+}$ 은 전자 수가 같고 원자핵의 전하량은  $C^{2+}$ 이  $B^+$ 보다 크므로 이온 반지름은  $B^+$ 이  $C^{2+}$ 보다 크다.

**바로알기** ㄷ.  $AD_2$ 는 비금속 원소의 원자가 전자쌍을 공유하여 결합한 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

## 10. 전기 음성도

ㄴ. AB는 비금속 원소의 원자인 H와 Cl가 전자쌍을 공유하여 형성한 공유 결합 물질이다.

ㄷ. 전기 음성도는  $C > A$ 이므로 AC에서 A는 부분적인 양전하( $\delta^+$ )를 띤다.

**바로알기** ㄱ. 원자 반지름은  $Cl > F > H$ 이고, 전기 음성도는  $F > Cl > H$ 이므로 이원자 분자에서 결합 길이가 가장 짧고, 전기 음성도 차이가 가장 큰 AC는 HF이고, 결합 길이가 가장 긴 BC는 ClF이므로 A는 H, B는 Cl, C는 F이다. 따라서 전기 음성도는  $C > B$ 이다.

## 11. 전기 음성도

XY에서 Y가 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 띠므로 전기 음성도는  $Y > X$ 이다. XZ에서 Z가 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 띠므로 전기 음성도는  $Z > X$ 이다. ZY에서 Y가 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 띠므로 전기 음성도는  $Y > Z$ 이다. 따라서 X~Z의 전기 음성도는  $Y > Z > X$ 이다.

## 12. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 특징

ㄱ. 주어진 원소들로 이루어진 물질의 가능한 화학식은 NaF, MgO,  $Na_2O$ ,  $MgF_2$ ,  $OF_2$ 이다. 이로부터 A는 O, B는 Mg, C는 F, D는 Na이다. 따라서 (가)는 MgO로 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄴ. (나)는  $OF_2$ 이다. 전기 음성도는 A(O)가 C(F)보다 작으므로 A는 부분적인 양전하( $\delta^+$ )를 띤다.

**바로알기** ㄷ. C(F)와 D(Na)는 1 : 1의 개수비로 결합하여 화합물을 형성하므로 C와 D로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은 DC이다.

## 13. 금속 결합 물질과 공유 결합 물질의 특징

ㄱ. A는 금속이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. B와 C는 비금속 원소이고, AB는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

ㄴ.  $B_2$ 와  $C_2$ 는 각각 원자 2개가 결합하여 분자로 존재하므로 B와 C는 17족 원소이다. 17족 원소는 원자가 전자 수가 7로 단일 결합을 형성하므로 공유 전자쌍 수는  $B_2$ 와  $C_2$ 에서 1로 같다.

**바로알기** ㄷ.  $B_2$ 는 같은 종류의 원자가 결합한 이원자 분자로 무극성 공유 결합으로 형성된 무극성 분자이다. 따라서 극성 물질인 물보다 무극성 물질인 벤젠에 더 잘 녹는다.

## 14. 루이스 전자점식

ㄷ. (가)의 분자 구조는 직선형이고, (나)의 분자 구조는 평면 삼각형으로 (가)와 (나)는 평면 구조이므로 모든 구성 원자가 같은 평면에 있다.

**바로알기** ㄱ. (가)와 (나)에서 모두 서로 다른 두 원자가 공유 결합을 하고 있으므로 극성 공유 결합만 있다.

ㄴ. (가)에서 중심 원자 주위에는 전자쌍이 4개 있어 옥텟 규칙을 만족하지만 (나)에서 중심 원자 주위에는 전자쌍이 3개 있어 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

## 15. 동적 평형

ㄱ. (가), (나) 모두 동적 평형을 이루었다.

ㄴ. (가), (나) 모두 물의 증발과 수증기의 응축이 진행되므로 가역 반응이다.

ㄷ. 동적 평형을 이루었으므로 같은 시간 동안 증발하는 물 분자 수와 응축하는 수증기 분자 수가 같다. 따라서 물의 양이 변하지 않는다.

## 16. 수소 이온 농도와 pH

ㄱ.  $\bullet$ 은 (가)와 (나)에 공통으로 존재하므로  $H^+$ 이다.

ㄴ.  $25^\circ C$ 에서 물의 이온화 상수  $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$  이므로  $[H^+]$ 가 클수록  $[OH^-]$ 는 작다. 따라서  $[OH^-]$ 는 (가)가 (나)보다 작다.

**바로알기** ㄷ.  $[H^+]$ 는 (가)가 (나)보다 크므로 수용액의 pH는 (가)가 (나)보다 작다.

## 17. 중화 반응에서의 양적 관계

ㄱ. b에서  $H^+$ 이 더 이상 존재하지 않으므로 중화 반응이 완결되었음을 알 수 있다. 중화점인 b에서 넣어 준  $OH^-$ 의 양(mol)과 반응한  $H^+$ 의 양(mol)이 같으므로 HA 수용액의 몰 농도는 0.1 M이다.

**바로알기** ㄴ. 혼합 용액은 a에서 산성이고 b에서 중성이므로 혼합 용액의 pH는 a가 b보다 작다.

ㄷ. a의 혼합 용액에 BTB 용액을 넣으면 노란색을 나타낸다.

## 18. 산화 환원 반응

ㄴ. (나)에서 Sn의 산화수는 반응물인  $SnCl_2$ 에서 +2이고, 생성물인  $SnCl_4$ 에서 +4이다.  $SnCl_2$ 는 다른 물질( $HNO_2$ )을 환원시키고 자신은 산화되므로 환원제이다.

ㄷ. (나)에서 N의 산화수는  $HNO_2$ 에서 +3이고, NO에서 +2이다.

**바로알기** ㄱ. (가)에서 산화수가 변화된 원자나 물질이 없으므로 (가)는 산화 환원 반응이 아니다. (가)는 산과 염기의 중화 반응이다.

## 19. 산화 환원 반응

ㄱ.  $a=2, b=1, c=2$ 이므로  $a+b+c=5$ 이다.

ㄴ. Mg은 산화수가 0에서 +2로 증가하므로 산화된다.

**바로알기** ㄷ.  $CO_2$ 는 환원되고, Mg은 산화되므로  $CO_2$ 는 산화제로 작용한다.

## 20. 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

ㄴ. (가)에서는 0.1 M  $HCl(aq)$ 과 0.1 M  $NaOH(aq)$ 이 모두 100 mL씩 반응하였으므로 0.01몰의 물이 생성된다. (나)에서는 0.1 M  $HCl(aq)$  100 mL(0.01몰)와  $NaOH(s)$  0.4 g(0.01몰)이 반응하여 0.01몰의 물이 생성된다. 그러므로 생성된 물의 양은 (가)와 (나)가 같다.

**바로알기** ㄱ. (가)에서는 산 수용액과 염기 수용액이 반응하여 열을 방출하지만, (나)에서는  $NaOH(s)$ 이 용해된 후 산 수용액과 염기 수용액이 반응하여 열을 방출한다.  $NaOH(s)$ 의 용해는 발열 반응이고, (가)보다 (나)에서 수용액의 양이 적으므로  $t_2 > t_1$ 이다.

ㄷ. (가)에서의 혼합 용액과 (나)에서의 혼합 용액은 각각 완전히 중화되었으므로 혼합 용액의 pH는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

## 실전 예상 모의고사 2회

20쪽~23쪽

1. ②	2. ⑤	3. ②	4. ⑤	5. ②
6. ④	7. ⑤	8. ③	9. ⑤	10. ③
11. ④	12. ③	13. ⑤	14. ③	15. ③
16. ⑤	17. ①	18. ③	19. ②	20. ⑤

## 1. 탄소 화합물

ㄷ. (다)는  $C_2H_5OH$ 이다. 에탄올은 소독용 약품으로 사용된다.

**바로알기** ㄱ. (가)는  $CH_4$ 이고, (나)는  $CH_3COOH$ 이므로 (가)는 연료로 사용하지만, (나)는 식초, 의약품에 사용한다.

ㄴ. (나)를 이루는 탄소 원자 중 1개는 4개의 원자와 결합하지만, 1개의 탄소 원자는 C, O, O의 3개의 원자와 결합한다.

## 2. 화학 반응에서의 양적 관계

ㄱ. 반응식으로부터 질량 관계는  $2A+B=2C$ 이므로 A와 C의 분자량을 이에 대입하면  $B=16$ 이다. 따라서 분자량비는  $B:C=16:23$ 이다.

ㄴ. 분자량비가  $A:B=15:16$ 이므로 화학 반응식의 계수를 이용하면 반응 질량비는  $A:B=30:16=15:8$ 이다. 따라서 (가)에서 A가 모두 소모되면 B는 3.2 g이 남는다. 분자량비는  $A:B:C=15:16:23$ 이고, 남은 B의 질량은 3.2 g, 생성된 C의 질량은 9.2 g 이므로 이를 분자량으로 나누어 몰비를 구하면  $B:C = \frac{3.2}{16n} : \frac{9.2}{23n} = 1:2$ 이다.

ㄷ. (가)에서 반응 질량비는  $A:B=6.0:3.2$ 이므로 ㉠은 3.2이다. (나)에서의 반응 질량비도 (가)와 같으므로 ㉡은 3.0이다. (가)와 (나)에서 생성된 C의 질량이 같으므로 C의 양(mol)도 같다. (가)에서 남은 B의 질량이 3.2 g이고 B의 분자량이  $16n$ 이며, (나)에서 남은 A의 질량이 3.0 g이고, A의 분자량이  $15n$ 이므로 남은 기체의 몰비도 같다. 따라서 ㉢은 1이고,  $㉠+㉡+㉢=3.2+3.0+1=7.2$ 이다.

## 3. 원자와 이온의 전자 배치

ㄴ. (나)는 2p 오비탈 중 하나에 스핀 방향이 같은 전자 2개가 들어 있으므로 파울리 배타 원리에 위배된다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 에너지 준위가 같은 2p 오비탈의 홀전자 수가 최대가 되는 전자 배치가 아니므로 훈트 규칙에 위배되는 들뜬상태이다.

ㄷ. (다)는 바닥상태 산소 원자의 전자 배치이다. (라)에서 전자 수는 7로  $O^+$ 의 전자 배치이지만, 훈트 규칙에 위배되므로 들뜬상태이다. O의 제1 이온화 에너지는 바닥상태인 기체 상태의 산소 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어내어 바닥상태인 기체 상태의  $O^+$  1몰을 만들 때 필요한 에너지이다. 따라서 (다)와 (라)의 에너지 차이는 O의 제1 이온화 에너지보다 작다.

## 4. 수소 원자의 전자 전이와 에너지 출입

ㄱ. 가능한 전자 전이가 모두 6가지이므로  $n=4$  이하에서 일어나는 전자 전이이다.

ㄴ.  $n=4$  이하의 전자 전이는 다음과 같다.

- $n=4 \rightarrow n=1$
- $n=4 \rightarrow n=2$
- $n=4 \rightarrow n=3$



- $n=3 \rightarrow n=1$
- $n=3 \rightarrow n=2$
- $n=2 \rightarrow n=1$

이 중에서 방출되는 빛의 에너지가 두 번째로 큰  $a$ 는  $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이므로 방출되는 빛은 자외선에 해당한다.

ㄷ.  $a$ 는  $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이고, 이때 방출되는 에너지를  $E_3 - E_1$ 이라고 두면,  $b$ 는 두 번째로 에너지가 작은 전자 전이이므로  $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전이이고, 이때 방출되는 에너지는  $E_3 - E_2$ 이다. 즉,  $(a-b) = (E_3 - E_1) - (E_3 - E_2) = E_2 - E_1$ 이므로  $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이와 같다. 따라서 수소 원자에서  $(a-b)$ 의 에너지를 방출하는 전자 전이가 일어날 수 있다.

## 5. 원자와 이온의 전자 배치

$p$  오비탈의 전자 수와  $p$  오비탈의 홀전자 수가 같은 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^1$ ,  $1s^2 2s^2 2p^2$ ,  $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다. A는 전자 1개를 잃고 +1의 양이온이 될 때  $p$  오비탈의 전자 수와  $p$  오비탈의 홀전자 수가 같으므로  $1s^2 2s^2 2p^2$ 와  $1s^2 2p^2 2p^3$ 의 전자 배치가 가능하고, B는 전자 1개를 얻어 -1의 음이온이 될 때  $p$  오비탈의 전자 수가  $p$  오비탈의 홀전자 수의 2배가 되므로 B의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다. 그런데 A와 B는 서로 다른 원소이므로 A의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^2$ 이다.

ㄴ.  $p$  오비탈의 홀전자 수는 A가 2, B가 3이므로  $A < B$ 이다.

**바로알기** ㄱ. 원자가 전자가 들어 있는 주 양자수는 A와 B가 2로 서로 같다.

ㄷ.  $p$  오비탈의 전자 수는 A가 2, B가 3이므로  $A < B$ 이다.

## 6. 원자의 전자 배치

X와 Y는 같은 주기 원소이고,  $p$  오비탈에 들어 있는 전자 수는 X가 Y의 5배이므로 X의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^5$ 이고, Y의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^1$ 이다. 또,  $X^-$ 과  $Z^+$ 의 전자 수가 같으므로 Z의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이다.

ㄱ. Z는 3주기 원소이다.

ㄴ. Y에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 3이다.

**바로알기** ㄷ. 각 원자의 홀전자 수는 X가 1, Y가 1, Z가 1이므로 X~Z의 홀전자 수의 합은 3이다.

## 7. 원자의 전자 배치

ㄱ. 주어진 원소 Li, C, N, O, F의 바닥상태의 홀전자 수와 원자가 전자 수는 다음과 같다.

원소	Li	C	N	O	F
홀전자 수	1	2	3	2	1
원자가 전자 수	1	4	5	6	7

홀전자 수가 같은 (가)와 (나)는 (Li, F) 또는 (C, O)이고, 원자가 전자 수는 (가)가 (나)보다 크며 (다)가 (가)보다 크므로 (가)와 (나)는 (Li, F)이 될 수 없다. 이로부터 (가)는 O, (나)는 C이고, 원자가 전자 수가 (가)보다 큰 (다)는 F이다. 제1 이온화 에너지가 (가)보다 큰 (마)는 N이고, 나머지 (라)는 Li이다.

ㄴ. 제1 이온화 에너지는 (다)(F) > (가)(O)이고, 제2 이온화 에너지는 (가)(O) > (다)(F)이다. 따라서  $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 (가) > (다)이다.

ㄷ. 홀전자 수는 (마)(N)가 (나)(C)보다 크다.

## 8. 이온화 에너지

ㄱ.  $\frac{E_2}{E_1}$ 가  $\frac{E_1}{E_1}$ 에 비해 크게 증가하는 A와 D는 1족 원소이고,  $\frac{E_3}{E_1}$ 가  $\frac{E_1}{E_1}$ 에 비해 크게 증가하는 B는 2족 원소이며,  $\frac{E_4}{E_1}$ 가  $\frac{E_1}{E_1}$ 에 비해 크게 증가하는 C는 13족 원소이다.

ㄴ. 제시된 원소 중 2족 원소인 B는 Mg이고, 13족 원소인 C는 Al이다. 따라서 B와 C의 안정한 이온의 전자 수는 같고 원자핵의 전하량은 B가 C보다 작으므로 이온의 반지름은 B 이온이 C 이온보다 크다.

**바로알기** ㄷ. 주어진 원소 중  $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 원소는 원자가 전자가 2개인 원소이다. 따라서  $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 원소는 B이다.

## 9. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 화학 결합 모형

ㄱ. AB는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄴ. B는 2주기 16족 원소이고, C는 2주기 17족 원소이다. 따라서 B<sub>2</sub>에는 2중 결합이, C<sub>2</sub>에는 단일 결합이 있으므로 공유 전자쌍의 수는 B<sub>2</sub>가 C<sub>2</sub>의 2배이다.

ㄷ. AC<sub>2</sub>는 이온 결합 물질이므로 AB와 화학 결합의 종류가 같다.

## 10. 금속 결합 물질과 이온 결합 물질의 성질

ㄱ, ㄴ. 금속 알루미늄이 공기 중의 산소와 반응하여 이온 결합 물질인 산화 알루미늄을 형성하므로 이 과정에서 알루미늄의 자유 전자는 산소 원자 쪽으로 이동하여 알루미늄의 자유 전자 수가 감소하고, 전기 전도도도 감소한다.

**바로알기** ㄷ. 이온 결합 물질에 힘을 가하면 변형되지 않고 부서러지므로 연성과 전성이 작아진다.

## 11. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질

④ AC에는 극성 공유 결합이 있고, BC는 이온 결합 물질이므로 전기 음성도는 A가 B보다 크다.

**바로알기** ①, ③ (가)는 무극성 공유 결합이 있는 A<sub>2</sub>이다. A<sub>2</sub>는 공유 결합 물질로 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

② AC는 액체 상태에서 전기 전도성이 없으므로 공유 결합 물질이고, (나)에 해당한다. 이로부터 BC는 (다)에 해당하고, 결합의 이온성이 50 % 이상이므로 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

⑤ AC는 공유 결합 물질이고, BC는 이온 결합 물질이므로 화학 결합의 종류는 다르다.

## 12. 분자의 구조

ㄱ. BCl<sub>4</sub><sup>-</sup>의 분자 구조는 정사면체이고, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>의 분자 구조는 삼각뿔형이므로 결합각은 BCl<sub>4</sub><sup>-</sup> > H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>이다.

ㄴ. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>의 분자 구조는 삼각뿔형으로 결합의 극성이 상쇄되지 않으므로 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아니다. BCl<sub>3</sub>의 분자 구조는 평면 삼각형으로 결합의 극성이 상쇄되므로 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 0이다. 따라서 결합의 쌍극자 모멘트의 합은 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> > BCl<sub>3</sub>이다.

**바로알기** ㄷ. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>의 모양은 삼각뿔형이다.

### 13. 루이스 전자점식

- ㄱ. (가)~(다)에서 중심 원자 주위의 전자쌍 수는 4로 같고, 비공유 전자쌍 수는 (가)<(나)<(다)이므로 결합각은 (가)>(나)>(다)이다.  
 ㄴ. (가)와 (나)의 분자량은 비슷하고, (가)는 무극성 분자, (나)는 극성 분자이므로 끓는점은 (나)가 (가)보다 높다.  
 ㄷ. (가)는 무극성 분자, (나)는 극성 분자이므로 극성 물질인 (다)에 대한 용해도는 (나)가 (가)보다 크다.

### 14. 물질의 극성

- ㄱ. 이온 결합 물질인  $\text{CuCl}_2$ 가 물에 녹아 푸른색을 띠고, X에는 녹지 않은 것으로 보아 X는 무극성 물질이다.  $n$ -헥세인은 무극성 물질이므로 X의 예로 ' $n$ -헥세인'이 적절하다.  
 ㄴ. Y는 극성 물질인 물에는 녹지 않고 무극성 물질인 X에만 녹으므로 무극성 물질이다. 따라서 Y의 결합의 쌍극자 모멘트 합은 0이다.  
 [바로알기] ㄷ. I과 IV를 혼합하면 물과 X는 섞이지 않고 층을 이루므로 용액의 물 농도는 변함이 없어 보라색이 열리지 않는다.

### 15. 중화 반응에서의 양적 관계

- 실험 II에서 혼합 용액의 액성이 중성이고, 생성된 물 분자 수가  $12n$ 이므로  $\text{COH}(aq)$  30 mL 속에 들어 있는  $\text{OH}^-$  수는  $12n$ 이고, 산에 들어 있는  $\text{H}^+$  수의 합 또한  $12n$ 이다.  
 또,  $\text{COH}(aq)$  10 mL에 들어 있는  $\text{OH}^-$  수는  $4n$ 이므로 실험 I에서  $\text{COH}(aq)$  40 mL에는  $\text{OH}^-$  16*n*이 들어 있으며, 생성된 물 분자 수가  $11n$ 이므로 산에 들어 있는  $\text{H}^+$  수의 합은  $11n$ 이다.  
 이로부터  $\text{HA}(aq)$ 과  $\text{HB}(aq)$  10 mL에 들어 있는  $\text{H}^+$  수를 각각  $x$ ,  $y$ 라고 하면 다음 관계식이 성립한다.  
 실험 I:  $3x + y = 11n$       실험 II:  $2x + 3y = 12n$   
 $\therefore x = 3n, y = 2n$   
 이로부터 각 실험에서 이온 수는 다음과 같다.

실험	혼합 전			생성된 물 분자 수
	$\text{HA}(aq)$	$\text{HB}(aq)$	$\text{COH}(aq)$	
I	30 mL	10 mL	40 mL	$11n$
	$\text{H}^+$ : $9n$	$\text{H}^+$ : $2n$	$\text{C}^+$ : $16n$	
	$\text{A}^-$ : $9n$	$\text{B}^-$ : $2n$	$\text{OH}^-$ : $16n$	
II	20 mL	30 mL	30 mL	$12n$
	$\text{H}^+$ : $6n$	$\text{H}^+$ : $6n$	$\text{C}^+$ : $12n$	
	$\text{A}^-$ : $6n$	$\text{B}^-$ : $6n$	$\text{OH}^-$ : $12n$	
III	20 mL	40 mL	20 mL	$8n$
	$\text{H}^+$ : $6n$	$\text{H}^+$ : $8n$	$\text{C}^+$ : $8n$	
	$\text{A}^-$ : $6n$	$\text{B}^-$ : $8n$	$\text{OH}^-$ : $8n$	

- ㄱ. 실험 I의 혼합 용액에는 반응하지 않고 남은  $\text{OH}^-$ 이 존재하고, 실험 II에서는  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 이 모두 반응하였으므로 혼합 용액의 pH는 실험 I이 실험 II보다 크다.  
 ㄴ. 혼합 용액의 전체 부피는 같고, 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 실험 I이 실험 III보다 크므로 혼합 용액의 최고 온도는 실험 I이 실험 III보다 높다.  
 [바로알기] ㄷ. 실험 III의 혼합 용액에는 반응하지 않고 남은  $\text{H}^+$ 이 존재하므로 혼합 용액은 산성이다.

### 16. 수소 이온 농도와 pH

- ㄱ. pH가 7보다 작으면 산성이므로 산성은 (가)와 (나) 2가지이다.  
 ㄴ. 수용액 속  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 몰 농도가 클수록 pH가 작다.

- ㄷ. 25 °C에서  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ 로 일정하므로 pOH는 pH가 작을수록 크다.

### 17. 산 염기 정의와 산화수 변화

- ㄱ. 브뢴스테드·로리 산과 염기에서 산은 다른 물질에게  $\text{H}^+$ 을 내놓는 물질을, 염기는 다른 물질로부터  $\text{H}^+$ 을 얻는 물질을 말한다. (가)에서  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 는 브뢴스테드·로리 산이다.  
 [바로알기] ㄴ. (나)에서 S의 산화수는 +6으로 반응 전후 변화가 없다.  
 ㄷ. (가)와 (나)에서  $\text{H}_2\text{O}$ 는 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다.

### 18. 산화 환원 반응

- ㄱ. (가)에서 H의 산화수는  $\text{H}_2$ 에서 0이지만,  $\text{H}_2\text{O}$ 에서 +1이다. 따라서  $\text{H}_2$ 는 산화되며,  $\text{NO}_2$ 를 환원시키므로 환원제로 작용한다.  
 ㄷ. N의 산화수는  $\text{NH}_3$ 에서는 -3,  $\text{NO}_2$ 에서는 +4,  $\text{N}_2\text{O}_4$ 에서는 +4,  $\text{HNO}_3$ 에서는 +5, NO에서는 +2이다. 따라서 N의 산화수가 가장 큰 물질은  $\text{HNO}_3$ 이다.  
 [바로알기] ㄴ. (나)에서 N의 산화수는  $\text{NO}_2$ 와  $\text{N}_2\text{O}_4$  모두 +4로 같다. 즉, 반응 (나)는 산화 환원 반응이 아니므로  $\text{NO}_2$ 는 산화되거나 환원되지 않는다.

### 19. 화학 반응에서 출입하는 열량의 측정

- 학생 B. 열량계가 흡수한 열량을 무시하면 물질 X가 연소할 때 방출한 열량은 열량계 속 물이 흡수하는 열량과 같다. 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.  
 물이 흡수하는 열량( $Q$ ) = 물의 비열( $c$ ) × 물의 질량( $m$ ) × 물의 온도 변화( $\Delta t$ )  
 [바로알기] 학생 A. 화학 반응에서 출입하는 열량은 열량계를 사용하여 측정한다. 화학 반응에서 출입하는 열량을 간단히 측정할 때에는 스타이로폼으로 만든 간이 열량계를 사용하지만, 연소 반응에서 방출하는 열량은 통열량계를 사용하여 측정한다.  
 학생 C. 물이 흡수하는 열량을 알기 위해서는 물의 비열, 질량, 온도 변화를 알아야 한다.

### 20. 화학 반응에서 출입하는 열량의 측정

- ㄱ. 용액이 얻은 열량( $Q$ ) = 용액의 비열( $c$ ) × 용액의 질량( $m$ ) × 용액의 온도 변화( $\Delta t$ )이므로  $Q = c(w_1 + w_2)(t_2 - t_1)$ 이다.  
 ㄷ. 과정 (바)의  $Q$ 는 산과 염기의 종류에 관계없이 몰당 발생하는 열량이 56 kJ로 같다.  
 [바로알기] ㄴ.  $\text{NaOH}(aq)$  200 mL를 넣어 반응시켜도 산의 양이 그대로이므로 중화 반응에 참여하는 산과 염기의 양(mol)이 변하지 않는다. 따라서  $Q$ 는 그대로이다.

### 실전 예상 모의고사 3회

24쪽~27쪽

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ⑤  | 2. ⑤  | 3. ②  | 4. ④  | 5. ①  |
| 6. ①  | 7. ③  | 8. ②  | 9. ②  | 10. ④ |
| 11. ② | 12. ② | 13. ④ | 14. ② | 15. ① |
| 16. ⑤ | 17. ⑤ | 18. ⑤ | 19. ③ | 20. ⑤ |

## 1. 원자량

ㄱ. X 원자 3개와 Y 원자 1개의 질량이 같으므로 원자량비는  $X : Y = 1 : 3$ 이다.

ㄴ. 원자량비는  $X : Y : Z = 1 : 3 : 4$ 이므로 원자 1몰의 질량은 Z가 X의 4배이다.

ㄷ. 1g의 원자 수는  $\frac{1}{\text{분자량}} \times (\text{분자 1개를 구성하는 원자 수})$ 이므로

$YZ_2 : Z_2 = \frac{3}{11} : \frac{2}{8}$ 이다. 따라서  $YZ_2$ 가  $Z_2$ 보다 크다.

## 2. 몰 농도

ㄱ. NaOH 2.0 g은 0.05몰이고 용액의 부피는 0.5 L이므로 NaOH 수용액의 농도는 0.1 M이다.

ㄴ. A는 일정한 부피를 측정할 수 있는 용기이어야 하므로 부피 플라스크이다.

ㄷ. 온도에 따라 수용액의 부피가 변하면 몰 농도가 달라질 수 있으므로 NaOH이 물에 용해되어 방출하는 열을 충분히 식힌 후에 용액의 부피를 500 mL로 해야 한다.

## 3. 동위 원소와 평균 원자량

$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 인 원자 중 전자가 들어 있는 오비탈의 수가

6인 원자의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다. 따라서 A의 전자 수는 12이고, 양성자수 또한 12이다. 이때 존재 비율이 가장 큰 A의 중성자수는 양성자수와 같은 12이므로 질량수는 24이고, 원자량은 24이다. 따라서  $a=25$ 이고, A의 평균 원자량은  $24 \times 0.8 + 25 \times 0.1 + 26 \times 0.1 = 24.3$ 이다.

## 4. 원자의 구성 입자

"X,  $^bY$ ,  $^cZ$  각각에서  $\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}} = 1$ 이므로 양성자수와 중성자수는

같고, 질량수는 원자 번호의 2배이다. 또,  $2s$  오비탈과  $2p$  오비탈의 에너지 준위가 같은 X는 전자 수가 1인  $^1H$ 이므로 "X는  $^1X$ 이다. Y는 X와 같은 주기이므로  $^2He$ 이다. 따라서  $^bY$ 는  $^4Y$ 이다. 이때  $a=2$ ,  $b=4$ 이므로  $c=6$ 이고,  $^cZ$ 에서 양성자수와 중성자수가 같으므로  $^cZ$ 는  $^6Z$ 이다.

ㄴ. X와 Z는 같은 1족 원소이다.

ㄷ. "X와  $^bY$ 의 전자 수의 합은  $1+2=3$ 이고,  $^cZ$ 에서 중성자수는 3이므로 서로 같다.

**바로알기** ㄱ. Y는 1주기 원소이다.

## 5. 수소 원자의 전자 전이와 선 스펙트럼

ㄱ. (가)는 가시광선 중 두 번째로 파장이 길므로  $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이에 의한 것이다. 따라서  $x=4$ ,  $y=2$ 이고,  $\frac{x}{y}=2$ 이다.

**바로알기** ㄴ. (나)는  $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이에 해당하고, 가시광선 영역 중 파장이 가장 긴 빛을 방출하는 전이이므로 파장은 656 nm이다.

ㄷ. (다)는  $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이므로 방출하는 빛의 에너지는  $-\frac{k}{2^2} - \left(-\frac{k}{1^2}\right) = \frac{3k}{4}$ 이고, (가)에서 방출하는 빛의 에너지는

$-\frac{k}{4^2} - \left(-\frac{k}{2^2}\right) = \frac{3k}{16}$ 이다. 즉, 방출하는 빛의 에너지는 (다)가 (가)의 4배이고, 빛의 파장은 에너지에 반비례하므로 방출하는 빛의 파장은 (가)가 (다)의 4배이다.

## 6. 원자의 전자 배치

ㄱ. (가)의 조건에 맞는 전자 배치는  $1s^2 2s^1$ 이다.

**바로알기** ㄴ. (나)의 조건에 맞는 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^2$ 이고, (다)의 조건에 맞는 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^4$ 이다. 원자가 전자 수는 (나)가 4, (다)가 6이므로 (다)와 (나)의 원자가 전자 수 차는 2이다.

ㄷ. (라)의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^3$ 이므로 원자 번호가 가장 큰 것은 (다)이다.

## 7. 주기율표

(가)~(마)는 2주기~4주기 원소이므로 각각 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2, 2, 3, 3, 4이고, 원자가 전자 수는 각각 2, 4, 1, 3, 4이므로 X의 위치는 (다)이다.

## 8. 원자의 전자 배치

ㄴ. 원자핵의 전하량은 B 이온이 C 이온보다 작으므로 이온 반지름은 B 이온이 C 이온보다 크다.

**바로알기** ㄱ. B는 쌍음 원리와 훈트 규칙을 만족하므로 바닥상태이다. ㄷ.  $DB_2$ 는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이고,  $AB_3$ 는 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 물질로  $DB_2$ 와  $AB_3$ 의 화학 결합의 종류는 다르다.

## 9. 전자 배치와 원소의 주기적 성질

2주기 원자의 원자가 전자 수(a)와 홀전자 수(b)는 다음과 같다.

원자	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
a	1	2	3	4	5	6	7	0
b	1	0	1	2	3	2	1	0

따라서 B는 O, C는 F이고 A~C의 원자 번호가 연속이므로 A는 N이다.

ㄴ. 제1 이온화 에너지는 A(N)가 B(O)보다 크다.

**바로알기** ㄱ. 홀전자 수는 A(N)가 가장 크다.

ㄷ. 전자쌍이 들어 있는 오비탈 수는 C(F)가 B(O)보다 크다.

## 10. 전자 배치와 원소의 주기적 성질

2주기 원소의 전자가 들어 있는 오비탈 수에 따른 전자 배치는 다음과 같다.

오비탈 수	전자 배치
2	$1s^2 2s^1, 1s^2 2s^2$
3	$1s^2 2s^2 2p^1$
4	$1s^2 2s^2 2p^2$
5	$1s^2 2s^2 2p^3, 1s^2 2s^2 2p^4, 1s^2 2s^2 2p^5, 1s^2 2s^2 2p^6$

제1 이온화 에너지로부터 A~E에 해당하는 원소는 다음과 같다.

A	B	C	D	E
Be	Li	B	N	O

ㄱ. 원자 반지름은 A(Be)가 C(B)보다 크다.

ㄷ. 제2 이온화 에너지는 1족 원소인 B(Li)가 가장 크다. 제1 이온화 에너지

**바로알기** ㄴ. 전기 음성도는 E(O)가 D(N)보다 크다.

## 11. 금속의 성질

ㄷ. X를 전원 장치에 연결하면 자유 전자가 (+)극 쪽으로 이동한다.

**바로알기** ㄱ. X에서 A는 금속 양이온이고, B는 자유 전자이다.

ㄴ. X는 금속이므로 힘을 가해도 부스러지지 않고 모양이 변형된다.

## 12. 분자의 구조와 성질

㉠은  $\text{CF}_4$ , ㉡은  $\text{HCN}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{OF}_2$ , ㉢은  $\text{HCN}$ ,  $\text{OF}_2$ , ㉣은  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CF}_4$ 이다.

㉡, ㉢과 ㉣에 공통으로 해당하는 분자는  $\text{CF}_4$ 로 분자 구조는 정사면체이다.

**바로알기** ㉡. 주어진 분자 중 구성 원자가 같은 평면에 있는 분자는  $\text{HCN}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{OF}_2$ 이므로 (가)에 '평면 구조인가?'를 적용할 수 없다.

㉡. 주어진 분자 중 입체 구조인 것은  $\text{CF}_4$ 뿐이므로 ㉠에 해당하는 분자 수는 ㉢에 해당하는 분자 수보다 작다.

## 13. 분자의 구조

㉡. (나)에서 결합각  $\alpha$ 는  $120^\circ$ 이고, (다)에서 결합각  $\beta$ 는 약  $109.5^\circ$ 이므로 결합각은  $\alpha > \beta$ 이다.

㉡.  $\text{AlCl}_3$ 에서 중심 원자인 A에는 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 1이므로 분자 구조는 삼각뿔형이다.

**바로알기** ㉡. (가)에서 비공유 전자쌍 수가 1이므로 중심 원자 A에 비공유 전자쌍이 있다. 또, (나)에서 비공유 전자쌍 수가 9이므로 중심 원자 C에는 비공유 전자쌍이 없고, Cl 원자에 3개씩 있다. 따라서 (나)에서 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

## 14. 루이스 전자점식

㉡.  $\text{YZ}_2$ 에서 중심 원자 Y에는 공유 전자쌍 수가 2, 비공유 전자쌍 수가 2이므로 분자 구조는 굽은 형이다. 즉,  $\text{YZ}_2$ 는 결합의 극성이 상쇄되지 않는 분자 구조를 가지므로 극성 분자이다.

**바로알기** ㉡. X의 원자가 전자 수는 5이므로 비활성 기체와 같은 전자 배치를 갖기 위해 전자 3개가 필요하다. 즉,  $\text{X}_2$ 에서 X 원자 사이에는 3중 결합이 있고, 각 X 원자에는 비공유 전자쌍이 1개씩 있으므로  $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{3}{2} = 1.5$ 이다.

㉡.  $\text{XZ}_3$ 에서 중심 원자 X에는 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 1이므로 분자 구조는 삼각뿔형이다.

## 15. 분자의 성질

$\text{X}(l)$ 는 물과 섞이지 않고 층을 이루므로 무극성 물질인  $n$ -헥세인이 적절하다. 또, Y는 극성 물질인 물에 잘 녹으므로 이온 결합 물질이나 극성 분자로 이루어진 물질이 적절하다. 보기의 물질 중 이온 결합 물질은 염화 구리(II), 황산 구리(II)이고, 나프탈렌은 무극성 물질이다.

## 16. 수소 이온 농도와 pH, pOH

㉡. 산성 용액은 (가)와 (라)이고, 염기성 용액은 (나)와 (다)이다.

㉡. pOH는 (가) 8, (나) 4, (다) 6, (라) 10이다.

**바로알기** ㉡.  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (나)가  $1.0 \times 10^{-10} \text{ M}$ , (라)가  $1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이다. 따라서  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (라)가 (나)보다 크다.

## 17. 중화 반응에서의 양적 관계

㉡. (가)에 존재하는 이온의 종류가 3가지이고, (가)에 존재하지 않은 이온이 (나)에 존재하므로  $1 < x < 2$ 이다. (가)에 존재하는 이온의 양(mol)은  $\text{H}^+$ 이 0몰,  $\text{Cl}^-$ 이 1몰,  $\text{Na}^+$ 이  $x$ 몰,  $\text{OH}^-$ 이  $(x-1)$ 몰이므로  $x$ 는  $\frac{3}{2}$ 이다.

㉡.  $x$ 는  $\frac{3}{2}$ 이므로 A는  $\text{Cl}^-$ , B는  $\text{OH}^-$ , C는  $\text{Na}^+$ 이다.

㉡. (나)에  $\text{NaOH}$  0.5몰을 더 넣은 혼합 용액은 중성이 되므로 혼합 용액의 pH는 7이다. 따라서 산성 용액 (나)의 pH보다 크다.

## 18. 중화 반응에서 산 염기 정의와 산화수 변화

㉡. 반응 (가)~(다)는 모두 산과 염기의 중화 반응이므로 발열 반응이다.

㉡. 아레니우스 산과 염기에서 산은 물에 녹아  $\text{H}^+$ 을 내놓는 물질을, 염기는 물에 녹아  $\text{OH}^-$ 을 내놓는 물질을 말한다. (다)에서  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 은 아레니우스 염기이다.

**바로알기** ㉡. (가)와 (나)에서 Na의 산화수는 +1, Mg의 산화수는 +2이다.

## 19. 산화 환원 반응식

㉡. Cu는 산화수가 0에서 +2로 증가하고, N는 산화수가 +5에서 +2로 감소한다. 따라서 a에 '0 → +2로 산화수 증가', b에 '+5 → +2로 산화수 감소'가 해당된다.

㉡.  $c=8$ ,  $d=4$ 이므로  $c+d=12$ 이다.

**바로알기** ㉡. Cu 1몰이 반응할 때 이동하는 전자는 2몰( $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ )이므로, Cu 3몰이 반응할 때 이동하는 전자는 6몰이다.

## 20. 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

과자가 연소할 때 방출하는 열량은 물이 흡수하는 열량과 같으므로, '물이 얻은 열량 = 물의 비열 × 물의 질량 × 물의 온도 변화'이므로  $Q = c \times m \times \Delta t$ 의 관계식을 이용하여 구할 수 있다. 이때 과자 1g이 연소할 때 방출하는 열량을 구하는 것이므로 연소한 과자의 질량도 필요하다.