하이라이트
지학사

개념풀 문제편

화학 I

정답과 해설



정답과 해설 사용 설명서

+ 명쾌한 해설 +

문제에 대한 정답과 명쾌한 해설을 제공하여 문제를 풀면서 개념을 다질 수 있도록 하였어요.

+ 오답 풀이 +

선택지의 진술이 왜 그른지를 쉽고 명확하게 설명하여 학교 시험에서 실수를 줄일 수 있어요.

+ 자료 분석 +

제시된 자료를 심층 분석하여 개념을 완벽하게 이해할 수 있어요.

I 화학의 첫걸음

01 화학의 유용성

내신 완성 핵심Q

007쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ⑤ 04 ③ 05 ④ 06 ⑤ 07 ㄱ, ㄴ, ㄷ 08 ⑤ 09 ② 10 $N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

11 해설 참조 12 (1) 암모니아 (2) 해설 참조

01 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량 합성하면서 비료의 양이 충분해졌다.

02 ㄱ. ㉠은 질소 1분자와 수소 3분자가 반응하여 2분자가 생성된 것이므로 NH_3이다.
ㄴ. 암모니아의 대량 생산은 식량 생산량의 증대를 가져와 인류의 식량 문제 해결에 도움이 되었다.
[오답 풀이] ㄷ. 이 반응은 고온, 고압, 촉매 존재하에서 일어나는 반응으로 공기 중에서는 쉽게 일어나지 못한다.

03 (가)는 면으로 만든 옷이고, (나)는 나일론으로 만든 옷이다. 나일론은 합성 섬유이므로 쉽게 구겨지지 않고, 다양한 색을 구현할 수 있으며, 대량 생산이 가능하고, 강도가 높고 값이 싼 장점이 있다.

04 ㄷ. 나일론은 질기므로 가방, 밧줄, 칫솔 등의 재료로 이용된다.
[오답 풀이] ㄱ. 미국의 화학자 캐러더스가 합성한 섬유는 나일론이다.
ㄴ. 나일론은 천연 소재들에 비해서 물을 흡수하는 성질인 흡습성이 나쁘지만 질기고 강도가 높다.

05 ④ 합성염료의 개발로 섬유에 다양한 색을 입힐 수 있게 되었다.
[오답 풀이] ① 면, 마, 비단은 천연 섬유이다.
② 폴리에스터, 나일론 등은 합성 섬유이다.
③ 현대의 의복 중에도 많은 수는 천연 섬유를 이용하기도 한다.
⑤ 다양한 기능성 의복은 대부분 합성 섬유를 이용하여 개발된다.

06 ㄱ. 금속의 제련 기술의 발달로 ㉠인 철의 대량 생산이 가능해졌다.
ㄴ ㉡은 콘크리트로, 주성분은 시멘트, 모래, 자갈이다.
ㄷ. 철근 콘크리트는 강도가 높아서 높은 건물의 하중도 견딜 수 있으므로 고층 건물의 건축이 가능해졌다.

07 ㄱ. (가)는 과거의 건축물로 대부분의 재료를 자연에서 얻었다.
ㄴ. (나)의 창틀이나 외벽 재료들은 화학 반응을 통해 얻은 플라스틱, 알루미늄, 시멘트 등이다.
ㄷ. (나)의 건축 재료들은 대부분 화학 반응을 통해 얻어지지만 (가)의 건축 재료들은 대부분 자연 상태에서 얻는다.

08 화학 반응에서 생성되는 이산화 탄소와 같은 온실 기체는 인류가 새롭게 직면한 아직 해결되지 못한 문제이다.

09 (가): 화학에서는 암모니아의 대량 생산을 통해 비료의 공급량을 증가시켜 식물의 생장 발달에 기여하였다.
(나): 화학에서는 값싸고 튼튼한 합성 섬유를 개발하여 누구나 쉽게 옷을 입을 수 있게 하였다.
(다): 화학에서는 튼튼하고 오래갈 수 있는 건축 재료인 철, 시멘트, 플라스틱 등을 만들었다.

10 질소(N_2)와 수소(H_2)가 반응하여 암모니아(NH_3)가 생성되는 반응의 화학 반응식은 $N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3$이다.

11 합성 섬유는 천연 섬유의 단점을 보완하고자 등장하였다. 합성 섬유로는 나일론, 폴리에스터 등이 있다. 합성 섬유는 천연 섬유에 비해서 질기고, 잘 구겨지지 않으며, 대량 생산이 가능하다.
|모범 답안| 나일론, 천연 섬유에 비하여 질기고, 잘 구겨지지 않으며, 대량 생산이 가능하다.

채점 기준	배점(%)
합성 섬유의 예와 장점을 옳게 서술한 경우	100
합성 섬유의 장점만을 옳게 서술한 경우	50

12 표를 나타내면 다음과 같다.

물질	(가) 비료	(나) 철근 콘크리트
원료 성분	㉠ 암모니아	철, 콘크리트
해결한 문제	인류의 식량 문제	인류의 주거 문제

(2) |모범 답안| (가)의 암모니아 합성으로 질소 비료를 대량 생산하게 되어 식량 생산량이 크게 증가하여 인류의 식량 문제를 해결하였다. (나)는 인류가 거주하는 건축물을 더욱더 튼튼하고 안전하게 지을 수 있게 하여 인류의 주거 문제를 해결하였다.

채점 기준	배점(%)
물질 (가)와 (나)가 인류의 문제를 해결한 방법을 옳게 서술한 경우	100
물질 (가)와 (나)가 인류의 문제를 해결한 방법 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

1등급 공략 핵심Q

009쪽

01 ② 02 ④ 03 ⑤ 04 ④

01 ㉠은 질소(N), ㉡은 질소 분자(N_2), ㉢은 암모니아(NH_3)이다.
ㄷ. 하버의 반응에서 N_2 1분자가 H_2 3분자와 반응하면 NH_3 2분자가 생성된다. $N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

[오답 풀이] ㄱ. ㉠은 질소 원소이므로 화학식은 N이다. ㉡은 질소 기체이므로 화학식(분자식)은 N_2이다.
ㄴ. 질소 비료의 대량 생산 전에도 가축의 분뇨로부터 얻을 수 있는 암모니아는 존재하였으나 그 양이 적었다.

02 ㄴ. (나)의 생성물에는 Fe이 존재하므로 (나)의 과정을 통해 순수한 철을 얻을 수 있다.
ㄷ. (다)의 과정에서는 철에 포함된 SiO_2와 같은 불순물을 제거할 수 있다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)는 C와 O_2의 연소 반응인데 생성물이 CO이므로 CO_2보다 불안정한 물질이다. 따라서 이 반응은 불완전 연소 반응이다. 완전 연소 반응은 실온에서 가장 안정한 물질이 생성물이 되는 반응이다.

03 ㄱ. 나일론과 폴리에스터는 모두 화학 반응으로 얻을 수 있는 합성 섬유이다.
ㄴ. 화석 연료를 원료로 하여 개발된 합성 섬유이다.
ㄷ. 합성 섬유는 값싸고 튼튼한 옷의 소재로 사용할 수 있으므로 인류의 의류 문제 해결에 큰 도움이 되었다.

04 (가)의 건축 재료는 과거 자연에서 얻을 수 있는 건축 재료이고, (나)의 건축 재료는 화학 반응으로 합성된 현대의 건축 재료이다.
ㄴ. 현대의 건축 재료들은 대부분 화학 반응을 통해서 기능을 개선하여 사용한다.
ㄷ. (가)에서 (나)로의 건축 재료의 변화를 통해 인류의 주거 문제인 주거 공간의 부족, 주거 환경의 개선 등이 해결되게 되었다.
[오답 풀이] ㄱ. 현대의 건축에도 나무, 모래, 돌과 같은 건축 재료들이 여전히 쓰이고 있다.

02 탄소 화합물의 유용성

내신 완성 핵심Q

011쪽

01 ①	02 ③	03 ⑤	04 ④	05 ④	06 ③	07 ③
08 ③	09 ④	10 ㄱ, ㄷ	11 ③	12 ④	13 ④	14 ②
15 ③	16 ③	17 ②	18 ⑤	19 ④	20 ⑤	

21 (1) $C_2H_5OH(C_2H_6O)$, $CH_3COOH(C_2H_4O_2)$ (2) 해설 참조
22 해설 참조 23 (1) 아세트산, CH_3COOH (2) 해설 참조

01 탄소 화합물에서 탄소의 원자가 전자 수는 4이므로 최대 4개의 다른 원자와 공유 결합할 수 있다.

02 탄수화물과 지방의 구성 원소는 C, H, O이고, 단백질의 구성 원소는 C, H, O, N이다.
ㄱ. 단백질은 지방이나 탄수화물과는 달리 구성 원소로 질소(N)를 더 가지고 있다.
ㄴ. 3가지 영양소는 탄소를 포함하는 탄소 화합물이다.
[오답 풀이] ㄷ. 3대 영양소를 이루는 구성 원소는 지방과 탄수화물이 같지만 단백질은 다르므로 연소 생성물의 종류는 다르다.

03 포도당의 화학식은 $C_6H_{12}O_6$이다.
ㄱ. 포도당은 탄소 원자가 다른 원자들과 결합하여 이루어진 탄소 화합물이다.
ㄴ. 포도당의 탄소 원자는 모두 원자 4개와 결합되어 있다.
ㄷ. 탄소는 더 다양한 원자들과 결합할 수 있으므로 포도당보다 더 많은 탄소 원자를 갖는 탄소 화합물이 존재한다.

04 탄소 화합물이 다양한 까닭은 C 원자의 원자가 전자가 4개로 최대 4개의 다른 원자와 결합할 수 있기 때문이고, C 원자는 C 원자끼리 결합하여 다양한 화합물을 만들 수 있기 때문이다.

05 (가)는 화석 연료이면서 혼합물이어야 하므로 석유이다. 화석 연료이면서 혼합물은 아닌 (나)는 메테인이다. (다)의 포도당은 화석 연료가 아니다.
ㄱ. (가)의 석유는 화석 연료이면서 다양한 물질이 혼합되어 있는 혼합물이다.
ㄷ. (다)는 포도당이므로 탄소를 포함하는 탄소 화합물이다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 메테인이므로 구성 원소는 C, H의 2가지이다.

06 (가)는 메테인(CH_4), (나)는 비누, (다)는 단백질이다.
ㄱ. 구성 원자의 수는 메테인은 5개이지만 비누와 단백질은 매우 많다.
ㄷ. 질소 비료를 사용하면 식물에 (다)인 단백질 성분이 증가하게 된다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)는 연료로 사용하지만, (나)인 비누는 세척에 사용되는 탄소 화합물이다.

07 우리 주위에 있는 대부분의 물질은 탄소 화합물이다. 호흡에 필요한 기체는 산소(O_2)이므로 이는 탄소 화합물이 아니다.

08 ㄱ, ㄴ. 탄소 원자 간의 사슬 모양의 결합, 고리 모양의 결합, 다중 결합을 나타내고 있다.
[오답 풀이] ㄷ. 두 탄소 원자 사이에는 4개의 공유 결합은 형성되지 않고, 최대 3개의 공유 결합이 가능하다.

09 ㄴ. 메테인(CH_4)은 정사면체 구조이다.
ㄷ. CH_4 연소 반응의 화학 반응식은 $CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$이다. 따라서 연소 생성물은 CO_2와 H_2O이다.
[오답 풀이] ㄱ. 탄화수소 중 가장 간단한 분자는 C 1개와 H 4개가 결합한 메테인(CH_4)이다.

10 ㄱ. 에탄올은 C 2개, H 6개, O 1개로 이루어져 있으므로 분자식이 C_2H_6O이다.
ㄷ. 에탄올은 소독용 약품의 원료, 술의 성분으로 사용된다.
[오답 풀이] ㄴ. 신맛이 나는 탄소 화합물에는 산인 아세트산이 있다.

11 (가)는 에탄올, (나)는 아세트산이다.
ㄱ. (가)와 (나)는 모두 탄소 2개로 이루어져 있다.
ㄷ. 에탄올을 발효하여 아세트산을 만들 수 있다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)와 (나)는 모두 물과 잘 섞이는 물질이다.

12 아세트산(CH_3COOH)은 신맛이 나는 물질로 식초에 이용된다. 접착제 성분으로 주로 이용되는 것은 폼알데하이드(HCHO)이다.

13 (가)는 에탄올, (나)는 아세트산, (다)는 메테인이다.
ㄴ. 에탄올, 메테인은 연소하면 많은 열이 발생하므로 연료로 사용할 수 있는 탄소 화합물이다.
ㄷ. 아세트산이 물에 녹으면 $CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+$의 반응이 일어나 산성을 나타내는 H^+을 내놓으므로 신맛이 난다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)는 탄소 원자 2개로 이루어진 C_2H_6에서 H 원자 1개 대신 하이드록시기(−OH)가 결합하고 있으므로 에탄올이다.

14 원유의 분별 증류는 끓는점 차를 이용한 혼합물의 분리 방법이다. 이 과정에서 탄소 수가 적어 끓는점이 낮은 탄소 화합물부터 빠져나오게 된다. 따라서 A는 석유 가스, B는 휘발유, C는 나프타, D는 경유이다.
② 석유 가스의 주성분 기체는 프로페인(C_3H_8)과 뷰테인(C_4H_{10})이다.

15 탄소 화합물인 플라스틱은 고분자 화합물로, 다양한 분야에 사용된다. 플라스틱은 대부분 열에 의해 변형이 잘 일어난다.

16 ㄱ. 의약품들은 대부분 간단한 탄소 화합물을 화학 반응시켜 얻는 경우가 대부분이다.
ㄴ. 아스피린은 살리실산에 아세트산을 반응시켜 생성되는 아세틸살리실산을 성분 물질로 한다.
[오답 풀이] ㄷ. 아세틸살리실산은 천연 상태에서 얻어진 것이 아닌 인공적으로 화학 반응을 이용해 합성된 것이다.

17 (가)는 메테인, (나)는 프로페인이다. 두 분자는 탄소가 다른 원자와 결합한 탄소 화합물이다.
ㄱ. (가)와 (나)는 모두 탄소와 수소로 이루어져 있으므로 탄화수소이다.
ㄷ. 탄소 수가 많을수록 끓는점이 높으므로 끓는점은 (나)>(가)이다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)와 (나)는 연료로 사용하는 물질이다. 플라스틱의 원료로 사용되는 탄화수소는 대부분 탄소 간 2중 결합을 포함하는 물질이다.
ㄹ. 가정용 연료로는 일반적으로 주성분이 (가)인 LNG가 널리 사용된다.

18 아세트산은 메테인(CH_4)에서 수소 1개 대신 카복실기(−COOH)가 결합된 구조이다.

19 과일이나 곡물에 포함된 당을 발효하면 에탄올(C_2H_5OH)을 얻을 수 있다. 자연 상태에서 에탄올(C_2H_5OH)이 발효되면 신맛이 나는 아세트산(CH_3COOH)을 얻을 수 있다.

20 ㄱ. 화학식이 CH_4인 ㉠은 메테인이고, 식초와 아스피린의 원료로 이용되는 탄소 화합물 ㉢은 아세트산이다.
ㄴ. 에탄올의 화학식은 C_2H_5OH이다.
ㄷ. ㉡은 C_2H_5OH, ㉣은 CH_3COOH이므로 포함된 탄소(C) 수는 2로 같다.

21 (1) 에탄올과 아세트산의 화학식은 각각 C_2H_5OH, CH_3COOH이다.
(2) **|모범 답안|** 에탄올은 연료나 소독약으로, 아세트산은 식초나 의약품의 원료로 사용된다.

채점 기준	배점(%)
에탄올과 아세트산이 사용되는 예를 각각 1가지 이상 옳게 서술한 경우	100
에탄올과 아세트산 중 1가지 물질의 사용되는 예만을 옳게 서술한 경우	40

22 **|모범 답안|** C 원자의 원자가 전자 수가 4로, 4개의 다른 원자와 결합할 수 있다. C 원자는 같은 C 원자끼리 결합하여 다양한 화합물을 만들 수 있다.

채점 기준	배점(%)
탄소 화합물이 다양한 까닭을 2가지 이상 옳게 서술한 경우	100
탄소 화합물이 다양한 까닭을 1가지만 옳게 서술한 경우	50

23 살리실산과 아세트산을 반응시켜 아스피린을 만들 수 있다. 아세트산의 화학식은 CH_3COOH이다. 아세트산을 빙초산이라고 하는 까닭은 어는점이 높아 약 17 ℃에서 고체 상태로 존재하기 때문이다.
(2) **|모범 답안|** 어는점이 높아 약 17 ℃에서 고체로 존재하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
어는점이 높음과 고체 상태로 존재할 수 있음을 옳게 서술한 경우	100
어는점이 높은 것만을 옳게 서술한 경우	50

1등급 공략 핵심Q

015쪽

01 ① 02 ② 03 ④ 04 ①

01 (가)는 포도당($C_6H_{12}O_6$), (나)는 흑연(C), (다)는 고분자 탄소 화합물인 비누 분자의 구조이다.
ㄴ. (가)와 (다)에서 탄소는 모두 4개의 원자와 공유 결합하고 있다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)와 (다)는 모두 탄소와 다른 원자들이 결합하고 있으므로 탄소 화합물이지만, (나)는 탄소로만 이루어진 물질이므

로 화합물이 아니고 원소이다.
ㄷ. 흑연(C)은 연필심, 건전지에 사용되며, 비누는 세척에 사용된다. 따라서 (나)와 (다)는 모두 연료로 사용하지 않는다.

02 C_4H_{10}은 C_nH_{2n+2}의 분자식을 나타내는 탄화수소 중 하나이므로 원자 사이의 결합이 모두 단일 결합이어야 하며, 고리 모양일 수 없다. 따라서 C_4H_{10}의 분자식을 갖는 탄화수소는 다음과 같이 2가지가 있다.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ $\qquad$ $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}H-CH_3$

03

[자료 분석]
분자당 탄소 수는 (나)가 (가)의 2배이므로 (가)~(다)의 분자식은 다음과 같다.

탄화수소	(가)	(나)	(다)
$\frac{\text{수소 수}}{\text{탄소 수}}$	4	2	$\frac{8}{3}$
분자식	CH_4	C_2H_4	C_3H_8

ㄴ. (가)는 메테인(CH_4)으로 LNG의 주성분이다.
ㄷ. (가)와 (다)는 모두 단일 결합을 갖는 탄화수소이고, (나)는 탄소 사이에 2중 결합이 있는 탄화수소이다.

[오답 풀이] ㄱ. $\frac{\text{수소 수}}{\text{탄소 수}}$가 4인 탄화수소 (가)는 CH_4 외에 다른 분자가 존재하지 않는다. (나)는 탄소 수가 (가)의 2배이므로 분자식이 C_2H_4이다.

04 분자 1개당 탄소 수가 2이고, 물에 녹아 H^+을 내놓는 물질 (가)는 아세트산(CH_3COOH)이다. 분자 1개당 탄소 수가 2이지만 물에 녹아 H^+을 내놓지 않는 물질 (나)는 에탄올(C_2H_5OH)이다. (다)의 메테인(CH_4)은 분자 1개당 탄소 수가 1이다.
ㄱ. 식초는 물과 아세트산의 혼합 용액이다.
[오답 풀이] ㄴ. 에탄올이 발효되면 아세트산이 될 수 있다. 따라서 (가)는 (나)를 발효하여 얻을 수 있다.
ㄷ. (다)는 천연가스의 성분이다. 원유의 분별 증류에서는 탄소 수가 더 많은 탄화수소인 프로페인(C_3H_8)과 뷰테인(C_4H_{10})이 주성분인 석유 가스를 얻을 수 있다.

03 화학식량과 몰

내신 완성 핵심Q

017쪽

01 ④	02 ③	03 ③	04 ④	05 ③	06 ④	07 ③
08 ②	09 ⑤	10 ②	11 ⑤	12 ④	13 ④	14 ③
15 ⑤	16 ④	17 ⑤	18 ③	19 ②	20 ④	

21 (1) 60 (2) 60 g 22 해설 참조 23 해설 참조

01 ^{12}C의 질량을 12로 정하고, 이를 기준으로 하여 상대적인 원자의 질량을 나타낸 것이 원자량이다.

02 ㄱ. C와 N의 원자량은 각각 12, 14이다.
ㄴ. H와 O의 원자량은 각각 1, 16이므로 H_2O의 분자량은 18이다.
[오답 풀이] ㄷ. C_3H_4과 NO의 분자량은 각각 40, 30이다.

03 ㄱ. 산소의 분자식은 O_2이므로 분자량은 32이다.
ㄷ. 나트륨과 산소의 원자량은 각각 23, 16이므로 Na_2O의 화학식량은 $(23\times2)+16=62$이다.
[오답 풀이] ㄴ. 염화 나트륨은 분자가 아니므로 염화 나트륨의 원자량을 더한 것은 화학식량에 해당하고, 그 값은 58.5이다.

04 질량수 12인 ^{12}C의 질량을 12로 정하고, 이를 기준으로 하여 상대적인 원자의 질량을 나타낸 것이 원자량이다. 원자량은 상대값이므로 단위가 없다.

05

[자료 분석]
(가)에서 C 원자 1개와 X 원자 12개의 질량이 같으므로 원자량비는 C : X = 12 : 1이다.
(나)에서 C 원자 4개와 Y 원자 3개의 질량이 같으므로 원자량비는 C : Y = 3 : 4이다.

ㄱ. 원자량비는 C : X = 12 : 1이고, C의 원자량은 12이므로 X의 원자량은 1이다.
ㄴ. 원자량비가 C : Y = 3 : 4이므로 Y의 원자량은 16이다. 따라서 원자량비는 X : Y = 1 : 16이다.
[오답 풀이] ㄷ. 원자량은 X, Y가 각각 1, 16이므로 X_2Y_2의 분자량은 34이다.

06 X와 Y의 원자량을 각각 x, y라고 하면 $2x+y=44$, $x+2y=46$이다. 이를 풀면, $x=14$, $y=16$이다. 따라서 원자량비는 X : Y = 7 : 8이다.

07 1몰은 6.02×10^{23}개의 입자가 모인 묶음을 뜻하며, 6.02×10^{23}은 아보가드로수이다. 1몰의 질량은 원자량에 g을 붙인 값이다.
③ 메테인(CH_4) 분자 1몰에는 5몰의 원자가 있다.

08 ^{12}C 1몰의 질량은 12 g이다. 1몰에는 ^{12}C 원자 6.02×10^{23}개가 있다. 1 g에 포함된 원자 수는 1 g의 물질의 양(mol)을 구한 뒤 1몰의 원자 수를 곱하면 구할 수 있다. 따라서 $\frac{1}{12}\times6.02\times10^{23}$개이다.

09 ㄱ. 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. 따라서 분자수는 (나)가 (가)의 2배이다.
ㄴ. 분자 수는 H_2가 He의 2배이고, 분자량은 He이 H_2의 2배이므로 질량은 (가)와 (나)가 서로 같다.

ㄷ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이다. He과 H_2는 질량은 같고, 부피는 H_2가 He의 2배이므로 밀도는 (가)가 (나)의 2배이다.

10 원자 수를 모두 물질의 양(mol)으로 나타내면 다음과 같다.
① $\frac{9}{18}\times3=1.5$(몰), ② $0.5\times5=2.5$(몰), ③ $1\times2=2$(몰),
④ $\frac{3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}}\times3=1.5$(몰), ⑤ $\frac{11.2}{22.4}\times4=2$(몰)

11 ㄱ. 질량으로부터 물질의 양(mol)을 구하는 경우 $\frac{\text{질량(g)}}{\text{CO}_2\text{의 몰 질량(g/mol)}}$으로부터 구할 수 있다.
ㄴ. CO_2의 양(mol)으로부터 0 ℃, 1기압에서의 부피를 구하기 위해서는 0 ℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피를 곱해야 한다.
ㄷ. CO_2의 분자 수를 구하기 위해서는 CO_2의 양(mol)에 아보가드로수를 곱하면 된다.

12 0 ℃, 1기압의 질소(N_2) 기체 5.6 L에는 질소 분자 0.25몰이 있다.
④ 5.6 L는 0.25몰이므로 분자량을 곱하면 질량은 $0.25\times28=7$(g)이다.

13 ㄴ. B의 양(mol)은 $\frac{4.5}{18}=0.25$(몰)이다.
$0.25\times22.4=5.6$(L)이므로 ㉡은 5.6이다.
ㄷ. C의 양(mol)은 $\frac{16.8}{22.4}=0.75$(몰)이다. $0.75=\frac{24}{㉢}$이므로 ㉢은 32이다.
[오답 풀이] ㄱ. A의 부피는 5.6 L이므로 0.25몰이다. 0.25몰$\times16=4$(g)이다. 따라서 ㉠은 4이다.

14 ㄱ. (가)에서 H_2의 양(mol)은 $\frac{5.6}{22.4}=0.25$(몰)이다.
ㄷ. (가)에서 H의 양(mol)은 $0.25\times2=0.5$(몰)이고, (나)에서 H의 양(mol)은 $0.5\times3=1.5$(몰)이다. 따라서 H 원자의 몰비는 (가) : (나)=1 : 3이다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)에서 NH_3의 양(mol)은 0.5몰이므로 질량은 $0.5\times17=8.5$(g)이다.

15 ⑤ 0 ℃, 1기압에서 메테인(CH_4) 기체 5.6 L는 0.25몰이므로 H 원자 수는 1몰이다.
[오답 풀이] ① NH_3의 분자량이 17이므로 17 g은 1몰이다. 따라서 H 원자 수는 3몰이다.
② NaCl 2몰에는 Na^+ 2몰이 들어 있다.
③ 물(H_2O) 분자 6.02×10^{23}개는 1몰이므로 H 원자 수는 2몰이다.
④ 0 ℃, 1기압에서 산소(O_2) 기체 22.4 L는 1몰이므로 O 원자 수는 2몰이다.

16 원자 1개의 실제 질량에 아보가드로수를 곱하면 원자 1몰의 질량을 구할 수 있다. 원자 1몰의 질량은 원자량에 g을 붙인 것이다. 따라서 X, Y, Z의 원자량은 각각 12, 1, 16이다.

17 기체 X를 1기압이 되도록 채웠을 때 분자 수를 구하기 위해서는 먼저 물질의 양(mol)을 구해야 한다. 기체의 양(mol)은 기체가 들어 있는 용기의 부피를 30 ℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피로 나누어서 구할 수 있다. 기체의 양(mol)에 아보가드로수를 곱하면 X의 분자 수를 구할 수 있다.

18 ㄱ. 기체의 부피는 분자 수에 비례하므로 부피비는 (가) : (나)=4 : 6=2 : 3이다.
ㄷ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이므로 밀도비는 (가) : (나)=$\frac{1\times8}{4}$: $\frac{12\times16}{6}$=1 : 16이다.
[오답 풀이] ㄴ. A와 B의 원자량은 각각 1, 16이므로 기체의 질량비는 (가) : (나)=1×8 : 16×12=1 : 24이다.

19 기체가 차지하는 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. 각 기체의 양(mol)은 H_2, He, N_2에서 각각 $\frac{1}{2}$몰, $\frac{1}{4}$몰, $\frac{1}{28}$몰이므로 차지하는 부피는 $H_2>He>N_2$이다.

20 (가)에서 O_2의 분자량은 32이므로 16 g의 O_2는 0.5몰이다. 따라서 용기의 부피는 11.2 L이다.
(나)에도 11.2 L에 SO_2이 1기압으로 들어 있으므로 0.5몰이다.
(다)에도 CH_4이 다른 용기에 들어 있는 기체만큼 들어 있으므로 0.5몰이고, 질량은 8 g이다.
ㄴ. (나)에서 SO_2 기체가 (가)에서와 같이 0.5몰 들어 있으므로 부피는 11.2 L이다.
ㄷ. 용기의 부피가 11.2 L이므로 (다)에서 CH_4은 0.5몰이다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)에서 O_2의 양(mol)은 0.5몰이므로 O 원자의 양(mol)은 1몰이다.

21 아세트산은 분자식이 $C_2H_4O_2(CH_3COOH)$이므로 분자량은 60이다. 1몰의 질량은 분자량에 g을 붙이면 되므로 60 g이다.

22 탄소와 수소의 질량비가 12 : 1이므로 질량수 1인 수소 원자의 원자량을 1이라고 하면 상댓값에 따라 C의 원자량은 12가 된다.
|모범 답안| 질량수 12인 탄소를 기준으로 한 H의 원자량이 1이므로 상대적 질량비는 수소 : 탄소가 1 : 12이다. 따라서 질량수 1인 수소 원자의 원자량을 1이라고 정해도 C의 원자량은 12로 현재와 같다.

채점 기준	배점(%)
상대적 원자량을 나타내고 C의 원자량이 변하지 않음을 나타낸 경우	100
C와 H의 상대적 원자량만 나타낸 경우	50

23 온도와 압력이 같을 때 같은 부피의 기체에 포함된 분자 수는

서로 같으므로 분자량을 비교할 수 있다. 부피가 V일 때 질량비는 $XO_2 : O_3 = 4 : 3$이다. 이는 분자량비와 같으므로 O_3의 분자량 48과 비교하여 XO_2의 분자량은 64이고, X의 원자량은 32이다.

|모범 답안| 부피가 V일 때 질량비는 $XO_2 : O_3 = 4 : 3$이다. 이는 분자량비와 같으므로 XO_2의 분자량은 64이고, X의 원자량은 32이다.

채점 기준	배점(%)
질량비를 이용하여 XO_2의 분자량을 구하고, X의 원자량을 옳게 구한 경우	100
원자량만 옳게 구한 경우	50

1등급 공략 핵심Q

021쪽

01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ①

01 (가)는 분자 1몰을 이루는 A와 B의 양(mol)이므로 (가)~(다)의 분자식은 각각 AB, AB_2 A_2B이다.

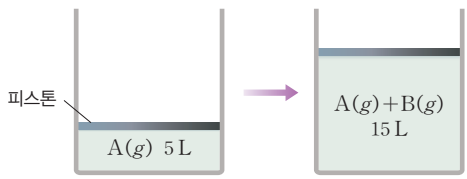
ㄱ. (가) 1몰은 A가 1몰, B가 1몰이므로 분자식은 AB이다.

ㄷ. 분자식은 (가)가 AB, (나)가 AB_2이므로 분자량은 (나)>(가)이다. (가)와 (나)는 분자 1몰에 포함된 A의 원자 수가 같으므로 분자량이 작은 (가)가 (나)보다 1 g에 들어 있는 분자의 양(mol)이 커서 A의 원자 수도 많다.

[오답 풀이] ㄴ. 분자량은 (다) A_2B>(나) AB_2이므로 원자량은 A>B이다.

02

[자료 분석]



(나)에서 기체 A와 B는 반응하지 않으므로 5 L를 차지하는 기체 A와 10 L를 차지하는 기체 B가 혼합되어 있는 것이다. 30 ℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 25 L이므로 A 5 L는 0.2몰, B 10 L는 0.4몰이다.

ㄱ. (가)에서 A의 양(mol)은 $\frac{5}{25}$=0.2(몰)이다.

ㄴ. 같은 질량을 넣었을 때 B의 양(mol)이 A의 2배이므로 분자량비는 A : B=2 : 1이다.

[오답 풀이] ㄷ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이므로 (가)의 밀도는 $\frac{w}{5}$(g/L), (나)의 밀도는 $\frac{2w}{15}$(g/L)이다. 따라서 밀도비는 (가) : (나)=3 : 2이다.

03 (가)에서 X_2Y의 양(mol)을 x몰, (가)에서 X_2Y_2의 양(mol)을 $2y$몰이라고 하면 (나)에서 X_2Y의 양(mol)은 $2x$몰, (나)에서 X_2Y_2의 양(mol)은 y몰이라고 할 수 있다. 용기 내 전체 원자 수비를 토대로 나타내면 (가) : (나)=$3x+8y$: $6x+4y$=19 : 14이다. 따라서 $x : y$=1 : 2이므로 (가)에서 몰비 $X_2Y : X_2Y_2$=1 : 4이고, (나)에서 몰비 $X_2Y : X_2Y_2$=1 : 1이다.

04 X_2 8 g은 5.6 L이므로 0.25몰이다. 따라서 X_2의 분자량은 32이다. YX_2 22 g은 0.5몰이므로 YX_2의 분자량은 44이다. Z_2X 44 g은 1몰이므로 Z_2X의 분자량은 44이다.

ㄱ. YX_2와 Z_2X의 분자량은 44로 같다.

[오답 풀이] ㄴ. X_2의 분자량은 32이므로 X의 원자량은 16이다. YX_2의 분자량이 44이므로 Y의 원자량은 12이다. Z_2X의 분자량은 44이므로 Z의 원자량은 14이다. 따라서 원자량비는 X : Y : Z=8 : 6 : 7이다.

ㄷ. X, Z의 원자량은 16, 14이므로 ZX_2의 분자량은 46이다.

04 화학 반응식과 용액의 농도

내신 완성 핵심Q

023쪽

01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ③ 05 ③ 06 ④ 07 ⑤
08 ⑤ 09 ② 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ③ 13 ② 14 ④
15 ⑤ 16 ② 17 ④ 18 ㄱ, ㄷ 19 ③ 20 ②

21 (1) H_2, 2 L (2) 9 22 해설 참조 23 해설 참조

01 화학 반응식에서 반응 전과 후의 전체 분자 수는 반응물과 생성물의 종류에 따라서 달라질 수 있다.

02 ④ 화학 반응식은 $CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+CO_2+H_2O$이다.

03 ㄱ. 화학 반응식은 $C_2H_5OH+3O_2 \rightarrow 2CO_2+3H_2O$이므로 $a=b=3$이다.

ㄴ. 0 ℃, 1기압에서 CO_2 22.4 L는 1몰이므로 CO_2 1몰이 생성되기 위해 필요한 에탄올의 양(mol)은 0.5몰이다.

ㄷ. H_2O 10.8 g은 $\frac{10.8}{18}$=0.6(몰)이므로 H_2O 0.6몰이 생성되는 데 필요한 에탄올의 양(mol)은 0.2몰이다.

04 ㄱ, ㄴ. 화학 반응식은 $CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2$이므로 $a=2$, ㉠은 CO_2이다.

[오답 풀이] ㄷ. ㉠인 CO_2의 분자량은 44이므로 22 g은 $\frac{22}{44}$=0.5(몰)이다. 화학 반응식의 계수에 따라 CO_2 0.5몰이 생성되는 데 필요한 $CaCO_3$의 양(mol)은 0.5몰이다.

05 ㄱ. 화학 반응식은 $Fe_2O_3+3CO \rightarrow 2Fe+3CO_2$이므로 $a+b+c+d=9$이다.

ㄷ. 철(Fe) 5.6 g은 $\frac{5.6}{56}$=0.1(몰)이다. Fe 0.1몰이 생성되는 데

필요한 최소한의 일산화 탄소(CO)의 양(mol)은 반응 계수비에 따라 0.15몰이다.

[오답 풀이] ㄴ. 산화 철(Ⅲ)(Fe_2O_3) 2몰과 반응하는 CO의 양(mol)은 반응 계수비에 따라 6몰이다.

06 반응 후에도 남아 있는 Y_2 2분자는 반응 과정에 참여하지 않고 남은 것이므로 이를 제거하고 생각하면 반응 전 각각 4분자의 X_2와 2분자의 Y_2가 반응하여 반응 후 4분자의 X_2Y를 생성한 반응이다. 이때 화학 반응식은 가장 간단한 정수비로 나타내므로 $2X_2+Y_2 \rightarrow 2X_2Y$이다.

07 반응 후에 물질의 양(mol)이 증가하는 반응은 생성물의 계수합이 반응물의 계수 합보다 큰 것이다. 물질의 양(mol)의 변화는 ① 4몰 → 2몰, ② 2몰 → 2몰, ③ 3몰 → 3몰, ④ 3몰 → 2몰, ⑤ 4몰 → 5몰이다.

08 ㄱ. 화학 반응식은 $CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2$이므로 기체 X는 CO_2이다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 물질의 질량 합 160 g에서 (다)에서의 질량 155.6 g을 빼면 4.4 g이다. 이는 발생하여 날아간 X의 질량이다. 생성된 X인 CO_2의 분자량이 44이므로 발생한 CO_2의 양(mol)은 0.1몰이다.

ㄷ. $CaCO_3$ 10 g은 $\frac{10}{100}=0.1$(몰)이고, 생성된 CO_2의 양(mol)도 0.1몰이므로 $CaCO_3$과 CO_2의 몰비는 1 : 1이다.

09 ② 분자량은 H_2, O_2, H_2O이 각각 2, 32, 18이다. 반응 몰비는 $H_2 : O_2 : H_2O=2 : 1 : 2$이므로 반응 질량비는 $H_2 : O_2 : H_2O=1 : 8 : 9$이다.

[오답 풀이] ① 반응 몰비는 $H_2 : O_2=2 : 1$이다.

③ 반응 전과 후 물질의 양(mol)은 3몰에서 2몰로 감소한다.

④ 물 2몰이 생성되는 데 필요한 반응물은 H_2 2몰, O_2 1몰이다.

⑤ 수소 2 g은 1몰이므로 충분한 양의 산소와 반응하여 생성되는 물의 양(mol)은 반응 몰비에 따라 1몰이다.

10 ㄱ. 아연(Zn)과 묽은 염산($HCl(aq)$)이 반응하면 수소(H_2) 기체가 발생한다. 따라서 X는 H_2이다.

ㄴ. X의 부피는 0 ℃, 1기압에서 1.12 L이므로 $\frac{1.12}{22.4}=0.05$(몰)이다.

ㄷ. 화학 반응식은 $Zn+2HCl \rightarrow H_2+ZnCl_2$이다. 발생한 H_2의 양(mol)은 0.05몰이므로 반응한 Zn의 양(mol)도 이와 같다. 따라서 $w=0.05\times65=3.25$이다.

11 ㄱ. (가)의 화학 반응식은 $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s)+3O_2(g)$이므로 ㉠은 O_2이다.

ㄴ. (나)의 화학 반응식은 $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s)+3N_2(g)$이므로 $a=2$, $b=3$이다.

ㄷ. 반응물과 생성된 기체의 몰비가 (가)와 (나)는 2 : 3으로 같으므로 반응물 1몰이 모두 반응하였을 때 생성되는 기체의 양(mol)은 1.5몰로 같다.

12 몰 농도(M)는 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)이다. 단위는 M 또는 mol/L를 사용한다.

13 (가)의 NaOH은 $\frac{4}{40}=0.1$(몰)이고, 수용액은 100 mL이므로 몰 농도(M)는 $\frac{0.1}{0.1}=1$(M)이다.

(나)의 포도당은 분자량이 180이므로 9 g의 포도당의 양(mol)은 $\frac{9}{180}=\frac{1}{20}$(몰)이다. 수용액은 250 mL이므로 몰 농도(M)는 $\frac{0.05}{0.25}=0.2$(M)이다.

(다)의 염화 나트륨은 화학식량이 58.5이므로 5.85 g의 NaCl의 양(mol)은 $\frac{5.85}{58.5}=0.1$(몰)이다. 수용액은 100 mL이므로 몰 농도(M)는 $\frac{0.1}{0.1}=1$(M)이다.

14 ㄴ. (나)에서는 부피 플라스크의 부피인 1 L를 넘지 않도록 하고, (라)에서 표선에 맞출 수 있게 해야 한다.

ㄷ. 58.5 g의 NaCl은 1몰이고, 수용액의 부피가 1 L이므로 (라)에서 수용액의 농도는 1 M이다.

[오답 풀이] ㄱ. 몰 농도 용액을 만들 때 쓰는 실험 기구 ㉠은 부피 플라스크이다.

15 1 M NaOH 수용액을 만들기 위해서는 비커에 일정 질량의 NaOH을 넣고 물을 넣어 녹인 후, 깔때기를 이용하여 부피 플라스크에 이를 넣고 표선에 맞게 씻기병이나 스포이트에 들어 있는 물을 가해 주면 된다.

16 ② 1 M 포도당 수용액 200 mL에는 $1\times0.2=0.2$(몰)의 포도당이 들어 있다. 0.2몰 포도당의 질량은 $0.2\times180=36$(g)이다.

[오답 풀이] ① 포도당의 양(mol)은 0.2몰이다.

③ 수용액의 밀도는 1 g/mL이므로 200 mL 포도당 수용액의 질량은 200 g이다. 이 중 포도당의 질량이 36 g이므로 물의 질량은 $200-36=164$(g)이다.

④ 물의 질량이 164 g이므로 물의 양(mol)은 $\frac{164}{18}=\frac{82}{9}\fallingdotseq9.1$(몰)이다.

⑤ 포도당의 양(mol)이 0.2몰이고, 포도당 1분자에 들어 있는 C의 수는 6이므로 C의 양(mol)은 1.2몰이다.

17 ㄴ. 0.05 M NaOH 수용액에서 200 mL를 취하면 그 속에 포함된 NaOH의 양(mol)은 $0.05\times0.2=0.01$(몰)이다.

ㄷ. 0.05 M 수용액 1 L에 물 1 L를 추가하면 수용액은 2 L가 되고, 용질의 양(mol)은 그대로이므로 용액의 농도는 0.5배가 된다.

[오답 풀이] ㄱ. 0.05 M NaOH 수용액 1 L에는 0.05몰의 NaOH이 들어 있어야 한다. NaOH의 화학식량은 40이므로 $x=0.05\times40=2(g)$이다.

18 ㄱ. 화학 반응식은 $CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2$이므로 $x=2$이다.
ㄷ. 반응 계수에 따라 반응한 HCl의 양(mol)은 0.02몰이다. 반응한 HCl의 양(mol) 0.02몰$=0.01\,M\times y\,L$, $y=2$이므로 $HCl(aq)$의 부피는 2 L이다.
[오답 풀이] ㄴ. 1 g의 $CaCO_3$은 0.01몰이므로 모두 반응하면 반응 계수에 따라 CO_2 0.01몰이 생성된다.

19 (가)~(다) 수용액에 들어 있는 NaOH의 양(mol)은 NaOH 수용액의 몰 농도와 부피를 곱하여 구할 수 있다. 따라서 NaOH의 양(mol)은 (가)~(다)가 각각 0.04몰, 0.04몰, 0.03몰이다. 따라서 NaOH의 질량은 (가)=(나)>(다)이다.

20 ㄷ. (나)에서 만든 $NaOH(aq)$을 100 mL 취하면 0.13몰의 NaOH 중 $\frac{1}{5}$이 들어 있게 되므로 0.026몰이다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)에서 NaOH의 양(mol)은 1.0 M $NaOH(aq)$ 0.03 L에 0.03몰이 있고, $NaOH(s)$ 4 g은 0.1몰이므로 총 0.13몰이다.
ㄴ. (나)에서는 0.13몰의 NaOH에 증류수를 가하여 0.5 L의 수용액을 만들었으므로 몰 농도는 $\frac{0.13}{0.5}=0.26(M)$이다.

21 화학 반응식은 $N_2+3H_2 \rightarrow 2NH_3$이므로 실험 Ⅰ에서는 NH_3 2 L가 생성되고, H_2 2 L가 남게 된다. 실험 Ⅱ에서 N_2 3 L가 모두 반응하기 위해서 필요한 최소한의 H_2 부피 $x=9$(L)이다.

22 (가) 수용액에서 10 mL를 취하였으므로 전체 부피의 $\frac{1}{10}$로, NaOH 0.4 g이 들어 있다. 0.01몰 NaOH이 들어 있는 용액의 농도가 0.2 M이므로 부피 플라스크의 부피는 $\frac{0.01}{0.2}=0.05(L)$이다.
|모범 답안| (가) 수용액에서 10 mL를 취하였으므로 NaOH 0.4 g이 들어 있는 것이다. 따라서 0.01몰 NaOH이 들어 있는 용액의 농도가 0.2 M이므로 부피 플라스크의 부피는 $\frac{0.01}{0.2}=0.05(L)$이다.

채점 기준	배점(%)
수용액 (나)가 들어 있는 부피 플라스크의 부피와 구하는 과정을 옳게 서술한 경우	100
수용액 (나)가 들어 있는 부피 플라스크 부피만을 옳게 구한 경우	50

23 (가)에서 Cu와 산소(O_2)가 반응하여 CuO가 생성된 것이다.
$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$
(나)에서 CuO와 CO가 반응하여 Cu와 CO_2가 생성된 것이다.
$CuO + CO \rightarrow Cu + CO_2$
|모범 답안| X는 CO_2이다. (가)에서 Cu와 산소가 반응하여 CuO가 생성된 것이므로 $2Cu+O_2 \rightarrow 2CuO$이다. (나)에서 CuO와 CO가 반응하여 Cu와 CO_2가 생성된 것이므로 $CuO+CO \rightarrow Cu+CO_2$이다.

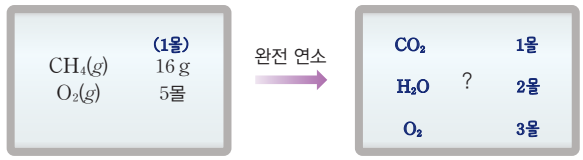
채점 기준	배점(%)
X를 쓰고, (가)와 (나)의 화학 반응식을 옳게 나타낸 경우	100
X만 쓴 경우	40

1등급 공략 핵심Q 027쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ③ 04 ②

01

[자료 분석]

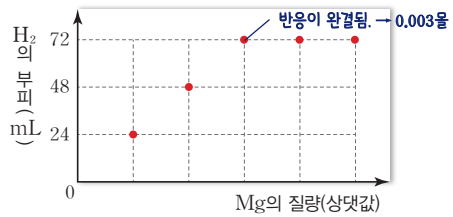


메테인(CH_4)의 완전 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.
$CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$
따라서 반응 후에는 CO_2 1몰, H_2O 2몰이 생성되고, O_2 3몰이 남게 된다.

ㄱ. 반응 후 용기에는 CO_2, H_2O, O_2 3가지 종류의 물질이 존재한다.
ㄴ. CO_2는 1몰, H_2O은 2몰이 존재하므로 각 물질의 양(mol)의 합은 3몰이다.
[오답 풀이] ㄷ. 남은 O_2의 양(mol)은 3몰이고, O_2의 분자량은 32이므로 질량은 $3\times32=96(g)$이다.

02

[자료 분석]



$Mg(s)$과 $HCl(aq)$이 반응하는 화학 반응식은 $Mg+2HCl \longrightarrow MgCl_2+H_2$이다. 20 ℃, 1기압에서 72 mL의 H_2는 0.003몰이다.

ㄱ. 생성된 H_2의 양(mol)이 0.003몰이므로 화학 반응식의 계수비에 따라 반응한 HCl의 양(mol)은 0.006몰이다. 따라서 반응이 완결된 후 Cl^-의 양(mol)은 0.006몰이다.
ㄴ. H_2의 부피가 48 mL일 때, H_2의 양(mol)은 0.002몰이므로 넣어 준 Mg의 양(mol)은 반응 계수비에 따라 0.002몰이다. 따라서 Mg의 질량은 $0.002\times24=0.048(g)$이다.
ㄷ. 반응한 HCl의 양(mol)이 0.006몰이므로 $x\times0.1=0.006$, x는 0.06이다.

03 ㄱ. 그림에 나타난 ㉠은 부피 플라스크이다.

ㄷ. $NaHCO_3$의 화학식량은 84이므로 $NaHCO_3$의 양(mol)은 $\frac{x}{84}$몰이고, 1 L의 수용액이므로 몰 농도는 $\frac{x}{84}$ M이다.

[오답 풀이] ㄴ. 부피 플라스크를 이용한 몰 농도 수용액을 만드는 과정은 (다) → (나) → (가)이다.

04

[자료 분석]

화학 반응식에 따라 반응 전과 후의 기체의 몰비는 변화가 없다. B의 분자량을 b라고 하면 반응 전과 후 기체의 몰비는 부피비와 같으므로 $(0.2+\frac{3w}{b}) : (0.4+\frac{w}{b})=4 : 3$이다. 이로부터 $b=5w$이므로 B의 분자량은 $5w$이다. 따라서 반응 전과 후 기체의 반응은 다음과 같다.

[실험 Ⅰ]

	$A(g)$ +	$B(g)$ →	$2C(g)$
반응 전	0.2	$\frac{3w}{5w}$(=0.6몰)	
반응	−0.2몰	−0.2몰	+0.4몰
반응 후	0몰	0.4몰	0.4몰

[실험 Ⅱ]

	$A(g)$ +	$B(g)$ →	$2C(g)$
반응 전	0.4몰	$\frac{w}{5w}$(=0.2몰)	
반응	−0.2몰	−0.2몰	+0.4몰
반응 후	0.2몰	0	0.4몰

ㄴ. 실험 Ⅱ에서 반응 후 A의 양(mol)은 0.2몰이므로 $y=0.4$이다.

[오답 풀이] ㄱ. B의 분자량은 $5w$이다.

ㄷ. 실험 Ⅰ과 Ⅱ에서는 같은 양(mol)의 반응이 일어나므로 생성된 C의 양(mol)은 0.4몰로 서로 같다.

Ⅱ 원자의 세계

05 원자의 구조

내신 완성 핵심Q

029쪽

01 ②	02 ③	03 ②	04 ③	05 ③	06 ①	07 ③
08 ⑤	09 ③	10 ③	11 ⑤	12 ②	13 ①	14 ②
15 ⑤	16 ①	17 ①				

18 해설 참조 19 (1) Y > X = Z (2) 해설 참조 20 해설 참조

01 (가)의 톰슨의 음극선 실험으로 전자를 발견하였고, (나)의 러더퍼드의 알파 입자 산란 실험으로 원자핵을 발견하였다.

02 ㄱ. 음극선의 진행 방향의 수직으로 전기장을 걸었을 때 음극선이 (+)극 쪽으로 휘어졌으므로 음극선을 구성하는 입자는 음전하를 띠고 있음을 알 수 있다.

ㄷ. 음극선의 진행 방향에 바람개비를 놓았을 때 바람개비가 회전하므로 음극선을 구성하는 입자는 질량이 있음을 알 수 있다.

[오답 풀이] ㄴ. 제시된 실험으로 음극선이 밀도가 크다는 것은 알 수 없다.

03 톰슨은 음극선 실험으로 전자의 존재를 확인하고, ②와 같이 양전하가 고르게 분포되어 있는 공 속에 음전하를 띤 전자가 듬성듬성 박혀 있는 원자 모형을 제시하였다.

04 ㄱ. 음극선의 진행 방향의 수직으로 전기장을 걸었을 때 음극선이 (+)극 쪽으로 휘어졌으므로 음극선을 구성하는 입자는 음전하를 띠고 있음을 알 수 있다.

ㄴ. 이 실험으로부터 발견된 입자는 전자이며, 원자가 전자를 얻으면 음전하를 띤다.

[오답 풀이] ㄷ. 이 실험으로 음극선의 구성 입자가 음전하를 띤다는 사실은 알 수 있지만 질량이 있다는 사실은 알 수 없다.

05 러더퍼드의 알파 입자 산란 실험으로 발견된 입자는 원자핵이다. 따라서 ㉠은 원자핵이다.

ㄱ. 원자핵은 양전하를 띤다.

ㄷ. 대부분의 알파 입자가 그대로 통과했지만 일부는 튕겨 나왔으므로 원자핵의 질량은 매우 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 원자핵은 원자 질량의 대부분을 차지한다는 것을 알 수 있다.

[오답 풀이] ㄴ. 원자 내부는 대부분 빈 공간이라고 했으므로 원자핵의 크기는 매우 작음을 알 수 있다.

06 ㄱ. X는 전자이므로 음전하를 띠는 입자이다.

[오답 풀이] ㄴ. Y는 원자핵이며, 원자 번호는 양성자수와 같다.

ㄷ. ^4_2He은 원자 번호가 2이므로 X(전자)는 2개이고, Y(원자핵)는 1개이다. 따라서 X와 Y의 수는 다르다.

07 (가)는 톰슨의 원자 모형, (나)는 러더퍼드의 원자 모형이다.
ㄱ. (가)는 톰슨의 음극선 실험 결과로부터 제시된 모형이다.
ㄴ. (가)와 (나)는 원자를 나타낸 모형이므로 모두 전기적으로 중성이다.
[오답 풀이] ㄷ. (가)는 원자핵이 없고, (나)는 원자핵이 있다. 따라서 러더퍼드의 알파 입자 산란 실험을 설명할 수 있는 원자 모형은 (나)이다.

08 원자를 구성하는 입자는 양성자, 중성자, 전자이다.
ㄱ. 양성자는 양전하를 띠는 입자이다.
ㄴ. 양성자와 중성자의 질량은 전자보다 매우 크다.
ㄷ. 원자는 전기적으로 중성이며, 양성자와 전자의 전하량의 크기는 같고, 부호는 반대이다.

09 A는 양전하를 띠므로 양성자, B는 전하를 띠지 않으므로 중성자, C는 음전하를 띠므로 전자이다.
ㄱ. 원자 번호는 원자핵에 들어 있는 양성자(A)수와 같다.
ㄴ. 질량수는 양성자(A)수와 중성자(B)수를 합한 값과 같다.
[오답 풀이] ㄷ. 전자의 질량은 무시할 수 있을 정도로 작으므로, 입자 1개의 질량은 B(중성자)가 C(전자)보다 크다.

10 (가)는 양성자, (나)는 중성자, (다)는 전자이다.
ㄱ. 원자 번호는 양성자수와 같다. 따라서 원자 번호는 양성자인 (가)의 수와 같다.
ㄷ. 원자에서 양전하를 띠는 양성자인 (가)와 음전하를 띠는 전자인 (다) 사이에 전기적 인력이 작용한다.
[오답 풀이] ㄴ. 원소의 종류는 원자 번호와 관련이 있고, 원자 번호는 양성자수와 같으므로 원자핵 속의 (가)의 수에 따라 원소의 종류가 결정된다.

11 a는 원자 번호, b는 질량수이다.
⑤ 동위 원소는 양성자수는 같지만 질량수가 다른 원소이므로, 동위 원소는 a가 같고 b는 다르다.
[오답 풀이] ①, ② 원자 번호는 양성자수와 같고, 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수가 같다. 따라서 전자 수와 양성자수는 모두 a이다.
③ 질량수는 양성자수와 중성자수를 합한 값과 같으므로 '중성자수=질량수−양성자수'이다. 따라서 중성자수는 $b-a$이다.
④ 같은 종류의 원소는 양성자수가 같으므로 a가 같다.

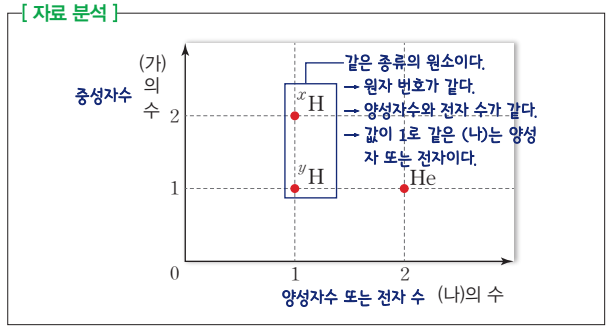
12 원자 번호는 양성자수와 같으므로 A의 원자 번호는 11이고, 질량수는 양성자수와 중성자수의 합과 같으므로 A의 질량수는 23이다. 또한 A 이온은 양성자수가 전자 수보다 1이 더 크므로 A 이온의 전하는 +1이다. 따라서 A의 이온에 원자 번호와 질량수를 표시하면 $^{23}_{11}A^{+}$이다.

13 ㄱ. 동위 원소는 원자 번호는 같지만 질량수가 다른 원소이다. A와 B는 양성자수가 15로 같지만 질량수가 각각 32, 31로 다르므로 동위 원소이다.
[오답 풀이] ㄴ. 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수는 같다. 따라서 C와 D는 양성자수가 같으므로 전자 수도 같다.
ㄷ. B는 중성자수가 16(=31−15), 전자 수(=양성자수)가 15이므로 $\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}}>1$이고, D는 중성자수(32−16=16)와 전자 수(=양성자수)가 모두 16이므로 $\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}}=1$이다.

14 ●은 양성자, ○은 중성자이다.
ㄴ. 모든 원자에는 양성자(●)가 들어 있다.
[오답 풀이] ㄱ. 동위 원소는 양성자수는 같고, 중성자수가 다른 원소이다. 따라서 (가)의 양성자수는 1, (나)의 양성자수는 2로 서로 다르므로 동위 원소가 아니다.
ㄷ. 질량수는 양성자수와 중성자수의 합과 같다. 따라서 (가)의 질량수는 3, (나)의 질량수는 4이므로 질량수의 비는 (가) : (나)=3 : 4이다.

15 양성자수는 원자 번호와 같으므로, 양성자수는 $^{14}_{6}C$는 6, $^{14}_{7}N$와 $^{15}_{7}N$는 7이다. 따라서 Z는 $^{14}_{6}C$이다.
ㄱ. X와 Y는 각각 $^{14}_{7}N$, $^{15}_{7}N$ 중 하나이므로 동위 원소이다.
ㄴ. Y는 전자 수가 7, Z는 전자 수가 6이므로 전자 수는 Y>Z이다.
ㄷ. $^{14}_{7}N$와 $^{15}_{7}N$는 중성자수가 각각 7, 8이므로 (가)로 '중성자수가 7인가?'를 적용하면 X는 $^{14}_{7}N$이다.

16
[자료 분석]



ㄱ. ^{x}H와 ^{y}H는 원자 번호가 같으므로 (나)는 양성자 또는 전자이다. 따라서 ^{x}H와 ^{y}H에서 다른 값을 가지는 (가)는 중성자이다.
[오답 풀이] ㄴ. x, y는 질량수이고, 질량수는 양성자수와 중성자수를 합한 값과 같다. ^{x}H와 ^{y}H는 양성자수가 같은데 중성자수가 다르므로 질량수가 다르다. 따라서 x와 y는 서로 다르다.
ㄷ. He의 양성자수는 2, 중성자수는 1이고, ^{x}H의 양성자수는 1, 중성자수는 2이므로 질량수는 3으로 같다.

17 ㄱ. X의 평균 원자량 $=\frac{25n+75(n+1)}{100}=0.25n+0.75(n+1)=10.75$이므로 $n=10$이다.
[오답 풀이] ㄴ. 동위 원소는 양성자수는 같고 중성자수가 달라 질량수가 다른 원소이다. 따라서 양성자수는 ^{n}X와 ^{n+1}X가 서로 같다.
ㄷ. 1 g에 들어 있는 원자 수는 원자량이 클수록 작다. 따라서 원자량은 $^{n+1}X>{}^{n}X$이므로 1 g에 들어 있는 원자 수는 $^{n}X>{}^{n+1}X$이다.

18 알파 입자는 대부분 금박을 통과했지만 일부는 튕겨 나왔으므로 원자의 중심에는 크기가 매우 작고, 질량이 큰 원자핵이 존재함을 알 수 있다. 또한 알파 입자는 양전하를 띠는데, 알파 입자를 쏘았을 때 일부는 휘어졌으므로 원자핵도 양전하를 띰을 알 수 있다.

|모범 답안| 크기가 매우 작다. 질량이 크다. 양전하를 띤다.

채점 기준	배점(%)
원자핵의 성질을 2가지 모두 옳게 서술한 경우	100
원자핵의 성질을 1가지만 옳게 서술한 경우	50

19 (1) 원자에서 전자 수와 양성자수는 같다. 따라서 원자 Y에서 전자 수와 같은 ●는 양성자이므로 ○는 중성자이다. 따라서 중성자수는 X가 1, Y가 2, Z가 1이므로 Y>X=Z이다.

(2) |모범 답안| ${}_{1}^{3}\mathrm{Y}$, 원자는 전기적으로 중성이므로 전자 수와 양성자수는 같다. 따라서 원자 Y에서 전자 수와 같은 ●는 양성자이므로 Y의 원자 번호는 1, 질량수는 3이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
원자 Y를 원자 표시법으로 옳게 나타내고, 그렇게 나타낸 까닭을 옳게 서술한 경우	100
원자 Y를 원자 표시법으로 옳게 나타내기만 한 경우	40

20 3가지 이온의 전자 수가 모두 Ne과 같으므로 전자 수는 모두 같다. a와 b의 수는 3가지 이온에서 모두 같지는 않으므로 c가 전자이며, 전자 수는 모두 10이다. A^{2+}과 B^{+}은 양성자가 전자보다 각각 2개, 1개가 더 많으므로 A^{2+}의 양성자수는 12, B^{+}의 양성자수는 11이다. 따라서 a가 양성자이므로 나머지 b는 중성자이다.

|모범 답안| a: 양성자, b : 중성자, c: 전자, 3가지 이온의 전자 수가 모두 Ne과 같으므로 전자 수는 모두 같다. 따라서 c는 전자이다. A^{2+}과 B^{+}은 양성자가 전자보다 각각 2개, 1개가 더 많으므로 a는 양성자이고, b는 중성자이다.

채점 기준	배점(%)
a~c의 종류와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
a~c의 종류만 모두 옳게 쓴 경우	40

1등급 공략 핵심Q 033쪽

01 ③ **02** ③ **03** ② **04** ④

01

[자료 분석]

원자는 전기적 중성 → 양성자수와 전자 수가 같다.

원자	(가)	(나)	(다)
원자 번호 = 양성자수	6	7	7
질량수 = 양성자수 + 중성자수	x = 14	y = 14	15
㉠의 수 − 전자 수	②	0	z = 1

중성자

㉠이 양성자라면 양성자수와 전자 수가 같으므로 0이어야 한다. → 0이 아니므로 ㉠은 중성자이다.

㉠이 양성자라면 원자 (가)에서 (㉠의 수−전자 수)가 0이어야 하는데, 2이므로 ㉠은 중성자이다. 전자 수=원자 번호이므로 중성자수는 (가)는 중성자수−전자 수=2에서 8, (나)는 중성자수−전자 수=0에서 7이며, 질량수=양성자수+중성자수이므로 (다)의 중성자수는 8이다. 따라서 (가)의 질량수 x는 6+8=14, (나)의 질량수 y는 7+7=14이고, (다)의 (㉠의 수−전자 수)인 z는 중성자수−전자 수=8−7=1이다.

ㄱ. ㉠은 중성자이다.

ㄷ. (나)와 (다)는 양성자수는 같지만 질량수는 다른 동위 원소이다. 동위 원소는 물리적 성질은 다르지만 화학적 성질은 같다.

[오답 풀이] ㄴ. x, y는 모두 14이므로 $y-x=0$이고, $z=1$이므로 $y-x\neq z$이다.

02 ㄱ. 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수가 같다. B는 $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}}=\frac{\text{질량수}}{\text{양성자수}}=1$이므로 양성자수와 질량수가 같은 ${}_{1}^{1}\mathrm{H}$이다. H의 양성자수는 1이므로 $n-1=1$이다. 따라서 $n=2$이다.

ㄴ. C는 양성자수가 2이므로 $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}}=\frac{\text{질량수}}{\text{양성자수}}=1.5$에서 질량수는 3이다. 따라서 C의 중성자수는 1이다. D는 양성자수가 3이므로 $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}}=\frac{\text{질량수}}{\text{양성자수}}=2$에서 질량수는 6이다. 따라서 D의 중성자수는 3이다. D의 중성자수는 3이고 C의 중성자수는 1이므로 D가 C의 3배이다.

[오답 풀이] ㄷ. A와 B의 양성자수(=전자 수)가 1인데, $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}}$ 값이 A는 3이므로 A의 질량수는 3이고, B는 1이므로 B의 질량수는 1이다. 따라서 A와 B의 질량수 합은 4이므로 C의 질량수(3)보다 크다.

03 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수는 같다. 따라서 Z에서 $\frac{1}{4}$의 비율을 차지하는 것은 양성자수와 전자 수이고, $\frac{1}{2}$의 비율을 차지하는 것은 중성자수이므로 중성자수는 양성자수의 2배임을 알 수 있다. Z는 질량수가 3이므로 양성자수와 전자 수는 모두 1이고, 중성자수는 2인 ${}_{1}^{3}\mathrm{H}$이다. Y에서 $\frac{2}{5}$의 비율을 차지하는 것은 양성자수와 전자 수이고, $\frac{1}{5}$의 비율을 차지하는 것은 중성자수이므로 양성자수가 중성자수의 2배이다. 그리고 Y와 Z는 질량수가 같으므로 Y는 ${}_{2}^{3}\mathrm{He}$이고, X는 Y와 양성자수가 같으므로 ${}_{2}^{4}\mathrm{He}$이다.

ㄴ. X는 양성자수와 중성자수가 모두 2이므로 질량수가 4이고, Y는 질량수가 3이다. 따라서 질량수는 X가 Y보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. X는 ${}_{2}^{4}\mathrm{He}$이다.

ㄷ. Y의 중성자수는 1, Z의 중성자수는 2이므로 중성자수는 Z가 Y보다 크다.

04 ㄴ. XY의 가능한 분자량은 36, 37, 38, 39이므로 분자량이 서로 다른 XY 분자의 종류는 4가지이다.

ㄷ. 분자량이 36인 XY 분자는 존재 비율이 큰 ${}^{1}\mathrm{X}$와 ${}^{35}\mathrm{Y}$로 구성되어 있으므로 존재 비율이 가장 크다.

[오답 풀이] ㄱ. ^{35}Y와 ^{37}Y의 존재 비율이 50 : 50으로 같을 때, Y의 평균 원자량은 36이다. 그러나 제시된 자료에서 ^{35}Y의 존재 비율이 ^{37}Y보다 크므로 Y의 평균 원자량은 36보다 작다.

06 현대적 원자 모형과 전자 배치

내신 완성 핵심Q

035쪽

01 ②	02 ⑤	03 ③	04 ③	05 ③	06 ④	07 ①
08 ③	09 ①	10 ③	11 ⑤	12 ②	13 ①	14 ③
15 ③	16 ③	17 ①	18 ②			

19 해설 참조 20 해설 참조 21 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

01 ㄴ. 수소 원자의 선 스펙트럼에서 선이 띄엄띄엄 나타나고 간격이 일정하지 않으므로 수소 원자의 에너지 준위는 불연속적이며, 에너지 준위의 간격이 일정하지 않음을 알 수 있다.
[오답 풀이] ㄱ. 선 스펙트럼에 나타나는 선이 4개라고 해서 수소 원자에 존재하는 전자 껍질이 4개인 것은 아니다.
ㄷ. 러더퍼드의 원자 모형으로는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 없다.

02 전자 껍질의 에너지 준위는 원자핵으로부터 멀어질수록 커지며, 불연속적이다. 또한 전자 껍질과 전자 껍질 사이에는 전자가 존재하지 않으며, 전자는 특정한 에너지를 갖고 원자핵을 중심으로 원운동을 하고 있다고 제안하였다.

03 수소 원자에서 전자 껍질의 에너지 준위는 주 양자수가 클수록 커지며, 수소 원자에서 일어나는 전자 전이 중 에너지 준위가 높은 전자 껍질에서 에너지 준위가 낮은 전자 껍질로 전자가 전이될 때 에너지를 방출한다. 따라서 전자 전이 A, B, D가 일어날 때 에너지를 방출한다.
[오답 풀이] C, E는 에너지 준위가 낮은 전자 껍질에서 에너지 준위가 높은 전자 껍질로의 전자 전이이므로 에너지를 흡수한다.

04 ㄱ. (가)는 수소의 전자가 $n=1$인 전자 껍질에 있으므로 바닥상태이고, (나)는 전자가 $n=3$인 전자 껍질에 있으므로 들뜬상태이다.
ㄴ. 전자 껍질의 에너지 준위는 원자핵으로부터 거리가 멀어질수록 높아지므로 (가)에서 (나)로 될 때 전자는 에너지를 흡수한다.
[오답 풀이] ㄷ. (나)에서 (가)로의 전자 전이는 $n=3 \rightarrow n=1$의 전자 전이이므로 전자 전이가 일어날 때 자외선이 방출된다.

05 ㄱ. (가)는 $n=1$인 전자 껍질에 전자가 있으므로 바닥상태이고, (나)는 $n=2$인 전자 껍질에 전자가 있으므로 들뜬상태이다. 따라서 에너지 준위는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄴ. (다)는 $n=3$인 전자 껍질에 전자가 있으므로 들뜬상태이다. 따라서 전자가 (다)에서 (가)로 전이될 때 에너지를 방출한다.
[오답 풀이] ㄷ. 전자 껍질 사이의 에너지 준위의 간격이 일정하지 않으므로 (가)와 (다)의 전자가 각각 (나)로 전이될 때 흡수하거나 방출되는 에너지의 크기는 다르다.

06 ㄴ, ㄷ. 오비탈은 원자핵 주위의 공간에서 전자가 존재할 확률을 나타낸 것이며, 전자 구름 모형에서 점의 수가 많은 곳일수록 전자가 발견될 확률이 높다.
[오답 풀이] ㄱ. 오비탈의 전자 구름 모형은 전자의 발견 확률을 점으로 나타낸 것이므로 점 하나는 전자 1개를 의미하는 것이 아니다.

07 ㄱ. (가)는 공 모양이므로 s 오비탈이고, (나)는 아령 모양이므로 p 오비탈이다. (가)와 (나)는 같은 전자 껍질에 있으므로 주 양자수가 서로 같다.
[오답 풀이] ㄴ. 수소 원자에서 주 양자수가 같은 오비탈의 에너지 준위는 모두 같다. 따라서 (가)와 (나)의 에너지 준위는 서로 같다.
ㄷ. (가)는 s 오비탈이므로 방향과 관계없이 거리가 같으면 전자 발견 확률이 같다. 그러나 (나)는 p 오비탈로, 거리가 같아도 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

08

[자료 분석]

주 양자수가 1인 전자 껍질은 K 전자 껍질이라고 한다.

주 양자수(n)	1	2	
전자 껍질	㉠(K)	L	
오비탈의 종류	$1s$	㉡($2s$)	$2p$
오비탈 수	1	1	㉢ 3

주 양자수가 2인 전자 껍질에는 $2s$ 오비탈과 $2p$ 오비탈이 있다.

③ $2p$ 오비탈의 자기 양자수는 -1, 0, $+1$의 3가지이고, 방향에 따라 $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$로 나타낸다. 따라서 $2p$ 오비탈의 오비탈 수는 3이므로 ㉢은 3이다.
[오답 풀이] ① 보어의 원자 모형에서 전자 껍질은 원자핵에서 가까운 것부터 K, L, M…의 기호로 나타내므로 ㉠은 K이다.
② 주 양자수가 2인 전자 껍질에는 $2s$ 오비탈과 $2p$ 오비탈이 있으므로 ㉡은 $2s$이다.
④ s 오비탈의 에너지 준위는 주 양자수가 클수록 커지므로 에너지 준위는 ㉡($2s$) 오비탈이 $1s$ 오비탈보다 크다.
⑤ 다전자 원자에서 주 양자수가 같은 오비탈의 에너지 준위는 방위 양자수가 클수록 크므로, 에너지 준위는 $2p$ 오비탈이 ㉡($2s$) 오비탈보다 크다.

09 (가)는 $1s$ 오비탈, (나)는 $2s$ 오비탈, (다)는 $2p_y$ 오비탈, (라)는 $2p_x$ 오비탈이다.
ㄱ. 수소 원자에서 에너지 준위는 오비탈의 종류와 상관없이 주 양자수가 클수록 크다. 따라서 에너지 준위는 (다)가 (가)보다 크다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)는 K 전자 껍질에, (나)~(라)는 모두 L 전자 껍질에 있는 오비탈이므로 (나)와 (라)의 주 양자수는 2로 서로 같다.

ㄷ. 방향과 관계없이 핵으로부터 거리가 같으면 전자가 발견될 확률이 같은 오비탈은 s 오비탈이므로 (가)와 (나)이다.

10 ㄱ. Be의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2$이므로 (가)는 $1s$ 오비탈, (나)는 $2s$ 오비탈이다. 따라서 주 양자수는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄴ. (가)와 (나)는 모두 s 오비탈이므로 방위 양자수는 0이다.
[오답 풀이] ㄷ. 오비탈에 들어 있는 전자 수는 (가)와 (나) 모두 2이다.

11 ㄱ. $2p$ 오비탈의 주 양자수는 2, 방위 양자수는 1이므로 $a=2$, $b=1$이다. 따라서 $a+b=3$이다.
ㄴ. 주 양자수가 2인 오비탈은 $2s$ 오비탈 1개와 $2p$ 오비탈 3개가 있으므로 모두 4개이다.
ㄷ. $2p$ 오비탈의 자기 양자수는 -1, 0, $+1$의 3가지이다.

12 쌓음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족하는 전자 배치가 바닥상태 전자 배치이다. 이 3가지 규칙을 모두 만족하는 바닥상태 전자 배치는 ②이다.
[오답 풀이] ①, ③ 훈트 규칙에 어긋난다.
④, ⑤ 쌓음 원리에 어긋난다.

13 ㄱ. 원자에서 양성자수는 전자 수와 같고, 원자 번호는 양성자수와 같으므로 전자 수가 많을수록 원자 번호가 크다. 따라서 원자 번호는 B>C>A이다.
[오답 풀이] ㄴ. 바닥상태 전자 배치는 쌓음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족하는 전자 배치이며, 이에 해당하는 전자 배치는 B 1가지이다.
ㄷ. 파울리 배타 원리는 오비탈 1개의 최대 수용 전자 수는 2이고, 하나의 오비탈에 2개의 전자가 들어갈 때 스핀 방향은 서로 달라야 한다는 것이다. 따라서 A~C는 모두 파울리 배타 원리를 만족하고 있다.

14 ㄱ. I에 해당하는 전자 배치는 (나)와 (다)이며, 모두 바닥상태 전자 배치이다.
ㄷ. Ⅲ에 해당하는 전자 배치는 (가)이며, 에너지 준위가 같은 p 오비탈에 전자가 하나씩 배치되었으므로 훈트 규칙을 만족한다.
[오답 풀이] ㄴ. Ⅱ에 해당하는 전자 배치는 (라)이며, 들뜬상태 전자 배치이지만 파울리 배타 원리를 만족한다.

15 ㄱ. A는 바닥상태 전자 배치이고, 홀전자는 쌍을 이루지 않은 전자이므로 홀전자 수는 2이다.
ㄴ. B가 전자를 1개 얻어 형성된 B^-의 전자가 10개이므로 B의 전자는 9개이다. 따라서 A, B는 모두 2주기 원소이므로 같은 주기 원소이다.
[오답 풀이] ㄷ. B는 전자가 9개이므로 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^5$이다. 따라서 B의 원자가 전자 수는 7이다. C^{2+}은 C가 전자 2개를 잃고 형성되었다. 따라서 C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$이므로 C의 원자가 전자 수는 2이다.

16

[자료 분석]

s 오비탈의 전자 수가 3이면 p 오비탈에는 전자가 배치되지 않는다.

원자	A	B	C
s 오비탈에 들어 있는 전자 수	3	4	5
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	$x=0$	1	$y=6$

s 오비탈의 전자 수가 5이면 $2p$ 오비탈에 전자가 배치된다.

⇨ A~C의 바닥상태 전자 배치는 다음과 같다.
A: $1s^2 2s^1$, B: $1s^2 2s^2 2p^1$, C: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

ㄱ. p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 A가 0, C가 6이므로 $x=0$, $y=6$이다. 따라서 $x+y=6$이다.
ㄴ. A는 $2s$ 오비탈, B는 $2s$와 $2p$ 오비탈에 전자가 배치되어 있으므로 모두 2주기 원소이다.
[오답 풀이] ㄷ. 원자가 전자 수는 B가 3, C가 1이므로 B가 C보다 크다.

17 ㄱ. 홀전자 수는 X가 1, Y가 2이므로 Y가 X보다 크다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)는 $2s$ 오비탈의 전자, (나)는 $2p$ 오비탈의 전자이므로 주 양자수는 서로 같다.
ㄷ. (나)와 (다)는 모두 $2p$ 오비탈의 전자이지만 자기 양자수는 각각 -1, 0, $+1$ 중 하나이므로 서로 다르다.

18 A는 전자 2개를 잃고 A^{2+}이 되고, B는 전자 1개를 얻고 B^-이 되었으므로 A와 B의 바닥상태 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, $1s^2 2s^2 2p^5$이다.
ㄴ. 원자가 전자의 주 양자수는 A 3, B 2이므로 A가 B보다 크다.
[오답 풀이] ㄱ. 홀전자 수는 A 0, B 1이므로 B가 A보다 크다.
ㄷ. 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 A와 B가 3으로 같다.

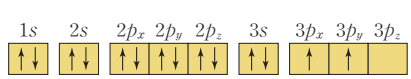
19 오비탈의 주 양자수와 방위 양자수의 합이 3인 경우는 주 양자수가 2이고, 방위 양자수가 1인 경우와 주 양자수가 3이고, 방위 양자수가 0인 경우이다. 따라서 (가)와 (나)는 $2p$ 오비탈과 $3s$ 오비탈 중 하나이다.
|모범 답안| (가) $3s$ 오비탈, (나) $2p$ 오비탈, 오비탈의 주 양자수와 방위 양자수의 합이 3인 것은 $2p$ 오비탈과 $3s$ 오비탈인데, 방위 양자수는 (나)가 (가)보다 크므로 (가)는 $3s$ 오비탈이고, (나)는 $2p$ 오비탈이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나) 오비탈의 종류를 모두 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
(가)와 (나) 오비탈의 종류만 옳게 쓴 경우	40

20 (라)는 에너지 준위가 같은 $2p$ 오비탈 중 비어 있는 것이 있는데 전자가 쌍을 이루었으므로 훈트 규칙에 어긋나게 배치되었다.
|모범 답안| (다), (라), (다)는 쌓음 원리에 어긋나게 배치되었고, (라)는 훈트 규칙에 어긋나게 배치되었기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
들뜬상태 전자 배치를 모두 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
들뜬상태 전자 배치만 모두 옳게 쓴 경우	40

21 (1)



X의 바닥상태 전자 배치에서 원자가 전자가 들어 있는 $3p$ 오비탈이 2개($3p_x$, $3p_y$)이므로 2개의 전자가 배치된 것이다. 따라서 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1$이다.

(2) s 오비탈의 방위 양자수는 0이고, p 오비탈의 방위 양자수는 1이다.

|모범 답안| 0, 1, 원자가 전자가 들어 있는 오비탈은 $3s$ 오비탈과 $3p$ 오비탈이고, 오비탈의 방위 양자수는 $3s$ 오비탈은 0, $3p$ 오비탈은 1이다.

채점 기준	배점(%)
방위 양자수를 모두 옳게 쓰고, 구하는 과정을 옳게 서술한 경우	100
방위 양자수만 모두 옳게 쓴 경우	40

1등급 공략 핵심Q

039쪽

01 ④ 02 ① 03 ② 04 ②

01 (가)는 주 양자수와 방위 양자수를 합한 값이 2이므로 주 양자수가 2, 방위 양자수가 0인 $2s$ 오비탈이다. 그리고 (가)와 (나)의 주 양자수는 (가)>(나)이고, 방위 양자수는 같으므로 (나)는 $1s$ 오비탈이다. 또한 (다)는 주 양자수가 (가)와 같은 2이므로 방위 양자수는 0과 1이 가능한데, (가)의 방위 양자수가 0이므로 (다)는 방위 양자수가 1인 $2p$ 오비탈이다.

ㄱ. (가)는 $2s$ 오비탈이다.

ㄷ. (나)는 방위 양자수와 자기 양자수가 모두 0이므로 그 합도 0이다. (다)는 $2p$ 오비탈이므로 방위 양자수는 1인데, 방위 양자수와 자기 양자수의 합은 (나)와 같은 0이므로 자기 양자수는 -1이다.

[오답 풀이] ㄴ. (나)는 $1s$ 오비탈이므로 주 양자수와 방위 양자수의 합은 1이다.

02

[자료 분석]

구분	(가) Li	(나) B	(다) F
원자 번호	$x=3$	5	9
홀전자 수	$y=1$	$y=1$	$y=1$
전자 수−홀전자 수	2	4	$4z=8$

- 바닥상태에서 원자 번호 3~10인 원자 중 홀전자 수가 같은 원자 → Li, B, F이며, 홀전자 수 $y=1$이다.
- (나)는 Li, B, F 중 (전자 수−홀전자 수)가 4인 원자이다. → 원자 번호 5인 B ⇨ 전자 수 5, 홀전자 수 1
- (다)는 (나)보다 (전자 수−홀전자 수)의 값이 크므로 원자 번호 9인 F이다. 따라서 (가)는 원자 번호 3인 Li이다.

ㄱ. (가)의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^1$이므로 전자가 들어 있는 오비탈의 방위 양자수는 0으로 모두 같다.

[오답 풀이] ㄴ. (가)는 원자 번호 3인 Li이므로 $x=3$이고, (나)는 원자 번호 5인 B이므로 (나)의 원자 번호는 x보다 크다.

ㄷ. (다)의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^5$이다. 원자가 전자인 $2s$ 오비탈의 전자의 자기 양자수는 모두 0이고, $2p$ 오비탈의 전자는 5개인데, 5개 전자의 자기 양자수 합은 -1, 0, $+1$ 중 하나이다. 따라서 (다)에서 원자가 전자의 자기 양자수의 총합은 -1, 0, $+1$ 중 하나이므로 2보다 작다.

03 원자 번호 3~12인 원자 중 s 오비탈의 전자 수비가 1 : 2인 것은 원자 번호 3인 Li과 원자 번호 12인 Mg이므로 (가)는 Li, (나)는 Mg이다. 또한 p 오비탈의 전자 수비가 (나) : (다) = 2 : 1이므로 (다)는 원자 번호 7인 N이다. 각 원자의 바닥상태 전자 배치는 (가) Li: $1s^2 2s^1$, (나) Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, (다) N: $1s^2 2s^2 2p^3$이다.

ㄴ. (나)는 s 오비탈과 p 오비탈의 전자 수가 모두 6으로 같다.

[오답 풀이] ㄱ. 원자가 전자 수는 (가)가 1, (나)가 2, (다)가 5이므로 (다)가 (가)의 5배이다.

ㄷ. 홀전자 수는 (가)가 1, (나)가 0, (다)가 3이므로 (가)와 (나)의 홀전자 수의 합(1)은 (다)의 홀전자 수(3)보다 작다.

04

[자료 분석]

원자	오비탈에 들어 있는 전자 수		홀전자 수	바닥상태 전자 배치
	$2s$	$2p$		
(가) Li	1	0	1	$1s^2 2s^1$
(나) N	2	$x=3$	3	$1s^2 2s^2 2p^3$
(다) O	2	4	$y=2$	$1s^2 2s^2 2p^4$

- (가)는 $2s$ 오비탈에 전자 1개가 들어 있으므로 원자 번호 3인 Li이다.
- (나)는 홀전자 수가 3이므로 $2p$ 오비탈에 전자 3개가 들어 있다. → $x=3$이고, (나)는 원자 번호 7인 N이다.
- (다)는 $2s$ 오비탈에 전자 2개, $2p$ 오비탈에 전자 4개가 들어 있다. → (다)는 원자 번호 8인 O이고, $y=2$이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 (가)가 1, (나)가 5이므로 (나)가 (가)의 5배이다.

[오답 풀이] ㄱ. $x=3$, $y=2$이므로 $x=1.5y$이다.

ㄷ. (나)와 (다)에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 모두 5($1s$, $2s$, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$)이다.

07 주기율표

내신 완성 핵심Q

041쪽

01 ④ 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ① 06 ④ 07 ④
08 ⑤ 09 ② 10 ② 11 ② 12 ⑤ 13 ③ 14 ⑤
15 ① 16 ③ 17 ④ 18 ⑤

19 해설 참조 20 20 21 (1) C (2) 해설 참조

01 모즐리가 원소의 주기적 성질이 양성자수와 관련이 있다는 것을 알고, 원소들을 원자 번호 순으로 배열하였고, 현대의 주기율표는 이를 바탕으로 만든 것이다.

02 ③ 현대 주기율표는 모즐리가 원소들을 원자 번호 순서로 나열하여 만든 것을 토대로 만들었다.

[오답 풀이] ①, ② 주기율은 원소를 원자 번호 순서로 배열할 때 화학적 성질이 비슷한 원소가 일정한 간격을 두고 주기적으로 나타나는 것이다.
④, ⑤ 현대 주기율표는 화학적 성질이 비슷한 원소가 같은 세로줄, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같은 원소가 같은 가로줄에 오도록 배열하여 만들었다.

03 ㄱ. 현대 주기율표에서는 1족~18족까지 있다.
ㄷ. 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다.
[오답 풀이] ㄴ. 3주기 원소는 Na~Ar까지 8가지이다.
ㄹ. 같은 주기의 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 같지만 전자가 들어 있는 오비탈 수는 다를 수 있다.

04

[자료 분석]

주기 \ 족	1	2	14	15
2		(가) $1s^2 2s^2$	(나) $1s^2 2s^2 2p^2$	
3	(다) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$			(라) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

→ 홀전자 수는 (가) 0, (나) 2, (다) 1, (라) 3이다.

X 원자에서 홀전자 수는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수와 같으므로 X는 (나)와 (라) 중 하나이다. 이때 원자가 전자 수는 Y가 X보다 크므로 X가 (라)이면 Y에 해당하는 원자가 없게 되므로 X는 (나), Y는 (라)이다.

05 ㄱ. A와 C는 모두 1족 원소이므로 원자가 전자 수는 1로 같다.
[오답 풀이] ㄴ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기와 같으므로 3주기 원소인 C가 2주기 원소인 B보다 많다.
ㄷ. 같은 족 원소는 화학적 성질이 같다(단, 수소 제외). C와 D는 같은 주기에 속해 있으므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

06 ④ 원자가 전자는 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자로, 화학 결합에 참여하는 전자이다. 따라서 A의 원자가 전자 수는 7이다.
[오답 풀이] ①, ②, ⑤ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 7이므로 17족 원소이다.
③ 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수가 같다. 전자 수가 9이므로 원자 번호는 9이다.

07 O는 2주기 16족 원소, S은 3주기 16족 원소, Cl는 3주기 17족 원소이다. 또한 3가지 원소의 원자가 전자 수는 O와 S이 6, Cl가 7이다. 따라서 기준 (가)로 '원자가 전자 수가 6이다'를, (나)로 '전자 껍질 수가 3이다'를 적용하면 3가지 원소를, 제시된 벤 다이어그램과 같이 분류할 수 있다.

08 X는 원자가 전자 수가 5이므로 2주기 15족 원소인 N이고, Y는 3주기 금속 원소이므로 Na, Mg, Al 중 하나인데, 홀전자가 없으므로 3주기 2족 원소인 Mg이다.

ㄱ. X의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$이므로 홀전자 수는 3이다.
ㄴ. Y는 원자 번호가 12이므로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$이다.
ㄷ. X는 전자 3개를 얻어 안정한 이온이 되고, Y는 전자 2개를 잃어 이온이 되며, 두 이온 모두 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.

09 ㄴ. 원자가 전자의 주 양자수가 4인 원소는 4주기 원소이며, 4주기 원소는 K, Ca의 2가지이다.
[오답 풀이] ㄱ. 알칼리 금속은 1족 원소인 Li, Na, K의 3가지이다. H는 1족 원소이지만 비금속 원소이다.
ㄷ. 18족 원소 중 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자 수가 8인 것은 Ne과 Ar의 2가지이다.

10 (가)에 속한 원소는 Na, Mg이고, (나)에 속한 원소는 O, F이다.
ㄷ. (가)는 금속 원소, (나)는 비금속 원소이므로 고체 상태에서 전기 전도성은 (가)에 속한 원소가 (나)에 속한 원소보다 크다.
[오답 풀이] ㄱ. 원자 번호는 Na 11, Mg 12, O 8, F 9이므로 (가)에 속한 원소가 (나)에 속한 원소보다 크다.
ㄴ. 원자가 전자 수는 Na 1, Mg 2, O 6, F 7이므로 (나)에 속한 원소가 (가)에 속한 원소보다 크다.

11 바닥상태에서 1족, 2족, 16족, 17족 원소들의 홀전자 수는 각각 1, 0, 2, 1이고, 원소 A와 X는 홀전자 수가 서로 같으므로 A는 1족, X는 17족 원소이다. 또한 원소 B와 Y는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같으므로 A는 4주기 1족, B는 3주기 1족, X는 3주기 17족, Y는 3주기 16족 원소이다.
ㄴ. Y는 16족 원소이므로 원자가 전자 수는 6이다.
[오답 풀이] ㄱ. A는 4주기 원소이다.
ㄷ. B는 3주기 1족 원소이므로 안정한 이온의 전자 배치는 Ne과 같고, X는 3주기 17족 원소이므로 안정한 이온의 전자 배치는 Ar과 같다.

12 ⑤ B는 16족 원소이므로 Ne과 전자 배치가 같은 이온이 될 때 전자 2개를 얻는다.
[오답 풀이] ① A는 가장 바깥 전자 껍질에 4개의 전자가 배치되어 있으므로 14족 원소이다.
② A와 B는 2주기 원소이고, C는 3주기 원소이므로 3주기 원소는 1가지이다.
③ A는 2주기 14족, B는 2주기 16족 원소이므로 모두 비금속 원소이고, C는 3주기 1족 원소이므로 금속 원소이다. 따라서 비금속 원소는 2가지이다.
④ 원자가 전자 수는 A가 4, B가 6, C가 1이므로 원자가 전자 수가 가장 큰 것은 B이다.

13 원자 번호 3~9인 원소들은 모두 2주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 모두 2로 같다. 또한 원자가 전자 수는

1~7로 원자 번호가 증가할수록 커지며, 홀전자 수는 각각 1, 0, 1, 2, 3, 2, 1이다. 따라서 (가)는 전자 껍질 수, (나)는 원자가 전자 수가 가장 적절하다.

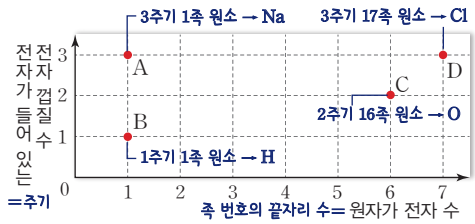
14 ㄱ. 금속 원소는 B와 D의 2가지이다.
ㄴ. 전자 껍질 수가 3인 원소는 3주기 원소로 D, E, F의 3가지이다.
ㄷ. 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 7인 원소는 17족 원소이므로 C와 F의 2가지이다.

15 X 원자는 원자가 전자 수가 1이므로 1족 원소이고, Y 원자는 원자가 전자 수가 7이므로 17족 원소이다.
X 이온의 전자 수는 2이므로 X는 2주기 1족 원소인 Li이고, Y 이온의 전자 수는 10이므로 Y는 2주기 17족 원소인 F이다.
ㄱ. X와 Y는 모두 2주기 원소이다.
[오답 풀이] ㄴ. X는 금속 원소, Y는 비금속 원소이다.
ㄷ. X 이온은 양성자수가 전자 수보다 많으므로 양전하를 띠는 양이온이고, Y 이온은 전자 수가 양성자수보다 많으므로 음전하를 띠는 음이온이다.

16 ㄱ. 홀전자 수는 A가 2, B가 1이므로 A>B이다.
ㄴ. 원자가 전자 수는 A가 6, B가 3이므로 A>B이다.
[오답 풀이] ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 원자가 전자의 주 양자수와 같다. 따라서 A는 2, B는 3이므로 A<B이다.

17

[자료 분석]



바닥상태 원자에서 원자가 전자 수는 족 번호의 끝자리 수와 같고, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기와 같다. 따라서 A는 3주기 1족 원소, B는 1주기 1족 원소, C는 2주기 16족 원소, D는 3주기 17족 원소이다.
ㄴ. 3주기 원소는 A와 D의 2가지이다.
ㄷ. C의 원자가 전자는 L 전자 껍질에 있으므로 주 양자수는 2이고, D의 원자가 전자는 M 전자 껍질에 있으므로 주 양자수는 3이다.
[오답 풀이] ㄱ. 금속 원소는 A 1가지이다.

18 X^+과 Y^{2-}의 전자 배치가 Ne과 같으므로 X의 전자 배치는 $1s^22s^22p^63s^1$이고, Y의 전자 배치는 $1s^22s^22p^4$이다.
ㄱ. 원자가 전자 수는 X가 1, Y가 6이므로 X<Y이다.
ㄴ. 홀전자 수는 X가 1, Y가 2이므로 X<Y이다.
ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 X가 3, Y가 2이므로 X>Y이다.

19 멘델레예프는 원자량에 따라 원소를 배열하였고, 현대의 주기율표는 원자 번호에 따라 원소를 배열하였다.
|모범 답안| Ar, K, 멘델레예프는 원자량에 따라 원소를 배열하였다. 따라서 원자량이 Ar>K이므로 멘델레예프의 기준에 따라 원소를 배열하면 Ar과 K의 순서가 바뀌어야 한다.

채점 기준	배점(%)
배열 순서가 달라지는 원소를 모두 찾아 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
배열 순서가 달라지는 원소만 모두 찾아 쓴 경우	40

20 원자가 전자 수는 족 번호의 끝자리 수와 같으므로 15족 원소의 원자가 전자 수는 5이다. 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기와 같으므로 4주기 원소의 경우는 4개이다. 알칼리 금속 중 안정한 이온의 전자 배치가 Ne과 같은 원소는 Na이므로 원자 번호는 11이다. 따라서 $x=5$, $y=4$, $z=11$이므로 $x+y+z=20$이다.

21

[자료 분석]
- 홀전자 수는 A>B이다.
  → 홀전자 수는 1족과 17족 원소는 1이고, 2족 원소는 0이다.
  → (가), (다), (라)는 1, (나)는 0이다.
  → B는 (나)이므로 2주기 2족 원소인 Be이다.
- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A>C이다.
  → (가)~(다)는 2주기, (라)는 3주기 원소이다.
  → A는 (라)이므로 3주기 17족 원소인 Cl이다.
- 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수는 D>B이다.
  → 원자가 전자 수는 1족이 1, 2족이 2, 17족이 7이다.
  → (가)는 1, (나)는 2, (다)와 (라)는 7이다.
  → D는 (다)이므로 2주기 17족 원소인 F이다.

주기 \ 족	1	2	3~12	13	14	15	16	17	18
2	(가)	(나)						(다)	
3								(라)	

전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
원자가 전자 수가 같다.

(1) 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 (가), (다), (라)가 1, (나)가 0이므로 B는 (나)에 해당한다. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 (가)~(다)가 2, (라)가 3이므로 A는 (라)에 해당한다. 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수는 (가)가 1, (나)가 2, (다)와 (라)가 7이므로 D는 (다)에 해당한다. 따라서 (가)에 해당하는 원소는 C이다.
(2) 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다.
|모범 답안| A, D, 화학적 성질이 비슷한 원소는 원자가 전자 수가 같게 나타나는 같은 족 원소인데, A와 D는 모두 17족 원소로 같은 족 원소이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
화학적 성질이 비슷한 원소를 모두 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
화학적 성질이 비슷한 원소만 모두 옳게 쓴 경우	40

1등급 공략 핵심Q

045쪽

01 ④ 02 ② 03 ② 04 ③

01

[자료 분석]

• 제시된 원소 : Li, O, F, Na, Mg

→ 원자가 전자 수: F(7)>O(6)>Mg(2)>Li(1)=Na(1)

→ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수: O(2)>Li(1)=F(1)=Na(1)>Mg(0)

→ 바닥상태 전자 배치에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수: Na(6)=Mg(6)>F(5)>O(4)>Li(0)

• 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수: (나)>(다)>(라)

→ (나)는 O, (라)는 Mg이다.

• 바닥상태 전자 배치에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수: (라)=(마)

→ Na과 Mg은 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 모두 6이다.

→ (라)는 Mg이므로 (마)는 Na이다.

• 원자가 전자 수: (가)>(나)>(다)

→ (가)는 F이고, (다)는 Li이다.

ㄴ. (가)는 F, (나)는 O이므로 모두 2주기 원소이다.

ㄷ. (다)는 Li, (마)는 Na이므로 모두 알칼리 금속이다.

[오답 풀이] ㄱ. (라)는 Mg이다.

02 A와 B는 고체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 모두 금속 원소이다. 따라서 1족과 2족 원소 중 하나이다. 주기율표에서 빗금 친 부분에 해당하는 원소의 바닥상태 전자 배치는 3주기 1족: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, 3주기 2족: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, 3주기 17족: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, 4주기 17족: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$이다. A와 D는 바닥상태에서 s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 같으므로 A는 3주기 2족, B는 3주기 1족, C는 4주기 17족, D는 3주기 17족 원소이다.

ㄷ. B는 3주기, C는 4주기 원소이므로 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 C(4)가 B(3)보다 많다.

[오답 풀이] ㄱ. A는 2족, B는 1족 원소이므로 원자가 전자 수는 A가 B보다 크다.

ㄴ. A는 2족, D는 17족 원소이므로 바닥상태에서 홀전자 수는 D(1)가 A(0)보다 크다.

03 (가)에 해당하는 원소는 He, Ne이고, (나)에 해당하는 원소는 Be, Ne이다. 따라서 Ⅰ 영역에는 He이, Ⅱ 영역에는 Ne이, Ⅲ 영역에는 Be이 해당한다.

ㄷ. Ⅱ와 Ⅲ 영역에 해당하는 원소는 Ne과 Be으로 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^6$, $1s^2 2s^2$이므로 s 오비탈의 전자 수는 모두 4이다.

[오답 풀이] ㄱ. (가)에 해당하는 원소는 18족 원소이므로 비금속 원소이지만 매우 안정하므로 음이온이 되기 어렵다.

ㄴ. Ⅰ 영역에 해당하는 원소는 헬륨(He)으로 $1s^2$의 전자 배치를 가지지만 18족 원소이므로 원자가 전자 수는 0이다.

04 A는 수소, B는 리튬, C는 나트륨이다.

ㄱ. A~C의 원자가 전자 수는 모두 1이므로 1족 원소이다.

ㄷ. B와 C는 금속 원소이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

[오답 풀이] ㄴ. A는 비금속 원소이고, B와 C는 알칼리 금속이다.

08 원소의 주기적 성질(1)

내신 완성 핵심Q

047쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ② 04 ③ 05 ③ 06 ③ 07 ②
08 ② 09 ① 10 ⑤ 11 ② 12 ③ 13 ④ 14 ⑤
15 ② 16 ③ 17 ②

18 해설 참조 19 (1) ㉢ (2) 해설 참조

01 ㄱ. 수소는 전자가 1개이므로 가려막기 효과가 없어 핵전하를 그대로 느낀다. 따라서 수소의 유효 핵전하는 핵전하와 같다.

ㄴ. 리튬은 $1s$ 오비탈에 전자 2개가, $2s$ 오비탈에 전자 1개가 있으므로 $1s$ 오비탈에 있는 전자의 가려막기 효과에 의해 유효 핵전하는 핵전하인 +3보다 작다.

ㄷ. 전자의 가려막기 효과는 안쪽 전자 껍질의 전자가 같은 전자 껍질의 전자보다 더 크게 작용한다.

02 ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 가려막기 효과와 원자핵의 핵전하가 모두 증가한다. 그러나 핵전하의 증가량이 가려막기 효과의 증가량보다 크므로 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하도 증가한다.

ㄷ. 주기가 바뀔 때 핵전하는 +1이 증가하지만 바깥 전자 껍질의 전자가 안쪽 전자 껍질의 전자에 의해 가려막기 효과를 크게 받으므로 유효 핵전하가 크게 감소한다.

[오답 풀이] ㄱ. 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 가려막기 효과와 원자핵의 핵전하가 모두 증가한다. 그러나 핵전하의 증가량이 가려막기 효과의 증가량보다 크므로 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하도 증가한다.

03 A~C는 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 모두 같으므로, N, O, F, Na, Mg 중 하나이다. N, O, F, Na, Mg의 홀전자 수는 각각 3, 2, 1, 1, 0인데, 홀전자 수가 B=C>A이므로 A는 Mg이고, B와 C는 각각 F과 Na 중 하나이다. 이때 원자 번호는 B>C이므로 B는 Na, C는 F이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 A가 2, B가 1이므로 A>B이다.

[오답 풀이] ㄱ. 2주기 원소는 C 1가지이다.

ㄷ. 원자가 전자의 유효 핵전하는 C가 가장 크며, C>A>B이다.

04 ㄱ. 유효 핵전하는 a가 c보다 크므로 원자핵과 전자 사이의 인력도 a가 c보다 크다.

ㄷ. 전자의 가려막기 효과는 안쪽 전자 껍질의 전자가 더 크게 작용한다. 따라서 c에 영향을 주는 가려막기 효과는 a가 b보다 크다.

[오답 풀이] ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크다. 따라서 전자가 느끼는 유효 핵전하는 d가 c보다 크다.

05 ㄱ. 수소의 유효 핵전하는 +1이고, Ne의 유효 핵전하는 +10보다 작으므로 $\frac{\text{유효 핵전하}}{\text{핵전하}}$는 H가 Ne보다 크다.

ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 가려막기 효과와 핵전하가 모두 증가하는데, 핵전하의 증가량이 더 크기 때문에 유효 핵전하가 증가한다.

[오답 풀이] ㄷ. 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하는 것은 핵전하의 증가량이 가려막기 효과의 증가량보다 크기 때문이다.

06 ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하므로 원자 반지름은 감소한다.

ㄷ. 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름은 증가한다.

[오답 풀이] ㄴ. 전자 껍질 수가 같을 때 유효 핵전하가 클수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하므로 원자 반지름은 작아진다.

07 O, F, Na, Mg의 원자 반지름을 비교하면 Na>Mg>O>F이므로 A는 F, B는 O, C는 Mg, D는 Na이다.

② 원자 번호는 C(12)가 D(11)보다 크다.

[오답 풀이] ① A는 F이다.

③ 원자가 전자 수는 A(F)가 7, B(O)가 6이므로 A>B이다.

④ 원자가 전자의 유효 핵전하는 같은 족과 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가한다. 따라서 원자가 전자의 유효 핵전하는 C(Mg)>D(Na)이다.

⑤ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 B(O)가 2, D(Na)가 1이므로 B>D이다.

08 ㄴ. 주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 크다. 따라서 원자 반지름은 C가 A보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. A는 2족 원소이므로 홀전자 수는 0이고, B는 13족 원소이므로 홀전자 수가 1이며, C는 1족 원소이므로 홀전자 수가 1이다. 따라서 홀전자 수는 B와 C가 같다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자의 유효 핵전하가 크다. 따라서 원자 번호는 B가 A보다 크므로 원자가 전자의 유효 핵전하도 B가 A보다 크다.

09 O, F, Na, Mg의 이온은 각각 O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}이다. 전자 수가 같은 이온의 반지름은 원자 번호가 클수록 작으므로 이온 반지름은 $O^{2-}>F^->Na^+>Mg^{2+}$이다. 따라서 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.

ㄱ. A는 Na이다.

[오답 풀이] ㄴ. 주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 크므로 A가 C보다 크다.

ㄷ. 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 A~D 모두 3으로 같다.

10 A~D의 바닥상태 전자 배치는 각각 $1s^22s^22p^2$, $1s^22s^22p^4$, $1s^22s^22p^6$, $1s^22s^22p^63s^2$이다. 4가지 원소 중 홀전자가 2개인 것은 A와 B이고, s 오비탈과 p 오비탈의 전자 수가 같은 것은 B와 D이므로 (가)는 B, (나)는 A, (다)는 D, (라)는 C이다.

ㄱ. (라)는 C이다.

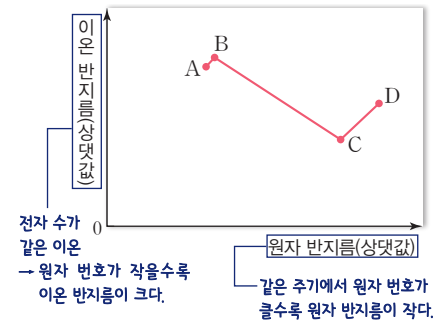
ㄴ. (가)는 비금속 원소이므로 이온 반지름이 원자 반지름보다 크고, (다)는 금속 원소이므로 원자 반지름이 이온 반지름보다 크다.

따라서 $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{이온 반지름}}$은 (다)가 (가)보다 크다.

ㄷ. 원자가 전자의 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 증가하므로 (가)가 (나)보다 크다.

11

[자료 분석]



전자 수가 같은 이온 → 원자 번호가 작을수록 이온 반지름이 크다.

같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 작다.

• 원자 반지름: D>C>B>A → Na>Mg>O>F

• 이온 반지름: B>A>D>C → $O^{2-}>F^->Na^+>Mg^{2+}$

→ A는 F, B는 O, C는 Mg, D는 Na이다.

ㄴ. 이온의 전하는 C가 +2, D가 +1이므로 C>D이다.

[오답 풀이] ㄱ. 원자 번호는 B가 8, C가 12이므로 C>B이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자가 전자의 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 증가하므로 A>B이다.

12 A와 B는 원자 반지름>이온 반지름이므로 금속 원소(Na, Li)이고, C와 D는 원자 반지름<이온 반지름이므로 비금속 원소(F, Cl)이다.

ㄱ. 비금속 원소의 원자 반지름은 Cl>F이므로 A는 Na, B는 Li, C는 Cl, D는 F이다.

ㄴ. A는 전자 1개를 잃고 A^+(Na^+)이 되고, D는 전자 1개를 얻어 D^-(F^-)이 된다. 따라서 A와 D 이온의 바닥상태 전자 배치는 모두 Ne과 같다.

[오답 풀이] ㄷ. 같은 주기에서 원자가 전자의 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 증가하므로 D가 B보다 크다.

13 A는 $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}}<1$이므로 원자 반지름>이온 반지름이다. 따라서 금속 원소이다. B, C는 $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}}>1$이므로 이온 반지름>원자 반지름이다. 따라서 비금속 원소이다.

ㄴ. A는 금속 원소이고, B는 비금속 원소이므로 원자가 전자 수는 B가 A보다 크다.

ㄷ. 홀전자 수가 B>C>A이고, B와 C는 2주기 비금속 원소이므로 원자 번호는 C>B이다. 같은 주기에서 원자가 전자의 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 증가하므로 C가 B보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. A는 금속 원소이므로 3주기 원소이다.

14 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하는 증가하므로 원자 번호는 A<B<C<D<E이다. 또한 2주기에서 홀전자 수가 3인 원소는 N이므로 A는 Li, B는 Be, C는 C, D는 N, E는 O이다.

ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 작아진다. 따라서 원자 반지름은 A가 B보다 크다.

ㄴ. Ne과 전자 배치가 같은 이온의 반지름은 원자 번호가 클수록 작아진다. 따라서 D가 E보다 크다.

ㄷ. 바닥상태 전자 배치는 C가 $1s^2 2s^2 2p^2$이고, D가 $1s^2 2s^2 2p^3$이므로 전자가 들어 있는 p 오비탈의 수는 D가 3, C가 2로 D가 C보다 크다.

15 주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 크므로 Na>O>F이다. 또한 원자가 전자의 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크므로 F>O이고, 가려막기 효과가 더 큰 Na의 유효 핵전하는 O보다 작으므로 F>O>Na이다. Y는 X보다 원자 반지름이 작고, Z보다 원자가 전자의 유효 핵전하가 작으므로 O이고, X는 Na, Z는 F이다. 따라서 원자 번호는 X>Z>Y이다.

16 A와 B는 C와 D보다 원자 반지름이 크며, A와 B는 원자 반지름이 이온 반지름보다 크므로 3주기 금속 원소이고, C와 D는 원자 반지름이 이온 반지름보다 작으므로 2주기 비금속 원소이다.

ㄱ. A와 B는 금속 원소, C와 D는 비금속 원소이므로 원자가 전자 수는 C가 B보다 크다.

ㄴ. A는 3주기 원소, D는 2주기 원소이므로, 원자가 전자의 주 양자수는 A가 3, D가 2로 A가 D보다 크다.

[오답 풀이] ㄷ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 커진다. 원자 반지름이 작은 D가 C보다 원자 번호가 크므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하도 D가 C보다 크다.

17 (가)는 4주기 1족 원소이므로 원자가 전자의 전자 배치는 $4s^1$이고, (나)는 3주기 17족 원소이므로 원자가 전자의 전자 배치는 $3s^2 3p^5$이다.

ㄴ. 전자 수가 같은 이온의 반지름은 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 이온의 반지름은 (나)가 (가)보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. 홀전자 수는 (가)와 (나) 모두 1로 같다.

ㄷ. (가)와 (나)는 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 모두 6($2p$ 오비탈 3개와 $3p$ 오비탈 3개)으로 같다.

18 |모범 답안| C>B>A, A는 2주기 17족, B는 2주기 16족, C는 3주기 1족 원소이다. 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 작을수록 크고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 크다. 같은 주기인 A와 B 중 원자 번호가 작은 B의 원자 반지름이 A보다 크고, B의 원자 반지름은 2주기 1족 원소보다 작고, C의 원자 반지름은 2주기 1족 원소보다 크므로 C의 원자 반지름은 B보다 크다. 따라서 원자 반지름은 C>B>A이다.

채점 기준	배점(%)
원자 반지름을 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
원자 반지름을 옳게 비교하고, 그 까닭을 '주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 크기 때문이다'라고만 서술한 경우	60
원자 반지름만 옳게 비교한 경우	40

19 (1) ㉠~㉢의 이온 반지름은 A의 원자 반지름보다 크고, B와 C의 원자 반지름보다 작으므로 A는 비금속 원소, B와 C는 금속 원소이다. 또한 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 작을수록 크므로 원자 번호는 B>C이고, 비금속 원소인 A의 원자 반지름이 금속 원소인 B, C보다 작으므로 A는 B, C보다 주기가 1만큼 작다. 따라서 A의 원자 번호가 가장 작으므로 원자 번호는 B>C>A이다. 그리고 전자 수가 같은 이온의 반지름은 원자 번호가 클수록 작으므로 원자 번호는 ㉠>㉡>㉢이다. 따라서 A 이온은 ㉢, B 이온은 ㉠, C 이온은 ㉡이다.

(2) |모범 답안| A>B>C, A는 2주기 비금속 원소이므로 원자가 전자 수가 가장 크다. B와 C는 3주기 금속 원소인데, 원자 반지름이 작은 B가 C보다 원자 번호가 크므로 원자가 전자 수는 B가 C보다 크다. 따라서 원자가 전자 수는 A>B>C이다.

채점 기준	배점(%)
A~C의 원자가 전자 수를 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
A~C의 원자가 전자 수만 옳게 비교한 경우	40

1등급 공략 핵심Q

051쪽

01 ② 02 ③ 03 ④ 04 ②

01 전자가 들어 있는 p 오비탈의 수가 A>B>C=D이고, A~D의 홀전자 수의 합이 3이므로 홀전자 수는 0, 1, 1, 1이어야 한다. 따라서 A는 Cl, B는 Al이고, C와 D는 각각 Na와 Mg 중 하나인데, s 오비탈의 전자 수가 C>D이므로 C는 Mg, D는 Na이다.

Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ → p 오비탈 수: 3, 홀전자 수: 1

Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ → p 오비탈 수: 3, 홀전자 수: 0

Al: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ → p 오비탈 수: 4, 홀전자 수: 1

Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ → p 오비탈 수: 6, 홀전자 수: 1

ㄷ. 이온이 될 때 A는 전자 1개를 얻어 전자 껍질 수의 변화가 없고, C는 전자 2개를 잃어 전자 껍질이 1개 줄어들므로 안정한 이온의 반지름은 A가 C보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. 원자 번호가 A>D이므로 양성자수는 A가 D보다 크다.

ㄴ. C와 D는 같은 주기이며 원자 번호가 C>D이므로 원자 반지름은 D가 C보다 크다.

02 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 작을수록 증가한다. 2주기 원소인 A의 원자 반지름인 R_A가 3주기 원소인 B의 원

자 반지름인 R_B보다 크므로 A는 2주기 금속 원소, B는 3주기 비금속 원소라고 가정하면, 이온 반지름은 B 이온이 A 이온보다 크므로 ㉠은 A 이온의 반지름이고, ㉡은 B 이온의 반지름이다. 따라서 제시된 자료에 알맞다.

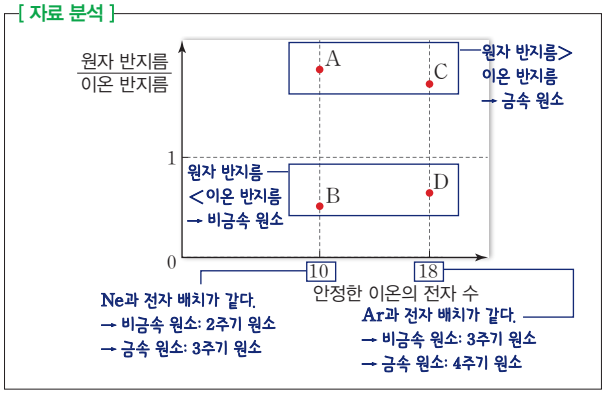
ㄱ. ㉠은 A 이온의 반지름이다.

ㄷ. 같은 주기와 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 모두 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가한다. 따라서 A는 2주기 원소 중 B와 같은 족 원소보다 유효 핵전하가 작고, 2주기 원소 중 B와 같은 족 원소는 B보다 유효 핵전하가 작으므로 원자가 전자의 유효 핵전하는 B가 A보다 크다.

[오답 풀이] ㄴ. A는 2주기 금속 원소, B는 3주기 비금속 원소이므로 원자가 전자 수는 B가 A보다 크다.

03

[자료 분석]



A, C는 원자 반지름>이온 반지름이므로 금속 원소이고, B, D는 원자 반지름<이온 반지름이므로 비금속 원소이다. 또한 A~D는 2족 또는 16족 원소이고, 이온의 전자 수가 10 또는 18이므로 A는 Mg, B는 O, C는 Ca, D는 S이다.

ㄴ. A와 B의 바닥상태 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, $1s^2 2s^2 2p^4$이므로 모두 $\frac{p\text{ 오비탈의 전자 수}}{s\text{ 오비탈의 전자 수}}=1$이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크다. 따라서 D가 A보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. 2주기 원소는 B(O) 1가지이다.

04 제시된 4가지 원자의 원자 반지름은 Na>Mg>O>F이고, 이온 반지름은 $O^{2-}>F^->Na^+>Mg^{2+}$이다.

• 만약 $x>140$이라면 이온 반지름이 가장 크므로 B는 O인데, O의 원자 반지름이 D보다 작으므로 C는 F이어야 한다. 이 경우 F의 이온 반지름이 두 번째로 큰 값이어야 하지만 세 번째로 큰 값이므로 제시된 자료에 부합하지 않는다. 따라서 B는 O가 아니며, B는 원자 반지름이 가장 작은 F이고, $140>x>98$이다.

• $y>160$이라면 C는 Na인데, Na의 이온 반지름이 세 번째로 커야 한다. 따라서 제시된 자료에 부합하므로 C는 Na이고, $y>160$이다.

ㄷ. B는 F이고, C는 Na이므로 A는 Mg, D는 O이다. 따라서 바닥상태에서 홀전자 수는 D(2)가 A(0)보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ, ㄴ. B는 F이고, $y>160$이다.

09 원소의 주기적 성질(2)

내신 완성 핵심Q

053쪽

01 ④	02 ③	03 ③	04 ⑤	05 ⑤	06 ④	07 ③
08 ③	09 ④	10 ①	11 ③	12 ③	13 ①	14 ④
15 ①	16 ②					

17 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조 18 (1) 2 (2) 해설 참조

01 ㄱ. 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내려면 에너지가 필요하며, 전자를 떼어 낼 때 필요한 최소한 에너지를 이온화 에너지라고 한다.

ㄷ. 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하므로 원자핵과 전자 사이의 인력이 감소한다. 따라서 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지는 감소한다.

[오답 풀이] ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하므로 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하게 된다. 따라서 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지는 대체로 증가한다.

02 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하므로 이온화 에너지가 대체로 증가한다. 예외적으로 2족 원소는 13족 원소보다 이온화 에너지가 크고, 15족 원소는 16족 원소보다 이온화 에너지가 크다. 또한 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하므로 이온화 에너지는 감소한다. 따라서 ③에서 ${}_7N>{}_8O$이다.

[오답 풀이] ① ${}_5B<{}_4Be$ ➡ B는 13족, Be은 2족

② ${}_6C<{}_9F$ ➡ C는 14족, F은 17족

④ ${}_{11}Na<{}_{10}Ne$ ➡ Na은 3주기 1족, Ne은 2주기 18족

⑤ ${}_{19}K<{}_3Li$ ➡ K은 4주기, Li은 2주기

03 ㄱ. 같은 족에서 이온화 에너지는 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 1주기 1족 원소인 A의 이온화 에너지가 3주기 1족 원소인 D보다 크다.

ㄷ. 주기율표에서 이온화 에너지는 왼쪽 아래로 갈수록 대체로 작아진다. 따라서 C가 D보다 크다.

[오답 풀이] ㄴ. 같은 주기에서 16족 원소의 p 오비탈 1개에 전자 2개가 배치되어 있어 두 전자 사이의 반발력 때문에 15족 원소의 전자보다 전자를 떼어 내기가 쉽다. 따라서 15족 원소인 B의 이온화 에너지가 16족 원소인 C보다 크다.

04 ㄱ. Li은 2주기 원소, Na은 3주기 원소이므로 이온화 에너지가 Li>Na인 것은 전자 껍질 수가 큰 Na에서 원자핵과 전자 사이의 인력이 작아 전자를 떼어 내기 쉽기 때문이다.

ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 큰 N의 이온화 에너지가 C보다 큰 것은 원자가 전자의 유효 핵전하가 클수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 커 전자를 떼어 내기 어렵기 때문이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 S>P인데, 이온화 에너지가 P>S인 것은 S의 3p 오비탈 1개에 전자 2개가 배치되어 있어 이 전자 쌍 사이의 반발력 때문에 3p 오비탈에 홀전자만 있는 P보다 전자를 떼어 내기가 쉽기 때문이다.

05 ㄱ. 주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 증가하므로, 3주기 1족 원소인 C의 원자 반지름이 2주기 16족 원소인 B보다 크다.
ㄴ. A는 원자 번호가 6이고, B는 원자 번호가 8이다. 같은 주기에서 원자가 전자의 유효 핵전하는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 원자 번호가 큰 B가 A보다 크다.
ㄷ. 원자가 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지는 이온화 에너지에 비례한다. 주기율표에서 이온화 에너지는 오른쪽 위로 갈수록 대체로 증가하므로 2주기 14족 원소인 A가 3주기 1족 원소인 C보다 크다.

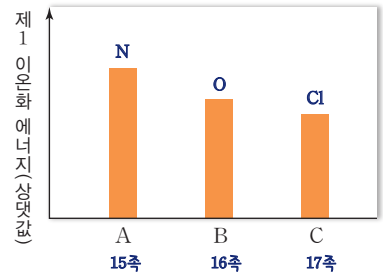
06 A는 전자 1개를 얻어 A^-이 되었으므로 A는 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^5$인 2주기 17족 원소이다. B는 전자 2개를 잃어 B^{2+}이 되었으므로 B는 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$인 3주기 2족 원소이다.
ㄱ. 홀전자 수는 A가 1, B가 0이므로 A>B이다.
ㄷ. 주기율표에서 오른쪽 위로 갈수록 제1 이온화 에너지는 대체로 증가한다. 따라서 제1 이온화 에너지는 A>B이다.
[오답 풀이] ㄴ. 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 원자 반지름이 증가한다. 따라서 원자 반지름은 B>A이다.

07 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가한다. 따라서 원자 번호는 A<B<C<D<E이다.
ㄱ. A와 B는 홀전자 수가 각각 1, 0이므로 A는 1족, B는 2족 원소이다. 따라서 금속 원소는 2가지이다.
ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 작다. 원자 번호는 A<B이므로 원자 반지름은 A>B이다.
[오답 풀이] ㄷ. C, D, E의 홀전자 수가 각각 2, 3, 2이므로 C는 14족, D는 15족, E는 16족 원소이다. 같은 주기에서 15족 원소의 이온화 에너지가 16족 원소보다 크므로 제1 이온화 에너지는 D>E>C이다.

08 같은 족에서 원자 번호가 클수록 제1 이온화 에너지가 작아지므로 A와 B는 2주기 원소, C와 D는 3주기 원소이다. 따라서 A는 2주기 15족, B는 2주기 16족, C는 3주기 15족, D는 3주기 16족 원소이다.
③ 제1 이온화 에너지에 의해 전자 1개를 떼어 내면 A는 홀전자가 2개, B는 홀전자가 3개가 되므로 제2 이온화 에너지는 전자에 작용하는 유효 핵전하가 큰 B가 A보다 크다.
[오답 풀이] ①, ④ C는 3주기 원소이고, A와 B는 2주기 원소이므로 원자 번호는 C>A이고, 원자가 전자의 주 양자수는 C>B이다.
② 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 증가하므로 D>B이다.
⑤ 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자의 유효 핵전하가 증가하므로 D>C이다.

09

[자료 분석]



• A~C가 같은 주기 원소일 때 제1 이온화 에너지의 크기
→ C>A>B: 위 그래프에 맞지 않는다.
→ C는 3주기 원소임을 알 수 있다.
• A가 3주기 15족 원소라면 제1 이온화 에너지는 C>A이다.
→ 위 그래프에서 A>C이므로 A는 2주기 원소임을 알 수 있다.
• B가 3주기 16족 원소라면 제1 이온화 에너지는 C>B이다.
→ 위 그래프에서 B>C이므로 B는 2주기 원소임을 알 수 있다.

ㄴ. 제1 이온화 에너지로 전자 1개를 떼어 내면 16족 원소는 홀전자 수가 3이 되고, 17족 원소는 홀전자 수가 2인데, 1개의 p 오비탈에 2개의 전자가 들어가게 되므로 전자 사이의 반발력 때문에 전자를 떼어 내기 쉬우므로 같은 주기에서 제2 이온화 에너지는 16족 원소가 17족 원소보다 크다.
ㄷ. A는 2주기 17족 원소보다 원자가 전자의 유효 핵전하가 작고, 2주기 17족 원소는 3주기 17족 원소인 C보다 원자가 전자의 유효 핵전하가 작다. 따라서 원자가 전자의 유효 핵전하는 C>A이다.
[오답 풀이] ㄱ. 3주기 원소는 C 1가지이다.

10 2주기에서 홀전자 수가 0인 원소 A는 2족 원소인 Be과 18족 원소인 Ne 중 하나인데, 제1 이온화 에너지가 다른 원소보다 작으므로 Be이다. 홀전자 수가 3인 원소 E는 15족 원소인 N이다. 또한 홀전자 수가 1인 B의 제1 이온화 에너지가 가장 크므로 B는 F이다. 홀전자 수가 2인 C와 D는 각각 C와 O 중 하나인데, 제1 이온화 에너지가 C<D이므로 C는 C, D는 O이다.
ㄱ. B는 17족 원소, D는 16족 원소이므로 원자가 전자 수는 B>D이다.
[오답 풀이] ㄴ. 원자 반지름은 원자 번호가 작은 C가 E보다 크다.
ㄷ. A의 원자가 전자 수는 2이므로 전자 2개를 떼어 내면 18족 원소와 전자 배치가 같아진다. 따라서 A의 제3 이온화 에너지가 급격히 증가하게 되므로 제3 이온화 에너지는 A>B이다.

11 원자 번호 8~13에 해당하는 원소는 각각 O, F, Ne, Na, Mg, Al이다. 이 원소들의 제1 이온화 에너지는 Na<Al<Mg<O<F<Ne이므로 (가)는 Na, (나)는 Al, (다)는 O, (라)는 F, (마)는 Ne이다.

ㄱ. 원자 번호 8~13인 원소 중 제1 이온화 에너지가 가장 작고, 제2 이온화 에너지가 가장 큰 Na의 $\frac{E_2}{E_1}$가 가장 크다. 따라서 $\frac{E_2}{E_1}$는 (가)가 가장 크다.

ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 작다. 원자 번호는 (나)>(가)이므로 원자 반지름은 (가)>(나)이다.

[오답 풀이] ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자의 유효 핵전하가 크다. 원자 번호는 (마)>(다)이므로 원자가 전자의 유효 핵전하도 (마)>(다)이다.

12 ㄱ. 전자를 떼어 낼수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 전자를 떼어 내기 어렵다. 따라서 순차 에너지는 계속 증가하므로 (가)는 7729보다 크다. 또한 제3 이온화 에너지는 원자가 전자가 2개인 X가 가장 크므로 (나)는 7729보다 작다. 따라서 (가)>(나)이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 X가 2, Y가 3, Z가 1이므로 Y>Z이다.

[오답 풀이] ㄷ. X의 원자가 전자 수는 2이므로 X(g) 1몰을 안정한 이온이 되게 하기 위해 전자 2몰을 떼어 내야 한다. 따라서 최소 (733+1447) kJ/mol의 에너지가 필요하다.

13 2, 3주기 원소 중 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 같은 원자는 N, O, F, Ne, Na, Mg이다. 이들 원소의 제1 이온화 에너지는 Na<Mg<O<N<F<Ne이므로, a는 Na, b는 Mg, c는 O, d는 N, e는 F, f는 Ne이다.

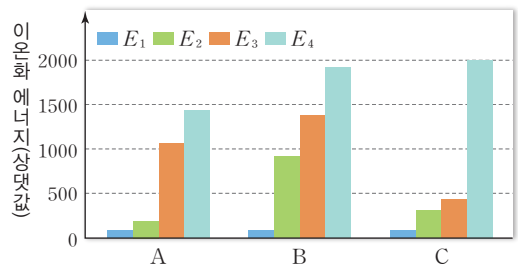
ㄱ. f는 Ne이므로 18족 원소이다.

[오답 풀이] ㄴ. 원자 반지름은 주기가 클수록 크고, 같은 주기에서는 원자 번호가 작을수록 크므로 3주기 1족 원소인 a가 가장 크다.

ㄷ. 제2 이온화 에너지는 15족 원소<17족 원소<16족 원소이므로 $d<e<c$이다. 이때 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지가 증가하는데, 전자 1개를 떼어 낸 후 16족 원소는 p 오비탈에 홀전자만 있고, 17족 원소는 전자가 쌍을 이루고 있으므로 전자 사이의 반발력 때문에 2번째 전자를 떼어 내기가 쉽다. 따라서 17족 원소가 16족 원소보다 제2 이온화 에너지가 작다.

14

[자료 분석]



순차 에너지가 갑자기 급증하는 까닭은

→ 원자가 전자를 모두 떼어 낸 후, 안쪽 전자 껍질의 전자를 떼어 내야 하므로 많은 에너지가 필요하다.

→ A는 $E_2 \ll E_3$이므로 2족 원소, B는 $E_1 \ll E_2$이므로 1족 원소, C는 $E_3 \ll E_4$이므로 13족 원소이다.

ㄴ. 같은 주기에서 제1 이온화 에너지는 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하지만 예외적으로 2족 원소가 13족 원소보다 크다. 따라서 제1 이온화 에너지는 A가 C보다 크다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 작아진다. 따라서 원자 반지름은 B가 C보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. B는 $E_1 \ll E_2$이므로 1족 원소이다.

15 A는 $\frac{E_2}{E_1}$가 $\frac{E_1}{E_1}$의 9.2배이므로 1족 원소, B는 $\frac{E_3}{E_1}$가 $\frac{E_2}{E_1}$의 약 5배이므로 2족 원소, C는 $\frac{E_4}{E_1}$가 $\frac{E_3}{E_1}$의 약 5배이므로 13족 원소이다.

ㄱ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 커질수록 작아지므로 A>B이다.

[오답 풀이] ㄴ. 안정한 이온의 반지름은 원자 번호가 클수록 작아지므로 A>C이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자가 전자의 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 증가하므로 C>B이다.

16 X는 $E_2 \ll E_3$이므로 2족 원소, Y는 $E_4 \ll E_5$이므로 14족 원소, Z는 $E_7 \ll E_8$이므로 17족 원소이다. 따라서 X~Z의 바닥상태 전자 배치는 다음과 같다.

X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$, Z: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

ㄴ. 원자가 전자 수는 X가 2, Y가 4, Z가 7이므로 Y가 X의 2배이다.

[오답 풀이] ㄱ. 홀전자 수는 X가 0, Y가 2, Z가 1이므로 X가 Z의 2배가 아니다.

ㄷ. X는 3주기 2족 원소이므로 X의 안정한 이온의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6$이지만, Z는 3주기 17족 원소이므로 Z의 안정한 이온의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$이다.

17 (1) 같은 주기 원소는 원자 번호가 커질수록 전자에 작용하는 유효 핵전하가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문에 전자를 떼어 내기 어려워 이온화 에너지가 대체로 증가한다.

|모범 답안| B는 A보다 유효 핵전하가 크므로 원자핵과 전자 사이의 인력이 커 전자를 떼어 내기 어렵기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
제시된 용어를 모두 포함하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
제시된 용어 중 1가지만 포함하여 서술한 경우	50

(2) 같은 주기 원소 중 15족과 16족 원소의 바닥상태 전자 배치에서 16족 원소는 p 오비탈 1개에 전자 2개가 배치되어 있으므로 전자 사이의 반발력이 15족 원소보다 커서 전자를 떼어 내기 쉽기 때문에 15족 원소보다 이온화 에너지가 작다.

|모범 답안| C와 D의 바닥상태 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$로, D는 $3p$ 오비탈 1개에 전자 2개가 배치되어 있으므로 전자 사이의 반발력이 C보다 커서 전자를 떼어 내기 쉽기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
C와 D의 전자 배치를 제시하고, 전자 사이의 반발력을 언급하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
전자 사이의 반발력만 언급하여 그 까닭을 서술한 경우	50

18 (1) Mg의 원자가 전자 수는 2인데, Mg에서 $E_n \ll E_{n+1}$이므로 $n=2$이다.

(2) E_{n-1}은 제1 이온화 에너지, E_n은 제2 이온화 에너지이다. $\frac{E_n}{E_{n-1}}$이 가장 큰 원소는 E_{n-1}이 가장 작고, E_n이 가장 큰 원소이다.

|모범 답안| Na, E_{n-1}은 제1 이온화 에너지, E_n은 제2 이온화 에너지이다. E_{n-1}이 가장 작은 원소는 Na이고, E_n이 가장 큰 원소는 Na이므로 $\frac{E_n}{E_{n-1}}$이 가장 큰 원소는 Na이다.

채점 기준	배점(%)
$\frac{E_n}{E_{n-1}}$이 가장 큰 원소를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
$\frac{E_n}{E_{n-1}}$이 가장 큰 원소만 옳게 쓴 경우	40

1등급 공략 핵심Q

057쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ③

01 바닥상태에서 원자가 전자의 주 양자수가 B>A이므로 A는 2주기 원소, B는 3주기 원소이다. 또한 바닥상태에서 홀전자 수는 A가 B의 2배이므로 A는 16족 원소, B는 1족 원소이다. 따라서 A는 2주기 16족 원소, B는 3주기 1족 원소이다.

ㄱ. 주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 크다. 따라서 3주기 1족 원소인 B가 2주기 16족 원소인 A보다 원자 반지름이 크다.

ㄷ. A와 B의 안정한 이온의 전자 배치는 모두 Ne($1s^2 2s^2 2p^6$)과 같다.

[오답 풀이] ㄴ. B는 2, 3주기 원소 중 제1 이온화 에너지가 가장 작고, 제2 이온화 에너지가 크므로 $\frac{E_2}{E_1}$는 B가 A보다 크다.

02 2주기 원소에서 원자 번호가 연속이면서 제시된 자료와 같이 제2 이온화 에너지를 갖는 원소는 Be, B, C, N이거나 N, O, F, Ne이다. 2가지 경우 중 전자가 들어 있는 p 오비탈의 수가 C>B인 경우는 Be, B, C, N이므로 A는 Be, B는 B, C는 C, D는 N이다.

ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지는 대체로 증가하는데, 예외적으로 2족 원소의 제1 이온화 에너지는 13족 원소보다 크다. 따라서 A는 2족 원소, B는 13족 원소이므로 제1 이온화 에너지는 A>B이다.

ㄴ. C는 C, D는 N이므로 바닥상태에서 홀전자 수는 D(3)>C(2)이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가한다. 따라서 원자가 전자의 유효 핵전하는 C>B이다.

03 A는 전자가 들어 있는 p 오비탈 수와 홀전자 수가 모두 1이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^1$인 붕소(B), B는 p 오비탈의 전자 수와 홀전자 수가 모두 2이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^2$인 탄소(C)이다. C는 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 3, 홀전자 수가 2이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^4$인 산소(O), D는 p 오비탈의 전자 수가 3, 홀전자 수가 1이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^5$인 플루오린(F)이다.

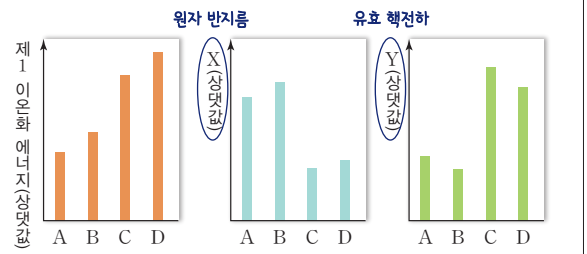
ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지는 대체로 증가하므로 제1 이온화 에너지는 B>A이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가하므로 원자가 전자의 유효 핵전하는 C>B이다.

[오답 풀이] ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 감소하므로 원자 반지름은 C>D이다.

04

[자료 분석]



- 원자 번호 7~13에 해당하는 원소
  → N, O, F, Ne, Na, Mg, Al
  → 제1 이온화 에너지: Na<Al<Mg<O<N<F<Ne
  → 원자 반지름: F<O<N<Al<Mg<Na
  → 원자가 전자의 유효 핵전하: Na<Mg<N<Al<O<F<Ne
- 제1 이온화 에너지로 보아 A, B는 Na, Al, Mg 중 하나이고, C, D는 N, O, F 중 하나이다.
- X는 A, B가 C, D보다 크므로 원자 반지름이다. 따라서 Y는 원자가 전자의 유효 핵전하이다.
  → 제1 이온화 에너지와 원자 반지름(X)이 모두 B>A이므로 A는 Al, B는 Mg이다.
  → 제1 이온화 에너지와 원자 반지름(X)이 모두 D>C이므로 C는 O, D는 N이다.

ㄱ. X는 A, B가 C, D보다 크므로 원자 반지름이다.

ㄷ. B는 2족 원소이므로 제2 이온화 에너지가 가장 작고, 제3 이온화 에너지가 가장 크다. 따라서 $\frac{E_3}{E_2}$은 B가 가장 크다.

[오답 풀이] ㄴ. Na, Mg, Al에서 제1 이온화 에너지는 Na<Al<Mg, 원자 반지름은 Al<Mg<Na인데, 그림에서 B가 A보다 제1 이온화 에너지와 원자 반지름이 모두 크므로 A는 Al, B는 Mg이다. 또한 N, O, F에서 제1 이온화 에너지는 O<N<F, 원자 반지름은 F<O<N인데, 그림에서 D가 C보다 제1 이온화 에너지와 원자 반지름이 모두 크므로 C는 O, D는 N이다. 따라서 원자가 전자 수는 A가 3, C가 6이므로 C가 A의 2배이다.

III 화학 결합과 분자의 세계

10 화학 결합과 이온 결합

내신 완성 핵심Q

059쪽

01 ④	02 ⑤	03 ①	04 ②	05 ⑤	06 ①	07 ②
08 ④	09 ④	10 ④	11 ⑤	12 ⑤	13 ③	14 ③
15 ①	16 ⑤	17 ①	18 ①	19 ⑤	20 ⑤	

21 (1) 2 (2) 해설 참조 22 해설 참조 23 해설 참조

01 화학 결합을 통해 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 배치되면 안정한 화합물이 된다.

02 ㄱ. 물을 전기 분해하면 (+)극에서는 산소 기체, (−)극에서는 수소 기체가 1 : 2의 부피비로 발생한다. 그림에서 전극 (나)와 연결된 시험관에 기포가 더 많이 발생하므로 (나)는 수소 기체가 발생하는 (−)극이다.
ㄴ. (가)와 (나)는 각각 (+)극, (−)극이므로 발생하는 기체가 각각 산소 기체와 수소 기체이다. 각 전극에서 생성되는 기체의 부피 비는 (가) : (나)=1 : 2이다.
ㄷ. 물을 전기 분해하면 성분 물질로 분해되므로 물을 이루는 수소와 산소의 화학 결합에 전자가 관여함을 알 수 있다 .

03 ㄱ. (가)는 (+)극 쪽으로 이동하므로 Cl^-이다.
[오답 풀이] ㄴ. (−)극에서는 Na^+이 전자를 얻어 고체 Na이 석출된다.
ㄷ. 화학 반응식은 $2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$이다.

04 ㄴ. (가)를 이루는 입자는 Na^+과 Cl^-으로 모두 옥텟 규칙을 만족하는 이온이다.
[오답 풀이] ㄱ. 이온 결합 물질인 NaCl은 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 수용액과 액체 상태에서 전기 전도성 있다.
ㄷ. (나)에서 전류를 흘려 주면 (+)극 쪽으로 Cl^-이 이동해 전자를 잃고 Cl_2 기체가 발생한다.

05 ⑤ Mg은 원자가 전자 수가 2이므로 2개의 전자를 잃으면 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자가 존재한다.
[오답 풀이] ① He, Ne, Ar 등이 비활성 기체이다.
② F이 옥텟 규칙을 만족하게 되면 F^-이 된다.
③ O가 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 되면 O^{2-}이 된다.
④ He은 가장 바깥 전자 껍질에 2개의 전자를 갖는다.

06 ㄱ. 염화 나트륨 용융액에서는 양이온인 Na^+과 음이온인 Cl^-이 이동하여 전기 분해가 일어난다.
[오답 풀이] ㄴ. (+)극에서는 공유 결합 물질인 Cl_2가 생성되고, (−)극에서는 금속 결합 물질인 Na이 생성된다.
ㄷ. Na^+과 Cl^-은 전기 분해 반응이 일어나면 각 전극에서 전자를 주고받는 반응을 한다.

07 ② 원자가 전자 수는 A와 B가 각각 1, 7이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서 A는 전자를 1개 잃어야 하고, B는 전자를 1개 얻어야 한다.

08 ㄴ. C가 안정한 이온이 되면 전자를 2개 얻어 C^{2-}이 되므로 18족 원소인 D와 같은 전자 배치가 된다.
ㄷ. E는 2족 원소이므로 원자가 전자 수가 2로 2개의 전자를 잃으면 E^{2+}이 되고 옥텟 규칙을 만족하게 된다.
[오답 풀이] ㄱ. 비활성 기체는 18족 원소인 D이다.

09 ④ 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 되면 A^+은 $1s^2$, B^-, C^+, D^{3+}은 $1s^2 2s^2 2p^6$의 전자 배치를 갖게 된다. 따라서 B, C, D가 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 되었을 때 전자 배치가 Ar과 같다.

10 ㄴ. A가 전자 1개를 얻으면 옥텟 규칙을 만족하게 되어 전자 배치가 B^{2-}과 같아진다.
ㄷ. C는 전자 1개를 잃어 옥텟 규칙을 만족하므로 C는 C^+보다 전자 껍질이 1개 더 있고, 원자가 전자가 1인 3주기 1족 원소이다.
[오답 풀이] ㄱ. B는 B^{2-}이 되어 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루므로 2주기 16족 원소이다.

11 ㄱ. A^+과 B^-은 모두 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 8이므로 옥텟 규칙을 만족한다.
ㄴ. A는 전자를 잃고, B는 전자를 얻어 Ne과 같은 전자 배치가 되므로 원자 번호는 A > B이다.
ㄷ. $_{12}Mg$은 원자가 전자 수가 2이므로 옥텟 규칙을 만족하려면 전자 2개를 잃고 A^+과 같은 전자 배치를 이루어야 한다.

12 ⑤ $MgCl_2$과 같은 이온 결합 물질은 상온에서 고체이고, 수용액과 용융액 상태에서 전기 전도성이 있다.
[오답 풀이] ①, ③, ④는 공유 결합 물질이고, ②는 금속 결합 물질이다.

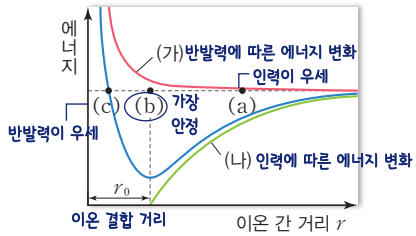
13 ㄱ. A^+과 B^-은 모두 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 8이므로 옥텟 규칙을 만족한다.
ㄴ. AB는 A^+과 B^-이 결합한 화합물이므로 이온 결합 화합물이다.
[오답 풀이] ㄷ. AB의 용융액을 전기 분해하면 (−)극에서는 A를, (+)극에서는 B_2를 얻을 수 있다.

14 ㄱ. (가)에서 부스러진 이유는 이온 결합 물질을 구성하는 이온들이 서로 같은 전하를 띤 부분이 마주치면서 밀어내기 때문이다.
ㄴ. X를 구성하는 입자는 양이온과 음이온으로 정전기적 인력에 의해 결합되어 있다.

[오답 풀이] ㄷ. X는 이온 결합 물질이며, 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온의 이동이 없으므로 전기 전도성이 없고, 수용액과 용융 상태에서 전기 전도성이 있다.

15

[자료 분석]



양이온과 음이온 사이에 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 지점(b)에서 이온 결합이 형성된다.

ㄴ. 이온 결합은 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 작은 점(b)에서 형성된다.

[오답 풀이] ㄱ. (가)는 이온 사이의 반발력에 의한 에너지 변화이다.

ㄷ. 쿨롱 법칙에 따르면 이온의 전하량이 같을 때 이온 결합 거리인 r_0가 클수록 정전기적 인력이 줄어들어 녹는점이 낮다.

16

⑤ 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하여 3차원적인 구조를 이루고 있다.

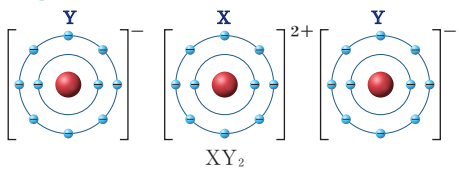
[오답 풀이] ① 전자쌍을 공유하는 결합은 공유 결합이다.

② 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어져 있다.

③, ④ 강한 정전기적 인력에 의해 결합하므로 녹는점과 끓는점이 높아 상온에서 대부분 고체 상태로 존재한다.

17

[자료 분석]



- X는 1개, Y는 2개의 원소가 결합하였으므로 가운데 있는 +2의 전하를 띠는 입자가 X이고, 양쪽에 결합한 −1의 전하를 띠는 입자가 Y이다.
- 이온 결합 물질이므로 X^{2+}, Y^-이 정전기적 인력에 의해 결합되어 있다.
- 이온 결합 물질은 액체와 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다.
- X는 3주기 2족 원소인 Mg이고, Y는 2주기 17족 원소인 F이다.

ㄱ. XY_2는 이온 결합 물질이므로 액체와 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다.

[오답 풀이] ㄴ. 원자가 전자 수는 X, Y가 각각 2, 7이므로 합은 9이다.

ㄷ. 바닥상태에서의 전자 배치는 3주기 2족 원소인 X는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, 2주기 17족 원소인 Y는 $1s^2 2s^2 2p^5$이다. 홀전자 수가 X, Y가 각각 0, 1이므로 바닥상태에서 홀전자 수는 X＜Y이다.

18

ㄱ. 양이온은 양성자 수가 전자 수보다 많으므로 (다)와 (라)이다. (가)와 (나)는 전자 수가 양성자 수보다 많으므로 음이온이다. (가)~(라) 이온의 전하는 각각 −2, −1, +1, +2이다.

[오답 풀이] ㄴ. (가)는 −2의 전하를 갖는 이온이고, (다)는 +1의 전하를 갖는 이온이므로 (가) : (나)=1 : 2의 개수비로 이온 결합한다.

ㄷ. (나)와 (다)는 각각 −1, +1의 전하를 갖는 이온이고, (가)와 (라)는 −2, +2의 전하를 갖는 이온이므로 전하가 큰 (가)와 (라)가 이온 결합한 화합물이 (나)와 (다)가 이온 결합한 화합물보다 녹는점이 높다.

19

⑤ 이온 결합 물질의 녹는점은 이온의 전하량이 클수록, 이온 간의 거리가 작을수록 높다.

NaBr과 NaCl에서 Br^-이 Cl^-보다 이온 반지름이 크므로 이온 결합력이 작다. 따라서 녹는점은 NaBr＜NaCl이다.

MgO은 Mg^{2+}과 O^{2-}이 결합한 것이므로 NaCl보다 전하량이 크다. 따라서 녹는점은 NaBr＜NaCl＜MgO이다.

20

[자료 분석]

물질	녹는점 (℃)	끓는점 (℃)	물에 대한 용해성	전기 전도성	
				고체	액체
A	−182	−164	×	×	×
B	801	1465	○	×	○

- 물질 A는 녹는점과 끓는점이 낮고, 전기 전도성이 고체와 액체 상태 모두에서 없으므로 공유 결합 물질이다.
- 물질 B는 녹는점과 끓는점이 높고, 물에 잘 녹으며, 전기 전도성이 고체 상태에서는 없으나 액체 상태에서는 있으므로 이온 결합 물질이다.

ㄱ. 물질 A의 끓는점이 25 ℃보다 낮으므로 A는 25 ℃에서 기체 상태로 존재한다.

ㄴ. B는 고체 상태에서는 전기 전도성이 없으나 액체 상태에서는 있으므로 이온 결합 물질이다.

ㄷ. A는 공유 결합 물질이므로 비금속 원소로 이루어져 있고, B는 이온 결합 물질이므로 금속과 비금속 원소로 이루어져 있다. 따라서 A와 B를 이루는 입자에는 비금속 원소가 존재한다.

21

(1) (+)극에서 생성된 기체 A_2와 (−)극에서 생성된 기체 B_2의 몰수의 비가 1 : 2이므로 X는 A : B=1 : 2로 존재하는 물질이다.

따라서 X에서 성분 원소의 비 $\frac{\text{B 원자 수}}{\text{A 원자 수}}=2$이다.

(2) 전기 분해에서 전해질을 넣었으므로 화합물 X는 전기가 잘 통하지 않는 물질이다.

전기 분해의 생성물에 영향을 미치지 않는 소량의 전해질은 전류가 흐를 수 있게 해 준다.

|모범 답안| 전기 분해의 생성물에 영향을 미치지 않는 소량의 전해질은 전기 분해 과정에서 전기가 통하지 않는 화합물에 전류가 흐를 수 있게 해 주는 역할을 한다.

채점 기준	배점(%)
전해질의 역할을 전기 분해 과정과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
전해질의 역할만 서술한 경우	50

22 |모범 답안| t ℃보다 낮은 온도에서는 전기 전도도가 0이다가 t ℃ 이상의 온도에서 전기 전도도가 갑자기 측정되므로 화합물 X는 이온 결합 물질이고, t점(t ℃)은 고체 상태의 이온 결합 화합물이 액체 상태로 되는 녹는점이다.

채점 기준	배점(%)
화학 결합의 종류와 t점을 옳게 쓰고, t점이 녹는점인 까닭을 옳게 서술한 경우	100
화학 결합의 종류와 t점만 쓴 경우	50

23 쿨롱 법칙에 따라 이온 간 거리가 커지면 이온 결합력은 감소한다.

|모범 답안| K^+이 Na^+보다 이온 반지름이 크고, 이온 결합력이 약하므로 $KCl(s)$의 이온 간 거리는 r_0보다 크고, 에너지는 E_0보다 작다.

채점 기준	배점(%)
$KCl(s)$의 이온 간 거리와 에너지를 r_0, E_0와 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
$KCl(s)$의 이온 간 거리와 에너지를 r_0, E_0만 비교하여 서술한 경우	50

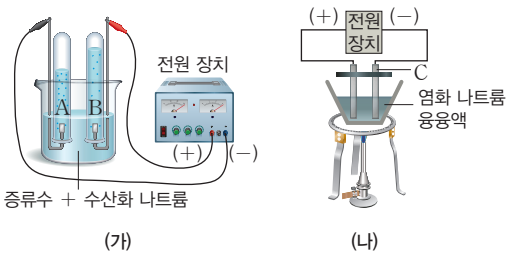
1등급 공략 핵심Q

063쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤

01

[자료 분석]



- (가)에서 전극 A는 (−)극에 연결되어 있으므로 수소 기체, 전극 B는 (+)극에 연결되어 있으므로 산소 기체가 발생한다.
- (나)에서 전극 C는 (−)극에 연결되어 있으므로 Na^+이 전자를 얻어 고체 Na이 생성된다.
- (가)는 공유 결합 물질의 전기 분해이고, (나)는 이온 결합 물질의 전기 분해이다. 두 전기 분해에서 모두 물질을 이루는 성분 원소로 분해되므로 공유 결합과 이온 결합, 즉 화학 결합에 전자가 관여하고 있음을 알 수 있다.

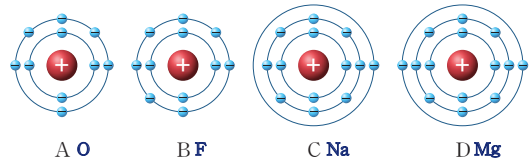
ㄱ. 전극 A~C에서는 각각 수소 기체, 산소 기체, 금속 나트륨(Na)이 생성되므로 고체 물질이 생성되는 것은 1가지이다.

ㄴ. 전극 A와 B에서 생성되는 물질은 각각 수소 기체, 산소 기체이며, 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 공유 결합 물질, 이온 결합 물질이 모두 전기 분해를 통해 성분 원소로 분해됨을 알 수 있으므로 화학 결합에 전자가 관여함을 알 수 있다.

02

[자료 분석]



화합물	(가)	(나)	(다)	(라)
구성 원소	A, B	A, D	B, C	B, D

- 모형으로부터 A~D는 각각 O, F, Na, Mg임을 알 수 있다.
- 안정한 화합물의 화학식과 결합의 종류는 다음과 같다.

화합물	(가)	(나)	(다)	(라)
안정한 화합물의 화학식	AB_2	DA	CB	DB_2
	OF_2	MgO	NaF	MgF_2
결합의 종류	공유 결합	이온 결합	이온 결합	이온 결합

ㄱ. A~D가 안정한 이온이 되었을 때는 모두 2번째 전자 껍질에 8개의 전자가 채워져서 옥텟 규칙을 만족하므로 Ne과 같은 전자 배치를 갖게 된다.

ㄷ. (나)를 이루는 이온의 전하는 +2, −2이고, (라)를 이루는 이온의 전하는 +2, −1이므로 전하량이 큰 (나)가 (라)보다 녹는점이 높다.

[오답 풀이] ㄴ. 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소가 화학 결합한 것으로 (나), (다), (라)가 이온 결합 물질이다.

03 ㄱ. A는 Na, B는 F이므로 X에서 A는 A^+로, B는 B^-으로 존재하므로 Ne과 같은 전자 배치를 가져 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. X는 A^+과 B^-으로 이루어져 있으므로 화학식은 AB이다.

[오답 풀이] ㄷ. X(AB)를 용융 전기 분해하면 $2AB \rightarrow 2A + B_2$의 반응이 일어나고, A는 (−)극에서, B는 (+)극에서 생성되므로 (+)극과 (−)극에서 생성되는 물질의 몰 비는 1 : 2이다.

04 A~E는 각각 F, Na, P, S, Cl이다.

ㄱ. B와 D가 결합하면 개수의 비가 B : D = 2 : 1이므로 안정한 화합물은 B_2D이다.

ㄴ. 안정한 이온은 D^{2-}, E^-이므로 18족 원소인 Ar과 같은 전자 배치를 갖는다.

ㄷ. 화합물의 녹는점은 이온 사이의 거리가 짧고, 이온의 전하가 클수록 높다. BA는 BE보다 이온 사이의 거리가 짧으므로 녹는점이 더 높다.

11 공유 결합과 금속 결합

내신 완성 핵심Q

065쪽

01 ②	02 ③	03 ⑤	04 ①	05 ⑤	06 ④	07 ③
08 ③	09 ③	10 ③	11 ③	12 ④	13 ①	14 ③
15 ②	16 ⑤	17 ④	18 ⑤			

19 (1) HA, H_2B (2) 공유 전자쌍 수: 2, 비공유 전자쌍 수: 8
20 해설 참조 21 해설 참조

01 ② 원자가 전자 중 공유 결합에 참여하지 않은 비공유 전자쌍이 있다.

02 ㄱ. A_2는 전자쌍을 공유하므로 공유 결합 물질이다.
ㄴ. A_2는 전자쌍을 3개 공유하므로 3중 결합이다.
[오답 풀이] ㄷ. 공유 결합 물질은 고체, 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. (단, 흑연 등은 예외)

03 ⑤ A_2B에서 B는 원자가 전자 수가 6이며 A와 공유 결합하여 원자가 전자 수가 8이 되어 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

04 A는 원자가 전자 수가 1인 수소(H), B는 원자가 전자 수가 4인 탄소(C), C는 원자가 전자 수가 5인 질소(N)이다.
ㄴ. B는 원자가 전자 수가 4이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서는 A원자 4개와 공유 결합해야 한다.
[오답 풀이] ㄱ. C_2는 원자가 전자 수가 5인 C 원자 간의 공유 결합이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해 3개의 전자쌍을 공유해야 한다.
ㄷ. ABC는 H−C≡N:이므로 비공유 전자쌍 수가 1이다.

05 X는 전자 껍질 수가 2이고 원자가 전자 수가 각각 4, 6인 원자 C와 O가 공유 결합한 것이므로 CO_2이다.
ㄱ. 중심 원자는 원자가 전자 수가 4인 C이고, 양쪽에 공유 결합한 원자는 원자가 전자 수가 6인 O이므로 X의 화학식은 CO_2이다.
ㄴ. 중심 원자와 결합한 양쪽의 원자의 공유 전자쌍이 각각 2개이므로 2중 결합이 2개 존재하는 분자이다.(O=C=O)
ㄷ. X의 공유 전자쌍 수는 4이고, 비공유 전자쌍은 바깥쪽에 결합한 O 원자에 각각 2개씩 있으므로 비공유 전자쌍 수는 4이다. 따라서 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같다.

06 ④ 공유 결정은 원자 간의 공유 결합으로 이루어진 결정이므로 분자 간의 인력으로 이루어진 분자 결정보다 결합력이 강하다.
[오답 풀이] ① 다이아몬드, 흑연, 석영은 원자 결정이다.
② 얼음, 나프탈렌, 드라이아이스는 분자 결정이다.
③ 공유 결합 물질은 일반적으로 전하를 운반할 수 있는 자유 전자나 이온이 없으므로 전기 전도성이 없다.
⑤ 분자 결정은 분자 간 결합이 원자 간 결합보다 훨씬 약해서 끊어지기 쉽다. 분자 결정 중에는 승화하는 물질들도 있다.

07 ③ A~C는 각각 H, C, O이다. 화합물 (가)~(다)에서 각 원자는 18족 원소와 같은 전자 배치를 가져야 한다.
따라서 (가)는 $BA_4(CH_4)$, (나)는 $BC_2(CO_2)$, (다)는 $A_2C(H_2O)$이며, $x+y+z=8$이다.

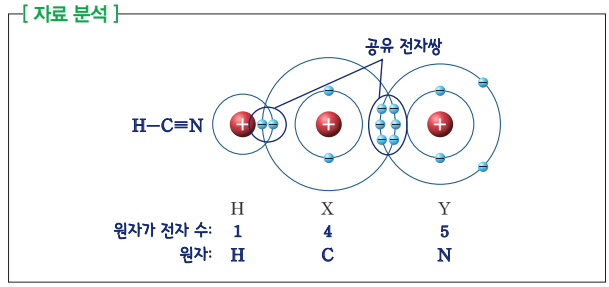
08 ③ 다이아몬드는 탄소(C) 원자로만 이루어져 있으며 분자를 형성하지 않고 원자 간의 공유 결합만으로 이루어진 공유 결정이다.

09 H_2 분자의 공유 결합 거리는 74 pm이고, 공유 결합 에너지는 436 kJ/mol이다.
ㄱ. H_2의 공유 결합 길이의 절반이 H의 공유 결합 반지름이므로 $\frac{74}{2}=37$ pm이다.
ㄴ. (가)에서는 H 원자 사이의 인력이 반발력보다 크게 작용하여 결합 거리가 더 가까워지게 된다.
[오답 풀이] ㄷ. 기체 상태의 수소 분자 1몰에 436 kJ의 에너지를 가하면 기체 상태의 수소 원자 2몰을 만들 수 있다.

10 ㄱ. 17족 원소 X~Z는 원자가 전자 수가 7이므로 전자 1개씩을 공유하여 2원자 분자를 형성한다.
ㄴ. X~Z는 같은 족 원소이므로 공유 결합 길이가 길수록 원자 반지름이 크고 원자 번호가 큰 것이다. 따라서 원자 번호는 X<Z<Y이다.
[오답 풀이] ㄷ. 세 분자는 모두 단일 결합으로 이루어져 있고, 공유 결합 길이가 Y_2가 가장 크므로 결합 에너지는 Y_2가 가장 작다. 따라서 (가)는 190보다 작다.

11

[자료 분석]



ㄱ. 원자가 전자 수는 X가 4이고, Y가 5이므로 원자가 전자 수는 X<Y이다.
ㄴ. X는 H와 전자쌍 1개를 공유하고, Y와 3개를 공유하므로 HXY의 공유 전자쌍 수는 4이다.
[오답 풀이] ㄷ. HXY(HCN)는 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서는 전기 전도성이 없다.

12 ㄱ. A와 C는 원자가 전자 수가 7이므로 같은 17족 원소이다.
ㄷ. HA는 공유 전자쌍이 1개이고, 비공유 전자쌍이 3인 공유 결합 물질이다.

[오답 풀이] ㄴ. B는 원자가 전자 수가 2이므로 금속 원소이고, A는 비금속 원소이다. 따라서 BA_2는 이온 결합 물질이다.

13 ① 물질 X의 화학 결합 모형은 금속 결합 모형이다. 모형에서 금속 양이온 수와 전자 수가 같으므로 +1의 전하를 갖는 금속 양이온과 자유 전자의 모형이다. 따라서 Na이 가장 적절하다.
Mg은 금속 양이온의 전하가 +2이다.

14 M은 금속으로 금속 결합 모형에서 A는 자유 전자이고, B는 금속 양이온이다.
ㄱ. A는 금속 양이온과 결합하여 자유롭게 금속을 돌아다닐 수 있는 자유 전자이다.
ㄴ. 금속 M은 자유 전자가 전하를 띠고 이동하므로 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
[오답 풀이] ㄷ. M은 힘을 가해도 금속 결합이 깨지지 않고 유지되는 성질이 있으므로 힘을 가하면 모양이 변하는 성질이 있다.

15 ② 금속에 전압을 걸어 주었을 때 금속에 들어 있는 자유 전자가 (+)극 쪽으로 이동하므로 전하를 잘 전달할 수 있다. 따라서 금속은 고체 상태에서도 전기 전도성이 있다.

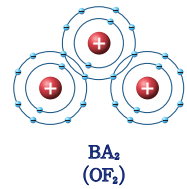
16 ⑤ A는 녹는점이 낮고 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 없으므로 공유 결합 물질인 설탕이다.
B는 녹는점이 높고 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 금속인 알루미늄이다.
C는 녹는점이 높고 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 액체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다.

17 ㄴ. (나)에는 Na^+, (다)에는 금속 M의 양이온이 존재한다
ㄷ. (나)는 액체 상태에서는 이온들이 이동 가능하여 전기 전도성이 있고, (다)는 자유 전자의 이동으로 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)는 공유 결합 분자인 CO_2 분자들이 결정을 이룬 분자 결정이다.

18 (가)는 공유 결정이므로 흑연이고, (나)는 고체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 금속인 구리이며, (다)는 염화 나트륨이다.
ㄱ. 공유 결정은 원자 간의 결합으로 이루어진 것이므로 (가)가 녹는점이 가장 높다. 흑연의 녹는점은 약 4000 ℃이다.
ㄴ. (나)는 금속 구리이므로 구리 이온과 자유 전자가 결합을 이룬 물질이다.
ㄷ. (다)는 이온 결합 물질로 힘을 가하면 같은 전하를 띤 이온들이 서로 반발하므로 쉽게 부서진다.

19 (1) 원자가 전자 수는 A와 B가 각각 7, 6이므로 각 원자가 1개씩 결합하는 수소 원자의 수는 A가 1, B가 2이다. 따라서 안정한 수소 화합물의 화학식은 HA, H_2B이다.

(2) A와 B로 이루어진 안정한 3원자 분자의 전자 배치는 그림과 같다.
B가 중심 원자가 되고, A 원자가 주위에 2개 결합해야 안정한 3원자 분자가 된다. 따라서 BA_2에서 공유 전자쌍 수는 2, 비공유 전자쌍 수는 8이다.



20 |모범 답안| 석영(SiO_2)은 공유 결정이고, 드라이아이스(CO_2)는 분자 결정이다. 석영은 원자 사이의 공유 결합이 끊어지는 온도가 녹는점이고, 드라이아이스는 분자 사이의 인력이 끊어지는 온도가 녹는점이다. 원자 사이의 공유 결합이 분자 사이의 인력보다 크므로 녹는점은 석영이 드라이아이스보다 높다.

채점 기준	배점(%)
결정의 종류를 비교하고, 녹는점의 차이를 옳게 서술한 경우	100
결정의 종류만 쓴 경우	50

21 산화 칼슘(CaO), 철(Fe), 아이오딘(I_2)은 각각 이온 결합, 금속 결합, 공유 결합으로 이루어진 분자성 물질이다. 분자 결정의 녹는점이 가장 낮을 것으로 예측되지만 위 3가지 결합의 종류를 녹는점만으로 비교할 수는 없고, 고체나 액체 또는 수용액 상태의 전기 전도성 자료가 추가로 필요하다. 고체, 액체 상태에서 전기가 통하면 철(Fe), 고체나 액체, 수용액에서 전기 전도성이 없는 것은 공유 결합 물질인 아이오딘(I_2), 고체 상태에서는 전기 전도성이 없으나 액체나 수용액 상태에서는 전기 전도성이 있는 것은 이온 결합 물질인 산화 칼슘(CaO)이다.
|모범 답안| 산화 칼슘, 철, 아이오딘은 각각 이온 결합, 금속 결합, 공유 결합으로 이루어진 물질이며, 이 물질은 녹는점만으로 비교할 수 없다. 따라서 고체와 액체, 수용액 상태의 전기 전도성을 추가로 알면 A~C에 해당하는 물질을 결정할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
3가지 물질의 결합의 종류를 쓰고, 고체, 액체, 수용액 상태에서의 전기 전도성 자료가 필요함을 서술한 경우	100
3가지 물질의 결합의 종류만 쓴 경우	50

1등급 공략 핵심Q 069쪽

01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ④

01 (가)는 OF_2, (나)는 MgF_2이므로 A, B, C는 각각 O, F, Mg이다.
ㄴ. (가)에서 공유 전자쌍 수는 2이고, 비공유 전자쌍 수는 8이다.
따라서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=\frac{8}{2}=4$이다.
ㄷ. (가)는 공유 결합 물질이고, (나)는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성은 이온 결합 물질인 (나)가 (가)보다 크다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)의 중심 원자인 A는 산소(O)이므로 원자가 전자 수는 6이다.

02 A~C는 각각 H, S, Na이므로 화합물 (가)는 공유 결합 물질인 H_2S이고, (나)는 이온 결합 물질인 Na_2S이다.

ㄱ. (가)에서 공유 전자쌍 수는 2이고, S에 남아 있는 비공유 전자쌍 수는 2이므로 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같다.

ㄷ. 화학식은 (가)와 (나)가 각각 A_2B, C_2B이므로 1몰의 B와 결합하는 A와 C의 몰수는 2몰로 같다.

[오답 풀이] ㄴ. (나)는 금속 원소인 C와 비금속 원소인 B가 결합한 화합물이므로 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서 전기 전도성이 없다. C는 나트륨(Na)이므로 C로 이루어진 물질은 금속이며 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

03 A~D는 각각 H, C, O, F이다. 화학식은 (가) $BA_4(CH_4)$, (나) $BC_2(CO_2)$, (다) $B_2D_2(C_2F_2)$, (라) $A_2C(H_2O)$이다.

ㄱ. (가)는 CH_4이므로 공유 전자쌍 수가 4이다. (나)는 CO_2이므로 공유 전자쌍 수가 4이다. 따라서 공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 같다.

ㄴ. (나)는 CO_2이므로 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=\frac{4}{4}=1$이고, (다)는 C_2F_2이므로 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=\frac{6}{5}$이다.

[오답 풀이] ㄷ. 다중 결합은 (나)의 CO_2(O=C=O)에 2중 결합, (다)의 C_2F_2(F−C≡C−F)에 3중 결합이 존재한다.

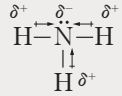
04 고체 NaCl은 이온 결합으로 이루어진 이온 결정이고, CO_2는 공유 결합으로 이루어진 분자 결정이다. SiO_2는 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이고, Fe은 금속 결합으로 이루어진 금속 결정이다. 분류 기준 (가)는 Fe과 NaCl이 공통적으로 갖는 특징이어야 하므로 'ㄷ. 액체 상태에서 전기 전도성이 있는가?'가 적절하다. (나)는 NaCl과 구별되는 Fe이 갖는 특징이어야 하므로 'ㄱ. 자유 전자가 있는가?'가 적절하다. (다)는 SiO_2와 구별되는 CO_2만의 특징이어야 하므로 'ㄴ. 분자로 존재하는가?'가 해당한다.

12 전기 음성도와 결합의 극성

내신 완성 핵심Q

071쪽

01 ①	02 ①	03 ⑤	04 ⑤	05 ③	06 ③	07 ⑤
08 ⑤	09 ①	10 ④	11 ⑤	12 ④	13 ③	14 ⑤
15 ②	16 ④	17 ①	18 ①			

19 

20 해설 참조

21 해설 참조

01 ① 전기 음성도는 상대적인 세기를 수치화한 것으로 단위가 없다.

02 ㄱ. 결합의 극성은 전기 음성도 차이가 클수록 크다. H−F의 전기 음성도 차이는 1.9이고, H−O의 전기 음성도 차이는 1.4이므로 결합의 극성은 H−F가 H−O보다 크다.

[오답 풀이] ㄴ. 무극성 공유 결합은 같은 종류의 원자가 결합한 것이므로 2원자 분자를 형성하면서 무극성 공유 결합하는 분자는 H_2, N_2, O_2, F_2의 4가지이다.

ㄷ. CH_4는 서로 다른 종류의 원자 C와 H가 공유 결합한 것이므로 극성 공유 결합으로 이루어져 있다.

03 전기 음성도는 비금속 원소가 금속 원소보다 크고, 같은 주기 원소는 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도가 커진다. 따라서 A~D는 각각 Na, Mg, O, F이며, 전기 음성도는 F>O>Mg>Na이다.

ㄴ. 결합의 극성은 전기 음성도 차이가 클수록 크다. 따라서 전기 음성도 차이는 A−D가 B−C보다 크므로 결합의 극성도 A−D가 B−C보다 크다.

ㄷ. C는 산소(O), D는 플루오린(F)이므로 C와 D는 모두 비금속 원소이다. 따라서 C와 D가 결합한 화합물은 공유 결합 화합물이다.

[오답 풀이] ㄱ. 전기 음성도는 F>O>Mg>Na이므로 A는 Na이다.

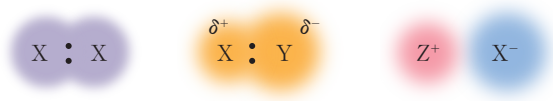
04 ㄱ. 전기 음성도가 4.0인 D는 플루오린(F)이다.

ㄴ. A는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이므로 AD는 이온 결합 물질이다.

ㄷ. C와 D는 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성하고, 두 원소의 전기 음성도 차이가 0.5이므로 C와 D의 결합은 극성 공유 결합이다.

05

[자료 분석]



(가)는 무극성 공유 결합, (나)는 극성 공유 결합, (다)는 이온 결합이다. (나)에서 전기 음성도는 Y>X이고, (다)는 X>Z이므로, 전기 음성도 크기는 Y>X>Z이다.

ㄱ. (가)는 같은 종류의 원소가 공유 결합하였으므로 무극성 공유 결합이다.

ㄴ. (나)에서 전기 음성도는 Y>X이고, (다)는 X>Z이므로, 전기 음성도 크기는 Y>X>Z이다.

[오답 풀이] ㄷ. 전기 음성도는 Y>X>Z이고, X와 Z의 결합은 이온 결합이므로 이보다 전기 음성도 차이가 더 큰 Z와 Y의 결합은 이온 결합이다.

06 ㄱ. H와 전기 음성도 차가 큰 Y가 Z보다 전기 음성도가 크다.

ㄴ. 결합의 극성은 전기 음성도 차이가 클수록 크므로 전기 음성도 차이가 큰 H−X가 H−Z보다 결합의 극성이 크다.

[오답 풀이] ㄷ. H와의 전기 음성도 차이로부터 전기 음성도는 X>Y>Z임을 알 수 있다. 분자 XZ에서 전기 음성도가 큰 X가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고, Z가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

07 ㄱ. 전기 음성도는 같은 족 원소인 경우 원자 번호가 증가할수록 감소하므로 A, B는 2주기 원소이고, C, D는 3주기 원소이다.
ㄴ. 전기 음성도는 B>A이므로 AB_2에는 극성 공유 결합이 존재한다.
ㄷ. AD_2에서 전기 음성도는 A>D이므로 전기 음성도가 작은 D가 부분적인 양전하(δ^+)를 띠고, BD에서 전기 음성도는 B>D이므로 전기 음성도가 작은 D가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

08 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 커지므로, 2주기 원소 X~Z는 각각 F, O, N이다.
ㄴ. ZX_3에서 X와 Z는 서로 다른 원소이므로 극성 공유 결합을 한다.
ㄷ. XZY에서 전기 음성도가 가장 작은 Z가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
[오답 풀이] ㄱ. X는 17족 원소인 F이므로 X_2에는 단일 결합이 있다.

09 ㄱ. CsF는 전기 음성도 차이가 3.0보다 크고 결합의 이온성도 75 % 정도이므로 이온 결합 물질이다.
[오답 풀이] ㄴ. HCl는 HBr보다 전기 음성도 차이가 크고, 결합의 이온성이 크다.
ㄷ. 할로젠화 수소 화합물은 HF, HCl, HBr, HI이며 이 중 HF는 전기 음성도 차이가 1.7보다 크다.

10 ④ 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합은 극성 공유 결합이다.

11 2주기 원소의 홀전자 수와 전기 음성도로부터 A~E는 각각 Li, Be, C, N, O임을 알 수 있다.
ㄴ. 결합의 이온성은 전기 음성도 차이가 클수록 증가하므로 전기 음성도 차이가 큰 A−E가 B−D보다 결합의 이온성이 크다.
ㄷ. CE_2는 C와 E의 전기 음성도가 다르므로 결합의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.
[오답 풀이] ㄱ. 같은 주기 원소는 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도가 커지므로 원자 번호는 A<B이다.

12 ㄱ. 2주기 원소이므로 원자가 전자 수가 많을수록 원자 번호가 크므로 전기 음성도가 크다. 따라서 전기 음성도는 C>B>A이다.
ㄴ. 원자가 전자 수는 B, C가 각각 5, 7이므로 B_2C_2의 결합은 C−B=B−C이다. 따라서 B와 B 사이의 공유 결합이 존재하므로 무극성 공유 결합이 있다.
[오답 풀이] ㄷ. A와 C의 화합물은 A와 C의 전기 음성도가 다르므로 결합의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

13 ③ BA_2에서 전기 음성도는 B>A이다. DA_3C에서 전기 음성도는 D>A이고, C>D이다. DB_2에서 전기 음성도는 B>D이다. 전기 음성도가 C>D>A이므로 C>A이다.

14 (가)에서 (*a*)는 무극성 공유 결합, (*b*)는 극성 공유 결합, (*c*)는 이온 결합을 나타내며, (나)에서 영역 Ⅰ에 속하는 화합물은 극성 공유 결합을 하고, 영역 Ⅱ에 속하는 화합물은 이온 결합을 한다.
ㄱ. (a)는 결합하는 원자 간의 전기 음성도 차이가 없으므로 무극성 공유 결합이다.
ㄴ. (나)의 영역 Ⅱ는 전기 음성도 차이가 영역 Ⅰ보다 작게 나는 화합물들이므로 공유 결합성이 큰 결합을 하는 화합물이다. 또한 서로 다른 원자 간의 결합이므로 극성 공유 결합인 (b)의 결합을 한다.
ㄷ. NaCl은 전기 음성도 차이가 큰 원자 간의 결합이므로 이온 결합을 한다. 따라서 영역 Ⅰ에 속하는 화합물이다.

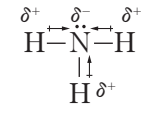
15 ㄴ. 무극성 공유 결합은 같은 원자 사이의 공유 결합이므로 N_2가 이에 해당한다.
[오답 풀이] ㄱ. 결합의 이온성이 가장 큰 것은 이온 결합 물질로 금속과 비금속 원소가 결합한 KCl이 HCl보다 결합의 이온성이 더 크다.
ㄷ. 결합의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 것은 서로 다른 원자가 결합한 것이므로 HCl, CH_4, KCl, NCl_3의 4가지이다.

16 ④ (가)는 무극성 공유 결합이므로 같은 원자가 결합한 것이므로 F_2이다. (나)는 (다)와 같이 극성 공유 결합을 한 화합물이지만 전기 음성도 차이는 (나)가 (다)보다 작으므로 (나)는 HBr, (다)는 HF이다. (라)는 이온 결합 물질이므로 금속 원소와 비금속 원소의 화합물인 NaF이다.

17 ㄱ. X_2, Y_2는 같은 원자 사이의 공유 결합이므로 무극성 공유 결합이 있다.
[오답 풀이] ㄴ. XY_3에서 X와 Y는 서로 다른 원소이므로 극성 공유 결합을 하며, X와 Y의 결합의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.
ㄷ. Y는 비금속 원소이므로 MgY_2는 이온 결합 물질이다. 따라서 MgY_2는 결합의 공유성보다 결합의 이온성이 큰 화합물이다.

18 ㄱ. 결합의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 같은 원자의 결합이므로 (가)는 Br_2이다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 O의 부분 전하가 (+)이어야 하므로 O보다 전기 음성도가 큰 F와 결합한 화합물인 OF_2이다. OF_2는 F−O−F의 구조이므로 공유 전자쌍 수는 2이다.
ㄷ. (다)는 CO_2이므로 서로 다른 원자가 결합한 극성 공유 결합이 있다.

19 NH_3에서 전기 음성도는 N>H이므로 쌍극자 모멘트는 H에서 N쪽으로 나타낸다. 부분적인 전하는 N가 δ^-이고, H가 δ^+이다.



20 |모범 답안| 2개의 서로 다른 원자가 결합한 화합물에서 전기 음성도 차이가 커질수록 대체로 결합의 공유성은 작아지고, 결합의 이온성은 커진다.

채점 기준	배점(%)
전기 음성도 차이에 따른 결합의 이온성, 공유성을 옳게 서술한 경우	100
전기 음성도 차이에 따른 결합의 이온성과 공유성 중 1가지만 서술한 경우	50

21 결합의 쌍극자 모멘트가 0인 결합은 같은 원자 사이의 결합이다. 따라서 포도당의 C−C의 결합과 산소의 O=O 결합은 같은 원자 사이의 결합이므로 쌍극성 모멘트가 0인 무극성 공유 결합이다.

|모범 답안| 결합의 쌍극자 모멘트가 0인 결합은 같은 원자 사이의 결합이므로 포도당의 C−C와 산소의 O=O가 이에 해당한다. 따라서 2가지이다.

채점 기준	배점(%)
결합의 쌍극자 모멘트가 0인 결합을 서술하고, 해당하는 분자의 수를 옳게 서술한 경우	100
쌍극자 모멘트가 0인 결합을 갖는 분자의 수만 쓴 경우	50

1등급 공략 핵심Q

075쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ③ 04 ③

01 ㄱ. 같은 족 원소인 A~C는 주기가 증가할수록 전기 음성도가 감소하고, D가 속한 족 원소도 같은 경향성을 보인다. 따라서 같은 족 원소는 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도가 감소한다.

[오답 풀이] ㄴ. A는 전기 음성도가 4이므로 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이다. 따라서 A~C는 17족 원소이고, D는 17족 원소가 아니다.

ㄷ. 결합의 쌍극자 모멘트는 같은 원자 간 결합일 때 0이고, 다른 원자 간 결합일 때 0보다 크므로 $BC > A_2$이다.

02 ㄱ. 두 분자 모두 서로 다른 원자 사이의 공유 결합이 있으므로 극성 공유 결합이 있다.

ㄴ. CO_2의 공유 전자쌍 수는 4, 비공유 전자쌍 수는 각 산소 원자에 2개씩 총 4이다. H_2CO_3에서 공유 전자쌍 수는 6, 비공유 전자쌍 수는 각 O 원자에 2개씩 6이다. 따라서 두 화합물은 각각 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같다.

ㄷ. 전기 음성도는 O>C이므로 CO_2와 H_2CO_3의 결합에서 탄소(C)는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

03 ㄷ. 결합의 이온성이 크면 결합의 공유성은 작다. 결합의 이온성은 BCl이 ACl보다 크므로 결합의 공유성은 ACl이 BCl보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. F의 전기 음성도가 가장 크고, 전기 음성도 차이는 BF가 AF보다 크므로 전기 음성도는 A>B이다.

ㄴ. BF와 BCl은 결합의 이온성이 크므로 이온 결합 물질이다. 따라서 B는 금속 원소이다. ACl과 AF는 결합의 이온성이 작고 공유성이 크므로 A는 비금속 원소이다.

04 ㄱ. (가)는 C−H의 결합, (나)는 Cl−Cl의 결합, (다)는 C−H, C−Cl의 결합, (라)는 H−Cl의 결합으로 이루어진 분자이므로 모두 단일 결합으로 이루어져 있다.

ㄴ. 비공유 전자쌍이 있는 분자는 분자에 Cl을 포함하고 있는 것이므로 (나), (다), (라)의 3가지이다.

[오답 풀이] ㄷ. 극성 공유 결합이 있는 분자는 서로 다른 원자가 공유 결합하고 있는 것이므로 (가), (다), (라)의 3가지이다.

13 전자쌍 반발 이론과 분자의 구조

내신 완성 핵심Q

077쪽

01 ③ 02 ④ 03 ② 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤ 07 ⑤
08 ① 09 ③ 10 ④ 11 ② 12 ③ 13 ⑤ 14 ①
15 ③ 16 ④ 17 ② 18 ⑤

19 $HCN > BF_3 > CH_4 > NH_3 > H_2O$
20 해설 참조 21 해설 참조

01 ③ F은 원자가 전자 수가 7이므로 F_2의 공유 전자쌍 수는 1이고, 비공유 전자쌍 수는 6이다.

02 ㄴ. B의 공유 전자쌍 수는 4이므로 전자 수는 8개로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄷ. A_2BC에서 비공유 전자쌍은 C 원자에 2개 있다.

[오답 풀이] ㄱ. B는 A와 전자쌍을 1개씩 공유하고, C와 전자쌍을 2개 공유하므로 원자가 전자 수가 4이다.

03 ㄷ. B는 원자가 전자 수가 6이므로 B_2의 공유 전자쌍 수는 2이다. C는 원자가 전자 수가 7이므로 C_2의 공유 전자쌍 수는 1이다. 따라서 공유 전자쌍 수는 B_2가 C_2보다 많다.

[오답 풀이] ㄱ. 분자 AC_3의 중심 원자인 A는 C 3개와 전자쌍 3개를 공유하므로 비공유 전자쌍은 없다.

ㄴ. B는 원자가 전자 수가 6이고, C는 원자가 전자 수가 7이므로 중심 원자가 B인 분자 BC_2의 공유 전자쌍 수는 2이다.

04 ㄱ. 원자가 전자 수는 X가 4, Y가 5, Z가 6이다. 따라서 원자 번호는 Z>Y>X이다.

ㄴ. 극성 공유 결합은 서로 다른 원자 사이의 공유 결합이므로 (가)~(다)에는 모두 극성 공유 결합이 있다.

[오답 풀이] ㄷ. 분자 HXY의 루이스 구조식은 H−X≡Y:이므로 비공유 전자쌍 수는 1이다.

05 ㄱ. Y는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이다. Y_2의 루이스 구조식은 :$\ddot{Y}$:$\ddot{Y}$:이므로 비공유 전자쌍 수는 6이다.

ㄴ. X는 원자가 전자 수가 5이고, Y는 원자가 전자 수가 7이므로 XY_3의 공유 전자쌍 수는 3이다.

ㄷ. X와 Y는 수소(H)보다 전기 음성도가 큰 비금속 원소들이므로 수소 화합물 XH_3와 HY에서 H는 부분적인 양전하(δ^+)를 띠고, X와 Y는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

06 ⑤ NaOH의 이온화 반응식은 $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$이다. 따라서 루이스 구조식은 다음과 같다.

$NaOH \longrightarrow [Na]^+ + [:\ddot{O}-H]^-$이다.

07 ⑤ 염화 암모늄(NH_4Cl)은 암모늄 이온(NH_4^+)과 염화 이온(Cl^-)의 이온 결합으로 이루어져 있고, 암모늄 이온은 NH_3와 H^+의 배위 결합으로 이루어져 있으므로 루이스 구조식으로 나타내면

$\left[\begin{array}{c} H \\ | \\ H-N-H \\ | \\ H \end{array}\right]^+ [:\ddot{Cl}:]^-$이다.

08 ㄱ. 입체 구조를 갖는 것은 CH_4(정사면체형), NH_4^+(정사면체형), H_3O^+(삼각뿔형)의 3가지이다.

[오답 풀이] ㄴ. 비공유 전자쌍이 가장 많은 것은 $BeCl_2$로 Cl 원자에 3개씩 총 6개의 비공유 전자쌍이 있다.

ㄷ. 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 것은 CH_4, NH_4^+, H_3O^+의 3가지이다. $BeCl_2$는 중심 원자 주위에 전자쌍이 2개로 옥텟 규칙을 만족하지 못한다.

09 ㄱ. 결합각은 (나)가 120°이고, (다)가 109.5°이므로 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

ㄴ. HCN은 H−C≡N의 분자 구조를 가지므로 직선형의 (가)와 같은 구조이다.

[오답 풀이] ㄷ. (다)에서 중심 원자의 전자쌍 중 하나가 비공유 전자쌍이 되면 반발력이 커져서 공유 전자쌍 사이의 각도인 결합각이 작아진다.

10 ④ (가)는 직선형 구조이고, (나)는 평면 삼각형 구조이다.

직선형 구조의 분자로는 CO_2, $BeCl_2$이 있고, 평면 삼각형을 이루는 분자로는 BF_3가 있다. NH_3는 삼각뿔형 구조이고, CH_4은 정사면체형 구조이다.

11 ㄷ. BE_4는 CCl_4이고, BD_2는 CS_2이므로 중심 원자 B는 모두 4개의 공유 전자쌍을 갖는다. 따라서 공유 전자쌍 수는 BE_4와 BD_2가 같다.

[오답 풀이] ㄱ. CE_3은 PCl_3로 삼각뿔형 구조이고, AE_3은 BCl_3로 평면 삼각형 구조이므로 결합각은 $AE_3 > CE_3$이다.

ㄴ. DE_2는 SCl_2로 중심 원자인 D에 비공유 전자쌍이 2개 있으므로 분자 구조는 굽은 형이다.

12 ㄱ. CH_2Cl_2는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 4이고, 공유 결합한 원자 중 2개씩 서로 다른 원자이므로 정사면체는 아니지만 사면체형의 구조이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 CH_2Cl_2이 6, H_2O이 2이다.

[오답 풀이] ㄷ. NH_3는 삼각뿔형이므로 굽은 형인 H_2O과 분자 구조가 다르다.

13 ⑤ AB_2에서 A의 원자가 전자 수는 4, B의 원자가 전자 수는 6이다. C_2에서 C의 원자가 전자 수는 5이고, CD_3에서 D의 원자가 전자 수가 7이다.

A~D는 2주기 원소이므로 원자가 전자 수가 클수록 원자 번호가 크다. 따라서 원자 번호는 D>B>C>A이다.

14 ㄴ. BCl_3는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 3이므로 평면 삼각형의 구조이다. CCl_4는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 4이므로 정사면체형의 입체 구조이다.

[오답 풀이] ㄱ. BeF_2는 중심 원자의 전자쌍 수가 2이므로 $x=2$이고, H_2O는 중심 원자의 전자쌍 수가 4이므로 $y=4$이다.

NCl_3는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 3이므로 $z=3$이다.

따라서 $x+y+z=9$이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 BeF_2가 6, BCl_3가 9, H_2O가 4, NCl_3가 10, CCl_4가 12이므로 비공유 전자쌍이 없는 분자는 없다.

15 ③ HCN의 분자 구조는 H−C≡N, CO_2의 분자 구조는 O=C=O, C_2H_2의 분자 구조는 H−C≡C−H이다.

(가) 3중 결합을 갖는 분자는 HCN, C_2H_2의 2가지이다.

(나) HCN은 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 1이다.

CO_2는 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 4이다.

C_2H_2은 공유 전자쌍 수가 5, 비공유 전자쌍은 없다.

따라서 공유 전자쌍 수가 비공유 전자쌍 수보다 많은 분자는 HCN, C_2H_2의 2가지이다.

(다) HCN, CO_2, C_2H_2는 모두 결합각이 180°인 직선형 평면 구조이다.

16 A~E는 각각 C, N, O, Na, Cl이므로 5가지 화합물은 다음과 같다.

화합물	AC_2	AE_4	B_2	E_2C	DE
화학식	CO_2	CCl_4	N_2	Cl_2O	NaCl

ㄱ. 공유 결합 물질은 비금속 원소인 원자들 간의 결합으로 이루어진 것이므로 AC_2, AE_4, B_2, E_2C의 4가지이다.

ㄴ. AE_4는 정사면체형 구조이고, E_2C는 굽은 형 구조이므로 결합각은 AE_4가 E_2C보다 크다.

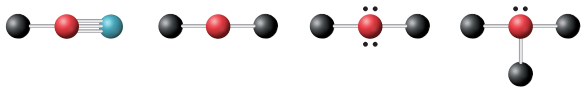
[오답 풀이] ㄷ. 다중 결합이 존재하는 것은 AC_2(O=C=O), B_2(N≡N)의 2가지이다.

17 ㄴ. (나)는 중심 원자 X에 비공유 전자쌍이 1개 있으므로 삼각뿔형의 입체 구조이다.

[오답 풀이] ㄱ. X는 (가)와 (나)에서 옥텟 규칙을 만족하므로 원자가 전자 수가 5인 질소(N)이다.

ㄷ. $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$는 (가) $\frac{1}{4}$, (나) $\frac{1}{3}$이므로 (나)>(가)이다.

18



(가) HCN (나) BeF_2 (다) $H_2\ddot{O}$: 또는 :$\ddot{O}F_2$ (라) :NF_3

(가)~(라)의 중심 원자는 각각 C, Be, O, N이다.

19 각 분자의 구조는 H_2O이 굽은 형, NH_3가 삼각뿔형, HCN가 직선형, BF_3가 평면 삼각형, CH_4이 정사면체형이다.
따라서 결합각은 H_2O이 104.5°, NH_3가 107°, HCN가 180°, BF_3가 120°, CH_4이 109.5°이고, 결합각의 크기는 HCN > BF_3 > CH_4 > NH_3 > H_2O이다.

20 X는 원자가 전자 수가 6인 산소(O)이고 비공유 전자쌍 2개의 반발력이 공유 전자쌍 2개의 반발력보다 크므로 결합각 α는 109.5°보다 작은 104.5°이다. H_2X가 H_3X^+이 되면 비공유 전자쌍 하나가 공유 전자쌍이 되므로 반발력이 줄어들게 되어 결합각 β는 104.5°보다 커진다.
|모범 답안| 비공유 전자쌍의 반발력이 공유 전자쌍보다 크므로 H_3X보다 비공유 전자쌍이 1개 적은 H_3X^+의 결합각 β가 H_2X의 결합각 α보다 크다.

채점 기준	배점(%)
결합각의 크기를 옳게 비교하고, 그 까닭을 전자쌍의 반발로 옳게 서술한 경우	100
결합각의 크기만 비교하여 쓴 경우	50

21 (가)와 (나)는 모두 단일 결합으로 이루어져 있으므로 (가)는 중심 원자가 산소(O)이고, (나)는 중심 원자가 탄소(C)이다. 또한 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하므로 두 원자에 공통으로 포함된 원자인 B는 플루오린(F)이다. 따라서 (가)는 OF_2로 굽은 형이고, (나)는 CF_4로 정사면체형 구조이다.
|모범 답안| (가)는 공유 전자쌍 수가 2이면서 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족해야 하므로 OF_2이고, (나)는 공유 전자쌍 수가 4이면서 옥텟 규칙을 만족해야 하므로 CF_4이다. 따라서 (가)는 굽은 형, (나)는 정사면체형 구조이다.

채점 기준	배점(%)
분자의 구조와 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
분자의 구조와 그 까닭을 1가지만 옳게 서술한 경우	50
분자의 구조만 옳게 쓰고, 그 까닭은 서술하지 못한 경우	30

1등급 공략 핵심Q

081쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ①

01 (가)는 평면 구조이면서 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 OF_2이다. (나)는 평면 구조이면서 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 HCN이다. CCl_4는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 0인 정사면체형 입체 구조의 분자이다. NH_3는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 1인 삼각뿔형 입체 구조의 분자이다.
ㄱ. (가)는 OF_2이다. OF_2는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개, 공유 전자쌍이 2개이므로 굽은 형 구조이다.
ㄴ. (나)는 HCN로 결합각이 180°이다. C_2H_2은 C와 C 사이에 3중 결합이 있는 구조로 직선형 구조(H−C≡C−H)이다. 따라서 HCN과 C_2H_2의 결합각은 180°로 같다.
ㄷ. CCl_4는 공유 전자쌍이 4개이고, NH_3는 공유 전자쌍이 3개이므로 기준 A로 '공유 전자쌍이 4개인가?'를 사용할 수 있다.

02 ㄱ. 평면 구조는 굽은 형인 (라)뿐이고, (가)와 (나)는 삼각뿔형, (다)는 정사면체형이므로 입체 구조는 (가), (나), (다)의 3가지이다.
ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (가)~(라)에서 각각 1, 1, 0, 2이다. 따라서 (라) > (가) = (나) > (다)이다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)와 (나)는 분자 구조가 삼각뿔형이므로 결합각이 약 107°이고, (다)는 분자 구조가 정사면체형이므로 결합각이 109.5°이다. (라)는 분자 구조가 굽은 형이므로 결합각이 104.5°이다. 따라서 결합각의 크기는 (다) > (가) = (나) > (라)이다.

03

[자료 분석]



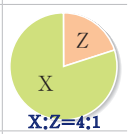
분자	(가)	(나)
구성 원소	A, B, C	B, C
구성 원자 수	3	3

• (가)는 O=N−F이고, (나)는 F−O−F이다.
• (가), (나) 모두 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 굽은 형이다.

ㄱ. 공유 전자쌍 수는 (가)가 3이고, (나)가 2이므로 공유 전자쌍 수는 (가) > (나)이다.
ㄷ. (가)와 (나)의 공유 결합은 모두 서로 다른 원자 간의 결합이므로 모두 극성 공유 결합이 있다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)는 중심 원자 N에 비공유 전자쌍이 1개 있고, (나)는 중심 원자 O에 비공유 전자쌍이 2개 있으며 둘 다 굽은 형 구조이다.

04

[자료 분석]

분자	(가)	(나)	(다)
원자 수 비	 X:Y=1:1	 X:Y=3:1	 X:Z=4:1
비공유 전자쌍 수 / 공유 전자쌍 수	$\frac{8}{4}=2$	$\frac{10}{3}$	$\frac{12}{4}=3$

원자 수가 5 이하이면서 C, N, F로 이루어진 분자에는 FCN, NF_3, N_2F_2, CF_4, C_2F_2가 있다.
FCN의 공유 전자쌍 수는 4, 비공유 전자쌍 수는 4이다.

NF_3의 공유 전자쌍 수는 3, 비공유 전자쌍 수는 10이다.
N_2F_2의 공유 전자쌍 수는 4, 비공유 전자쌍 수는 8이다.
CF_4의 공유 전자쌍 수는 4, 비공유 전자쌍 수는 12이다.
C_2F_2의 공유 전자쌍 수는 5, 비공유 전자쌍 수는 6이다.
따라서 (가)는 N_2F_2, (나)는 NF_3, (다)는 CF_4이다.

ㄱ. (가)는 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍의 2배이므로 N_2F_2이고, F−N=N−F의 구조이다. 따라서 2중 결합이 있다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 X : Y의 비가 3 : 1이므로 NF_3이며 비공유 전자쌍 수는 10이다.
ㄷ. (나)는 NF_3로 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개 있고, (다)는 CF_4로 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 결합각은 (다)가 (나)보다 크다.

14 분자의 성질

내신 완성 핵심Q

083쪽

01 ⑤	02 ⑤	03 ④	04 ③	05 ⑤	06 ②	07 ④
08 ②	09 ③	10 ⑤	11 ④	12 ①	13 ④	14 ④
15 ①	16 ③	17 ④	18 ②			

19 극성 분자: OF_2, NF_3, HCN, CH_2O,
무극성 분자: C_2H_2, CCl_4 **20** 해설 참조 **21** 해설 참조

01 ⑤ CH_2Cl_2은 극성 공유 결합을 하고, 사면체형 구조를 이루지만 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.

02 ㄴ. (나)는 삼각뿔 구조이므로 비대칭 분자로 극성 분자이다.
ㄷ. 무극성 분자는 쌍극자 모멘트가 0이고, 극성 분자는 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. 따라서 쌍극자 모멘트는 (나)가 (가)보다 크다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)는 평면 삼각형 구조이므로 A에는 비공유 전자쌍이 없다.

03 ㄱ. 극성 분자는 분자 내 전하 분포가 고르지 않은 비대칭 구조이므로 (나)와 (다)가 극성 분자이다. 따라서 극성 분자는 2가지이다.
ㄷ. (나)와 (다)는 극성 분자인데 수소(H)와 결합한 원소들이 모두 전기 음성도가 H보다 크므로 H가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
[오답 풀이] ㄴ. 극성 공유 결합은 서로 다른 원자들이 공유 결합한 것이므로 (가)~(다) 모두 극성 공유 결합이 있다.

04 ㄱ. 대전체를 가까이하였을 때 (가)는 끌려오므로 극성을 띠는 물질이다. 물과 n−헥세인 중에서 극성 분자는 물이므로 (가)는 물이다.
ㄴ. (나)는 대전체를 대었을 때 끌려오지 않으므로 무극성 분자인 n−헥세인이다.
[오답 풀이] ㄷ. (가)는 극성 분자, (나)는 무극성 분자이므로 (가)와 (나)는 잘 섞이지 않고 층을 이룬다.

05 ㄱ. (가)~(라)는 각각 $BeCl_2$, H_2O, BF_3, NH_3이다.
ㄴ. 극성 분자는 분자 구조가 비대칭으로 전하 분포가 고르지 않다. 따라서 (나)와 (라)는 비대칭 구조로 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.
ㄷ. 중심 원자가 부분 전하를 띠려면 극성 분자여야 하므로 (나)와 (라)이다. (나)에서는 전기 음성도가 O>H이므로 중심 원자인 O가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고, (라)에서는 전기 음성도가 N>H이므로 중심 원자인 N가 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

06 ㄴ. 극성 공유 결합은 서로 다른 원자가 결합한 것으로 3가지 분자 모두 서로 다른 원자와 공유 결합을 형성하므로 극성 공유 결합이 있다.
[오답 풀이] ㄱ. 비공유 전자쌍은 CH_2Cl_2에 6개, CCl_4에 12개가 있고, CH_4에는 없다.
ㄷ. CH_4, CCl_4는 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이지만, CH_2Cl_2는 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다.

07 (가)는 OF_2이고, (나)는 CO_2이다. 따라서 (가), (나)에 공통으로 포함된 Y는 O이고, X는 F, Z는 C이다.
(가)는 굽은 형 구조이며, 극성 분자이고, (나)는 직선형 구조이며, 무극성 분자이다.
ㄱ. (가)에서 중심 원자는 Y(O)이다.
ㄷ. (가)는 극성 분자이므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니고, (나)는 무극성 분자이므로 쌍극자 모멘트가 0이다. 따라서 쌍극자 모멘트는 (가)가 (나)보다 크다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 CO_2이므로 직선형 구조이다.

08 ㄷ. (가)는 CO_2, (나)는 H_2O이므로 (나)는 극성 공유 결합이 있는 극성 분자이다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)와 (나)에서 공통인 원소는 Y(O)이며, (가)는 CO_2, (나)는 H_2O이다.
ㄴ. (나)는 H_2O이므로 단일 결합으로만 이루어져 있다.

09 ㄱ. ABC(A≡B−C)에는 A와 B 사이에 3중 결합이 있고, DAE(D−A=E)에는 A와 E 사이에 2중 결합이 있다. 따라서 두 분자는 모두 다중 결합이 있다.
ㄴ. ABC는 직선형 구조이지만 분자의 구조가 비대칭이므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. DAE는 A에 비공유 전자쌍이 존재하므로 굽은 형 구조이고, 비대칭이므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. 따라서 두 분자는 모두 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.
[오답 풀이] ㄷ. ABC는 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 1이므로 공유 전자쌍 수가 비공유 전자쌍 수보다 많다.
DAE는 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 6이므로 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍 수보다 많다.

10 ⑤ 사염화 탄소는 C−Cl의 극성 공유 결합이 서로 대칭인 정사면체형 분자 구조를 이루고 있으므로 무극성 분자이며 무극성 분자와 잘 섞인다. 따라서 n-헥세인이 사염화 탄소에 잘 섞인다.

11 ④ 사염화 탄소(CCl_4)는 무극성 분자이고, 물은 극성 분자이므로 두 물질을 섞으면 서로 섞이지 않고 2가지 층으로 분리된다.

[오답 풀이] ① 극성 분자는 분자량이 비슷한 무극성 분자에 비하여 녹는점과 끓는점이 높다.

② 무극성 분자의 쌍극자 모멘트는 0이고, 극성 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다. 따라서 쌍극자 모멘트는 극성 분자가 무극성 분자보다 크다.

③ 극성 물질인 물은 극성을 띠는 물질이나 이온 결합 물질을 잘 녹인다.

⑤ 기체 상태의 수소 분자는 무극성 분자이므로 전기장에서 일정한 방향으로 배열하지 못한다.

12 ㄱ. $COCl_2$는 중심 원자인 C에 비공유 전자쌍이 없으므로 평면 삼각형 구조이고, NH_3는 중심 원자인 N에 비공유 전자쌍이 1개 있으므로 삼각뿔형 구조이다. 결합각은 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 $COCl_2$가 NH_3보다 크므로 결합각은 $\alpha > \beta$이다.

[오답 풀이] ㄴ. H_2S는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개 있으므로 굽은 형이고, CS_2는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 직선형 구조이다. 따라서 두 분자의 분자 구조는 다르다.

ㄷ. $COCl_2$는 평면 삼각형 구조이지만 분자의 구조가 대칭이 아니므로 극성 분자이고, CS_2는 직선형 구조이면서 대칭이므로 무극성 분자이다.

13 (가)는 $CHCl_3$, (나)는 CF_4, (다)는 H_2S, (라)는 CO_2이다.

ㄴ. (나)는 CF_4이므로 C−F의 극성 공유 결합이 있다.

ㄷ. (다)는 H_2S로 비공유 전자쌍 수가 2이고, (라)는 CO_2로 비공유 전자쌍 수가 4이다. 따라서 비공유 전자쌍 수는 (라)가 (다)의 2배이다.

[오답 풀이] ㄱ. (가)는 입체 구조이면서 극성 분자이므로 사면체 구조의 CH_3Cl이다.

14

[자료 분석]

5가지 분자를 각 기준에 따라 분류하면 다음과 같다.

기준	예	아니요
평면 구조인가?	(가) H_2O, BF_3, CH_2O	(나) NH_3, CF_4
극성 분자인가?	(다) H_2O, NH_3, CH_2O	(라) BF_3, CF_4
중심 원자가 옥텟 규칙을 만족하는가?	(마) H_2O, NH_3, CF_4, CH_2O	(바) BF_3

ㄱ. (가)에 해당하는 분자는 H_2O, BF_3, CH_2O의 3가지이다.

ㄷ. (나)와 (라)에 공통으로 해당하는 분자는 CF_4이며, 이 분자는 대칭 구조이므로 쌍극자 모멘트가 0이다.

[오답 풀이] ㄴ. (다)와 (마)에 공통으로 해당하는 분자는 H_2O, NH_3, CH_2O의 3가지이다.

15 ㄴ. A는 극성 분자이므로 전기장에서 일정한 방향으로 배열한다.

[오답 풀이] ㄱ. 분자량이 비슷한 경우 극성 분자가 무극성 분자보다 끓는점이 높으므로 (가)는 극성,(나)는 무극성이다.

ㄷ. A~C 중 상온에서 기체로 존재하는 물질은 끓는점이 상온인 25 ℃보다 낮은 A와 C이다. 이 중 A는 극성이므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니지만 C는 무극성이므로 쌍극자 모멘트가 0이다.

16 2주기 원소 X~Z는 플루오린과 결합하여 XF_2, YF_3, ZF_4를 형성하므로 X~Z는 각각 O, N, C이다.

ㄱ. (가)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 무극성 분자이다. 따라서 정사면체 구조를 이루면서 대칭인 $ZF_4(CF_4)$이다.

ㄷ. (가)~(다) 중 분자 내에서 플루오린이 부분 전하를 띠는 것은 극성 분자이고, 플루오린은 전기 음성도가 가장 크므로 부분적인 음전하(δ^-)를 띠게 된다. 따라서 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 (나)와 (다)가 이에 해당한다.

[오답 풀이] ㄴ. X, Y, Z는 각각 O, N, C이므로 전기 음성도는 X > Y > Z이다.

17 ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 N_2와 NH_3에서 각각 2, 1이므로 $N_2 > NH_3$이다.

ㄷ. 물은 극성 분자이므로 물에 대한 용해도는 극성인 NH_3가 무극성인 N_2보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. 분자량이 비슷한 물질에서 끓는점은 극성 분자가 무극성 분자보다 높으므로 NO > N_2이다.

18 A는 H_2O, B는 NH_3, C는 CH_4이다.

ㄷ. C는 무극성 분자이고, A는 극성 분자이므로 무극성 분자인 사염화 탄소(CCl_4)에 대한 용해도는 무극성 분자인 C가 극성 분자인 A보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. A는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개, 공유 전자쌍이 2개인 H_2O이므로 굽은 형 구조이다.

ㄴ. B는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각뿔형인 NH_3이고, 극성 분자이다. C는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 정사면체형인 CH_4이고, 무극성 분자이다.

19 분자를 이루는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하면서 비대칭 구조인 분자가 극성 분자이므로 OF_2, NF_3, HCN, CH_2O은 극성 분자이다. 분자 구조가 대칭이면서 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하지 않는 분자는 무극성 분자이며, C_2H_2, CCl_4이다.

20 **|모범 답안|** 아이오딘은 무극성 물질이고, 황산 구리(Ⅱ)는 극성 물질이다. 극성 물질은 극성 물질을 잘 녹이고, 무극성 물질은 무극성 물질을 잘 녹이므로 아이오딘이 잘 녹은 A는 무극성, 황산 구리(Ⅱ)가 잘 녹은 B는 극성 물질이다.

채점 기준	배점(%)
아이오딘과 황산 구리(Ⅱ)의 극성 유무를 판단하고 A와 B의 극성을 옳게 서술한 경우	100
A와 B의 극성만 옳게 판단하여 쓴 경우	50

21 (−)로 대전된 물체에도 극성 분자인 물은 끌린다. 물 분자는 극성 분자이므로 부분적인 양전하(δ^+)와 음전하(δ^-)를 띠는 부분이 모두 존재하며, (−)로 대전된 물체를 가까이해도 물 분자에서 부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 수소(H) 원자 부분이 대전체에 끌린다.

|모범 답안| (−)로 대전된 물체에도 물은 끌려온다. 그 까닭은 물 분자의 부분적 양전하(δ^+)를 띠는 수소(H) 부분이 대전체 쪽으로 끌려오기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
실험 결과를 옳게 예측하고, 그 까닭을 분자의 극성과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
실험 결과만 옳게 예측하여 서술한 경우	50

1등급 공략 핵심Q

087쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ②

01 (가)~(라)는 각각 HCN, NH_3, H_2O, BF_3이다.

ㄱ. (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으면서 극성을 띠므로 H−C≡N이다. 따라서 (가)는 직선형 구조이다.

ㄷ. HCN, H_2O, BF_3, NH_3는 각각 비공유 전자쌍 수가 1, 2, 9, 1이다. 따라서 비공유 전자쌍 수는 BF_3인 (라)가 가장 크다.

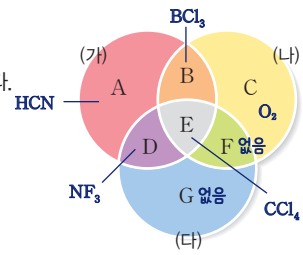
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 NH_3이므로 삼각뿔형의 입체 구조이다. (다)는 H_2O이므로 굽은 형의 평면 구조이다.

02

[자료 분석]

분자	기준
CCl_4, HCN, NF_3, BCl_3, O_2	(가) 극성 공유 결합이 있다. (나) 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다. (다) 구성 원자들이 동일 평면에 존재하지 않는다.

- (가)에 해당하는 분자는 CCl_4, HCN, NF_3, BCl_3이다.
- (나)에 해당하는 분자는 CCl_4, BCl_3, O_2이다.
- (다)에 해당하는 분자는 CCl_4, NF_3이다.



(가)와 (나)에 공통으로 해당하는 B는 BCl_3이고, (가)와 (다)에 공통으로 해당하는 D는 NF_3이다.

(나)와 (다)에 공통으로 해당하는 F는 없고, (가), (나), (다)에 모두 해당하는 E는 CCl_4이다.

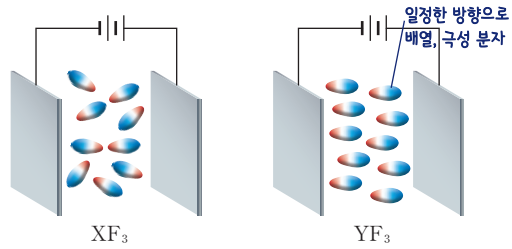
ㄱ. A 영역에 해당하는 분자는 HCN으로 비공유 전자쌍 수는 1이다.

ㄴ. C 영역에 해당하는 분자는 O_2이다.

ㄷ. A~F 중 해당 영역에 분자가 없는 것은 F와 G의 2가지이다.

03

[자료 분석]



- XF_3는 전기장에서 일정한 방향으로 배열하지 않으므로 무극성 분자인 BF_3이다.
- YF_3는 전기장에서 일정한 방향으로 배열하므로 극성 분자인 NF_3이다.

ㄴ. YF_3는 극성 분자이고 전기 음성도는 F > Y이므로 Y는 분자 내에서 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

ㄷ. XF_3는 무극성 분자이고, YF_3는 극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 극성 분자인 YF_3가 무극성 분자인 XF_3보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. XF_3는 BF_3로 평면 삼각형 구조이므로 결합각이 120°이고, YF_3는 NF_3로 삼각뿔형 구조이므로 결합각이 약 107°이다. 따라서 결합각은 XF_3 > YF_3이다.

04 A는 H_2O, B는 HCN, C는 CH_2O, D는 NH_3, E는 CH_4이다.

ㄴ. B는 C와 N 사이에 3중 결합이 있고, C는 C와 O 사이에 2중 결합이 있으므로 다중 결합이 존재하는 것은 B와 C이다.

[오답 풀이] ㄱ. B는 HCN으로 직선형 구조이고, C는 CH_2O로 평면 삼각형 구조이므로 결합각은 B > C이다.

ㄷ. A~E 중 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 것은 E의 CH_4 1가지이다.

Ⅳ 역동적인 화학 반응

15 동적 평형

내신 완성 핵심Q

089쪽

01 ④ 02 ① 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 ①
08 ③ 09 ④ 10 ⑤ 11 ② 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ⑤
15 ② 16 ①

17 ㉠ 가역 반응, ㉡ 비가역 반응

18 NO_2, N_2O_4

19 (1) $CaCO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(l) \rightleftarrows Ca(HCO_3)_2(aq)$
(2) 해설 참조

01 연소 반응은 대표적인 비가역 반응이다.

02 반응물이 생성물로 되는 반응은 정반응, 생성물이 반응물로 되는 반응은 역반응, 두 반응 모두 가능한 반응은 가역 반응이다.

03 용질의 용해 속도와 석출 속도가 같은 것은 용해 평형, 같은 물질의 서로 다른 상태의 물질 간에 상호 변환되는 속도가 같으면 상평형이다. 이들은 모두 정반응 속도와 역반응 속도가 같은 동적 평형이다.

04 ㄱ. 평형 상태로 되는 동안 수증기 분자 수가 많아지므로 응축 속도는 증가한다.
ㄴ. 평형 상태에서는 증발 속도와 응축 속도가 같으므로 수증기 분자 수가 일정하여 수증기압도 일정하게 유지된다.
[오답 풀이] ㄷ. 동적 평형 상태이므로 증발과 응축이 같은 속도로 계속 일어난다.

05 처음 용기 속에는 $N_2O_4(g)$만 들어 있고 반응이 진행될수록 분자 수가 감소하므로 분해 속도도 감소한다. $NO_2(g)$는 처음에는 존재하지 않지만 시간이 지날수록 많아지므로 반응하여 $N_2O_4(g)$가 생성되는 속도는 점차 빨라진다. 동적 평형 상태에서는 두 속도가 같다.

06 $N_2(g)$와 $H_2(g)$는 1 : 3의 몰비로 반응하므로 평형 상태에서 남아 있는 몰비도 1 : 3이다. $NH_3(g)$ 2몰이 생성되면 남아 있는 반응물 없이 반응이 완결된 것이므로 평형 상태가 아니다.

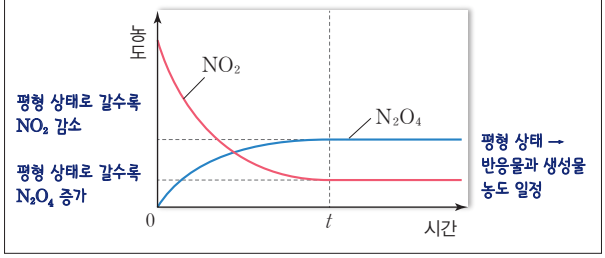
07 ㄱ. (가)에서는 녹아 있는 설탕이 적으므로 용해 속도가 석출 속도보다 빠르다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 포화 용액으로 설탕의 용해 속도와 석출 속도가 같으며, 0이 아니다.
ㄷ. (다) 이후도 용해 평형 상태로 용해 속도와 석출 속도가 같으므로 흰 설탕과 노란 설탕이 모두 용해되고 물에 녹아 있는 흰 설탕이 같은 속도로 석출되기 때문에 노란 설탕 고체의 질량은 감소한다.

08 ㄱ. 포화 용액은 일정량의 용매에 용질이 녹을 수 있는 만큼 최대한 녹아 있는 용액이다.
ㄴ. 포화 용액은 용해 속도와 석출 속도가 같은 용해 평형 상태이다.
[오답 풀이] ㄷ. 용해 평형 상태에서 용해와 석출은 계속 일어난다.

09 ㄴ. 용기 내 물은 평형 상태인 B가 될 때까지 증발하므로 A가 더 많다.
ㄷ. 온도가 높아지면 증발 속도가 더 빠르다.
[오답 풀이] ㄱ. 응축 속도는 수증기량이 더 많은 B에서 더 빠르다.

10

[자료 분석]

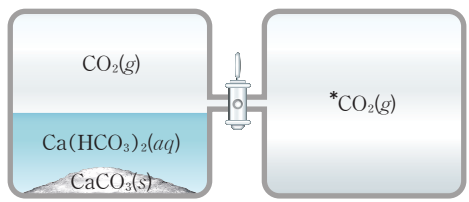


ㄱ. t 이후 반응물과 생성물의 농도가 일정하므로 가역 반응이다.
ㄴ. t부터 평형 상태이므로 그 이전 정반응 속도는 역반응 속도보다 빠르다.
ㄷ. t부터 평형 상태이므로 NO_2의 반응 속도와 N_2O_4의 분해 속도는 같다.

11 (가)와 (나) 모두 포화 용액으로 용해 평형 상태이다. 용해와 석출이 계속 일어나며 그 속도는 같다.

12

[자료 분석]



꼭지를 열면 오른쪽 용기의 $*CO_2(g)$도 왼쪽 용기의 $CO_2(g)$와 섞여 반응 $CaCO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(l) \rightleftarrows Ca(HCO_3)_2(aq)$에 참여하므로 녹아 있는 이온이나 침전되어 있는 고체에서 모두 *C가 검출된다. 이때 ^{12}C보다 ^{14}C의 질량이 크므로 $CaCO_3(s)$의 질량은 미미하게 증가하며 감소할 수 없다.

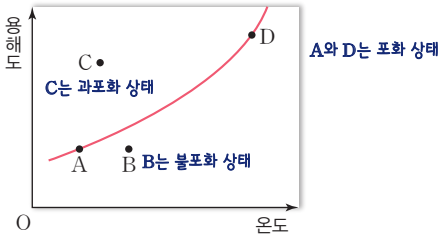
13 ㄱ. t 이전에는 증발 속도가 응축 속도보다 빠르므로 액체의 양이 점차 감소한다.

ㄴ. t 이후에는 증발 속도와 응축 속도가 같으므로 상평형을 유지한다.
ㄷ. t부터는 평형 상태이므로 증발과 응축은 계속 일어난다.

14 ㄱ. (가)와 (나)에서 온도가 일정하므로 증발 속도는 일정하다.
ㄴ. (나)에서는 물의 높이가 일정하므로 증발 속도와 응축 속도가 같은 상평형 상태이다.
ㄷ. 온도가 높으면 증발 속도가 빨라지므로 평형 상태에서 응축 속도도 빨라진다.

15

[자료 분석]



ㄴ. B는 불포화 상태로 용해 속도가 석출 속도보다 크다.
[오답 풀이] ㄱ. A와 D는 용해 평형 상태로 D의 온도가 더 높으므로 D에서의 용해 속도와 석출 속도가 A에서보다 크다.
ㄷ. C는 과포화 상태로 평형 상태가 아니다.

16 ㄱ. (가)에서 (나)로 될 때는 $NO_2(g)$ 분자 2개가 반응하여 $N_2O_4(g)$ 분자 1개가 생성되는 반응이 우세하게 진행되므로 시험관 내 기체 분자 수는 (가) > (나)이다.
[오답 풀이] ㄴ. 평형 상태에서 분자 수비는 화학 반응식의 계수비와 관계가 없다.
ㄷ. (다)에서 (나)로 될 때에도 역반응은 일어난다.

17 정반응과 역반응이 모두 가능한 반응은 가역 반응, 역반응이 불가능한 반응은 비가역 반응이다.

18 가역 반응은 반응물 혹은 생성물 중 어느 하나를 넣어 두어도 평형에 도달하므로 용기 속에 $NO_2(g)$만 넣어 두어도 평형에 도달하여 $NO_2(g)$와 $N_2O_4(g)$가 용기 속에 모두 존재한다.

19 (1) 탄산 칼슘이 이산화 탄소를 포함한 물과 반응하여 탄산수소 칼슘으로 되는 반응은 $CaCO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(l) \rightleftarrows Ca(HCO_3)_2(aq)$이다.
(2) 정반응이 탄산 칼슘이 녹아 석회 동굴이 형성되는 반응, 역반응은 다시 침전되어 굳어지면서 종유석과 석순이 형성되는 반응이다.
|모범 답안| 종유석과 석순은 물에 녹지 않는 탄산 칼슘으로 돌아오면서 생성되므로 역반응이 일어날 때 형성된다.

채점 기준	배점(%)
종유석과 석순이 형성되는 반응은 물에 녹지 않는 물질로 돌아오는 과정임을 밝히고 역반응이라고 서술한 경우	100
역반응이라고만 쓴 경우	30

1등급 공략 핵심Q

093쪽

01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ①

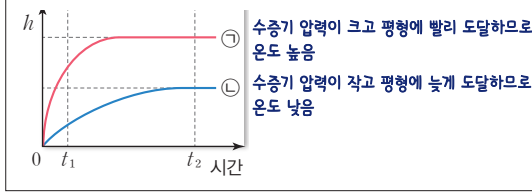
01 $HI(g)$가 생성되는 반응이 정반응, 분해되는 반응이 역반응이며, 평형 상태에서 $HI(g)$의 생성 속도와 분해 속도는 같다.

02 ㄱ. 시간이 지나면 $D_2O(s)$의 일부가 녹고 $H_2O(s)$이 생성되므로 얼음의 밀도는 감소한다.
ㄴ. $H_2O(l)$과 $D_2O(s)$은 같은 물질이고 상태만 다른 상평형을 이루고 있다.
[오답 풀이] ㄷ. 상평형 상태이므로 충분한 시간이 지나도 얼음과 물은 함께 존재한다.

03 화학 반응식을 보면 $A(g)$ 1몰이 반응하면 $B(g)$ 2몰이 생성되는데 1몰의 $A(g)$를 넣고 반응시켜 1몰의 $B(g)$가 생성되었으므로 평형 상태에서 $A(g)$ 0.5몰이 남아 있다.

04

[자료 분석]



ㄱ. 수은의 높이 차 h가 큰 것은 수증기 압력이 높다는 것인데, ㉠이 더 크고 평형에 도달하기까지 시간도 짧으므로 온도는 ㉠이 ㉡보다 높다.
[오답 풀이] ㄴ. t_1에서 ㉠은 이미 수증기가 많이 생성되어 수증기 압력이 높으므로 증발 속도는 ㉠이 더 빠르다.
ㄷ. t_2에서 ㉠과 ㉡은 모두 평형 상태이므로 증발 속도와 응축 속도 모두 0이 아니다.

16 물의 자동 이온화

내신 완성 핵심Q

095쪽

01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ② 05 ④ 06 ④ 07 ③
08 ⑤ 09 ① 10 ④ 11 ③ 12 ④ 13 ④ 14 ③
15 ③ 16 ③ 17 ⑤ 18 ③ 19 ① 20 ①

21 (1) 양성자(H^+)를 받는 물질 (2) 해설 참조
22 (1) $K_w=[H_3O^+][OH^-]$ (2) 1×10^{-14}
23 (1) 12 (2) 해설 참조

01 ④ H_2O이 H_3O^+으로 될 때 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

[오답 풀이] ① NaOH은 수용액에서 OH^-을 내놓으므로 아레니우스 염기이다.
② HCO_3^-이 물에 녹아 H^+를 받으면 브뢴스테드·로리 염기이다.
③ NH_3는 수용액에서 NH_4^+으로 존재하므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
⑤ $BF_3 + NH_3 \longrightarrow NH_3BF_3$에서 BF_3는 H^+를 받지 않았으므로 브뢴스테드·로리 염기가 아니다.

02 ㄱ. HCl는 H^+를 내놓았으므로 아레니우스 산이다.
ㄴ. H_2O은 HCl로부터 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
[오답 풀이] ㄷ. 역반응에서 Cl^-은 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

03 KOH, NaOH은 수용액에서 OH^-을 내놓으므로 아레니우스 염기이다.
[오답 풀이] C_2H_5OH은 에탄올로 산도 염기도 아니며, CH_3COOH은 아세트산으로 수용액에서 H^+을 내놓는 아레니우스 산이다.

04 (가) NH_3가 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
(나) HS^-이 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
(다) HCO_3^-이 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

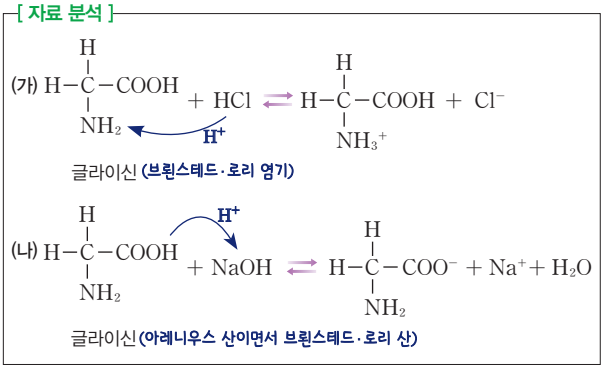
05 아레니우스 염기는 수용액에서 OH^-을 내놓는 물질로 (다)의 NaOH이다. 브뢴스테드·로리 염기는 H^+를 받는 물질로 (가)에서 NH_3, (나)에서 H_2O이다.

06 산으로도 염기로도 작용할 수 있는 물질을 양쪽성 물질이라 한다. (가)의 역반응에서 HCO_3^-은 H^+을 받았고 (나)에서 HCO_3^-은 H^+을 주었으므로 양쪽성 물질로 작용하였다. H_2O은 (가), (나)에서 모두 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기로 작용하였다.

07 ㄱ. (가)에서 HCl는 H^+을 주었으므로 브뢴스테드·로리 산이다.
ㄷ. H_2O은 (가)에서 브뢴스테드·로리 염기, (나)에서는 브뢴스테드·로리 산으로 작용했으므로 양쪽성 물질임을 알 수 있다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)에서 NH_3는 H^+을 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

08

[자료 분석]



ㄱ. (가)에서 글라이신은 H^+을 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기로 작용하였다.
ㄴ. (나)에서 글라이신은 H^+을 내놓았으므로 아레니우스 산이다.
ㄷ. (가)에서 염기, (나)에서 산으로 작용했으므로 글라이신은 양쪽성 물질이다.

09 H_2O, CH_3COOH, CH_4 중 브뢴스테드·로리 산과 염기로 모두 작용할 수 있는 (가)는 H_2O이고, 산으로만 작용할 수 있는 (나)는 CH_3COOH, 산으로 작용할 수 없는 (다)는 CH_4이다.

10 ④ HI가 H^+을 내주고 I^-으로 되었으므로 I^-의 짝산은 HI이다.
[오답 풀이] ① HI의 짝염기는 I^-이다.
② H_2O의 짝산은 H_3O^+이다.
③ H_2O은 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
⑤ I^-은 역반응에서 H^+를 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

11 $H_2O + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$에서 물은 브뢴스테드·로리 산으로도 염기로도 모두 작용하였다. 이 반응은 물의 이온화 반응으로 역반응이 훨씬 우세하다.

12 암모니아수($NH_3(aq)$)는 염기성으로 pH가 7보다 크고, 염산($HCl(aq)$)은 산성으로 pH가 7보다 작으며, 염화 나트륨 수용액($NaCl(aq)$)은 중성으로 pH가 7이다.

13 ㄴ. 25 ℃의 순수한 물에서 $[H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$이고, $[H_3O^+] = [OH^-]$이므로 $[OH^-]$는 1×10^{-7} M이다.
ㄷ. 25 ℃에서 물의 이온화 상수(K_w)는 $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$이다.
[오답 풀이] ㄱ. 순수한 물도 소량 이온화하여 H_3O^+과 OH^-으로 존재한다.

14 25 ℃에서 물의 이온화 상수 $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$이므로 $HCl(aq)$의 몰 농도로부터 $[H_3O^+]$를 구하면 $[OH^-]$를 구할 수 있다.

15 25 ℃의 중성 수용액에서 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$이다.
③ 25 ℃의 염기성 수용액에서 $[OH^-] > 1 \times 10^{-7}$이다.
[오답 풀이] ① $[H_3O^+]$가 클수록 pH는 작다.
② 25 ℃에서 산성 수용액의 pH는 7보다 작다.
④ pH는 수소 이온의 농도로 구하는 값이므로 용액의 부피에 따라 달라지지 않는다.
⑤ 25 ℃에서 중성 수용액에는 H_3O^+과 OH^-이 같은 수로 존재한다.

16 ㄱ. HBr는 물과 반응하면서 H^+을 내놓는 산이므로 pH는 7보다 작다.
ㄴ. $HBr(aq)$은 산성 용액이므로 $[H_3O^+] > [OH^-]$이다.

[오답 풀이] ㄷ. 25 ℃의 용액에서는 항상 $[H_3O^+][OH^-]=1\times10^{-14}$이다.

17 (다)는 0.1 M이므로 $[OH^-]=1\times10^{-1}$으로 pH=13이다. (나)의 pH=11, (가)는 0.01 M이므로 $[H_3O^+]=1\times10^{-2}$으로 pH=2이다. 따라서 큰 것부터 순서대로 배열하면 (다)>(나)>(가)이다.

18 ㄱ. (가)는 $[H_3O^+]=1\times10^{-1}$이므로 0.1 M로 (나)와 몰 농도가 같다.
ㄷ. 물의 이온화 상수(K_w)는 온도가 같으면 같다. (가)와 (나)의 온도가 모두 25 ℃이므로 물의 이온화 상수는 서로 같다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)의 몰 농도가 0.1 M이므로 $[H_3O^+]=0.1$ M이다. 즉, (가)와 (나)에서 $[H_3O^+]$는 서로 같다.

19 ㄱ. (가)는 산성 수용액으로 $[H_3O^+]>[OH^-]$이다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)는 중성으로 $[H_3O^+]=[OH^-]\neq0$이다.
ㄷ. (다)는 염기성 수용액으로 $[H_3O^+]<[OH^-]$이며 25 ℃의 수용액이므로 $[H_3O^+][OH^-]=1\times10^{-14}$이다.

20 25 ℃의 수용액은 항상 $K_w=[H_3O^+][OH^-]=1\times10^{-14}$이므로 0.1 M HBr($aq$)은 $[H_3O^+]=1\times10^{-1}$이고 $[OH^-]=1\times10^{-13}$이다. 또한, 0.01 M KOH(aq)은 $[OH^-]=1\times10^{-2}$이고 $[H_3O^+]=1\times10^{-12}$이다.

21 암모니아(NH_3)는 물과 반응하면서 양성자(H^+)를 받아 암모늄 이온(NH_4^+)이 된다.
(2) |모범 답안| 브뢴스테드·로리 염기이다. 물과 반응할 때 양성자(H^+)를 받았기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
암모니아가 브뢴스테드·로리 염기인 까닭을 옳게 서술한 경우	100
브뢴스테드·로리 염기라고만 쓴 경우	30

22 물의 이온화 상수 (K_w)는 $[H_3O^+]$와 $[OH^-]$의 곱으로 나타내며, 25 ℃에서 그 값은 1×10^{-14}이다.

23 (2) |모범 답안| 25 ℃에서 $[H_3O^+][OH^-]=1\times10^{-14}$이므로 pH+pOH=14이다. 따라서 pH=2이면 pOH=14−2=12이다.

채점 기준	배점(%)
K_w와 관련지어 pOH 구하는 방법을 서술한 경우	100
14−2=12라고만 쓴 경우	50

1등급 공략 핵심Q

099쪽

01 ③ 02 ③ 03 ④ 04 ①

01 ③ 산성 수용액에서 $[OH^-]<10^{-7}<[H_3O^+]$이다.

02 ㄱ. (가)에서 HCOOH은 H^+를 잃고 $HCOO^-$으로 되었으므로 브뢴스테드·로리 산이다.
ㄷ. H_2O은 (가)에서는 H^+를 내놓아 브뢴스테드·로리 염기, (나)에서는 H^+를 받아 브뢴스테드·로리 산으로 작용했으므로 양쪽성 물질임을 알 수 있다.
[오답 풀이] ㄴ. (나)에서 $C_6H_5NH_2$은 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

03 ㄴ. (나)에서 ㉡은 HCl이고 HS^-과 반응하면서 H^+를 내놓았으므로 브뢴스테드·로리 산이다.
ㄷ. ㉢은 H_2O이 HCl로부터 H^+을 받아서 생성된 H_3O^+이다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)에서 ㉠은 H_2O로, HCO_3^-과 반응 후 H^+를 잃었으므로 브뢴스테드·로리 산이다.

04

[자료 분석]
3가지 수용액 (가)~(다)에 대한 자료를 완성하면 아래와 같다.

수용액	(가)	(나)	(다)
용질	HCl	HBr	NaOH
부피(mL)	100	50	200
몰 농도(M)	0.1	**0.01**	0.001
pH	**1**	2	**11**

ㄱ. 수용액의 몰 농도는 (가)는 0.1 M, (나)는 pH=2이므로 0.01 M이다. 따라서 (가)가 (나)의 10배이다.
[오답 풀이] ㄴ. 수용액의 몰 농도는 (가)가 (나)의 10배인데 (가)는 100 mL, (나)는 50 mL이므로 (가)는 (나)보다 농도는 10배이고 부피는 2배가 되어 H_3O^+의 양(mol)은 20배이다.
ㄷ. (나)는 pH=2이므로 $[H_3O^+]=1\times10^{-2}$이고 $[OH^-]=1\times10^{-12}$이다. (다)는 $[OH^-]=1\times10^{-3}$이므로 $[OH^-]$는 (다)가 (나)의 10^9배이다.

17 산 염기의 중화 반응

내신 완성 핵심Q

101쪽

01 ① 02 ④ 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ④ 07 ①
08 ⑤ 09 ⑤ 10 ② 11 ④ 12 ⑤ 13 ① 14 ③
15 ⑤ 16 ② 17 ⑤ 18 ②

19 $H^+(aq)+OH^-(aq)\longrightarrow H_2O(l)$
20 (1) 1 : 4 (2) 해설 참조
21 해설 참조

01 수용액에 OH^-이 H^+보다 많이 존재하므로 수용액은 염기성으로 pH는 7보다 크다.

02 ㄴ. (가)에는 H_3O^+과 A^-이 존재하는데, ●은 그 수가 감소하였으므로 중화 반응에 참여한 H_3O^+이다.
ㄷ. (다)에는 H_3O^+이 존재하므로 산성 수용액으로 pH가 7보다 작다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)에는 ●이 4개 존재하였고 반응 후에는 1개 남았으므로 (나)에는 OH^-이 3개 존재했음을 알 수 있다. 두 수용액의 부피는 같으므로 몰 농도의 비는 (가) : (나) = 4 : 3이다.

03 처음 수용액에 들어 있다가 점차 감소하여 없어지는 이온 (가)는 중화 반응에 참여하는 OH^-이고, 처음에 없었다가 넣어 주는대로 증가하는 (나)는 반응에 참여하지 않는 Cl^-이다.

04 ㄱ. 혼합 용액 (다)에는 K^+ 2개와 OH^- 1개가 존재하므로 이온 A는 1가 음이온이다.
[오답 풀이] ㄴ. (가) 10 mL에 HA가 1개 녹아 있을 때 (나) 5 mL에 KOH가 2개 녹아 있으므로 단위 부피당 양이온 수는 1 : 4이다.
ㄷ. (다)를 완전히 중화시키려면 HA 1개가 더 필요하므로 (가)에서 사용한 수용액 10 mL를 더 넣어야 한다.

05 ㄱ. 염기 수용액을 계속 첨가하므로 pH는 (가) < (나) < (다) < (라)이다.
ㄴ. (가)~(다)는 수용액의 부피는 증가하지만 수용액 속 이온 수는 일정하므로 단위 부피당 이온 수는 (가) > (나) > (다)이다.
[오답 풀이] ㄷ. HCl(*aq*) 10 mL를 중화하는 데 NaOH(*aq*) 10 mL가 소모되었으므로 두 수용액의 몰 농도는 같다.

06 A는 조금씩 가해지는 이온 중 반응에 참여하지 않는 이온이므로 SO_4^{2-}이고, B는 처음부터 수용액에 존재하면서 반응에 참여하지 않고 이온 수가 일정하게 유지되는 이온이므로 Na^+이다.

07 ㄱ. 수용액에 녹아 있는 양이온이 2종류이므로 H_3O^+과 Na^+이고 음이온은 1종류이므로 Cl^-이다. 따라서 수용액은 산성이고 이 수용액의 pH는 7보다 작다.
[오답 풀이] ㄴ. 혼합 용액에 들어 있는 Na^+이 2개이므로 수산화나트륨 수용액 5 mL에 NaOH 2개가 녹아 있었고, Cl^-은 4개이므로 묽은 염산 10 mL에 HCl 4개가 녹아 있었음을 알 수 있다. 따라서 10 mL당 녹아 있던 용질의 양(mol)이 일정하므로 몰 농도의 비는 HCl(*aq*) : NaOH(*aq*) = 1 : 1이다.

08 ●은 HCl이 20 mL 들어갔을 때 2개, 10 mL 첨가되었을 때 3개이므로 10 mL당 1개씩 들어 있는 Cl^-이고, ■은 2번째와 3번째 혼합 용액에 동일하게 들어 있는 양이온으로 Na^+이다.

09 ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ에서 각각 NaOH 수용액을 2 : 1의 부피비로 넣었으므로 개수비가 2 : 1인 ●이 Na^+이고, Ⅰ에만 있고 Ⅱ에는 없는 ▲은 A^-, ◆은 OH^-이다.
ㄴ. Ⅰ과 Ⅱ의 혼합 용액에서 A^- : B^- = 3 : 4이고 부피비는 HA : HB = 1 : 2이므로 단위 부피당 음이온 수는 HA(*aq*) : HB(*aq*) = 3 : 2이다.
ㄷ. 실험 Ⅰ의 혼합 용액은 OH^- 1개, 실험 Ⅱ의 혼합 용액은 H^+ 2개가 들어 있으므로 이들을 혼합한 수용액은 산성이고 25 ℃에서 pH는 7보다 작다.

10 ①은 피펫, ②는 눈금실린더, ③은 부피 플라스크, ④는 뷰렛, ⑤는 삼각 플라스크로, 실험 과정에서 사용되지 않은 것은 ② 눈금실린더이다.

11 ㄴ. A, B 수용액은 모두 NaOH 수용액과 중화 반응하였으므로 산성 수용액이고 pH는 모두 7보다 작다.
ㄷ. 생성된 물 분자 수는 (가)는 1개, (나)는 2개로 (나)가 더 많다.
[오답 풀이] ㄱ. A 수용액은 HCl(*aq*) 1개가 녹아 있고, B 수용액은 H_2SO_4 1개가 녹아 있으므로 몰 농도는 서로 같다.

12 ㄱ. 반응물과 생성물 이온의 종류를 맞추면 ㉠은 KNO_3이다.
ㄴ. H_2O이 생성되는 반응인 중화 반응에서 H^+이 1몰 반응하면 H_2O도 1몰 생성된다.
ㄷ. HNO_3 1몰은 KOH 1몰과 완전히 중화 반응한다.

13 ㄱ. 1 M 황산($H_2SO_4(aq)$) 10 mL에 1 M 수산화 칼륨(KOH) 수용액을 조금씩 넣으면 산성 수용액에 염기 수용액이 첨가되므로 pH는 점차 증가한다.
[오답 풀이] ㄴ. SO_4^{2-}은 반응에 참여하지 않으므로 개수는 일정하게 유지된다.
ㄷ. $H_2SO_4(aq)$과 KOH(*aq*)의 농도가 모두 1 M로 서로 같지만 $H_2SO_4(aq)$은 일정 부피당 H_3O^+ 개수가 2배이므로 KOH(*aq*) 20 mL를 섞어야 중성이 된다.

14 중화 반응에서 산과 염기의 농도는 $nMV = n'M'V'$이고 n와 n'는 각각 산과 염기의 가수, M와 M'는 산과 염기의 몰 농도, V와 V'는 산과 염기의 부피이므로 산의 밀도는 필요하지 않다.

15 식초를 10배로 희석했으므로 $n \times \frac{M}{10} \times V = n' \times M' \times V'$에서 $1 \times \frac{M}{10} \times 10 = 1 \times 0.1 \times 20$, $M = 2$(M)이다.

16 $n \times M \times V = n' \times M' \times V'$에서 $2 \times M \times 10 = 1 \times 0.1 \times 10$, $M = 0.05$(M)이다. 혼합 용액은 중성으로 Na^+과 SO_4^{2-}만 존재하므로 양이온 : 음이온 = 2 : 1이다.

17 ⑤ (가)와 (나)의 혼합 용액은 OH^- 1개가 남아 있는 염기성 수용액으로 중성으로 만들기 위해서는 산 수용액을 더 넣어야 한다.
[오답 풀이] ① (가)는 산성, (나)는 염기성 수용액이므로 (가)의 pH는 (나)의 pH보다 작다.
② (가)에는 H_3O^+ 2개, (나)에는 OH^- 3개가 녹아 있으므로 혼합 용액은 염기성이다.

③ (가)는 산, (나)는 염기 수용액으로 혼합하면 물이 생성되는 중화 반응이 일어난다.
④ (가)와 (나)를 섞으면 H_3O^+과 OH^-이 만나 물 분자를 생성하므로 용액 속 총 이온 수는 감소한다.

18 Cl^-의 개수가 100이면 H_3O^+도 100에서 시작한다. (가)는 H_3O^+이 80이므로 20이 중화된 상태로 산성이고, (나)는 H_3O^+ 100이 모두 사용되고 OH^- 100이 남았으므로 OH^- 200이 들어간 상태로 염기성이며, (다)는 Na^+ 120인 상태로 OH^- 120이 들어가서 100 반응하고 20 남은 상태의 염기성 수용액이다. 따라서 시간 순서로 배열하면 (가)−(다)−(나)이다.

19 염산(HCl(*aq*))과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 중화 반응에서 알짜 이온 반응식은 $H^+(aq)+OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$이다.

20 (1) 혼합 용액 속에 SO_4^{2-}의 모형은 1개, Na^+의 모형은 4개 있으므로 수용액의 몰 농도의 비 $H_2SO_4(aq):NaOH(aq)=1:4$이다.
(2) 몰 농도의 비 $H_2SO_4(aq):NaOH(aq)=1:4$이고 현재 10 mL씩 섞었으므로 $H_2SO_4(aq)$ 10 mL를 더 넣어 주어야 한다.
|모범 답안| OH^- 2개가 남아 있고 $H_2SO_4(aq)$ 10 mL에 H_3O^+2개가 들어 있으므로 $H_2SO_4(aq)$ 10 mL를 더 넣어 주면 된다.

채점 기준	배점(%)
부피를 쓰고 까닭을 옳게 서술한 경우	100
부피만 옳게 쓴 경우	50

21 |모범 답안| $n\times M\times V=n'\times M'\times V'$에서
$1\times 0.1\times 20=1\times M'\times 10$, $M'=0.2$(M)이고,
NaOH(*aq*)의 몰 농도$=\frac{x/40}{0.5\,L}=0.2$이므로 $x=4$(g)이다.

채점 기준	배점(%)
몰 농도를 통해 NaOH의 질량을 옳게 구한 경우	100
몰 농도만 옳게 구한 경우	30

1등급 공략 핵심Q 105쪽

01 ① 02 ③ 03 ⑤ 04 ④

01 HCl(*aq*)에 NaOH(*aq*) 수용액을 넣으면 OH^-이 H^+ 1개와 반응하여 물이 되므로 수용액에서 H^+ 1개가 감소하면서 Na^+이 수용액에 남으므로, 중화 반응이 끝날 때까지는 수용액 속 전체 이온 수의 변화가 없다. 따라서 그래프에서 NaOH(*aq*)의 부피 x mL일 때가 중화 반응이 끝난 지점이다.
ㄴ. (나)에서 전체 양이온 수는 2N이고 (다)에서 전체 양이온 수는 3N이므로 (나)까지 들어간 NaOH(*aq*) 부피의 1.5배 만큼 들어간 지점이 (다)이다. 따라서 x는 $\frac{2}{3}V$이다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)에는 Cl^-이 처음부터 들어 있었고 OH^-은 들어간 만큼 중화 반응하여 모두 없어지므로 존재하는 음이온은 1가지이다.
ㄷ. (다)에 들어 있는 Cl^-은 모두 처음부터 들어 있던 것인데, 처음 양이온 수가 2N이었으므로 음이온 수도 2N이었다. 따라서 (다)에서 Cl^- 수도 2N이다.

02 (나)에서 BTB 용액이 녹색으로 중성이므로 $HNO_3(aq)$과 KOH(*aq*)이 2 : 3의 부피비로 반응해야 중성임을 알 수 있다.
ㄱ. H_3O^+이 OH^-보다 많은 혼합 용액은 산성으로 (나)보다 $HNO_3(aq)$은 더 많이 들어가고 KOH(*aq*)은 더 적게 들어간 (다)와 (라)이다.
ㄷ. $HNO_3(aq)$과 KOH(*aq*)은 부피비 2 : 3으로 반응하므로 몰 농도의 비는 3 : 2이다. 따라서 같은 부피 속에 들어 있는 양이온 수의 비도 3 : 2이다.
[오답 풀이] ㄴ. (가)와 (라)에 혼합한 용액의 총 부피는 같아도 (라)에 농도가 더 진한 $HNO_3(aq)$이 더 많이 들어갔으므로 총 이온 수는 (가)보다 (라)가 더 많다.

03 ⑤ NaOH(*aq*)은 염기성이므로 많이 넣을수록 pH는 커진다.
[오답 풀이] ① $nMV=n'M'V'$에서 $1\times x\times 10=1\times 1\times 20$이 되어 몰 농도 $x=2$(M)이다.
② 중화 반응에 사용된 NaOH(*aq*)은 1 M 수용액 20 mL에 녹아 있는 양이므로 1(M)×0.02(L)=0.02(몰)이다.
③ NaOH(*aq*)이 들어 있는 기구의 이름은 뷰렛이다.
④ 삼각 플라스크 내 용액은 산성 수용액에 페놀프탈레인 용액을 넣은 것이므로 처음에는 무색이고, 중화가 되었을 때 붉은색으로 변한다.

04 양이온과 음이온이 모두 1가 이온이므로 수용액 속 양이온 수와 음이온 수가 같아야 한다. 따라서 (가)는 K^+, (나)는 Cl^-이다. KOH(*aq*) 20 mL에 HCl(*aq*) 20 mL를 넣어 절반이 중화되었으므로 HCl(*aq*) 20 mL를 더 넣으면 완전히 중화된다.

18 산화 환원 반응

내신 완성 핵심Q 107쪽

01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ① 05 ④ 06 ② 07 ②
08 ② 09 ① 10 ④ 11 ② 12 ② 13 ① 14 ④
15 ⑤ 16 ① 17 ① 18 ⑤ 19 ⑤ 20 ④

21 (1) $Cu+2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2+2Ag$ (2) 해설 참조
22 해설 참조
23 (1) $5Sn^{2+}+2MnO_4^-+16H^+ \longrightarrow 5Sn^{4+}+2Mn^{2+}+8H_2O$
(2) $3H_2O_2+Cr_2O_7^{2-}+8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+}+3O_2+7H_2O$

01 ③ 일원자 이온의 산화수는 이온의 전하와 같다.
[오답 풀이] ① 수소의 산화수는 +1, 0, −1이 가능하다.
② H_2O에서 산소(O)의 산화수는 −2이다.
④ 염소(Cl)는 원자가 전자 7개이므로 최저 −1에서 최고 +7까지의 산화수를 가질 수 있다.
⑤ 공유 결합 화합물에서 전기 음성도가 큰 원자는 전자를 당기므로 산화수는 '−'이다.

02 원소나 화합물이 산소와 결합하거나, 전자를 잃거나, 산화수가 증가하면 산화 반응이다. 금속과 비금속이 반응하면 금속이 전자를 잃으므로 산화된다.

03 ㄱ. $CuO+H_2 \longrightarrow Cu+H_2O$이므로 X는 H_2O이다.
ㄴ. (가)에서 Cu가 CuO로 되며 Cu의 산화수는 0, CuO에서 Cu의 산화수는 +2이다.
[오답 풀이] ㄷ. (나)에서 H_2는 O를 얻어 H_2O로 산화되어 다른 물질을 환원켰으므로 환원제이다.

04 ㄱ. $2H_2+O_2 \longrightarrow 2H_2O$에서 H는 산화수 0 → +1로 되었으므로 산화, O는 0 → −2로 되었으므로 환원 반응이다.
ㄴ. $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl+3O_2$에서 Cl의 산화수는 +5 → −1, O의 산화수는 −2 → 0으로 변했으므로 산화 환원 반응이다.
[오답 풀이] ㄷ, ㄹ에서는 산화수가 변화된 원소가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

05 H_2X에서 X의 산화수는 −2, XO_2에서 X의 산화수는 +4, H_2XO_4에서 X의 산화수는 +6이다. 따라서 원소 X는 전자를 받으면 2개까지, 잃으면 6개까지 가능한 것으로 보아 16족 원소로 원자가 전자 수는 6이다.

06 (가) 반응물인 Cl_2에서 Cl의 산화수는 0이고 반응 후 HCl에서 Cl의 산화수는 −1, HClO에서 Cl의 산화수는 +1이므로 산화된 원자는 HClO의 Cl이다.
(나) H_2S에서 S의 산화수는 −2이지만 반응 후 S의 산화수는 0이므로 산화수가 증가하였다. 따라서 산화된 원자는 S이다.

07 ② O_2는 환원되었으므로 산화제로 작용하였다.
[오답 풀이] ①, ④ 메테인(CH_4)은 O_2와 반응하여 CO_2로 되면서 C의 산화수가 −4에서 +4로 증가했으므로 산화되었다.
③ O_2에서 O의 산화수는 0이다.
⑤ H의 산화수는 반응 전과 후에 모두 +1로 변함이 없다.

08 ② Mg의 산화수는 반응 전 0이고 반응 후 +2로, 산화수가 증가했으므로 산화되었다.
[오답 풀이] ① $a=2$, $b=1$, $c=1$이므로 $a+b+c=4$이다.
③ $HCl(aq)$에서 H의 산화수는 +1이고 반응 후 H_2에서 H의 산화수는 0으로 산화수가 감소했으므로 산화제로 작용하였다.
④ Cl의 산화수는 반응 전과 후에 모두 −1로 변함이 없다.
⑤ $H_2(g)$ 1몰이 생성될 때 H^+ 1몰당 전자 1몰씩 받았으므로 이동한 전자는 2몰이다.

09 H_2SO_3에서 H_2SO_4으로 될 때 S의 산화수는 +4 → +6이므로 전자 2몰을 잃고 산화되었고, I_2이 전자를 받았으므로 $2I^-$으로 된다. 따라서 H_2SO_3은 환원제이다.

10 (가) MnO_2에서 Mn의 산화수가 +4 → +2로 감소하여 Mn가 환원되었으므로 산화제, Cl의 산화수가 −1 → 0으로 증가하여 Cl가 산화되었으므로 환원제이다.
(나) SO_2에서 S의 산화수가 +4 → +6으로 증가하여 S이 산화되었으므로 환원제, Cl_2에서 Cl의 산화수가 0 → −1로 감소하여 Cl가 환원되었으므로 산화제이다.

11 ② 반응식은 $2Ag^+ + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$이며 구리는 은 이온을 환원시키는 환원제로 작용한다.
[오답 풀이] ① 구리의 산화수는 0 → +2로 증가한다.
③ 전자는 구리줄에서 은 이온으로 이동한다.
④ 구리와 은 이온은 2 : 1의 몰비로 반응한다.
⑤ 구리판의 구리가 녹아 용액 속 구리 이온으로 되었으므로 구리 이온의 농도는 점점 증가한다.

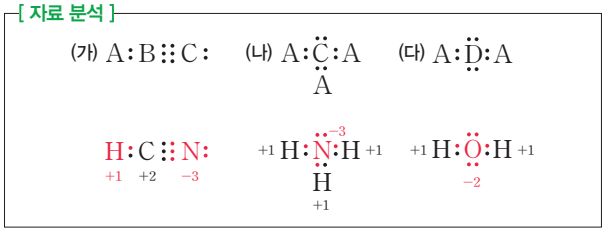
12 ㄷ. HCl에서 Cl의 산화수는 −1, HClO에서 Cl의 산화수는 +1이므로 합은 0이다.
[오답 풀이] ㄱ. H_2O에서 H와 O의 산화수가 모두 변하지 않았으므로 산화제도 환원제도 아니다.
ㄴ. Cl_2에서 Cl의 산화수는 0이지만 반응 후 Cl의 산화수는 −1과 +1로 되었으므로 Cl_2는 산화제인 동시에 환원제이다.

13 ㄱ. Mn^{4+} 1몰이 Mn^{2+} 1몰로 환원되면서 2몰의 Cl^-이 1몰의 Cl_2로 되므로 MnO_2는 산화제이다.
[오답 풀이] ㄴ. O의 산화수는 반응 전과 후에 −2로 변함 없다.
ㄷ. MnO_2에서 Mn의 산화수는 +4 → +2로 되므로 MnO_2 1몰이 반응할 때 전자는 2몰 이동한다. Cl^- 2몰이 Cl_2 1몰로 될 때 전자는 2몰 이동하고, $MnCl_2$가 생성될 때 Cl^- 2몰이 필요하므로 MnO_2 1몰이 반응할 때 필요한 Cl^-은 4몰이다.

14 (가) SO_2에서 S의 산화수는 +4 → 0으로 감소하여 S가 환원되었으므로 산화제이고 1몰이 얻은 전자는 4몰이다.
(나) Cl_2에서 Cl의 산화수는 0 → −1로 감소하여 Cl가 환원되었으므로 산화제이고 Cl_2 1몰당 얻은 전자는 2몰이다.
따라서 산화제 1몰당 얻은 전자 수의 비 (가) : (나) = 2 : 1이다.

15

[자료 분석]



A~D는 1, 2주기 비금속 원소이고 A의 원자가 전자 수는 1이므로 H, B의 원자가 전자 수는 4이므로 C, C의 원자가 전자 수는 5이므로 N, D의 원자가 전자 수는 6이므로 O이다.

ㄱ. A의 산화수는 (가)~(다) 모두 +1이다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 C의 산화수는 −3이다.

ㄷ. A의 산화수는 (가)~(다) 모두 +1, B의 산화수는 +2, C의 산화수는 −3, D의 산화수는 −2이므로 이들 중 산화수가 가장 큰 원자는 B이고 (가)에 포함되어 있다.

16 ㄱ. X는 CO_2이고 화합물이다.

[오답 풀이] ㄴ. (가)에서 C의 산화수는 반응 전과 후 모두 +4이고 (나)에서는 0 → +4이므로 산화수는 (나)에서만 증가한다.

ㄷ. (나)에서 환원제는 C이고 산화수는 0 → +4이므로 1몰이 반응할 때 이동한 전자는 4몰이다.

17 ㄱ. $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + X$에서 X는 O_2이고 $2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + Y$에서 Y는 C이므로 X와 Y를 반응시키면 CO_2가 생성된다.

[오답 풀이] ㄴ. (가) H_2O_2에서 O의 산화수는 −1, H_2O에서 O의 산화수는 −2이므로 산화수가 변했다.

ㄷ. (나)에서 C의 산화수는 +4 → 0으로 감소하였고 (다)에서 C의 산화수는 +4 그대로 변하지 않았다.

18 ① $\underline{S}O_2$에서 S의 산화수는 +4, ② $\underline{Na}Cl$에서 Na의 산화수는 +1, ③ $\underline{Zn}Cl_2$에서 Zn의 산화수는 +2, ④ $H\underline{Cl}O$에서 Cl의 산화수는 +1, ⑤ $K\underline{Mn}O_4$에서 Mn의 산화수는 +7이므로 가장 큰 것은 ⑤ $KMnO_4$의 Mn이다.

19 $Cu + aNO_3^- + bH^+ \longrightarrow cCu^{2+} + dNO_2 + eH_2O$에서 Cu와 Cu^{2+}의 계수는 같아야 하므로 $c=1$, Cu는 Cu^{2+}으로 되었으므로 전자 2개를 잃었고 N는 산화수 +5 → +4로 전자 1개를 얻었으므로 NO_3^-과 NO_2의 계수 $a=d=2$이다. $a=2$이므로 O 원자 수는 반응 전에 6이 되어 $2d+e=4+e=6$에서 $e=2$, $b=4$이다.

⑤ 환원제는 Cu이고 1몰이 반응할 때 전자 2몰이 출입한다.

[오답 풀이] ① $b=4$, $e=2$이므로 $b+e=6$이다.

② H^+은 산화수 변화가 없으므로 산화도 환원도 되지 않았다.

③ Cu는 전자를 잃고 산화되므로 환원제로 작용한다.

④ NO_3^-의 N는 산화수 +5 → +4로 환원되므로 산화제이다.

20 ㄴ. H의 산화수는 반응 전 HCl에서 +1이고 반응 후 H_2에서 0으로 환원되었으므로 HCl은 산화제이다.

ㄷ. 전자 2몰이 이동하면 $H_2(g)$ 1몰이 생성되므로 이동한 전자가 0.2몰일 때 $H_2(g)$ 0.1몰이 생성된다.

[오답 풀이] ㄱ. Mg 1몰이 반응할 때 $H_2(g)$ 1몰이 생성된다. 이 실험에서 $H_2(g)$ 0.2몰이 생성되었으므로 Mg 0.2몰이 반응하였고 Mg의 원자량이 24이므로 0.2몰의 질량은 4.8 g이다.

21 (2) |모범 답안| Cu 1몰은 Cu^{2+} 1몰로 산화되므로 전자 2몰이 이동한다.

채점 기준	배점(%)
이동한 전자의 양(mol)과 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
이동한 전자의 양(mol)만 옳게 쓴 경우	50

22 |모범 답안| SO_2에서 S의 산화수는 +4이고 Cl_2에서 Cl의 산화수는 0이었는데 반응 후 S의 산화수는 +6, Cl의 산화수는 −1로 되었으므로 SO_2은 환원제, Cl_2는 산화제이다.

채점 기준	배점(%)
산화수를 언급하여 산화제와 환원제를 옳게 서술한 경우	100
산화제와 환원제만 옳게 쓴 경우	50

23 산화 환원 반응식 완성하기: 반응물과 생성물에서 각 원자의 산화수 구하기 → 산화수의 변화 조사하기 → 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수 맞추기 → 산화수 변화가 없는 원자들의 계수 맞추기

1등급 공략 핵심Q

111쪽

01 ① 02 ④ 03 ② 04 ⑤

01 ㄱ. 화학 반응식 $2H_2SO_4 + Cu \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + X$에서 반응물과 생성물 원자 수를 맞추면 X는 SO_2이다.

[오답 풀이] ㄴ. H_2SO_4에서 S의 산화수는 +6이고 생성물 SO_2에서 S의 산화수는 +4로 환원되었으므로 H_2SO_4은 산화제이다.

ㄷ. Cu는 반응 후 Cu^{2+}으로 되므로 Cu 1몰이 반응하면 이동하는 전자는 2몰이다. Cu의 원자량은 64이고 3.2 g은 0.05몰이므로 이동하는 전자는 0.1몰이다.

02 ㄴ. X, Y는 모두 2주기 원자이므로 Y는 원자가 전자가 7개인 F, X는 원자가 전자가 5개인 N이다.

ㄷ. 반응 $XY_3 + Y_2 \longrightarrow XY_5$에서 Y_2의 Y는 산화수 0에서 −1로 환원되었으므로 Y_2는 산화제이다.

[오답 풀이] ㄱ. 같은 2주기 원소이면서 X는 원자가 전자 5개, Y는 원자가 전자 7개이므로 전기 음성도는 X < Y이고 X의 산화수는 +3, Y의 산화수는 −1이다.

03 ㄷ. MnO_4^- 1몰이 반응할 때 Fe^{2+} 5몰이 전자를 얻어 Fe^{3+}으로 되므로 $x=1$, $y=5$, $z=8$이다. 따라서 $x+y+z=14$이다.

[오답 풀이] ㄱ. MnO_4^-이 Mn^{2+}으로 될 때 산화수는 $+7 \rightarrow +2$로 되므로 이동한 전자는 5몰이다.

ㄴ. MnO_4^- 1몰이 반응할 때 Fe^{2+} 5몰이 전자를 얻어 Fe^{3+}으로 산화되므로 Fe^{2+}은 환원제로 작용하였다.

04 ㄱ. (가)의 O_3에서 O의 산화수는 0인데 반응 후 O_2와 H_2O로 되면서 산화수가 각각 0과 -2로 되었으므로 O의 산화수는 그대로인 것도 있지만 감소한 것도 있다. 따라서 O_3의 일부가 환원되었으므로 산화제로 작용하였다.

ㄴ. (나)의 MnO_2에서 Mn의 산화수는 $MnCl_2$로 되면서 $+4 \rightarrow +2$로 환원되었다.

ㄷ. (가)에서 산화제 O_3 1몰이 반응할 때 얻은 전자는 2몰, (나)에서 산화제 MnO_2 1몰이 반응할 때 얻은 전자도 2몰이다.

19 화학 반응에서 열의 출입

내신 완성 핵심Q

113쪽

01 ②	02 ③	03 ②	04 ②	05 ③	06 ④	07 ②
08 ②	09 ②	10 ①	11 ⑤	12 ④	13 ⑤	

14 504.72 kJ **15** 해설 참조 **16** 해설 참조

01 ㄱ. 금속과 산의 반응은 열이 방출되므로 발열 반응이다.

ㄷ. 메테인 기체가 연소되는 것은 열이 방출되는 반응이므로 발열 반응이다.

[오답 풀이] ㄴ. 드라이아이스가 승화되어 이산화 탄소로 되는 것은 고체가 기체로 되는 것이므로 흡열 반응이다.

ㄹ. 탄산 칼슘을 가열하면 산화 칼슘과 이산화 탄소로 되는 것은 화합물을 가열하여 두 가지 이상의 물질로 분해하는 열분해 반응으로 흡열 반응이다.

02 ③ 흡열 반응이 일어나면 주위에서 열을 흡수하므로 주위의 온도가 내려간다.

[오답 풀이] ① 중화 반응은 대표적인 발열 반응이다.

④ 광합성은 빛 에너지를 흡수하므로 흡열 반응이다.

⑤ 휴대용 손난로 내부에서는 발열 반응이 일어나기 때문에 난로에서 열이 방출된다.

03 ② 나무판의 물이 얼어서 나무판과 비커가 붙었으므로 나무판의 물은 열을 빼앗겼다.

[오답 풀이] ① 비커에서 흡열 반응이 일어나므로 온도가 내려간다.

③ 비커 속 물질들은 반응하면서 주위의 열을 흡수했으므로 흡열 반응이다.

④ 나무판 위의 물이 언 것은 물이 얼음으로 되면서 주변으로 열을 방출한 것이므로 발열 반응이다.

⑤ 나무판 위의 물을 포함한 주변의 열을 비커 내부 물질이 흡수했으므로 열은 주변에서 비커 내 반응물로 이동하였다.

04 ㄷ. 질산 암모늄과 물이 반응하면서 주변의 열을 흡수하기 때문에 차갑게 느껴지는 것이다.

[오답 풀이] ㄱ. 지퍼 백 내부에서 일어난 반응은 흡열 반응이고 흡수한 열은 화학 반응에 사용되었으므로 지퍼 백 내부 물의 온도는 내려간다.

ㄴ. 질산 암모늄이 물에 녹으면서 주변의 열을 흡수했으므로 흡열 반응이다.

05 ㄱ. 메탄올이 연소되면서 열이 방출되므로 메탄올의 연소는 발열 반응이다.

ㄴ. 물이 얻은 총 열량을 메탄올의 질량으로 나누면 1 g당 발열량을 구할 수 있다.

[오답 풀이] ㄷ. 구리통을 설치하지 않으면 방출된 열 중 일부가 공기 중으로 손실되므로 발열량이 작게 측정되어 1 g당 발열량도 작게 계산된다.

06 (가) 철가루가 산소와 반응하여 열이 방출되는 반응은 발열 반응이므로 손난로로 사용할 수 있다.

(나) 질산 암모늄이 물에 녹을 때 열을 흡수하는 반응은 흡열 반응이므로 냉각 팩에 사용할 수 있다.

(다) 아세트산 나트륨 수용액에서 아세트산 나트륨이 석출될 때 열이 방출되는 것은 발열 반응이므로 손난로로 사용할 수 있다.

07 컵에 든 얼음이 녹을 때 컵의 얼음은 열을 흡수하는 반응을 하고 주변 공기의 온도는 내려간다. 이때 얼음이 녹는 과정은 흡열 반응이다.

08 비커에 들어 있는 드라이아이스($CO_2(s)$)의 크기가 점점 작아지는 것은 고체가 기체로 승화되어 날아가기 때문이다. 이때 $CO_2(s)$는 열을 흡수하여 승화되므로 주위의 온도는 낮아진다.

09 과자 10 g을 연소시키면서 물 100 g을 데워 과자 1 g당 연소시킬 때 발생한 열량을 구하기 위해서는 발생한 총 열량을 과자의 질량으로 나누면 된다. 발생한 총 열량(Q)은 물의 비열(c), 물의 질량(m), 물의 온도 변화(Δt)를 곱하여 구할 수 있다. 따라서 ㄱ. 물의 비열을 알고 ㄹ. 물의 온도 변화를 측정하여야 한다.

10 ㄱ. 통열량계는 시료 접시에서 시료를 연소시켜 발생한 열이 열량계와 물을 데워 온도가 올라갈 때 온도 변화를 측정하여 발생한 열량을 구하기 위한 실험 장치이다.

[오답 풀이] ㄴ. 연료가 연소될 때 발생하는 열량의 일부는 물이 흡수하고 일부는 통열량계가 흡수한다.
ㄷ. 바깥 용기로 단열 용기를 사용하지 않으면 발생한 열량 중 일부가 손실되어 온도 변화는 더 작게 측정된다.

11 발생한 열량(Q)은 물을 포함한 통열량계가 모두 흡수하므로 144 kJ이고, 포도당 9 g은 $\frac{9}{180}$=0.05몰이다. 따라서 포도당 1몰이 완전히 연소될 때 발생하는 열량은 0.05몰 : 144 kJ=1몰 : x kJ로 구할 수 있다. 따라서 x=2880 kJ이다.

12 ㄴ. 발생한 열량(Q)은 수용액이 흡수하므로 '수용액의 비열(c)×수용액의 질량(101 g)×온도 변화(t_2-t_1)'으로 알 수 있다.
ㄷ. $CaCl_2(s)$ 1몰이 용해될 때의 열량은 발생한 총열량을 1몰의 질량으로 나누면 구할 수 있으므로 화학식량을 알아야 한다.
[오답 풀이] ㄱ. $CaCl_2(s)$을 물에 녹였을 때 온도가 처음보다 높아졌으므로 녹는 과정에서 열을 방출했음을 알 수 있다.

13 ⑤ 2 M 수산화 나트륨 수용액(NaOH(aq)) 100 mL에 들어 있는 OH^-은 0.2몰이지만 염산의 양이 일정하여 H^+이 0.1몰 뿐이므로 생성되는 물의 양은 0.1몰이고 발생하는 열량은 Q kJ이다.
[오답 풀이] ② 1 M HCl(aq) 100 mL에 들어 있는 H^+은 0.1몰이고 2 M NaOH(aq) 50 mL에 들어 있는 OH^-도 0.1몰이므로 생성된 물 분자는 0.1몰이다.
③ 화학 반응에서 발생하는 열량은 반응하거나 생성된 물질의 양에 비례한다. 이 반응은 중화 반응이므로 발생한 열량은 반응한 H^+, OH^-의 양과 생성된 물 분자 수에 비례한다.
④ H^+ 0.1몰과 OH^- 0.1몰이 반응할 때 발생한 열량이 Q kJ이므로 1몰씩 반응할 때 발생하는 열량은 10Q kJ이다.

14 에탄올 2.3 g이 연소될 때 방출된 열량(Q)은 통열량계와 물이 얻은 열량의 합으로 구할 수 있고, 에탄올 1몰이 연소될 때 방출되는 열량은 46 g이 연소될 때의 열량이므로 아래와 같이 구할 수 있다.
2.3 : (4.2×300×20)+(1.8×20)=46 : x
x=504720(J)=504.72(kJ)

15 |모범 답안| 56 g : 82000 J=x g : (4.2×500×50) J, x≒71.7(g)
비열이 4.2 J/g·℃인 물 500 g의 온도를 50 ℃ 높이기 위해서 필요한 열량은 (4.2×500×50) J이고 CaO 1몰(56 g)이 모두 용해될 때 방출되는 열량이 82 kJ이므로 필요한 CaO의 질량을 x g이라 하면 56 g : 82000 J=x g : (4.2×500×50) J, x≒71.7(g)이다.

채점 기준	배점(%)
식과 답을 모두 옳게 쓴 경우	100
식과 답 중 하나만 옳게 쓴 경우	50

16 |모범 답안| 냉장고 안에서는 액체 냉매가 팽창하면서 음식물의 열을 흡수하므로 흡열 반응인 기화가 일어난다.

채점 기준	배점(%)
기화라고 쓰고 흡열 반응임을 서술한 경우	100
기화라고만 쓴 경우	50

1등급 공략 핵심Q

116쪽

01 ④ 02 ④ 03 ④ 04 ②

01 (가) 철가루의 산화가 일어나는 휴대용 손난로는 발열 반응이다.
(나) 질산 암모늄 냉각 팩은 주변의 열을 흡수하는 흡열 반응이다.
(다) 알코올을 비롯한 모든 물질의 연소는 발열 반응이다.

02 A(s)가 물에 녹을 때 최종 온도가 2 ℃만큼 올라갔으므로 열을 방출하는 발열 반응이다. A(s)는 2 g이 녹을 때 온도 변화가 2 ℃이므로 1 g당 1 ℃만큼 변했고, B(s)는 3 g이 녹을 때 온도 변화가 1 ℃이므로 1 g당 약 0.3 ℃만큼 변했다. 따라서 1 g이 완전히 물에 녹을 때 출입하는 열량은 A(s)가 크다.

03 통열량계를 이용하여 물질 A 1 g당 발열량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$Q=\frac{(c_{물}\times m_{물}\times \Delta t)+(C_{통열량계}\times \Delta t)}{\text{물질 A의 질량}}$$

ㄴ. 처음 물의 온도가 실제보다 높게 측정되면 Δt(물의 나중 온도−물의 처음 온도)의 값이 작아져 Q가 작아지는 원인이 된다.
ㄷ. 물질 A가 다 타지 않고 남아 있으면 발생한 열량이 감소하므로 Q는 작아진다.
[오답 풀이] ㄱ. 열량계의 열용량을 실제 값보다 큰 값으로 계산하면 Q가 커지는 원인이 된다.

04 메탄올이 연소될 때 방출되는 총열량은 $Q=mc\Delta t=wc(t_2-t_1)$이고 연소된 메탄올의 질량은 m_1-m_2이므로 1 g이 연소될 때 발생하는 열량은 $\frac{wc(t_2-t_1)}{m_1-m_2}$이다.

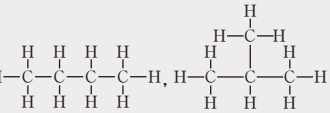
중간·기말고사 대비 대단원 평가 문제

I 화학의 첫걸음 118쪽

01 ⑤ **02** ③ **03** ③ **04** ① **05** ③ **06** ④ **07** ①
08 ⑤ **09** ④ **10** ① **11** ③ **12** ⑤ **13** ① **14** ⑤
15 ⑤ **16** ① **17** ④ **18** ②

[집중공략 서답형 문제]

19 (가) 암모니아 (나) 나일론 **20** 해설 참조

21 뷰테인, 

22 13 : 7 **23** 해설 참조 **24** 해설 참조

25 해설 참조

01 (가)는 암모니아의 합성으로 인한 비료의 대량 생산으로, (나)는 화석 연료를 원료로 한 합성 섬유의 대량 생산으로 해결되었으며, (다)는 철의 제련과 같은 건축 재료의 개발로 화학적인 해결이 이루어졌다.

02 화학 반응식은 $N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3$이다.
ㄱ. ㉠과 ㉡은 각각 N_2, H_2로 모두 2개의 원자가 공유 결합하여 이루어지는 2원자 분자이다.
ㄷ. 이 반응으로 암모니아(NH_3)의 대량 생산이 이루어졌고, 이를 통해 비료의 대량 생산이 가능해졌다.
[오답 풀이] ㄴ. 공기 중에 가장 많은 기체는 ㉠ 질소(N_2)이다.

03 모브는 영국의 퍼킨이 말라리아 치료제를 연구하던 중 발견한 최초의 합성염료로, 합성염료의 개발로 많은 사람들이 다양한 색깔의 옷을 입을 수 있는 계기가 되었다.

04 ㄱ. 철근의 주성분은 철로 철광석과 코크스의 산화 환원 반응을 통해서 얻을 수 있다.
[오답 풀이] ㄴ. 시멘트의 주성분은 석회석으로 이는 화석 연료로부터 얻지 않고 자연 상태의 석회암 등에서 얻을 수 있다.
ㄷ. 철근 콘크리트를 사용하면서 높은 건축물을 지을 수 있게 되었고, 건축 기간은 이전보다 짧아지게 되었다.

05 ㄱ. 메테인과 포도당은 모두 탄소(C)를 포함하는 물질이므로 탄소 화합물이다.
ㄴ. 메테인이 산소와 반응할 때 생성되는 열에너지는 우리 생활에서 이용하고, 포도당이 산소와 반응할 때 생성되는 열에너지는 우리 몸에서 이용한다.
[오답 풀이] ㄷ. 메테인은 자연 상태에서 얻어지는 천연가스에 포함되어 있고, 포도당은 식물의 광합성에서 생성되므로 2가지 물질 모두 원유의 분별 증류로는 얻을 수 없다.

06 ㄴ. (가)~(다)의 분자식은 각각 CH_4, C_2H_6, C_3H_8이다. 각 분자에서 C가 차지하는 질량이 클수록 같은 질량을 연소시켰을 때 생성되는 이산화 탄소의 질량이 크므로, 같은 질량을 완전 연소시켰을 때 생성되는 이산화 탄소의 질량은 (다)>(나)>(가)이다.
ㄷ. (가)~(다)의 탄화수소는 모두 연소할 때 많은 열이 발생하므로 연료로 이용할 수 있다.
[오답 풀이] ㄱ. 탄화수소는 탄소 수가 증가할수록 끓는점이 높아지므로 끓는점은 (다)>(나)>(가)이다.

07 메테인(CH_4)의 결합각은 109.5°이고, 완전 연소하면 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성된다. 또한 천연가스의 주성분이며, 이산화 탄소와 함께 대표적인 온실 기체이다. 가정용 연료와 시내버스의 연료로 이용된다.
[오답 풀이] ②는 뷰테인(C_4H_{10}), ③은 아세트산(CH_3COOH), ④는 에탄올(C_2H_5OH), ⑤는 폼알데하이드(HCHO)이다.

08 아세트산은 탄소를 포함하는 탄소 화합물이고, 카복실기(−COOH)와 같은 작용기 때문에 물과 잘 섞인다. 또한 물에 녹아서 수소 이온(H^+)을 생성하므로 산성을 띠는 물질이고, 식초에 이용된다. 에탄올을 발효시켜서 얻을 수 있다.
⑤ 살균 소독 작용이 있어서 소독용 알코올에 이용되는 탄소 화합물은 에탄올(C_2H_5OH)이다.

09 ㄴ. Y는 X보다 분자량이 작고, 구성 원자 수가 많으므로 1 g에 있는 분자 수는 분자량이 작은 Y가 X보다 많고 1 g에 있는 원자 수도 Y>X이다.
ㄷ. 0 ℃, 1기압에서 기체의 부피는 기체의 분자 수에 비례하므로 같은 질량일 때 물질의 양(mol)이 큰 Y가 X보다 같은 질량의 부피도크다.
[오답 풀이] ㄱ. X의 분자량은 17이므로 16 g은 1몰보다 작다. 따라서 1몰의 분자 수인 아보가드로수보다 작다.

10 ㄱ. A_2의 분자량은 28이므로 (가)는 0.1몰이, (나)는 이와 부피가 같으므로 같은 양(mol)인 0.1몰이다.
[오답 풀이] ㄴ. (다)는 2 L이므로 부피가 (가)의 2배이므로 기체의 양(mol)은 0.2몰이다. AB_3의 분자량이 17이므로 3.4 g이고 $x=3.4$이다.
ㄷ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이므로 밀도비는 (나) : (다)$=\frac{0.2}{1} : \frac{3.4}{2}=2 : 17$이다.

11 ㄱ. 온도와 압력이 같으면 기체의 부피비는 분자 수비와 같다. A는 w g이 2 L이고, B는 w g이 1 L이므로 같은 질량의 분자 수는 A가 B의 2배이다. 따라서 분자량비는 A : B=1 : 2이다.
ㄴ. 기체의 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이다. 따라서 (가)에서 $\frac{w\text{ g}}{2\text{ L}}$, (나)에서 $\frac{2w\text{ g}}{3\text{ L}}$이므로 기체의 밀도비는 (가) : (나)=3 : 4이다.
[오답 풀이] ㄷ. (나)에 기체 B w g을 추가로 넣으면 1 L에 해당하는 기체의 분자 수가 증가하게 되므로 기체의 부피는 4 L가 된다.

12 ㄱ. A, B의 원자량을 각각 a, b라고 했을 때, 1 g당 분자 수는 분자량에 반비례하므로 분자량비는 AB_2 : AB_3 = 4 : 5이다. $a+2b=4$, $a+3b=5$이므로 $a=2$, $b=1$이다. 따라서 원자량비는 A : B = 2 : 1이다.

ㄴ. 같은 질량의 원자 수비는

(가) : (나) = $4N \times 4 : 5N \times 3 = 16 : 15$이다.

ㄷ. 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도는 기체의 분자량에 비례하므로 (가) : (나) = 5 : 4이다.

13 (가)는 분자 3.01×10^{23}개이므로 0.5몰, (나)는 0.25몰의 분자, (다)는 5 L의 기체가 들어 있으므로 (나)에서 0.25몰의 기체가 7 L인 것을 토대로 비례식으로 풀어보면 $0.25 : 7 = x : 5$에서 $x = \frac{5}{28}$몰이다.

ㄱ. (가)에서 기체의 양(mol)은 0.5몰이고, (나)에서 0.25몰의 기체가 7 L이므로 (가)의 부피는 14 L이다.

[오답 풀이] ㄴ. (가)에서 XY_2 0.5몰의 질량이 23 g이므로 분자량은 46이다. (나)에서 ZY 0.25몰의 질량이 7 g이므로 분자량은 28이다. (다)에서 X_2 $\frac{5}{28}$몰의 질량이 5 g이므로 분자량은 28이고, X의 원자량은 14이다. 따라서 (가)에서 XY_2의 분자량이 46인 것으로부터 Y의 원자량이 16이고, (나)에서 ZY의 분자량이 28인 것으로부터 Z의 원자량이 12임을 알 수 있으므로 원자량비는 X : Y : Z = 14 : 16 : 12 = 7 : 8 : 6이다.

ㄷ. (다)에서 X_2의 양(mol)이 $\frac{5}{28}$몰이므로 원자의 수는 $\frac{5}{28} \times 2 = \frac{5}{14}$몰이다.

14 화학 반응식은 (가) $C(s)+O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$,

(나) $2Mg(s)+O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$이다.

ㄱ. $x=1$, $y=2$이므로 $x+y=3$이다.

ㄴ. (가)에서는 1몰의 O_2에 C 1몰이 반응하고, (나)에서는 1몰의 O_2에 Mg 2몰이 반응하므로 같은 양(mol)의 O_2와 반응하는 C와 Mg의 몰비는 1 : 2이다.

ㄷ. C와 Mg의 원자량비는 1 : 2이므로 반응 몰비로부터 같은 질량의 C, Mg과 반응한 O_2의 몰비는 (가) : (나) = $1 : \frac{1}{4} = 4 : 1$이다.

15 화학 반응식은 $C_2H_5OH(l)+3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)+3H_2O(l)$이다.

ㄱ. $a=1$, $b=3$, $c=2$, $d=3$이므로 $a+b<c+d$이다.

ㄴ. CO_2 8.8 g의 양(mol)은 0.2몰이므로 반응한 C_2H_5OH의 양(mol)은 계수비에 따라 0.1몰이다. C_2H_5OH의 분자량은 46이므로 0.1몰은 4.6 g이다.

ㄷ. C_2H_5OH 2.3 g은 $\frac{1}{20}$몰이므로 이를 완전 연소시키기 위한 O_2의 양(mol)은 $\frac{3}{20}$몰이다. 따라서 부피는 $\frac{3}{20} \times 22.4 = 3.36$ (L)이다.

16 ㄱ. 수용액 (가)의 NaOH의 양(mol)은 $0.1 \times 0.2 = 0.02$(몰)이다. NaOH의 화학식량은 40이므로 질량은 0.8 g이다. 따라서 (가)와 (나)의 NaOH의 질량은 같다.

[오답 풀이] ㄴ. 수용액 (가)의 밀도가 1.01 g/mL이므로 수용액의 질량은 202 g이다. 이 중 NaOH의 질량이 0.8 g이므로 물의 질량은 201.2 g이다. 따라서 (나)에서 물의 질량 100 g의 2배보다 크다.

ㄷ. 수용액 (가)와 (나)의 NaOH의 총 양(mol)은 0.04몰이고, 수용액의 부피가 1 L이므로 몰 농도는 0.04 M이다.

17 ㄱ. 0.1 M NaOH 수용액 1 L에 들어 있는 NaOH의 양(mol)은 0.1몰이다 NaOH의 화학식량은 40이므로 $x=4$이다.

ㄷ. 용기 ㉠에 넣어 수용액을 1 L로 만들어야 하므로 ㉠은 부피 플라스크이다.

[오답 풀이] ㄴ. 30 % NaOH에서 4 g의 NaOH이 얻어져야 하므로 $\frac{30}{100} \times y = 4$에서 $y = \frac{40}{3}$이다.

18 반응 후 실린더의 부피는 1 L가 되었으므로 기체의 총 부피는 강철 용기 3 L와 합하여 4 L가 된 것이다. 같은 온도와 압력에서 반응 전 3 L에 0.3몰의 기체가 있었으므로 반응 후 4 L에는 0.4몰의 기체가 있다. 이때 기체 B와 C의 양(mol)이 같다고 하였으므로 B와 C의 양(mol)은 각각 0.2몰이다. 화학 반응식의 양적 관계를 물질의 양(mol)으로 나타내면

	$3A(g)$	$+\ bB(g)$	$\longrightarrow cC(g)$
반응 전	0.3	0.3	
반응	-0.3	$-0.1b$	$+0.1c$
반응 후		$0.1(3-b)$	$0.1c$

따라서 $0.1(3-b)=0.2$이고, $0.1c=0.2$이므로 $b=1$, $c=2$이다.

ㄴ. 반응 후 실린더의 부피가 1 L가 되었으므로 기체의 총부피는 4 L이고, 총 양(mol)은 0.4몰이다.

[오답 풀이] ㄱ. $b=1$, $c=2$이므로 $b+c=3$이다.

ㄷ. 남은 반응물은 B 0.2몰이므로 이를 모두 반응시키기 위해 필요한 기체 A는 0.6몰이다.

19 (가) 공기 중의 질소와 수소를 반응시켜 만든 비료의 원료는 암모니아(NH_3)이다.

(나) 최초의 합성 섬유는 1937년 미국 캐러더스가 발명한 나일론이다. 나일론은 질기고 유연하여 여러 분야에서 활용된다.

20 에탄올(C_2H_5OH)과 아세트산(CH_3COOH)은 모두 탄소를 포함하는 화합물이고, 의약품의 원료로 활용된다. 에탄올에는 $-OH$, 아세트산에는 $-COOH$의 작용기가 있어서 물에 잘 녹는다.

|모범 답안| 탄소 화합물이다. 물에 잘 녹는다. 의약품의 원료로 사용할 수 있다. 등

채점 기준	배점(%)
두 물질의 공통점을 2가지 이상 옳게 서술한 경우	100
두 물질의 공통점을 1가지만 옳게 서술한 경우	50

21 LPG의 주성분은 프로페인(C_3H_8), 뷰테인(C_4H_{10})이고, 이 중 분자당 탄소 수가 4인 물질은 뷰테인이다. 프로페인과 뷰테인은 모두 무극성 물질로, 물에 잘 섞이지 않는다. 뷰테인은 서로 다른 구조를 갖는 2가지 물질이 있다.

22 (가)의 분자식은 AB이고 분자량의 상댓값은 10이며, (나)의 분자식은 A_3B, A_2B_2, AB_3가 가능하지만 분자량의 상댓값이 (가)의 2배보다 작으므로 원자량이 작은 B가 더 많은 AB_3이다. A와 B의 원자량을 각각 a, b라고 하면 $a+b=10$, $a+3b=17$이므로 $a=6.5$, $b=3.5$이고 원자량비는 A : B = 13 : 7이다.

23 같은 온도와 압력에서 기체는 같은 부피에 같은 수의 분자가 들어 있으므로 A~C의 부피가 12 L가 되게 하면 A는 8 g, B는 9 g, C는 22 g이다. 따라서 분자량비는 A : B : C = 8 : 9 : 22이다.

|모범 답안| 각 기체 12 L가 나타내는 질량비가 같은 수의 분자가 나타내는 질량비인 분자량이므로 분자량비는 A : B : C = 8 : 9 : 22이다.

채점 기준	배점(%)
분자량비와 구하는 과정을 옳게 서술한 경우	100
분자량비만 옳게 구한 경우	50

24 화학 반응식에서 계수비는 몰비이므로 10 g의 Al의 양(mol)을 알아내기 위해 Al의 원자량이 필요하다. 또한 화학 반응식에서 Al과 H_2의 몰비가 2 : 3이므로 반응한 Al 양(mol)의 1.5배인 H_2의 양(mol)을 구한 다음, 부피를 구하기 위해서는 25 ℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피를 알아야 한다.

|모범 답안| 화학 반응식에서 계수비는 몰비이므로 10 g의 Al의 양(mol)을 알아내기 위해 Al의 원자량이 필요하다. 화학 반응식에서 Al과 H_2의 몰비가 2 : 3이므로 H_2의 부피를 구하기 위해서는 25 ℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피를 알아야 한다.

채점 기준	배점(%)
필요한 자료 2가지와 각각의 자료가 필요한 까닭을 옳게 서술한 경우	100
필요한 자료만을 서술하고 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	50

25 A의 질량이 4 g일 때 반응이 완결되어 C의 질량이 5 g이므로 B의 질량은 1 g이다. 따라서 A~C의 반응 질량비는 4 : 1 : 5이고, 분자량비는 4 : 2 : 5이므로 반응 몰비는 $\frac{4}{4} : \frac{1}{2} : \frac{5}{5} = 2 : 1 : 2$이다. 반응 몰비는 계수비와 같으므로 화학 반응식은 $2A(g)+B(g) \rightarrow 2C(g)$이다.

|모범 답안| 반응이 완결되었을 때 A와 C의 질량이 각각 4 g, 5 g이므로 B의 질량은 1 g이다. 분자량비가 4 : 2 : 5이므로 반응 몰비는 A : B : C = 2 : 1 : 2이다. 따라서 화학 반응식은 $2A(g)+B(g) \rightarrow 2C(g)$이다.

채점 기준	배점(%)
화학 반응식을 쓰고, 구하는 과정을 옳게 서술한 경우	100
화학 반응식만 옳게 쓴 경우	50

Ⅱ 원자의 세계 123쪽

01 ② **02** ③ **03** ③ **04** ① **05** ⑤ **06** ② **07** ③
08 ① **09** ② **10** ② **11** ⑤ **12** ③ **13** ② **14** ③
15 ① **16** ③

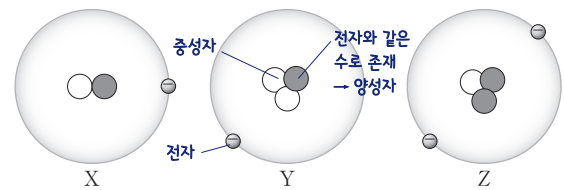
[집중공략 서답형 문제]

17 해설 참조
18 주 양자수: (가)=(나)=(다), 방위 양자수: (나)=(다)>(가)
19 해설 참조 **20** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조
21 (1) A: 3, B: 1, C: 2 (2) 해설 참조

01 (가)는 톰슨의 음극선 실험이고, (나)는 러더퍼드의 알파 입자 산란 실험이다. 톰슨은 음극선 실험을 통해 전자의 존재를 확인하고, 양전하를 띠는 공 모양의 원자 속에 음전하를 띠는 전자가 박혀 있는 원자 모형을 제안하였다. 러더퍼드는 알파 입자 산란 실험을 통해 원자핵의 존재를 확인하고, 원자의 중심에 원자핵이 있고 대부분 비어 있는 공간 주위로 전자가 원운동을 하는 원자 모형을 제안하였다.

02

[자료 분석]



구분	X	Y	Z
양성자수	1	1	2
중성자수	1	2	1
전자 수	1	1	2

ㄱ. 원자는 전기적으로 중성이므로 전자 수와 양성자수는 같다. 따라서 Y에서 전자와 같은 수로 존재하는 ◯이 양성자이므로 X와 Y의 양성자수는 1로 같다.

ㄴ. 질량수는 양성자수와 중성자수를 합한 값과 같으므로 Y와 Z 모두 3으로 같다.

[오답 풀이] ㄷ. X와 Z는 양성자수가 각각 1과 2로 서로 다르므로 동위 원소가 아닌 서로 다른 원소이다.

03 X의 양성자수는 1이고, 전자 수는 X와 Y가 같으므로 Y의 양성자수도 1이다. 또한 X의 전자 수와 Y의 양성자수의 합은 Z의 전자 수와 같으므로 Z의 양성자수는 2이다.

ㄱ. X와 Y는 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 같다.

ㄷ. Y, Z의 중성자수를 각각 x, y라고 할 때 질량수는 Z가 Y의 2배이다. 따라서 $(2+y)=2(1+x)$에서 $y=2x+1$이므로 중성자수는 Z가 Y의 2배이다.

[오답 풀이] ㄴ. 동위 원소는 양성자수는 같으나 중성자수가 달라

질량수가 다른 원소이다. X의 양성자수는 1, Z의 양성자수는 2이므로 X와 Z는 서로 다른 원소이다.

04

[자료 분석]

원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수가 같다. → a, b는 전자 또는 양성자이다.

양성자수가 같으므로 동위 원소이다.

원자 또는 이온	X	Y	Z^+
a의 수	N		$3N$
b의 수	N	N	
c의 수		$2N$	$3N$

c가 양성자라면 중성 원자인 Y에서 양성자수와 같은 값을 가지는 전자는 a이어야 한다. 따라서 a 수=c 수이다. 그런데 전자를 1개 잃고 형성된 Z^+의 전자 수가 $3N$이면 원자 Z의 전자 수는 $3N$보다 크므로 Z에서 a 수와 c 수가 다르다. 따라서 c는 양성자가 아니라 중성자이다.

X와 Y는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수가 같고, Z^+은 +1의 전하를 띠므로 양성자수가 전자 수보다 많다. X에서 a와 b의 수가 같으므로 a와 b는 양성자 또는 전자이고, c는 중성자임을 알 수 있다. 또한 Z^+은 +1의 전하를 띠므로 만약 a가 전자라면 Z의 양성자수는 $3N$보다 크고, a가 양성자라면 Z의 양성자수는 $3N$이므로, Z의 양성자수는 $3N$이거나 $3N$보다 크다.

ㄱ. 질량수는 양성자수와 중성자수의 합과 같다. Y는 양성자수가 N, 중성자수가 $2N$이므로 질량수는 $3N$이고, Z는 양성자수는 $3N$이거나 $3N$보다 크고 중성자수는 $3N$이므로 질량수는 $6N$이거나 $6N$보다 크다. 따라서 질량수는 Z가 Y보다 크다.

[오답 풀이] ㄴ. 전자 수는 X가 N, Y가 N이므로 X와 Y가 같다.

ㄷ. 양성자수는 X가 N, Y가 N이고, Z는 $3N$이거나 $3N$보다 크므로 X와 Y의 양성자수의 합은 Z보다 작다.

05 주 양자수(n)가 4 이하인 전자 껍질에서 일어나는 전자 전이 중 전이 전후 주 양자수의 차이가 3인 Ⅲ은 $n=4 \rightarrow n=1$의 전자 전이이다. 또한 방출되는 빛의 에너지가 Ⅰ>Ⅱ이므로 Ⅰ은 $n=2 \rightarrow n=1$의 전자 전이이고, Ⅱ는 $n=4 \rightarrow n=2$의 전자 전이이다.

ㄱ. 가시광선 영역의 빛은 수소 원자에서 들뜬상태의 전자가 $n=2$인 전자 껍질로 전이될 때 방출되는 빛이다. 따라서 $n=4 \rightarrow n=2$의 전자 전이인 Ⅱ의 1가지이다.

ㄴ. 전이가 일어나기 전의 주 양자수는 Ⅰ은 2, Ⅱ는 4이므로 Ⅱ가 Ⅰ보다 크다.

ㄷ. $E_Ⅰ+E_Ⅱ$는 $n=4 \rightarrow n=1$로 전자가 전이될 때 방출하는 빛에너지의 크기와 같다. 따라서 $E_Ⅰ+E_Ⅱ=E_Ⅲ$이다.

06 주 양자수가 1인 p 오비탈은 존재하지 않으므로 s 오비탈의 주 양자수가 p 오비탈의 주 양자수보다 크다면 $n=2$일 때이다. 따라서 (가)는 $3s$ 오비탈, (나)는 $2p_x$ 오비탈이다.

ㄴ. 방위 양자수는 오비탈의 모양을 나타내며, s 오비탈은 0, p 오비탈은 1이다. 따라서 방위 양자수는 (나)가 (가)보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. $n=2$이다.

ㄷ. 오비탈의 에너지 준위는 (가) $3s$ 오비탈이 (나) $2p_x$ 오비탈보다 높다.

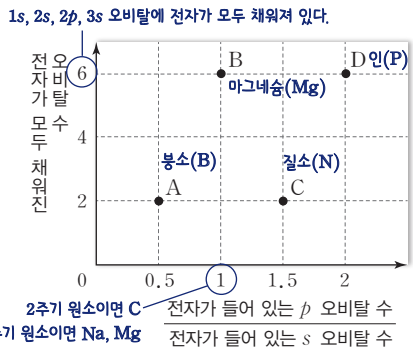
07 ㄱ. A에서 $2s$ 오비탈의 전자 1개가 $2p$ 오비탈로 전이하였으므로 들뜬상태이며, A의 전자 배치는 쌓음 원리에 어긋난다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가한다. 따라서 원자가 전자의 유효 핵전하는 C가 B보다 크다.

[오답 풀이] ㄴ. A는 원자가 전자 수가 4이고, B는 원자가 전자 수가 5이므로 서로 다르다.

08

[자료 분석]



A는 B, B는 Mg, C는 N, D는 P이고, 각 원자의 바닥상태 전자 배치는 다음과 같다.

A(B): $1s^2 2s^2 2p^1$, B(Mg): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, C(N): $1s^2 2s^2 2p^3$, D(P): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

ㄱ. 원자가 전자의 주 양자수는 A가 2, B가 3이다.

[오답 풀이] ㄴ. 바닥상태에서 홀전자 수는 B가 0, D가 3이다.

ㄷ. 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지는 감소한다. 따라서 원자 번호가 작은 C가 D보다 제1 이온화 에너지가 크다.

09 A와 B는 전자가 들어 있는 오비탈의 수가 5이므로 A의 전자 배치는 $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$이고, B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 A가 4, B가 5이므로 B가 A보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. A에서 $n=2$인 전자는 s 오비탈에 1개, p 오비탈에 3개가 배치되어 있고, s 오비탈에 있는 전자의 방위 양자수는 0, p 오비탈에 있는 전자의 방위 양자수는 1로 서로 다르다.

ㄷ. A와 B는 모두 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 3으로 같다.

10 바닥상태에서 1족, 2족, 16족, 17족 원소들의 홀전자 수는 각각 1, 0, 2, 1이고, A와 D는 홀전자 수가 서로 같으므로 A는 1족, D는 17족 원소이다. A와 B는 원자가 전자 수가 같으므로 B는 1족이며, A, C, D는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같으므로 모두 3주기 원소이다. 따라서 A는 3주기 1족, B는 4주기 1족, C는 3주기 16족, D는 3주기 17족 원소이다.

ㄴ. B는 4주기 1족 원소로 제1 이온화 에너지는 3, 4주기 원소 중 가장 작고, 제2 이온화 에너지는 3주기 1족 원소 다음으로 크므로 $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$는 B가 C보다 크다.

[오답 풀이] ㄱ. 주기율표에서 원자 반지름은 왼쪽 아래로 갈수록 증가하므로, 4주기 1족 원소인 B가 가장 크다.
ㄷ. A는 3주기 1족 원소로 안정한 이온은 Ne과 전자 배치가 같고, D는 3주기 17족 원소로 안정한 이온은 Ar과 전자 배치가 같다. 따라서 A와 D의 안정한 이온의 전자 배치는 서로 다르다.

11 ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 커지므로 (가)보다 (나)의 유효 핵전하가 크다.
ㄴ. 가려막기 효과는 안쪽 전자 껍질에 있는 전자가 같은 전자 껍질에 있는 전자보다 크므로 (가)에서 원자가 전자에 대한 가려막기 효과는 a가 b보다 크다.
ㄷ. (가)에서 에너지가 낮은 $3s$ 오비탈에서 전자 b를 떼어 낼 때는 (나)의 $3p$ 오비탈에 있는 전자 c를 떼어 낼 때보다 더 많은 에너지를 필요로 한다.

12 원자 번호가 8~12인 원소는 O, F, Ne, Na, Mg이다. Ne을 제외한 4가지 원소의 안정한 이온의 전자 배치는 $O^{2-}>F^-$ $>Na^+>Mg^{2+}$이므로 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.
ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 작아지므로 원자 반지름은 A가 B보다 크다.
ㄴ. O와 F에서 전자 1개를 떼어 낸 후의 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^3$, $1s^2 2s^2 2p^4$이므로 F의 경우 1개의 p 오비탈에 들어 있는 2개의 전자 사이의 반발력이 커서 전자를 떼어 내기 쉬우므로 제2 이온화 에너지는 O가 F보다 크다. 따라서 제2 이온화 에너지는 C>D이다.
[오답 풀이] ㄷ. 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 A~D 모두 3으로 같다.

13 Na, Be, Al 중 제1 이온화 에너지는 Be이 가장 크고, 원자 반지름은 Na이 가장 크다. 따라서 A는 Be, B는 Al, C는 Na이다.
ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가한다. 따라서 원자 번호가 큰 B가 C보다 원자가 전자의 유효 핵전하가 크다.
[오답 풀이] ㄱ. A는 Be이다.
ㄴ. C는 3주기 1족 원소이므로 전자 1개를 떼어 내면 2주기 18족 원소인 Ne과 전자 배치가 같아진다. 따라서 C에서 두 번째 전자를 떼어 낼 때 많은 에너지가 필요하므로 제2 이온화 에너지는 C가 A보다 크다.

14

[자료 분석]

분류 기준	예	아니요
2주기 원소인가?	B, C	A 3주기
$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}=1$인가?	A, B	C
바닥상태에서 홀전자 수가 x개인가?	B, C	A

O: $1s^2 2s^2 2p^4$ — B가 O이므로 홀전자는 2개
Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ — $x=2$

2, 3주기 원소 중 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}=1$인 원소는 O와 Mg이다. 따라서 A는 3주기 원소이므로 Mg, B는 2주기 원소인 O이다.
ㄱ. 바닥상태에서 B(O)는 홀전자 수가 2이므로 C의 홀전자 수도 2이다. 따라서 $x=2$이고, C는 2주기 14족 원소인 탄소이다.
ㄷ. A(Mg)와 B(O)의 안정한 이온의 바닥상태 전자 배치는 모두 Ne과 같다.
• Mg^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6$ • O^{2-}: $1s^2 2s^2 2p^6$
[오답 풀이] ㄴ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 클수록 감소한다. 따라서 2주기 14족 원소인 C(C)가 2주기 16족 원소인 B(O)보다 원자 반지름이 크다.

15 18족 원소를 제외하고 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 3인 원소는 N, O, F, Na, Mg이다. 이 원소들의 원자 반지름은 Na>Mg>N>O>F이고, 이온화 에너지는 F>N>O>Mg>Na이므로 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 N, E는 F이다.
ㄱ. A와 B는 모두 금속 원소이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
[오답 풀이] ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가하므로 C가 D보다 크다.
ㄷ. 바닥상태에서 B의 홀전자 수는 0, E의 홀전자 수는 1이므로 홀전자 수는 E가 B보다 크다.

16 바닥상태에서 p 오비탈의 전자 수비가 A : B=2 : 3이므로, A가 C(탄소)라면 B는 N(질소)이어야 하는데 B 이온 반지름이 매우 작으므로 이는 해당되지 않는다. A가 O(산소)라면 B는 Na, Mg 중 하나이고, 이는 제시된 이온 반지름의 자료와 부합한다. 홀전자 수는 C>B, 전자가 들어 있는 오비탈 수는 B>C이고, 이온 반지름은 A>C>B이므로 C는 플루오린(F)이고, B는 마그네슘(Mg)이다.
ㄱ. B는 Mg이며, B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$이므로 홀전자 수는 0이다.
ㄷ. 제1 이온화 에너지는 2주기 17족 원소인 C(F)가 2주기 16족 원소인 A(O)보다 크다.
[오답 풀이] ㄴ. 원자 반지름은 3주기 2족 원소인 B(Mg)가 2주기 17족 원소인 C(F)보다 크다.

17 대부분의 알파 입자가 금박을 그대로 통과하므로 원자의 대부분은 빈 공간이며, 상당히 무겁고 양전하를 띠는 알파 입자가 큰 각도로 휘어지거나 튕겨져 나오려면 양전하를 띤 입자가 매우 작은 부피 속에 모여 있어야 하므로 원자 중심에 양전하를 띠고, 크기가 작으며, 질량이 큰 원자핵이 있음을 알 수 있다.
|모범 답안| 원자는 대부분 빈 공간으로 되어 있다. 원자핵은 크기가 작고 질량이 크며, 양전하를 띤다.

채점 기준	배점(%)
원자와 원자핵의 특징 1가지씩을 모두 옳게 서술한 경우	100
원자와 원자핵의 특징 중 1가지만을 옳게 서술한 경우	50

18 (가)~(다)의 주 양자수는 모두 2로 같다. 방위 양자수는 오비탈의 모양을 결정하는 것으로 (가)는 0, (나)와 (다)는 모두 1이다.

19 수소 원자에는 전자가 1개만 있으므로 가려막기 효과가 없고, 탄소 원자에는 전자가 6개 있으므로 가려막기 효과가 나타난다.
|모범 답안| 수소 원자에는 전자가 1개만 있어 가려막기 효과가 없으므로 전자에 작용하는 핵전하는 +1이다. 그러나 탄소 원자에는 6개의 전자가 있으므로 이들 전자의 가려막기 효과로 인해 전자에 작용하는 실제 핵전하가 작아지므로 유효 핵전하는 +6보다 작다.

채점 기준	배점(%)
수소 원자와 탄소 원자에서 전자에 작용하는 핵전하의 크기의 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
수소 원자와 탄소 원자 중 1가지에 대해서만 옳게 서술한 경우	50

20 (1) A는 2주기 1족 원소, B는 2주기 17족 원소, C는 3주기 1족 원소이다. 따라서 A와 B는 같은 주기 원소이다. 같은 주기 원소에서는 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하는 증가한다.
|모범 답안| A<B, 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 가려막기 효과와 핵전하가 모두 증가하는데, 가려막기 효과보다 핵전하의 증가가 더 큰 영향을 미치기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
유효 핵전하의 크기 비교와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
유효 핵전하의 크기 비교만 옳게 한 경우	40

(2) 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 커진다.
|모범 답안| C>A>B, 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 커지므로 원자 반지름은 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하여 원자 반지름은 커지기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
원자 반지름의 비교와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
원자 반지름의 비교만 옳게 한 경우	40

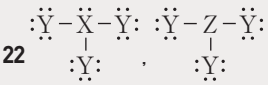
21 (1) 안쪽 전자 껍질의 전자를 떼어 낼 때 많은 에너지가 필요하므로 순차 이온화 에너지가 급격히 증가한다. A는 $E_3 \ll E_4$, B는 $E_1 \ll E_2$, C는 $E_2 \ll E_3$이므로 원자가 전자 수는 A가 3, B가 1, C가 2이다.
(2) A는 3주기 13족 원소이고, C는 3주기 2족 원소이다. 일반적으로 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지가 증가하는데, 2족과 13족 원소는 전자 배치 때문에 2족 원소의 이온화 에너지가 더 크다.
|모범 답안| C>A, C에서 에너지 준위가 낮은 $3s$ 오비탈의 전자를 떼어 낼 때보다 A에서 에너지 준위가 높은 $3p$ 오비탈의 전자를 떼어 내기가 더 쉽기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
제1 이온화 에너지의 크기를 옳게 비교하고, 오비탈을 이용하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
제1 이온화 에너지의 크기만 옳게 비교한 경우	40

III 화학 결합과 분자의 세계 128쪽

01 ③	02 ③	03 ④	04 ③	05 ③	06 ③	07 ⑤
08 ⑤	09 ③	10 ①	11 ⑤	12 ②	13 ③	14 ④
15 ④	16 ③	17 ③	18 ③			

[집중공략 서답형 문제]

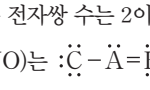
19 (가) 이온 결합 (나) 공유 결합 (다) 금속 결합 (라) 공유 결합
20 B>A>C **21** (가) 삼각뿔형 (나) 평면 삼각형, $\beta > \beta' > \alpha$
22 
23 해설 참조 **24** 해설 참조 **25** 해설 참조

01 ㄱ. 물은 극성 공유 결합 물질이다.
ㄴ. Na_2SO_4은 순수한 물에 전류가 잘 흐르게 해 주는 물질로 물에 녹아서 이온 수를 증가시키므로 이온 결합 물질이다.
[오답 풀이] ㄷ. 각 전극에서 생성된 기체는 H_2, O_2로 공유 결합 물질이다.

02 ③ 공유 결합 물질은 비금속과 비금속 사이의 화학 결합, 이온 결합은 금속과 비금속 사이의 화학 결합, 금속 결합은 금속 양이온과 자유 전자 사이의 화학 결합으로 이루어져 있다. 따라서 H_2O은 공유 결합 물질, NaCl은 이온 결합 물질, Fe은 금속 결합 물질이다.

03 ④ G는 13족 원소이므로 안정한 이온이 되면 G^{3+}이 되고, C는 16족 원소이므로 안정한 이온이 되면 C^{2-}이 되므로 G와 C로 이루어진 화합물은 $G_2C_3(Al_2O_3)$이다.
[오답 풀이] A는 1족, C는 16족 원소이므로 A와 C의 화합물은 $A_2C(H_2O)$이다. B는 15족, D는 17족 원소이므로 B와 D의 화합물은 $BD_3(NF_3)$이다. F는 2족, D는 17족 원소이므로 F와 D의 화합물은 $FD_2(MgF_2)$이다. H는 2족, C는 16족 원소이므로 H와 C의 화합물은 HC(CaO)이다.

04 화합물 ABC는 NaOH이다
ㄱ. 원자 상태에서 전자 수는 A가 11, B가 8, C가 1이므로 원자 번호는 A>B>C이다.
ㄴ. 화합물 ABC에서 A는 전자를 1개 잃고 양이온이 되면서 가장 바깥 전자 껍질의 전자가 8개가 되었으므로 옥텟 규칙을 만족하고, B는 C와 전자쌍 1개를 공유함으로써 옥텟 규칙을 만족한다.
[오답 풀이] ㄷ. 화합물 ABC는 이온 결합 물질이고, 용융 상태에서 A는 (+)전하를 띠므로 전기 분해하면 (−)극에서 A가 석출된다.

05 A~C는 각각 N, O, F이다.
ㄱ. $AC_3(NF_3)$는 공유 결합 물질이다.
ㄴ. $BC_2(OF_2)$는 중심 원자인 B와 C 사이에 1개의 공유 전자쌍이 각각 있는 분자이므로 공유 전자쌍 수는 2이다.
[오답 풀이] ㄷ. CAB(FNO)는  로 비공유 전자쌍 수는 6이다.

06 (가)는 OF_2, (나)는 CO_2이다.

ㄱ. (가)와 (나)는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

ㄴ. (가)를 이루는 원소인 O, F와 (나)를 이루는 원소인 C, O는 모두 2주기 원소이다.

[오답 풀이] ㄷ. (가)의 비공유 전자쌍 수는 8이고, 공유 전자쌍 수는 2이다. (나)의 비공유 전자쌍 수는 4이고, 공유 전자쌍 수도 4이다. 따라서 (가)는 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍 수보다 많다.

07 (가)는 공유 결합, (나)는 이온 결합, (다)는 금속 결합이다.

ㄱ. Si와 O는 모두 비금속 원소이고, 석영은 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 물질이다(공유 결정).

ㄴ. NaCl을 형성하는 (다)는 이온 결합으로 Na^+과 Cl^-이 결합하며 Na과 Cl 원자는 전자를 잃거나 얻어서 이온을 형성할 때 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄷ. 고체 NaCl을 용융 전기 분해하여 얻은 물질 중 Na은 금속이므로 금속 결합인 (다)를 형성한다.

08 화학 결합 모형으로부터 M은 금속 결합 물질임을 알 수 있다.

⑤ 전류를 흘려 주면 금속 양이온(B)은 이동하지 않지만 자유 전자(A)가 이동하여 전하를 운반하므로 전류가 흐르게 된다.

[오답 풀이] ③ 자유 전자가 자유롭게 이동하여 금속 결합을 유지하므로 금속은 길게 늘어나는 성질(연성)과 얇게 펴지는 성질(전성)이 있다.

09 (가)는 무극성 공유 결합, (나)는 극성 공유 결합, (다)는 이온 결합이다.

ㄱ. (가)는 같은 원소 사이의 공유 결합으로 전기 음성도 차이가 없어서 전하의 치우침이 없으므로 무극성 공유 결합이다.

ㄴ. HCN는 서로 다른 원소가 공유 결합한 것이므로 극성 공유 결합인 (나)가 존재한다.

[오답 풀이] ㄷ. (다)의 결합은 이온 결합으로 LiF는 이온 결합하지만 HCl는 극성 공유 결합인 (나)의 결합을 한다.

10 A는 탄소(C), B는 산소(O)이고, C는 B가 B^{2-}일 때 안정하므로 원자가 전자 수가 2이고, 3주기인 마그네슘(Mg)이다.

ㄴ. AB_2는 서로 다른 원소가 공유 결합을 형성하므로 극성 공유 결합이 있다.

[오답 풀이] ㄱ. $a=2$, $b=2$이므로 $a+b=4$이다.

ㄷ. 전기 음성도는 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 증가하고, 같은 족인 경우에는 원자 번호가 작을수록 증가하므로 전기 음성도는 B > A > C이다.

11 XH_3와 $YOCl_2$에서 X와 Y는 모두 옥텟 규칙을 만족하므로 X는 질소(N), Y는 탄소(C)이다.

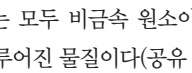
ㄱ. XH_3는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 비대칭 구조이며, 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. $YOCl_2$도 서로 다른 원자들이 공유 결합하고 있으므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

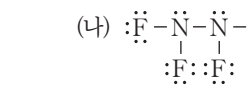
ㄴ. 공유 전자쌍 수는 XH_3와 $YOCl_2$가 각각 3, 4로 $YOCl_2$가 XH_3보다 많다.

ㄷ. Y_2H_2의 분자 구조는 H−Y≡Y−H이므로 Y와 Y 사이에 무극성 공유 결합이 있다.

12 X와 Y는 N과 F 중 하나이고, (가)에서 원자 수의 비가 X : Y = 1 : 1이므로 (가)는 N_2F_2이다. (나)에서 원자 수의 비는 X : Y = 2 : 1이므로 X가 F, Y가 N이고, (나)는 N_2F_4이다.

루이스 구조식은 다음과 같다.

(가) 

(나) 

ㄴ. (가)와 (나)에는 각각 N=N, N−N의 결합이 존재하므로 무극성 공유 결합이 있다.

[오답 풀이] ㄱ. (가)는 N_2F_2이므로 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=\frac{8}{4}=2$이고, (나)는 N_2F_4이므로 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=\frac{14}{5}=2.8$이다.

따라서 $a+b=4.8$이다.

ㄷ. 전기 음성도는 X(F) > Y(N)이므로 (나)에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띠는 것은 X이다.

13 (가)~(라)는 각각 직선형, 굽은 형 , 평면 삼각형, 삼각뿔형 구조이므로 각각 BeF_2, OF_2, BF_3, NF_3이다.

ㄱ. 모든 원자가 같은 평면에 존재하는 평면 구조인 것은 (가) BeF_2, (나) OF_2, (다) BF_3이다.

ㄴ. 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 분자 모양이 대칭인 (가) BeF_2, (다) BF_3이다.

[오답 풀이] ㄷ. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 분자는 굽은 형인 (나) OF_2와 삼각뿔형인 (라) NF_3이다.

14 ㉠~㉤은 각각 직선형, 평면 삼각형, 굽은 형, 삼각뿔형, (정)사면체형이다.

④ ㉣은 삼각뿔형으로 중심 원자에 공유 전자쌍이 3개, 비공유 전자쌍이 1개 있으므로 NH_3, NF_3 등이 적절하다.

[오답 풀이] ① ㉠은 중심 원자에 공유 전자쌍만 2개이므로 직선형 구조의 BeF_2가 적절하다.

② ㉡은 중심 원자에 공유 전자쌍 만이 3개이므로 평면 삼각형 구조의 BF_3가 적절하다.

③ ㉢은 중심 원자에 공유 전자쌍이 2개, 비공유 전자쌍이 2개이므로 굽은 형 구조의 H_2O, OF_2 등이 적절하다.

⑤ ㉤은 중심 원자에 공유 전자쌍만 4개이므로 정사면체 또는 사면체 구조의 CH_4, CCl_4 등이 적절하다.

15 5가지 분자 중 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 것은 OF_2, NH_3이고, 비공유 전자쌍이 없는 것은 CO_2, HCN, CH_2Cl_2이다. 따라서 (나)는 NH_3이고, 극성 분자인 (다)는 HCN, CH_2Cl_2, 무극성 분자인 (라)는 CO_2이다.

ㄴ. (라)는 CO_2이고, (나)는 NH_3이므로 결합각은 (라)가 180°, (나) 107°이다. 따라서 결합각은 (라)>(나)이다.
ㄷ. (다)에는 HCN, CH_2Cl_2이 해당한다.
[오답 풀이] ㄱ. OF_2와 NH_3를 분류하는 기준 (가)로는 OF_2에 해당하는 기준이 적절하므로 '입체 구조인가?'는 적절하지 않고, '평면 구조인가?'가 적절하다.

16 X~Z는 2주기 원자이고, 루이스 전자점식으로부터 원자가 전자 수가 각각 4, 6, 7임을 알 수 있다. 따라서 X~Z는 각각 C, O, F이다.
ㄱ. X의 안정한 화합물은 흑연(C)이므로 $m=1$이다. X는 원자가 전자 수가 4이고, Z는 원자가 전자 수가 7이므로 안정한 화합물 XZ_n에서 $n=4$이다. 따라서 $m+n=5$이다.
ㄴ. $Y_2(O_2)$와 $XY_2(CO_2)$에는 모두 2중 결합이 있다.
[오답 풀이] ㄷ. XZ_n은 XZ_4이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다.

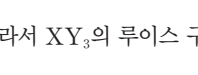
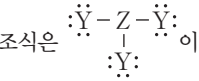
17 구성 원자 수와 공유 전자쌍 수로부터 (가)~(다)는 각각 CO_2, OF_2, CF_4임을 알 수 있다.
ㄱ. (나)는 굽은 형 구조이고, (다)는 정사면체형 구조이므로 결합각은 (다)>(나)이다.
ㄴ. 분자의 비공유 전자쌍 수는 (가)가 4, (다)가 12이므로 (다)가 (가)의 3배이다.
[오답 풀이] ㄷ. (가)~(다) 중 분자 구조가 대칭 구조여서 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 (가), (다)의 2가지이다.

18 루이스 전자점식으로부터 A는 수소(H), B는 탄소(C), C는 산소(O)임을 알 수 있다. 따라서 (가)~(다)는 각각 CH_4, H_2O, H_2CO이다.
ㄱ. 전기장에서 기체 상태의 분자가 일정하게 배열하기 위해서는 극성 분자여야 한다. 극성 분자는 (나), (다)이다.
ㄷ. $B_2A_2(C_2H_2)$의 분자 구조는 H−C≡C−H이므로 분자 구조가 대칭이면서 쌍극자 모멘트가 0이다.
[오답 풀이] ㄴ. $A_2C_2(H_2O_2)$의 분자 구조는 H−O−O−H이므로 단일 결합으로만 이루어져 있다.

19 (가)는 금속 칼슘과 비금속 산소의 화학 결합이므로 이온 결합 물질이다. (나)는 탄소 원자 사이의 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이다. (다)는 금속 양이온과 자유 전자 사이의 금속 결합으로 이루어진 금속이다. (라)는 탄소와 수소 2가지 비금속 원소 사이의 공유 결합으로 이루어진 물질이다.

20 공유 결합 분자에서 전기 음성도가 큰 원자가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠므로 (가)에서 전기 음성도는 B>A이고, (나)에서 전기 음성도는 A>C이다. 따라서 전기 음성도는 B>A>C이다.

21 (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍 수가 1이므로 삼각뿔형 구조이고 결합각 α는 107°이다. (나)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 평면 삼각형 구조이므로 결합각 β는 120°이다. (다)는 N과 B 사이에 공유 결합(배위 결합)이 형성되면서 사면체 구조의 결합을 하므로 β'는 약 109.5°이다.

22 X~Z는 2주기 원소이고, XY_3는 중심 원자가 X이고 X에 비공유 전자쌍이 있으므로 NF_3이다. ZY_3는 중심 원자가 Z이고 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 BF_3이다.
따라서 XY_3의 루이스 구조식은  이고, ZY_3의 루이스 구조식은  이다.

23 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 없으면 공유 결합 물질이고, 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 액체 상태에서 전기 전도성이 있으면 이온 결합 물질이다. 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있는 것은 금속 결합 물질이다.
|모범 답안| A와 C는 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 없으므로 공유 결합 물질이다. B는 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 액체 상태에서는 전기 전도성이 있으므로 이온 결합 물질이다. D는 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있으므로 금속 결합 물질이다.

채점 기준	배점(%)
A~D의 화학 결합의 종류와 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
A~D의 화학 결합의 종류만 옳게 쓴 경우	50

24 **|모범 답안|** (가)의 BeF_2은 직선형, BF_3는 평면 삼각형, H_2O은 굽은 형이고, (나)의 CH_4은 정사면체형, NH_3 삼각뿔형이므로, (가)는 분자의 모든 구성 원자가 한 평면에 있는 평면 구조이고, (나)는 입체 구조이다.

채점 기준	배점(%)
분류한 기준과 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
분류한 기준만 옳게 쓴 경우	50

25 (가)는 중심 원자인 W에 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각뿔형 구조이다. 따라서 비대칭 구조이며, 극성 분자이다.
(나)는 중심 원자인 Y에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍 수만 4인 정사면체 구조이므로 무극성 분자이다.
(다)는 중심 원자인 Y에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍 수만 4인 직선형의 무극성 분자이다.
(라)는 중심 원자인 Z에 비공유 전자쌍이 2개 있고, 비대칭의 굽은 형 구조이므로 극성 분자이다.
|모범 답안| (가)와 (라)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있어 비대칭인 구조이므로 극성 분자이고, (나)와 (다)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 대칭인 구조이므로 무극성 분자이다.

채점 기준	배점(%)
(가), (라)가 극성, (나), (다)가 무극성임을 판단하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100
극성, 무극성만을 옳게 판단하여 쓴 경우	50

Ⅳ 역동적인 화학 반응 133쪽

01 ④ **02** ② **03** ① **04** ③ **05** ③ **06** ② **07** ①
08 ④ **09** ① **10** ① **11** ⑤ **12** ⑤ **13** ① **14** ②

[집중공략 서답형 문제]

15 해설 참조 **16** 해설 참조 **17** $\frac{c(m+x)(t_2-t_1)}{x}$

18 해설 참조 **19** pH=12, $[H_3O^+]=1\times10^{-12}$ M

20 (1) 2 : 1 (2) 염기성

01 ㄴ. B는 포화 상태로 용해 속도와 석출 속도가 같은 동적 평형 상태이다.
ㄷ. C는 불포화 상태로 용해 속도가 석출 속도보다 빠르다.
[오답 풀이] ㄱ. (가)는 포화 상태 수용액과 가라앉은 고체의 동적 평형 상태로 A~C 중 B에 해당한다.

02 ㄱ. 수용액에서 이온을 형성하는 것은 아세트산(CH_3COOH)과 수산화 나트륨(NaOH)이고, C_2H_5OH은 에탄올로 이온을 형성하지 않는다.
ㄴ. 수용액에서 $[H_3O^+]<[OH^-]$인 것은 염기성 물질로 NaOH가 이에 해당한다.
ㄷ. 수용액의 pH가 7보다 작은 것은 산성 물질로 CH_3COOH이다.

03 ㄱ. 동적 평형 상태에서는 반응물과 생성물이 모두 존재하므로 용기 내에는 H_2, I_2, HI가 모두 존재한다.
[오답 풀이] ㄴ. 동적 평형 상태에서는 정반응 속도와 역반응 속도가 같다.
ㄷ. 동적 평형 상태에서는 시간이 지나도 각 물질의 농도가 일정하게 유지된다.

04 ③ 수면의 높이가 더 이상 변하지 않을 때도 증발과 응축은 같은 속도로 일어난다.
[오답 풀이] ① 수조로 덮은 직후에는 증발 속도가 응축 속도보다 빨라서 수면이 낮아지면서 수증기가 많이 생성된다.
② 수면의 높이가 더 이상 변하지 않을 때는 증발 속도와 응축 속도가 같아진 상태로 동적 평형 상태이다.
④ 수조로 덮은 직후부터 수면의 높이가 일정해지기까지 물이 증발하는 속도가 응축 속도보다 빠르므로 물의 양은 감소한다.

05 ㄱ. (가)에서 H_2CO_3은 H^+를 내놓았으므로 브뢴스테드·로리 산이다.
ㄷ. (가)에서 H_2O은 H^+를 받았고 (나)에서는 주었으므로 (가)에서는 브뢴스테드·로리 산으로, (나)에서는 브뢴스테드·로리 염기로 작용하였다. 따라서 양쪽성 물질임을 알 수 있다.
[오답 풀이] ㄴ. (다)에서 NH_3는 H^+를 받았으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

06 ㄴ. 0.2 M HCl(aq) 500 mL에 H_3O^+은 0.1몰이고 0.1 M NaOH 수용액 500 mL에 OH^-은 0.05몰이므로 0.05 M KOH 1000 mL를 넣으면 OH^- 0.05몰을 더 넣는 것으로 pH=7이 된다.
[오답 풀이] ㄱ. 혼합 용액에서 H_3O^+은 0.05몰이고 혼합 용액의 부피는 1 L이므로 $[H_3O^+]=0.05$ M이다.
ㄷ. 25 ℃의 수용액에서 물의 이온화 상수 K_w는 항상 1×10^{-14}이다.

07 ㄱ. $B(OH)_2$ 수용액을 40 mL 가했을 때 A^-과 B^{2+}의 양(mol)이 같은데, $B(OH)_2$는 2가 염기이므로 20 mL 넣었을 때 완전히 중화되었다. 따라서 (가)의 수용액은 염기성으로 pH가 7보다 크다.
[오답 풀이] ㄴ. $B(OH)_2$ 수용액의 몰 농도는 HA 수용액과 같은 0.1 M이다.
ㄷ. 가한 $B(OH)_2$ 수용액의 부피가 20 mL일 때 수용액은 중성으로 수용액에 존재하는 이온은 구경꾼 이온 2가지 뿐이다.

08 (가)와 (다)에서 생성된 물 분자 수가 같으므로 HCl(aq)과 NaOH(aq)은 (가)와 (다)에서 각각 20 mL와 40 mL가 반응하였다.
ㄴ. (가)에서 생성된 물 분자 수가 2N이고 반응하는 부피비는 HCl(aq) : NaOH(aq)=1 : 2이므로 (나)에서 반응한 부피는 30 mL : 60 mL이고 생성된 물 분자 수는 3N이다.
ㄷ. (가)에는 40 mL에 해당하는 OH^-이 남아 있고 (다)에는 40 mL에 해당하는 H^+이 남아 있으므로 반응시키면 혼합 용액은 산성으로 pH가 7보다 작다.
[오답 풀이] ㄱ. (나)에서는 HCl(aq)이 30 mL만 반응하고 10 mL 남으므로 수용액은 산성이다.

09 (가)는 중화 적정에서 농도를 정확히 알고 있는 용액을 넣고 조금씩 떨어뜨리면서 꼭지로 조절하는 기구로 뷰렛이며, (나)는 삼각 플라스크로, 농도를 알아내고자 하는 식초 수용액을 넣는다.

10 H의 산화수는 +1이고 X~Z는 2주기 원소이므로 X는 −3, Y는 −2, Z는 −1이므로 X, Y, Z의 산화수 합은 −6이다.

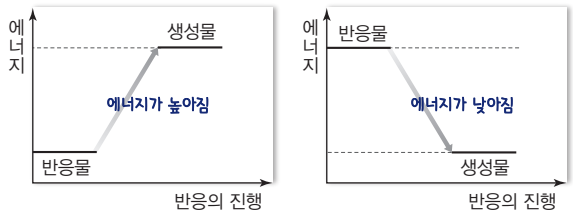
11 ㄱ. 물이 얼음으로 될 때는 열을 방출한다.
ㄴ. 드라이아이스는 열을 흡수하여 고체에서 기체로 승화되었다.
ㄷ. 드라이아이스는 승화하면서 주변의 열을 흡수할 수 있으므로 냉각제로 사용될 수 있다.

12 ㄱ. (가)의 CuCl에서 Cu^+ 2개 중 하나는 Cu로 환원되었고 하나는 $CuCl_2$의 Cu^{2+}으로 산화되었다.
ㄴ. (나)의 Br_2에서 Br은 반응 후 NaBr의 Br^-으로 되었으므로 환원되면서 산화제로 작용하였다.
ㄷ. (다)의 HClO에서 H의 산화수는 +1, O의 산화수는 −2이므로 Cl의 산화수는 +1이다.

13 (가)는 반응물이 생성물로 되면서 에너지를 흡수하는 반응이

고 (나)는 에너지를 방출하는 반응이다. 광합성은 빛에너지를 흡수하는 반응, 연소는 열에너지를 방출하는 반응이다.

[자료 분석]



(가)
- 흡열 반응: 열을 흡수하는 반응
  ➡ 주변 온도 내려감
  예 열분해 반응, 광합성

(나)
- 발열 반응: 열을 방출하는 반응
  ➡ 주변 온도 올라감
  예 연소 반응, 중화 반응, 금속과 산의 반응

14 발생한 총열량은 $Q=\{c_{물}m_{물}+C_{통열량계}\}\times(t_2-t_1)=1400\,\mathrm{J}$인데 23 g을 연소시킬 때 발생한 열량이므로 1몰(=46 g)을 연소시키면 2800 J이 발생한다.

15 |모범 답안| 처음에는 용해 속도가 석출 속도보다 빠르지만 점차 용해 속도는 감소하고 석출 속도는 증가하여 평형 상태에 도달하면 용해 속도와 석출 속도가 같아진다.

채점 기준	배점(%)
처음과 평형 상태의 용해 속도와 석출 속도 모두를 옳게 서술한 경우	100
처음과 평형 상태 중 어느 하나만 옳게 서술한 경우	50

16 |모범 답안| S의 산화수가 +4에서 +6으로 증가했으므로 H_2SO_3은 산화되었고, I의 산화수가 0에서 −1로 감소했으므로 I_2은 환원되었다.

채점 기준	배점(%)
산화수의 변화와 산화, 환원을 모두 옳게 서술한 경우	100
산화수의 변화와 산화, 환원 중 어느 하나만 옳게 쓴 경우	50

17 1 g이 녹을 때 방출되는 열량은 총열량 $Q=c(m+x)(t_2-t_1)$를 NaOH의 질량으로 나누면 구할 수 있다.

18 |모범 답안| Cu의 산화수는 반응 전 CuO에서 +2, 반응 후 Cu에서 0이 되었으므로 산화수가 감소하였다. 따라서 CuO는 산화제이다. C의 산화수는 반응 전 CO에서 +2, 반응 후 기체 X인 CO_2에서 +4로 증가하였다. 따라서 CO는 환원제이다.

채점 기준	배점(%)
산화제와 환원제를 밝히고 산화수 변화로 옳게 서술한 경우	100
산화제와 환원제 중 하나만 산화수 변화로 옳게 서술한 경우	50
산화제와 환원제는 옳게 썼으나 산화수 변화를 밝히지 않은 경우	

19 $\mathrm{pH}=-\log[H_3O^+]$, $\mathrm{pOH}=-\log[OH^-]$이고 25 °C에서 물의 이온화 상수 $K_w=[H_3O^+][OH^-]=1\times10^{-14}$이므로 $\mathrm{pH}=14-\mathrm{pOH}$이다. 0.01 M NaOH($aq$)의 $\mathrm{pOH}=2$이므로 $\mathrm{pH}=12$이고, $[H_3O^+]=1\times10^{-12}$ M이다.

20

[자료 분석]

구분	HCl(aq) 부피(mL)	NaOH(aq)의 부피(mL)	이온 수의 비	수용액의 액성
(가)	10	30	3 : 1 : 2	염기성
(나)	10	60	3 : 1 : 2	–

- 혼합 용액에서 양이온과 음이온은 모두 1가 이온이므로 양이온 개수와 음이온 개수는 같아야 한다. 따라서 염기성인 (가) 수용액에는 음이온 OH^-과 Cl^- 2종류의 개수 합과 양이온인 Na^+ 개수가 같아야 하므로 이온 수의 비 3 : 1 : 2 중, 3에 해당하는 것이 Na^+이다.
- (가)와 (나)에서 다른 점은 NaOH(aq)의 부피만 2배가 된 것이므로 (나)에서 반응에 참여하지 않은 양이온인 Na^+은 2배로 있어야 하고 음이온 중 OH^-은 (가)에서는 중화 반응에 소비되었으나 (나)에서는 소비되지 않았으므로 2배보다 커야 한다. 따라서 (가)와 (나)에서 각 이온 수는 표와 같다.

구분	반응 전 이온 수(개)				반응 후 이온 수(개)			
	H^+	Cl^-	Na^+	OH^-	H^+	Cl^-	Na^+	OH^-
(가)	$2N$	$2N$	$3N$	$3N$	0	$2N$	$3N$	N
(나)	$2N$	$2N$	$6N$	$6N$	0	$2N$	$6N$	$4N$

(1) (가)에서 Cl^-은 $2N$개 OH^-은 N개이므로 음이온 수의 비 Cl^- : OH^- = 2 : 1이다.

(2) (나) 수용액에 $4N$개의 OH^-이 있으므로 염기성이다.


개념풀
문제편
화학 I