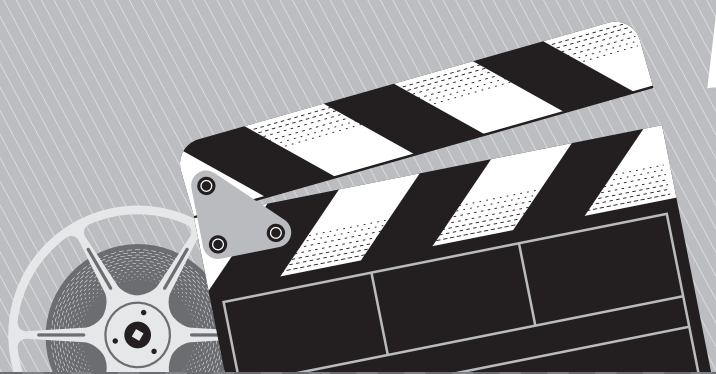


EBS 수능완성 화학 I

정답과 해설



I. 화학의 언어

THEME 01 화학의 언어

★ 낮은 골 문제로 유형 익히기 ★ 본문 7쪽

정답 ②

정답맞히기 공유 결합은 비금속 원소들 간에 이루어지는 결합의 형태이며, 원소는 1가지 성분으로만 이루어진 물질이다. N_2 는 원소로 비금속 원소인 N 원자들이 공유 결합을 하여 이루어진 물질이고, Cu는 원소이지만 금속 원소로 이루어진 물질이므로 공유 결합 물질이 아니며, He은 원소이지만 1원자 분자이므로 공유 결합 물질이 아니다. NaCl은 화합물이고 이온 결합 물질이며, H_3PO_4 은 화합물이고 공유 결합 물질이다. 따라서 ㉠에 해당하는 물질은 N_2 , H_3PO_4 이고, ㉡에 해당하는 물질은 NaCl, H_3PO_4 이다.

테마별 수능 필수유제 본문 8쪽

01 ④ 02 ② 03 ④ 04 ④

01 원소와 분자

정답맞히기 폴러렌은 C가 공유 결합하여 이루어진 탄소 동소체로 분자이며, 헬륨은 He 원자로 이루어진 1원자 분자로 원소이다. 반면 염화 나트륨은 Na과 Cl가 이온 결합하여 이루어진 물질로 화합물이다.

02 원소와 화합물, 분자

예설 원소는 1가지 성분으로 이루어진 물질이고, 분자는 일반적으로 비금속 원소 간의 공유 결합으로 이루어진다.

정답맞히기 ② H_2 는 원소이면서 분자이고, H_2O 과 NaCl은 2가지 원소로 이루어진 화합물인데 이 중 H_2O 은 비금속 원소로 이루어진 분자이지만 NaCl은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질로 분자가 아니다.

오답짜이기 ① He은 원소이면서 분자이고, NaCl은 화합물이면서 분자가 아니며, CH_4 은 화합물이면서 분자이다.

③ C_{60} 은 원소이면서 분자이고, CH_4 과 H_2O 은 화합물이면서 분자이다.

④ H_2O 과 CH_4 은 화합물이면서 분자이고, NaCl은 화합물이면서 분자가 아니다.

⑤ CH_4 은 화합물이면서 분자이고, C_{60} 은 원소이면서 분자이며, NaCl은 화합물이면서 분자가 아니다.

03 물리 변화와 화학 변화

정답맞히기 ㄴ. 혼합물을 순물질로 분리하는 과정은 물리 변화이다.

ㄷ. (나)와 (다)는 각각 구성하는 원소의 가짓수가 2로 같다.

오답짜이기 ㄱ. (가)는 순물질인 (나)와 (다)가 혼합된 혼합물이다.

04 분자, 화합물, 화학 변화

정답맞히기 ㄴ. $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$ 에서 NO_2 , N_2O_4 는 모두 비금속 원소로 이루어진 분자이고, 2가지 원소로 이루어진 화합물이다. 따라서 이 반응은 반응 전후 물질의 화학식이 다르므로 화학 변화이다.

ㄷ. $H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ 에서 H_2O , SO_3 , H_2SO_4 은 모두 비금속 원소로 이루어진 분자이고, 2가지 이상의 원소로 이루어진 화합물이다. 따라서 이 반응은 반응 전후 물질의 화학식이 서로 다르므로 화학 변화이다.

오답짜이기 ㄱ. $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ 에서 CH_4 , CO_2 , H_2O 은 모두 비금속 원소로 이루어진 분자이며, 2가지 원소로 이루어진 화합물이지만 O_2 는 1가지 원소로 이루어진 분자로 화합물이 아니다.

테마별 수능 심화문제 본문 9~10쪽

05 ③ 06 ④ 07 ③ 08 ⑤

05 화학의 언어

정답맞히기 ㄱ. 화합물은 2가지 이상의 원소로 이루어진 물질이므로 HCl, NH_3 , NH_4Cl 이 해당한다.

ㄴ. 분자는 일반적으로 비금속 원소들의 공유 결합으로 이루어진다. (가)~(다)에서 H_2 , Cl_2 , N_2 , NH_3 , HCl은 모두 분자이고, NH_4Cl 은 NH_4^+ 과 Cl^- 의 이온 결합으로 이루어진 물질로 분자가 아니다.

오답짜이기 ㄷ. (가)와 (나)에서 수소(H)의 산화수는 모두 0에서 +1로 증가하지만 (다)에서는 +1로 일정하다.

06 화합물과 분자

예설 A는 H로 비금속 원소, B는 Li로 금속 원소, C는 F로 비금속 원소이다.

화합물은 2가지 이상의 원소로 이루어진 물질이고, 분자는 비금속 원소로 이루어진다.

㉠은 화합물이면서 분자가 아닌 물질, ㉡은 화합물이면서 분자인 물질, ㉢은 화합물이 아니면서(원소이면서) 분자인 물질이다.

정답맞히기 ④ BA(LiH)와 AC(HF)는 화합물이고, AC(HF)와 $C_2(F_2)$ 는 분자이다.

오답짜이기 ① $A_2(H_2)$ 는 화합물이 아니면서 분자이다.

② $C_2(F_2)$ 는 화합물이 아니면서 분자이고, BA(LiH)는 화합물이면서 분자가 아니며, AC(HF)는 화합물이면서 분자이다.

③ AC(HF)는 화합물이면서 분자이고, BC(LiF)는 화합물이면서 분자가 아니다.

⑤ BC(LiF)는 화합물이면서 분자가 아니고, $A_2(H_2)$ 는 화합물이 아니면서 분자이다.

07 화학 변화와 화학의 언어

정답맞이기 ㄱ. ㉠을 전기 분해했을 때 H₂와 O₂가 생성되었으므로 ㉠은 H와 O로 이루어진 물질이며, 에탄올을 완전 연소시켰을 때 생성되는 물질은 H₂O와 CO₂이므로 ㉠인 H₂O를 구성하는 원자 수 비는 H : O = 2 : 1이다.

ㄴ. 에탄올을 완전 연소시켰을 때 H₂O와 CO₂가 생성되었으므로 에탄올에는 C와 H가 포함되어 있음을 알 수 있다.

오답짜이기 ㄷ. (가)에 의해 에탄올 수용액이 물과 에탄올로 분리되었으므로 (가)는 물리 변화이다. (나)에 의해 물이 분해되어 H₂와 O₂가 생성되었고, (다)에 의해 H₂O와 CO₂가 생성되었으므로 (나)와 (다)는 화학 변화이다.

08 화학 반응과 화학의 언어

정답맞이기 ㄱ. ㉠을 분해시켜 ㉡과 B₂를 얻었고, ㉢을 분해시켜 A₂, B₂를 얻었으므로 ㉠과 ㉢에는 A와 B가 포함되어 있음을 알 수 있다. 따라서 ㉠과 ㉢은 2가지 이상의 원소로 이루어진 화합물이다.

ㄴ. ㉠ 2몰을 분해시켜 생성된 물질의 몰수는 A₂와 B₂가 각각 2몰, 1몰이므로 ㉠은 A와 B가 2 : 1의 원자 수 비로 결합하여 이루어진 물질로 분자식은 A₂B이다. ㉢ 2몰을 분해시켜 생성된 물질의 몰수는 ㉣(A₂B)과 B₂가 각각 2몰, 1몰이므로 ㉢은 A₂B₂이고, 구성하는 원자 수 비는 A : B = 1 : 1이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 일어난 반응 결과 반응 전후 화학식이 서로 다른 물질이 생성되었으므로 모두 화학 변화가 일어난다.

THEME 02 화학식량과 몰

*** 답은 골 문제로 유형 익히기 *** 본문 12쪽

정답 ③

정답맞이기 ㄱ. 일정한 온도와 압력에서 부피가 같으면 분자 수가 같고, 이때 기체의 질량 비는 분자량 비와 같다. 따라서 (가)~(다)의 부피(상댓값)를 1로 할 때 (가)~(다)의 질량(상댓값)은 각각 2, 4, 5.5이므로 분자량은 XZ₂ > XY₄이다.

ㄴ. 분자량 비가 Z₂ : XZ₂ = 8 : 11이므로 원자량 비는 X : Z = 3 : 4이고, 분자량 비가 XZ₂ : XY₄ = 11 : 4이므로 원자량 비는 X : Y = 3 : $\frac{1}{4}$ = 12 : 1이다. 따라서 원자량 비는 X : Y : Z = 12 : 1 : 16이다.

오답짜이기 ㄷ. 원자량 비는 Y : Z = 1 : 16이므로 분자량 비는 Y₂ : Z₂ = 1 : 16이다. 따라서 같은 온도와 압력에서 1g의 부피 비는 Y₂ : Z₂ = $\frac{1}{1}$: $\frac{1}{16}$ = 16 : 1이다.

테마별 수능 필수유제					본문 13~14쪽
01 ③	02 ①	03 ④	04 ⑤	05 ③	
06 ③	07 ③	08 ⑤			

01 같은 질량에 들어 있는 원자 수

정답맞이기 실험식이 같은 화합물은 같은 질량에 들어 있는 원자 수가 같다. (가)~(다)의 분자식은 각각 C₂H₄, C₅H₁₀, C₄H₈이고 실험식은 CH₂로 같다. 따라서 (가)~(다) 1g에 들어 있는 C 원자 수는 모두 같다.

02 기체의 부피, 질량과 몰수

정답맞이기 ㄱ. 분자량이 44인 A₂B 4.4g의 부피가 V L이므로 t°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 10V L이다. (나) 2V L에 들어 있는 기체 AB의 몰수는 0.2몰이고, 이때 질량이 6g이므로 AB의 분자량은 30이다. 따라서 A, B의 원자량을 각각 a, b라고 하면 2a + b = 44, a + b = 30이고, a = 14, b = 16이므로 A와 B의 원자량은 각각 14, 16이다.

오답짜이기 ㄴ. 기체의 몰수는 A₂B가 0.1몰, AB가 0.2몰이고, 분자당 원자 수는 A₂B가 3, AB가 2이다. 따라서 (가)에서와 (나)에서의 원자의 총 몰수는 각각 0.3몰, 0.4몰로 (나)에서가 더 크다.

ㄷ. AB₂의 분자량은 46이므로 2.3g의 몰수는 0.05몰이다. t°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 10V L이므로 0.05몰의 부피는 0.5V L이다.

03 질량과 몰수

정답맞히기 ㄴ. AB_2C 0.5몰에는 1몰의 B가, B_2C 1몰에는 2몰의 B가 존재하므로 B의 질량은 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄷ. 온도와 압력이 같을 때 기체의 부피는 분자 수에 비례하므로 실린더에 들어 있는 기체의 부피 비는 (가) : (나) : (다) = 1 : 2 : 4이다. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 기체의 밀도 비는 (가) : (나) : (다) = $\frac{15}{1} : \frac{18}{2} : \frac{88}{4}$ 이다. 따라서 밀도는 (다) > (가) > (나)이다.

오답짜이기 ㄱ. AB_2C , B_2C , AC_2 1몰의 질량은 각각 30g, 18g, 44g이므로 분자량은 각각 30, 18, 44이다. 따라서 A~C의 원자량은 각각 12, 1, 16으로 $C > A > B$ 이다.

04 액체에 들어 있는 분자 수 구하기

정답맞히기 ㉠ 학생 Y : 액체의 질량을 분자량으로 나누면 액체를 이루는 분자의 몰수를 알 수 있고, 분자의 몰수에 아보가드로수를 곱하여 분자 수를 구할 수 있다.

㉡ 학생 Z : 액체의 부피와 밀도를 알면 질량을 구할 수 있고, 질량을 분자량으로 나누면 분자의 몰수를 알 수 있다. 분자의 몰수에 아보가드로수를 곱하면 분자 수를 구할 수 있다.

오답짜이기 ㉢ 학생 X : 분자량이 주어졌을 때 액체의 질량을 알아야 분자의 몰수를 구할 수 있다. 따라서 학생 X가 선택한 카드의 정보는 액체 A의 분자 수를 구할 수 없다.

05 기체의 질량과 부피

정답맞히기 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 분자 수에 비례한다. 기체 B_3 와 AB_2 의 단위 질량당 부피(L)로부터 같은 질량당 분자 수 비는 $B_3 : AB_2 = 4 : 3$ 이므로 분자량 비는 $B_3 : AB_2 = 3 : 4$ 임을 알 수 있다. 따라서 A와 B의 원자량을 각각 x, y 라 할 때 분자량 비는 $B_3 : AB_2 = 3y : 2y + x = 3 : 4$ 이므로 $x(A) : y(B) = 2 : 1$ 이다.

06 물과 기체의 질량, 부피

정답맞히기 ㄱ. (가)에서 $H_2O(g)$ 의 부피가 6.4L이므로 H_2O 의 몰수는 0.2몰이고, H_2O 의 분자량은 18이므로 $w = 3.6$ 이다.

ㄴ. CH_4 의 분자량은 16이므로 1.6g은 0.1몰이다. 따라서 (나)에 들어 있는 전체 기체 분자 몰수는 0.3몰이므로 부피(V)는 9.6L이다.

오답짜이기 ㄷ. (가)에 들어 있는 전체 원자 수는 0.2몰 \times 3 = 0.6몰이고, (나)에 들어 있는 전체 원자 수는 (0.2몰 \times 3) + (0.1몰 \times 5) = 1.1몰이다.

07 기체의 부피와 몰수

정답맞히기 ㄱ. 온도와 압력이 같을 때 분자 수와 기체의 부피는 비례한다. (가)에서 실린더에 들어 있는 $B(g)$ 의 몰수가 0.5몰일 때 부피가 V L이므로 대기압에서 V L에 들어 있는 기체의 몰수는 0.5몰임을 알 수 있다. 콧을 연 후 (나)에서 실린더의 부피가 2V L이므로 실

린더에 들어 있는 분자의 몰수는 1몰이고, 용기에 들어 있는 분자의 몰수는 0.5몰이다. 따라서 (나)에서 용기와 실린더에 들어 있는 총 분자 수는 1.5몰이므로 (가)에서 용기에 들어 있는 $A(g)$ 분자의 몰수(x)는 1몰이다.

ㄷ. (가)에서 실린더에 분자량이 16인 $B(g)$ 0.5몰이 V L에 들어 있었는데, 콧을 연 후 분자량이 4인 A와 분자량이 16인 B가 혼합되어 2V L에 존재하므로 V L에는 분자량이 4인 A와 분자량이 16인 B가 혼합되어 0.5몰 존재하는 셈이 된다. 따라서 단위 부피당 질량은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

오답짜이기 ㄴ. $A(g)$ 1몰의 질량이 4g이고 $B(g)$ 0.5몰의 질량이 8g이므로 A와 B의 분자량은 각각 4, 16이다.

08 분자량과 기체의 밀도

정답맞히기 ㄱ. 일정한 온도와 압력에서 기체의 분자 몰수는 부피에 비례한다. 따라서 기체의 부피 비는 $A_2 : B_2 = 4 : 5$ 이므로 A_2 가 B_2 의 0.8배이다.

ㄴ. 일정한 온도와 압력에서 같은 부피에 들어 있는 기체 분자 몰수는 같다. 따라서 같은 부피일 때 기체의 밀도를 이용하여 분자량 비를 구하면 $A_2 : B_2 = 8 : 7$ 이고 원자량 비는 $A : B = 8 : 7$ 이므로 A가 B의 $\frac{8}{7}$ 배이다.

ㄷ. $t^\circ C$, 1기압에서 같은 부피의 A_2 와 BA_2 의 분자 수는 같다. 이때 밀도 비는 분자량 비와 같으므로 $A_2 : BA_2 = 8 : 11.5$ 이다.

테마별 수능 심화문제

본문 15~17쪽

09 ⑤

10 ①

11 ③

12 ⑤

13 ③

14 ③

09 기체의 부피와 분자량

예설 | 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 분자 수에 비례한다.

정답맞히기 ㄱ. 실린더 (가)에 들어 있는 X_2 1.4g의 부피가 0.5V L이고, (나)에 들어 있는 X_2 2.8g과 Y_2 0.1g의 부피가 1.5V L이므로 Y_2 0.1g의 부피는 0.5V L이다. 따라서 분자량 비는 $X_2 : Y_2 = 14 : 1$ 이므로 원자량은 X가 Y의 14배이다.

ㄴ. 실린더 (다)의 전체 부피는 X_2 1.4g에 해당하는 분자 수, Y_2 0.2g에 해당하는 분자 수, X_2Y_4 xg에 해당하는 분자 수의 전체 합에 의한 것이다. 따라서 X_2 1.4g의 부피가 0.5V L, Y_2 0.2g의 부피가 V L이므로 X_2Y_4 xg에 해당하는 부피는 0.5V L이다. 따라서 X_2Y_4 0.5V L의 질량은 1.6g이므로 $x = 1.6$ 이다.

ㄷ. 실린더에 들어 있는 원자 수 비는 (가) : (나) : (다) = $0.5 \times 2 : 1 \times 2 + 0.5 \times 2 : 0.5 \times 2 + 1 \times 2 + 0.5 \times 6 = 1 : 3 : 6$ 이다.

10 기체의 부피와 밀도

정답맞히기 ㄱ. $X(g)$ 1g과 $Y(g)$ 2g의 부피 비가 1 : 2이므로 분자 몰수 비도 1 : 2이다.

오답맞이기 > 나. 분자량은 $\frac{\text{질량}}{\text{분자의 몰수}}$ 에 비례한다. 따라서 분자량은 X와 Y가 같다.

ㄷ. 기체의 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 밀도는 X와 Y가 같다.

11 물질의 질량과 몰수

정답맞이기 > (가)와 (나)는 각각 AB_2 와 B_2 중 하나이고, (가) 1몰과 (나) 2몰 질량은 $2wg$ 으로 같으므로 (가)와 (나)는 각각 AB_2 와 B_2 이다. AB_2 1몰의 질량이 $2wg$ 이고, B_2 1몰의 질량은 wg 이므로 A와 B의 원자량은 각각 w , $0.5w$ 이다. 따라서 AB_3 의 분자량은 $2.5w$ 이다. AB_3 1g에 들어 있는 분자 몰수는 $\frac{1}{2.5w}$ 몰이고, 1몰에 들어 있는 분자 수는 N_A 이므로 $\frac{1}{2.5w}$ 몰에 해당하는 분자 수는 $\frac{1}{2.5w}N_A$ 이다. 그런데 AB_3 는 분자당 원자 수가 4이므로 AB_3 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 $\frac{8}{5w}N_A$ 이다.

12 화학식과 분자량

정답맞이기 > ㄱ. $w : y : z : x = 2 : 1$ 이므로 $w = 2y$, $z = 2x$ 이다. 따라서 A_wB_x , A_yB_z 는 각각 $A_{2y}B_x$, A_yB_{2x} 인데, A_wB_x 와 A_yB_z 의 분자당 원자 수가 4 이하이므로 $x = 1$, $y = 1$ 이고, A_wB_x 와 A_yB_z 의 분자식은 각각 A_2B , AB_2 이다.

나. A_2B 의 분자량이 44, AB_2 의 분자량이 46이므로 A와 B의 원자량은 각각 14, 16이다. 따라서 A_2B 를 구성하는 원자의 질량 비는 $A : B = 7 : 4$ 이다.

ㄷ. 분자량은 분자를 구성하는 원자의 원자량의 합이므로 A_2B_3 의 분자량은 76이다.

13 원소의 질량과 몰수

예시 | (나)에 들어 있는 A와 B의 몰수는 $\frac{1}{16}$ 몰로 같다. → (나)에서 A와 B의 질량이 각각 2g, 1g인데 몰수가 $\frac{1}{16}$ 몰로 같으므로 분자식은 AB 이고, A와 B의 원자량은 각각 32, 16이다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)를 구성하는 A와 B의 질량이 각각 2g, 3g이므로 몰수 비는 $A : B = 1 : 3$ 이다. 따라서 (가)의 분자식은 AB_3 이고, 분자량은 80이므로 (가) 4g에 들어 있는 분자의 몰수는 0.05몰이다.

나. (다)에서 원자 수 비는 $A : B = 1 : 2$ 이므로 분자식은 AB_2 이다.

오답맞이기 > ㄷ. (가)~(다)의 분자식은 각각 AB_3 , AB , AB_2 이고, 분자량은 각각 80, 48, 64이다. 따라서 (가)~(다) 1g 속에 들어 있는 원자의 몰수는 각각 $\frac{1}{80} \times 4$ 몰, $\frac{1}{48} \times 2$ 몰, $\frac{1}{64} \times 3$ 몰로 (가)가 가장 크다.

14 분자량과 분자식

예시 | 기체의 온도와 압력이 같을 때, 같은 부피 속에 들어 있는 분자 수는 같다. 따라서 X~Z의 분자 수는 같고, 이때의 질량 비는 분자량 비와 같다.

정답맞이기 > ㄱ. 탄화수소에서 수소 수는 항상 짝수이므로 분자당 원자 수가 5인 Y는 CH_4 이다. 따라서 Y는 실험식과 분자식이 같다.

나. CH_4 (분자량 16)인 Y를 기준으로 하여 Y보다 분자당 원자 수가 작고 분자량이 큰 X는 C_2H_2 (분자량 26)이고, Y보다 분자당 원자 수가 크고 분자량이 큰 Z는 C_2H_4 (분자량 28)임을 알 수 있다. 같은

질량에 들어 있는 탄소 수는 X~Z가 각각 $\frac{1g}{26g/몰} \times 2$, $\frac{1g}{16g/몰}$, $\frac{1g}{28g/몰} \times 2$ 이므로 X가 가장 크다.

오답맞이기 > ㄷ. 1g에 들어 있는 수소 원자의 몰수는 X~Z가 각각 $\frac{1g}{26g/몰} \times 2$, $\frac{1g}{16g/몰} \times 4$, $\frac{1g}{28g/몰} \times 4$ 로 Y가 가장 크므로 완전 연소 시 생성되는 H_2O 의 몰수 또한 Y가 가장 크다.

03

화합물의 조성

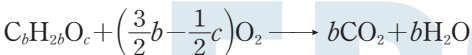
* 답은 골 문제로 유형 익히기 * 본문 19쪽

정답 ⑤

정답맞이기 ▶ 가. 탄화수소와 C, H, O로 이루어진 탄소 화합물을 완전 연소시켰을 때 생성물에 들어 있는 산소의 질량은 CO₂가 H₂O보다 크거나 같다. 따라서 (나)에서 $\frac{Y \text{에 포함된 산소 질량}}{X \text{에 포함된 산소 질량}} = 2$ 이므로 X는 H₂O, Y는 CO₂이다.

나. (가)를 완전 연소시켰을 때 생성된 $\frac{Y \text{에 포함된 산소 질량}}{X \text{에 포함된 산소 질량}} = 1$ 이므로 (가)의 완전 연소 시 생성된 생성물의 몰수 비는 CO₂ : H₂O = 1 : 2이다. 따라서 연소 전 (가)에 들어 있는 원자의 몰수 비는 C : H = 1 : 4이므로 분자식은 CH₄O_y이다(탄소 수가 2 이상인 탄소 화합물에서 $\frac{H \text{ 원자 수}}{C \text{ 원자 수}} \leq 3$ 이다). (나)를 완전 연소시켰을 때 생성된

$\frac{Y \text{에 포함된 산소 질량}}{X \text{에 포함된 산소 질량}} = 2$ 로부터 완전 연소 생성물의 몰수 비는 CO₂ : H₂O = 1 : 1임을 알 수 있으므로 연소 전 (나)에 포함된 원자의 몰수 비는 C : H = 1 : 2이다. (나)의 분자식을 C_bH_{2b}O_c라고 할 때 완전 연소 반응식은 다음과 같다.



(나) 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성물의 총 몰수가 4몰이고, 이때 반응한 산소의 질량이 (나)에 포함된 산소 질량의 2배이므로 b=2, c=2이다.

(가) 1몰에 들어 있는 산소의 질량이 (나) 1몰에 들어 있는 산소의 질량의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 y=1이다. 따라서 (가)와 (나)의 분자식은 각각 CH₄O(분자량 32), C₂H₄O₂(분자량 60)이다.

다. (가) CH₄O를 1몰 완전 연소시키면 CO₂와 H₂O이 각각 1몰, 2몰 생성되므로 생성물의 총 몰수(x)는 3몰이다.

테마별 수능 필수유제 본문 20~21쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ① | 03 ⑤ | 04 ④ | 05 ① |
| 06 ① | 07 ③ | 08 ② | | |

01 불꽃 반응과 선 스펙트럼

예설 | 특정 금속 원소는 특유의 불꽃색을 나타내며, 원소의 종류에 따라 선 스펙트럼에서 선의 개수, 위치, 굵기 등이 달라지므로 불꽃 반응과 선 스펙트럼을 이용하여 물질에 포함되어 있는 원소의 종류를 알 수 있다.

정답맞이기 ▶ 가. 물질 X와 Y는 특정 불꽃색을 나타내므로 X와 Y에는 금속 원소가 포함되어 있다. 따라서 X와 Y는 금속 원소를 포함하며 물에 녹을 수 있는 이온 결합 물질이다.

나. Y의 선 스펙트럼이 X의 선 스펙트럼에 겹쳐지는 형태이므로 X와 Y에는 같은 종류의 금속 원소가 포함되어 있다.

다. X에는 Y에 들어 있는 금속 원소 이외에 다른 금속 원소가 포함되어 있고, 음이온이 함께 존재하고 있으므로 X를 구성하는 원소의 가짓수는 3 이상이다.

02 질량 백분율과 분자식

예설 | 원자의 몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{원자량}}$ 으로 구할 수 있다.

정답맞이기 ▶ 탄화수소 X를 구성하는 수소와 탄소의 질량 백분율이 각각 25%, 75%이므로 탄화수소 X 100g에 들어 있는 수소와 탄소의 질량은 각각 25g, 75g이고, 이를 이용하여 수소와 탄소의 원자 몰수 비를 구하면 $H : C = \frac{25}{1} : \frac{75}{12} = 4 : 1$ 이다. 따라서 X의 실험식은 CH₄이므로 분자식도 CH₄이다.

03 실험식과 분자식

예설 | 같은 온도와 압력에서 기체 1몰의 부피는 기체의 종류와 상관 없이 같다.

정답맞이기 ▶ 가. t°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 40L이므로 X(g) 10L에 들어 있는 기체의 몰수는 0.25몰이다. 따라서 X(g) 0.25몰의 질량이 15g이므로 X의 분자량은 60이다.

나. X에서 구성 원소의 질량 비는 C : H : O = 6 : 1 : 8이므로 원자 몰수 비는 $C : H : O = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} : \frac{8}{16} = 1 : 2 : 1$ 이고, 실험식은 CH₂O이다.

다. X는 분자량 60, 실험식량이 30으로 '분자량 = 실험식량 × 2'이므로 분자식은 (CH₂O)₂ = C₂H₄O₂이다. 따라서 분자당 수소 원자 수는 4이다.

04 원소 분석 실험과 화학식

정답맞이기 ▶ 탄화수소가 완전 연소되면 CO₂와 H₂O이 생성되고 CO₂는 수산화 나트륨관에, H₂O은 염화 칼슘관에 흡수된다.

생성된 CO₂와 H₂O의 질량은 각각 88mg, 54mg이고 C와 H의 질량은 각각 'C의 질량 = 88mg × $\frac{12}{44} = 24\text{mg}$ ', 'H의 질량 = 54mg × $\frac{2}{18} = 6\text{mg}$ '이므로 원자의 몰수 비는 $C : H = \frac{24}{12} : \frac{6}{1} = 1 : 3$ 이다. 따라서 실험식이 CH₃이므로 분자식은 C₂H₆이고, x+y=8이다.

05 탄소 화합물의 분자식

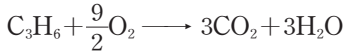
예설 | 탄화수소 (가)의 구성 원소의 질량 비가 6 : 1이므로 구성 원자의 몰수 비는 C : H = 1 : 2이다. 따라서 (가)의 실험식은 CH₂이고, (가)의 분자당 원자 수가 9이므로 (가)의 분자식은 C₃H₆이다. 탄소 화합물 (나)를 구성하는 탄소와 수소의 질량 비가 C : H = 9 : 1이므로 구성 원자의 몰수 비는 C : H = 3 : 4이고 (나)의 분자당 원자 수

가 8이므로 (나)의 분자식은 C_3H_4O 이다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)의 실험식은 CH_2 (실험식량 14), (나)의 실험식은 C_3H_4O (실험식량 56)이므로 실험식량은 (나)가 (가)의 4배이다.

오답피하기 > ㄴ. (가)의 분자식은 C_3H_6 이고 사슬 모양이므로 $C=C-C$ 인 불포화 탄화수소이다.

ㄷ. (가)와 (나)의 완전 연소 시 화학 반응식은 다음과 같다.



C_3H_6 , C_3H_4O 의 분자량이 각각 42, 56이므로 같은 질량에 들어 있는 분자의 몰수 비는 (가) : (나) = $\frac{1}{42} : \frac{1}{56} = 4 : 3$ 이다. 따라서 같은 질량을 각각 완전 연소시킬 때 반응하는 산소의 질량 비는 (가) : (나) = $\frac{9}{2} \times 4 : \frac{7}{2} \times 3 = 12 : 7$ 이다.

06 원소의 질량과 분자식

예설 | (가)와 (나)를 구성하는 H와 C의 질량을 이용하여 원자 수 비를 구하면 (가)는 $C : H = 3 : 4$, (나)는 $C : H = 1 : 3$ 이다. 따라서 (가)와 (나)의 실험식은 각각 C_3H_4 , CH_3 이다.

정답맞이기 > ㄱ. (나)의 실험식이 CH_3 이므로 (나)의 분자식은 C_2H_6 이고, 분자당 수소 수는 (나)가 (가)보다 크므로 (가)의 분자식은 C_3H_4 이다.

오답피하기 > ㄴ. (가)의 분자량은 40, (나)의 분자량은 30이다.

ㄷ. C_3H_4 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 와 H_2O 은 각각 3몰, 2몰이고, C_2H_6 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 와 H_2O 은 각각 2몰, 3몰이다.

07 탄화수소와 분자식

예설 | 탄소 수가 3 이하인 사슬 모양 탄화수소는 CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_3H_4 , C_3H_6 , C_3H_8 로 총 7가지가 존재하며, 이 중 원소의 질량 비($C : H$)가 6 : 1인 탄화수소는 실험식이 CH_2 로 같은 C_2H_4 와 C_3H_6 이며, 분자당 수소 수가 6인 탄화수소는 C_2H_6 와 C_3H_6 이다. 따라서 (가)~(다)는 각각 C_3H_6 , C_2H_4 , C_2H_6 이다.

정답맞이기 > ㄱ. (다)의 분자식은 C_2H_6 이므로 실험식은 CH_3 이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 실험식이 CH_2 로 같으므로 1g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 이산화 탄소의 질량은 서로 같다.

오답피하기 > ㄷ. (가)~(다)는 사슬 모양 탄화수소로 각각 $C=C-C$, $C=C$, $C-C$ 이다. 따라서 포화 탄화수소는 $C-C$ 1가지이다.

08 기체의 밀도와 분자식

예설 | 같은 온도와 압력에서 같은 부피에 들어 있는 분자 몰수는 같다. 따라서 $t^\circ C$, 1기압에서 $\frac{(나)의 밀도}{(가)의 밀도} = 2.5$ 이므로 (나)의 분자량은 (가)의 2.5배이다. (가)와 (나) 각각 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 H_2O 의 몰수가 같으므로 (가)와 (나)의 분자식에 포함된 H의 몰수

는 같다. (가)와 (나)의 분자식을 각각 C_aH_b , C_cH_d 라고 할 때, $12a + b : 12c + d = 1 : 2.5 = 2 : 5$ 이고, a 와 c 는 4 이하의 자연수, b 는 10 이하의 짝수이어야 하므로 a, b, c 는 각각 1, 4, 3이다. 따라서 (가)와 (나)의 분자식은 각각 CH_4 , C_3H_4 이다.

정답맞이기 > ㄴ. (가)의 분자량은 16, (나)의 분자량은 40이므로 분자량 비는 (가) : (나) = 2 : 5이다.

오답피하기 > ㄱ. (나)는 분자식이 C_3H_4 이므로 실험식도 C_3H_4 이다.

ㄷ. (가)와 (나) 각각 1g에 들어 있는 탄소 원자 몰수는 각각

$(\frac{1}{16} \times 1)$ 몰, $(\frac{1}{40} \times 3)$ 몰이므로 같은 질량을 각각 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 의 몰수는 (나)가 (가)보다 크다.

테마별 수능 심화문제

본문 22~24쪽

09 ④ 10 ① 11 ③ 12 ② 13 ④
14 ③

09 탄소 화합물의 완전 연소 생성물

예설 | (나)를 완전 연소시켰을 때 생성된 CO_2 와 H_2O 이 각각 4몰, 6몰이므로 (나)의 실험식은 CH_3 이고, 분자식은 C_2H_6 이다.

정답맞이기 > ㄴ. C_2H_6 의 분자량이 30이므로 완전 연소시킨 (나)의 질량은 60g이다. 따라서 (가) 60g을 완전 연소시켰을 때 생성된 CO_2 와 H_2O 이 각각 2몰, 2몰이므로 (가)에서 몰수 비는 $C : H = 1 : 2$ 이다.

그러므로 $\frac{H 원자 수}{C 원자 수}$ 는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (가) 0.5x g(30g)과 (나) 0.5x g(30g)을 각각 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 는 각각 1몰, 2몰이므로 (가)와 (나)가 30g씩 혼합된 혼합물을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 의 질량은 132g(3몰)이다.

오답피하기 > ㄱ. (나)는 실험식이 CH_3 , 분자식이 C_2H_6 이므로 실험식과 분자식이 서로 다르다.

10 기체의 1몰 부피와 화학식량

예설 | $t^\circ C$, 1기압에서 X 15g의 부피가 15L이므로 X 15g은 X 0.5몰에 해당한다. 따라서 X의 분자량은 30이다.

탄소 화합물을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 의 질량은 H_2O 의 질량보다 항상 크다. 따라서 A와 B는 각각 H_2O 과 CO_2 이다. X 15g을 완전 연소시켰을 때 H_2O 과 CO_2 가 각각 9g, 22g 생성되었으므로 H와 C의 질량은 각각 1g, 6g이고, 원자 몰수 비는 $C : H = 1 : 2$ 이다. 따라서 분자량이 30인 X의 분자식은 CH_2O 이다.

정답맞이기 > ㄱ. X의 분자량이 30이므로 X 1몰의 질량은 30g이다.

오답피하기 > ㄴ. X의 분자식은 CH_2O 이므로 질량 백분율은 원자량이 큰 O가 원자량이 작은 C보다 크다.

ㄷ. CH_2O 를 완전 연소시킬 때 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 X 15 g, 즉 0.5몰과 반응하는 O₂의 몰수는 0.5몰이므로 질량은 16 g이다.

11 기체의 부피와 분자 수

정답맞히기 > ㄱ. 일정한 온도와 압력에서 같은 질량의 부피 비가 C₂H_x : C₂H_{2y}O_y = 2 : 1이므로 C₂H_{2y}O_y의 분자량이 C₂H_x의 2배이다. 따라서 24 + 2y + 16y = 2(24 + x)이고, C₂H_x에서 x는 6 이하의 자연수이므로 x와 y는 각각 6, 2이며 C₂H_x와 C₂H_{2y}O_y의 분자식은 각각 C₂H₆, C₂H₄O₂이다.

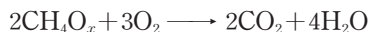
ㄷ. C₂H₆와 C₂H₄O₂에서 수소의 질량 백분율은 각각 $\frac{6}{30} \times 100(\%)$, $\frac{4}{60} \times 100(\%)$ 로 C₂H₆가 C₂H₄O₂의 3배이다.

오답맞히기 > ㄴ. 실린더에 들어 있는 분자 수는 C₂H_x가 C₂H_{2y}O_y의 2배이고, 분자당 원자 수가 같으므로 실린더에 들어 있는 원자 수는 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.

12 연소 생성물과 분자식

예설 | 탄소 화합물에서 $\frac{\text{수소 원자 수}}{\text{탄소 원자 수}}$ 는 4 이하이다. 따라서 탄소 화합물을 완전 연소시켰을 때 생성되는 H₂O의 질량은 CO₂의 질량보다 클 수 없다.

정답맞히기 > ㄴ. X를 완전 연소시켰을 때 생성된 $\frac{\text{생성물 A의 질량}}{\text{생성물 B의 질량}} = \frac{9}{11}$ 로부터 X를 완전 연소시켰을 때 CO₂가 11 g 생성될 때, H₂O은 9 g이 생성된다. 이로부터 탄소와 수소의 질량 비를 구하면 C의 질량 = $11 \times \frac{12}{44}$: H의 질량 = $9 \times \frac{2}{18} = 3 : 1$ 이고, 원자 몰수 비는 C : H = 1 : 4이다. X 0.1몰과 반응하는 O₂의 질량은 4.8 g(0.15몰)이므로 X와 O₂의 반응 몰수 비는 2 : 3이다. X의 실험식을 CH₄O_x라고 할 때 완전 연소 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 x = 1이고, X의 실험식은 CH₄O이다. 탄소 화합물에서 $\frac{\text{수소 원자 수}}{\text{탄소 원자 수}}$ 는 4 이하이고 실험식이 CH₄O이면서 탄소 수가 2 이상인 분자는 존재하지 않으므로 X의 분자식은 실험식과 같은 CH₄O이다.

오답맞히기 > ㄱ. 생성물 A는 H₂O이고, 생성물 B는 CO₂이다.

ㄷ. X의 분자식이 CH₄O(분자량 32)로 X 1몰의 질량은 분자량이 44인 B(CO₂)보다 작다.

13 원소 분석과 화학식

정답맞히기 > X를 구성하는 원자의 몰수 비는 C : H : O = 1 : 2 : 1이므로 질량 비는 C : H : O = 6 : 1 : 8이다. w mg의 X를 완전 연소시켰을 때 생성된 H₂O가 a mg이고, a mg의 H₂O에 들어 있는 H의 질량은 $(a \times \frac{2}{18})$ mg이다. 따라서 C의 질량은 $\frac{6}{9}a$ mg이고, 생

성된 CO₂의 질량(b)은 $\frac{22}{9}a$ mg이다. X의 질량은 구성 원소의 질량의 합이다. X에 들어 있는 C, H, O의 질량은 각각 $\frac{6}{9}a$ mg, $\frac{1}{9}a$ mg, $\frac{8}{9}a$ mg이므로 $w = \frac{5}{3}a$ 이다. 따라서 $w + b = \frac{5}{3}a + \frac{22}{9}a = \frac{37}{9}a$ 이다.

14 탄화수소의 분자식 구하기

예설 | 탄화수소를 완전 연소시키면 CO₂와 H₂O이 생성되며 CO₂에 들어 있는 산소의 질량은 H₂O에 들어 있는 산소의 질량보다 크거나 같다. 따라서 A는 CO₂, B는 H₂O이다.

A에 들어 있는 산소의 질량을 이용하여 (가)~(라)의 실험식을 구하면 표와 같다.

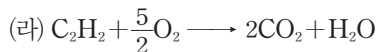
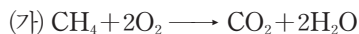
물질	(가)	(나)	(다)	(라)
몰수 비 (CO ₂ : H ₂ O)	1 : 2	3 : 4	1 : 1	2 : 1
몰수 비 (C : H)	1 : 4	3 : 8	1 : 2	1 : 1
실험식	CH ₄	C ₃ H ₈	CH ₂	CH

탄화수소에서 탄소 수가 n일 때 가질 수 있는 최대 수소 수는 2n + 2이다. 따라서 실험식이 CH₄, C₃H₈인 물질은 분자식도 CH₄, C₃H₈이므로 (가)와 (나)는 각각 CH₄, C₃H₈이다. (나)와 (다)는 분자당 탄소 수가 같으므로 (다)는 C₃H₆이고, (라) 3몰 연소 후 생성물의 총 몰수는 9몰이므로 (라)는 C₂H₂이다.

정답맞히기 > ㄱ. (가)~(라)는 각각 CH₄, C₃H₈, C₃H₆, C₂H₂이므로 분자당 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (가)가 가장 크다.

ㄴ. (가)~(라) 중 분자를 구성하는 모든 원자가 동일 평면에 존재하는 것은 (라) H-C≡C-H 1가지이다.

오답맞히기 > ㄷ. (가)와 (라)의 연소 반응식을 나타내면 다음과 같다.



따라서 (가)와 (라) 1몰을 연소시킬 때 필요한 산소의 최소 질량은 (라)가 (가)보다 크다.

THEME
04

화학 반응식의 양적 관계

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 26쪽

정답 ③

예설 | XY와 Y₂가 반응하여 XY₂가 생성되는 반응의 화학 반응식은 2XY + Y₂ → 2XY₂이고, 반응 전후 전체 기체의 부피 비를 이용하여 반응의 양적 관계를 구하면 다음과 같다.

[XY가 모두 반응하는 경우]

	2XY	+	Y ₂	→	2XY ₂
반응 전(몰)	x		4N-x		0
반응(몰)	-x		- $\frac{x}{2}$		+x
반응 후(몰)	0		4N- $\frac{3x}{2}$		x

[Y₂가 모두 반응하는 경우]

	2XY	+	Y ₂	→	2XY ₂
반응 전(몰)	4N-x		x		0
반응(몰)	-2x		-x		+2x
반응 후(몰)	4N-3x		0		2x

정답맞이기 > ㄱ. XY가 모두 반응하는 경우라면 $4N - \frac{3x}{2} + x = 3N$, $x = 2N$ 이 되고, Y₂가 모두 반응하는 경우라면 $4N - 3x + 2x = 3N$, $x = N$ 이 되는데, 반응 전 실린더에 들어 있는 기체의 몰수는 서로 다르므로 $x = N$ 이다. 따라서 반응 전 실린더에 들어 있는 XY는 3N, Y₂는 N이다.

ㄷ. 반응 후 반응하지 않고 남은 XY는 N, 생성된 XY₂는 2N이므로 $\frac{\text{생성된 분자 몰수}}{\text{반응하지 않고 남은 분자 몰수}} = 2$ 이다.

오답짜이기 > ㄴ. 반응에서 모두 반응하는 물질은 Y₂이고, 남은 물질은 XY이다.

테마별 수능 필수유제

본문 27~29쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ⑤ | 03 ② | 04 ④ | 05 ① |
| 06 ① | 07 ④ | 08 ⑤ | 09 ③ | 10 ④ |
| 11 ⑤ | 12 ⑤ | | | |

01 화학 반응식 꾸미기

예설 | 화학 반응이 일어날 때 반응 전후 원소의 종류와 원자의 수는 같다.

정답맞이기 > ㄱ. 포도당이 완전 연소되면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 따라서 ㉠은 H₂O이다.

ㄴ. a~c는 각각 6, 6, 6이므로 포도당 1몰이 완전 연소되기 위해 필요한 산소의 최소 몰수는 6몰이다.

ㄷ. 포도당의 분자량은 180이므로 18g은 0.1몰에 해당한다. 따라서 0.1몰의 포도당이 완전 연소되면 이산화 탄소가 0.6몰(0.6몰 × 44g/몰 = 26.4g) 생성된다.

02 화학 반응식 꾸미기

정답맞이기 > ㄱ. 반응 전 용기에 들어 있는 A와 B는 각각 4몰, 7몰이고, (나)에서 용기에 들어 있는 A~C가 각각 2몰, 1몰, 4몰이므로 A 2몰과 B 6몰이 반응하여 C 4몰이 생성되었음을 알 수 있다. 따라서 화학 반응식은 A + 3B → 2C이고, 반응 몰수 비는 A : B = 1 : 3이다.

ㄴ. (가)에서 용기에 들어 있는 A와 B가 각각 3몰, 4몰이므로 A 1몰과 B 3몰이 반응하였고 생성된 C는 2몰이다.

ㄷ. (나)에서 B 2몰을 추가하여 반응시키면, 용기에 들어 있는 기체는 A 1몰과 C 6몰로 전체 분자 수는 7몰이다.

03 화학 반응에서의 분자 수 변화

정답맞이기 > ㄴ. A(g) + 3B(g) → 2C(g)에서 반응물의 계수의 합이 생성물의 계수보다 크다. 따라서 반응에서 전체 분자 수는 감소한다.

오답짜이기 > ㄱ. 화학 반응이 일어나더라도 반응 전후 원소의 종류 및 원자의 수는 일정하므로 반응 전후 전체 기체의 질량은 일정하다.

ㄷ. 전체 기체의 질량은 일정하고, 반응 후 분자 수가 감소하므로 부피는 감소한다. 따라서 반응 후 전체 기체의 밀도는 증가한다.

04 화학 반응식 꾸미기

예설 | 화학 반응 전후 원자 수는 같아야 하므로 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄴ. 반응물의 계수의 합이 생성물의 계수보다 크므로 반응이 진행되면 전체 분자 수는 감소한다.

ㄷ. A와 B의 반응 계수 비가 1 : 2이므로 같은 몰수의 A와 B를 반응시키면 B는 모두 반응하고 A는 남는다.

오답짜이기 > ㄱ. 반응물의 계수의 합은 3이다.

05 화학 반응의 양적 관계와 기체의 밀도

정답맞이기 > ㄱ. 같은 질량의 A와 B를 넣었을 때 단위 부피당 분자 수 비가 A : B = 1 : 2이므로 분자량 비는 A : B = 2 : 1이다.

오답짜이기 > ㄴ. 반응 전 A와 B의 몰수는 각각 1몰, 2몰이므로 화학 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

	2A(g)	+	bB(g)	→	2C(g)
반응 전(몰)	1		2		0
반응(몰)	-1		- $\frac{b}{2}$		+1
반응 후(몰)	0		2- $\frac{b}{2}$		1

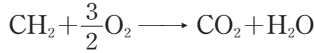
반응 후 분자 수 비가 B : C = 3 : 2이므로 $2 - \frac{b}{2} : 1 = 3 : 2$ 이다. 따라서 $b = 1$ 이다.

ㄷ. 반응 전 총 분자 수가 3몰, 반응 후 총 분자 수가 2.5몰이므로 부피 비는 반응 전 : 반응 후 = 3 : 2.5 = 6 : 5이고, 밀도 비는 반응 전 : 반응 후 = 5 : 6이다. 따라서 $\frac{\text{반응 전 전체 기체의 밀도}}{\text{반응 후 전체 기체의 밀도}} = \frac{5}{6}$ 이다.

06 탄화수소의 완전 연소 반응에서 양적 관계

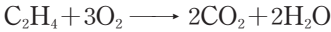
정답맞이기 ㄱ. $\frac{\text{CO}_2\text{에 들어 있는 O의 질량}}{\text{H}_2\text{O에 들어 있는 O의 질량}} = 2$ 이므로 $C_mH_n(g)$ 의 완전 연소 시 생성된 물질의 몰수 비는 $\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1$ 이다. 따라서 C_mH_n 의 실험식은 CH_2 이고, $\frac{n}{m} = 2$ 이다.

오답짜이기 ㄴ. CH_2 의 완전 연소 시 반응식은 다음과 같다.



실험식이 같으면 같은 질량의 탄화수소를 완전 연소시킬 때 필요한 산소의 질량은 모두 같다. 따라서 실험식이 CH_2 인 물질 1.4g이 완전 연소될 때 필요한 O_2 의 몰수는 0.15몰로 항상 일정하므로, 반응 후 남아 있는 O_2 의 몰수는 0.85몰이다.

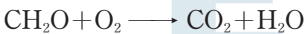
ㄷ. 실험식이 CH_2 이고, C_mH_n 에서 m 은 3 이하의 자연수이므로 C_mH_n 은 C_2H_4 또는 C_3H_6 이 가능하고, 두 물질의 완전 연소 반응식은 다음과 같다.



두 식에서 반응물의 계수의 합이 생성물의 계수의 합보다 작거나 같으므로 C_mH_n 의 완전 연소 반응에서 전체 기체의 부피는 반응 전이 반응 후보다 클 수 없다.

07 탄소 화합물의 완전 연소 반응의 화학 반응식

예설 | CH_2O , C_2H_6 , C_2H_4 를 완전 연소시킬 때 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 ㉠~㉢은 각각 C_2H_4 , CH_2O , C_2H_6 이다.

정답맞이기 ㄴ. 분자당 $\frac{\text{H 원자의 수}}{\text{C 원자의 수}}$ 는 C_2H_6 (㉢)이 3으로 가장 크다.

ㄷ. ㉠과 ㉢은 각각 CH_2O , C_2H_6 로 분자량이 같다. 따라서 ㉠과 ㉢이 1 : 1의 몰수 비로 혼합된 혼합물 30g에는 CH_2O , C_2H_6 가 각각 15g(0.5몰)씩 들어 있으므로 CH_2O 0.5몰 연소시 CO_2 는 0.5몰, C_2H_6 0.5몰 연소시 CO_2 는 1몰 생성된다. 따라서 총 1.5몰의 CO_2 가 생성된다.

오답짜이기 ㄱ. 1몰을 연소시킬 때 필요한 산소의 질량은 C_2H_6 (㉢)이 $\frac{7}{2}$ 몰로 가장 크다.

08 화학 반응과 질량

예설 | A_2 와 B_2 가 반응하여 A_2B 가 생성되므로 화학 반응식은 $2A_2 + B_2 \longrightarrow 2A_2B$ 이고, A_2 , B_2 , A_2B 의 분자량이 각각 2, $2b$, $2+b$ 라고 할 때 양적 관계는 다음과 같다.

	$2A_2$	+	B_2	\longrightarrow	$2A_2B$
반응 전(몰)	1		$\frac{2}{2b}$		0
반응(몰)	$-\frac{4}{2b}$		$-\frac{2}{2b}$		$+\frac{4}{2b}$
반응 후(몰)	$1 - \frac{4}{2b}$		0		$\frac{4}{2b}$

반응 후 질량 비로부터 $A_2 : A_2B = 2\left(1 - \frac{2}{b}\right) : \frac{2}{b}(2+b) = 7 : 9$, $b = 16$ 이다.

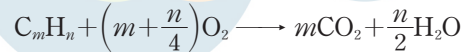
정답맞이기 ㄱ. 반응하지 않고 남은 A_2 는 $\frac{7}{8}$ 몰이므로 질량은 1.75g이다.

ㄴ. A_2B 의 분자량은 $2+b = 2+16 = 18$ 이다.

ㄷ. B_2 1g($\frac{1}{32}$ 몰)을 추가하면 반응하는 A_2 의 몰수와 생성되는 A_2B 의 몰수가 같으므로 남아 있는 물질의 총 몰수는 1몰로 일정하다.

09 탄화수소의 연소 반응과 화학식

예설 | 탄화수소 C_mH_n 의 완전 연소 시 화학 반응식은 다음과 같다.



정답맞이기 ㄱ. C_mH_n 0.30g과 O_2 1.12g(0.035몰)이 모두 반응하여 CO_2 0.88g(0.02몰)이 생성된다. 따라서 $m : n = 1 : 3$ 이므로 탄화수소의 실험식은 CH_3 이고 실험식량은 15이다.

ㄷ. 실험식이 CH_3 인 탄화수소 X는 C_2H_6 이다. ㉠에서 C_2H_6 0.30g과 O_2 1.12g이 모두 반응하므로 실린더에는 CO_2 와 H_2O 이 각각 0.02몰, 0.03몰 들어 있고, ㉢에서는 CO_2 와 H_2O 각각 0.02몰, 0.03몰과 C_2H_6 0.005몰이 들어 있다. 따라서 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 분자 수와 비례하므로 부피 비는 ㉠ : ㉢ = 0.05 : 0.055 = 10 : 11이다.

오답짜이기 ㄴ. ㉠에서 반응한 C_2H_6 은 0.15g(0.005몰)과 O_2 0.0175몰이고, 생성된 CO_2 는 0.01몰이다. 따라서 실린더에 들어 있는 O_2 와 CO_2 는 각각 0.0175몰, 0.01몰로 O_2 가 CO_2 보다 많다.

10 탄화수소의 완전 연소 반응에서의 부피 변화

정답맞이기 (가)~(다)에서 탄화수소를 완전 연소시킬 때 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

	CH_4	+	$2O_2$	\longrightarrow	CO_2	+	$2H_2O$
반응 전(몰)	1		1		0		0
반응(몰)	-0.5		-1		+0.5		+1
반응 후(몰)	0.5		0		0.5		1

	C_2H_4	+	$3O_2$	\longrightarrow	$2CO_2$	+	$2H_2O$
반응 전(몰)	1		1		0		0
반응(몰)	$-\frac{1}{3}$		-1		$+\frac{2}{3}$		$+\frac{2}{3}$
반응 후(몰)	$\frac{2}{3}$		0		$\frac{2}{3}$		$\frac{2}{3}$

	C_3H_4	+	$4O_2$	\longrightarrow	$3CO_2$	+	$2H_2O$
반응 전(몰)	1		1		0		0
반응(몰)	$-\frac{1}{4}$		-1		$+\frac{3}{4}$		$+\frac{2}{4}$
반응 후(몰)	$\frac{3}{4}$		0		$\frac{3}{4}$		$\frac{2}{4}$

따라서 (가)~(다)에서 완전 연소 후 실린더에 들어 있는 전체 기체 분자 수는 모두 같으므로 부피는 모두 같다.

[또 다른 풀이] (가)~(다) 각 물질의 연소 반응의 화학 반응식에서 '반응물의 계수의 합=생성물의 계수의 합'이므로 실린더에 들어 있는 전체 기체의 몰수는 반응 전과 후가 같다. 따라서 실린더에 들어 있는 기체의 부피는 모두 같다.

11 화학 반응의 양적 관계와 몰

정답맞이기 > ㄱ. (나)와 (다)를 비교하면 몰수 비는 $A : B : C = 2 : 1 : 2$ 임을 알 수 있다. 따라서 $a : c = 1 : 1$ 이다.

ㄴ. (가)에서 A 2몰과 B 1몰이 반응, (나)에서 A 3몰과 B 1.5몰이 반응하므로 반응 후 모두 기체 B가 남는다.

ㄷ. (다)에서 A 4몰과 B 2몰이 반응하므로 남은 기체는 A 2몰이다.

12 화학 반응식과 기체의 부피

예시 | A와 B의 계수 비가 1 : 3이므로 반응이 완결되었을 때 실린더에 들어 있는 기체는 A와 C이고, 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 3B(g) \longrightarrow cC(g)$		
반응 전(몰)	1	1	0
반응(몰)	$-\frac{1}{3}$	-1	$+\frac{1}{3}c$
반응 후(몰)	$\frac{2}{3}$	0	$\frac{1}{3}c$

정답맞이기 > ㄱ. 반응 후 $\frac{C\text{의 몰수}}{\text{전체 기체의 몰수}} = \frac{\frac{1}{3}c}{\frac{2}{3} + \frac{1}{3}c} = 0.5$ 이므로 c

는 2이다.

ㄴ. 반응 전 A와 B 각각 1몰씩 총 2몰이 실린더에 들어 있을 때 전체 기체의 부피가 V 이므로 반응 후 실린더에 남아 있는 전체 기체 $\frac{4}{3}$ 몰에 해당하는 부피는 $\frac{2}{3}V$ L이다.

ㄷ. B 0.5mol의 몰수는 0.5몰이고, B 0.5몰이 반응할 때 A는 $\frac{1}{6}$ 몰이 반응하며, C는 $\frac{2}{6}$ 몰이 생성된다. 따라서 반응 후 실린더에 남아 있는 기체는 B 0.5몰, A $\frac{5}{6}$ 몰, C $\frac{2}{6}$ 몰이므로 $\frac{C\text{의 몰수}}{\text{전체 기체의 몰수}}$ 는 0.2이다.

테마별 수능 심화문제

본문 30~31쪽

13 ① 14 ⑤ 15 ③ 16 ①

13 화학 반응에서의 몰수 관계

정답맞이기 > ㄱ. 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 분자 수에 비례한다. (가)에서 실린더에 들어 있는 A_2 의 몰수를 n 몰이라고 하면, (나)에서 콕을 열었을 때 실린더의 부피가 2L이므로 실린더에 들어 있는 분자 수는 $2n$ 몰이고, 용기에 들어 있는 분자 수도 $2n$ 몰이다. 따라서 (나)에서 용기와 실린더에 들어 있는 전체 분자 수가 $4n$ 몰이므로 (가)에서 용기에 들어 있는 B_2 분자 수는 $3n$ 몰임을 알 수 있다.

오답맞이기 > ㄴ. 용기에서 반응을 완결시킨 후 용기에는 X만 존재하므로 반응 전 용기에 들어 있던 A_2 와 B_2 는 각각 $\frac{1}{2}n$ 몰, $\frac{3}{2}n$ 몰이며, 콕을 연 후 실린더의 부피가 0.5L이므로 실린더에 들어 있는 분자 수는 0.5n몰이고, 용기와 실린더에 들어 있는 전체 분자 수는 2.5n몰이다. (다)에서 용기에 들어 있던 A_2 와 B_2 각각 $\frac{1}{2}n$ 몰, $\frac{3}{2}n$ 몰이 반응하여 0.5n몰의 X가 생성되었으므로 xX 는 A_2B_6 이다. 따라서 $x=1$ 이다.

ㄷ. 기체 A_2 와 B_2 가 반응하여 X가 생성되는 반응의 화학 반응식은 $A_2 + 3B_2 \longrightarrow A_2B_6$ 이므로 (가)에서 실린더와 용기에 넣어 준 기체 A_2 와 B_2 각각 a g(n 몰), b g($3n$ 몰)은 모두 반응한다. 따라서 분자량 비는 $A_2 : B_2 = 3a : b$ 이다.

14 화학 반응의 양적 관계

예시 | X(s)와 Y(s)가 각각 $O_2(g)$ 와 반응할 때 화학 반응의 양적 관계는 다음과 같다(X, Y의 화학식량은 M_X 와 M_Y 이다).

	$X(s) + O_2(g) \longrightarrow XO_2(g)$		
반응 전(몰)	$\frac{12}{M_X}$	1	0
반응(몰)	$-\frac{12}{M_X}$	$-\frac{12}{M_X}$	$+\frac{12}{M_X}$
반응 후(몰)	0	$1 - \frac{12}{M_X}$	$\frac{12}{M_X}$
	$2Y(s) + O_2(g) \longrightarrow 2YO(s)$		
반응 전(몰)	$\frac{12}{M_Y}$	1	0
반응(몰)	$-\frac{12}{M_Y}$	$-\frac{6}{M_Y}$	$+\frac{12}{M_Y}$
반응 후(몰)	0	$1 - \frac{6}{M_Y}$	$\frac{12}{M_Y}$

X(s) 12g이 모두 반응한 후 생성된 XO_2 의 질량이 44g이므로 반응한 산소의 질량은 32g(1몰)이다. 따라서 O_2 1몰과 반응한 X(s) 12g도 1몰이므로 $M_X = 12$ 이다.

반응 후 콕을 열었을 때 실린더 I, II에 들어 있는 전체 기체 분자의 몰수는 YO가 고체이므로 $2 - \frac{6}{M_Y}$ 이다. 반응 전 $O_2(g)$ 1몰의 부피가 2L였으므로 3.5L에 들어 있는 전체 분자의 몰수는 1.75몰이고 M_Y 는 24이다.

정답맞이기 > ㄱ. X와 Y의 원자량은 각각 12, 24이다.

ㄴ. 반응 후 실린더 I과 II에 들어 있는 $O_2(g)$ 의 몰수는 0.75몰이므로 질량은 24g이다.

ㄷ. 반응 후 실린더 I과 II에 들어 있는 분자의 몰수는 $O_2(g)$ 가 0.75몰, $XO_2(g)$ 가 1몰이므로 분자 수 비는 $O_2 : XO_2 = 3 : 4$ 이다.

15 탄화수소의 완전 연소 반응에서의 양적 관계

정답맞이기 > ㄱ. X의 완전 연소 결과 생성된 CO_2 와 H_2O 의 몰수 비가 1 : 1이므로 X의 실험식은 CH_2 이며 X의 분자식을 C_nH_{2n} 이라고 할 때 (다)에서 화학 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

II. 개성 있는 원소

THEME



05 원자의 구조 및 구성 입자

★ 답은 끝 문제로 유형 익히기 ★

본문 33쪽

정답 ⑤

예설 | ${}^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ 의 분자량은 36, ${}^1\text{H}^{37}\text{Cl}$ 의 분자량은 38이다. (가)와 (나)에 들어 있는 기체의 온도와 압력이 같으므로 두 실린더 속 기체의 몰수(분자 수) 비는 (가) : (나) = 1 : 2이다. (가)에 들어 있는 ${}^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ 의 몰수를 x , (나)에 들어 있는 ${}^1\text{H}^{37}\text{Cl}$ 의 몰수를 y 라고 하면, (나)에 들어 있는 ${}^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ 의 몰수는 $(2x - y)$ 이다. 두 실린더 속 기체의 질량 비는 (가) : (나) = $36 : 73 = 36x : 38y + 36(2x - y)$ 이다. 따라서 $x = 2y$ 이다.

정답맞이기 | (나)에 들어 있는 ${}^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ 의 몰수는 $3y$, ${}^1\text{H}^{37}\text{Cl}$ 의 몰수는 y 이므로 전체 기체의 양성자 수는 $(3y + 17 \times 3y) + (y + 17 \times y) = 72y$, 전체 중성자 수는 $(18 \times 3y) + (20 \times y) = 74y$ 이다. 따라서 $\frac{\text{전체 중성자 수}}{\text{전체 양성자 수}} = \frac{74y}{72y} = \frac{37}{36}$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 34~35쪽

01 ③	02 ⑤	03 ②	04 ④	05 ③
06 ①	07 ⑤	08 ①		

01 전자 및 원자핵의 발견 실험

예설 | 톰슨은 음극선 실험을 통해 전자를 발견하였으며, 러더퍼드는 α 입자 산란 실험을 통해 원자핵을 발견하였다. X는 전자, Y는 원자핵이다.

정답맞이기 | 가. 음극선의 진로가 (+)극 쪽으로 휜 것으로 보아 음극선을 구성하는 입자 X는 (-)전하를 띠고 있음을 알 수 있다.

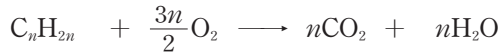
나. X는 (-)전하를, Y는 (+)전하를 띠므로 X와 Y 사이에는 전기적 인력이 작용한다.

오답맞이기 | 다. 원자핵은 부피는 작지만 원자 질량의 대부분을 차지하고 있다.

02 헬륨 원자핵의 생성 과정

예설 | 양성자는 수소의 원자핵이며, 우주의 온도가 낮아지면서 양성자와 중성자가 결합하여 중수소 원자핵과 헬륨 원자핵이 만들어진다. ○과 ●은 각각 양성자와 중성자 중 하나이므로 ○●은 중수소 원자핵(${}^2\text{H}^+$)이다. (나)와 ${}^4\text{He}^{2+}$ 은 동위 원소의 원자핵이므로 (나)는 ${}^3\text{He}^{2+}$ 이며, ○은 중성자, ●은 양성자이다.

정답맞이기 | 가. (가)와 중성자 1개가 결합하여 ${}^3\text{H}^+$ 가 되므로 (가)는 양성자(${}^1\text{H}^+$)이다.



반응 전(몰)	0.3	0.3	0	0
반응(몰)	$-\frac{0.2}{n}$	-0.3	+0.2	+0.2
반응 후(몰)	$0.3 - \frac{0.2}{n}$	0	0.2	0.2

(다)에서 구한 분자 수 비는 $\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} : \text{X} = 1 : 1 : 1$ 이므로

$0.3 - \frac{0.2}{n} = 0.2$, $n = 2$ 이다. 따라서 X의 분자식은 C_2H_4 이고, X에

서 $\frac{\text{C의 질량}}{\text{H의 질량}} = 6$ 이다.

나. (다)에서 반응하고 남은 C_2H_4 0.2몰을 완전 연소시키기 위해서 필요한 산소의 최소 몰수는 0.6몰이므로 필요한 산소의 최소 질량은 19.2g이다.

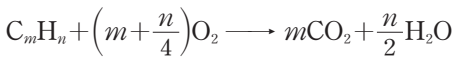
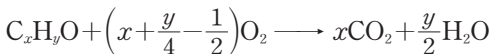
오답맞이기 | 다. (다)에서 실린더 ㉠에 들어 있는 분자의 총 몰수는 0.6몰이고, 이때 전체 기체의 부피는 3L이다. (라)에서 X(g) x L(y 몰)와 O_2 (g) 1L(0.2몰)를 반응시켰을 때 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

	C_2H_4	3O_2	\longrightarrow	2CO_2	$+ 2\text{H}_2\text{O}$
반응 전(몰)	y	0.2		0	0
반응(몰)	$-y$	$-3y$		$+2y$	$+2y$
반응 후(몰)	0	$0.2 - 3y$		$2y$	$2y$

반응 후 남은 산소의 몰수는 CO_2 , H_2O 의 몰수와 같으므로 $0.2 - 3y = 2y$, $y = 0.04$ 이다. 따라서 반응 후 실린더 ㉠에 들어 있는 전체 분자의 몰수는 0.24몰이므로 부피는 1.2L이다.

16 탄소 화합물의 완전 연소 반응의 양적 관계

예설 | $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ 와 C_mH_n 를 완전 연소시킬 때 화학 반응식은 다음과 같다.



(가)와 (나)가 같은 몰수 비로 혼합된 혼합물을 완전 연소시켰을 때 생성되는 생성물의 몰수 비는 $\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = (x + m) : \frac{y + n}{2} =$

$5 : 6$ 이고, x 와 m 이 3 이하의 자연수일 때, y 와 n 은 8 이하의 자연수이므로 $x + m : y + n = 5 : 12$ 를 만족하는 (x, y) , (m, n) 은 $(2, 4)$, $(3, 8)$ 또는 $(3, 6)$, $(2, 6)$ 이다. 그런데 같은 질량의 (가)와 (나)를 완전 연소시킬 때 필요한 산소의 최소 질량이 (나)가 (가)의 2배이므로 같은 질량에 들어 있는 탄소 수와 수소 수의 합은 (나)가 (가)보다 커야 한다. 따라서 (x, y) 와 (m, n) 은 $(2, 4)$ 와 $(3, 8)$ 이므로 (가)와 (나)는 각각 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ 와 C_3H_8 이다.

정답맞이기 | 가. (가)와 (나)는 각각 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ 와 C_3H_8 이므로 $\frac{m+n}{x+y} = \frac{11}{6}$ 이다.

오답맞이기 | 다. (가)와 (나)는 각각 실험식과 분자식이 같고, (가)와 (나)의 분자량은 44로 같으므로 실험식량은 (가)와 (나)가 같다.

나. (가)와 (나)는 분자량이 같으므로 1g에 들어 있는 분자 수는 같고, (가)와 (나)는 분자당 수소 수가 각각 4, 8이므로 1g에 들어 있는 수소 원자 수는 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄴ. (가)와 (나)의 질량수는 각각 1, 3이므로, 질량수는 (나)가 (가)의 3배이다.

ㄷ. (나)는 ${}^3\text{He}^{2+}$ 이고, (다)는 삼중수소 원자핵(${}^3\text{H}^+$)이다.

중성자 수는 (다) > (나)이고, 전하량은 (나) > (다)이므로 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{전하량}}$ 은 (다)가 (나)보다 크다.

03 원자의 구성 입자와 질량수

예시 | 원자 A와 B의 전자 수를 각각 a, b 라고 하면 AB_2 와 A_2B 의 총 전자 수가 각각 23, 22이므로 $a+2b=23, 2a+b=22$ 가 성립하며, 두 식을 연립하여 풀면 $a=7, b=8$ 이다. 양성자 수는 전자 수와 같으므로 A와 B의 양성자 수는 각각 7, 8이다.

정답맞이기 | 원자 A와 B의 중성자 수를 각각 c, d 라고 하면 AB_2 와 A_2B 의 분자량 비가 $\text{AB}_2 : \text{A}_2\text{B} = 23 : 22$ 이므로 $7+c+2(8+d) : 2(7+c)+8+d = 23 : 22$ 이다. 이를 풀면 $c : d = 7 : 8$ 이다. 따라서 A와 B의 중성자 수 비는 $A : B = 7 : 8$ 이다.

04 원자의 구성 입자

예시 | 원자에서 양성자 수와 전자 수는 같으며, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. B에서 ㉠과 ㉡ 수가 같으므로 ㉠과 ㉡은 각각 양성자와 전자 중 하나이며, ㉢이 중성자이다. A에서 양성자 수와 중성자 수가 같으므로 $2a+2a=12$ 이며, $a=3$ 이다. B에서 $3a+2b=19$ 이므로 $b=5$ 이다. 따라서 원자 A와 B는 각각 ${}^{12}_6\text{A}, {}^{19}_9\text{B}$ 이다.

정답맞이기 | ㄴ. A와 B의 바닥상태 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^2, 1s^2 2s^2 2p^5$ 이므로, 홀전자 수는 A가 2, B가 1이다. 따라서 홀전자 수는 A가 B보다 크다.

ㄷ. A와 B는 모두 비금속 원소이므로 AB_4 는 A와 B의 공유 결합으로 형성된다.

오답짜이기 | ㄱ. A와 B의 원자 번호 차이는 3이다.

05 이온의 구성 입자

예시 | ${}^{23}_{11}\text{X}^+, {}^{24}_{12}\text{Y}^{2+}, {}^{26}_{13}\text{Z}^{3+}$ 에서 양성자 수, 중성자 수, 전자 수를 구하면 다음과 같다.

이온	양성자 수	중성자 수	전자 수
${}^{23}_{11}\text{X}^+$	11	12	10
${}^{24}_{12}\text{Y}^{2+}$	12	12	10
${}^{26}_{13}\text{Z}^{3+}$	13	13	10

정답맞이기 | ㉠은 ${}^{23}_{11}\text{X}^+(a-1), {}^{26}_{13}\text{Z}^{3+}(a+1)$ 의 차이가 2이므로 ㉠은 양성자이며, ${}^{23}_{11}\text{X}^+$ 의 양성자 수가 $a-1=11$ 이므로 $a=12$ 이다.

06 동위 원소와 평균 원자량

예시 | 평균 원자량은 동위 원소의 존재 비율을 고려하여 평균값으로 나타낸 원자량이다. X의 동위 원소는 (가)와 (나)뿐이므로 (나)의 자연계 존재 비율(%)은 $y=100-x$ 이다.

정답맞이기 | 평균 원자량을 구하는 식으로부터

$$2a \times \frac{x}{100} + (2a+1) \times \frac{(100-x)}{100} = 10.8 \text{이다.}$$

이를 간단히 하면 $200a=980+x$ 가 된다. 한편 a 는 자연수이며 $0 < x < 100$ 이므로 이를 만족하는 a 와 x 는 각각 $a=5, x=20$ 이다. 따라서 $a \times x = 100$ 이다.

07 이온의 구성 입자

예시 | ${}^{16}\text{A}^{2-}, {}^{19}\text{B}^-, {}^{23}\text{C}^+$ 의 전자 배치가 Ne과 같으므로 이들을 구성하는 입자의 수에 대한 자료는 다음과 같다.

이온	양성자	전자	중성자
${}^{16}\text{A}^{2-}$	8	10	8
${}^{19}\text{B}^-$	9	10	10
${}^{23}\text{C}^+$	11	10	12

정답맞이기 | ㄱ. (가)에 의해 ${}^{16}\text{A}^{2-}$ 이 “아니요”로 분류되었으므로 ‘중성자 수가 양성자 수보다 큰가?’는 (가)에 적용할 수 있다.

ㄴ. ${}^{19}\text{B}^-, {}^{23}\text{C}^+$ 중에서 ‘중성자 수가 전자 수보다 큰 것은 ${}^{23}\text{C}^+$ 이므로 ㉠은 ${}^{23}\text{C}^+$ 이며, ㉡은 ${}^{19}\text{B}^-$ 이다. ${}^{23}\text{C}^+$ 의 양성자 수는 11이다.

ㄷ. ${}^{23}\text{C}^+$ 과 ${}^{19}\text{B}^-$ 에서 |중성자 수 - 양성자 수|는 1로 같다.

08 원소의 기원

예시 | 2개 이상의 가벼운 원자핵이 결합하여 무거운 원자핵이 되는 반응을 핵융합이라고 한다. ㉠은 ${}^3_1\text{H}$ 과 ${}^1_1\text{H}$ 이 결합하였으므로 ${}^4_2\text{He}$ 이다. ㉡은 3개의 ${}^4_2\text{He}$ 이 결합하였으므로 ${}^{12}_6\text{C}$ 이며, ㉢은 ${}^4_2\text{He}$ 과 ${}^{16}_8\text{O}$ 가 결합하였으므로 ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ 이다.

정답맞이기 | ㄱ. ㉠은 ${}^4_2\text{He}$ 이다.

오답짜이기 | ㄴ. $\frac{\text{중성자 수}}{\text{양성자 수}}$ 는 ㉠(${}^{12}_6\text{C}$)에서는 1, ${}^3_1\text{H}$ 에서는 2이므로, ${}^3_1\text{H}$ 이 ㉠의 2배이다.

ㄷ. ㉠~㉢ 중 2주기 원소는 ㉠(${}^{12}_6\text{C}$)과 ㉡(${}^{16}_8\text{O}$) 2가지이다.

테마별 수능 심화문제

본문 36~37쪽

09 ② 10 ⑤ 11 ④ 12 ③

09 원자의 구성 입자

예시 | 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. ${}_a\text{X}$ 에서 양성자 수는 a 이며, 질량수와 양성자 수의 비가 $7 : 3$ 이므로 ${}_a\text{X}$ 의 질량수는 $\frac{7}{3}a$ 이다. ${}_{a+1}\text{Y}$ 에서 양성자 수는 $a+1$ 이며, 질량수와 양성자 수의 비가 $2 : 1$ 이므로 ${}_{a+1}\text{Y}$ 의 질량수는 $2(a+1)$ 이다. X와 Y의 질량수가 같으므로 $\frac{7}{3}a = 2(a+1)$ 에서 $a=6$ 이다. 따라서 ${}_6\text{X}, {}_{a+1}\text{Y}, {}_{a+2}\text{Z}$ 는 각각 ${}^{14}_6\text{X}, {}^{14}_7\text{Y}, {}^{18}_8\text{Z}$ 이다.

정답맞이기 | ㄴ. X와 Y의 중성자 수는 각각 8, 7이므로 중성자 수는 X가 Y보다 크다.

오답피하기 > ㄱ. X~Z는 원자 번호가 각각 6, 7, 8이므로 모두 비금속 원소이다.

ㄷ. Y와 Z의 질량수 차이는 4이다.

10 이온과 원자의 구성 입자

해설 | X^{m+} 은 양이온이므로 양성자 수가 전자 수보다 커야 하며, Y^{n-} 은 음이온이므로 전자 수가 양성자 수보다 커야 한다. Z는 원자이므로 양성자 수와 전자 수가 같아야 한다. 따라서 □(가)는 양성자, ■(나)는 중성자, ▣(다)는 전자이다. (가)~(다)의 입자 수를 고려하면 X^{m+} 은 ${}_{12}^{24}X^{2+}$, Y^{n-} 은 ${}_{8}^{16}Y^{2-}$, Z는 ${}_{10}^{22}Z$ 이다.

정답맞이기 > ㄱ. (다)는 전자이므로 톰슨의 음극선 실험을 통해 발견되었다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 X와 Y가 각각 2, 6이므로 Y가 X의 3배이다.

ㄷ. X^{m+} 은 ${}_{12}^{24}X^{2+}$, Y^{n-} 은 ${}_{8}^{16}Y^{2-}$ 이므로 ${}_{12}^{24}X^{2+}$ 과 ${}_{8}^{16}Y^{2-}$ 이 결합한 안정한 화합물의 실험식은 XY이다.

11 이온을 구성하는 입자

해설 | X^{m+} 은 양이온이므로 양성자 수가 전자 수보다 커야 한다. 따라서 ⊖은 전자가 될 수 없다. 만약 ⊕이 전자라면 Y^{n-} 이 음이온이므로 전자 수($b-1$)가 양성자 수(b)보다 커야 하는데 모순이 된다. 따라서 ⊖이 전자이며, ⊕은 양성자, ⊙은 중성자이다. 이온의 전자 배치가 Ne과 같으므로 $a-1=10$, $b=10$ 이며, 이를 이용하여 X^{m+} 과 Y^{n-} 에 대한 자료를 나타내면 다음과 같다

이온	양성자 수	전자 수	중성자 수	질량수
X^{m+}	11	10	12	23
Y^{n-}	9	10	10	19

정답맞이기 > ㄱ. ⊙은 중성자이다.

ㄷ. X의 질량수는 23, Y의 질량수는 19이므로, X와 Y의 질량수 차이는 4이다.

오답피하기 > ㄴ. X^{m+} 은 X^+ , Y^{n-} 은 Y^- 이므로 $m=n=1$ 이다.

12 원자의 구성 입자 및 전자 배치

해설 | C의 질량수가 $2a$ 이며 (중성자 수 - 양성자 수) = 4이므로 C의 양성자 수는 $a-2$, 중성자 수는 $a+2$ 이다. A는 B와 결합하여 이온 결합 물질 AB를 생성하며, A 이온과 B 이온의 전자 배치가 C와 같으므로 A 이온과 B 이온은 각각 A^{m+} , B^{n-} 이고, C는 18족 원소이다. A와 B의 양성자 수 합이 C의 양성자 수 2배와 같으므로 $a+b=2(a-2)$ 이다. 따라서 $a-4=b$ 이다. C는 18족 원소이므로 가능한 C의 양성자 수는 2, 10, 18인데, C의 양성자 수($a-2$)가 2인 경우는 $a=4$, $b=0$ 이 되어 B의 원자 번호가 0이 되므로 모순이 된다. C의 양성자 수가 10이면 $a=12$, $b=8$ 이 되는데, A의 바닥상태 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이므로 s 오비탈에 들어 있는 전자 수와 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 같으므로 모순이 된다(그림에서 A의 바닥상태 전자 배치에서 s 오비탈에 들어 있는 전자 수와 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 같지 않음). 따라서 C의 양성자 수는 18이다. $a-2=18$ 에서 $a=20$ 이며, $b=a-4=16$ 이므로, A~C는 각각

Ca, S, Ar이 된다.

정답맞이기 > ㄱ. $a-b=4$ 이므로 $a=b+4$ 이다.

ㄷ. 바닥상태에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 A가 $\frac{12}{8}$, B가 $\frac{10}{6}$ 이므로 B가 A보다 크다.

오답피하기 > ㄴ. A의 중성자 수는 $a=20$, B의 중성자 수는 $b+2=18$ 이다. 따라서 중성자 수 비는 A : B = 10 : 9이다.

THEME
06

원자 모형과 전자 배치

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 40쪽

정답 ⑤

예설 | A는 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이므로 자외선 영역의 빛이 방출되고, 방출되는 에너지는 $(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2})k = 12a$ 이며 $a = \frac{1}{16}k$ 이다.

정답맞이기 > \neg . A는 라이먼 계열이므로 자외선 영역의 빛이 방출된다.

\neg . B에서 출입하는 빛에너지는 $(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{x^2})k = 3a = \frac{3}{16}k$ 이므로 $x=4$ 이다.

\neg . C에서 출입하는 빛에너지는 $(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2})k = \frac{1}{4}k$ 이고, 수소 원자의 이온화 에너지는 $n=1 \rightarrow n=\infty$ 의 전이에서 출입하는 에너지로, $(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2})k = k$ 이므로 C에서 출입하는 에너지의 4배이다.

테마별 수능 필수유제

본문 41~42쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ③ 04 ① 05 ④
06 ⑤ 07 ② 08 ④

01 오비탈의 에너지 준위와 전자 배치

예설 | s 오비탈은 공 모양(구형)으로 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같으며, p 오비탈은 아령 모양으로 방향성이 있어 핵으로부터의 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

정답맞이기 > \neg . s 오비탈은 모든 전자껍질에 1개씩 존재한다.

\neg . 전자가 1개인 수소 원자의 경우 오비탈의 에너지 준위는 오비탈의 종류와 관계없이 주양자수에 의해서만 결정된다.

\neg . 바닥상태에서 질소 원자는 훈트 규칙에 의해 3개의 $2p$ 오비탈에 전자가 각각 1개씩 들어 있다.

02 바닥상태 전자 배치와 오비탈

예설 | X의 원자가 전자는 $2s$ 와 $2p$ 오비탈에 들어 있으므로 (가)는 $2s$ 오비탈 또는 $2p$ 오비탈이며, 바닥상태에서 $2s$ 오비탈에 전자가 2개 채워진 후 $2p$ 오비탈에 전자가 채워지므로 들어 있는 전자 수가 (가)=(다)>(나)이기 위해서는 (나)가 $2p$ 오비탈이어야 한다. (가)는 $2s$ 오비탈이며, (다)는 $1s$ 오비탈이다.

정답맞이기 > \neg . (다)는 $1s$ 오비탈로 방향성이 없어 핵으로부터 거리만 같으면 전자가 발견될 확률이 같다.

오답맞이기 > \neg . X의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이므로 원자 번호는 5이다.

\neg . X는 수소 원자가 아니므로 $2s$ 오비탈과 $2p$ 오비탈의 에너지 준

위는 다르며, 오비탈의 에너지 준위는 $2p > 2s > 1s$ 이므로 (나)가 가장 크다.

03 원자 및 이온의 전자 배치

예설 | (가)는 A 이온의 전자 배치이며, (나)와 (다)는 각각 A 원자의 바닥상태와 들뜬상태의 전자 배치이다.

정답맞이기 > \neg . A는 전자 수가 11이므로 원자 번호 11인 나트륨(Na)이며, 금속 원소이다.

\neg . (다)는 $2p$ 오비탈 다음으로 에너지가 높은 $3s$ 오비탈 대신에 $4p$ 오비탈에 전자가 들어 있으므로 들뜬상태의 전자 배치이다.

오답맞이기 > \neg . A는 질량수가 a 이고 양성자 수가 11이므로 중성자 수는 $a-11$ 이다.

04 바닥상태 전자 배치와 홀전자 수

예설 | 3주기 원자 A~C의 홀전자 수가 각각 $a \sim c$ 이며, $b > c > a$ 이므로 $a=0$ 또는 $a=1$ 이다. $a=0$ 이면, A의 바닥상태 전자 배치에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 0이 되므로 A는 3주기 원소가 될 수 없다. 3주기 원자의 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 $0 \sim 3$ 이므로 $a=1$ 이며, $b=3, c=2$ 이다.

원자	A	B	C
홀전자 수	1	3	2
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	6	9	$2d$

조건을 만족하는 A는 나트륨(Na), B는 인(P), C는 규소(Si) 또는 황(S)인데, 원자 번호가 $C > B$ 이므로 C는 황(S)이다.

정답맞이기 > \neg . 바닥상태에서 C(S)의 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 10이므로 $d=5$ 이다.

오답맞이기 > \neg . A~C의 바닥상태에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 각각 6, 9, 9이므로 $C=B > A$ 이다.

\neg . 3주기 15족 원소(P)는 16족 원소(S)보다 제1 이온화 에너지가 크므로 제1 이온화 에너지는 B가 C보다 크다.

05 바닥상태 원자의 전자 배치

예설 | 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈의 수가 1인 원자는 붕소(B)이며, 붕소의 홀전자 수와 전자가 들어 있는 s 오비탈의 수는 각각 1과 2이므로, $x=1, y=2$ 이다. 바닥상태에서 전자가 들어 있는 s 오비탈의 수와 홀전자 수가 각각 3인 원자는 인(P)이며, $z=6$ 이다.

물질	A	B	C	D
홀전자 수	1	2	3	1
전자가 들어 있는 s 오비탈 수	2	2	3	3
전자가 들어 있는 p 오비탈 수	1	2	6	6
실제 원자	B	C	P	Cl

정답맞이기 > \neg . $x+y+z=1+2+6=9$ 이다.

나. 제1 이온화 에너지는 탄소(C)가 붕소(B)보다 크므로 B가 A보다 크다.

[오답피해기] > 다. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크므로 D가 C보다 크다.

06 수소 원자의 전자 전이와 선 스펙트럼

예설 | 수소 원자의 전자 전이 $a \sim d$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a : n=1 \rightarrow n=3, & \quad b : n=2 \rightarrow n=4 \\ c : n=3 \rightarrow n=1, & \quad d : n=3 \rightarrow n=2 \end{aligned}$$

[정답맞이기] > 가. 에너지를 흡수하는 전자 전이는 a 와 b 이다.

나. a 는 $n=1 \rightarrow n=3$ 의 전자 전이, c 는 $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이므로 a 에서 흡수하는 에너지의 크기는 c 에서 방출하는 에너지의 크기와 같다.

다. 흡수하거나 방출하는 빛의 에너지의 크기 비는 $b : d = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) : \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = \frac{3}{16} : \frac{5}{36}$ 이다. 파장은 에너지의 크기에 반비례하므로 b 와 d 에서 출입하는 빛의 파장 비는 $b : d = \frac{16}{3} : \frac{36}{5} = 20 : 27$ 이다.

07 수소 원자의 선 스펙트럼과 에너지

예설 | 수소 원자의 전자 전이 $a \sim f$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a : n=4 \rightarrow n=1, & \quad d : n=5 \rightarrow n=2 \\ b : n=3 \rightarrow n=1, & \quad e : n=4 \rightarrow n=2 \\ c : n=2 \rightarrow n=1, & \quad f : n=3 \rightarrow n=2 \end{aligned}$$

[정답맞이기] > $a \sim f$ 에서 방출되는 빛의 에너지 크기 사이에는 $E_a = E_c + E_e$, $E_b = E_c + E_f$ 의 관계가 성립한다.

08 수소 원자의 에너지 준위와 전자 전이

예설 | $w \sim z$ 는 주양자수이므로 1 이상의 자연수이며, $w+x+y+z=10$ 을 만족하기 위해서는 $w \sim z$ 는 각각 1~4 중 하나이어야 한다. B의 전자 전이에서 방출되는 빛의 파장이 가장 짧으므로 B는 $n=4 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이며, $w=4$, $z=1$ 이다. A~D가 빛을 방출하는 전자 전이이므로 $x > y$, $x > z$ 이며 $x=3$, $y=2$ 이다.

[정답맞이기] > 나. A는 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이이므로 가시광선 영역의 빛을 방출한다.

다. C와 D에서 방출되는 빛의 에너지 크기는 각각 $\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)k = \frac{5}{36}k$, $\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)k = \frac{8}{9}k$ 이므로 방출되는 빛의 에너지 크기 비는 $C : D = 5 : 32$ 이다.

[오답피해기] > 가. $w=4$ 이다.

테마별 수능 심화문제

본문 43~45쪽

09 ③ 10 ④ 11 ① 12 ⑤ 13 ②
14 ⑤

09 전자 전이와 수소 원자의 선 스펙트럼

예설 | 수소 원자의 주양자수 4 이하에서 빛에너지를 방출하는 전자 전이는 모두 6가지이며, 가능한 Δn 은 1, 2, 3이다. $x=1$ 이면 I과 II의 $\Delta n=0$ 이 되고, $x=3$ 이면 IV의 $\Delta n=4$ 가 되므로 모순이다. 따라서 $x=2$ 이다. I은 $\Delta n=1$ 이며 적외선 영역의 빛을 방출하므로 I은 $n=4 \rightarrow n=3$ 의 전자 전이이다. IV는 $\Delta n=3$ 이므로 $n=4 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이다. II는 $\Delta n=1$ 이므로 $n=3 \rightarrow n=2$ 또는 $n=2 \rightarrow n=1$ 이며, III은 $\Delta n=2$ 이므로 $n=4 \rightarrow n=2$ 또는 $n=3 \rightarrow n=1$ 이다. $d=b+c$ 를 만족해야 하므로 II는 $n=2 \rightarrow n=1$, III은 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이이다.

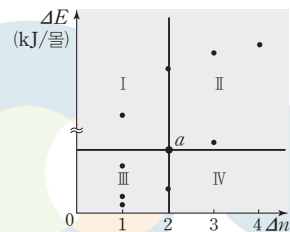
[정답맞이기] > 가. n 전이 전=4인 전자 전이는 I, III, IV로 3가지이다.

다. III과 IV에서 방출하는 빛에너지는 각각 $\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)k = \frac{3}{16}k$, $\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)k = \frac{15}{16}k$ 이고, 파장은 에너지에 반비례하므로 방출되는 빛의 파장 비는 III : IV = 5 : 1이다.

[오답피해기] > 나. $b = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)k = \frac{3}{4}k$, $c = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)k = \frac{3}{16}k$ 이므로 b 가 c 보다 크다.

10 수소 원자의 선 스펙트럼과 전자 전이

예설 | $n=5$ 이하의 전자 전이에서 나타나는 가시광선 영역의 선 스펙트럼은 $n=5 \rightarrow n=2$, $n=4 \rightarrow n=2$, $n=3 \rightarrow n=2$ 이며, 이 중 a 는 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이이다. 들뜬상태에 있는 수소 원자의 전자가 주양자수 5 이하에서 전자 전이할 때 가능한 전자 전이는 모두 10가지이다. $\Delta n=4$ 인 것은 1가지, $\Delta n=3$ 인 것은 2가지, $\Delta n=2$ 인 것은 3가지, $\Delta n=1$ 인 것은 4가지이다. 10가지 전자 전이를 a 를 기준으로 하여 Δn 에 따른 ΔE 로 나타내면 다음과 같다.



[정답맞이기] > 가. 영역 I에는 $\Delta n=1$ 이며, a 보다 에너지가 큰 전자 전이가 나타나므로 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이가 나타나게 된다.

다. 영역 IV에는 $\Delta n=4$ 와 $\Delta n=3$ 인 전자 전이 중에서 a 보다 에너지가 작은 전자 전이가 나타나지만 해당하는 전자 전이가 없으므로 나타나는 전자 전이의 수는 0이다.

[오답피해기] > 나. 영역 II에는 $\Delta n=4$ 와 $\Delta n=3$ 인 전자 전이 중에서 a 보다 에너지가 큰 전자 전이가 나타나므로 $n=5 \rightarrow n=1$, $n=4 \rightarrow n=1$, $n=5 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이가 나타난다. 영역 III에는 $\Delta n=1$ 인 전자 전이 중에서 a 보다 에너지가 작은 전자 전이가 나타나므로

$n=5 \rightarrow n=4, n=4 \rightarrow n=3, n=3 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이가 나타난다. 따라서 영역 II에서와 영역 III에서 나타나는 전자 전이의 수는 같다.

11 바닥상태 원자의 전자 배치

예시 | 바닥상태에서 B는 $|x-y|=0$ 이므로 산소(O) 또는 마그네슘(Mg)인데, $|a-b|=2$ 인 것으로 보아 Mg임을 알 수 있다(O는 $|a-b|=4$ 임). A~D는 원자 번호가 연속이므로 Mg을 기준으로 플루오린(F)에서부터 인(P)까지 중에서 하나이다. 각 원자에 대해 $|x-y|$ 는 다음과 같다.

원자	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P
$ x-y $	1	2	1	0	1	2	3

A는 $|x-y|=3$ 이므로 P(인)이며, A~D는 원자 번호가 연속이므로 $|x-y|=1$ 인 C는 Al(알루미늄), $|x-y|=2$ 인 D는 Si(규소)이다.

정답맞이기 > ㄱ. ①은 $|4-2|=2$ 이다.

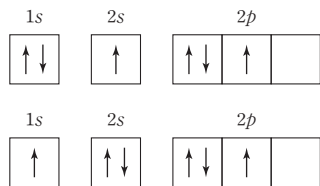
오답피하기 > ㄴ. 원자 번호는 D가 C보다 크다.

ㄷ. A의 홀전자 수는 3, B의 홀전자 수는 0이다.

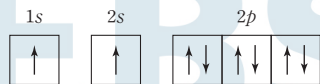
12 들뜬상태 전자 배치

예시 | A와 B는 바닥상태에서 s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비가 각각 2 : 1과 1 : 1인 2주기 원소이므로 A는 탄소(C), B는 산소(O)이다.

A는 들뜬상태에서 s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비가 1 : 1이므로 s 오비탈과 p 오비탈에 전자가 각각 3개씩 들어 있으며 홀전자 수가 2이므로 가능한 들뜬상태 전자 배치는 다음과 같다.



B는 들뜬상태에서 s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비가 1 : 3이므로 s 오비탈과 p 오비탈에 전자가 각각 2개, 6개 들어 있으며 홀전자 수가 2이므로 가능한 들뜬상태 전자 배치는 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄱ. A와 B의 원자 번호 차이는 2이다.

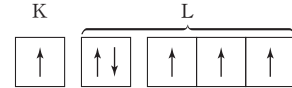
ㄴ. A의 들뜬상태 전자 배치에서 홀전자는 2s 오비탈과 2p 오비탈 또는 1s 오비탈과 2p 오비탈에 각각 1개씩 들어 있다.

ㄷ. B의 들뜬상태 전자 배치에서 2s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 1이다.

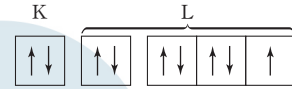
13 바닥상태와 들뜬상태 전자 배치

예시 | A는 가장 바깥 전자껍질이 L이며 s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 3이므로 들뜬상태이다. 홀전자 수가 4이므로 L 껍질에 전자 5

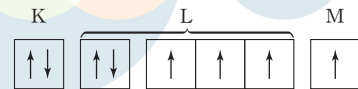
개를 배치하면 다음과 같다.



B는 가장 바깥 전자껍질이 L이며 s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 4이고 홀전자 수가 1이므로 L 껍질에 전자 7개를 배치하면 바닥상태가 된다.



C는 가장 바깥 전자껍질이 M이며 s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 5이므로 M 껍질의 전자가 3s 오비탈에 들어 있으며, 홀전자 수가 4이므로 전자를 배치하면 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄴ. B는 플루오린(F), C는 산소(O)이므로 바닥상태에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B가 C보다 크다.

오답피하기 > ㄱ. A와 C는 들뜬상태이며, B는 바닥상태이다. 따라서 바닥상태인 원자는 1가지이다.

ㄷ. C에서 2p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 3이다.

14 바닥상태 전자 배치

예시 | 2주기 바닥상태 원자의 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 와 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 다음과 같다.

원자	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
홀전자 수	1	0	1	2	3	2	1	0
전자가 들어 있는 오비탈 수	2	2	3	4	5	5	5	5
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	0	0	1	2	3	4	5	6
s 오비탈에 들어 있는 전자 수	3	4	4	4	4	4	4	4

Z는 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}} = \frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}} = a$ 이므로 Z는 Be(베릴륨) 또는 C(탄소)이다.

Z가 Be이면 $a=0$ 이며, Y는 Li(리튬)이다. $b=\frac{1}{6}$ 이 되므로 이를 만족하는 X는 2주기 원자 중에는 존재하지 않는다. 따라서 Z는 C(탄소)이며, $a=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}$ 이다. Y는 N(질소)이며, $b=\frac{1}{5}$ 이므로 X는 F(플루오린)이다.

정답맞이기 > ㄱ. $a=\frac{1}{2}, b=\frac{1}{5}$ 이므로 $a : b = 5 : 2$ 이다.

ㄴ. X~Z의 홀전자 수는 각각 1, 3, 2이므로 X~Z의 홀전자 수 합은 6이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 증가하므로 X~Z 중 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 X가 가장 크다.



주기율과 주기율표

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 47쪽

정답 ②

예설 | 원자 번호 8~13인 원소는 각각 O, F, Ne, Na, Mg, Al이고, 제1 이온화 에너지는 $Ne > F > O > Mg > Al > Na$ 이므로 A는 Na, B는 Al, C는 Mg, D는 O, E는 F(플루오린), F는 Ne이다.

정답맞히기 > d. A는 Na, E는 F(플루오린)으로 바닥상태 원자의 홀전자 수는 각각 1이다.

오답맞히기 > ㄱ. B는 Al으로 13족 원소이다.

ㄴ. C는 Mg으로 3주기 원소이고, D는 O로 2주기 원소이므로 C와 D는 같은 주기의 원소가 아니다.

테마별 수능 필수유제

본문 48~49쪽

01 ③	02 ①	03 ①	04 ④	05 ④
06 ②	07 ④	08 ④		

01 전자 배치와 원소

예설 | A는 산소(O), B^{2+} 은 마그네슘 이온(Mg^{2+}), C^- 은 염화 이온(Cl^-)의 전자 배치이므로 A는 산소, B는 마그네슘, C는 염소이다.

정답맞히기 > ㄱ. A는 2주기, B와 C는 3주기 원소이므로 3주기 원소는 2가지이다.

ㄴ. B는 금속 원소이다.

오답맞히기 > d. 바닥상태에서 A~C의 홀전자 수는 각각 2, 0, 1이므로 A~C의 홀전자 수의 합은 3이다.

02 화학 결합과 주기율표

예설 | A는 Li(리튬), B는 O(산소), C는 Mg(마그네슘), D는 Cl(염소), E는 Ar(아르곤)이므로 (가)는 Li_2O , (나)는 MgO , (다)는 OCl_2 , (라)는 $MgCl_2$ 이다.

정답맞히기 > (가), (나), (라)는 이온 결합 물질이고, (다)는 공유 결합 물질이므로 $x=1$ 이다. (가), (나), (라) 중에서 Ar과 같은 전자 배치를 갖는 입자는 Cl^- 이므로 $y=1$ 이다. 따라서 $x+y=2$ 이다.

03 주기율표와 화합물

예설 | A는 H(수소), B는 O(산소), C는 Mg(마그네슘), D는 Cl(염소)이다.

정답맞히기 > ㄱ. 바닥상태에서 B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이며, C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다. 바닥상태에서

전자가 들어 있는 p 오비탈 수 는 B는 $\frac{3}{2}$, C는 1이므로 B가 C보다 크다.

오답맞히기 > ㄴ. 화합물 AD는 HCl이며, HCl는 분자이지만 수용액 상태에서 이온화되므로 전기 전도성이 있다.

d. 화합물 A_2B 는 H_2O , CB는 MgO 이며, B(O)의 산화수는 -2로 같다.

04 원소의 성질과 주기율표

예설 | 18족을 제외한 2, 3주기 원소 중에서

전자가 들어 있는 p 오비탈 수 = $\frac{5}{3}$ 인 것은 Si(규소)이며, 제2 이온

화 에너지가 가장 큰 원소는 Li(리튬), 제1 이온화 에너지가 가장 작은 원소는 Na(나트륨), 전기 음성도가 가장 큰 것은 F(플루오린),

홀전자 수 / 전자가 들어 있는 s 오비탈 수 가 가장 큰 것은 N(질소)이다. 따라서 A는 Si, B는 Li, C는 Na, D는 F, E는 N이다.

정답맞히기 > ㉠~㉣ 중 A~E의 주기율표에서의 위치에 해당하지 않는 것은 ㉡이다.

05 주기율표와 전자 배치

예설 | 2, 3주기 원자의 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 2~9이므로 $a=2$ 이다. 바닥상태에서 A~D는 전자가 들어 있는 오비탈 수가 각각 2, 4, 6, 8이며, 전자가 들어 있는 오비탈 수가 4, 8인 것은 C(탄소)와 Si(규소)이므로 B는 C(탄소), D는 Si(규소)이다. A는 전자가 들어 있는 오비탈 수가 2이며 홀전자 수가 0이므로 Be(베릴륨)이며, C는 전자가 들어 있는 오비탈 수가 6이며 홀전자 수가 1이므로 Na(나트륨)이다.

정답맞히기 > ㄴ. A는 2족, B와 D는 14족, C는 1족 원소이므로 14족 원소는 2가지이다.

d. 원자 반지름은 3주기 1족 원소인 C가 가장 크다.

오답맞히기 > ㄱ. A와 C의 원자가 전자 수는 각각 2, 1이므로 원자가 전자 수는 A가 C보다 크다.

06 화학 결합과 주기율표

예설 | A는 Mg(마그네슘), B는 O(산소), C는 C(탄소)이다.

정답맞히기 > ㄴ. A~C의 원자가 전자 수는 각각 2, 6, 4이므로 B의 원자가 전자 수는 A와 C의 원자가 전자 수의 합과 같다.

오답맞히기 > ㄱ. A는 3주기, C는 2주기 원소이므로 A와 C는 같은 주기의 원소가 아니다.

d. AB(MgO)는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

07 전자 배치와 주기율표

예설 | 18족을 제외한 2, 3주기 원자 중에서 바닥상태에서 [원자가 전자 수 - 전자가 들어 있는 p 오비탈 수]가 3인 것은 O(산소)이며, 1인 것은 Li(리튬)과 Cl(염소)이다. A와 B는 O와 Li 또는 O와 Cl 중 하나이다. 한편 s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 O는 4, Li는 3, Cl는 6이므로 A는 O, B는 Cl이다.

정답맞이기 ▶ 나. A와 B의 원자가 전자 수는 각각 6, 7이므로 원자가 전자 수는 B가 A보다 크다.

ㄷ. A와 B의 홀전자 수는 각각 2, 1이므로 홀전자 수는 A가 B보다 크다.

오답피하기 ▶ 가. A는 2주기 16족 원소이므로 비금속 원소이다.

08 주기율표와 전자 배치

예설 | A와 D는 화학적 성질이 비슷하므로 같은 족 원소이며, D는 바닥상태에서 전자가 들어 있는 오비탈 수가 8이므로 Si(규소)이다. 따라서 A는 C(탄소)이다. C²⁺과 B²⁻은 Ne과 전자 배치가 같으므로 C는 Mg(마그네슘), B는 O(산소)이다. A~D의 양성자 수는 각각 6, 8, 12, 14이며, A~E의 양성자 수의 합이 56이므로 E의 양성자 수는 16이다. 따라서 E는 S(황)이다.

정답맞이기 ▶ A~E 중 원자 번호가 가장 큰 것은 E(S)이며, 원자 번호가 가장 작은 것은 A(C)이다.

테마별 수능 심화문제

본문 50~51쪽

09 ③ 10 ⑤ 11 ③ 12 ①

09 전자 배치와 주기율표

예설 | 2, 3주기 13~16족에 속하는 바닥상태 원자 중에서 전자가 들어 있는 오비탈 수가 B>C=D이므로 C와 D는 2주기 15족, 16족 원소이다. A와 C는 |s 오비탈의 총 전자 수 - p 오비탈의 총 전자 수|가 같으므로 2주기 15족 원소와 3주기 13족 원소 중 하나이다. 따라서 C는 2주기 15족 원소이며, D는 2주기 16족, A는 3주기 13족 원소이다. A~D의 홀전자 수의 합이 9이므로 B는 3주기 15족 원소이다. 조건을 만족하는 A~D는 다음과 같다.

주기	13족	14족	15족	16족
2			C	D
3	A		B	

정답맞이기 ▶ 가. A는 3주기 13족 원소이다.

나. B와 C는 15족 원소이다.

오답피하기 ▶ ㄷ. A와 B의 원자가 전자 수 차이는 2, C와 D의 원자가 전자 수 차이는 1이다.

10 원소의 성질과 주기율표

예설 | A~C는 이온의 전자 배치가 Ne과 같으므로 2주기 비금속 원소 또는 3주기 금속 원소이다. A는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크므로 비금속 원소이며, 홀전자 수가 1이므로 F(플루오린)이다. C는 원자 반지름이 이온 반지름보다 크므로 금속 원소이며, 홀전자 수가 1이므로 Na 또는 Al이다. C의 이온 반지름이 Li의 이온 반지름보다 작으므로 C는 Al(알루미늄)이다(Na의 이온 반지름은 Li의 이온 반지름보다 크다). B는 C보다 원자 반지름이 크고 홀전자 수가 1이므로 3주기 금속 원소인 Na(나트륨)이다.

정답맞이기 ▶ 가. A는 2주기 원소, B와 C는 3주기 원소이므로 2주기 원소는 1가지이다.

나. A(F)의 바닥상태 전자 배치는 1s²2s²2p⁵이므로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 5이다.

ㄷ. Ne과 전자 배치가 같은 B와 C의 이온은 B⁺, C³⁺이므로 이온의 산화수는 C가 B보다 크다.

11 원자의 구성 입자와 주기율표

예설 | A²⁻에서 ㉠과 ㉡의 합이 질량수와 같지 않으므로 ㉠은 전자가 아니며, ㉠과 ㉡ 중 하나가 전자이다. B에서 ㉠과 ㉡의 합이 질량수와 같지 않으므로 ㉠은 전자가 아니다. 따라서 ㉡이 전자이다. C⁺에서 ㉠과 ㉡의 합은 질량수와 같으므로 (a+1)+(a+2)=3a-7에서 a=10이다. 이를 토대로 표를 정리하면 다음과 같다.

입자	㉠ 수	㉡ 수	㉢ 수	질량수
A ²⁻	8	10	10	18
B	9	10	9	19
C ⁺	11	12	10	23
D ²⁺	12	12	10	24

㉠은 양성자, ㉡은 중성자이며, A는 O(산소), B는 F(플루오린), C는 Na(나트륨), D는 Mg(마그네슘)이다.

정답맞이기 ▶ 가. A와 B는 2주기 원소, C와 D는 3주기 원소이므로 2주기 원소는 2가지이다.

ㄷ. A~D의 원자가 전자 수는 각각 6, 7, 1, 2이므로 A와 D의 원자가 전자 수의 합은 B와 C의 원자가 전자 수의 합과 같다.

오답피하기 ▶ 나. 바닥상태에서 A~D의 홀전자 수는 각각 2, 1, 1, 0이므로 A~D의 홀전자 수의 합은 4이다.

12 전자 배치와 주기율표

예설 | A는 바닥상태에서 s 오비탈에 들어 있는 전자 수(s)와 p 오비탈에 들어 있는 전자 수(p)의 비가 s : p = 1 : 2 또는 s : p = 2 : 1이다. s : p = 1 : 2인 것은 Ar(아르곤)이며, s : p = 2 : 1인 것은 C(탄소)이므로 A는 Ar(아르곤) 또는 C(탄소) 중 하나이다. B는 s : p = 2 : 3이므로 Ne(네온) 또는 P(인) 중 하나이며(s : p = 3 : 2인 원소는 존재하지 않음), 빛금 친 부분은 s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율이다. C는 s : p = 1 : 1이므로 O(산소) 또는 Mg(마그네슘) 중 하나이다. C에서 홀전자 수가 0(x=0)이면 A와 B의 홀전자 수가 각각 0, 1이 되므로 A는 Ar이 되지만 B는 Ne이나 P이 될 수 없다. 따라서 C의 홀전자 수는 2(x=2)이며, A와 B의 홀전자 수는 각각 2, 3이다. 따라서 A는 C(탄소), B는 P(인), C는 O(산소)이다.

정답맞이기 ▶ A~C를 주기율표에 나타내면 다음과 같다.

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

08

원소의 주기적 성질

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 53쪽

정답 ③

예설 | 마그네슘(Mg)의 원자 반지름이 마그네슘 이온(Mg²⁺)의 반지름보다 크므로 (가)는 이온 반지름, (나)는 원자 반지름이다. 원자 번호 8, 9, 11, 12인 원자(O, F, Na, Mg)의 원자 반지름은 Na>Mg>O>F이고, Ne의 전자 배치를 갖는 이온 반지름은 O²⁻>F⁻>Na⁺>Mg²⁺이다. X는 산소(O), Y는 플루오린(F), Z는 나트륨(Na)이다.

정답맞이기 > 가. (가)는 이온 반지름이다.

나. X~Z 중 제1 이온화 에너지는 Z(Na)가 가장 작다.

오답짜이기 > 나. X는 O(산소)이므로 Ne의 전자 배치를 하는 X의 이온은 X²⁻(O²⁻)이다.

테마별 수능 필수유제

본문 54~56쪽

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

01 원자 반지름과 이온 반지름

예설 | 반지름은 원자 A가 A 이온보다 크고 원자 B가 B 이온보다 작으므로 A는 3주기 금속 원소이고, B는 2주기 비금속 원소이다.

정답맞이기 > 나. 전자 수는 A가 B보다 크다.

오답짜이기 > 가. 원자 반지름이 이온 반지름보다 큰 A는 3주기 원소, 원자 반지름이 이온 반지름보다 작은 B는 2주기 원소이다.

나. 전기 음성도는 B가 A보다 크다.

02 원소의 주기적 성질

예설 | 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 3인 원자는 N, O, F, Ne, Na, Mg이다. X~Z의 홀전자 수의 합이 6인 경우는 (1, 2, 3)이다. 홀전자 수가 3인 원자는 질소(N)뿐이므로 X~Z는 각각 N, O, Na 중 하나이다. 원자 번호는 Z>Y>X이므로 X는 질소(N), Y는 산소(O), Z는 나트륨(Na)이다.

정답맞이기 > 가. Z는 Na(나트륨)이므로 금속 원소이다.

나. 제1 이온화 에너지는 X(N)가 Y(O)보다 크다.

나. 원자 반지름은 Z(Na)가 Y(O)보다 크다.

03 전자 수가 같은 이온의 반지름

예설 | A~D는 각각 O, F, Na, Mg 중 하나이며 Ne과 같은 전자 배치를 가질 때 이온 반지름을 비교하면 Mg²⁺<Na⁺<F⁻<O²⁻이

다. 따라서 A는 마그네슘(Mg), B는 나트륨(Na), C는 플루오린(F), D는 산소(O)이다.

정답맞이기 > ④ A~D 중 전기 음성도는 C(F)가 가장 크다.

오답짜이기 > ① 원자가 전자 수는 A(Mg)가 B(Na)보다 크다.

② 제1 이온화 에너지는 D(O)가 B(Na)보다 크다.

③ 원자 반지름은 A(Mg)가 C(F)보다 크다.

⑤ A~D 중 원자핵의 전하량은 A(Mg)가 가장 크다.

04 원자 반지름과 이온화 에너지

예설 | A는 질소(N), B는 산소(O), C는 플루오린(F)이다. 이온화 에너지를 비교하면, 제1 이온화 에너지는 C>A>B이고, 제2 이온화 에너지는 B>C>A이다.

정답맞이기 > 가. A~C 중 원자 반지름은 A가 가장 크다.

나. 제1 이온화 에너지는 B가 A보다 작고, 제2 이온화 에너지는 B가 A보다 크므로 제2 이온화 에너지 / 제1 이온화 에너지 는 B가 A보다 크다.

오답짜이기 > 나. 비공유 전자쌍 수는 A₂C₂(N₂F₂)가 8, B₂C₂(O₂F₂)가 10으로 B₂C₂가 A₂C₂보다 크다.

05 원자 반지름과 이온화 에너지

예설 | X~Z가 Ne과 같은 전자 배치를 갖는 이온이 되었을 때 전자 수 / 양성자 수 가 Z 이온은 1보다 크고, X 이온과 Y 이온은 1보다 작으므로 X 이온과 Y 이온은 양이온, Z 이온은 음이온이다. X와 Y는 3주기 원소이고 Z는 2주기 원소이며 원자 번호는 n, n+2, n+4이므로 n=9이다. 따라서 X는 Al(알루미늄), Y는 Na(나트륨), Z는 F(플루오린)이다.

정답맞이기 > 가. X~Z 중 이온 반지름 / 원자 반지름 은 Z(F)가 가장 크다.

나. X~Z의 원자가 전자 수의 합은 3+1+7=11이다.

오답짜이기 > 나. 제2 이온화 에너지 / 제1 이온화 에너지 는 Y(Na)가 가장 크다.

06 전기 음성도

예설 | 18족 원소를 제외하고 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 3인 원자는 N, O, F, Na, Mg이다. 전기 음성도를 비교하면 F>O>N>Mg>Na이므로 A는 나트륨(Na), B는 마그네슘(Mg), C는 질소(N), D는 산소(O), E는 플루오린(F)이다. 이온 반지름은 C 이온(N³⁻)이 가장 크고 B 이온(Mg²⁺)이 가장 작다. 제1 이온화 에너지는 E(F)가 가장 크고 A(Na)가 가장 작다.

정답맞이기 > 원자 반지름은 A(Na)가 가장 크고 E(F)가 가장 작다.

07 원소의 주기적 성질

예설 | 1~3주기 바닥상태 원자 중 p 오비탈에만 전자가 채워진 경우는 없으므로 A는 s 오비탈에만 전자가 들어 있다. s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율이 1:1인 원소는 산소(O)와 마그네

슘(Mg)이며 원자 번호가 더 큰 B는 마그네슘(Mg), 더 작은 C는 산소(O)이다. D는 s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율이 4 : 5이므로 플루오린(F)이다. 전자 수는 C가 A의 4배이므로 A는 헬륨(He)이다.

- 정답맞이기** ㄱ. 제1 이온화 에너지는 A(He)가 가장 크다.
 ㄴ. 원자 반지름은 B(Mg)가 C(O)보다 크다.
 ㄷ. 화합물 $C_2D_2(O_2F_2)$ 에서 산화수는 C(O)가 +1, D(F)가 -1이므로 C(O)는 양의 산화수를 갖는다.

08 원소의 주기적 성질

예설 | 바닥상태 2주기 원자 중 리튬, 붕소, 플루오린은 홀전자 수가 1이고, 탄소와 산소는 홀전자 수가 2이다. 전기 음성도를 비교하면 리튬 < 붕소 < 탄소 < 산소 < 플루오린이므로 A는 리튬(Li), B는 붕소(B), C는 탄소(C), D는 산소(O), E는 플루오린(F)이다.

- 정답맞이기** ㄴ. 제1 이온화 에너지는 D(O)가 C(C)보다 크다.
오답짜이기 ㄱ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 A(Li)는 2, B(B)는 3이므로 서로 다르다.
 ㄷ. 원자가 전자 수는 C(C)가 4, E(F)가 7이므로 합은 11이다.

09 2주기 원소의 분류

예설 | 제1 이온화 에너지는 $F > N > O > C > Be > B > Li$ 이고, 원자 반지름은 $Li > Be > B > C > N > O > F$ 이며, 전기 음성도는 $F > O > N > C > B > Be > Li$ 이다. 분류 기준 (가)에 해당하는 것은 Be, C, O, (나)에 해당하는 것은 Li, Be, B, (다)에 해당하는 것은 N, O, F이다.

- 정답맞이기** ㉠에는 1개(C), ㉡에는 2개(Li, B), ㉢에는 2개(N, F)가 들어간다.

10 원소의 주기적 성질

예설 | 전기 음성도는 $N > C > Al > Mg$ 이고, (원자가 전자 수 - 홀전자 수)는 C, N, Mg, Al이 모두 2이므로 $\frac{\text{전기 음성도}}{\text{원자가 전자 수} - \text{홀전자 수}}$ 는 전기 음성도 순서와 같다. 따라서 W는 질소(N), X는 탄소(C), Y는 알루미늄(Al), Z는 마그네슘(Mg)이다.

- 정답맞이기** ㄱ. 홀전자 수는 W(N)가 가장 크다.
 ㄷ. 제1 이온화 에너지는 Z(Mg)가 Y(Al)보다 크다.
오답짜이기 ㄴ. 원자 반지름은 Y(Al)가 X(C)보다 크다.

11 이온화 에너지 비교

예설 | 원자 번호 5~8인 원소는 B, C, N, O이고 제1 이온화 에너지는 $N > O > C > B$ 이므로 W는 붕소(B), X는 탄소(C), Y는 산소(O), Z는 질소(N)이다.

- 정답맞이기** ㄱ. 제2 이온화 에너지는 $O > N > B > C$ 이므로 ㉠은 W(B)이다.
 ㄴ. 원자 반지름은 W(B)가 X(C)보다 크다.
 ㄷ. 전기 음성도는 Y(O)가 Z(N)보다 크다.

12 원소의 주기적 성질

예설 | 원자 반지름은 $Al > B > N$ 이고 홀전자 수는 $N > B = Al$ 이므로 $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{홀전자 수}}$ 은 $Al > B > N$ 이다. 따라서 X는 질소(N), Y는 붕소(B), Z는 알루미늄(Al)이다.

- 정답맞이기** ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 X(N)가 Y(B)보다 크다.
 ㄷ. 제1 이온화 에너지는 X(N)가 Z(Al)보다 크다.

오답짜이기 ㄱ. Y는 2주기 원소이고 Z는 3주기 원소이므로 같은 주기 원소가 아니다.

테마별 수능 심화문제

본문 57~59쪽

- 13 ④ 14 ② 15 ② 16 ⑤ 17 ③
 18 ③

13 순차적 이온화 에너지

예설 | W~Z는 원자 번호가 연속이고 제1 이온화 에너지는 $Z > Y > X > W$ 이며 X는 제3 이온화 에너지가 급격히 증가한다. 따라서 X는 2족 원소인 베릴륨(Be)이다. W는 X보다 제1 이온화 에너지가 작으므로 리튬(Li) 또는 붕소(B)이다. W의 제2 이온화 에너지가 W~Z 중 가장 큰 값이면 W는 리튬이지만, Y와 Z의 제2 이온화 에너지의 사잇값이므로 W는 붕소(B)이다. 따라서 Y는 탄소(C), Z는 질소(N)이다.

- 정답맞이기** ㄴ. 전기 음성도는 Z(N)가 Y(C)보다 크다.
 ㄷ. 바닥상태에서 홀전자 수는 W가 1, X가 0, Y가 2, Z가 3으로 모두 다르다.

오답짜이기 ㄱ. 원자 반지름은 X(Be)가 W(B)보다 크다.

14 원소의 주기적 성질

예설 | A~E는 각각 13~17족 원소 중 하나이고, 홀전자 수는 $A > B = C > D = E$ 이므로 홀전자 수는 A가 3, B와 C가 2, D와 E가 1이다. 따라서 A는 15족, B와 C는 각각 14족, 16족 원소 중 하나이고, D와 E는 각각 13족, 17족 원소 중 하나이다. B는 14족 또는 16족 원소이고 B의 원자 반지름이 D와 E보다 작으므로 B는 2주기 원소이다. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름은 감소하므로 D는 3주기 13족(Al), A는 3주기 15족(P), C는 3주기 16족(S), E는 3주기 17족(Cl)이고, B는 2주기 14족(C)이다. 따라서 A는 인(P), B는 탄소(C), C는 황(S), D는 알루미늄(Al), E는 염소(Cl)이다.

정답맞히기 > d. 원자가 전자 수는 D가 3이고 E가 7이므로 D와 E의 원자가 전자 수의 차이는 4이다.

오답짜이기 > 가. B는 탄소(C)이다.

나. 제1 이온화 에너지는 C(S)가 A(P)보다 작다.

15 이온 반지름 비교

예설 | F^- , Mg^{2+} , Cl^- , K^+ 의 이온 반지름을 비교하면 $Mg^{2+} < F^-$, $K^+ < Cl^-$ 이다. 이온 반지름이 가장 작은 \circ 은 Mg^{2+} , 가장 큰 \star 은 Cl^- 이고 \blacktriangle 은 F^- 이다.

정답맞히기 > d. \star 은 Cl^- 이므로 Cl의 원자 반지름은 b보다 작다.

오답짜이기 > 가. \circ 은 Mg^{2+} 이므로 a는 Mg^{2+} 의 이온 반지름이다.

나. \blacktriangle 과 \circ 은 각각 F^- , K^+ 이므로 전자 수는 \blacktriangle 과 \circ 이 각각 10과 18로 서로 다르다.

16 주기적 성질 비교

예설 | 주어진 원소 중에서 원자 반지름이 가장 큰 원자는 Mg(마그네슘), 가장 작은 원자는 O(산소)이고, 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원자는 N(질소), 가장 작은 원자는 Al(알루미늄)이다. 따라서 $\textcircled{1}$ 은 Mg, $\textcircled{2}$ 은 N, $\textcircled{3}$ 은 Al이다.

정답맞히기 > 가. (가)에서 최솟값을 갖는 원자가 Mg이므로 (가)는 '전기 음성도'가 가능하다.

나. 원자 번호는 $\textcircled{2} > \textcircled{1} > \textcircled{3}$ 이다.

다. 제2 이온화 에너지는 $\textcircled{2} > \textcircled{3} > \textcircled{1}$ 이다.

17 O, Mg, Al의 주기적 성질

예설 | 원자 반지름은 A가 1보다 크고, C가 1보다 작으므로 C는 O(산소)이다. 전기 음성도는 Mg이 Al보다 작고 제1 이온화 에너지는 Mg이 Al보다 크므로 $\frac{\text{전기 음성도}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 Mg이 Al보다 작다. 즉, A는 Mg(마그네슘), B는 Al(알루미늄)이다.

정답맞히기 > 가. C는 O(산소)이다.

다. 제3 이온화 에너지는 A(Mg)가 C(O)보다 크다. 제2 이온화 에너지

오답짜이기 > 나. 원자 반지름은 A(Mg)가 B(Al)보다 크다.

18 원소의 주기적 성질

예설 | 원자 반지름은 $Ca > Mg > N$ 이고, 제1 이온화 에너지는 $N > Mg > Ca$ 이므로 X는 Ca(칼슘), Y는 Mg(마그네슘), Z는 N(질소)이다.

정답맞히기 > 가. X~Z 중 원자 번호가 가장 큰 것은 X(Ca)이다.

다. 원자 반지름은 Al이 Mg보다 작고, 제1 이온화 에너지는 Al이 Mg보다 작으므로 Al(알루미늄)은 $\textcircled{1} \sim \textcircled{3}$ 중 $\textcircled{2}$ 에 위치한다.

오답짜이기 > 나. 전기 음성도는 Z(N)가 Y(Mg)보다 크다.

III. 아름다운 분자 세계

THEME



분자 구조의 다양성과 화학 결합의 성질

★ 달은 꼴 문제로 유형 익히기 ★

본문 61쪽

정답 ⑤

예설 | 흑연(C), 다이아몬드(C), 풀러렌(C_{60}) 중 'I을 포함하는가?'에 해당하는 물질이 다이아몬드(C)이므로 I은 (나)이다. II는 (가)이므로 $\textcircled{1}$ 은 풀러렌(C_{60})이고, $\textcircled{2}$ 은 흑연(C)이다.

정답맞히기 > 가. II는 (가)이다.

나. $\textcircled{1}$ 은 분자로 존재한다.

다. 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 의 몰수는 풀러렌(C_{60})이 60몰이고 흑연(C)이 1몰이므로 $\textcircled{1}$ 이 $\textcircled{2}$ 보다 크다.

테마별 수능 필수유제

본문 62~63쪽

01 ①	02 ④	03 ③	04 ⑤	05 ②
06 ③	07 ⑤	08 ③		

01 탄소 동소체

정답맞히기 > 가. 1g에 들어 있는 탄소 원자 수는 다이아몬드(C)는 $\frac{1}{12}$ 몰이고 그래핀(C)은 $\frac{1}{12}$ 몰이므로 같다.

오답짜이기 > 나. 탄소 원자 사이의 결합각은 다이아몬드에서 109.5° 이고 그래핀에서 120° 이므로 서로 다르다.

다. 탄소 원자 1개에 결합한 탄소 원자 수는 다이아몬드가 4이고 그래핀이 3이므로 서로 다르다.

02 탄화수소와 탄소 동소체

예설 | (가)는 벤젠(C_6H_6), (나)는 풀러렌(C_{60})이다.

정답맞히기 > 나. 탄소 원자 1개에 결합한 원자 수는 (가)가 3이고 (나)가 3이므로 (가)와 (나)가 같다.

다. 1g에 들어 있는 총 원자 수 비는

$$(가) : (나) = \left(\frac{1}{78} \times 12\right) : \left(\frac{1}{720} \times 60\right) = 24 : 13 \text{이다.}$$

오답짜이기 > 가. 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 의 몰수는 (가)가 6몰이고 (나)가 60몰이므로 (나)가 (가)보다 크다.

03 원자의 바닥상태 전자 배치와 이온 결합

예설 | A는 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 3이고 원자가 전자 수가 1이므로 나트륨(Na)이고, B는 전자가 들어 있는 p 오비탈 수가 6이고 원자가 전자 수가 7이므로 염소(Cl)이다.

정답맞이기 > ㄱ. 원자 반지름은 A(Na)가 B(Cl)보다 크다.
 ㄷ. AB(l)를 전기 분해하면 (-)극에서 A(s)가 생성된다.

오답피하기 > ㄴ. AB(s)는 NaCl(s)이고, NaCl에서 Na⁺은 Ne과 같은 전자 배치를, Cl⁻은 Ar과 같은 전자 배치를 갖는다.

04 DNA의 구조

예설 | ㉠과 ㉡은 당 또는 인산이고, ㉢은 염기이다.

정답맞이기 > ㄱ. DNA에서 당과 인산은 공유 결합한다.
 ㄴ. ㉢은 염기이다.
 ㄷ. (가)에 들어 있는 염기 수는 아데닌(A)이 1, 티민(T)이 1, 구아닌(G)이 3, C(사이토신)이 3이다. 따라서 a=3이다.

05 물의 전기 분해

예설 | (가)는 A₂B(H₂O)의 화학 결합 모형이다. (나)에서 소량의 황산 나트륨을 넣고 H₂O(l)을 전기 분해하면 발생하는 기체의 몰수 비는 H₂(g) : O₂(g) = 2 : 1이므로 ㉠은 수소(H₂), ㉡은 산소(O₂)이다.

정답맞이기 > ㄴ. ㉠은 A₂(H₂)이다.

오답피하기 > ㄱ. A₂B(H₂O)는 공유 결합 물질이다.

ㄷ. ㉡은 산소(O₂)이며, A₂B(H₂O) 1몰이 분해될 때 O₂ $\frac{1}{2}$ 몰이 생성된다.

06 이온 결합 물질의 전기 분해

예설 | A는 나트륨(Na), B는 마그네슘(Mg)이다. ACl(l)은 NaCl(l)이고 전기 분해 결과 생성된 물질의 몰수 비는 Na(s) : Cl₂(g) = x : 1 = 2 : 1이다. BCl₂(l)은 MgCl₂(l)이고 전기 분해 결과 생성된 물질의 몰수 비는 Mg(s) : Cl₂(g) = 1 : y = 1 : 1이다. x=2이고, y=1이다.

정답맞이기 > ㄱ. ACl(l)과 BCl₂(l)은 액체 상태에서 전기 분해하여 금속과 염소 기체를 생성하므로 이온 결합 물질이다.

ㄴ. 양이온의 전하량 비는 A : B = 1 : 2이다.

오답피하기 > ㄷ. x : y = 2 : 1이다.

07 탄소 동소체

예설 | 물질 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 흑연(C)은 1몰이고, 풀러렌(C₆₀)은 60몰이므로 x=y=60이다. 따라서 (가)는 풀러렌, (나)는 흑연이다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)는 풀러렌이다.

ㄴ. x=60이다.

ㄷ. (다) C₄H₁₀ 1몰이 완전 연소할 때 생성되는 CO₂의 몰수는 4몰이므로 z=4이다.

08 공유 결합 물질과 이온 결합 물질

예설 | 구성 원자 수 비가 1 : 1이고 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 (가)는 NaCl이다. (나)는 CaCl₂, (다)는 H₂O이다.

정답맞이기 > ㄱ. (다)는 공유 결합 물질이다.

ㄴ. (나)는 CaCl₂이므로 (나)에서 Ca²⁺과 Cl⁻은 모두 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 갖는다.

오답피하기 > ㄷ. (가)의 용융액을 전기 분해하면 (+)극에서는 Cl₂(g)가, (-)극에서 Na(s)가 생성되며, 생성되는 물질의 몰수 비는 (+)극 : (-)극 = 1 : 2이다.

테마별 수능 심화문제

본문 64~65쪽

09 ④

10 ④

11 ⑤

12 ③

09 공유 결합 물질과 이온 결합 물질

정답맞이기 > ㄴ. NaCl은 이온 결합 물질이고, H₂O는 공유 결합 물질로 '구성 입자들이 결합을 형성할 때 전자가 관여하는가?'는 I로 적절하다.

ㄷ. II는 H₂O만의 특성이므로 '분자인가?'는 II로 적절하다.

오답피하기 > ㄱ. 액체 상태일 때 전기 전도성이 있는 물질은 NaCl이므로 ㉠은 '예'이다.

10 탄화수소와 탄소 동소체

예설 | 탄소 원자 1개에 결합한 탄소 원자 수가 3인 물질은 (가)와 (다), 분자로 존재하는 물질은 (다)와 (라)이다. 따라서 그룹 I에는 (다) 풀러렌, II에는 (라) 사이클로헥세인(C₆H₁₂), III에는 (가) 흑연, IV에는 (나) 다이아몬드가 해당한다.

정답맞이기 > ④ (라) 사이클로헥세인은 II에 속하며 1g에 들어 있는 C 원자 수는 $\frac{1}{84} \times 6 = \frac{1}{14}$ 몰이다.

오답피하기 > ① (가) 흑연은 전기 전도성이 있다.

② (나) 다이아몬드는 IV에 속한다.

③ (다) 풀러렌(C₆₀) 1몰을 완전 연소시켰을 때 60몰의 CO₂가 생성된다.

⑤ (라) 사이클로헥세인은 II에 속하며 입체 구조이다.

11 탄소 동소체

예설 | 1몰의 질량은 흑연, 다이아몬드, 그래핀은 12g이고 풀러렌(C₆₀)은 720g이므로 (가)는 풀러렌이다. (나)는 탄소 원자 1개와 결합한 탄소 수가 4이므로 다이아몬드, (라)는 (다)에서 분리된 한 층이므로 (다)는 흑연, (라)는 그래핀이다.

정답맞이기 > ㄱ. (다)는 흑연이다.

나. (라)는 그래핀으로 전기 전도성이 있다.

ㄷ. (가)는 폴리에틸렌으로 분자량은 720이다. 폴리에틸렌 12g은 $\frac{12}{720} = \frac{1}{60}$ 몰이므로 이를 완전 연소시키면 1몰의 CO₂가 생성된다.

12 DNA 모형 만들기

예설 | DNA에서 인산 : 당 : 염기 = 1 : 1 : 1로 결합하고 (가)에서 준 비율은 남김없이 모두 사용하였으므로 a=20이다. 또, DNA 2중 나선 구조에서 아데닌(A)은 티민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 짝을 이루어 존재하므로 존재하는 염기의 수는 아데닌과 티민이 같고, 구아닌과 사이토신이 같다. 따라서 b=11, c=9이다.

정답맞이기 > ㄱ. x=20이다.

나. $\frac{a}{b-c} = \frac{20}{11-9} = 10$ 이다.

오답피하기 > ㄷ. DNA 구조에서 1개의 당은 인산 2개, 염기 1개와 공유 결합한다.

THEME

10

이온 결합과 공유 결합

* 많은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 67쪽

정답 ⑤

예설 | 공유 결합 화합물인 A₂는 F₂이다. 이온 결합 화합물 BCD에서 B⁺은 Na⁺이고 CD⁻은 OH⁻이다.

정답맞이기 > ㄱ. A~D 중 2주기 원소는 A(F)와 C(O)로 2가지이다. 나. BA는 NaF이므로 이온 결합 화합물이다. ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 C₂(O₂)가 4이고 DA(HF)가 3이므로 C₂가 DA보다 크다.

테마별 수능 필수유제

본문 68~69쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ③ | 03 ④ | 04 ② | 05 ② |
| 06 ③ | 07 ① | 08 ③ | | |

01 이온 결합 물질

예설 | A는 마그네슘(Mg)이고 B₂는 플루오린(F₂)이므로 A와 B₂가 반응하여 AB₂를 생성하는 화학 반응식은 Mg + F₂ → MgF₂이다.

정답맞이기 > ㄱ. A(Mg)와 B₂(F₂)가 화합물 AB₂(MgF₂)를 형성할 때 전자는 A에서 B₂로 이동한다.

나. AB₂(MgF₂)에서 Mg²⁺과 F⁻은 각각 Ne의 전자 배치를 갖는다.

ㄷ. AB₂(MgF₂)는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

02 루이스 전자점식과 화학 결합

예설 | A~D는 모두 2주기 원자이므로 A는 리튬(Li), B는 붕소(B), C는 산소(O), D는 플루오린(F)이다.

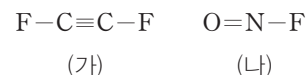
정답맞이기 > ㄱ. AD(LiF)는 이온 결합 물질이다.

나. 비공유 전자쌍 수 : 공유 전자쌍 수 = CD₂(OF₂)가 $\frac{8}{2}$ 이고 BD₃(BF₃)가 $\frac{9}{3}$ 이므로 CD₂가 BD₃보다 크다.

오답피하기 > ㄷ. C의 산화수는 A₂C(Li₂O)에서 -2이고 C₂D₂(O₂F₂)에서 +1이므로 서로 다르다.

03 화합물의 구조와 공유 결합

예설 | 구성 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 화합물 (가)와 (나)의 구조식은 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄱ. 비공유 전자쌍 수 : 공유 전자쌍 수 = (가)가 $\frac{6}{5}$ 이고 (나)가 $\frac{6}{3}$ 이므로

(나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (가)의 결합각(\angle FCC)은 180° 이고 (나)는 중심 원자(N)에 비공유 전자쌍 1개가 있는 굽은 형 구조이므로 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.

오답피하기 > ㄱ. (가)에는 3중 결합, (나)에는 2중 결합이 존재한다.

04 이온의 전자 배치와 화학 결합

예설 | W는 리튬(Li), X는 나트륨(Na), Y는 산소(O), Z는 염소(Cl)이다.

정답맞이기 > ㄴ. $X_2Y(Na_2O)$ 에서 Na^+ 과 O^{2-} 은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.

오답피하기 > ㄱ. W(Li)는 2주기 원소이고 X(Na)는 3주기 원소이다.

ㄷ. $YZ_2(OCl_2)$ 에서 비공유 전자쌍 수는 8이다.

05 원소의 주기적 성질과 화학 결합

예설 | 3주기 금속 원소 A~C는 각각 Na, Mg, Al 중 하나이며 제1 이온화 에너지 크기는 $Mg > Al > Na$ 이므로 A는 나트륨(Na), B는 알루미늄(Al), C는 마그네슘(Mg)이다. 따라서 (가)는 AF(NaF), (나)는 $BF_3(AlF_3)$, (다)는 $CF_2(MgF_2)$ 이다.

정답맞이기 > ㄴ. (가)는 AF(NaF)이다.

오답피하기 > ㄱ. A~C 중 원자 번호가 가장 큰 것은 B(Al)이다.

ㄷ. 화합물 (가)~(다) 각 1몰에 들어 있는 F 이온 수 비는 (가):(나):(다) = 1:3:2이다.

06 루이스 전자점식과 화학 결합

예설 | 원자 번호는 A가 가장 크므로 A는 나트륨(Na), B는 탄소(C), C는 질소(N), D는 산소(O)이다.

정답맞이기 > ㄱ. 제1 이온화 에너지는 $C(N) > D(O) > B(C) > A(Na)$ 이므로 C가 가장 크다.

ㄴ. $A_2D(Na_2O)$ 는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

오답피하기 > ㄷ. 화합물 ABC(NaCN)에서 원자 사이의 결합은 공유 결합과 이온 결합을 모두 포함하고 있다.

07 화학 반응식과 공유 결합 화합물

예설 | ㉠은 HOCl이고, ㉡은 H_3O^+ 이다.

정답맞이기 > ㄱ. 구성 원소의 가짓수는 ㉠(HOCl)이 3, ㉡(H_3O^+)이 2이므로 ㉠이 ㉡보다 크다.

오답피하기 > ㄴ. ㉡은 입체 구조이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 ㉠(HOCl)이 5, ㉡(H_3O^+)이 1이므로 ㉠이 ㉡의 5배이다.

08 화학 결합 모형

예설 | 물질 ABC는 LiOH이고, DB_2 는 CO_2 이다.

정답맞이기 > ㄱ. $A_2B(Li_2O)$ 는 이온 결합 물질이고 $DC_4(CH_4)$ 는 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성은 A_2B 가 DC_4 보다 크다.

ㄴ. $B_2(O_2)$ 와 $DC_2B(CH_2O)$ 에는 2중 결합이 있다.

오답피하기 > ㄷ. C(H)의 산화수는 AC(LiH)에서 -1 , $C_2B(H_2O)$ 에서 $+1$ 이므로 서로 다르다.

테마별 수능 심화문제

본문 70~72쪽

09 ⑤ 10 ③ 11 ③ 12 ⑤ 13 ②
14 ⑤

09 공유 결합 물질

예설 | 화합물 AB는 HF, A_3C^+ 는 H_3O^+ 이다. 즉, A는 수소(H), B는 플루오린(F), C는 산소(O)이다.

정답맞이기 > ㄱ. 바닥상태 원자의 전자 배치에서 홀전자 수는 A가 1, B가 1, C가 2이므로 $C > A = B$ 이다.

ㄴ. 화합물 $CB_2(OF_2)$ 에서 B와 C는 모두 Ne의 전자 배치를 하므로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 $B_2(F_2)$ 가 6, $C_2(O_2)$ 가 4이므로 B_2 와 C_2 의 비공유 전자쌍 수의 합은 10이다.

10 이온 결합 물질과 공유 결합 물질

예설 | 공유 결합 물질은 D_2, FD_4, FE_2 이므로 D, E, F는 비금속 원소이고, 이온 결합 물질은 AD, BE, C_2E_3 이므로 A, B, C는 금속 원소이다. BE와 C_2E_3 에서 구성 이온은 각각 네온(Ne)의 전자 배치를 가지므로 C는 알루미늄(Al), E는 산소(O)이다. B는 마그네슘(Mg)이고 A는 나트륨(Na), D는 플루오린(F), F는 탄소(C)이다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 Na(나트륨)이다.

ㄷ. $ED_2(OF_2)$ 는 굽은 형 구조이고 $FE_2(CO_2)$ 는 직선형 구조이므로 쌍극자 모멘트는 ED_2 가 FE_2 보다 크다.

오답피하기 > ㄴ. 원자 번호는 C(Al)가 B(Mg)보다 크다.

11 바닥상태 전자 배치와 화학 결합

예설 | 2, 3주기 원자의

주양자수가 n 인 전자껍질에 들어 있는 전자 수 (a)를 정리하면 주양자수가 $(n-1)$ 인 전자껍질에 들어 있는 전자 수 a 를 정리하면 다음과 같다.

2주기 원자	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
a	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{6}{2}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{8}{2}$
3주기 원자	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
a	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{8}{8}$

A는 Mg(마그네슘), C는 O(산소), D는 F(플루오린)이고 A~D 중 2주기 원소는 3가지이므로 B는 Li(리튬)이다.

정답맞이기 > 가. A(Mg)와 C₂(O₂)가 반응하여 화합물을 형성할 때 전자는 A에서 C₂로 이동한다.

다. B₂C(Li₂O)에서 B의 산화수는 +1이고, C₂D₂(O₂F₂)에서 C의 산화수는 +1이므로 서로 같다.

오답피하기 > 나. BD(LiF)는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없고, 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

12 이온의 전자 배치와 화학 결합

예설 | 2, 3주기 원자 중 A와 C는 서로 다른 주기이며 홀전자 수는 A가 0, C가 2이므로 A는 Mg(마그네슘), C는 O(산소), B는 Na(나트륨), D는 F(플루오린)이다. 따라서 $n=2$ 이고, $m=1$ 이다.

정답맞이기 > 가. $m+n=3$ 이다.

나. 화합물 AC(MgO)와 B₂C(Na₂O)는 이온 결합 물질이다.

다. 비공유 전자쌍 수는 C₂(O₂)가 4이고 D₂(F₂)가 6이므로 D₂가 C₂보다 크다.

13 이온 결합 물질과 공유 결합 물질

예설 | A는 H(수소), B는 O(산소), C는 Na(나트륨), D는 Cl(염소)이므로 화합물의 화학식은 각각 A₂B(H₂O), C₂B(Na₂O), CD(NaCl), D₂B(Cl₂O)이다. 이온 결합 물질은 C₂B(Na₂O)과 CD(NaCl)이고, 두 물질 중 모든 구성 이온이 네온과 같은 전자 배치를 갖는 물질 ㉠은 C₂B(Na₂O)이므로 ㉡은 CD(NaCl)이다. A₂B(H₂O)와 D₂B(Cl₂O) 중 3주기 원소를 포함하는 물질 ㉢은 D₂B(Cl₂O)이다. 따라서 ㉢은 A₂B(H₂O)이다.

정답맞이기 > 나. ㉡에 해당하는 물질은 CD(NaCl)이다.

오답피하기 > 가. ㉠에 해당하는 물질은 C₂B(Na₂O)이다.

다. ㉢에 해당하는 물질은 D₂B(Cl₂O)이므로 공유 전자쌍 수는 2이고 비공유 전자쌍 수는 8이다.

14 공유 결합 물질

예설 | 비공유 전자쌍 수는 N₂가 2, O₂가 4, F₂가 6이다. 비공유 전자쌍 수가 (나)가 (가)의 3배이므로 (가)는 A₂(N₂), (나)는 B₂(F₂)이고, $z=2$ 이다. (다)는 A(N)와 B(F)로 이루어져 있고 비공유 전자쌍 수가 8이므로 A₂B₂(N₂F₂)이다. 즉, $x=4$ 이다. (라)는 B(F)와 C(O)로 이루어져 있고 비공유 전자쌍 수가 10이므로 C₂B₂(O₂F₂)이다. 즉, $y=4$ 이다.

정답맞이기 > 가. $x=y=4$ 이다.

나. (가)에는 3중 결합이, (다)에는 2중 결합이 있으므로 (가)와 (다)에는 다중 결합이 있다.

다. (라)는 C₂B₂(O₂F₂)로 C(O)와 C(O) 사이에 무극성 공유 결합이 있다.

THEME



분자의 구조

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 74쪽

정답 ④

예설 | (가)는 중심 원자인 C에 공유 전자쌍이 4개 있고, (나)는 중심 원자인 N에 공유 전자쌍이 3개, 비공유 전자쌍이 1개 있으며, (다)는 중심 원자인 O에 공유 전자쌍이 2개, 비공유 전자쌍이 2개 있다.

정답맞이기 > 나. (가)는 무극성 분자, (나)와 (다)는 극성 분자이다.

다. (가)와 (나)는 입체 구조이고, (다)는 평면 구조이다.

오답피하기 > 가. (가)~(다)에서 중심 원자의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 합이 4개이므로 (가)~(다)는 모두 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족한다.

테마별 수능 필수유제

본문 75~76쪽

01 ③	02 ②	03 ⑤	04 ③	05 ①
06 ②	07 ④	08 ①		

01 루이스 전자점식

정답맞이기 > 가. X~Z의 원자가 전자 수는 각각 4, 6, 7이다. X~Z는 2주기 원소이므로 X~Z는 각각 C, O, F이다.

다. 공유 전자쌍 수는 (가)가 4이고, (나)가 2이다.

오답피하기 > 나. (가)는 직선형 구조이므로 결합각이 180°이고, (나)는 굽은 형 구조이므로 결합각이 180°보다 작다. 따라서 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.

02 분자의 결합 모형

정답맞이기 > 나. (가)는 HCN이고, (나)는 CF₄이다. (가)의 비공유 전자쌍 수는 1, (나)의 비공유 전자쌍 수는 $3 \times 4 = 12$ 이다.

오답피하기 > 가. (가)의 공유 전자쌍 수는 4이고, (나)의 공유 전자쌍 수는 4이다. 공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 같다.

다. (가)는 C와 N 사이에 3중 결합이 있으므로 다중 결합의 수가 1이다. (나)는 C와 F 사이에 단일 결합만 있으므로 다중 결합의 수는 0이다.

03 분자의 구조와 성질

정답맞이기 > 가. 결합각은 CH₄이 109.5°, NH₃가 107°, H₂O이 104.5°이므로 CH₄>NH₃>H₂O이다. 비공유 전자쌍 수는 CH₄이 0, NH₃가 1, H₂O이 2이므로 H₂O>NH₃>CH₄이다. (가)~(다)는 각각 CH₄, H₂O, NH₃이고, (가)는 입체 구조이다.

나. 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.

다. 공유 전자쌍 수는 (나)가 2이고, (다)가 3이다.

04 루이스 전자점식과 분자의 구조

정답맞이기 X~Z는 각각 C, O, F이다. (가)~(다)에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족하므로 분자식은 (가)가 $XY_2(CO_2)$, (나)가 $XYZ_2(COF_2)$, (다)가 $XZ_4(CF_4)$ 이다. $x \sim z$ 는 각각 2, 1, 4이므로 $x+y+z=7$ 이다.

05 분자의 구조와 성질

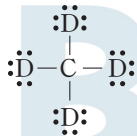
정답맞이기 ㄱ. CH_2O , CH_2Cl_2 , NF_3 , OCl_2 중에서 입체 구조인 분자는 CH_2Cl_2 , NF_3 이다. NF_3 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개 있지만, CH_2Cl_2 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다. 따라서 (가)에 '중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는가?'를 적용할 수 있고, ㉠은 NF_3 이다.

오답맞이기 ㄴ. 입체 구조가 아닌 분자 중 다중 결합이 있는 분자는 CH_2O 이고, 다중 결합이 없는 분자는 OCl_2 이므로 ㉡과 ㉢은 각각 CH_2O , OCl_2 이다. 공유 전자쌍 수는 ㉠이 3, ㉡이 4이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 ㉠이 10이고, ㉢이 8이다.

06 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄴ. CD_4 의 루이스 전자점식은 다음과 같다.



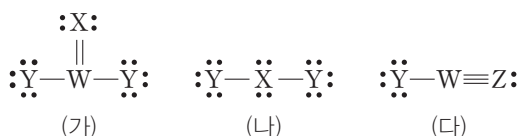
C는 원자가 전자 수가 4인 C이고, D는 원자가 전자 수가 7인 F이다. $CD_4(CF_4)$ 는 정사면체형 구조이므로 입체 구조이다. (가)와 (나)는 각각 BF_3 , NF_3 중 하나이고, (가)는 평면 구조, (나)는 입체 구조이므로 (가)와 (나)는 각각 BF_3 , NF_3 이다. A는 B, B는 N이므로 원자가 전자 수는 B(N)가 C(C)보다 크다.

오답맞이기 ㄱ. ㉠은 평면 구조, ㉡은 입체 구조이다.

ㄷ. $AD_3(BF_3)$ 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, $BD_3(NF_3)$ 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개 있다.

07 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄴ. (가)에서 W는 옥텟 규칙을 만족해야 하므로 X와 W 사이의 결합은 2중 결합이다. W~Z의 원자가 전자 수는 각각 4, 6, 7, 5이므로 W~Z는 각각 C, O, F, N이다. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 분자는 (나)이다.

ㄷ. 다중 결합이 있는 분자는 (가)와 (다)이다.

오답맞이기 ㄱ. (가)는 평면 삼각형 구조, (나)는 굽은 형 구조, (다)는 직선형 구조이므로 (가)~(다)는 모두 평면 구조이다.

08 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. (나)는 분자식이 B_2 이고, 공유 전자쌍 수가 2이므로 B는 O이다. (가)는 공유 전자쌍 수가 4이므로 A는 원자가 전자 수가 4인 C이고, (가)의 분자식은 $AB_2(CO_2)$ 이다.

오답맞이기 ㄴ. (가)의 분자 모양은 직선형이다.

ㄷ. (다)는 구성 원자 수가 4이고 공유 전자쌍 수가 3이므로 구성 원자 사이의 결합은 단일 결합이다. 분자의 끝 부분에 위치한 원자 C는 단일 결합을 하면서 옥텟 규칙을 만족하므로 F이다. (다)의 분자식은 $B_2C_2(O_2F_2)$ 이다. 분자당 B 원자 수는 (가)와 (다)가 2로 같다.

테마별 수능 심화문제

본문 77~78쪽

09 ① 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ④

09 분자의 구조와 결합각

정답맞이기 ㄱ. (가)와 (다)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족하므로 각각 O, N이다. 중심 원자의 비공유 전자쌍 수는 (가)가 2, (다)가 1이다.

오답맞이기 ㄴ. (가)는 H^+ 과 결합하여 비공유 전자쌍은 1개 감소하고, 공유 전자쌍은 1개 증가한다. (가)는 굽은 형 구조, (나)는 삼각뿔형 구조이므로 결합각은 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (가)는 굽은 형 구조이므로 평면 구조이고, (나)와 (다)는 삼각뿔형 구조이므로 입체 구조이며, (라)는 정사면체형 구조이므로 입체 구조이다. 따라서 (가)~(라) 중 입체 구조인 것은 3가지이다.

10 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. (나)는 $O=N-F$ 이므로 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 6이고, $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}=2$ 이다. (가)는 구성 원자 수

가 3이고, $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 가 4이므로 OF_2 이다. X와 Y는 각각

O, F 중 하나이고, Z는 N이다. (다)는 구성 원자 수가 4이고, $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 가 $\frac{10}{3}$ 이므로 NF_3 이다. X~Z는 각각 O, F, N

이다. (가)의 분자식은 $XY_2(OF_2)$ 이다.

ㄴ. (나)의 구조식은 $X=Z-Y(O=N-F)$ 이므로 중심 원자는 Z이다.

ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (나)와 (다)가 3으로 같다.

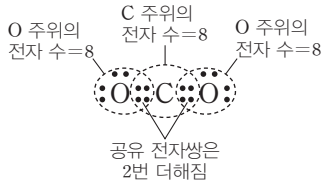
11 분자에서 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수

정답맞이기 ㄱ. X와 Y는 옥텟 규칙을 만족하므로 XY_2 의 루이스 전자점식에서 구성 원자 주위의 전자 수는 각각 8이다. XY_2 의 구성 원자 수는 3이므로 $a=3 \times 8=24$ 이다.

ㄴ. 공유 전자쌍은 두 원자가 공유하는 전자의 쌍이므로 두 원자 주위의 전자 수를 구할 때 두 원자에서 모두 사용된다.

예를 들면 CO_2 에서 공유 전자쌍 수가 4이므로 1개의 C 주위의 전자 수와 2개의 O 주위의 전자 수를 구할 때 공유된 전자(공유 전자

쌍×2)는 2번 더해서 계산한다. 즉, (1개의 C와 2개의 O의 원자가 전자 수의 합)+(공유 전자쌍 수×2)=(CO₂를 구성하는 원자 주위의 전자 수 합)이다.

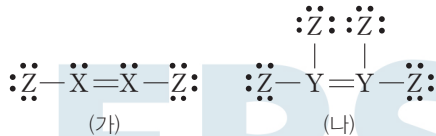


(구성 원자의 원자가 전자 수의 합(b))+ (공유 전자쌍 수(c))×2 = a , $c = 12 - \frac{b}{2}$ 이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍은 구성 원자의 원자가 전자 중 공유되지 않은 전자의 쌍이므로 [(구성 원자의 원자가 전자 수의 합(b))-공유 전자쌍 수(c)×2]÷2이다. 따라서 $d = \frac{b-2c}{2}$ 이다.

12 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. X₂Z₂의 가능한 공유 전자쌍 수의 최솟값은 Z-X-X-Z일 때 3, 최댓값은 Z≡X-X≡Z일 때 7이다. 공유 전자쌍 수의 비는 (가):(나)=2:3이므로 공유 전자쌍 수는 (가)가 4, (나)가 6이다. (가)와 (나)의 구조식은 다음과 같다.



(가)와 (나)에는 모두 2중 결합이 있다. 분자에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족하므로 X~Z는 각각 N, C, F이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (가)가 8, (나)가 12이다. 따라서 비공유 전자쌍 수의 비는 (가):(나)=2:3이다.

오답짜이기 ㄴ. 원자가 전자 수는 X(N)가 Y(C)보다 크다.

THEME

12

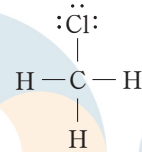
분자의 극성

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 80쪽

정답 ⑤

예설 ①은 분자식이 CH₃Cl이고, 루이스 구조식은 다음과 같다.



정답맞이기 ㄱ. CH₃Cl의 C는 3개의 H와 공유 결합하고, 1개의 Cl와 공유 결합하므로 극성 분자이다.

ㄴ. CH₃Cl은 분자 구조가 사면체형이므로 입체 구조이다.

ㄷ. CH₃Cl에는 공유 전자쌍이 4개 있고 비공유 전자쌍이 3개 있다.

테마별 수능 필수유제

본문 81~82쪽

01 ⑤	02 ④	03 ①	04 ②	05 ④
06 ③	07 ③	08 ⑤		

01 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. 결합각은 (가)가 109.5°, (나)가 107°, (다)가 104.5°이므로 결합각은 (가)가 가장 크다.

ㄴ. (가)는 무극성 분자이고, (나)와 (다)는 극성 분자이다.

ㄷ. (가)는 정사면체형 구조이므로 입체 구조이고, (나)는 삼각뿔형 구조이므로 입체 구조이며, (다)는 굽은 형 구조이므로 평면 구조이다.

02 분자의 극성과 성질

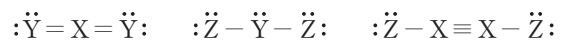
정답맞이기 ㄱ. A와 C는 액체 줄기가 대전체 쪽으로 끌리므로 극성 물질이고, B는 끌리지 않으므로 무극성 물질이다.

ㄷ. 극성 물질은 극성 물질과 잘 섞이고 무극성 물질과 잘 섞이지 않으므로 액체 C는 액체 A와 섞인다.

오답짜이기 ㄴ. 극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 크고, 무극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 A가 B보다 크다.

03 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. XY₂, YZ₂, X₂Z₂의 루이스 구조식은 다음과 같다.



다중 결합이 있는 분자는 XY₂, X₂Z₂이다.

오답짜이기 ㄴ. 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 무극성 분자이므로 XY₂, X₂Z₂이다.

ㄷ. 무극성 공유 결합은 같은 원자 사이의 공유 결합이므로 무극성 공

유 결합이 있는 분자는 X_2Z_2 이다.

04 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄴ. (가)는 삼각뿔형 구조이므로 입체 구조이고, (나)는 평면 삼각형 구조이므로 평면 구조이다. (다)는 N 원자와 B 원자의 공유 전자쌍 수가 각각 4이므로 각 원자는 다른 원자와 공유 결합을 하여 사면체형의 구조를 이룬다. 입체 구조인 분자는 (가)와 (다)이다.

오답맞이기 ㄱ. (나)에서 B 원자에는 공유 전자쌍이 3개 있고, (다)에서 B 원자에는 공유 전자쌍이 4개 있으므로 결합각은 $\alpha > \beta$ 이다.

ㄷ. 무극성 분자는 BF_3 이고, 극성 분자는 NH_3 , NH_3BF_3 이다.

05 물질의 용해

정답맞이기 ㄱ. 물과 사이클로헥세인을 혼합하였을 때 물이 아래쪽에 위치하므로 밀도는 물이 사이클로헥세인보다 크다.

ㄷ. (나) 과정 후 물은 아무 변화가 없었고, 사이클로헥세인은 보라색으로 변화하였으므로 B는 물보다 사이클로헥세인과 더 잘 섞인다.

오답맞이기 ㄴ. 물은 극성 분자이고, 사이클로헥세인은 무극성 분자이다. A가 무극성 물질이면 무극성 분자인 사이클로헥세인에 녹아야 하지만 그렇지 않으므로 A는 무극성 물질이 아니다.

06 분자의 구조와 성질

정답맞이기 F_2 , CF_4 , CF_2Cl_2 중 무극성 분자는 F_2 , CF_4 이고, CF_2Cl_2 는 극성 분자이다. 무극성 공유 결합이 있는 분자는 F_2 이고, 극성 공유 결합이 있는 분자는 CF_4 , CF_2Cl_2 이다. 따라서 ㉠에 해당하는 분자의 가짓수는 2, ㉡에 해당하는 분자의 가짓수는 1이다.

07 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. X~Z는 각각 C, O, F이다. $XY_2(CO_2)$ 에는 2중 결합이 2개 있으므로 $XY_2(CO_2)$ 의 공유 전자쌍 수는 4이다. $XYZ_2(COF_2)$ 에는 단일 결합이 2개, 2중 결합이 1개 있으므로 $XYZ_2(COF_2)$ 의 공유 전자쌍 수는 4이다.

ㄴ. $XY_2(CO_2)$ 는 직선형 구조이므로 평면 구조이고, $XYZ_2(COF_2)$ 는 평면 삼각형 구조이므로 평면 구조이다.

오답맞이기 ㄷ. $XY_2(CO_2)$ 는 무극성 분자이지만, $XYZ_2(COF_2)$ 는 극성 분자이다.

08 분자의 분류

정답맞이기 ㄱ. HCN , CS_2 , NCl_3 중 극성 분자는 HCN , NCl_3 이고, 무극성 분자는 CS_2 이다. HCN , NCl_3 중 입체 구조인 분자는 NCl_3 이다. (가)~(다)는 각각 NCl_3 , HCN , CS_2 이다. 공유 전자쌍 수는 NCl_3 가 3, HCN 이 4이다.

ㄴ. CS_2 는 C 원자와 S 원자 사이에 2중 결합이 있으므로 직선형 구조이고, 결합각이 180° 이다. NCl_3 는 삼각뿔형 구조이므로 결합각이 CS_2 보다 작다.

ㄷ. HCN 는 C 원자와 N 원자 사이에 3중 결합이 있고, CS_2 는 C 원자와 S 원자 사이에 2중 결합이 있다.

테마별 수능 심화문제

본문 83~85쪽

09 ② 10 ② 11 ⑤ 12 ⑤ 13 ①
14 ③

09 분자의 구조 예측하기

정답맞이기 XY_4 의 분자 구조가 평면 사각형 구조이면 XY_4 는 평면 구조이고, 무극성이다. XY_4 의 분자 구조가 사각뿔형이면 XY_4 는 입체 구조이고, 극성이다. XY_4 의 분자 구조가 정사면체형이면 XY_4 는 입체 구조이고, 무극성이다. 따라서 ㉠으로 가장 적절한 것은 '입체 구조이고 무극성이다.'이다.

10 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄴ. (가)~(다)는 각각 BF_3 , CF_4 , NF_3 , OF_2 중 하나이다. 이 중 입체 구조는 CF_4 , NF_3 이고, 무극성 분자는 BF_3 , CF_4 이므로 (가)~(다)는 각각 BF_3 , CF_4 , NF_3 중 하나이다. 비공유 전자쌍 수는 $CF_4 > NF_3 > BF_3$ 이므로 (가)~(다)는 각각 BF_3 , NF_3 , CF_4 이다. (나)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 1개 있다.

오답맞이기 ㄱ. $a + b + c = 3 + 3 + 4 = 10$ 이다.

ㄷ. 결합각은 BF_3 가 120° 로 가장 크다.

11 분자의 구조와 성질

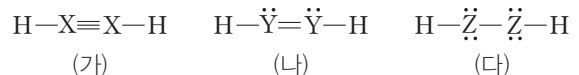
정답맞이기 ㄱ. (가)에서 X 원자와 결합한 Y 원자의 수가 l인데 공유 전자쌍의 수는 2l이므로 X 원자와 Y 원자 사이의 결합은 2중 결합이다. (가)의 분자식은 CO_2 이고, X~Z는 각각 C, O, F이다.

ㄴ. (나)의 분자식은 $YZ_m(OF_n)$ 이고 (나)는 공유 전자쌍 수가 O 원자와 결합한 F 원자 수와 같으므로 (나)는 OF_2 이다. (다)의 분자식은 $XZ_n(CF_m)$ 이고 (다)는 공유 전자쌍 수가 C 원자와 결합한 F 원자 수와 같으므로 (다)는 CF_4 이다. 따라서 $m=2$, $n=4$ 이다.

ㄷ. (가)와 (다)는 무극성 분자이고, (나)는 극성 분자이다.

12 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. H 원자에는 비공유 전자쌍이 없으므로 분자에서 X~Z의 비공유 전자쌍 수는 각각 0, 1, 2이다. X~Z는 2주기 원소이고, 분자에서 옥텟 규칙을 만족하므로 X는 C, Y는 N, Z는 O이다. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



원자가 전자 수는 Y(N)가 X(C)보다 크다.

ㄴ. (가)는 무극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다.

ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (나)가 4, (다)가 3이다.

13 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. WXY에서 원자가 전자 수는 W가 7, X가 4, Y가 5이다. ZYW에서 Z의 원자가 전자 수는 6이다. W~Z는 각각 F, C, N, O이다. 전기 음성도는 W(F)가 X(C)보다 크므로 WXY에서 W(F)는 부분적인 (-)전하를 띤다.

오답짜이기 ㄴ. $XZ_2(CO_2)$ 는 공유 전자쌍 수가 4이고, $ZW_2(OF_2)$ 는 공유 전자쌍 수가 2이다. 따라서 공유 전자쌍 수는 $XZ_2(CO_2)$ 가 $ZW_2(OF_2)$ 보다 크다.

ㄷ. $XZW_2(COF_2)$ 는 극성 분자이므로 결합의 쌍극자 모멘트 합이 0보다 크다.

14 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. (다)는 구성 원자 수 비가 $X:F=1:3$ 이므로 (다)의 실험식은 XF_3 이다. F은 분자에서 비공유 전자쌍 수가 3이므로 (다)의 분자식은 XF_3 이고, X에 있는 비공유 전자쌍 수는 1이다. X는 2주기 원소이므로 N이다. 따라서 $XF_3(NF_3)$ 는 삼각뿔형 구조이므로 입체 구조이다.

ㄷ. (가)는 구성 원자 수 비가 $X:F=1:1$ 이므로 실험식이 XF 이다. X와 F에는 비공유 전자쌍이 각각 1개, 3개 있으므로 (가)의 분자식은 $X_2F_2(N_2F_2)$ 이다. (나)는 구성 원자 수 비가 $X:F=1:2$ 이므로 실험식이 XF_2 이다. X와 F에는 비공유 전자쌍이 각각 1개, 3개 있으므로 (나)의 분자식은 $X_2F_4(N_2F_4)$ 이다. (가)와 (나)에는 X(N) 원자 사이의 결합이 있으므로 무극성 공유 결합이 있다.

오답짜이기 ㄴ. (가)는 분자식이 $X_2F_2(N_2F_2)$ 이므로 구성 원자 수가 4이고, (다)는 분자식이 $XF_3(NF_3)$ 이므로 구성 원자 수가 4이다.

THEME

13

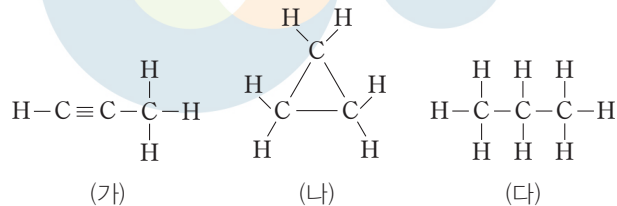
탄화수소의 종류와 구조

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 87쪽

정답 ③

예시 | (가)는 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수가 1이므로 분자에 $-CH_3$ 가 1개 있고, (다)는 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수가 2이므로 분자에 $-CH_3$ 가 2개 있다. 원자 4개와 결합한 C 원자에는 단일 결합이 4개 있고, 원자 2개와 결합한 C 원자에는 단일 결합이 1개, 3중 결합이 1개 있거나 2중 결합이 2개 있다. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



정답맞이기 (가)는 사슬 모양 탄화수소이고, 불포화 탄화수소이다. (나)는 고리 모양 탄화수소이고, 포화 탄화수소이다. (다)는 사슬 모양 탄화수소이고, 포화 탄화수소이다.

테마별 수능 필수유제

본문 88~89쪽

01 ③	02 ①	03 ④	04 ⑤	05 ⑤
06 ④	07 ②	08 ③		

01 탄화수소의 구조

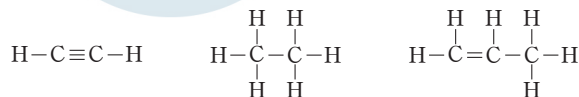
정답맞이기 ㄷ. (다)에서 2중 결합으로 결합한 C 원자에 2개의 C 원자가 결합하고 있으므로 모든 C 원자가 동일 평면에 있다.

오답짜이기 ㄱ. 분자당 C 원자 수가 4인 고리 모양 탄화수소 중에서 H 원자 수가 최대인 것은 C_4H_8 이다. (가)는 분자식이 C_4H_{10} 이므로 (가)와 분자식이 같은 고리 모양의 탄화수소는 없다.

ㄴ. (나)에서 C 원자는 원자 4개와 공유 결합하므로 입체 구조이다.

02 탄화수소의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. 사슬 모양 탄화수소인 C_2H_2 , C_2H_6 , C_3H_6 의 구조식은 다음과 같다.



포화 탄화수소는 C_2H_6 이다.

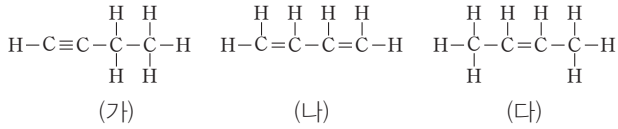
오답짜이기 ㄴ. C 원자 사이의 공유 전자쌍 수의 합은 C_2H_2 이 3, C_3H_6 이 3이다.

ㄷ. C_2H_2 은 직선형 구조이므로 모든 원자가 동일 평면에 있다. C_2H_6 , C_3H_6 의 4개의 원자와 결합한 C 원자는 4개의 원자와 공유 결합

합하여 사면체형의 구조를 이루므로 C_2H_6 , C_3H_6 은 입체 구조이다.

03 탄화수소의 화학식과 구조

정답맞이기 ㄱ. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



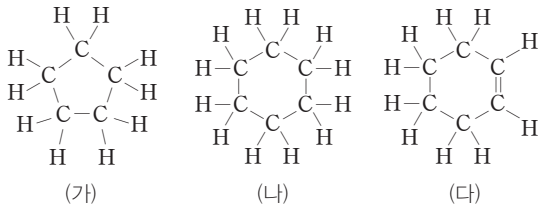
(가)와 (나)의 실험식은 C_2H_3 으로 같다.

ㄴ. (나)에는 2중 결합이 2개, (다)에는 2중 결합이 1개 있다.

오답맞이기 ㄴ. (가)에는 3중 결합이 있고, (다)에는 2중 결합이 있다.

04 고리 모양 탄화수소의 구조

정답맞이기 ㄴ. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



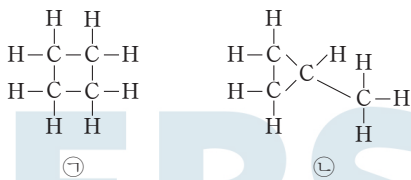
분자당 H 원자 수는 (가)와 (다)가 10으로 같다.

ㄴ. H 원자 2개와 결합한 C 원자 수는 (가) 5, (나)가 6, (다)가 4이다.

오답맞이기 ㄱ. H 원자 2개와 결합한 C 원자는 4개의 원자와 공유 결합하여 사면체형의 구조를 이룬다. 따라서 (가)와 (나)는 입체 구조이다.

05 탄화수소의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. 분자당 C 원자 수가 4인 탄화수소 1몰을 완전 연소시키면 생성물의 몰수는 8몰(CO_2 4몰과 H_2O 4몰)이므로 (가)의 분자식은 C_4H_8 이다. 분자식이 C_4H_8 인 고리 모양 탄화수소의 구조식은 다음과 같다.



㉠과 ㉡ 중 C 원자 3개와 결합한 C 원자가 있는 탄화수소는 ㉡이므로 ㉡이 (가)이다.

(가)는 단일 결합으로만 이루어져 있으므로 포화 탄화수소이다.

ㄴ. (가)는 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수가 1이다

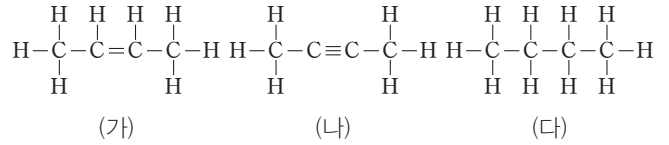
ㄴ. (가)는 H 원자 2개가 결합한 C 원자 수가 2이다.

06 탄화수소의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. 탄화수소의 분자식에서 H 원자 수는 홀수가 될 수 없으므로 (다)는 실험식과 분자식이 서로 다르다. (다)의 분자식은 $C_{2n}H_{5n}$ (n 은 자연수)이고, $n=2$ 일 때 C_4H_{10} 인 사슬 모양의 포화 탄화수소가 되므로 (다)의 분자식은 C_4H_{10} 이다. (가)와 (나)는 C 원자

수가 4이므로 (가)와 (나)의 분자식은 각각 C_4H_8 , C_4H_6 이다.

ㄴ. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



C 원자 2개와 결합한 C 원자 수는 (가)~(다)가 2로 같다.

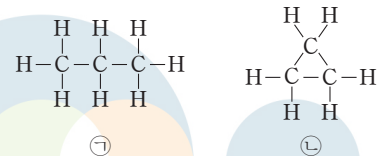
오답맞이기 ㄴ. (가)~(다)는 사슬 모양 탄화수소이다.

07 탄화수소의 분자식

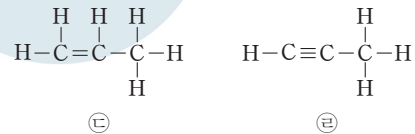
정답맞이기 (가)와 (나)는 1g을 완전 연소시켰을 때 필요한 O_2 의 몰수가 같으므로 실험식이 같다. C 원자 수가 2인 탄화수소는 C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 이고, C 원자 수가 3인 탄화수소는 C_3H_4 , C_3H_6 , C_3H_8 이다. 이 중 실험식이 같은 것은 C_2H_4 , C_3H_6 이므로 (가)와 (나)의 분자식은 각각 C_2H_4 , C_3H_6 이다.

08 탄화수소의 결합각

정답맞이기 ㄱ. 분자당 C 원자 수가 3인 탄화수소 중 다중 결합의 수가 0인 탄화수소는 다음과 같다. (가)와 (나)는 각각 ㉠, ㉡ 중 하나이다.



다중 결합의 수가 1이고 결합각이 (나)보다 큰 탄화수소는 다음과 같다. (다)와 (라)는 각각 ㉢, ㉣ 중 하나이다.



결합각($\angle CCC$)은 ㉠이 약 109.5° , ㉡이 60° , ㉢이 약 120° , ㉣이 180° 이다. (가)~(라)는 각각 ㉡, ㉠, ㉢, ㉣이다. (가)는 고리 모양 탄화수소이다.

ㄴ. (라)에는 3중 결합이 있다.

오답맞이기 ㄴ. 분자식은 (나)가 C_3H_8 이고, (다)가 C_3H_6 이다.

테마별 수능 심화문제

본문 90~91쪽

09 ③ 10 ④ 11 ② 12 ⑤

09 탄화수소의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. (가)와 (나)는 $\frac{H_2O}{CO_2}$ 의 몰수가 같으므로 실험식이 같다.

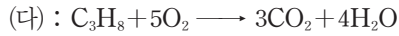
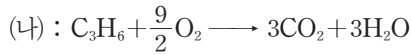
따라서 (가)와 (나)는 C의 질량 백분율이 같다.

ㄴ. 분자당 C 원자 수가 2, 3일 때 실험식이 같은 분자는 각각 C_2H_4 , C_3H_6 이다. (가)와 (나)는 분자식이 각각 C_2H_4 , C_3H_6 이다. (다)는

(나)보다 $\frac{H_2O}{CO_2}$ 의 몰수가 크므로 분자식이 C_3H_8 이다. 따라서 분자당

H 원자 수는 (다)가 (가)의 2배이다.

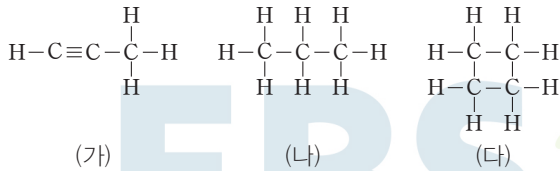
오답풀이 > c. (나)와 (다)의 완전 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



분자량은 C_3H_6 이 42, C_3H_8 이 44이므로 1g을 완전 연소시켰을 때 생성물의 몰수는 (나)가 $\frac{1}{42} \times 6$, (다)가 $\frac{1}{44} \times 7$ 이다. 따라서 1g을 완전 연소시켰을 때 생성물의 몰수는 (다)가 (나)보다 크다.

10 탄화수소의 구조와 성질

정답풀이 > n. (가)는 C와 H의 질량 비가 9 : 1이므로 구성 원자 수 비가 $C : H = \frac{9}{12} : \frac{1}{1} = 3 : 4$ 이다. (가)의 분자식은 C_3H_4 이다. (나)는 분자당 C 원자 수가 3이고, H 원자 3개와 결합한 C 원자 수가 2이므로 분자식이 C_3H_8 이다. (다)는 C와 H의 질량 비가 6 : 1이므로 구성 원자 수 비가 $C : H = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 2$ 이다. (다)의 분자식은 C_4H_8 이다. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



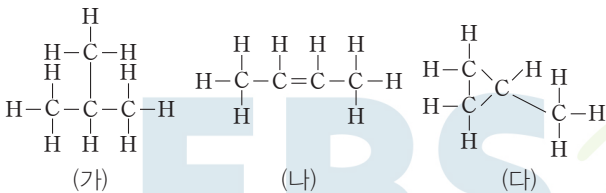
포화 탄화수소는 (나)와 (다)이다.

c. 고리 모양 탄화수소는 (다)이다.

오답풀이 > r. (나)는 분자식이 C_3H_8 이므로 구성 원자의 질량 비는 $C : H = 3 \times 12 : 8 \times 1 = 9 : 2$ 이다. 따라서 $\frac{x}{y} = \frac{9}{2}$ 이다.

11 탄화수소의 구조와 성질

정답풀이 > c. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



H 원자 2개와 결합한 C 원자 수는 (가)와 (나)가 0, (다)가 2이다.

오답풀이 > r. 분자당 H 원자 수는 (가)가 10, (나)가 8이다.

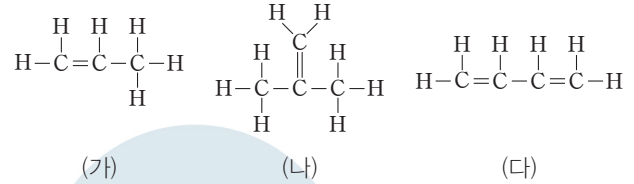
n. ㉠은 3이다.

12 탄화수소의 구조와 성질

정답풀이 > r. 전기 음성도는 $C > H$ 이므로 탄화수소에서 C 원자의 산화수는 (결합한 H 원자 수) $\times -1$ 이다. 분자를 구성하는 C 원자의 산화수 총합으로부터 탄화수소의 분자당 H 원자 수를 알 수 있다. 분자당 H 원자 수는 (가)~(다)가 각각 6, 8, 6이다. $\frac{C \text{ 원자의 질량}}{H \text{ 원자의 질량}}$

으로부터 분자당 C 원자의 질량을 구하면 (가)가 $36 (=6 \times 6)$, (나)가 $48 (=6 \times 8)$, (다)가 $48 (=8 \times 6)$ 이다. (가)~(다)의 분자식은 각각 C_3H_6 , C_4H_8 , C_4H_6 이다. 따라서 (가)와 (나)의 실험식은 같다.

n. (가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



(가)와 (나)에는 2중 결합이 1개 있고, (다)에는 2중 결합이 2개 있다. 따라서 2중 결합의 수는 (다)가 가장 크다.

c. H 원자 1개와 결합한 C 원자 수는 (가)가 1, (나)가 0, (다)가 2이다. 따라서 H 원자 1개와 결합한 C 원자 수는 (다) > (가) > (나)이다.

IV. 짧은골 화학 반응

THEME

14

산화와 환원

* 짧은골 문제로 유형 익히기 *

본문 93쪽

정답 ②

정답맞이기 금속의 수소 화합물인 KH에서 K의 산화수가 +1이므로 H의 산화수는 -1이고, 과산화물인 K_2O_2 에서 K의 산화수가 +1이므로 O의 산화수는 -1이며, KOH에서 O의 산화수는 -2이고, H의 산화수는 +1이다. 따라서 $\ominus = -1$, $\circledast = -1$, $\ominus = -2$, $\oplus = +1$ 이므로 $\ominus + \circledast + \ominus + \oplus = -3$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 94~95쪽

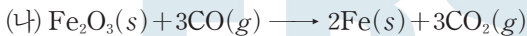
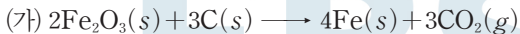
01 ②	02 ⑤	03 ④	04 ③	05 ③
06 ④	07 ③	08 ②		

01 산화 환원 반응

정답맞이기 $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$ 은 고체 이산화 탄소인 드라이아이스가 이산화 탄소 기체로 승화하는 상태 변화이고, $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$ 은 산 염기 중화 반응이며, $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$ 은 양금 생성 반응으로 각 물질을 구성하는 원자의 산화수 변화가 없는 반응이다. 따라서 (가), (나), (라)는 산화 환원 반응이 아니다. $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$ 에서 나트륨은 전자를 잃어 산화되고, 염소는 그 전자를 얻어 환원되므로 (다)는 산화 환원 반응이다. 그러므로 산화 환원 반응에 해당하는 반응의 가짓수는 1이다.

02 Fe_2O_3 의 환원 반응

예시 | (가)와 (나)의 화학 반응식은 다음과 같다.



정답맞이기 \hookrightarrow (가)와 (나)에서 Fe_2O_3 는 산소를 잃고 환원되므로 산화제이다.

\hookrightarrow (가)와 (나)에서 모두 Fe 1몰이 생성될 때 Fe_2O_3 0.5몰이 소모된다. 따라서 같은 질량의 Fe이 생성될 때 반응하는 Fe_2O_3 의 질량은 (가)와 (나)가 같다.

오답맞이기 \hookrightarrow \hookrightarrow . $a=2$ 이고, $b=3$ 이다.

03 산소(O)의 산화수

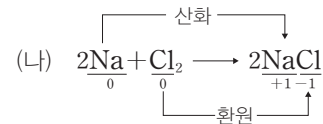
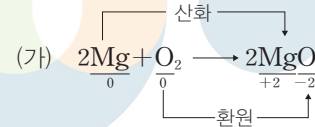
예시 | 일반적으로 화합물에서 산소의 산화수는 -2이지만 플루오린

화합물에서는 +1 또는 +2이고, 과산화물에서는 -1이다.

정답맞이기 H_2O 에서 O의 산화수는 -2이고, OF_2 에서 F의 산화수가 -1이므로 O의 산화수는 +2이며, 과산화물인 Na_2O_2 에서 Na의 산화수가 +1이므로 O의 산화수는 -1이다. 따라서 $\ominus = -2$, $\circledast = +2$, $\ominus = -1$ 이므로 $\frac{\circledast \times \ominus}{\ominus} = \frac{(+2) \times (-1)}{(-2)} = 1$ 이다.

04 산소 및 전자에 의한 산화 환원 반응

예시 | (가)와 (나)에서 일어나는 반응의 화학 반응식과 원자의 산화수는 다음과 같다.



정답맞이기 \hookrightarrow (가)에서는 Mg이 산화되고, (나)에서는 Na이 산화된다. 따라서 (가)와 (나)에서 공통적으로 금속이 산화된다.

\hookrightarrow (가)에서 생성된 물질은 산화 마그네슘(MgO)이고, (나)에서 생성된 물질은 염화 나트륨(NaCl)이다. 따라서 (가)와 (나)에서 공통적으로 이온 결합 물질이 생성된다.

오답맞이기 \hookrightarrow (가)는 산소의 이동으로 산화 환원 반응을 설명할 수 있지만, (나)는 전자의 이동으로만 산화 환원 반응을 설명할 수 있다.

05 분자에서 원자의 산화수

예시 | (다)에서 O의 산화수가 +2이므로 전기 음성도는 $X > O$ 이다.

정답맞이기 \hookrightarrow 전기 음성도는 $X > O$ 이고, $O > C$ 이므로 $X > C$ 이다. 따라서 (가)에서 C의 산화수는 +4이다.

\hookrightarrow C의 산화수 부호는 (가)와 (나)에서 서로 다르므로 C의 산화수는 (가)에서 +4이고, (나)에서 -4이다. 따라서 전기 음성도는 $C > Y$ 이다.

오답맞이기 \hookrightarrow 전기 음성도는 $X > O > C > Y$ 이므로 Y_2O 분자에서 Y의 산화수는 +1이다.

06 산화 환원 반응과 산화수

예시 | 화학 반응 전과 후에 산화수가 변하는 원자가 있으면 산화 환원 반응이고, 산화수가 변하는 원자가 없으면 산화 환원 반응이 아니다.

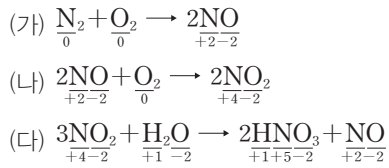
정답맞이기 \hookrightarrow (가)의 H_2X 에서 X의 산화수는 -2이고, XO_2 에서 X의 산화수는 +4이므로 X의 산화수는 6 증가한다.

\hookrightarrow X의 산화수는 H_2X 에서 -2이고, XO_2 에서 +4이며, XO_3 와 H_2XO_4 에서 +6이므로 X의 산화수가 가장 작은 물질은 H_2X 이다.

오답맞이기 \hookrightarrow (나)에서 반응 전과 후에 산화수가 변하는 원자가 없으므로 (나)는 산화 환원 반응이 아니다.

07 산화제와 환원제

예설 | (가)~(다)에서 원자의 산화수는 다음과 같다.



정답맞이기 > 가. (가)에서 N의 산화수는 0에서 +2로 증가하므로 산화되고, O의 산화수는 0에서 -2로 감소하므로 환원된다. 따라서 (가)는 산화 환원 반응이다.

나. (나)에서 N의 산화수는 +2에서 +4로 증가한다.

오답짜이기 > 다. (다)에서 H와 O의 산화수는 변하지 않으므로 산화제도 아니고 환원제도 아니다. (다)의 NO₂ 3분자 중 2분자에서의 N는 +4에서 +5로 산화되고, 1분자에서의 N는 +4에서 +2로 환원된다.

08 공유 결합 물질에서 원자의 산화수

예설 | 전기 음성도는 ● > ○ 이므로 ●와 ○의 공유 결합에서 ●가 공유 전자쌍을 완전히 차지한다고 가정하고 산화수를 구한다.

정답맞이기 > 나. ●의 산화수는 (가)에서 -4, (나)에서 -1, (다)에서 -2이므로 (나)가 가장 크다.

오답짜이기 > 가. (가)~(다)에서 ●의 산화수는 모두 +1로 같다.

다. ●, ○의 원소 기호를 각각 X, Y라고 하면, (가)~(다)의 실험식은 각각 XY₄, XY, XY₂이다. (가)~(다)에서 ●의 질량 백분율은 $\frac{X \text{의 원자량}}{\text{실험식량}} \times 100$ 이므로 실험식량이 가장 작은 (나)에서 ●의 질량 백분율이 가장 크다.

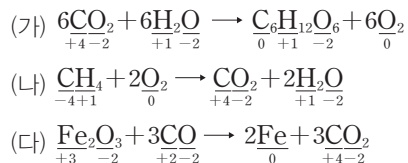
테마별 수능 심화문제

본문 96~97쪽

09 ② 10 ④ 11 ④ 12 ③

09 산화 환원 반응의 분류

예설 | 반응 (가)~(다)에서 각 원자의 산화수는 다음과 같다.



C의 산화수가 증가하는 반응은 (나)와 (다)이므로 Ⅲ에 해당하는 반응은 (가)이다. (나)에서 산화제는 O₂이고, (다)에서 산화제는 Fe₂O₃이므로 Ⅰ에 해당하는 반응은 (다)이고, Ⅱ에 해당하는 반응은 (나)이다.

정답맞이기 > 나. Ⅰ에 해당하는 반응인 (다)에서 O를 포함하는 물질은 Fe₂O₃, CO, CO₂이고, 이 물질들에 포함된 O의 산화수는 -2로 모두 같다.

오답짜이기 > 가. Ⅱ에 해당하는 반응은 (나)이므로 Ⅱ에 해당하는 반응의 가짓수는 1이다.

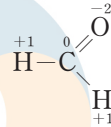
다. 반응물에 포함된 C의 산화수는 Ⅰ에 해당하는 반응인 (다)에서 +2이고, Ⅲ에 해당하는 반응인 (가)에서 +4이다. 따라서 반응물에 포함된 C의 산화수는 Ⅲ에 해당하는 반응인 (가)가 Ⅰ에 해당하는 반응인 (다)보다 크다.

10 산화수의 주기성

예설 | A는 음의 산화수인 -1의 산화수만 가지므로 플루오린(F)이다. B는 가장 큰 산화수가 +1이고, 가장 작은 산화수가 -1이므로 1족 원소이고, +1과 -1의 산화수를 동시에 가지므로 수소(H)이다. C는 가장 큰 산화수가 +2이고, 가장 작은 산화수가 -2이므로 16족 원소인 산소(O)이다. D는 가장 큰 산화수가 +4이고, 가장 작은 산화수가 -4이므로 14족 원소인 탄소(C)이다.

정답맞이기 > 가. A~D 중에서 전기 음성도는 플루오린(F)인 A가 가장 크다.

나. DB₂C는 CH₂O이고 구조식과 각 원자의 산화수는 다음과 같다.



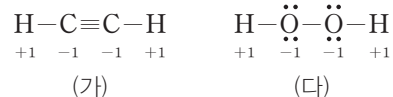
따라서 D의 산화수는 0이다.

오답짜이기 > 다. DA₄와 DB₄는 각각 CF₄와 CH₄이고, 전기 음성도는 F > C > H이다. 따라서 DA₄에서 D의 산화수는 +4이고, DB₄에서 D의 산화수는 -4이므로 D의 산화수는 서로 다르다.

11 분자의 구조와 산화수

예설 | (가)에서 X는 옥텟 규칙을 만족하고 분자 내 비공유 전자쌍 수가 0이므로 X와 X 사이에 3중 결합이 존재하고, X에 비공유 전자쌍은 존재하지 않는다. 따라서 X는 원자가 전자 수가 4인 탄소(C)이고, (가)는 C₂H₂이다. (나)에서 Y는 옥텟 규칙을 만족하고 분자 내 비공유 전자쌍 수가 2이므로 Y와 Y 사이에 2중 결합이 존재하고, Y에는 비공유 전자쌍이 1개 존재한다. 따라서 Y는 원자가 전자 수가 5인 질소(N)이고, (나)는 N₂H₂이다. (다)에서 Z는 옥텟 규칙을 만족하고 분자 내 비공유 전자쌍 수가 4이므로 Z와 Z 사이에 단일 결합이 존재하고, Z에는 비공유 전자쌍이 2개 존재한다. 따라서 Z는 원자가 전자 수가 6인 산소(O)이고, (다)는 H₂O₂이다.

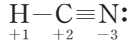
정답맞이기 > 나. (가)와 (다)의 루이스 구조식과 각 원자의 산화수는 다음과 같다.



따라서 (가)에서 X와 (다)에서 Z의 산화수는 -1로 같다.

다. X는 탄소(C)이고, Y는 질소(N)이므로 분자 HXY는 HCN이

고 루이스 구조식과 각 원자의 산화수는 다음과 같다.



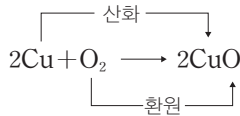
따라서 분자 HXY에서 X의 산화수는 +2이다.

오답피하기 > ㄱ. Y는 질소(N)이고, Z는 산소(O)이므로 전기 음성도는 Z가 Y보다 크다.

12 구리의 산화

예시 | (가)에서 붉은색 구리 가루가 검은색으로 변하는 이유는 구리(Cu)가 산소(O₂)와 반응하여 검은색의 산화 구리(CuO)로 되기 때문이다. (나)에서 산화 구리(CuO)가 탄소와 반응하여 산소를 잃고 환원되기 때문에 다시 붉은색의 구리(Cu)가 되며, 탄소(C)가 산소를 얻어 이산화 탄소(CO₂)를 생성하기 때문에 석회수가 뿌영게 흐려진다.

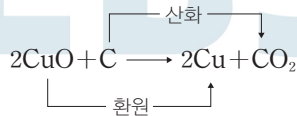
정답맞이기 > ㄱ. (가)에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



Cu의 산화수는 0에서 +2로 증가하므로 Cu 1몰이 산화될 때 이동하는 전자의 몰수는 2몰이다. 따라서 CuO 1몰이 생성될 때 Cu 1몰이 산화되므로 이동하는 전자의 몰수는 2몰이다.

ㄷ. (나)에서 C가 산화되고 CuO가 환원되면서 이산화 탄소가 생성된다.

오답피하기 > ㄴ. (나)에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



(나)에서 C는 산화되고, CuO는 환원되므로 C는 환원제이다.

THEME



여러 가지 산화 환원 반응

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 99쪽

정답 ③

정답맞이기 (다)에서 수용액에 들어 있는 양이온의 종류가 B^{b+}과 C²⁺인 것으로 보아 (나)에서 넣어 준 C는 모두 A^{a+}과 먼저 반응을 한다. (나)에서 수용액에 들어 있는 양이온의 수가 0.5N 증가하였으므로 A^{a+}은 A³⁺이고 다음과 같이 반응한다.

(나) : 반응 전	2A ³⁺ 2N -N	+ 3C 1.5N -1.5N	→ 2A + 3C ²⁺ +N +1.5N
반응 후	N	0	N 1.5N

a와 b는 서로 다르므로 B^{b+}은 B⁺이고, C 2w g은 3N이다. 따라서 (다)에서 C는 남아 있는 A³⁺과 반응을 한 후 B⁺과 반응한다.

(다-1) : 반응 전	2A ³⁺ N -N	+ 3C 3N -1.5N	→ 2A + 3C ²⁺ +N +1.5N
반응 후	0	1.5N	2N 3.0N

(다-2) : 반응 전	2B ⁺ 4N -3N	+ C 1.5N -1.5N	→ 2B + C ²⁺ +3N +1.5N
반응 후	N	0	3N 4.5N

(나) 과정 후 B^{b+}(=B⁺) 수는 4N이고, (다) 과정 후 C²⁺ 수는 4.5N이며, (나), (다) 과정에서 반응한 C의 총 질량은 3w(=4.5N) g이다. 따라서 $\frac{\text{(다) 과정 후 } C^{2+} \text{ 수}}{\text{(나) 과정 후 } B^{b+} \text{ 수}} = \frac{4.5N}{4N} \times 3w = \frac{27}{8}w$ 이다.

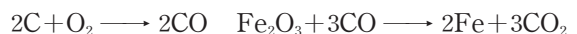
테마별 수능 필수유제

본문 100~101쪽

- 01 ①
- 02 ③
- 03 ⑤
- 04 ②
- 05 ④
- 06 ⑤
- 07 ③
- 08 ③

01 철의 제련

예시 | 코크스(C)는 용광로 속 뜨거운 공기와 반응하여 일산화 탄소(CO)가 되고, 생성된 일산화 탄소(CO)는 산화 철(Fe₂O₃)의 산소를 빼앗아 이산화 탄소(CO₂)로 되며, 산화 철은 산소를 잃고 용융 상태의 철(Fe)이 된다.



석회석(CaCO₃)이 열분해되어 생성된 산화 칼슘(CaO)은 철광석의 불순물인 이산화 규소(SiO₂)와 반응하여 슬래그가 된다.



정답맞이기 > ㄱ. (가)에서 C는 산화되어 CO로 되고, (나)에서 Fe₂O₃은 환원되어 Fe이 되므로 (가)와 (나)는 산화 환원 반응이다.

오답풀이 > ㄴ. (나)에서 CO는 CO₂로 산화되고, Fe₂O₃을 Fe로 환원시키므로 CO는 환원제이다.

ㄷ. CaCO₃과 CaO에서 Ca의 산화수는 +2로 같다.

02 철의 부식 방지

예설 | (가)는 산소와 물의 접촉을 차단하여 철의 부식을 방지하는 방법으로 다른 금속을 철 표면에 입히는 도금을 이용하는 방법이다. (나)는 금속의 반응성을 이용하는 방법으로 철보다 산화되기 쉬운 금속을 부착하면 철보다 먼저 산화되어 철의 부식이 방지된다.

정답맞이기 > ㄱ. (나)에서 철로 만든 기름 탱크의 부식을 방지하기 위해 부착한 금속 B는 철보다 산화되기 쉬운 금속이다. A는 도선의 역할을 하는 것으로 주로 구리나 구리 합금을 이용하며, 반응성이 작은 금속이어야 한다. 따라서 A는 철보다 반응성이 작은 금속이므로 B는 A보다 산화되기 쉽다.

ㄷ. (나)에서 철보다 산화되기 쉬운 금속 B가 산화되면서 내놓은 전자는 도선을 따라 기름 탱크로 이동한다.

오답풀이 > ㄴ. (가)에서 A에 흠집이 생기면 철이 A보다 산화되기 쉬우므로 철이 먼저 산화된다. 이때 철이 산화되면서 내놓은 전자는 금속 A로 이동하므로 전자의 이동이 빨라져 철의 부식이 촉진된다.

03 전기 분해 반응에서의 산화 환원 반응

예설 | (+)극 쪽으로 이동하는 ●이 Cl⁻이므로 ●은 M^{x+}이고, MCl_x 용융액 속에 존재하는 이온의 몰수는 ● : ● = 2 : 1이므로 x=2이다. 따라서 이온 결합 물질의 화학식은 MCl₂이다.

정답맞이기 > ㄱ. MCl₂에서 M의 산화수는 +2이다.

ㄴ. 이온 결합 물질의 용융액에 전류를 흘려주면 양이온은 (-)극으로 이동하고, 음이온은 (+)극으로 이동한다. ●은 Cl⁻이므로 (+)극으로 이동하고, (+)극에서는 2Cl⁻ → Cl₂ + 2e⁻의 산화 반응이 일어난다. ●은 M²⁺이므로 (-)극으로 이동하고, (-)극에서는 M²⁺ + 2e⁻ → M의 환원 반응이 일어난다.

ㄷ. (+)극에서는 2Cl⁻ → Cl₂ + 2e⁻의 산화 반응이 일어나므로 Cl₂ 1몰이 생성될 때 2몰의 전자가 이동한다.

04 금속의 산화 환원 반응

예설 | 실험 과정 (가)에서 금속 A 표면에 D가 석출되었으므로 A가 전자를 잃어 산화되고, D²⁺은 전자를 얻어 환원된다. 따라서 A는 D보다 산화되기 쉽다. (나)에서는 아무런 변화가 일어나지 않았으므로 D는 B보다 산화되기 쉽다. (다)에서 금속 C 표면에 D가 석출되었으므로 C가 전자를 잃어 산화되고, D²⁺은 전자를 얻어 환원된다. 따라서 C는 D보다 산화되기 쉽다.

정답맞이기 > 실험 결과로부터 금속이 산화되기 쉬운 순서는 A > D > B이고, C > D이므로 금속 A~D의 반응성을 비교하기 위해서는 A와 C의 반응성을 비교할 수 있는 실험이 추가로 필요하다.

05 철의 부식에 영향을 주는 요인

예설 | 철이 산소, 물과 반응하여 전자를 잃고 산화되어 붉은색의 녹을 형성하는 과정을 철의 부식이라고 한다. 철은 건조한 공기(산소)만 있을 때는 잘 부식되지 않지만, 공기(산소)와 물이 함께 있을 때는 잘 부식된다. 철이 부식되는 동안 전자의 이동이 일어나는데, 물에 전해질이 녹아 있는 경우 전자의 이동이 빨라져서 철의 부식이 촉진된다.

정답맞이기 > ㄴ. 철의 부식은 철이 전자를 잃고 산화되는 과정이므로 철의 부식이 진행되는 동안 전자의 이동이 일어난다. 소금물에는 이온이 존재하므로 순수한 물일 때보다 전자의 이동 속도가 빨라져서 철의 부식이 촉진된다. 따라서 전자의 이동은 IV에서가 I에서보다 빠르다.

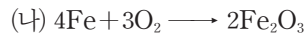
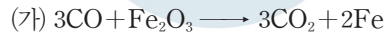
ㄷ. V에서 녹의 양이 거의 없는 것은 마그네슘이 철보다 먼저 산화되어 철의 부식이 방지되기 때문이다. 따라서 마그네슘이 철보다 산화되기 쉽다.

오답풀이 > ㄱ. II에서 녹의 양이 적은 것은 산소는 있지만 물이 거의 없기 때문이고, III에서 녹의 양이 적은 것은 물은 있지만 산소가 거의 없기 때문이다. I에서 녹의 양이 많은 것은 산소와 물이 함께 존재하기 때문이다. 따라서 철의 부식에 미치는 물의 영향을 알아보기 위해서는 시험관 I과 II를 비교하여야 한다.

06 철의 제련과 부식 반응에서의 산화와 환원

예설 | 반응 (가)의 화학 반응식은 3X + Fe₂O₃ → 3CO₂ + aFe으로 철의 제련 과정의 일부이고, 반응 (나)의 화학 반응식은 4Fe + bO₂ → 2Fe₂O₃으로 철의 부식 과정의 일부이다.

정답맞이기 > ㄱ. 반응 (가)와 (나)의 완결된 화학 반응식은 다음과 같다.

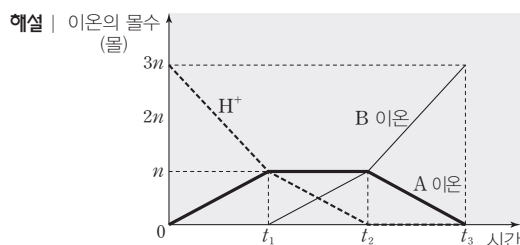


따라서 a=2이고, b=3이므로 a : b = 2 : 3이다.

ㄴ. X는 CO이고, C의 산화수는 +2에서 +4로 증가하므로 CO는 산화되고, Fe의 산화수는 +3에서 0으로 감소하므로 환원된다. 따라서 CO는 환원제이다.

ㄷ. 반응 (나)에서 Fe의 산화수는 0에서 +3으로 증가하므로 Fe 1몰이 반응할 때 이동한 전자의 몰수는 3몰이다. 따라서 O₂ 1몰이 반응할 때 Fe $\frac{4}{3}$ 몰이 반응하므로 이동한 전자의 몰수는 3몰 × $\frac{4}{3}$ = 4몰이다.

07 금속과 산의 반응



반응 전과 t₁~t₃에서 수용액에 존재하는 이온의 몰수는 다음과 같다.

시간	0	t_1	t_2	t_3	
이온의 몰수(몰)	H^+	$3n$	n	0	0
	A 이온	0	n	n	0
	B 이온	0	0	n	$3n$

정답맞이기 > ㄱ. 금속 A를 묽은 염산에 넣었을 때 H^+ $2n$ 몰이 반응하여 A 이온 n 몰이 생성되었으므로 A 이온의 산화수는 +2이고, 이때의 반응은 $A + 2H^+ \rightarrow A^{2+} + H_2$ 이다. 금속 B를 수용액에 넣었을 때 H^+ n 몰이 반응하여 B 이온 n 몰이 생성되었으므로 B 이온의 산화수는 +1이고, 이때의 반응은 $2B + 2H^+ \rightarrow 2B^+ + H_2$ 이다.

ㄷ. H^+ $3n$ 몰이 반응하였으므로 생성되는 H_2 는 $1.5n$ 몰이다.
[또 다른 풀이] H^+ 과 금속 A와의 반응에서 H_2 n 몰이 생성되고, H^+ 과 금속 B와의 반응에서 H_2 $0.5n$ 몰이 생성되므로 발생한 H_2 의 총 몰수는 $1.5n$ 몰이다.

오답피하기 > ㄴ. H^+ 이 모두 반응하고 난 후에 A 이온이 n 몰 소모되어 B 이온 $2n$ 몰이 생성되므로 일어나는 반응은 $2B + A^{2+} \rightarrow 2B^+ + A$ 이다. 따라서 B는 A보다 산화되기 쉽다.

08 산화 구리의 산화 환원 반응

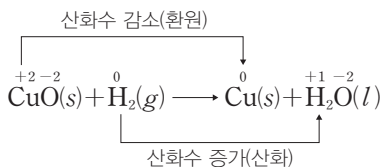
예시 | (나)에서 산화 구리(CuO)와 수소(H_2)가 반응하여 구리(Cu)와 물(H_2O)이 생성된다. 이때 산화 구리(CuO)는 환원되어 구리(Cu)로 되고, 수소(H_2)는 산화되어 물(H_2O)이 된다.

정답맞이기 > ㄱ. (나)에서 일어나는 화학 반응식은 다음과 같다.



생성된 H_2O 의 질량이 0.9g이므로 몰수는 $\frac{0.9g}{18g/몰} = 0.05$ 몰이다.
반응 몰수 비는 $CuO : H_2O = 1 : 1$ 이므로 반응한 CuO 의 몰수는 0.05몰이고, 질량은 $0.05몰 \times 80g/몰 = 4.0g$ 이다. 따라서 $x = 4.0$ 이다.

ㄴ. (나)에서 일어나는 반응의 화학 반응식과 원자의 산화수는 다음과 같다.



H의 산화수는 0에서 +1로 증가하므로 H_2 는 산화된다. 따라서 수소(H_2)는 환원제로 작용한다.

오답피하기 > ㄷ. Cu의 산화수는 +2에서 0으로 감소한다.

테마별 수능 심화문제

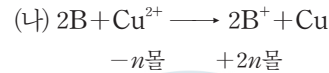
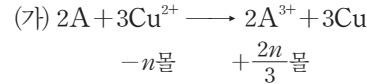
본문 102~104쪽

09 ② 10 ③ 11 ③ 12 ① 13 ④
14 ①

09 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응

예시 | (가), (나)의 수용액에 들어 있는 구리 이온(Cu^{2+})의 몰수는 같고, 반응이 끝난 후 (가)와 (나)에 존재하는 금속 이온의 몰수는 각각

A 이온은 0.1몰, B 이온은 0.3몰이 되기 위해서는 A 이온의 산화수는 +3, B 이온의 산화수는 +1이어야 한다. (가), (나)에서 각각 다음과 같은 반응이 일어난다.



정답맞이기 > ㄴ. A 이온의 전하는 +3이고, B 이온의 전하는 +1이므로 금속 이온의 산화수 비는 A : B = 3 : 1이다.

오답피하기 > ㄱ. 반응 후 생성된 금속 이온의 몰수가 A 이온이 0.1몰, B 이온이 0.3몰이므로 $n = 0.15$ 이다. 따라서 반응 전 각 수용액에 들어 있는 구리 이온(Cu^{2+})의 몰수는 0.15몰이다.

ㄷ. (가)에서 0.05몰의 A 이온이 생성될 때 소모되는 Cu^{2+} 의 몰수는 0.075몰이므로 수용액 속에 남아 있는 Cu^{2+} 의 몰수는 0.075몰 (=0.15 - 0.075)이다. (나)에서 0.05몰의 B 이온이 생성될 때 소모되는 Cu^{2+} 의 몰수는 0.025몰이므로 수용액 속에 남아 있는 Cu^{2+} 의 몰수는 0.125몰 (=0.15 - 0.025)이다. 따라서 수용액 속에 존재하는 구리 이온(Cu^{2+})의 몰수 비는 (가) : (나) = 3 : 5이므로 ㉠ = 5이다.

10 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응

예시 | A^+ 과 B^{2+} 이 들어 있는 수용액에 금속 C를 넣었을 때 금속 C는 B^{2+} 과 먼저 반응하였고, A^+ 과는 나중에 반응하였다.

정답맞이기 > ㄱ. 금속 C와 B^{2+} 의 반응에서 B^{2+} 3개가 반응하여 C 이온 2개가 생성되었으므로 화학 반응식은 $2C + 3B^{2+} \rightarrow 2C^{3+} + 3B$ 이다. 따라서 금속 C 이온의 산화수는 +3이다.

ㄴ. C가 B^{2+} 과 먼저 반응하였으므로 A는 B보다 산화되기 쉽다.

오답피하기 > ㄷ. C 이온의 산화수는 +3이므로 금속 C와 A^+ 이 반응하는 화학 반응식은 $C + 3A^+ \rightarrow C^{3+} + 3A$ 이다. 따라서 수용액 II에는 A^+ 모형이 3개, C^{3+} 모형이 2개이고, 수용액 III에서 C^{3+} 모형의 수는 3개이다. 원자량 비는 A : C = 4 : 1이므로 수용액 속에 존재하는 양이온의 질량 비는 II : III = 14 : 3이다. 그러나 수용액에는 같은 질량의 음이온과 물이 존재하므로 수용액의 밀도 비는 II : III = 14 : 3이 아니다.

11 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응

예시 | (가)에서 금속 A 이온이 들어 있는 수용액에 금속 B를 넣어 반응시켰을 때 전체 양이온 수가 증가하는 것은 넣어 준 금속 B 이온의 산화수가 A 이온의 산화수보다 작기 때문이다. 반응 전 A 이온 수는 $3N$ 이고, A 이온 $2N$ 이 반응했을 때 전체 양이온 수가 $5N$ 이므로 A 이온 $2N$ 이 반응할 때 생성된 B 이온은 $4N$ 이다. 따라서 ㉠ 지점까지 일어나는 금속 B와 A 이온의 반응은 다음과 같다.

화학 반응식	$A^{2+} + 2B \rightarrow A + 2B^+$
반응 전	$3N$
반응	$-2N \quad -4N \quad +2N \quad +4N$
반응 후	$N \quad \quad \quad 2N \quad 4N$

정답맞히기 ▶ 가. A 이온의 산화수는 +2이고, B 이온의 산화수는 +1
이므로 금속 이온의 산화수 비는 A : B = 2 : 1이다.

나. ㉠의 수용액에 들어 있는 이온의 종류와 수는 A^{2+} N, B^+ 4N이
고, 금속의 산화되는 경향은 $B > C > A$ 이므로 금속 C 2N을 첨가하
면 A^{2+} 은 환원되지만 B^+ 은 환원되지 않는다. 따라서 일어나는 반응
은 다음과 같다.

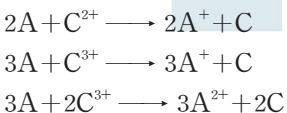
화학 반응식	A^{2+}	+	2C	→	A	+	$2C^+$
반응 전	N		2N				
반응	-N		-2N		+N		+2N
반응 후	0		0		N		2N

따라서 반응 후 수용액에 존재하는 이온의 종류와 수는 B^+ 4N, C^+
2N이므로 수용액에 들어 있는 전체 양이온 수는 6N이다.

오답맞히기 ▶ 나. B 이온의 산화수는 +1이므로 (나)에서 충분한 양의
 C^+ 이 들어 있는 수용액에 금속 B를 넣었을 때 일어나는 반응은 C^+
+ B → C + B^+ 이다. C^+ 과 금속 B가 반응할 때 수용액의 질량은
감소하고, C^+ 이 반응할 때 같은 몰수의 B^+ 이 생성되므로 원자량은
C가 B보다 크다.

12 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응

예시 | B 이온의 산화수가 +1이고, (가)에서 반응 초기에 용액 속의
양이온의 총 몰수가 증가하므로 A는 C 이온과 먼저 반응한다. 수용
액 속의 양이온 총 몰수가 증가하기 위해서는 넣어 주는 금속 이온의
산화수가 수용액에 존재하는 이온의 산화수보다 작아야 하므로 다음
의 경우가 가능하다.



정답맞히기 ▶ 가. A는 수용액에 존재하는 B 이온보다 C 이온과 먼저 반
응 하였으므로 C 이온은 B 이온보다 환원되기 쉽다.

오답맞히기 ▶ 나. 반응 전 수용액에 존재하는 양이온의 총 몰수가 2몰이
고, 이온의 몰수가 B 이온과 C 이온이 같다고 하였으므로 B 이온과
C 이온의 몰수는 각각 1몰이다. A가 C 이온과 반응하였을 때 양이
온의 총 몰수가 2.5몰이 되었으므로 C 이온 1몰이 반응하여 A 이온
1.5몰을 생성해야 한다. 따라서 일어나는 반응은 $3A + 2C^{3+} \longrightarrow$
 $3A^{2+} + 2C$ 이므로 C 이온의 산화수는 +3이다.

나. A는 C 이온과 먼저 반응한 후 B 이온과 반응한다. 따라서
 $3A + 2C^{3+} \longrightarrow 3A^{2+} + 2C$ 의 반응이 먼저 일어난 뒤, $A + 2B^+$
 $\longrightarrow A^{2+} + 2B$ 의 반응이 일어난다. 처음 반응에서 수용액의 밀도가
감소하였으므로 원자량은 C가 A의 1.5배보다 크고, 다음 반응에서
수용액의 밀도가 증가하였으므로 원자량은 A가 B의 2배보다 크다.
따라서 원자량은 $C > A > B$ 이므로 원자량은 C가 B보다 크다.

13 할로젠 원소와 할로젠 이온의 산화 환원 반응

예시 | X_2 가 Y^- , Z^- 과 각각 반응할 때의 화학 반응식은 다음과 같다.



KY가 물에 녹아 이온화할 때 생성되는 K^+ 과 Y^- 의 몰수는 같고,

KZ가 물에 녹아 이온화할 때 생성되는 K^+ 과 Z^- 의 몰수도 같다. 따
라서 1몰의 KY와 x몰의 KZ를 물에 녹인 수용액에 존재하는 이온
의 몰수는 각각 Y^- 1몰, Z^- x몰, K^+ 1+x몰이다. 반응 전 수용액
에서 $\frac{K^+ \text{의 몰수}}{Z^- \text{의 몰수}} = 1.5$ 이므로 $\frac{1+x}{x} = 1.5$ 이고, $x=2$ 이다. 따라서
반응 전 수용액에 존재하는 이온의 몰수는 각각 Y^- 1몰, Z^- 2몰,
 K^+ 3몰이다.

정답맞히기 ④ X^- 이 0.5몰 생성되었을 경우 Y^- 이 0.5몰 반응하므로
수용액에 존재하는 이온의 몰수는 각각 X^- 0.5몰, Y^- 0.5몰, Z^- 2
몰, K^+ 3몰이다. 따라서 수용액에 존재하는 이온의 몰수 비
 $Y^- : Z^- = 1 : 4$ 이다.

오답맞히기 ① $x=2$ 이다.

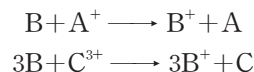
② (가)에서 $\frac{K^+ \text{의 몰수}}{X^- \text{의 몰수}} = 2.0$ 이고, K^+ 의 몰수는 3몰이므로 X^- 의
몰수는 1.5몰이다.

③ (가)에서 $\frac{K^+ \text{의 몰수}}{Z^- \text{의 몰수}} = 2.0$ 이고, K^+ 의 몰수는 3몰이므로 Z^- 의
몰수는 1.5몰이다. 수용액에 존재하는 Z^- 의 몰수는 1.5몰이므로 반
응한 Z^- 의 몰수는 0.5몰이고, 생성된 X^- 의 몰수는 1.5몰이며, 소모
되는 Y^- , Z^- 의 몰수와 생성되는 X^- 의 몰수가 같으므로 (가) 지점까
지 Y^- 1몰이 모두 반응하였다. 따라서 Y^- 이 Z^- 보다 먼저 산화되었
으므로 Z_2 는 Y_2 보다 환원되기 쉽다.

⑤ 반응 전 수용액에 존재하는 이온의 몰수는 각각 Y^- 1몰, Z^- 2몰,
 K^+ 3몰이다. Y^- 1몰이 모두 반응하여 X^- 1몰이 생성되었고, Z^- 2
몰이 모두 반응하여 X^- 2몰이 생성된다. 따라서 반응 후 수용액에 존
재하는 이온의 몰수는 각각 X^- 3몰, K^+ 3몰이므로 이온의 총 몰수
는 6몰이다.

14 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응

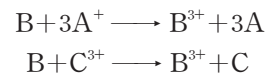
예시 | B 이온의 산화수가 +1이라고 하면 (가) 지점까지 다음 중 1가
지 반응이 일어난다.



A^+ 과 먼저 반응한다면 이온 수의 변화가 없으므로 (가) 지점에서의
몰수 비율 자료와 일치하지 않는다. 따라서 (가) 지점까지 C^{3+} 과 반응
을 한다. 반응 전 이온의 몰수 비가 1 : 2라고 하였으므로 다음의 2가
지 경우를 생각할 수 있으나 2가지 경우 모두 (가)에서의 자료와 일치
하지 않는다.

이온의 몰수 비	
반응 전	C^{3+} 과 반응 후
$A^+ : C^{3+} = 1 : 2$	$A^+ : B^+ = 1 : 6$
$A^+ : C^{3+} = 2 : 1$	$A^+ : B^+ = 2 : 3$

B 이온의 산화수가 +3이라고 하면 (가) 지점까지 다음 중 1가지 반
응이 일어난다.

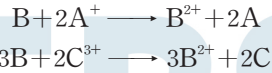


C^{3+} 과 먼저 반응한다면 이온 수의 변화가 없으므로 (가) 지점에서의
몰수 비율 자료와 일치하지 않는다. 따라서 (가) 지점까지 A^+ 과 반응
을 한다. 반응 전 이온의 몰수 비가 1 : 2라고 하였으므로 다음의 2가

지 경우를 생각할 수 있으나 2가지 경우 모두 (가)에서의 자료와 일치하지 않는다.

이온의 몰수 비	
반응 전	C ³⁺ 과 반응 후
A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ³⁺ : C ³⁺ = 1 : 6
A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	B ³⁺ : C ³⁺ = 2 : 3

따라서 금속 B 이온의 산화수는 +2이고, (가) 지점까지 다음 중 1가지 반응이 일어난다.



만약 C³⁺과 먼저 반응이 일어난다면 다음의 2가지 경우를 생각할 수 있으나 2가지 경우 모두 (가)에서의 자료와 일치하지 않는다.

이온의 몰수 비	
반응 전	C ³⁺ 과 반응 후
A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	A ⁺ : B ²⁺ = 1 : 3
A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	A ⁺ : B ²⁺ = 4 : 3

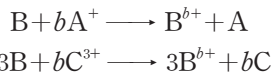
따라서 금속 B는 A⁺과 먼저 반응을 하고, 다음의 2가지 경우를 생각할 수 있다.

이온의 몰수 비		결과
반응 전	A ⁺ 과 반응 후	
A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ²⁺ : C ³⁺ = 1 : 4	자료와 일치함
A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	B ²⁺ : C ³⁺ = 1 : 1	자료와 일치하지 않음

위의 결과들을 통해 금속 B 이온의 산화수는 +2이고, A⁺과 먼저 반응을 하며 다음과 같이 반응이 일어난다.

	반응 전	(가) 지점 (A ⁺ 과 반응 후)
몰수 비	A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ²⁺ : C ³⁺ = 1 : 4
몰수 (상댓값)	A ⁺ : n C ³⁺ : 2n	B ²⁺ : 0.5n C ³⁺ : 2n

[또 다른 풀이] B 이온의 산화수가 +b라고 하면, (가) 지점까지 다음 중 1가지 반응이 일어난다.



C³⁺과 먼저 반응한다면 다음과 같이 4가지 반응을 고려할 수 있다.

	반응 전 몰수 비	(가)에서 몰수 비	b
①-1	A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ^{b+} : A ⁺ = $\frac{6}{b}$: 1 = 1 : 4	24
①-2	A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ^{b+} : A ⁺ = $\frac{6}{b}$: 1 = 4 : 1	$\frac{3}{2}$
①-3	A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	B ^{b+} : A ⁺ = $\frac{3}{b}$: 2 = 1 : 4	6
①-4	A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	B ^{b+} : A ⁺ = $\frac{3}{b}$: 2 = 4 : 1	$\frac{3}{8}$

A⁺과 먼저 반응한다면 다음과 같이 4가지 반응을 고려할 수 있다.

	반응 전 몰수 비	(가)에서 몰수 비	b
②-1	A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ^{b+} : C ³⁺ = $\frac{1}{b}$: 2 = 1 : 4	2
②-2	A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ^{b+} : C ³⁺ = $\frac{1}{b}$: 2 = 4 : 1	$\frac{1}{8}$
②-3	A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	B ^{b+} : C ³⁺ = $\frac{2}{b}$: 1 = 1 : 4	8
②-4	A ⁺ : C ³⁺ = 2 : 1	B ^{b+} : C ³⁺ = $\frac{2}{b}$: 1 = 4 : 1	$\frac{1}{2}$

b의 값을 고려했을 때 ②-1의 반응이 주어진 자료와 일치한다.

따라서 금속 B 이온의 산화수는 +2이고, A⁺과 먼저 반응을 하며 다음과 같이 반응이 일어난다.

	반응 전	(가) 지점(A ⁺ 과 반응 후)
몰수 비	A ⁺ : C ³⁺ = 1 : 2	B ²⁺ : C ³⁺ = 1 : 4
몰수 (상댓값)	A ⁺ : n C ³⁺ : 2n	B ²⁺ : 0.5n C ³⁺ : 2n

정답맞이기 ㄱ. 반응 전과 (가) 지점에서 공통으로 존재하는 이온은 C³⁺이므로 X는 C이다.

오답피하기 ㄴ. A⁺과 C³⁺이 함께 들어 있는 수용액에 금속 B를 넣었을 때 A⁺은 반응하였고, C³⁺은 반응할 수도 있고 하지 않을 수도 있다. 따라서 A⁺이 C³⁺보다 환원되기 쉬우므로 금속 C가 A보다 산화되기 쉽다.

ㄷ. X 이온은 C³⁺이고, 반응 전 이온의 몰수 비는 A⁺ : C³⁺ = 1 : 2이며, 질량 비는 A⁺ : C³⁺ = 2 : 1이므로 원자량 비는 A : C = 4 : 1이다. (가) 지점에서 이온의 몰수 비는 B²⁺ : C³⁺ = 1 : 4이고, 질량 비는 B²⁺ : C³⁺ = 2 : 9이고 원자량 비는 B : C = 8 : 9이다. 따라서 원자량 비는 A : B : C = 36 : 8 : 9이고, 원자량 비는 A : B = 36 : 8 = 9 : 2이다.

16 산과 염기

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 106쪽

정답 ①

해설 | 아레니우스 산과 염기는 수용액에서 정의되는 개념이며, 브뢴스테드-로우리 산과 염기는 H⁺을 주거나 받을 때 정의되는 개념이다. 또, 루이스 산과 염기는 전자쌍을 주고 받을 때 정의된다.

정답맞이기 ▶ 나. (가)에서 BF₃는 NH₃에게 전자쌍을 받았으며, (다)에서 BF₃는 F⁻에게 전자쌍을 받았다. 따라서 BF₃는 (가)와 (다)에서 모두 루이스 산으로 작용한다.

오답짜이기 ▶ 가. (가)에서 NH₃는 BF₃에게 전자쌍을 주었으므로 루이스 염기이며, H⁺을 주고받지 않았으므로 브뢴스테드-로우리 염기가 아니다.

다. (나)의 H₂O은 NH₃에게 H⁺을 주었으므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용했지만, (다)의 F⁻은 H⁺을 주지 않았으므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용하지 않는다.

테마별 수능 필수유제

본문 107~108쪽

01 ①	02 ④	03 ⑤	04 ③	05 ④
06 ⑤	07 ③	08 ③		

01 생활 속 산과 염기의 반응

해설 | ㉠은 산성이므로 염기성인 암모니아 용액으로 중화하며, ㉡은 염기성이므로 단백질을 녹이는 성질이 있다. ㉢은 산성이므로 염기성인 생선 비린내를 없앤다.

정답맞이기 ▶ 가. ㉠은 산성이므로 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키지 않는다.

오답짜이기 ▶ 나. ㉡은 염기성이므로 금속 Zn과 반응하지 않는다.

다. ㉢은 산성이므로 25°C에서 pH는 7보다 작다.

02 루이스 산과 염기

해설 | 루이스 산은 전자쌍을 받는 물질, 루이스 염기는 전자쌍을 주는 물질이다.

정답맞이기 ▶ 가. (가)에서 (CH₃)₃N이 루이스 염기로 작용했으며, N에 있던 비공유 전자쌍이 H⁺과 결합하면서 공유 전자쌍이 된다.

다. (나) 반응이 일어나면 B의 공유 전자쌍이 증가하므로 결합각 (<FBF)은 감소한다.

오답짜이기 ▶ 나. (나)에서 BF₃가 루이스 산으로 작용했으며, B의 산화수는 변하지 않는다.

03 비슷한 화학식을 가진 산과 염기

해설 | C₆H₅OH 수용액이 산성인 것은 C₆H₅OH+H₂O → C₆H₅O⁻+H₃O⁺의 반응이 일어났기 때문이며, NaOH 수용액이 염기성인 것은 NaOH → Na⁺+OH⁻의 반응이 일어났기 때문이다. CH₃OH 수용액이 중성인 것은 CH₃OH이 이온화하지 않기 때문이다.

정답맞이기 ▶ 가. C₆H₅OH+H₂O → C₆H₅O⁻+H₃O⁺의 반응에서 C₆H₅OH은 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.

나. NaOH은 수용액에서 OH⁻을 내놓으므로 아레니우스 염기이다.

다. (다)는 중성이므로 H⁺이나 OH⁻이 없다.

04 산화 환원 반응과 산 염기

해설 | ㉠은 HF(산), ㉡은 H₂SO₄(산), ㉢은 NaOH(염기)이다.

정답맞이기 ▶ 가. HF, H₂SO₄은 아레니우스 산에 해당하며, NaOH은 아레니우스 염기에 해당한다.

나. HF와 H₂SO₄은 공유 결합 물질이며, NaOH은 이온 결합 물질이다.

오답짜이기 ▶ 다. (가)와 (다)는 산화수가 변하는 반응이므로 산화 환원 반응이지만, (나)는 산화수가 변하지 않으므로 산화 환원 반응이 아니다.

05 산과 염기의 이온 모형

해설 | (나)는 염기성이며 (다)는 산성이다. (가)에 존재하는 ■과 △은 전하가 다른 이온이며, H⁺과 OH⁻은 동시에 존재할 수 없으므로 ■은 산의 음이온, △은 염기의 양이온이다. 따라서 ●은 OH⁻, ☆은 H⁺이다.

정답맞이기 ▶ 나. (나)와 (다)를 혼합하면 중화열이 발생한다.

다. Zn을 넣었을 때 기체가 발생하는 것은 산인 (다)이다.

오답짜이기 ▶ 가. (가)는 중성, (나)는 염기성이므로 pH는 (나)가 (가)보다 크다.

06 산과 염기로 모두 작용하는 물질

해설 | (가)는 HCO₃⁻, (나)는 H₂O, (다)는 H₃O⁺, (라)는 OH⁻이다.

정답맞이기 ▶ 가. HCO₃⁻이 물에 녹아 H₂CO₃으로 될 때 브뢴스테드-로우리 염기로 작용한다.

나. (가)는 HCO₃⁻, (라)는 OH⁻이므로 둘 다 음전하를 띤다.

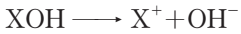
다. (가)는 HCO₃⁻이며 H₃O⁺에게 비공유 전자쌍을 주므로 HCO₃⁻은 루이스 염기로 작용한다.

07 아레니우스 염기의 정의

정답맞이기 | XOH는 수용액 속에서 OH⁻을 잃었으므로 아레니우스 염기이다. 아레니우스 염기는 수용액에서 OH⁻을 내놓는 물질이다.

08 산과 염기의 정의

예설 | (가)에서의 반응은 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄱ. X^{18}OH 는 아레니우스 염기이므로 \ominus 은 $^{18}\text{OH}^-$ 이다.

ㄷ. (나)의 수용액에 $\text{HCl}(aq)$ 을 넣으면 $^{18}\text{OH}^-$ 은 H^+ 에게 전자쌍을 제공하므로 루이스 염기로 작용한다.

오답피하기 > ㄴ. (가)에서 물(H_2^{16}O)은 H^+ 을 내놓지 않았으므로 아레니우스 산이 아니다.

테마별 수능 심화문제

본문 109~110쪽

09 ④

10 ④

11 ③

12 ②

09 암모니아 분수 실험

예설 | 암모니아 분수 실험으로부터 암모니아 기체($\text{NH}_3(g)$)가 물에 잘 녹는 염기성 물질이라는 것을 알 수 있다.

정답맞이기 > ㄴ. 암모니아(NH_3) 분자는 물(H_2O) 분자에게 비공유 전자쌍을 주면서 NH_4^+ 이 되므로 루이스 염기이다.

ㄷ. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 의 반응에서 물 분자는 H^+ 을 주었으므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.

오답피하기 > ㄱ. 반응 전후 산화수 변화가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

10 산과 염기에서 아미노산의 구조

예설 | 대부분의 아미노산은 산성 용액에서 N 원자가 H^+ 과 결합하면서 비공유 전자쌍 1개가 공유 전자쌍이 되고, 염기성 용액에서는 $-\text{COOH}$ 가 H^+ 을 내놓으며 O와 H 사이의 공유 전자쌍 1개가 비공유 전자쌍이 된다.

정답맞이기 > ㄴ. 산성 용액에서 아미노산의 공유 전자쌍 수가 1 증가하고 비공유 전자쌍 수가 1 감소하므로 (가)는 산성이다.

ㄷ. (나)는 염기성이며, 염기성 용액에서 아미노산의 $-\text{COOH}$ 가 H^+ 을 내놓으므로 아미노산은 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.

오답피하기 > ㄱ. 아미노산의 공유 전자쌍 수는 13, 비공유 전자쌍 수는 5였으므로 \ominus 은 CH_3 이다.

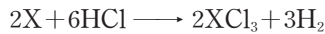
11 산과 염기 정의에 따른 분류

정답맞이기 > $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ 은 전자쌍을 H^+ 과 공유하였으므로 브뢴스테드-로우리 염기이며, 루이스 염기이다. BF_3 는 F^- 에게서 전자쌍을 받았으므로 루이스 산이며, F^- 은 루이스 염기이다. H_2O 은 전자쌍을 H^+ 에게 주며 결합하였으므로 브뢴스테드-로우리 염기이며 루이스 염기이다.

$a=0, b=0, c=2, d=3$ 이므로 $a+b+c+d=5$ 이다.

12 금속과 산의 반응

예설 | X와 Y가 산과 반응하는 반응식은 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄴ. 산은 금속과 반응하여 수소 기체를 발생시키므로 발생한 기체는 수소(H_2)이다.

오답피하기 > ㄱ. 반응한 X와 Y의 몰수가 같으므로 발생하는 수소 기체의 부피는 X가 반응할 때가 Y의 경우의 3배이다. 따라서 $V_1=3V_2$ 이다.

ㄷ. 반응이 일어나는 동안 용액 속 H^+ 이 감소하므로 pH는 증가한다.

17

산 염기 중화 반응

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 113쪽

정답 ①

예설 | 산에 염기를 계속 가하면 중화점까지 단위 부피당 양이온 수가 감소하다가 중화점 이후부터 다시 증가한다. 따라서 NaOH(aq)을 각각 20 mL, 25 mL 가한 혼합 용액은 염기성이다.

정답맞이기 > ㄱ. NaOH(aq)을 20 mL 가한 용액에 존재하는 총 양이온 수는 $\frac{4}{3}N(V+20)$ 이며, NaOH(aq)을 25 mL 가한 용액에 존재하는 총 양이온 수는 $\frac{10}{7}N(V+25)$ 이다.

이 두 용액에 존재하는 총 양이온 수는 NaOH(aq)의 부피에 비례하므로, $\frac{4}{3}N(V+20) : \frac{10}{7}N(V+25) = 4 : 5$ 가 되며, 이를 풀면 $V=10$ 이다.

따라서 HCl(aq) 10 mL에 존재하는 양이온 수는 $30N$ 이며, NaOH(aq)을 a mL 가한 혼합 용액은 산성이고, 부피는 $(10+a)$ mL이므로 $2N(10+a)=30N$ 이 되어 $a=5$ (mL)이다.

오답짜이기 > ㄴ. HCl(aq)은 10 mL에 $30N$ 의 양이온이 존재하며, NaOH(aq)을 각각 20 mL, 25 mL 가한 혼합 용액의 총 양이온 수로부터 NaOH(aq)은 5 mL에 $10N$ 의 양이온이 존재하는 것을 알 수 있다. 따라서 단위 부피당 이온 수는 NaOH(aq)이 HCl(aq)의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

ㄷ. NaOH(aq) 10 mL에 HCl(aq) 5 mL를 가한 혼합 용액에 존재하는 총 양이온 수는 $20N$ 이며, 부피는 15 mL이므로 단위 부피당 총 양이온 수는 $\frac{4}{3}N$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 114~116쪽

- 01 ③
- 02 ①
- 03 ②
- 04 ③
- 05 ①
- 06 ⑤
- 07 ⑤
- 08 ⑤
- 09 ①
- 10 ③
- 11 ①
- 12 ⑤

01 산, 염기 수용액의 pH

예설 | $a+b < 7$ 이므로 A(aq)과 B(aq)은 모두 산성이며, $c+d > 21$ 이므로 C(aq), D(aq)은 모두 염기성이다.

정답맞이기 > ㄱ. A(aq)과 B(aq)은 모두 산성이므로, A(aq)과 B(aq)의 혼합 용액도 산성이다. 산성 용액에 Mg를 가하면 수소 기체가 발생한다.

ㄴ. B(aq)은 산성, C(aq)은 염기성이다. 산성 용액에 염기성 용액을 가하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생한다.

오답짜이기 > ㄷ. A(aq)은 산성이므로 H₂O(l)에 A(aq)을 가하면

pH는 감소한다.

02 혼합 용액의 이온 모형

예설 | (가)에는 있고 (나)에는 없는 이온은 H⁺, (나)에는 있고 (가)에는 없는 이온은 OH⁻이다. 따라서 ○은 H⁺, ☆은 OH⁻이며, (가)와 (나)에 모두 존재하는 이온은 A⁻과 B⁺이고 $V_1 > V_2$ 이므로 □은 A⁻, △은 B⁺이다.

정답맞이기 > ㄴ. B⁺의 수가 (가)에 1, (나)에 3이고, (가)에서 BOH(aq)의 부피가 V_2 이므로 (나)에서 BOH(aq)의 부피인 kV_1 은 $3V_2$ 이다. $V_1=2V_2$ 이므로 $k=\frac{3}{2}$ 이다.

오답짜이기 > ㄱ. A⁻의 수가 (가)에 2, (나)에 1이므로 $V_1=2V_2$ 이다.

ㄷ. 이온 모형에서 HA(aq) V_1 mL 속에 HA는 2개, BOH(aq) V_2 mL 속에 BOH는 1개가 들어 있으므로 HA(aq) $2V_1$ mL와 BOH(aq) $3V_2$ mL를 혼합한 용액 속에 ☆(OH⁻) 수는 0이다.

03 혼합 용액의 총 이온 수와 생성된 물 분자 수

정답맞이기 > 생성된 물 분자 수는 혼합 전 산과 염기 중 적은 개수의 이온을 포함한 산 또는 염기에 의해 결정되고, 혼합 용액의 총 이온 수는 혼합 전 산과 염기 중 많은 개수의 이온을 포함한 산 또는 염기의 이온 수와 같다.

(가)와 (나)에서 NaOH의 부피가 같으므로, (나)의 총 이온 수 $8N$ 은 HCl $2x$ mL에 들어 있던 이온 수와 같다. (가)의 HCl x mL에는 $4N$ 의 이온이 들어 있으므로 (가)의 혼합 용액 총 이온 수인 $6N$ 은 NaOH y mL에 들어 있던 총 이온 수와 같다.

HCl(aq) $3x$ mL에 들어 있는 총 이온 수는 $12N$ 이며 이 중 H⁺ 수는 $6N$ 이다. 또, NaOH(aq) $2y$ mL에 들어 있는 총 이온 수도 $12N$ 이며, 이 중 OH⁻의 수는 $6N$ 이다. 따라서 생성된 물 분자 수는 $6N$, 혼합 용액 속의 총 이온 수는 $12N$ 이다.

04 산성 용액과 염기성 용액에 존재하는 이온

정답맞이기 > ㉠과 ㉡의 이온 종류에 따른 혼합 전후 용액의 이온 수는 다음과 같다.

혼합 전			
	㉠	㉡	
H ⁺	2N	B ⁺	3N
H ⁺	2N	OH ⁻	3N
A ⁻	2N	B ⁺	3N
A ⁻	2N	OH ⁻	3N

혼합 후							
	㉠	㉡	㉢과 ㉣				
H ⁺	0	B ⁺	3N	A ⁻	2N	OH ⁻	N
H ⁺	0	OH ⁻	N	A ⁻	2N	B ⁺	3N
A ⁻	2N	B ⁺	3N	H ⁺	0	OH ⁻	N
A ⁻	2N	OH ⁻	N	H ⁺	0	B ⁺	3N

따라서 ㉢이 N, ㉣이 3N일 수는 없다.

05 단위 부피당 이온 수의 변화

예설 | 중화점의 용액 속에는 Na^+ 과 Cl^- 만 1 : 1로 존재하므로 (나)가 중화점이다.

정답맞이기 > ㄱ. 용액의 부피가 (나) > (가)이므로 (나)가 중화점이며, 처음 용액 속에 존재하는 H^+ 과 Cl^- 의 수를 각각 $2N$ 이라고 하면 첨가한 $\text{NaOH}(aq)$ 에 따른 혼합 용액 속 이온 수는 다음과 같다.

	처음	(다)	(나)	(가)
H^+	$2N$	N	0	0
Cl^-	$2N$	$2N$	$2N$	$2N$
Na^+	0	N	$2N$	$4N$
OH^-	0	0	0	$2N$

오답피하기 > ㄴ. ㉠은 Cl^- 또는 OH^- 이고, ㉡은 H^+ 또는 Na^+ 이므로 ㉠과 ㉡은 같은 종류의 이온일 수 없다.

ㄷ. (다)에 가한 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피를 V 라고 하면, (나)에는 $2V$, (가)에는 $4V$ 의 $\text{NaOH}(aq)$ 이 가해졌다. (나)의 부피는 $(10 + 2V)$, (다)의 부피는 $(10 + V)$ 이며, (나)의 부피가 (다)의 $\frac{4}{3}$ 배이므로 $10 + 2V = \frac{4}{3}(10 + V)$, $V = 5(\text{mL})$ 이다. 따라서 (가)의 부피는 30 mL , (나)의 부피는 20 mL 이며, (가)의 부피가 (나)의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

06 중화 반응과 산과 염기의 부피

예설 | 혼합 용액 속의 양이온 수는 혼합 전 산과 염기 중 양이온을 많이 포함한 쪽의 양이온 수와 같고, 생성된 물 분자 수는 혼합 전 산과 염기 중 양이온을 적게 포함한 쪽의 양이온 수와 같다.

$\text{HCl}(aq)$ 20 mL 속에 포함된 양이온 수를 $2x$, $\text{HCl}(aq)$ 40 mL 속에 포함된 양이온 수를 $4x$ 라고 하고, $\text{NaOH}(aq)$ 30 mL 속에 포함된 양이온 수를 $3y$, 20 mL 속에 포함된 양이온 수를 $2y$ 라고 가정한다.

(가), (나)의 혼합 용액 속의 양이온 수와 생성된 물 분자 수는 다음과 같이 4가지 경우가 있다.

		양이온 수		생성된 물 분자 수		양이온 수 생성된 물 분자 수	
		(가)	(나)	(가)	(나)	(가)	(나)
i)	$2x \geq 3y,$ $4x \geq 2y$	$2x$	$4x$	$3y$	$2y$	$\frac{2x}{3y}$	$\frac{4x}{2y}$
ii)	$2x \geq 3y$ $2y \geq 4x$	$2x$	$2y$	$3y$	$4x$	$\frac{2x}{3y}$	$\frac{2y}{4x}$
iii)	$3y \geq 2x,$ $2y \geq 4x$	$3y$	$2y$	$2x$	$4x$	$\frac{3y}{2x}$	$\frac{2y}{4x}$
iv)	$3y \geq 2x,$ $4x \geq 2y$	$3y$	$4x$	$2x$	$2y$	$\frac{3y}{2x}$	$\frac{4x}{2y}$

4가지 조건 중 ii)에 해당하는 x 와 y 는 존재하지 않고 iii)에 해당하는 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{생성된 물 분자 수}}$ 가 (가) : (나) = 3 : 1이므로 조건에 맞지 않는다.

그러므로 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{생성된 물 분자 수}}$ 가 (가) : (나) = 1 : 3인 경우는 i)과 iv)에서만 가능하다.

정답맞이기 > ㄱ. i)에서 $x \geq \frac{3}{2}y$, iv)에서는 $x = \frac{3}{2}y$ 이어야 하므로 단위

부피당 이온 수는 $\text{HCl}(aq)$ 이 $\text{NaOH}(aq)$ 보다 크다.

ㄴ. 생성된 물 분자 수는 (가)가 $3y$, (나)가 $2y$ 이므로, (가)가 (나)의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

ㄷ. (가), (나)는 중성 또는 산성이므로 (가)와 (나)를 혼합한 용액의 pH는 7보다 작다.

07 이온 수의 비가 같아지는 중화 반응

예설 | $\text{HCl}(aq)$ 과 $\text{NaOH}(aq)$ 의 반응에서 이온 수에 대한 자료는 다음과 같다.

	I	II
H^+	$2N \rightarrow 0$	$2N \rightarrow 0$
Cl^-	$2N$	$2N$
Na^+	$3N$	$6N$
OH^-	$3N \rightarrow N$	$6N \rightarrow 4N$
생성된 물 분자 수	$2N$	$2N$

정답맞이기 > ㄱ. HCl 이 $2N$ 일 때, NaOH 은 I에서 $3N$, II에서 $6N$ 이 반응하므로, 사용한 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피 비는 I : II = 1 : 2이다.

ㄴ. 생성된 물 분자 수는 I과 II에서 각각 $2N$ 으로 같다.

ㄷ. OH^- 의 수는 I에서 N , II에서 $4N$ 이므로 I : II = 1 : 4이다.

08 혼합 전 부피와 이온 수

정답맞이기 > ㄴ. (가)의 부피를 V , (나)의 부피를 $2V$ 라고 할 때, $\text{HCl}(aq)$ 은 $4x \text{ mL}$ 에 각각 $8VN$ 개의 H^+ 과 Cl^- 이 있다고 가정하면, 혼합 후 단위 부피당 H^+ 의 수가 (나)에서 N 이므로, $\text{NaOH}(aq)$ 은 $y \text{ mL}$ 에 각각 $6VN$ 개의 Na^+ 과 OH^- 을 포함한다. (나)에서 단위 부피당 이온 수는 $\text{HCl}(aq)$ 이 $\frac{16VN}{4x}$, $\text{NaOH}(aq)$ 이 $\frac{12VN}{y}$ 인데, $x : y = 5 : 2$ 이므로 단위 부피당 이온 수 비는 $\text{HCl}(aq) : \text{NaOH}(aq) = 2 : 15$ 이다.

ㄷ. 생성된 물 분자 수는 (가)에서 $2VN$, (나)에서 $6VN$ 이므로 (가) : (나) = 1 : 3이다.

오답피하기 > ㄱ. 혼합 전 $\text{HCl}(aq)$ 의 부피가 (나)가 (가)의 4배인데, 혼합 후 Cl^- 의 단위 부피당 이온 수는 (나)가 (가)의 2배이므로, 혼합 용액의 부피는 (나)가 (가)의 2배이다. 따라서 $2(x + 3y) = 4x + y$, $2x = 5y$ 이므로 $x : y = 5 : 2$ 이다.

09 산화 환원 반응과 중화 반응

예설 | M과 H^+ 이 반응하는 화학 반응식은 다음과 같다.



정답맞이기 > ㄱ. $a = 2$, $b = 1$ 이므로, $a = 2b$ 이다.

오답피하기 > ㄴ. M의 원자량이 24이므로 $w \text{ g}$ 의 M은 $\frac{w}{24}$ 몰이며, M과 H_2 는 2 : 1로 반응하므로 생성되는 H_2 의 몰수는 $\frac{w}{48}$ 몰이다.

ㄷ. H^+ 이 x 몰 있었고, 이 중 $\frac{w}{24}$ 몰의 H^+ 이 H_2 기체로 발생하였으므로

로 용액에 남은 H^+ 의 몰수는 $(x - \frac{w}{24})$ 몰이다. 따라서 (나)에서 생성된 H_2O 의 몰수도 $(x - \frac{w}{24})$ 몰이다.

10 이온 수의 비

예설 | $HCl(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 에 들어 있는 단위 부피당 이온 수의 비가 3 : 1이므로 (가)에서 $HCl(aq)$ 20 mL에는 4N개의 이온이, $NaOH(aq)$ 30 mL에는 2N개의 이온이 있다고 할 수 있다.

	H^+	Cl^-	Na^+	OH^-
(가)	$2N \rightarrow N$	$2N$	N	$N \rightarrow 0$
(나)	$3N \rightarrow N$	$3N$	$2N$	$2N \rightarrow 0$
(다)	$N \rightarrow 0$	N	$2N$	$2N \rightarrow N$

⇒ ㉠은 Cl^- , ㉡은 H^+ , ㉢은 Na^+ , ㉣은 OH^- 이다.

정답맞이기 > **ㄷ.** $HCl(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 을 60 mL씩 혼합했다고 가정하면, H^+ 은 4N, Na^+ 은 2N이 되므로 $H^+ : Na^+ = 2 : 1$ 이 된다.

오답짜이기 > **ㄱ.** ㉠은 Cl^- , ㉢은 Na^+ 이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 모두 산성이다.

11 음이온 수와 H^+ 이온 수의 차이

정답맞이기 > 단위 부피당 [음이온 수 - H^+ 수] 값을 P라고 하고, 가한 $NaOH(aq)$ 의 부피를 V라고 하면, P는 $\frac{\text{음이온 수} - H^+ \text{ 수}}{10 + V}$ 가 된다. $NaOH(aq)$ 이 가해지지 않은 처음 용액에는 H^+ 과 Cl^- 만 존재하므로 P값은 0이다. $NaOH(aq)$ 이 첨가됨에 따라 H^+ 은 감소하고 같은 비율로 V는 증가하는데, 혼합 용액의 부피에는 처음 $HCl(aq)$ 의 부피가 포함되므로 P값의 증가량은 점차 감소하며 일정한 값($NaOH(aq)$ 의 단위 부피당 음이온 수 값)으로 수렴하게 된다.

12 일부를 취하여 중화시키는 실험

정답맞이기 > $NaOH(aq)$ 10 mL에 들어 있는 Na^+ 의 수가 yN이므로, 용액 II에 들어 있는 Na^+ 의 수는 $\frac{1}{2}y + y = \frac{3}{2}y = 6$ 이며, $y = 4$ 이다.

$HCl(aq)$ 10 mL 속에는 H^+ 과 Cl^- 이 각각 16N이 들어 있었으며, $NaOH(aq)$ 10 mL 속에는 Na^+ 과 OH^- 이 각각 4N이 들어 있었다.

용액 II에서 H^+ 수는 $x = \frac{12}{2} - 4 = 2$ 이다.

용액 III에서 OH^- 수는 $z = 4 - 1 = 3$ 이다. 따라서 $x + y + z = 9$ 이다.

13 이온의 종류에 따른 단위 부피당 이온 수의 변화

예설 | $NaOH(aq)$ 을 10 mL 가했을 때의 단위 부피당 이온 수는 각각 $\frac{3}{2}N$, N , $\frac{1}{2}N$ 이고, $NaOH(aq)$ 을 20 mL 가했을 때의 단위 부피당 이온 수는 각각 $2N$, $\frac{4}{3}N$, $\frac{2}{3}N$ 이다.

(나)가 염기성이므로 단위 부피당 이온 수가 2N인 이온은 Na^+ 이며, $\frac{4}{3}N$, $\frac{2}{3}N$ 인 이온은 각각 Cl^- , OH^- 중 하나이다.

또, (가)에서 (나)가 될 때 Cl^- 의 단위 부피당 이온 수는 증가할 수 없으므로 (가)에서 $\frac{1}{2}N$ 은 Cl^- 이 될 수 없고, (가)는 다음의 3가지 경우가 가능하다.

단위 부피당 이온 수	(가)		
	i)	ii)	iii)
$\frac{3}{2}N$	Cl^-	Cl^-	Na^+
N	Na^+	H^+	Cl^-
$\frac{1}{2}N$	H^+	Na^+	OH^-

(나)에서 Na^+ 수는 (가)에서의 2배이다. 이온의 수는 [단위 부피당 이온 수 × 혼합 용액의 부피]이고 혼합 용액의 부피는 (가)에서 (V+10) mL, (나)에서 (V+20) mL이므로 i)~iii)의 식을 세우면

i) $2N \times (V+20) = 2 \times N \times (V+10)$, 불가능

ii) $2N \times (V+20) = 2 \times \frac{1}{2}N \times (V+10)$, $V = -30$, 불가능

iii) $2N \times (V+20) = 2 \times \frac{3}{2}N \times (V+10)$, $V = 10$ (mL)이다.

Cl^- 의 수는 (가)와 (나)에서 같으므로 단위 부피당 Cl^- 수는 (나)에서 (가)에서의 $\frac{2}{3}$ 배가 되어야 한다. 따라서 (가), (나)에서 이온의 수는 다음과 같다.

혼합 용액	(가)			(나)		
	$\frac{3}{2}N$	N	$\frac{1}{2}N$	$2N$	$\frac{4}{3}N$	$\frac{2}{3}N$
단위 부피당 이온 수	$\frac{3}{2}N$	N	$\frac{1}{2}N$	$2N$	$\frac{4}{3}N$	$\frac{2}{3}N$
이온	Na^+	Cl^-	OH^-	Na^+	OH^-	Cl^-

정답맞이기 > **ㄷ.** (가)는 염기성이다.

오답짜이기 > **ㄱ.** $V = 10$ 이다.

ㄴ. ㉠은 Cl^- , ㉡은 OH^- 이다.

14 산 염기 실험

예설 | 단위 부피를 10 mL라고 가정하면 각 과정 후 실제 이온 수는 다음과 같다.

	(나)	(다)	(라)	(마)
부피(mL)	20	30	50	60
총 이온 수(개)	○ 4	△ 3	■ 5	☆ 6

○은 H^+ 또는 Cl^- 이며, HCl 은 10 mL에 2개가 녹아 있다.

(라)에서 ■의 수가 5이므로, ■은 K^+ 또는 OH^- 중 하나이다.

(마)에서 ☆의 수가 6이므로 ☆은 H^+ 또는 Cl^- 인데, $HCl(aq)$ 은 (마)에 30 mL (=6개)를 차지하므로 ☆은 Cl^- 이며, (가)에서 ○은 H^+ 이다.

(다)에서 $KOH(aq)$ 은 10 mL, (라)에서 $KOH(aq)$ 은 20 mL가 가해졌으므로 이를 고려하면, (다)에서 KOH 는 3개, (라)에서 KOH 는 6개가 가해졌고, △은 K^+ , ■은 OH^- 이다.

정답맞이기 ㄱ. ☆은 Cl^- 이다.

ㄴ. $HCl(aq)$ 은 20 mL에 4개, $KOH(aq)$ 은 10 mL에 3개의 비율로 이온이 존재하므로 단위 부피당 이온 수의 비는

$$HCl(aq) : KOH(aq) = 2 : 3 \text{이다.}$$

오답짜이기 ㄷ. (라)와 (마)에서의 이온 수는 (라)에서 $Cl^- = 4$, $K^+ = 9$, $OH^- = 5$ 이며, (마)에서 $Cl^- = 6$, $K^+ = 9$, $OH^- = 3$ 이다.

$$\frac{K^+ \text{ 수} + Cl^- \text{ 수}}{H^+ \text{ 또는 } OH^- \text{의 수}} \text{는 (라)에서 } \frac{13}{5}, \text{ (마)에서 } \frac{15}{3} \text{이다.}$$

15 여러 가지 산과 염기의 혼합

예시 | 용액 속 실제 양이온 수는 단위 부피당 양이온 수에 부피를 곱하여 얻을 수 있다. 단위 부피를 10 mL라 가정하면 각 혼합 용액 속 총 양이온의 수는 다음과 같다.

	부피	총 양이온 수
I	50	30N
II	40	20N
III	60	30N
IV	50	15N

혼합 용액의 총 양이온 수는 혼합 전 산과 염기 중 이온 수가 많은 쪽의 양이온 수와 같다.

I에서 (가)와 (다) 중 이온 수가 많은 쪽의 양이온 수가 30N인데, II에서 (가)와 (라) 중 이온 수가 많은 쪽의 양이온 수가 20N이므로, (다)에 들어 있는 양이온 수가 30N이다.

II에서 (가)와 (라) 중 많은 쪽의 양이온 수가 20N인데, IV에서 (나)와 (라) 중 많은 쪽의 양이온 수가 15N이므로, (가)에 들어 있는 양이온 수가 20N이다. (나)와 (라) 둘 중 하나는 15N의 양이온 수를 가지고 있고, 다른 하나는 15N 이하의 양이온 수를 가지고 있다.

정답맞이기 ㄴ. I은 산(가)과 염기(다)의 혼합 용액이며, (가)에는 H^+ 20N, (다)에는 OH^- 30N이 있으므로 I은 염기성이고, II는 산성이다.

ㄷ. III에서 물 분자가 10N 생성되었다면, (나)에 10N의 양이온이 있는 것이다. IV에 있는 양이온의 총수가 15N이므로 (라)에 15N의 양이온이 있으며 양이온 수의 비는 (나) : (라) = 2 : 3이다.

오답짜이기 ㄱ. (가)는 20 mL에 20N, (라)는 20 mL에 15N 이하의 양이온이 있으므로 단위 부피당 이온 수는 (가)가 (라)보다 크다.

16 생성된 물 분자 수와 양이온의 총수

정답맞이기 ㄱ. 용액 II에서도 물 분자가 생성되었으므로 용액 I은 염기성이며, 생성된 물 분자 수로부터 $HCl(aq)$ y mL에 포함된 H^+ 수는 3N, $NaOH(aq)$ x mL에 포함된 OH^- 수는 4N이다. 용액

II, III에서 물 분자가 N 씩 생겼으므로 용액 II의 $HCl(aq)$ 10 mL에는 H^+ 이 2N 있고, 따라서 $y=15$ 이다. 양이온의 총수가 용액 III은 7N이므로 용액 III에 포함된 $NaOH(aq)$ ($x+15$) mL에 총 7N의 양이온이 있고, 이로부터 $x=20$ 임을 알 수 있다.

ㄷ. 용액 I에는 OH^- 이 N, 용액 II에는 H^+ 이 N, 용액 III에는 OH^- 이 2N이 있으므로, 용액 I~III을 모두 혼합하면 물 분자 N이 새롭게 생성된다.

오답짜이기 ㄴ. 용액 I의 $NaOH(aq)$ x mL에 포함된 양이온 수는 4N, HCl y mL에 포함된 양이온 수는 3N이므로, 용액 I의 양이온 수는 4N이다.

17 중화 반응 실험

정답맞이기 ㄱ. 용액 I에 음이온이 2종류 있으므로 용액 I은 염기성이다.

ㄴ, ㄷ. 용액 I의 부피가 30 mL, 용액 II의 부피가 40 mL이므로, 단위 부피를 10 mL라 할 때 실제로 존재하는 이온 수는 용액 I에서 ○이 9개, △이 3개, 용액 II에서 ■이 8개, ☆이 8개이다.

단위 부피당 이온 수가 $HCl(aq) > NaOH(aq)$ 이므로 $HCl(aq)$ 은 10 mL에 9개, $NaOH(aq)$ 은 20 mL에 12개, $KOH(aq)$ 은 20 mL에 8개가 녹아 있다.

용액 I은 30 mL에 Cl^- 9개, Na^+ 12개, OH^- 3개, 용액 II는 40 mL에 Cl^- 6개, Na^+ 8개, K^+ 8개, OH^- 10개 있다.

18 2가지 산과 1가지 염기의 중화 반응

예시 | 단위 부피가 1 mL일 때 혼합 용액의 부피에 단위 부피당 총 이온 수를 곱하면 실제 이온 수가 된다.

(가)~(다)의 부피가 각각 40, 80, 60이므로 실제 총 이온 수는 (가) 200N, (나) 800N, (다) 240N이다.

(가)와 (나)의 총 이온 수 비가 1 : 4이므로 (가), (나)는 모두 염기성이며, $NaOH(aq)$ 은 10 mL에 200N의 이온이 있고, (다)는 산성이다.

단위 부피당 X 이온 수가 (다)에서 0이므로 X 이온은 OH^- 이며, Y 이온은 Cl^- 또는 Br^- 이다.

Y 이온의 총 이온 수는 (가) 40N, (나) 80N이므로 Y 이온은 Br^- 이며, $HBr(aq)$ 10 mL에 총 80N의 이온이 있다. (다)에서 총 이온 수가 240N인데, $HBr(aq)$ 에 80N이 있으므로 $HCl(aq)$ 40 mL에는 160N이 있다.

정답맞이기 ㄱ. (나)에서 $HCl(aq)$ 에는 80N, $HBr(aq)$ 에는 160N, $NaOH(aq)$ 에는 800N의 이온이 있으므로 X 이온(OH^-)은 280N이 용액 80 mL에 들어 있다. 따라서 $x = \frac{7}{2}$ 이다.

ㄴ. (다)에서 $HBr(aq)$ 60 mL에 80N의 이온이 있으므로 $y = \frac{2}{3}$ 이다.

ㄷ. 10 mL 속의 이온 수는 $HCl(aq)$ 에 40N, $HBr(aq)$ 에 80N, $NaOH(aq)$ 에 200N이 있으므로 단위 부피당 이온 수는 1 : 2 : 5이다.

* 답은 골 문제로 유형 익히기 *

본문 122쪽

정답 ④

예설 | (가)는 인산, (나)는 아미노산(알라닌), (다)는 디옥시리보스이다.

정답맞히기 > 나. 확장된 옥텟 규칙이 적용되는 것은 인산(H_3PO_4)의 중심 원자인 P(인)이다.

ㄷ. DNA의 구성 물질은 인산, 당, 염기이므로 아미노산은 해당하지 않는다.

오답맞히기 > 가. 아미노산은 (나)뿐이다.

테마별 수능 필수유제

본문 123~125쪽

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

01 아미노산의 구조

예설 | 아미노산은 하나의 중심 탄소에 $-NH_2$, $-COOH$, $-H$ 가 모두 달린 분자이다.

정답맞히기 > ㉠, ㉡, ㉢은 $-NH_2$, $-COOH$, $-H$ 가 달려 있는 하나의 탄소가 있으므로 아미노산이다.

오답맞히기 > ㉣은 중심인 C 원자에 $-H$ 가 달려 있지 않으므로 아미노산이 아니다.

02 당과 결합하고 있는 인산의 수

예설 | DNA 2중 나선 구조에서 인산과 당이 교대로 결합하며 DNA의 골격을 이루므로, 인산 1개는 당 2개와, 당 1개는 인산 2개, 염기 1개와 공유 결합한다.

정답맞히기 > A : 인산 1개는 당 2개와 공유 결합하여 DNA의 골격을 이룬다.

오답맞히기 > B : 당 1개는 인산 2개, 염기 1개와 각각 공유 결합하고 있다.

C : 염기는 당과 공유 결합을 하며, 다른 염기와 수소 결합을 한다.

03 DNA의 구조

예설 | 인산과 당이 DNA의 골격을 이루며, 인산의 바깥쪽 산소는 음전하를 띤다.

정답맞히기 > 가. DNA에서 인산은 음전하를 띤다.

ㄷ. DNA 2중 나선 구조에서 염기 (다)는 다른 염기와 상보적 수소

결합을 한다.

오답맞히기 > 나. (나)의 구성 원소는 C, H, O이다.

04 DNA의 구조

예설 | 인산 한 분자에는 공유 전자쌍이 8개, 비공유 전자쌍이 8개 있고, ㉠에 존재하는 수소 결합의 수는 16이다.

아데닌(A)과 티민(T) 사이에는 2개의 수소 결합이, 사이토신(C)과 구아닌(G) 사이에는 3개의 수소 결합이 있으므로, ㉠에는 아데닌과 티민이 2개씩, 사이토신과 구아닌이 4개씩 존재한다.

정답맞히기 > DNA 2중 나선 구조에서 당(디옥시리보스) 1개에 염기 1개가 결합하므로, ㉠에 존재하는 당의 수는 12이다.

05 DNA의 골격을 이루는 부분

예설 | DNA의 골격은 인산과 당의 공유 결합으로 이루어진다.

정답맞히기 > 가. 인산의 인(P)은 확장된 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄷ. 인산의 $-OH$ 중 일부는 H^+ 을 잃고 음전하를 띤다.

오답맞히기 > 나. 질소(N) 원자는 염기에 존재하며, 인산과 당에는 존재하지 않는다.

ㄷ. 염기와 염기 사이에 수소 결합이 존재하므로 2중 나선의 골격 부분에는 수소 결합이 없다.

06 $-OH$ 의 이온화

예설 | X는 OH이며, 아미노산과 인산의 $-OH$ 는 H^+ 이 떨어질 수 있다.

정답맞히기 > 가. 아미노산을 물에 녹이면 $-COOH$ 에서 H^+ 이 떨어져서, X는 $-O^-$ 가 된다.

오답맞히기 > 나. DNA에서 인산에 달린 3개의 $-OH$ 중 2개는 당과 공유 결합한다.

ㄷ. (다)의 ㉡은 DNA에서 인산과 결합한다.

07 결가지에 따른 아미노산의 구조

예설 | (가)~(다)의 전자쌍의 수는 다음과 같다.

	(가)	(나)	(다)
공유 전자쌍 수	19	14	13
비공유 전자쌍 수	5	7	5

정답맞히기 > 가. H 원자 수는 (가) 11, (나) 7, (다) 7이므로 (나)와 (다)가 같다.

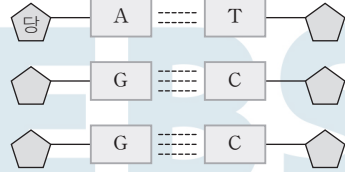
나. 비공유 전자쌍 수는 (가)와 (다)가 5로 같다.

ㄷ. (나)의 공유 전자쌍 수는 14이며, (가)의 [공유 전자쌍 수 - 비공유 전자쌍 수]는 $19 - 5 = 14$ 이다.

08 당, 염기, 수소 결합의 수

예설 염기와 당은 1 : 1로 결합하고 A와 T, C와 G의 염기는 상보적 결합을 하므로 염기와 결합한 당의 수는 짝수이다. 당의 수가 10 미만이므로 2, 4, 6, 8의 4가지 경우가 있다.

이 중에서 4가지 염기를 모두 포함하며 $\frac{C+G}{A+G} \times \text{당} = \text{수소 결합 수}$ 를 만족하는 것은 6개의 당에 A와 T가 각각 1개, C와 G가 각각 2개 결합한 경우이다.



$$\frac{2+2}{1+2} \times 6 = 8 \text{이다.}$$

정답맞이기 > 나. 당은 6개이다.

오답짜이기 > 가. A가 1개, G가 2개이므로 G의 수가 A보다 많다.
 다. 수소 결합의 수는 8이다.

09 아미노산의 성질

예설 아미노산 X는 산성 용액에서 (+)전하를 띠므로, HCl 수용액에 녹이면 (-)극으로 이동한다.

정답맞이기 > 고체 아미노산 X의 $-NH_2$ 는 산성 용액에서 H^+ 를 받아들여 $-NH_3^+$ 가 되므로 전류를 흐르게 하면 (-)극으로 이동한다.

10 아미노산과 산 염기 정의

정답맞이기 > 가. 아미노산 X는 HCl(aq)에게 H^+ 을 받으며, 이 과정에서 N(질소) 원자의 비공유 전자쌍을 H^+ 에게 주므로 루이스 염기로 작용했다.

다. 아미노산 X가 NaOH(aq)에 녹으면 음전하를 띠게 되어 (+)극으로 이동하게 된다.

오답짜이기 > 나. 고체 아미노산 X가 H^+ 을 받을 때, N의 비공유 전자쌍이 H^+ 과 공유되면서 공유 전자쌍이 된다. 따라서 비공유 전자쌍은 1개 감소하고 공유 전자쌍은 1개 증가하므로 [비공유 전자쌍 수 + 공유 전자쌍 수]는 일정하다.

11 아미노산의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍

예설 글라이신을 물에 녹이면 $-COOH$ 는 H^+ 을 잃고 $-COO^-$ 이 되고, $-NH_2$ 는 H^+ 을 얻고 $-NH_3^+$ 이 된다. 글라이신을 산 수용액에 녹이면 $-COO^-$ 이 H^+ 을 얻고 $-COOH$ 가 되며, 염기 수용액에 녹이면 $-NH_3^+$ 이 H^+ 을 잃고 $-NH_2$ 가 된다.

정답맞이기 > 가. 글라이신이 물에 녹으면 $-NH_2$ 는 $-NH_3^+$ 이 되므로 ⊕은 양전하를 띤다.

오답짜이기 > 나. 글라이신이 산 수용액에 녹으면 $-COO^-$ 이 $-COOH$ 가 되므로 ⊖의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 변하지 않는다.

다. 글라이신이 염기 수용액에 녹으면 $-NH_3^+$ 이 $-NH_2$ 가 되므로 물에 녹었을 때와 ⊖의 비공유 전자쌍 수는 변하지 않는다.

12 생명 현상과 관련 있는 물질들의 분류

예설 인산과 디옥시리보스는 DNA의 바깥쪽 골격을 구성하는 물질이며, 구아닌은 염기이고 아미노산은 양쪽성 물질이다.

정답맞이기 > 아미노산은 산과도 염기와도 모두 반응할 수 있는 양쪽성 물질이다. 브뢴스테드-로우리 산은 H^+ 을 내놓는 물질이며, (다)와 (라)는 NaOH(aq)에서 모두 H^+ 을 내놓는다. (가)와 (나)는 고리 구조를 포함한 물질이다.

테마별 수능 심화문제

본문 126~127쪽

13 ② 14 ⑤ 15 ⑤ 16 ③

13 DNA의 결합

예설 DNA 2중 나선 구조를 이룰 때 인산과 당 사이에 공유 결합, 당과 염기 사이에 공유 결합을 하며, 염기와 염기 사이에는 수소 결합을 한다.

정답맞이기 > 나. 결합 a(공유 결합)가 결합 b(수소 결합)보다 강하다.

오답짜이기 > 가. (가)인 인산과 (나)인 당은 공유 결합을 하여 DNA의 골격을 이룬다.

다. DNA 2중 나선 구조에서 서로 다른 염기 사이에 수소 결합이 작용하므로 (다)와 (다) 사이에 결합 b가 작용하지 않는다.

14 아미노산의 구조와 단백질 형성 과정

예설 아미노산이 펩타이드 결합($-CONH-$)을 할 때, $-NH$ 와 $-CO-$ 사이의 C 원자에 달린 R-에 따라 아미노산의 종류가 결정된다.

정답맞이기 > 제시된 물질을 생성하기 위해 사용된 아미노산의 R-(결가지)은 다음과 같다.



오답짜이기 > $-COOH$ 는 R이 아니고 아미노산의 중심 탄소에 달린 부분이다.

15 인산, 아미노산, 염기의 분류

예설 사이토신은 브뢴스테드-로우리의 염기 또는 루이스 염기로 작용할 수 있는 물질이며, 인산은 아레니우스 산이면서 브뢴스테드-로우리 산으로 작용할 수 있는 물질이다. 글라이신은 양쪽성 물질이므로 브뢴스테드-로우리 산으로도, 루이스 염기로도 작용할 수 있는 물질이다. 또한 인산은 구성 원소의 가짓수가 3이고 사이토신과 글라이신은 구성 원소의 가짓수가 4이다.

정답맞이기 > 가. I에 해당하는 물질은 인산이며, II, III에 해당하는 물질에는 없는 원소인 인(P)을 포함한다.

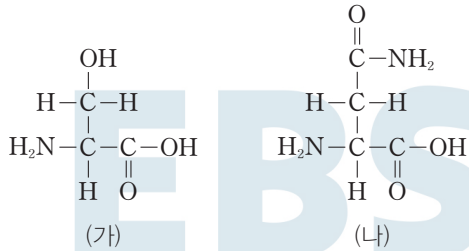
나. 글라이신은 II에, 사이토신은 III에 해당하므로 모두 HCl(aq)에

서 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. 분자당 원자 수는 I(인산)이 8, II(글라이신)가 10, III(사이토신)이 13이다.

16 아미노산의 화학식과 결합 모형

예설 | (가)와 (나)의 구조식은 다음과 같다.



(가)와 (나)에 사용된 모형의 수는 다음과 같다.

모형	결합각(°) 또는 결합 종류	(가)	(나)
	약 109.5	2	2
	약 120	1	2
	C-C(단일 결합)	2	3
	C-H(단일 결합)	3	3

정답맞히기 ㄱ. N는 (가), (나)에서 같은 종류의 결합을 하고 있으므로 1종류의 원자 모형만 필요하다.

ㄴ. $w+x+y+z=4+3+5+6=18$ 이다.

오답피하기 ㄷ. C-C(단일 결합) 모형 중 (가)에 사용된 모형의 수는 2, (나)에 사용된 모형의 수는 3이다.

실전 모의고사 1회

본문 128~132쪽

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

01 암모니아의 합성과 이용

예설 생명체 내에서 단백질, 핵산 등을 구성하는 주요 원소는 C, H, O, N, P 등이 있으며, 비료의 주요 성분 원소는 N, P, K이다. 공기의 주성분으로는 N_2 , O_2 등이 있으나 생명체가 직접적으로 이용하지 못하는 것은 N_2 이다.

정답맞이기 3가지 설명에 공통으로 해당하는 원소는 질소(N)이다.

02 물질의 분류

예설 화합물은 2가지 이상의 서로 다른 원소들이 결합하여 만들어진 순물질이며, 화합물 중 이온으로 이루어진 물질은 분자로 존재하지 않는다.

정답맞이기 ㄱ. (가)에 의해 원소인 O_2 와 Ar은 '아니요'로 분류되고, 화합물인 CH_4 , NaCl, MgO이 '예'로 분류되었으므로 (가)에 '화합물인가?'를 적용할 수 있다.

ㄴ. NaCl은 이온으로 이루어진 물질로 분자로 존재하지 않으므로 '분자인가?'라는 기준에 의해서는 '아니요'로 분류된다. 따라서 ㉠은 '×'이다.

오답피하기 ㄷ. 구성 원소의 가짓수는 O_2 가 1, NaCl은 2이므로 ㉡은 '×', ㉢은 '○'이다.

03 산화 환원 반응

예설 어떤 원자의 산화수가 증가하면 산화된 것이고, 산화수가 감소하면 환원된 것이다.

정답맞이기 (가). Cu의 산화수는 2 증가($0 \rightarrow +2$)하였고, O의 산화수는 2 감소($0 \rightarrow -2$)하였으므로 산화 환원 반응이다.

(다). Cu의 산화수는 2 증가($0 \rightarrow +2$)하였고, Ag의 산화수는 1 감소($+1 \rightarrow 0$)하였으므로 산화 환원 반응이다.

오답피하기 (나). 모든 원자의 산화수가 변하지 않았으므로 산화 환원 반응이 아니다.

04 DNA의 구조

예설 DNA를 구성하는 염기에는 아데닌, 티민, 구아닌, 사이토신이 있으며, 아데닌과 티민, 구아닌과 사이토신은 각각 상보적인 수소 결합을 하여 염기쌍을 형성한다.

정답맞이기 ㄴ. 결합 a는 수소 결합이다.

오답피하기 ㄱ. 구아닌과 상보적인 결합을 하고 있는 것이 염기 B이므로 염기 B는 사이토신이다. 염기 B와 상보적인 결합을 하는 것이 염기 A이므로 염기 A는 구아닌이다.

ㄷ. 염기 C와 D는 각각 아데닌과 티민 중 하나이다. 아데닌의 구성 원소는 C, H, N이며, 티민의 구성 원소는 C, H, N, O이므로 구성 원소의 종류는 다르다.

05 탄소 동소체

예설 NaCl, C_{60} , CH_4 , C(흑연), C(다이아몬드) 중 화합물은 NaCl, CH_4 이고, 분자는 C_{60} , CH_4 이다.

정답맞이기 기준 I이 '화합물인가?'이면 (가)에 탄소 동소체가 포함되지 않으므로 모순이다. 기준 I이 '고체 상태에서 전기 전도성을 갖는가?'이면 CH_4 이 포함되지 않으므로 모순이다. 따라서 기준 I은 '분자로 존재하는가?'이다. 기준 I에 의해 '예'로 분류된 CH_4 과 C_{60} 중 기준 II에 의해 CH_4 이 '예'로 분류되기 위해서는 기준 II는 '화합물인가?'가 적절하다. C_{60} 은 원소이다. 따라서 기준 III은 '고체 상태에서 전기 전도성이 있는가?'이며, 기준 I~기준 III에 의해 (가)는 C_{60} , (나)는 C(흑연), (다)는 NaCl, C(다이아몬드)가 된다.

06 원자량

예설 질량수가 12인 탄소(C) 원자의 질량을 12.00으로 정하고, 이것을 기준으로 하여 나타낸 원자의 상대적인 질량을 원자량이라고 한다. 원자량은 상대적인 값이므로 기준을 ^{16}O 의 질량을 8.00으로 바꾸면 ^{12}C 를 기준으로 한 상대적인 값들은 모두 변하게 된다.

정답맞이기 ㄱ. 분자량은 분자를 구성하는 원자들의 원자량을 모두 합한 값으로 원자량의 기준이 변하면 바뀌게 된다.

오답피하기 ㄴ. 물 18g 속에 들어 있는 H_2O 분자 수는 실제 값이므로 원자량의 기준이 변해도 바뀌지 않는다.

ㄷ. 원자 1개의 질량은 실제 값이므로 원자량의 기준이 변해도 ^{16}O 원자 1개의 질량은 변하지 않는다. ^{12}C 원자 1개의 질량은 변하지 않는다.

07 산과 염기의 성질

예설 수용액 (가)~(다)에 각각 페놀프탈레인 용액을 넣으면 NaOH(aq)만 붉게 변한다. 그러므로 ㉠을 통해 HCl(aq)과 NaCl(aq)을 구별할 수 있는 실험을 해야 한다.

정답맞이기 ㄴ. (가)~(다)에 아연(Zn) 조각을 넣으면 HCl(aq)에서만 수소 기체가 발생하므로, 수소 기체가 발생하지 않은 것 중 페놀프탈레인 용액을 넣었을 때 붉게 변한 것은 NaOH(aq), 붉게 변하지 않은 것은 NaCl(aq)이므로 (가)~(다)를 구별할 수 있다.

ㄷ. (가)~(다)를 각각 불꽃 반응시켜 보면 NaOH(aq)과 NaCl(aq)은 노란색의 불꽃색이 나타나며, HCl(aq)은 불꽃색이 나타나지 않는다. 노란색의 불꽃색이 나타난 것 중 페놀프탈레인 용액을 넣었을 때 붉게 변한 것이 NaOH(aq)이고, 붉게 변하지 않은 것이 NaCl(aq)이므로 (가)~(다)를 구별할 수 있다.

오답피하기 ㄱ. (가)~(다)는 모두 전해질 수용액이므로 전기 전도성이 있어 (가)~(다)를 전기 전도도 측정을 통해 구별할 수 없다.

08 동위 원소와 분자의 존재 비율

예설 원소 A와 B의 동위 원소로부터 만들 수 있는 AB_3 분자는 다

음과 같다.

A의 동위 원소	B의 동위 원소 조합			분자량
^{10}A	^{35}B	^{35}B	^{35}B	115
	^{35}B	^{35}B	^{37}B	117
	^{35}B	^{37}B	^{37}B	119
	^{37}B	^{37}B	^{37}B	121
^{11}A	^{35}B	^{35}B	^{35}B	116
	^{35}B	^{35}B	^{37}B	118
	^{35}B	^{37}B	^{37}B	120
	^{37}B	^{37}B	^{37}B	122

정답맞히기 > ㄱ. $^{10}\text{A}^{35}\text{B}_3$ 와 $^{11}\text{A}^{37}\text{B}_3$ 는 A와 B의 동위 원소로 구성되어 있으므로 화학적 성질은 동일하다.

ㄴ. AB_3 의 분자량은 최소 $115(^{10}\text{A}^{35}\text{B}_3)$ 에서 최대 $122(^{11}\text{A}^{37}\text{B}_3)$ 까지 1씩 증가한다. 따라서 분자량이 다른 AB_3 분자는 8가지이다.

ㄷ. 분자량이 가장 작은 AB_3 분자는 ^{10}A 1개와 ^{35}B 3개로 구성되어 있으며, ^{10}A 와 ^{35}B 의 자연계 존재 비율이 각각 $\frac{1}{5}$, $\frac{3}{4}$ 이므로 분자량

이 가장 작은 AB_3 의 자연계 존재 비율은 $\frac{1}{5} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times 100\% = \frac{135}{16}\%$ 이다. 분자량이 가장 큰 AB_3 분자는 ^{11}A 1개와 ^{37}B 3개로

구성되어 있으며, ^{11}A 와 ^{37}B 의 자연계 존재 비율이 각각 $\frac{4}{5}$, $\frac{1}{4}$ 이므로

분자량이 가장 큰 AB_3 의 자연계 존재 비율은 $\frac{4}{5} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 100\% = \frac{5}{4}\%$ 이다. 따라서 자연계 존재 비율은 분자량이 가장 작은 분자가 가장 큰 분자의 $\frac{27}{4}$ 배이므로 6배보다 크다.

09 화학식량

예시 | (가)는 A와 B로 구성된 3원자 분자이므로 AB_2 또는 A_2B 이다. (나)는 A와 B로 구성된 5원자 분자이며 같은 질량의 A와 결합한 B의 질량 비가 (가) : (나) = 1 : 3이므로 (가)는 A_2B , (나)는 A_2B_3 이다. 만약 (가)가 AB_2 이면 (나)는 AB_6 이 되며 5원자 분자가 아니므로 모순이 된다.

정답맞히기 > ㄴ. 1g당 분자 수는 분자량에 반비례하므로 A와 B의 원자량을 각각 a , b 라고 하면, 분자량 비 (가) : (나) = $(2a+b) : (2a+3b) = 11 : 19$ 이다. 이것을 풀면 $8a = 7b$ 이므로 $a : b = 7 : 8$ 이다. 따라서 원자량 비는 $\text{A} : \text{B} = 7 : 8$ 이다.

ㄷ. 1g당 B의 질량은 $\frac{\text{B 원자 수} \times \text{B 원자량}}{\text{분자량}}$ 이므로 1g당 B의 질량

비는 (가) : (나) = $\frac{1 \times 8}{11} : \frac{3 \times 8}{19} = 19 : 33$ 이다.

오답짜이기 > ㄱ. (나)의 분자식은 A_2B_3 이다.

10 수소 원자의 선 스펙트럼

예시 | 수소 원자의 가시광선 영역의 선 스펙트럼 중 파장 $a \text{ nm}$ 에 해

당하는 전자 전이는 $n=3 \rightarrow n=2$ 로의 전자 전이이다. 한편 $n=3$ 이하의 전자껍질에서 일어나는 전자 전이와 이때 방출하는 에너지는 다음과 같다.

전자 전이	방출 에너지(kJ/몰)
$n=3 \rightarrow n=1$	$(\frac{1}{1} - \frac{1}{9})k = \frac{8}{9}k = \frac{32}{36}k$
$n=3 \rightarrow n=2$	$(\frac{1}{4} - \frac{1}{9})k = \frac{5}{36}k$
$n=2 \rightarrow n=1$	$(\frac{1}{1} - \frac{1}{4})k = \frac{3}{4}k = \frac{27}{36}k$

정답맞히기 > ㄱ. 방출하는 에너지(상댓값)의 크기 비가 (가) : (나) : (다) = ① : 27 : 32이므로 ①은 5이며, (가)는 $n=3 \rightarrow n=2$, (나)는 $n=2 \rightarrow n=1$, (다)는 $n=3 \rightarrow n=1$ 로의 전자 전이이다.

ㄴ. (나)는 $n=2 \rightarrow n=1$ 로의 전자 전이이므로 자외선 영역의 빛을 방출한다.

ㄷ. 방출하는 빛의 파장은 에너지에 반비례한다. 방출하는 빛에너지의 크기 비가 (가) : (다) = 5 : 32이므로 방출하는 빛의 파장 비는 (가) : (다) = 32 : 5이다. (다)에서 방출하는 빛의 파장을 b 라고 하면

$32 : 5 = a : b$ 이다. 따라서 $b = \frac{5}{32}a(\text{nm})$ 이다.

11 화학식량과 몰

예시 | $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 기체 (다)의 몰수가 0.2몰($=\frac{8.8}{44}$ 몰)이며, 이때의 부피가 5.0 L이므로 $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 25.0 L이다. 이것을 이용하여 주어진 자료를 분석하면 다음과 같다.

기체	실험식	분자식	분자량	질량(g)	부피(L)	몰수(몰)
(가)	AB	AB	30	12.0	10.0	0.4
(나)	AB_2	A_2B_4	92	18.4	5.0	0.2
(다)	A_2B	A_2B	44	8.8	5.0	0.2

기체 A_2B 의 분자량이 44이고, (가)의 분자량이 30인 것으로 보아 기체 (가)는 분자식이 실험식과 같이 AB임을 알 수 있다.

기체 AB의 분자량이 30, A_2B 의 분자량이 44이므로 A의 원자량은 14, B의 원자량은 16임을 알 수 있다. 기체 (나)의 실험식이 AB_2 이므로 실험식량은 46이며, 분자량이 92이므로 (나)의 분자식은 A_2B_4 임을 알 수 있다.

정답맞히기 > ㄱ. A와 B의 원자량은 각각 14, 16이므로 원자량은 B가 A보다 크다.

오답짜이기 > ㄴ. (가)~(다)의 1g에 들어 있는 총 원자 수는 각각 $\frac{2}{30}$ 몰,

$\frac{6}{92}$ 몰, $\frac{3}{44}$ 몰이므로 (다)가 가장 크다.

ㄷ. (나)와 (다)에서 같은 질량의 A와 결합한 B의 개수 비가 (나) : (다) = 4 : 1이므로 1g의 A와 결합한 B의 질량 비는 (나) : (다) = 4 : 1이다.

12 오비탈과 전자 배치

예시 | 2, 3주기 원소 중에서 바닥상태에서 홀전자 수는 같은 족 원소

끼리는 같으며, 3주기 원소가 2주기 원소보다 전자가 들어 있는 오비탈 수가 크므로 바닥상태 원자에서 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 가 가장 큰 것은 2주기 원소 중에 있으며, 바닥상태에서의 홀전자 수와 전자가 들어 있는 오비탈 수를 고려할 때 A는 질소(N)임을 알 수 있다.

원소	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
홀전자 수	1	0	1	2	3	2	1	0
전자가 들어 있는 오비탈 수	2	2	3	4	5	5	5	5

질소의 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}} = \frac{3}{5}$ 이므로 $a=5, b=3$ 이다.

B는 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}} = \frac{5-3}{5+3} = \frac{2}{8}$ 이므로 규소(Si)이다.

정답맞이기 ㄴ. 제1 이온화 에너지는 같은 주기에서 15족 원소가 14족 원소보다 크며, 같은 족에서는 2주기 원소가 3주기 원소보다 크다. A는 2주기 15족 원소이며, B는 3주기 14족 원소이므로 이온화 에너지는 A가 B보다 크다.

ㄷ. 전기 음성도는 같은 주기에서 15족 원소가 14족 원소보다 크며, 같은 족에서는 2주기 원소가 3주기 원소보다 크므로 A가 B보다 크다.

오답짜이기 ㄱ. 원자 반지름은 같은 주기에서는 14족 원소가 15족 원소보다 크며, 같은 족에서는 3주기 원소가 2주기 원소보다 크므로 B가 A보다 크다.

13 원소 분석과 분자식

예설 1g의 X의 완전 연소로 생성된 CO₂와 H₂O의 질량 비로부터 X 속에 든 C와 H의 질량 비를 구하면 $C : H = 11 \times \frac{12}{44} : 9 \times \frac{2}{18} = 3 : 1$ 이다. X는 C와 H로만 구성되어 있으며, C와 H의 몰수 비는 $C : H = \frac{3}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 4$ 이다. 따라서 X의 실험식은 CH₄이며, C와 H로만 이루어진 물질 중에서 실험식이 CH₄인 것은 메테인(CH₄) 뿐이므로 X는 분자식이 CH₄이며, 분자량은 16이다.

1g의 Y의 완전 연소로 생성된 CO₂와 H₂O의 질량 비로부터 Y 속에 든 C와 H의 질량 비를 구하면 $C : H = 22 \times \frac{12}{44} : 9 \times \frac{2}{18} = 6 : 1$ 이다. Y는 C와 H, O로만 구성되어 있으며, C와 H의 몰수 비는 $C : H = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 2$ 이다. O의 질량을 알 수 없으므로 Y의 실험식을 C_xH_{2x}O_z라고 하면, 분자량의 비가 $X : Y = 4 : 15$ 이므로 Y의 분자량은 60이며 [분자량 = 실험식량 × n]이므로 $(14x + 16z) \times n = 60$ 이다. n, x, z는 자연수이므로 이를 만족하는 n=2, x=1, z=1이다. 따라서 Y의 분자식은 C₂H₄O₂이다.

정답맞이기 ㄱ. Y의 실험식은 CH₂O이며 실험식량은 30이다. X의 분자량은 16이므로 Y의 실험식량은 X의 분자량보다 크다.

오답짜이기 ㄴ. X와 Y에서 C의 질량 백분율(%)은 각각 $\frac{12}{16} \times 100\%$, $\frac{2 \times 12}{60} \times 100\%$ 이므로, C의 질량 백분율은 X가 Y의 2배가 아니다.

ㄷ. 같은 질량(wg)의 X와 Y의 몰수는 분자량에 반비례하며, 1몰의 X와 Y를 각각 완전 연소시킬 때 생성되는 CO₂의 몰수는 각각 1몰과 2몰이다. 따라서 wg의 X와 Y를 각각 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 질량 비는 $X : Y = \frac{w}{16} : \frac{2w}{60} = \frac{1}{4} : \frac{2}{15} = 15 : 8$ 이므로 X가 Y의 2배보다 작다.

14 분자의 구조

예설 W~Z는 각각 원자가 전자 수가 7, 4, 5, 6인 플루오린(F), 탄소(C), 질소(N), 산소(O)이다. (가)~(다)에서 W~Z가 모두 옥텟 규칙을 만족하므로 (가)는 FCN, (나)는 CO₂, (다)는 NF₃이다.

분자	(가)	(나)	(다)
분자 구조	$:\ddot{W}-X \equiv Y:$	$:\ddot{Z} = X = \ddot{Z}:$	$:\ddot{W}-\ddot{Y}-\ddot{W}:$ $:\ddot{W}:$
분자식	FCN	CO ₂	NF ₃
비공유 전자쌍 수	4	4	10
공유 전자쌍 수	4	4	3

정답맞이기 ㄱ. 비공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 4로 같다.

ㄷ. X₂W₄($\begin{matrix} :\ddot{W}-X=X-\ddot{W}: \\ | \quad | \\ :\ddot{W}:\ddot{W}: \end{matrix}$)에서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 2$ 이므로 (가)의 2배이다.

오답짜이기 ㄴ. Y의 산화수는 (가)에서 -3, (다)에서 +3이다.

15 제2 이온화 에너지와 분자의 구조

예설 2주기 원소의 염화물에서 (가)~(라)는 각각 BCl₃, CCl₄, NCl₃, OCl₂ 중 하나이다. BCl₃, CCl₄, NCl₃, OCl₂의 비공유 전자쌍 수는 각각 9, 12, 10, 8인데, (다)와 (라)의 비공유 전자쌍 수의 상댓값이 각각 5N, 4N이므로 BCl₃, CCl₄, NCl₃, OCl₂의 비공유 전자쌍 수를 상댓값으로 나타내면 각각 4.5N, 6N, 5N, 4N이다. 따라서 (가)는 CCl₄, (나)는 BCl₃, (다)는 NCl₃, (라)는 OCl₂이다.

정답맞이기 ㄱ. (가)의 비공유 전자쌍 수의 상댓값은 6N이다. 따라서 x=6이다.

ㄷ. (가)~(라)의 중심 원자는 각각 C, B, N, O이며, 중심 원자의 제1 이온화 에너지는 B < C < O < N이며, 제2 이온화 에너지는 C < B < N < O이다. 중심 원자의 제n 이온화 에너지가 C < B < N < O이므로 n=2이다.

오답짜이기 ㄴ. (나)는 평면 삼각형 모양으로 입체 구조가 아니다.

16 탄화수소의 구조

예설 C 원자 수가 3 이하이면서 H 원자 수가 C 원자 수보다 크거나

같은 것은 CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂, C₃H₈, C₃H₆, C₃H₄이다. 1몰을 완전 연소시켰을 때 연소 생성물의 전체 몰수는 다음과 같다.

탄화수소	연소 생성물의 전체 몰수(몰)	탄화수소	연소 생성물의 전체 몰수(몰)
CH ₄	3	C ₃ H ₈	7
C ₂ H ₆	5	C ₃ H ₆	6
C ₂ H ₄	4	C ₃ H ₄	5
C ₂ H ₂	3		

(가)~(다)의 연소 생성물의 전체 몰수가 $n-1$, n , n 이므로 $n=5$ 이며, (가)의 분자식은 C₂H₄이며, (나)와 (다)의 분자식은 각각 C₂H₆과 C₃H₄ 중 하나이다. H 원자 2개와 결합한 C 원자 수가 (나)와 (다)가 각각 0과 1이므로 가능한 구조는 다음과 같다.

탄화수소	(가)	(나)	(다)
구조	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & =\text{C}-\text{H} \\ & \\ & \text{H} \end{array}$

정답맞이기 > ㄱ. 2중 결합이 있는 것은 (가)와 (다)이다.

ㄷ. $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 비는 (나) : (다) = $\frac{6}{2} : \frac{4}{3} = 9 : 4$ 이다.

오답피하기 > ㄴ. 결합각($\angle\text{HCH}$)은 (가)가 약 120° , (나)가 약 109.5° 이므로 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.

17 몰과 기체의 부피

예설 | 온도와 압력이 일정할 때, 기체의 부피는 기체의 몰수에 비례한다. (가)에서 용기에 든 기체의 온도와 압력이 같으므로 피스톤 왼쪽과 오른쪽에 든 기체의 몰수 비가 부피 비가 된다.

기체 A~C의 분자량을 각각 M_A , M_B , M_C 라고 하면,

$$\left(\frac{w}{M_A} + \frac{w}{M_C}\right) : \left(\frac{w}{M_B} + \frac{2w}{M_C}\right) = 1 : 2 \text{이다.}$$

이것을 풀면 $M_A = 2M_B$ 가 된다.

$$(나) \text{에서도 } \left(\frac{w}{M_A} + \frac{3w}{M_C}\right) : \left(\frac{2w}{M_B} + \frac{w}{M_C}\right) = 1 : 2 \text{이며,}$$

$M_A = 2M_B$ 이므로 $M_C = 5M_B$ 가 된다. 따라서 A~C의 분자량 비는 A : B : C = 2 : 1 : 5가 된다.

정답맞이기 > (다)에서 피스톤 고정 장치를 풀면 피스톤 왼쪽과 오른쪽의 기체 압력이 같아질 때까지 피스톤이 움직이게 된다. 기체의 온도와 압력이 같아지므로 부피 비는 몰수 비와 같다.

$$\left(\frac{2w}{M_A} + \frac{w}{M_B}\right) : \frac{5w}{M_C} = \left(\frac{2w}{2M_B} + \frac{w}{M_B}\right) : \frac{5w}{5M_B} = 2 : 1$$

이므로 피스톤의 위치는 왼쪽 : 오른쪽 = 2 : 1인 지점(왼쪽에서 30 cm)에 머물게 된다. 피스톤의 처음 위치가 왼쪽에서 15 cm인 지점이었으므로 피스톤은 오른쪽으로 15 cm 이동하여 멈추게 된다.

18 금속과 금속 염의 반응

예설 | (가)에서 금속 A 이온과 금속 C가 반응하여 수용액 속 전체 양이온 수가 감소하였으므로 금속 이온의 산화수는 C가 A보다 크다.

(나)에서 금속 B 이온과 금속 C가 반응하여 수용액 속 전체 양이온 수가 증가하였으므로 금속 이온의 산화수는 B가 C보다 크다. (가)와 (나)에서 금속 이온의 산화수는 $B > C > A$ 이며, 금속 이온의 산화수가 3 이하이므로 A~C의 금속 이온은 각각 A^+ , B^{3+} , C^{2+} 이다.

정답맞이기 > ㄱ. A와 B의 금속 이온은 각각 A^+ , B^{3+} 이므로 금속 이온의 산화수 비는 A : B = 1 : 3이다.

오답피하기 > ㄴ. (가)에서 금속 A 이온과 금속 C를 반응시켰을 때의 화학 반응식은 다음과 같다.



이 반응의 결과 수용액의 밀도가 증가하였으므로 원자량은 C가 A의 2배보다 크다.

ㄷ. 금속 B 이온과 금속 C가 반응하였으므로 금속 C가 금속 B보다 산화되기 쉽다.

19 산과 염기의 중화 반응

예설 | 산과 염기의 반응에서 혼합 용액 속 총 이온의 수는 혼합 용액이 산성일 경우에는 혼합 전 산성 수용액 속에 들어 있는 총 이온 수와 같고, 혼합 용액이 염기성일 경우에는 혼합 전 염기성 수용액 속에 들어 있는 총 이온 수와 같다.

혼합 용액 (나)가 염기성이라면 NaOH(aq) 10 mL에 들어 있는 이온 수가 12N이 된다. (나)가 염기성이면 (가)는 HCl(aq)의 부피가 (나)보다 작고 NaOH(aq)과 KOH(aq)의 부피가 (나)보다 크므로 (가)도 염기성이 된다. (가)의 혼합 용액 속 총 이온 수는 12N보다 커야 하는데, 10N이므로 모순이 된다. 따라서 (나)는 염기성이 아니고 산성이며, HCl(aq) 30 mL 속에 들어 있는 이온 수는 12N이 된다.

혼합 용액 (가)와 (라)가 모두 산성이라면, 혼합 용액 속 총 이온 수는 각각 4N, 12N이어야 하지만 혼합 용액 속 총 이온 수가 각각 10N, 15N이므로 혼합 용액 (가)와 (라)는 염기성이다.

NaOH(aq) 10 mL 속에 든 이온 수를 aN , KOH(aq) 10 mL 속에 든 이온 수를 bN 이라고 하면, (가)는 염기성이며 총 이온 수가 10N이므로 $(2a+b)N = 10N$ 이다. 따라서 $2a+b=10$ 이다.

혼합 용액 (다)에서 HCl(aq) 20 mL에 든 이온 수는 8N이며, NaOH(aq) 20 mL와 KOH(aq) 20 mL에 든 이온 수의 합은 $(2a+2b)N$ 이므로 혼합 용액 (다)는 염기성이 된다 ($2a+2b > 10$).

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)			혼합 용액 속 총 이온 수
	HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)	
(가)	10 ⇨ 4N	20 ⇨ 2aN	10 ⇨ bN	10N
(나)	30 ⇨ 12N	10 ⇨ aN	0	12N
(다)	20 ⇨ 8N	20 ⇨ 2aN	20 ⇨ 2bN	xN
(라)	30 ⇨ 12N	30 ⇨ 3aN	15 ⇨ 1.5bN	15N

정답맞이기 > ㄱ. 혼합 용액 (가)와 (라)는 염기성이며, 혼합 용액 속 총 이온 수가 (라)가 (가)의 1.5배이므로 혼합 전 용액에 들어 있는 염기의 이온 수도 (라)가 (가)의 1.5배이어야 한다. NaOH(aq)의 부피가 (라)가 (가)의 1.5배이므로 KOH(aq)의 부피도 (라)가 (가)의 1.5배이어야 혼합 용액 속 총 이온 수가 (라)가 (가)의 1.5배가 된다. 따라서 $y=15$ (mL)이다.

ㄴ. 혼합 용액 (가), (다), (라)는 염기성이며, (나)는 산성이므로 (가)~(라) 중 산성인 것은 1가지이다.

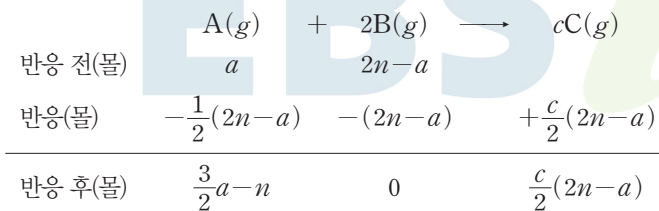
오답피하기 ㄷ. (가)에서 생성된 물 분자 수는 $2N$ 이다. (나)에서 생성된 물 분자 수가 $2N(a=4)$ 이라면 $2a+b=10$ 에서 $b=2$ 가 되어 (다)의 총 이온 수가 $12N$ 이 되므로 혼합 용액 속에 들어 있는 총 이온 수가 모두 다르다는 조건에 모순이 된다. 따라서 a 는 4가 아니며, (나)에서 생성된 물 분자 수는 $2N$ 이 아니므로 (가)와 같지 않다.

20 화학 반응식과 양적 관계

예시 | 온도와 압력이 일정하므로 기체의 부피는 몰수에 비례한다. 실험 I 과 II 에서 반응 전 A 의 질량이 같은데, 부피 비가 I : II = 1 : 2 이므로 B 의 질량은 실험 II 에서가 실험 I 에서보다 많음을 알 수 있다. 기체 n 몰의 부피를 V 라고 하면 반응 전의 몰수는 실험 I 에서 $2n$ 몰, 실험 II 에서 $4n$ 몰이며, A 의 질량이 같으므로 실험 II 에서 실험 I 에서보다 B 가 $2n$ 몰 더 많다.

실험 I 에서 A 가 모두 반응하였다면, B 가 $4w$ g 남게 되며, B 가 $2n$ 몰 추가된 실험 II 에서도 B 가 남게 되는데, 이때의 몰수는 $2n$ 몰보다 크므로 실험 II 의 반응 후 부피는 $2V$ 보다 크게 되어 모순이 된다. 따라서 실험 I 에서 B 가 모두 반응하였다. 실험 II 에서도 B 가 모두 반응하였다면 반응 후 남은 반응물의 질량이 $4w$ g 보다 작아야 하는데, $7.5w$ g 이 남았으므로 B 가 모두 반응한 것이 아니라 A 가 모두 반응한 것임을 알 수 있다.

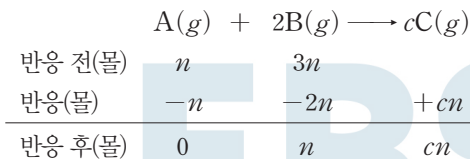
실험 I 에서 A $8w$ g 의 몰수를 a 몰이라 하면,



실험 I 에서 남은 A 의 질량이 $4w$ g ($=\frac{1}{2}a$ 몰) 이므로

$\frac{3}{2}a-n=\frac{1}{2}a$ 이다. 따라서 $a=n$ 이다.

실험 II 에서 I 에서보다 B 가 $2n$ 몰 더 많아졌으므로



남은 B 의 질량이 $7.5w$ g 이며 n 몰에 해당한다. 반응 후 전체 몰수가 $2n$ 이므로 $n+cn=2n$ 이다. 따라서 $c=1$ 이다.

정답맞이기 ㄴ. 실험 I 에서 A, B 가 각각 n 몰씩 들어 있으며, 실험 II 에서 B 가 $2n$ 몰 더 많아졌으므로 실험 II 의 반응 전 B 의 몰수는 $3n$ 몰이다. 따라서 B 의 반응 전 질량은 실험 II 에서가 실험 I 에서의 3배이다($y=3x$).

ㄷ. A $8w$ g 이 n 몰이며 B $7.5w$ g 이 n 몰이므로 A, B 의 분자량을 각각 M_A, M_B 라고 한다면, $\frac{8w}{M_A}=\frac{7.5w}{M_B}$ 이다.

$M_A : M_B = 16 : 15$ 이므로 $M_A = 16M, M_B = 15M$ 이다. A 1 분자와 B 2 분자가 반응하여 C 1 분자를 생성하므로 C 의 분자량(M_C)

은 $16M + 2 \times 15M = 46M$ 이며, B 의 분자량의 3배보다 크다.

오답피하기 ㄱ. $c=1$ 이다.

01 ㉓	02 ㉒	03 ㉓	04 ㉕	05 ㉑
06 ㉕	07 ㉔	08 ㉕	09 ㉓	10 ㉕
11 ㉓	12 ㉓	13 ㉒	14 ㉒	15 ㉓
16 ㉔	17 ㉓	18 ㉒	19 ㉔	20 ㉓

01 물질의 분류

예설 | 3가지 화학 반응식에서 ㉑은 O_2 , ㉒은 NaH , ㉓은 H_2O 이다.

정답맞이기 > ㄱ. ㉑은 원소이다.

ㄴ. ㉓은 화합물이다.

오답짜이기 > ㄴ. ㉒은 분자가 아니다.

02 원자의 생성과 구성 입자

예설 | 3_2He 가 생성되는 과정에서 ○은 양성자, ●은 중성자이다. (라)는 양성자 1개, 전자 1개인 1_1H 이고, (가)는 양성자 1개, 중성자 1개인 ${}^2_1H^+$, (나)는 양성자 2개, 중성자 1개인 ${}^3_2He^{2+}$, (다)는 양성자 2개, 중성자 1개, 전자 2개인 3_2He 이다.

정답맞이기 > ㄴ. 중성자 수는 (가)가 1이고 (나)가 1이므로 같다.

오답짜이기 > ㄱ. ○(양성자)과 ●(중성자) 사이에는 정전기적 인력이 작용하지 않는다.

ㄴ. 원자핵의 전하량은 (다)가 +2이고 (라)가 +1이므로 서로 다르다.

03 산과 염기의 정의

예설 | (가)는 H_2CO_3 , (나)는 HCO_3^- 이다. OH^- 은 H^+ 을 받아 H_2O 이 되므로 ㉑은 OH^- 이다.

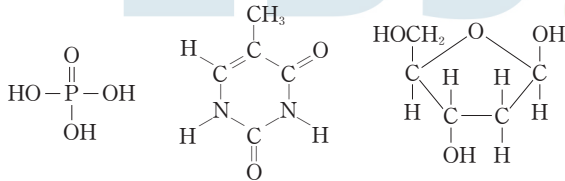
정답맞이기 > ㄱ. (가)는 OH^- (수산화 이온)에 H^+ (수소 이온)을 제공하므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.

ㄴ. ㉑ (OH^-)과 H_3O^+ 이 반응하면 H_2O 이 생성된다.

오답짜이기 > ㄴ. (나) HCO_3^- 에서 H, C, O의 산화수를 모두 더하면 -1이다. (나)에서 각 원자의 산화수는 H가 +1, O가 -2, C가 +4이다.

04 DNA를 구성하는 물질

예설 | 그림은 DNA를 구성하는 분자 (가)~(다)이다.



(가) 인산 (나) 티민 (다) 당

㉑~㉓에서 Y는 ㉑에만 1개 존재하므로 인(P)이고 ㉑은 (가) 인산이다. ㉑과 ㉓에 같은 수로 들어 있는 원자는 X이고 a개이므로 X는 산소(O)이고 a=4이다. 1분자에 들어 있는 산소 수가 4인 것은 당이므로 ㉒은 (다) 당, ㉓은 (나) 티민이다.

분자	구성 원자 수	
	X(O)	Y(P)
㉑ : (가) 인산	a=4	1
㉒ : (다) 당	a=4	0
㉓ : (나) 티민	a-2=2	0

정답맞이기 > ㄱ. a=4이다.

ㄴ. ㉑은 인산으로 인산에 있는 중심 원자 Y(P)는 확장된 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. ㉓은 티민으로 DNA 2중 나선 구조에서 아데닌과 수소 결합을 형성한다.

05 화학 결합

예설 | A~C는 1, 2주기 비금속 원소이므로 A는 수소(H), B는 탄소(C), C는 질소(N)이다.

정답맞이기 > ㄱ. 비공유 전자쌍 수는 $A_2(H_2)$ 가 0이고 $C_2(N_2)$ 가 2이므로 C_2 가 A_2 보다 크다.

오답짜이기 > ㄴ. $BA_4(CH_4)$ 는 무극성 분자이고, $CA_3(NH_3)$ 는 극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 CA_3 가 BA_4 보다 크다.

ㄴ. 화합물 $C_2A_2(N_2H_2)$ 에는 2중 결합이 존재한다.

06 바닥상태 원자의 전자 배치

예설 | 2주기 바닥상태 원자에서 홀전자 수가 1인 원자는 1족, 13족, 17족이다. 분류 기준 I에서 '예'에 해당하는 원소는 ${}_3Li$, ${}_5B$, ${}_9F$ 이다. 2주기 바닥상태 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 수가 4 이하인 원자는 ${}_3Li$, ${}_4Be$, ${}_5B$, ${}_6C$ 이다. 따라서 (가)가 ${}_3Li$, ${}_5B$, (나)가 ${}_9F$, (다)가 ${}_4Be$, ${}_6C$, (라)가 ${}_7N$, ${}_8O$, ${}_{10}Ne$ 이다.

정답맞이기 > ㄱ. F은 (나)에 해당한다.

ㄴ. (다)에 해당하는 원소의 원자 번호의 합은 $4+6=10$ 이다.

ㄴ. 해당하는 원소의 가짓수는 (라)가 3이고 (가)는 2이므로 (라)가 (가)보다 크다.

07 화학 반응식과 산화수

정답맞이기 > ㄴ. 화합물 속 질소의 산화수는 ㉑이 -3, ㉒이 +4, ㉓이 +5이다. 따라서 ㉑~㉓의 산화수 합은 +6이다.

ㄴ. (가)에서 O의 산화수는 0에서 -2로 산화수가 감소되어 환원되므로 O_2 는 산화제이다.

오답짜이기 > ㄱ. (가)와 (나)에서 X는 H_2O 이고, Y는 NO 이므로 Y는 화합물이다.

08 수소 원자의 선 스펙트럼

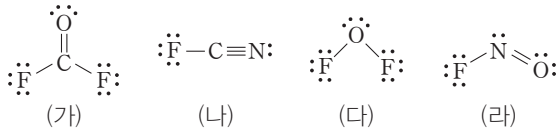
정답맞이기 > ㄱ. (가)와 (라)에서 방출하는 빛에너지는 각각 $\frac{1}{4}k$, $\frac{3}{4}k$ 이므로 a=2이다.

ㄴ. (나)와 (마)에서 b=3으로 같으므로 (나)는 파셴 계열에 해당한다.

ㄴ. (다)에서 ㉑ = $\frac{1}{16}k$, ㉒ = $\frac{15}{16}k$ 이므로 ㉑+㉒ = k이다.

09 공유 결합 물질의 구조

예설 | (다)와 (라)에서 분자 내 원자 수와 결합수를 고려하면 X는 탄소(C), Y는 산소(O), Z는 질소(N)이다. (가)~(라)의 구조식을 나타내면 다음과 같다.



정답맞이기 ㉠. (가)에는 다중 결합이 있다.

㉡. (나)는 직선형 구조이다.

오답짜이기 ㉢. 공유 전자쌍 수는 (다)가 2이고 (라)가 3이므로 서로 다르다.

10 전기 음성도와 산화수

예설 | 전기 음성도(W > X > Y > Z)를 비교하여 화합물 (가)~(다)에서 각 원자의 산화수를 구하면, 원자의 산화수는 (가)에서 W가 -1, X가 -2, Z가 +4이고, (나)에서 W가 -1, Y가 +1이고, (다)에서 W가 -1, Z가 +3이다.

정답맞이기 ㉠. (가)에서 X의 산화수는 -2이다.

㉡. (나)에서 Y의 산화수는 +1이다.

㉢. Z의 산화수는 (가)에서 +4, (다)에서 +3으로 (가)에서가 (다)에서보다 크다.

11 공유 결합 물질의 구조

예설 | 공유 전자쌍 수는 HF가 1, H₂O가 2, NH₃가 3, C₂H₂이 5이며 비공유 전자쌍 수는 HF가 3, H₂O가 2, NH₃가 1, C₂H₂이 0이므로 (가)는 HF, (나)는 H₂O, (다)는 NH₃, (라)는 C₂H₂이다.

정답맞이기 ㉠. (가)는 극성 분자이고 (라)는 무극성 분자이므로 쌍극자 모멘트는 (가)가 (라)보다 크다.

㉡. (라)는 C₂H₂으로 3중 결합이 있다.

오답짜이기 ㉢. 결합각은 (나)가 104.5°, (다)가 107°이므로 (다)가 (나)보다 크다.

12 원자의 구성

예설 | A와 B는 동위 원소이므로 각각 ¹⁴N과 ¹⁵N 중 하나이다. B와 D의 $\frac{\text{질량수}}{\text{양성자수}} > 2$ 이므로 B는 ¹⁵N이다. 따라서 A(¹⁴N), B(¹⁵N), C(¹²C), D(¹⁸O)이다.

정답맞이기 ㉠. A는 ¹⁴N이다.

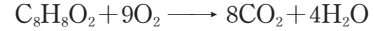
㉡. A~D 중 원자 번호는 D가 가장 크다.

오답짜이기 ㉢. B(¹⁵N)와 C(¹²C)의 중성자 수의 합은 8+6=14이다.

13 화합물의 조성

예설 | 화합물 w mg 중에 들어 있는 C의 질량은 $\frac{44}{17}w \times \frac{12}{44}$

$= \frac{12}{17}w$ mg이고, 들어 있는 H의 질량은 $\frac{9}{17}w \times \frac{2}{18} = \frac{1}{17}w$ mg이다. 화합물 w mg에 들어 있는 원자의 질량 비는 C : H : O = 12 : 1 : 4이고, 몰수 비는 $C : H : O = \frac{12}{12} : \frac{1}{1} : \frac{4}{16} = 4 : 4 : 1$ 이다. 따라서 C_xH_yO_z에서 x=y=8이고 완전 연소 반응식을 완성하면 다음과 같다.



정답맞이기 ㉠. C_xH_yO_z(C₈H₈O₂) 34 mg은 0.25×10^{-3} 몰이고 이를 완전 연소시킬 때 필요한 O₂의 몰수는 $0.25 \times 9 \times 10^{-3} = 2.25 \times 10^{-3}$ 몰이므로 완전 연소시킬 때 필요한 O₂의 최소 질량은 $2.25 \times 10^{-3} \times 32 = 72$ mg이다.

오답짜이기 ㉡. x+y=16이다.

㉢. C_xH_yO_z 1 g을 완전 연소시킬 때 생성되는 물질의 몰수 비는 CO₂ : H₂O = 2 : 1이다.

14 원소의 주기적 성질

예설 | A~D 이온의 전자 수는 C > B = D > A이므로 B는 2주기 16족 원소인 산소(O)이고 D는 3주기 13족 원소인 알루미늄(Al)이다. A는 2주기 1족 원소인 리튬(Li)이고, C는 3주기 17족 원소인 염소(Cl)이다.

정답맞이기 ㉠. 원자가 전자 수는 A(Li)가 1이고, C(Cl)가 7이므로 서로 다르다.

오답짜이기 ㉡. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B(O)가 A(Li)보다 크다.

㉢. A~D 중 A(Li)와 D(Al)는 $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{이온 반지름}} > 1$ 이다.

㉣. 공유 전자쌍 수 비공유 전자쌍 수는 B₂(O₂)가 $\frac{2}{4}$ 이고 C₂(Cl₂)가 $\frac{1}{6}$ 이므로 B₂가 C₂보다 크다.

㉤. 전기 음성도는 C(Cl)가 D(Al)보다 크다.

15 화학식량과 몰

예설 | 1분자당 원자 수 = $\frac{\text{원자 수}}{\text{분자 수}}$ 이므로 분자 (가) 1개에 들어 있는 원자 수는 2이다. (가)와 (나)의 분자식은 각각 AB, AB₂ 중 하나이므로 (가)는 AB, (나)는 AB₂이다. (나)에서 $\frac{\text{원자 수}}{\text{분자 수}} = 3$ 이므로

x=5이다. 1g에 들어 있는 원자 수 비는 $\frac{1g}{\text{분자량}} \times 1$ 분자당 원자 수의 비와 같다. (가)의 분자량을 M₁, (나)의 분자량을 M₂라고 하면,

$$\left(\frac{1}{M_1} \times 2\right) : \left(\frac{1}{M_2} \times 3\right) = 22 : 21 \text{이므로 } M_1 : M_2 = 7 : 11 \text{이다.}$$

몰수 비는 (가) : (나) = 2 : 5이므로 질량 비는 (가) : (나) = 14 : 55이다. 즉, y=14이다.

정답맞이기 ㉠. (나)는 AB₂이다.

㉡. x=5이고 y=14이므로 x+y=19이다.

오답짜이기 ㉢. 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도 비는 분자량 비와 같으므로 밀도 비는 (가) : (나) = 7 : 11이다.

16 탄화수소의 구조

예설 | 조건을 만족하는 탄화수소 (가)~(다)는 다음과 같다.

	이름(화학식)	구조식
(가)	에텐 (C ₂ H ₄)	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$
(나)	뷰테인 (C ₄ H ₆)	$\begin{array}{c} \text{H} & & & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & & & \text{H} \end{array}$
(다)	뷰텐 (C ₄ H ₈)	$\begin{array}{c} & \text{H} & & & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & -\text{C}-\text{H} & & & \text{H} \\ & & & & \\ & \text{C}=\text{C} & - & \text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ & \text{H} & & & \text{H} \end{array}$

정답맞이기 > 나. 결합각(∠HCC)은 (가)가 약 120°, (나)가 약 109.5°로 (가)가 (나)보다 크다.

다. C 원자 1개와 결합한 C 원자의 수는 (가)가 2, (다)가 3이므로 (다)가 (가)보다 크다.

오답짜이기 > 가. (나)는 불포화 탄화수소이다.

17 중화 반응과 이온의 양적 관계

예설 | (가)와 (나)를 비교하면 혼합 전 HCl(aq)의 부피가 같고 혼합 후 혼합 용액 내 양이온 수는 (나)가 크므로 (나)는 염기성이다. 따라서 혼합 전 HCl(aq) 5mL에 들어 있는 H⁺ 수는 15N이다. 또, HCl(aq) 6mL에 들어 있는 H⁺ 수는 18N이므로 (다)는 염기성이다. 1mL에 들어 있는 OH⁻ 수를 NaOH(aq)이 a, KOH(aq)이 b라고 하면, 5a+7b=17N, 5a+10b=20N이므로 a=2, b=1이다. 따라서 NaOH(aq) 3mL에 들어 있는 OH⁻ 수는 6N이고 KOH(aq) 3mL에 들어 있는 OH⁻ 수는 3N이다.

용액	혼합 전 용액 속에 들어 있는 H ⁺ 또는 OH ⁻ 수			생성된 물 분자 수	액성
	HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)		
(가)	15N	6N	3N	9N	산성
(나)	15N	10N	7N	15N	염기성
(다)	18N	10N	10N	18N	염기성

정답맞이기 > 가. (가)에서 생성된 물 분자 수는 9N이다.

나. 단위 부피당 이온 수 비는 NaOH(aq) : KOH(aq) = 2 : 1이다.

오답짜이기 > 다. (가)에 H⁺ 6N, (나)에 OH⁻ 2N이 있으므로 (가)와 (나)를 혼합한 용액은 산성이다.

18 화학 반응의 양적 관계

예설 | 실험 I 과 II 를 비교하면 실험 II 에서 B(g)가 모두 반응하였으므로 실험 II 에서 반응 후에는 A(g)가 (2-0.5a)몰, C(g)가 0.5c몰이 들어 있다. 따라서 2-0.5a+0.5c=2이므로 a=c이다.

(1) 실험 I 에서 A(g)가 모두 반응하였다면, 반응 후에는 B(g)가

$(1-\frac{1}{a})$ 몰, C(g)가 $\frac{c}{a}$ 몰이므로, $1-\frac{1}{a}+\frac{c}{a}=1.5$ 이다. a=c이므로 a=c=2이다.

(2) 실험 I 에서 B(g)가 모두 반응하였다면, 반응 후에는 A(g)가 (1-a)몰, C(g)가 c몰이므로 1-a+c=1.5이다. a=c를 대입하면 식이 성립하지 않는다. 따라서 실험 I 에서 모두 반응한 물질은 A(g)이고, a=c=2이다.

정답맞이기 > 나. 생성된 기체 C의 몰수는 실험 I 에서 1몰, 실험 II 에서 1몰이므로 몰수 비는 실험 I : 실험 II = 1 : 1이다.

오답짜이기 > 가. a+c=4이다.

다. ㉠=3.5이다.

19 원소의 주기적 성질

예설 | 2, 3주기 바닥상태 원자 중 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 0.5인 W는

탄소(C), $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 1인 X와 Y 중 원자 반지름이 큰 X는 마그네슘(Mg), Y는 산소(O)이다. 또한 18족 원소를 제외하고 X(Mg)보다 원자 반지름이 큰 Z는 나트륨(Na)이다.

정답맞이기 > 나. 원자가 전자 수는 W(C)가 4이고 Z(Na)가 1이므로 W가 Z보다 크다.

다. 제1 이온화 에너지는 X(Mg)가 Z(Na)보다 크다.

오답짜이기 > 가. 전기 음성도는 W(C)가 Y(O)보다 작다.

20 금속의 산화 환원

예설 | (나) 과정 후 B^{b+}만 있으므로 A²⁺은 모두 석출되었고, B^{b+}이 10몰 있으므로 (나)에서 넣어 준 B(s)는 10몰이므로 y=10이다. 과정 (다)에서 전체 양이온의 몰수가 증가하였으므로 양이온의 전하는 B가 C보다 크다. b와 c는 3 이하의 자연수이며 b>c를 만족하는 경우는 3가지이다.

i) b=2, c=1이면, x=10, z=6이고 (다) 과정 후 들어 있는 양이온 수 비는 B²⁺ : C⁺ = 7 : 6이다.

ii) b=3, c=1이면, x=15, z=4.5이고 (다) 과정 후 들어 있는 양이온 수 비는 B³⁺ : C⁺ = 8.5 : 4.5이다.

iii) b=3, c=2이면, x=15, z=9이고 (다) 과정 후 들어 있는 양이온 수 비는 B³⁺ : C²⁺ = 4 : 9이다.

위 3가지 경우 중 iii)이 (다) 과정 후 들어 있는 이온 수는 C^{c+}이 B^{b+}보다 크므로 b=3, c=2이고, x=15, z=9이다.

정답맞이기 > 가. b>c이다.

다. 과정 (나)와 (다)에서 각각 석출된 금속의 몰수 비는 A(s) : B(s) = 15 : 6 = 5 : 2이다.

오답짜이기 > 나. x+z=24이다.

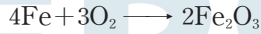
실전 모의고사 3회

본문 138~142쪽

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

01 물질의 분류

정답맞이기 ㄱ. (다)의 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 반응 계수 비 $a : b : c = 4 : 3 : 2$ 이다.

ㄴ. (가)~(다)의 반응물 중 화합물은 MgO , CO 이다.

오답짜이기 ㄷ. (가)~(다)의 반응물과 생성물 중 분자는 N_2 , H_2 , NH_3 , CO , CO_2 , O_2 이다.

02 DNA의 구성 물질

정답맞이기 ㄱ. (가)는 당, (나)는 인산, (다)는 염기이다. DNA 2중 나선에서 (가)와 (나)는 공유 결합한다.

ㄷ. 염기인 (다)는 상보적 염기와 수소 결합한다.

오답짜이기 ㄴ. (나)는 (가)와 공유 결합하지만, (다)와 공유 결합하지 않는다.

03 원자의 구성 입자

정답맞이기 ㄱ. 질량수는 (양성자 수 + 중성자 수)이므로 ^{중성자 수}와 ^{양성자 수} 질량수로부터 (가)~(다)의 양성자 수, 중성자 수, 전자 수를 구하면 다음과 같다.

원자	(가)	(나)	(다)
양성자 수	2	1	1
중성자 수	1	1	2
전자 수	2	1	1

따라서 양성자 수는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄴ. 중성자 수는 (가)가 1, (다)가 2이므로 (다)가 (가)보다 크다.

오답짜이기 ㄷ. 전자 수는 (나)와 (다)가 1로 같다.

04 탄소 동소체와 탄화수소

정답맞이기 ㄱ. X는 다이아몬드, Y는 풀러렌, Z는 사이클로헥세인 (C_6H_{12})이다. Y와 Z는 분자로 존재하지만, X는 분자로 존재하지 않는다.

ㄷ. 12g을 완전 연소시켰을 때 생성물의 물수가 1몰인 물질은 C 원자만으로 구성된 다이아몬드와 풀러렌이다. 따라서 ㉠과 ㉡에 공통적으로 해당하는 물질은 풀러렌이다.

오답짜이기 ㄴ. 풀러렌은 C 원자 1개가 공유 결합하는 원자 수가 3이고, 다이아몬드와 사이클로헥세인은 C 원자 1개가 공유 결합하는 원자 수가 4이다.

05 산과 염기의 정의

정답맞이기 ㄱ. HCOOH 은 물에서 H^+ 을 내놓으므로 아레니우스 산이다.

오답짜이기 ㄴ. (가)에서 H_2O 은 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드-로우리 염기이지만, (나)에서 H_2O 은 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드-로우리 산이다.

ㄷ. (나)와 (다)에서 NH_3 는 비공유 전자쌍을 제공하므로 루이스 염기이다.

06 수소 원자에서 전자 전이

정답맞이기 ㄱ. (가)는 전자 전이 $n=2 \rightarrow n=1$ 이다. (나)는 (가)보다 방출하는 빛에너지가 작으므로 전자 전이 $n=3 \rightarrow n=2$ 이고, (다)는 방출하는 빛에너지가 (나)보다 크고, (가)보다 작으므로 전자 전이 $n=4 \rightarrow n=2$ 이다. (라)는 (가)보다 방출하는 빛에너지가 크므로 전자 전이 $n=5 \rightarrow n=1$ 이다. 발머 계열은 (나)와 (다)이다.

ㄴ. (가)에서 방출하는 빛에너지는 $\frac{k}{1^2} - \frac{k}{2^2} = \frac{3k}{4}$ 이고, (다)에서 방출

하는 빛에너지는 $\frac{k}{2^2} - \frac{k}{4^2} = \frac{3k}{16}$ 이다. 방출하는 빛의 파장은 빛에너지와 반비례하므로 방출하는 빛의 파장은 (다)가 (가)의 4배이다.

오답짜이기 ㄷ. (나)는 전자 전이 $n=3 \rightarrow n=2$ 이고, (다)는 전자 전이 $n=4 \rightarrow n=2$ 이며, (라)는 전자 전이 $n=5 \rightarrow n=1$ 이다. [(라)에서 방출하는 빛에너지 - (다)에서 방출하는 빛에너지] = [전자 전이 $n=5 \rightarrow n=4$ 에서 방출하는 빛에너지 + 전자 전이 $n=2 \rightarrow n=1$ 에서 방출하는 빛에너지]이다. 방출하는 빛에너지는 전자 전이 $n=2 \rightarrow n=1$ 이 전자 전이 $n=3 \rightarrow n=2$ 보다 크므로 (나)와 (다)에서 방출되는 빛에너지의 합은 (라)에서 방출되는 빛에너지보다 작다.

07 분자의 구조와 성질

정답맞이기 ㄱ. 분자의 쌍극자 모멘트는 BF_3 가 0이고, NH_3 , H_2O , HCN 은 0보다 크다. 결합각은 HCN 이 180° , BF_3 가 120° , NH_3 가 107° , H_2O 이 104.5° 이다. 중심 원자의 비공유 전자쌍 수는 HCN 와 BF_3 가 0, NH_3 가 1, H_2O 이 2이다. (가)~(라)는 각각 BF_3 , HCN , H_2O , NH_3 이다. 따라서 (가)와 (나)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.

오답짜이기 ㄴ. 구성 원자 수는 (가)와 (라)가 4로 같다.

ㄷ. 결합각은 (라)가 (다)보다 크다.

08 이온 결합과 공유 결합

정답맞이기 ㄱ. (다)는 액체 상태에서 전기 전도성이 없으므로 Y와 Z는 각각 O, F 중 하나이고, X는 Na이다. (가)와 (다)에서 화학식의 구성 원자 수 비로부터 Y와 Z는 각각 O, F이다. (가)는 Na과 O의 화합물이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄷ. (가)~(다)의 화학식은 각각 Na_2O , NaF , OF_2 이다. (나)에서 X(Na)의 산화수는 +1이고, (다)에서 Y(O)의 산화수는 +2이다.

오답짜이기 ㄴ. (나)의 화학식이 NaF 이므로 $a=b=1$ 이다.

09 전자 배치

정답맞히기 ㄴ. 바닥상태의 2, 3주기 원자 중 홀전자 수가 2인 원자는 C, O, Si, S이고, C, O, Si, S은 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 각각 2, 4, 8, 10이다. X와 Z는 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 4만큼 차이므로 X는 O, Z는 Si이고, $n=4$ 이다. Y는 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 6이고, 홀전자 수가 1이므로 Na이다. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Y(Na)가 6, Z(Si)가 8이다.

ㄷ. $n=4$ 이므로 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 10인 원자는 S이고, 홀전자 수가 2이다.

오답짜이기 ㄱ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X(O)가 4, Y(Na)가 5이다.

10 원소의 주기성

정답맞히기 ㄱ. 원자 반지름은 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{F}$ 이고, 원자가 전자 수는 $\text{F} > \text{Mg} > \text{Na}$ 이다. 원자 반지름은 $\text{X} > \text{Y}$ 이므로 $\text{X} \sim \text{Z}$ 는 각각 Na, Mg, F, 또는 Na, F, Mg, 또는 Mg, F, Na이다. 원자가 전자 수는 $\text{X} > \text{Z}$ 이므로 $\text{X} \sim \text{Z}$ 는 각각 Mg, F, Na이다. 이온 반지름은 $\text{Y}(\text{F}) > \text{X}(\text{Mg})$ 이다.

오답짜이기 ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크다. 따라서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $\text{X}(\text{Mg}) > \text{Z}(\text{Na})$ 이다.

ㄷ. 전기 음성도는 $\text{Y}(\text{F})$ 가 가장 크다.

11 원자량과 분자량

정답맞히기 ㄱ. (가)의 분자식은 X_2Y , 또는 XY_2 이다. X와 Y의 원자량을 각각 x, y 라고 하고, (나)의 분자식을 X_mY_n 이라고 하면 (가)의 분자식이 X_2Y 일 때 $\frac{\text{Y의 질량}}{\text{X의 질량}}$ 의 비는 (가) : (나) = $\frac{y}{2x} : \frac{ny}{mx} = 4 : 3$, $3m = 8n$ 이고, (나)의 실험식은 X_8Y_3 이 된다. 이때 (나)의 구성 원자 수는 5보다 커서 모순이다. 따라서 (가)의 분자식은 XY_2 이다. $\frac{\text{Y의 질량}}{\text{X의 질량}}$ 의 비는 (가) : (나) = $\frac{2y}{x} : \frac{ny}{mx} = 4 : 3$, $3m = 2n$ 이므로 (나)의 분자식은 X_2Y_3 이다.

오답짜이기 ㄴ. (가)와 (다)는 $\frac{\text{Y의 질량}}{\text{X의 질량}}$ 이 같으므로 실험식이 같다.

(다)의 구성 원자 수는 6이므로 (다)의 분자식은 X_2Y_4 이고, 분자량은 46이다. 1g에 포함된 Y 원자 수 비는 (나) : (다) = $\frac{3}{38} : \frac{4}{46}$ 이므로 1g에 포함된 Y 원자 수는 (다)가 (나)보다 크다.

ㄷ. 분자량 비는 (가) : (나) = $(x + 2y) : (2x + 3y) = 23 : 38$ 이므로 X와 Y의 원자량 비 $x : y = 7 : 8$ 이다.

12 순차적 이온화 에너지

정답맞히기 X~Z는 제2 이온화 에너지(E_2)와 제3 이온화 에너지(E_3) 중 크게 증가하는 이온화 에너지가 없으므로 X~Z에는 1족, 2족 원소가 없다. 원자 번호가 1만큼 차이 나는 두 원자는 $E_1 \sim E_3$ 중에서 1가지 이상이 원자 번호 크기의 경향과 반대 경향을 보인다. X~Z는 $E_1 \sim E_3$ 의 크기가 모두 $Z > Y > X$ 로 같으므로 X~Z에서

각각 두 원자는 원자 번호가 2 이상만큼 차이난다. 따라서 X~Z는 각각 13족 원소, 15족 원소, 17족 원소이다.

13 원소 분석

정답맞히기 ㄱ. (가)의 질량을 2배하면 Y의 질량은 (나)와 같으므로 $[(\text{나}) - 2 \times (\text{가})]$ 를 하면 X 4mg ($= 12 - 2 \times 4$)을 완전 연소시켰을 때, 생성된 CO_2 의 질량은 11mg ($= 121 - 2 \times 55$)으로 생각할 수 있다. X 4mg을 구성하는 C와 H의 질량은 각각 3mg ($= 11 \times \frac{12}{44}$), 1mg ($= 4 - 3$)이다. X를 구성하는 C와 H의 원자 수 비는 $\frac{3}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 4$ 이다. 따라서 X는 CH_4 이다.

ㄴ. $[3 \times (\text{가}) - (\text{나})]$ 를 하면 Y 15mg ($= 3 \times 15 - 30$)을 완전 연소시켰을 때, 생성된 CO_2 의 질량은 44mg ($= 3 \times 55 - 121$)으로 생각할 수 있다. Y 15mg을 구성하는 C와 H의 질량은 각각 12mg ($= 44 \times \frac{12}{44}$), 3mg ($= 15 - 12$)이다. Y를 구성하는 C와

H의 원자 수 비는 $\frac{12}{12} : \frac{3}{1} = 1 : 3$ 이다. Y는 C_2H_6 이다. X와 Y의 분자량은 각각 16, 30이므로 (가)에서 전체 탄화수소의 몰수는 $\frac{4 \times 10^{-3}}{16} + \frac{15 \times 10^{-3}}{30} = \frac{3 \times 10^{-3}}{4}$ (몰)이고, (나)에서 전체 탄화수소의 몰수는 $\frac{12 \times 10^{-3}}{16} + \frac{30 \times 10^{-3}}{30} = \frac{7 \times 10^{-3}}{4}$ (몰)이다. 따라서 혼합물에 포함된 전체 탄화수소의 몰수 비는 (가) : (나) = 3 : 7이다.

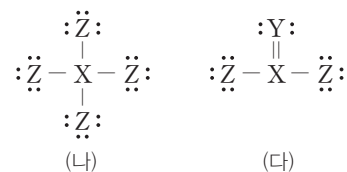
ㄷ. (나)에서 X에 포함된 H의 몰수는 3×10^{-3} 몰이고, Y에 포함된 H의 몰수는 6×10^{-3} 몰이므로 (나)에서 생성된 H_2O 의 질량은 $(3 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-3}) \times \frac{18}{2} = 81 \times 10^{-3}(\text{g}) = 81(\text{mg})$ 이다.

14 분자의 구조와 성질

정답맞히기 ㄴ. XY_n 의 가능한 분자식에 따른 비공유 전자쌍 수는 다음과 같다.

분자식	XY_2	XY_3	XY_4	XY_2	
구조식	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{X}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{X}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{X}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{X}}\text{:} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} \end{array}$	$\text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:} = \text{X} = \text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:}$
비공유 전자쌍 수	8	10	12	4	

(가)는 X와 Y 사이에 2중 결합이 있는 XY_2 이다. (나)도 (가)와 같이 생각하면 (나)는 XZ_4 이다. X~Z는 각각 원자가 전자 수가 4, 6, 7이므로 (나)와 (다)의 구조식은 다음과 같다.



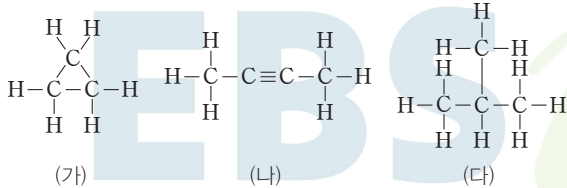
다중 결합이 있는 분자는 (가)와 (다)이다.

오답짜이기 ㄱ. 공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 4로 같다.

ㄷ. 모든 원자가 동일 평면에 있는 분자는 (가)와 (다)이다.

15 탄화수소

정답맞이기 ㄱ. (가)는 공유 전자쌍 수가 9이므로 분자식이 C_3H_6 이거나 C_4H_2 이다. (가)는 C 원자 2개와 결합한 C 원자 수가 3이므로 C_3H_6 이다. (나)는 공유 전자쌍 수가 11이므로 분자식이 C_4H_6 이고, (다)는 공유 전자쌍 수가 13이므로 분자식이 C_4H_{10} 이다. 제시된 자료로부터 (가)~(다)의 구조식을 구하면 다음과 같다.



따라서 분자당 C 원자 수는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (나)는 C 원자 2개와 결합한 C 원자 수가 2이고, (다)는 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수는 3이므로 $y > x$ 이다.

오답맞이기 ㄴ. 불포화 탄화수소는 (나) 1가지이다.

16 산화수

정답맞이기 ㄱ. 화합물에서 구성 원자의 산화수 합이 0이므로 (가)에서 A의 산화수는 +1, (나)에서 B의 산화수는 +4, (다)에서 D의 산화수는 -1이다.

ㄴ. 분자에서 전기 음성도가 가장 큰 원자가 공유 전자쌍을 완전히 차지한다고 가정하고 산화수를 구한다. (나)에서 B의 산화수는 +4이므로 B와 C 사이에 공유 결합은 2중 결합이다.

ㄷ. 전기 음성도는 (가)에서 $C > A$ 이고, (나)에서 $C > B$ 이며, (다)에서 $D > C$ 이다. 따라서 A~D 중 전기 음성도는 D가 가장 크다.

17 산화 환원 반응

정답맞이기 (가)와 (나)에서 반응 후 금속 이온 수가 모두 감소하므로 C 이온의 산화수는 A^{+a} 와 B^{+b} 보다 크다. (가)에서 감소한 금속 이온 수가 (나)보다 크므로 산화수는 B^{+b} 이 A^{+a} 보다 크다. A~C 이온의 산화수는 각각 +1, +2, +3이다. (가)와 (나)에서 반응 전과 후 비커에 들어 있는 금속 원자 수와 금속 이온 수는 다음과 같다.

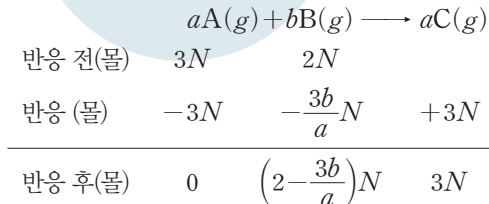
과정	반응 전	반응 후
(가)	$A^{+}(aq) 9N$	$A^{+}(aq) 3N, C^{3+}(aq) 2N$ $A(s) 6N$
(나)	$B^{2+}(aq) 9N$	$B^{2+}(aq) 6N, C^{3+}(aq) 2N$ $B(s) 3N$

A가 B보다 산화되기 쉬우면 (다)에서 $A(s) 6N$ 과 $B^{2+}(aq) 3N$ 이 반응하여 (다)에서 반응 후 수용액에 들어 있는 금속 이온은 $A^{+}(aq) 9N$, $B^{2+}(aq) 3N$, $C^{2+}(aq) 4N$ 이다. 이는 제시된 자료에 모순이므로 B가 A보다 산화되기 쉽고, (다)에서 $B(s) 1.5N$ 과 $A^{+}(aq) 3N$ 이 반응한다. (다)에서 반응 후 수용액에 들어 있는 금속 이온은 $B^{2+}(aq) 7.5N$, $C^{3+}(aq) 4N$ 이고, 비커에 들어 있는 금속은 $A(s) 9N$, $B(s) 1.5N$ 이다. 따라서

$$b \times \frac{(\text{다)에서 반응 후 } A(s) \text{의 수}}{(\text{다)에서 반응 후 } B(s) \text{의 수}} = 2 \times \frac{9N}{1.5N} = 12 \text{이다.}$$

18 화학 반응에서 양적 관계

정답맞이기 A(g) 3L에 B(g) 1L를 넣고 반응이 일어난 후 다시 B(g) 1L를 넣었을 때 반응이 일어나므로 그림에서 두 번째 실린더에 들어 있는 기체는 A(g), C(g)이다. 첫 번째 반응이 일어나도 반응 전과 후 실린더에 들어 있는 기체의 부피는 3L로 같으므로 넣어 준 B(g)는 모두 반응하고, 반응한 A(g)의 몰수와 생성된 C(g)의 몰수가 같다. 반응 계수 $a=c$ 이다. 두 번째 반응에서 B(g) 1L를 넣고 반응시켰을 때, 반응 전과 후 실린더에 들어 있는 기체의 부피가 다르므로 A(g)는 모두 반응하고 세 번째 실린더에 들어 있는 기체는 B(g), C(g)이다. 1L에 들어 있는 기체의 몰수를 N이라 하면 전체적으로 A(g) 3N과 B(g) 2N을 반응시켰을 때, A(g)가 모두 반응하고 반응 후 실린더에 들어 있는 기체의 몰수는 3.5N이다. 이 반응의 양적 관계를 구하면 다음과 같다.



반응 후 실린더에 들어 있는 기체는 $(2-\frac{3b}{a})N + 3N = 3.5N$,

$a=2b$ 이다. 따라서 반응 계수 비 $a : b : c = 2 : 1 : 2$ 이다.

19 산 염기 반응

정답맞이기 양이온과 음이온의 전하가 각각 +1, -1이므로 수용액에서 양이온 수와 음이온 수가 같다. 혼합 용액의 부피가 40 mL일 때, 수용액에 들어 있는 이온 수를 N, N, 2N, 4N이라고 하면 $N+N+2N=4N$ 이므로 Cl^- 의 수는 4N이고, Na^+ , K^+ , H^+ 의 수는 각각 N, N, 2N 중 하나이다. 혼합 용액의 부피가 60 mL일 때, 수용액에 들어 있는 이온 수를 N', N', 4N', 4N'라고 하면 $N'+4N'=N'+4N'$ 이므로 Cl^- 과 OH^- 의 수는 각각 4N', N'이다. Cl^- 의 수는 일정하므로 $N=N'$ 이고, Na^+ 과 K^+ 의 수는 각각 N, 4N 중 하나이다. Na^+ 의 수는 일정하므로 Na^+ 과 K^+ 의 수는 각각 N, 4N이다. 혼합 용액의 부피가 80 mL일 때, 수용액에 들어 있는 이온 수를 N'', 3N'', 4N'', 6N''라고 하면 $N''+6N''=3N''+4N''$ 이다. Na^+ 과 Cl^- 의 수는 N, 4N으로 일정하므로 $N=N''$ 이고, K^+ 과 OH^- 의 수는 각각 6N, 3N이다. 혼합 용액의 부피가 60 mL일 때 K^+ 의 수는 4N, 혼합 용액의 부피가 80 mL일 때 K^+ 의 수는 6N이므로 $KOH(aq) 20 \text{ mL}$ 에 들어 있는 K^+ 의 수는 2N이고, 혼합 용액의 부피가 40 mL일 때 K^+ 의 수는 2N이다. $KOH(aq)$ 을 넣기 전 혼합 용액의 부피는 20 mL이므로 $HCl(aq) 10 \text{ mL}$ 와 $NaOH(aq) 10 \text{ mL}$ 를 혼합한 것을 알 수 있다. $HCl(aq) 10 \text{ mL}$ 에 들어 있는 Cl^- 의 수는 4N이고, $KOH(aq) 20 \text{ mL}$ 에 들어 있는 K^+ 의 수는 2N이다. 따라서 단위 부피당 양이온 수 비는 $HCl(aq) : KOH(aq) = 4N : \frac{2N}{2} = 4 : 1$ 이고,

$\frac{KOH(aq) \text{의 단위 부피당 양이온 수}}{HCl(aq) \text{의 단위 부피당 양이온 수}} = \frac{1}{4}$ 이다.

20 화학 반응에서 양적 관계

정답맞이기 > ㄴ. 반응 후 생성된 C의 질량 비는 실험 I : 실험 II = 2 : 5이므로 실험 II에서 반응한 물질의 질량은 실험 I의 $\frac{5}{2}$ 배이다.

실험 I과 II에서 B의 질량 비는 2 : 5이므로 실험 I과 실험 II에서 B가 모두 반응한다. 실험 I에서 C의 질량은 8g이므로 반응한 A의 질량은 6g, B의 질량은 2g이고, 반응 후 남은 반응물은 A 6g이다. 실험 II에서 C의 질량은 20g이므로 반응한 A의 질량은 15g, B의 질량은 5g이고, 반응 후 남은 반응물은 A 3g이다. A~C의 반응 질량 비는 6 : 2 : 8 = 3 : 1 : 4이다. 화학 반응식에서 A~C의 반응 계수 비는 1 : 2 : c이므로 A와 B의 분자량 비는 $\frac{3}{1} : \frac{1}{2} = 6 : 1$ 이다.

A와 B의 분자량을 각각 6M, M이라고 하면 실험 I에서 반응 전 용기에 들어 있는 물질의 몰수는 $\frac{12}{6M} + \frac{2}{M} = 4N$, $\frac{1}{M} = N$ 이다.

실험 II에서 반응 후 용기에 들어 있는 A의 몰수는 $\frac{3}{6M} = \frac{1}{2}N$ 이므로 C 20g의 몰수는 $\frac{5}{2}N$ 이고, C의 분자량은 $\frac{20}{\frac{5}{2}N} = 8M$ 이다.

따라서 A와 C의 분자량 비는 6M : 8M = 3 : 4이다.

오답짜이기 > ㄱ. 반응 후 남은 반응물의 질량은 실험 I에서 A 6g이고, 실험 II에서 A 3g이다.

ㄷ. 실험 I에서 반응 후 A의 몰수는 $\frac{6}{6M} = N$ 이고, C의 몰수는 $\frac{8}{8M} = N$ 이므로 $x = 2N$ 이다. 실험 II에서 반응 전 A의 몰수는 $\frac{18}{6M} = 3N$ 이고, B의 몰수는 $\frac{5}{M} = 5N$ 이므로 $y = 8N$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x} = 4$ 이다.

실전 모의고사 4회

본문 143~147쪽

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

01 물질의 분류

예설 | 1가지 성분으로 이루어진 순물질을 원소라고 하고, 2가지 이상의 성분으로 이루어진 순물질을 화합물이라고 한다.

정답맞이기 > ㄴ. 수소(H₂)는 1가지 성분으로 이루어진 순물질이므로 원소이다.

ㄷ. 물(H₂O)이 전기 분해되어 수소(H₂)와 산소(O₂)를 생성하는 반응은 화학 변화이다.

오답짜이기 > ㄱ. 이산화 탄소의 화학식은 CO₂이고, 1개의 탄소 원자와 2개의 산소 원자의 공유 결합으로 이루어진 3원자 분자이다.

02 분자의 구조

예설 | 바닥상태에서 홀전자 수가 3인 2주기 원소는 질소(N)이므로 AH_x는 NH₃이다. NH₃의 공유 전자쌍 수는 3이고, 공유 전자쌍 수는 BH_y가 AH_x보다 크므로 BH_y는 CH₄이다.

정답맞이기 > $x = 3$ 이고, $y = 4$ 이므로 $x + y = 7$ 이다.

03 산과 염기의 정의

예설 | 아레니우스 염기는 수용액에서 수산화 이온(OH⁻)을 내놓는 물질이고, 브뢴스테드-로우리 염기는 양성자(H⁺)를 받는 물질이며, 루이스 염기는 비공유 전자쌍을 주는 물질이다.

정답맞이기 > ㄷ. (다)에서 NH₃는 H⁺에게 비공유 전자쌍을 주므로 루이스 염기이다.

오답짜이기 > ㄱ. (가)에서 HCO₃⁻은 OH⁻을 내놓지 않으므로 아레니우스 염기가 아니다. HCO₃⁻은 H⁺을 내놓으므로 브뢴스테드-로우리 산이다.

ㄴ. (나)에서 BF₃는 NH₃로부터 비공유 전자쌍을 받으므로 루이스 산이다.

04 DNA의 구조

예설 | DNA는 2중 나선 구조로 되어 있으며, 인산과 당이 결합하여 2중 나선의 바깥쪽 골격을 형성하고, 수소 결합을 형성하는 염기는 안쪽에 배열되어 있다.

정답맞이기 > ㄱ. DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이다.

ㄴ. 2중 나선 구조에서 DNA를 이루는 염기들은 상보적인 염기와 항상 짝을 지어 수소 결합을 한다. 구아닌(G)은 사이토신(C)과 3개의 수소 결합을 형성하며 상보적인 결합을 한다.

오답짜이기 > ㄷ. (라)는 DNA를 이루는 염기이지만, (다)는 아미노산으로 DNA를 구성하는 물질이 아니다.

05 주기율과 주기율표

예시 | 주기율표에서 A와 D는 같은 족 원소이므로 (가)와 (나)는 각각 A와 D 중 하나이다. (가)가 D, (나)가 A라고 하면 (가)와 (다)가 같은 주기 원소이므로 (다)는 E가 되고, (라)와 (마)는 각각 B와 C 중 하나인데, B와 C는 모두 (다)보다 원자가 전자 수가 크므로 모순된다. 따라서 (가)는 A이고, (나)는 D이며, (다)는 B와 C 중 하나이다. (다)가 B라고 하면 원자가 전자 수가 (다)가 (라)보다 크므로 (라)는 E가 되고 (마)는 C가 되는데, 홀전자 수가 (마)가 (라)보다 크다고 하였으므로 모순이다. 따라서 (다)는 C, (라)는 E, (마)는 B이고, 주기율표에 나타내면 다음과 같다.

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

정답맞이기 ③ (다)와 (라)의 원자가 전자 수는 각각 7, 3이므로 원자가 전자 수의 합은 10이다.

오답짜이기 ① 전자껍질 수는 (가)가 2이고, (나)가 3이다.

② 원자 번호는 (가)가 4이고, (마)가 8이다.

④ 같은 주기에서 13족 원소에서 2족 원소에서보다 원자가 전자를 떼어 내기 쉬우므로 제1 이온화 에너지는 3주기에서 2족 원소인 (나)가 13족 원소인 (라)보다 크다.

⑤ 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커지므로 (다)가 (마)보다 크다.

06 탄소 동소체

예시 | 탄소 동소체인 다이아몬드, 흑연, 풀러렌은 탄소와 탄소 사이에 공유 결합을 형성한다. 화학식이 C인 다이아몬드와 흑연은 1몰의 질량이 12g이고, 화학식이 C₆₀인 풀러렌은 1몰의 질량이 720g이다.

정답맞이기 ㄱ. 탄소 원자 1개에 결합한 탄소 원자 수는 (가)가 4, (나)가 3이므로 (가)가 (나)보다 크다.

오답짜이기 ㄴ. 다이아몬드(C) 1g은 $\frac{1}{12}$ 몰이므로 1g에 들어 있는

탄소 원자의 몰수는 $\frac{1}{12}$ 몰이고, 풀러렌(C₆₀) 1g은 $\frac{1}{720}$ 몰이므로

1g에 들어 있는 탄소 원자의 몰수는 $\frac{1}{720} \times 60 = \frac{1}{12}$ 몰이다. 따라서 1g에 들어 있는 탄소 원자의 몰수는 (가)와 (다)가 같다.

ㄷ. 흑연(C) 1g은 $\frac{1}{12}$ 몰이므로 1g에 들어 있는 탄소 원자의 몰수는 $\frac{1}{12}$ 몰이다. 따라서 (나)와 (다) 1g에 들어 있는 탄소 몰수가 같으므로 1g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 (나)와 (다)가 같다.

07 분자의 구조와 극성

예시 | (가)에서 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 4이고, (나)에서 공유 전자쌍 수는 2, 비공유 전자쌍 수는 8이다.

정답맞이기 ㄱ. (가)의 공유 전자쌍 수는 4이고, (나)의 비공유 전자쌍

수는 8이므로 $\frac{(나)의 비공유 전자쌍 수}{(가)의 공유 전자쌍 수} = \frac{8}{4} = 2$ 이다.

ㄴ. CO₂는 결합의 쌍극자 모멘트 합이 0인 무극성 분자이고, OF₂는 결합의 쌍극자 모멘트 합이 0보다 큰 극성 분자이다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. CO₂는 C가 중심 원자인 직선형 분자이고, OF₂는 O가 중심 원자인 굽은 형 분자이므로 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.

08 원소의 주기적 성질

예시 | 제2 이온화 에너지는 1족 원소가 가장 크므로 E가 1족 원소이다. A~F는 원자 번호가 연속인 2, 3주기 원자이므로 A는 질소(N), B는 산소(O), C는 플루오린(F), D는 네온(Ne), E는 나트륨(Na), F는 마그네슘(Mg)이다.

정답맞이기 ㄱ. A는 질소(N)이고, B는 산소(O)이므로 제1 이온화 에너지는 A가 B보다 크다.

오답짜이기 ㄴ. C는 플루오린(F)으로 2주기 17족 원소이고, E는 나트륨(Na)으로 3주기 1족 원소이므로 원자 반지름은 E가 C보다 크고, 이온 반지름은 C가 E보다 크다. 따라서 $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}}$ 은 C가 E보다 크다.

ㄷ. E는 나트륨(Na)이고, F는 마그네슘(Mg)이므로 E와 F는 모두 3주기 원소이다. 따라서 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자껍질 수는 3으로 같다.

09 화학 결합

예시 | 화합물 A₂B에서 A⁺의 전자 수는 10, 전하는 +1이므로 A는 양성자 수가 11인 나트륨(Na)이고, B²⁻의 전자 수는 10, 전하는 -2이므로 B는 양성자 수가 8인 산소(O)이다. 화합물 CD에서 C와 D는 공유 결합을 하고 있으며, C는 1주기 1족 원소인 수소(H)이고, D는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이다.

정답맞이기 ㄴ. C₂B는 H₂O이고, 루이스 전자점식은 H:Ö:H이다. 따라서 비공유 전자쌍 수는 2이다.

오답짜이기 ㄱ. 화합물 AD는 금속 원소인 Na과 비금속 원소인 F의 이온 결합으로 형성된 이온 결합 물질이다.

ㄷ. BD₂는 OF₂이고, OF₂에서 전기 음성도는 F이 O보다 크므로 F의 산화수는 -1이고, O의 산화수는 +2이다.

10 화학식량과 몰

예시 | 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에는 같은 수의 분자가 들어 있으므로 같은 부피의 두 기체의 질량 비는 분자 1개의 질량 비와 같고, 분자 1개의 질량 비는 분자량 비와 같다.

정답맞이기 ㄱ. 같은 온도와 압력에서 같은 부피당 질량 비는 $X(g) : Y(g) = \frac{11}{1.5} : \frac{8}{1.0} = 11 : 12$ 이므로 분자량 비는

$X(g) : Y(g) = 11 : 12$ 이다. 원자량은 B가 A보다 크므로 분자량은 B₃가 AB₂보다 크다. 따라서 X(g)가 AB₂이고, Y(g)가 B₃이다. A, B의 원자량을 각각 a, b라고 하면, $a + 2b = 11k$ 이고, $3 \times b = 12k$ 이므로 $a = 3k$, $b = 4k$ 이다. 따라서 원자량 비는

$a : b = 3 : 4$ 이다.

ㄴ. 1g에 들어 있는 B 원자의 몰수 비는 $X(g) : Y(g) = \frac{1}{11} \times 2 : \frac{1}{12} \times 3 = 8 : 11$ 이다.

오답풀이 > ㄷ. 분자량 비는 $X(g) : Y(g) : B_2(g) = 11 : 12 : 8$ 이므로 (가)와 (나)에 $B_2(g)$ 8g씩을 각각 첨가하면 실린더 속 기체의 몰수 비는 (가) : (나) = $(\frac{11}{11} + \frac{8}{8}) : (\frac{8}{12} + \frac{8}{8}) = 6 : 5$ 이다. 실린더 속 기체의 부피는 몰수에 비례하므로 부피 비는 (가) : (나) = 6 : 5이다.

11 원소의 주기적 성질

예설 | A는 바닥상태 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이므로 3주기 1족 원소인 나트륨(Na)이고, B는 p 오비탈의 총 전자 수가 4이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^4$ 인 산소(O)이다. C는 $\frac{s \text{ 오비탈의 총 전자 수}}{p \text{ 오비탈의 총 전자 수}}$ 가 2이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^2$ 인 탄소(C)이고, D는 전자가 들어 있는 오비탈 수가 7이므로 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^2 3p^1$ 인 알루미늄(Al)이다.

정답맞이기 > ㄱ. 금속 원소는 A, D 2가지이다.

ㄴ. 홀전자 수는 B와 C 모두 2이다.

ㄷ. 전기 음성도는 같은 족에서는 원자 번호가 감소할수록 증가하는 경향이 있고, 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 증가하는 경향이 있으므로 B가 가장 크다.

12 화합물의 조성

예설 | 화합물을 구성하는 원소의 질량 비를 각 원소의 원자량으로 나누면 원자 수 비를 구할 수 있고, 이로부터 실험식을 구할 수 있다. 또한 실험식과 구성 원소의 질량 비를 알면 각 원소의 원자량 비를 구할 수 있다.

정답맞이기 > ㄱ. (가)의 분자식은 XY이므로 실험식은 XY이고, 구성 원소의 질량 비는 $X : Y = 3 : 4$ 이므로 원자량 비는 $X : Y = 3 : 4$ 이다. (나)의 실험식은 Z_2Y 이고, 구성 원소의 질량 비는 $Y : Z = 8 : 1$ 이므로 분자를 구성하는 원소의 몰수 비는 $Y : Z = \frac{8}{4} : \frac{1}{M_z} = 1 : 2$ 이고, $M_z = \frac{1}{4}$ 이다. 따라서 원자량 비는 $X : Y : Z = 12 : 16 : 1$ 이다.

ㄴ. (다)에서 구성 원소의 질량 비는 $X : Z = 12 : 1$ 이므로 분자를 구성하는 원소의 몰수 비는 $X : Z = \frac{12}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 1$ 이고, (다)의 실험식은 XZ이다. (다)의 분자식을 $X_m Z_n$ 이라고 하면, 분자량 비는 (가) : (다) = $14 : 13 = (12 + 16) : (m \times 12 + n \times 1) = 28 : 26$ 이고, $m = 2$ 이다. 따라서 (다)의 분자식은 $X_2 Z_2$ 이다.

ㄷ. (나)의 분자식을 $Z_{2n} Y_n$ 이라고 하면, 분자량 비는 (가) : (나) = $14 : 9 = (12 + 16) : (2n \times 1 + n \times 16) = 28 : 18$ 이고, $n = 1$ 이다. 따라서 (나)의 분자식은 $Z_2 Y$ 이고, 1분자에 포함된 Z 원자 수는 (나)와 (다) 모두 2이다.

13 전기 음성도와 산화수

예설 | 전기 음성도는 결합을 이룬 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 능력을 상대적 수치로 나타낸 값이다. 공유 결합 물질에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 원자 쪽으로 치우치므로 전기 음성도가 큰 원자는 전자를 얻어 산화수 부호가 (-)이고, 전기 음성도가 작은 원자는 전자를 잃어 산화수 부호가 (+)이다. X는 원자가 전자 수가 6이므로 2주기 16족 원소인 산소(O)이고, Y는 원자가 전자 수가 7이므로 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이며, Z는 원자가 전자 수가 4이므로 2주기 14족 원소인 탄소(C)이다. 따라서 (가)는 OF_2 이고, (나)는 CO_2 이다.

정답맞이기 > ㄱ. 전기 음성도는 $F > O$ 이므로 (가)에서 공유 전자쌍은 Y 원자 쪽으로 치우친다. 따라서 (가)에서 Y는 부분적인 음전하를 띤다.

ㄷ. 분자 ZY_4 는 CF_4 이고, 전기 음성도는 $Y > Z$ 이므로 ZY_4 에서 Z의 산화수는 +4이다.

오답풀이 > ㄴ. (가)에서 전기 음성도는 $Y > X$ 이므로 X의 산화수는 +2이고, (나)에서 전기 음성도는 $X > Z$ 이므로 X의 산화수는 -2이다. 따라서 X의 산화수 부호는 (가)에서와 (나)에서가 서로 다르다.

14 산과 염기의 중화 반응

예설 | 혼합 용액 III에 $HCl(aq)$ 10 mL를 혼합하였을 때 혼합 용액에 존재하는 전체 이온 수가 증가하였으므로 중화점은 혼합한 $HCl(aq)$ 의 부피가 20 mL 이상 30 mL 미만일 때이다. 중화점 이후 혼합 용액 IV에 $HCl(aq)$ 10 mL를 혼합하였을 때 전체 이온 수가 1.6N 증가하였으므로 $HCl(aq)$ 10 mL에 들어 있는 전체 이온 수가 1.6N이다. 따라서 혼합 전 용액의 단위 부피당 이온 수 비는 $HCl(aq) : NaOH(aq) = 4 : 5$ 이고, 용액 I ~ V에 존재하는 이온 수는 다음과 같다.

용액		I	II	III	IV	V
NaOH(aq)	Na^+	2N	2N	2N	2N	2N
	OH^-	2N	1.2N	0.4N	0	0
HCl(aq)	H^+	0	0	0	0.4N	1.2N
	Cl^-	0	0.8N	1.6N	2.4N	3.2N

정답맞이기 > ㄱ. 용액 II는 $NaOH(aq)$ 20 mL와 $HCl(aq)$ 10 mL를 혼합한 용액이므로 용액 II에서 이온 수 비는 $Na^+ : OH^- = 2N : 1.2N = 5 : 3$ 이다.

ㄷ. 용액에 존재하는 수소 이온(H^+) 수 비는 $IV : V = 0.4N : 1.2N = 1 : 3$ 이다.

오답풀이 > ㄴ. 용액 III은 $NaOH(aq)$ 20 mL와 $HCl(aq)$ 20 mL를 혼합한 용액이므로 혼합 후 용액 속에 OH^- 이 존재한다. 따라서 용액 III의 액성은 염기성이다.

15 원자의 구성 입자

예설 | X를 구성하는 입자의 종류는 2가지이므로 X는 양성자 1개와 전자 1개로 구성된 1_1H 이다. X의 전자 수는 1이고, 전자 수 비는

3N이므로 혼합 전 용액의 단위 부피당 양이온 수 비는 $\text{HCl}(aq) : \text{NaOH}(aq) = 2 : 3$ 이다.

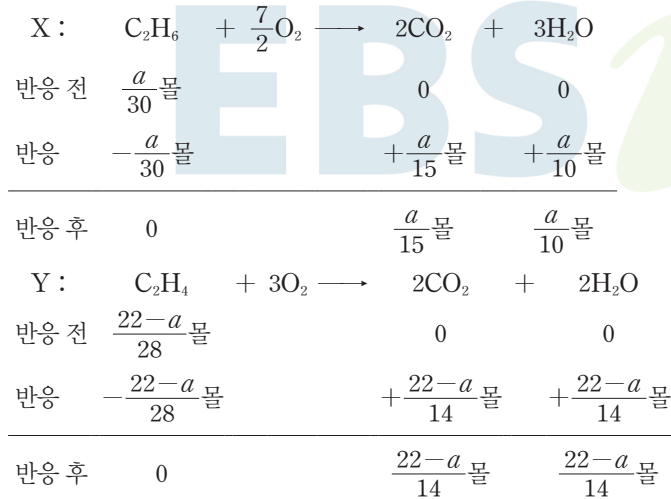
오답피하기 > ㄱ. $x=20$ 이고, $y=6$ 이므로 $x \times y=120$ 이다.

ㄷ. (다)에서 H^+ 과 OH^- 이 모두 중화 반응하므로 (나)와 (다)를 혼합 하여도 중화 반응이 일어나지 않는다.

20 화학 반응식의 양적 관계

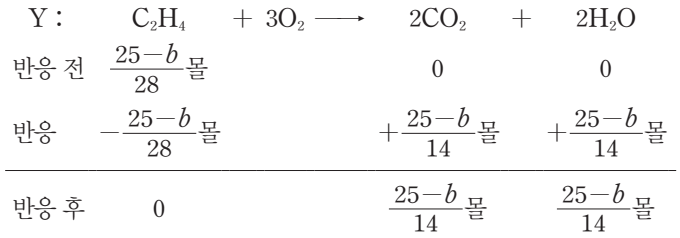
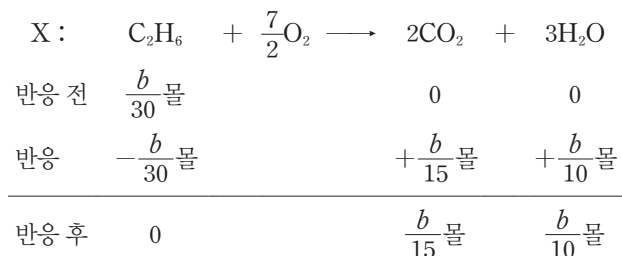
해설 | 탄화수소 X에서 H의 질량 백분율이 20%이므로 구성 원자의 질량 비는 $\text{C} : \text{H} = 80 : 20 = 4 : 1$ 이고, 구성 원소의 몰수 비는 $\text{C} : \text{H} = \frac{4}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 3$ 이다. 따라서 X의 실험식은 CH_3 이고, 분자식은 C_2H_6 이다. X와 Y의 탄소 수가 같으므로 Y의 분자식을 C_2H_m 이라고 하면, 1g에 들어 있는 H 원자의 몰수 비는 $\text{X} : \text{Y} = 7 : 5$ 이므로 $\frac{1}{30} \times 6 : \frac{1}{(12 \times 2) + (1 \times m)} \times m = 7 : 5$ 이고, $m=4$ 이다. 따라서 Y의 분자식은 C_2H_4 이다.

정답맞히기 > ㄴ. (가)에서 생성된 H_2O 의 질량이 36g이므로 H_2O 의 몰수가 $\frac{36}{18} = 2$ 몰이고, 혼합물의 질량이 22g이므로 X가 a g, Y가 $(22-a)$ g 들어 있다고 하면 화학 반응에서의 양적 관계는 다음과 같다.



$\frac{a}{10} + \frac{22-a}{14} = 2$ 에서 $a=15$ 이므로 (가)에서 X의 질량은 15g이고, Y의 질량은 7g이다. X 15g은 0.5몰이고, Y 7g은 0.25몰이므로 (가)에 포함된 탄화수소의 몰수 비는 $\text{X} : \text{Y} = 2 : 1$ 이다.

ㄷ. (나)에서 생성된 CO_2 의 질량이 77g이므로 몰수는 $\frac{77}{44} = 1.75$ 몰이고, 혼합물의 질량이 25g이므로 X가 b g, Y가 $(25-b)$ g 들어 있다고 하면 화학 반응에서의 양적 관계는 다음과 같다.



따라서 $\frac{b}{15} + \frac{25-b}{14} = 1.75$ 에서 $b=7.5$ 이고, 생성된 H_2O 의 몰수는 $\frac{b}{10} + \frac{25-b}{14} = 2$ 몰이므로 $x=36$ 이다.

[또 다른 풀이] (나)에서 생성된 CO_2 의 질량이 77g이므로 C의 질량은 $77 \text{g} \times \frac{12}{44} = 21 \text{g}$ 이다. 따라서 혼합물 (나)에 포함된 H의 질량은 $(25-21) \text{g} = 4 \text{g}$ 이고, $x \times \frac{2}{18} = 4$ 이므로 $x=36$ 이다.

오답피하기 > ㄱ. X와 Y의 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 각각 3, 2이므로 X가 Y의 1.5배이다.

실전 모의고사 5회

분문 148~152쪽

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

01 원소와 화합물

정답맞이기 ㄱ. A는 H₂O, B는 NaCl, C, D는 각각 H₂, O₂ 중 1가지, E는 Na이다.

분자는 H₂O, H₂, O₂이므로 A, C, D 3가지이다.

오답짜이기 ㄴ. 분자이면서 원소인 것은 H₂, O₂이므로 C, D 2가지이다.

ㄷ. 분자가 아닌 화합물은 NaCl이므로 B 1가지이다.

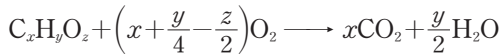
02 바닥상태 전자 배치

정답맞이기 ㄷ. 쌓음 원리에 따르면 오비탈의 에너지 준위는 1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d 순이다. 4s 오비탈(n=4)의 에너지 준위가 3d 오비탈(n=3)보다 낮으므로 전자가 존재하는 가장 바깥 전자껍질의 주양자수가 작다고 해서 바닥상태 전자 배치가 되는 것은 아니다.

03 원소 분석

정답맞이기 ㄴ. C_xH_yO_z의 분자량은 46이며, 이 중 O의 질량은 16이므로 $a = \frac{16}{46}w = \frac{8}{23}w > \frac{1}{3}w$ 이다.

오답짜이기 ㄱ. C_xH_yO_z의 완전 연소 반응식은 다음과 같다.



C_xH_yO_z 1몰에 포함된 O의 몰수는 z, 완전 연소에 필요한 O₂(g)의 최소 몰수는 $\left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)$ 몰이므로 $z : 2\left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right) = 1 : 6$ 이며,

이를 정리하면 $2x + \frac{y}{2} = 7z$ 이다. C_xH_yO_z의 분자량이 50 미만이면 이 분자는 C₂H₆O이다.

ㄷ. C와 H 원자 수를 고려하면 이 분자는 단일 결합으로만 이루어져 있다.

04 기체의 부피와 분자 수

예시 | 고정 장치를 하지 않은 (가)의 II와 (나)의 I, II는 압력이 대기압과 같으므로 부피가 몰수에 비례한다. (나)에서 A 2몰을 II쪽으로 옮겼는데 2V에 해당하는 부피만큼 II의 부피가 증가했으므로 1몰의 부피가 V에 해당한다.

정답맞이기 (가) 과정 후 I에는 4몰, II에는 6몰이 있고, (나) 과정 후 I에는 2몰, II에는 8몰이 있다. (가) 과정 후 $\frac{B(g)의 몰수}{A(g)의 몰수}$ 는 $\frac{3}{2}$ 이다.

05 결합의 극성과 분자의 극성

예시 | ㉠은 극성 공유 결합으로 이루어진 극성 분자이므로 HCN, CH₂O가, ㉡은 극성 공유 결합으로 이루어진 무극성 분자이므로 BF₃가, ㉢은 무극성 공유 결합으로 이루어진 무극성 분자가 해당되므로 Cl₂가 해당된다.

정답맞이기 ㄱ. HCN과 CH₂O에는 모두 비공유 전자쌍이 있다.

ㄷ. ㉠과 ㉢에는 각각 1가지 분자가 해당된다.

오답짜이기 ㄴ. BF₃의 중심 원자인 B는 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

06 동위 원소

정답맞이기 ㄱ. $b_1 > 2a_1$ 이므로 X의 원자량에는 $\frac{1}{2}b_1$ 이 있어야 하며 이 값이 a_2 이므로 $b_1 = 2a_2$ 이다. 또, X₂의 분자량에는 $2a_1$ 이 25%의 존재 비율로, $a_1 + a_2$ 가 50%의 존재 비율로 있어야 하므로 $b_2 = 2a_1$ 이고, $b_3 = a_1 + a_2$ 이다. $b_1 > 2a_1$ 이므로 $a_2 > a_1$ 이며, 따라서 $b_1 > b_3 > b_2$ 이다.

오답짜이기 ㄴ. $b_3 = a_1 + a_2$ 이다.

ㄷ. X₂의 분자량은 $b_1 = 2a_2$ (25%), $b_2 = 2a_1$ (25%), $b_3 = a_1 + a_2$ (50%)이므로 X₂의 분자량의 평균값은 $\frac{1}{4} \times 2a_2 + \frac{1}{4} \times 2a_1 + \frac{1}{2}(a_1 + a_2) = a_1 + a_2 = \frac{b_1 + b_2}{2} = b_3$ 이다.

07 산과 염기의 정의

정답맞이기 수용액에서 H⁺을 내놓는 물질이 아레니우스 산이며, H⁺를 받는 물질이 브뢴스테드-로우리 염기이다. 루이스 염기는 전자쌍을 주는 물질이다.

08 전기 분해

정답맞이기 ㄱ. NaCl 용액의 전기 분해로 생성되는 물질은 (-)극에서 Na, (+)극에서 Cl₂이며, 물의 전기 분해로 생성되는 물질은 (-)극에서 H₂, (+)극에서 O₂이다.

(가)는 공유 결합 물질이므로 HCl이며, A는 Cl₂, D는 H₂이고, a극은 (+)극이다.

ㄴ. A~D 중 공유 결합 물질은 A(Cl₂), C(O₂), D(H₂)이다.

ㄷ. (가)와 (나)의 수용액에는 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

09 원자의 구성 입자

예시 | 이온의 전하량을 고려하면 표의 빈칸을 아래와 같이 채울 수 있다.

이온식	양성자 수(개)	중성자 수(개)	전자 수(개)
X ⁺	a+1	$\frac{2}{3}(a+b)$	a
Y ²⁺	b	b	b-2
Z ⁻	a-1	a	a

X~Z의 원자 번호 합이 4b이므로 $2a = 3b$ 이다.

정답맞히기 > ㄱ. a, b 는 자연수이므로 $a=9$ 이면 $b=6$ 인데, Y^{2+} 의 전자 수가 4가 되므로 3, 4주기 원소일 수 없다. 따라서 $a=18, b=12$ 이다.

오답피하기 > ㄴ. X^+ 은 K^+, Y^{2+} 은 Mg^{2+}, Z^- 은 Cl^- 이므로 3주기 원소는 Y, Z 2가지이다.

ㄷ. $a-b=6$ 이므로 X~Z에는 원자 번호가 6인 것이 없다.

10 수소 원자의 스펙트럼

예설 | $n=4$ 이하에서 에너지를 방출하는 전자 전이의 종류에 따른 빛의 에너지와 파장(λ)은 다음과 같다.

전자 전이	에너지(E) (상댓값)	파장(λ) (상댓값)	
$n=4 \rightarrow n=1$	$\frac{15}{16}$	$\frac{16}{15}$	$=4a$
$n=3 \rightarrow n=1$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{8}$	
$n=2 \rightarrow n=1$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{3}$	$=5a$
$n=4 \rightarrow n=2$	$\frac{3}{16}$	$\frac{16}{3}$	$=20a$
$n=3 \rightarrow n=2$	$\frac{5}{36}$	$\frac{36}{5}$	
$n=4 \rightarrow n=3$	$\frac{7}{144}$	$\frac{144}{7}$	

따라서 (가)는 $n=4 \rightarrow n=1$, (나)는 $n=2 \rightarrow n=1$, (다)는 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이이다.

정답맞히기 > ㄴ. (가)가 가장 에너지가 큰 전자 전이이므로 파장이 $4a$ 보다 짧은 전자 전이는 없다.

ㄷ. (다)는 $n=4 \rightarrow n=2$ 에 해당하는 스펙트럼이며, (다) 오른쪽에 존재하는 선은 각각 $n=3 \rightarrow n=2, n=4 \rightarrow n=3$ 이므로, 이 두 선에 해당하는 에너지의 합은 (다)와 같다.

오답피하기 > ㄱ. 파장이 $5a$ 보다 길고 $20a$ 보다 짧은 전자 전이는 없다.

11 기체의 반응과 부피

정답맞히기 > (나)에서 콧을 열었으므로 압력은 1기압이며 실린더와 강철 용기 부피의 합이 $14V L$ 이고, (가)에서 실린더 $5V L$ 에 들어 있는 B가 5몰이므로 (가)에서 강철 용기 안에 들어 있는 A의 몰수는 9몰이다. 따라서 $x=9$ 이다.

(나) \rightarrow (다)에서 A 9몰과 B 5몰이 반응해서 8몰이 되었으므로 B가 아니라 A가 다 반응하였음을 알 수 있다. 양적 관계는 다음과 같다.



처음	9	5	
반응	-9	-y	+2y
나중	0	5-y	2y

$5-y+2y=8$ 이므로 $y=3$ 이며, 계수 비는 $3:1:2$ 이므로 $a=3$ 이다. 따라서 $a \times x = 3 \times 9 = 27$ 이다.

12 산화수의 계산

정답맞히기 > 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 다 가져간다고 가

정하여 산화수를 계산한다. 따라서 각 원자의 산화수는 (가)에서 A는 $-2, B$ 는 $+2, C$ 는 $+1$, (나)에서 A는 $-2, B$ 는 $+4, D$ 는 -1 , (다)에서 E는 $+2, B$ 는 $-2, D$ 는 -1 이다. 따라서 (가)~(다)에서 B의 산화수는 각각 $+2, +4, -2$ 이므로 [(가)에서 B의 산화수 + (나)에서 B의 산화수 + (다)에서 B의 산화수] = $(+2) + (+4) + (-2) = +4$ 이다.

13 탄소 동소체

예설 | C 원자 1개에 결합하고 있는 원자 수는 다이아몬드와 사이클로헥세인(C_6H_{12})이 4, 풀러렌(C_{60})은 3이다. 1g 을 완전 연소시킬 때 생성되는 CO_2 의 질량은 다이아몬드와 풀러렌이 $\frac{1}{12}$ 몰, 사이클로헥세인이 $\frac{1}{14}$ 몰이다. 따라서 (가)는 풀러렌(C_{60}), (나)는 다이아몬드, (다)는 사이클로헥세인이다.

정답맞히기 > ㄴ. (나)는 다이아몬드이므로 분자로 존재하지 않는다.

ㄷ. (다)는 사이클로헥세인이므로 화합물이다.

오답피하기 > ㄱ. (가)는 속이 비어 있는 구조인 풀러렌(C_{60})이므로 (나) 다이아몬드보다 밀도가 작다.

14 원소의 주기적 성질

정답맞히기 > ㄴ. 원자 번호 3~18의 원소 중에서 홀전자 수가 1인 원소는 Li, B, F, Na, Al, Cl이다. 따라서 ㉓는 총 6회 늘린다.

오답피하기 > ㄱ. 원자 번호 3~18 중에 2주기 원소는 3~10이며, 이 중 홀전자 수가 2인 원소는 C, O이다. 따라서 ㉒와 ㉔가 동시에 늘리는 경우는 2회이다.

ㄷ. 홀전자 수가 0인 건반은 없다. 홀전자 수가 0인 Be, Ne, Mg, Ar은 3개의 건반을 동시에 누르지 않는다.

15 생명 속의 화학

정답맞히기 > ㄱ. 인산의 공유 전자쌍 수는 8, 비공유 전자쌍 수도 8이므로, A는 CH_3 가 가능하다.

ㄴ. DNA에서 인산이 띠는 전하는 (-)전하이며, 대부분의 아미노산을 염기 수용액에 녹이면 (-)전하를 띤다. 따라서 NaOH은 X로 적절하다.

오답피하기 > ㄷ. (가)를 산성 용액인 $HCl(aq)$ 에 녹이면, (가)의 $-NH_2$ 가 $-NH_3^+$ 이 되므로 공유 전자쌍 수가 증가한다.

16 탄화수소의 구조

예설 | (가)는 $CH_3-CH_2-CH=CH_2$, (나)는 $CH_3-C \equiv C-CH_3$,

(다)는 $CH_3-CH \begin{matrix} \diagup CH_2 \\ \diagdown CH_2 \end{matrix}$ 이다.

정답맞히기 > ㄴ. C 원자 1개와 결합한 C 원자 수는 (나)가 2, (다)가 1이다.

오답피하기 > ㄱ. 분자식은 (가)가 C_4H_8 , (나)가 C_4H_6 이다.

ㄷ. (다)에서 삼각형을 이루는 탄소들의 결합각($\angle CCC$)은 약 60° 이며, 가지가 달린 탄소를 중심으로 한 결합각($\angle CCC$)은 약 109.5° 이다.

17 화학 결합과 화합물

정답맞히기 ㄱ. A는 Na, B는 O, C는 Cl이다. 원자 반지름은 A가 가장 크다.

ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 $C_2(Cl_2)$ 가 6, $B_2(O_2)$ 가 4이다.

오답짜히기 ㄷ. AC는 NaCl이므로 $NaCl(l)$ 은 전기 전도성이 있다.

18 중화 반응과 단위 부피당 이온 수

정답맞히기 ㄱ. (가)에 없는 \ominus 은 K^+ 이며, (나) \rightarrow (다)에서 단위 부피당 이온 수가 증가하는 \ominus 은 OH^- 이다.

OH^- 이 (가)에 존재하므로, Na^+ 수 $>$ Cl^- 수이며, H^+ 은 존재하지 않는다. 따라서 \oplus 은 Cl^- , \ominus 은 Na^+ 이다.

ㄴ. (나)와 (다)에서 Na^+ 또는 Cl^- 의 비가 3 : 2이므로 혼합 용액의 부피 비는 2 : 3이다. $V + 10 : V + 30 = 2 : 3$ 이므로 $V = 30$ 이다.

오답짜히기 ㄷ. $HCl(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 을 1 : 1의 부피 비로 혼합하여 (가)를 만들었다면, 단위 부피를 10 mL로 가정했을 때 $HCl(aq)$ 은 15 mL에 48N, $KOH(aq)$ 은 10 mL에 24N이 있으므로 단위 부피당 이온 수는 $HCl(aq) : KOH(aq) = \frac{48N}{15mL} : \frac{24N}{10mL} = 4 : 3$ 이 된다.

19 금속과 금속 이온의 반응

정답맞히기 ㄴ. 처음에 $A(s)$ 가 석출될 때 6N의 양이온이 감소했으므로 A^{2+} 은 18N, B^+ 은 12N 있었다.

오답짜히기 ㄱ. $A(s)$ 가 석출될 때의 그래프의 기울기가 완만하고 그 후 기울기가 급해지므로 $a=2$, $b=1$ 이며, C 이온의 전하는 +3이다.

ㄷ. A^{2+} 18N이 환원될 때 C^{3+} 은 12N(=6w g) 생성되었다. B^+ 12N이 모두 석출되려면 C^{3+} 은 4N(=2w g)이 있어야 하지만 $C(s)$ 는 w g(=2N)만 더 들어갔으므로 B^+ 12N 중 6N만 환원되고 6N은 이온으로 남아 있다. 이때까지 생성된 C^{3+} 의 수는 $12N + 2N = 14N$ 이다. 따라서 $x = 6N + 14N = 20N$ 이다.

20 화학 반응과 양적 관계

예시 온도와 압력이 일정하므로 기체의 부피는 몰수에 비례한다. A와 B가 3 : b의 몰수 비로 반응하여 C가 생성되는 양적 관계는 다음과 같다.



처음	3	2		
반응	-3	-b	+2	
나중	0	2-b	2	

정답맞히기 ㄱ. 나중 부피가 3V L이므로 $b=1$ 이다.

오답짜히기 ㄴ. A 1몰의 질량이 w g, B 1몰의 질량이 2w g이라고 하면 (다)에는 C 2몰과 B 1몰이 있으므로 C 1몰의 질량은 2.5w g이다. 따라서 분자량 비는 A : B : C = 2 : 4 : 5이다.

ㄷ. A와 B는 3 : 1의 몰수 비로 반응하므로 B 2g을 모두 반응시키기 위해 가해야 하는 A의 최소 질량은 3g이다.

