

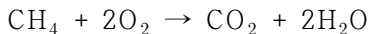
2015학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학 I 정답 및 해설

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

1. 원소와 화합물

원소는 1가지 성분으로, 화합물은 2가지 이상의 성분으로 이루어진 순물질이다.

[정답맞히기] ㉠ 메테인, ㉡ 물, ㉢ 포도당, ㉣ 산소의 분자식은 각각 CH_4 , H_2O , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, O_2 이며, 메테인이 연소하면 다음과 같이 ㉤ 이산화 탄소(CO_2)와 물이 생성된다.



따라서 화합물은 CH_4 , H_2O , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, CO_2 의 4가지이다.

정답④

2. 산화 환원 반응

산화는 산소를 얻거나 수소를 잃는 반응이고, 환원은 산소를 잃거나 수소를 얻는 반응이다.

○ 뷰테인의 연소 반응 : $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

○ 철광석의 산화 철에서 철을 얻는 반응 : $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

○ 암모니아의 합성 반응 : $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$

[정답맞히기] 뷰테인의 연소 반응에서 뷰테인은 산소를 얻어 산화되고, 산화 철은 산소를 잃어 철로 환원되며, 질소는 수소를 얻어 환원되어 암모니아가 된다.

정답③

3. 아미노산과 묶은 염산의 반응

[정답맞히기] ㄱ. 글라이신의 $-\text{NH}_2$ 부분이 HCl 로부터 양성자(H^+)를 받았으므로 글라이신은 브뢴스테드-로우리 염기이다.

ㄴ. 글라이신의 $-\text{NH}_2$ 부분의 질소(N)에는 비공유 전자쌍이 있으며, $-\text{NH}_2$ 의 비공유 전자쌍을 H^+ 에게 주었으므로 글라이신은 루이스 염기이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 글라이신과 염산이 반응할 때 글라이신에 포함된 원자들의 산화수가 변하지 않았으므로 글라이신은 산화되거나 환원되지 않았다.

4. 탄소 동소체

다이아몬드는 탄소 원자 1개가 다른 탄소 원자 4개와 정사면체 모양으로 결합한 그물 구조이고, 풀러렌(C_{60})은 탄소 원자 60개가 육각형과 오각형으로 결합한 축구공 모양의 분자이다.

[정답맞히기] ㄱ. 다이아몬드와 풀러렌은 탄소 원자가 다른 탄소 원자와 공유 결합을 형성하여 만들어진 공유 결합 물질이다.

ㄷ. 다이아몬드와 풀러렌은 모두 탄소 원자로 이루어진 물질이므로 탄소 동소체의 종류와 관계없이 1g에 포함된 탄소 원자의 몰수는 같다.

$$\text{탄소 원자 몰수} = \frac{\text{질량}}{\text{탄소의 원자량}} = \frac{1\text{g}}{12\text{g/몰}} = \frac{1}{12} \text{몰}$$

다이아몬드에서는 탄소 원자 1개 당 2개의 공유 결합을, 풀러렌에서는 탄소 원자 1개 당 1.5개의 공유 결합을 이루고 있으므로, 물질 1g에 포함된 탄소-탄소 결합 수는 (가)가 (나)보다 많다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. 다이아몬드 1몰에는 탄소 원자 1몰이 포함되어 있고, 풀러렌(C_{60}) 1몰에는 탄소 원자 60몰이 포함되어 있다.

5. 극성과 무극성 물질의 용해성

이온 결합 물질이나 극성 물질은 극성 용매, 무극성 물질은 무극성 용매에 잘 용해된다.

[정답맞히기] 극성 물질은 무극성 용매보다 극성 용매에 잘 용해되는지 비교해야 하고, 무극성 물질은 극성 용매보다 무극성 용매에 잘 용해되는지 비교해야 하므로 극성 물질을 무극성 용매와 극성 용매에, 무극성 물질을 무극성 용매와 극성 용매에 각각 용해시켜 비교해야 한다. 따라서 물이 극성 용매이므로 X는 무극성 용매이어야 하고 CuCl_2 는 이온 결합 물질이므로 Y는 무극성 물질이어야 한다.

사염화 탄소(CCl_4)는 무극성 용매, 메탄올(CH_3OH)과 클로로폼(CHCl_3)은 극성 용매이며, 아이오딘(I_2)은 무극성 물질, 염화 나트륨(NaCl)은 이온 결합 물질이다. 따라서 X로 사염화 탄소(CCl_4)를, Y로 아이오딘(I_2)을 사용해야 한다.

정답①

6. 탄소 화합물의 원소 분석 실험과 양적 관계

탄소 화합물을 완전 연소시키면 CaCl_2 이 채워진 관(A관)에 물이 흡수되고, NaOH 이 채워진 관(B관)에 이산화 탄소가 흡수된다.

[정답맞히기] 학생 X : 탄소 화합물이 불완전 연소되면 그을음(탄소)과 일산화 탄소(CO) 등이 생성되므로 A관과 B관에 흡수되는 물과 이산화 탄소의 양이 적어져 오차가 생길 수 있다. 따라서 탄소 화합물은 완전 연소되어야 정확한 실험식을 구할 수 있다.

학생 Y : 탄소 화합물의 연소 생성물이 A관과 B관에 흡수되므로 A관과 B관의 증가한 질량을 사용하여 탄소 화합물에 포함된 탄소와 수소의 질량을 구한다.

정답④

[오답피하기] 학생 Z : 탄소 화합물($\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$) 1g에서 A관과 B관의 증가한 질량으로부터 구한 탄소와 수소의 질량을 빼면 탄소 화합물에 포함된 산소의 질량을 구할 수 있으므로, 공급되는 산소의 양을 반드시 측정할 필요는 없다.

7. 전자쌍 반발 원리와 분자의 구조

2주기 원소의 수소 화합물 중 옥텟을 만족하는 화합물은 CH_4 , NH_3 , H_2O , HF 이다.

수소 화합물	(가)	(나)	(다)	(라)
분자식	CH_4	NH_3	H_2O	HF
공유 전자쌍 수	4	3	2	1
비공유 전자쌍 수	0	1	2	3
루이스 전자점식	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{O}}: \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{H}:\ddot{\text{F}}:$
분자의 모양	정사면체형	삼각뿔형	굽은형	직선형
결합각($^\circ$)	109.5	107	104.5	
분자의 성질	무극성	극성	극성	극성

[정답맞히기] ㄱ. 분자의 쌍극자 모멘트가 가장 작은 것은 무극성 물질인 (가)이다.

ㄷ. 중심 원자에 전자쌍의 수가 같을 때, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아진다. 따라서 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. (라)는 HF 로 분자 모양은 직선형이다.

8. 뉴클레오타이드의 구조

뉴클레오타이드는 핵산을 이루는 기본 단위로 인산, 당, 염기가 1:1:1의 비율로 연결되어 있다.

[정답맞히기] ③ (나)는 당으로 2개의 산소 원자에 각각 2개씩의 비공유 전자쌍이 있으므로 (나)에는 총 4개의 비공유 전자쌍이 있다.

정답③

[오답피하기] ① DNA에서 인산에 포함된 3개의 -OH 중에서 2개는 위아래로 당과 결합하여 당-인산 골격을 이루고, 나머지 -OH는 수소 이온을 내놓고 $-O^-$ 의 구조를 이룬다. 따라서 DNA는 음전하를 띤다.

② (가)에서 P는 10개의 전자를 가지므로 확장된 옥텟 규칙을 만족한다.

④ (나)에서 모든 C는 단일 결합 4개를 이루어 옥텟 규칙을 만족하고, 모든 O는 단일 결합 2개와 비공유 전자쌍 2개를 가지고 있어 옥텟 규칙을 만족한다.

⑤ DNA를 이루는 아데닌은 티민과, 구아닌은 사이토신과 항상 짝을 지어 수소 결합을 한다.

9. 산과 금속의 반응

화학 반응식에서 반응물과 생성물의 계수의 비는 반응하거나 생성되는 물질의 몰수의 비와 같다.

[정답맞히기] $HCl(aq)$ 과 Mg 의 반응에서 72 mL의 $H_2(g)$ 가 생성되었을 때 반응이 완결되었으므로, 이 때 반응한 HCl 과 생성된 H_2 의 몰수를 이용하여 Cl^- 의 몰수를 구할 수 있다.

$$\text{생성된 } H_2(g) \text{의 몰수} = \frac{\text{기체의 부피(L)}}{24L/\text{몰}} = \frac{0.072L}{24L} = 0.003\text{몰}$$

계수의 비=몰수의 비= $HCl : H_2 = 2 : 1$ 이므로 반응한 $HCl(aq)$ 의 몰수는 0.006몰이고, $HCl(aq)$ 에 포함된 Cl^- 의 몰수도 0.006몰이다.

정답②

10. 원자를 구성하는 입자

a 는 중성자, b 는 양성자, c 는 전자이다.

[정답맞히기] ㄱ. a 와 b 가 원자핵을 구성하는 입자이고, Y 이온에서 a 의 수와 c (전자)의 수가 같으므로 a 가 양성자라면 이온이 될 수 없다. 따라서 a 는 중성자이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. X 이온은 b (양성자)의 수가 c (전자)의 수보다 1개 더 많으므로 +1가의 양이온이며, X 의 질량수(양성자 수+중성자 수)는 23이다. 따라서 X 이온은 $^{23}_{11}X^+$ 이다.

ㄷ. 전자 수가 같은 이온의 경우 양성자 수가 많을수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 커 이온 반지름이 작다. 따라서 이온 반지름은 Y 이온이 X 이온보다 크다.

11. 산화 환원 반응

반응 (가) : $2NO_2 + 5H_2 \rightarrow 2NH_3 + 4H_2O$, 반응 (나) : $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$

반응 (다) : $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 NO_2 가 산소를 잃고 환원되었으므로 H_2 는 환원제이다.

ㄷ. 각 물질에서 N의 산화수를 구하면, NH_3 에서 -3, NO 에서 +2, NO_2 에서 +4, N_2O_4 에서 +4, HNO_3 에서 +5이다. 따라서 N의 산화수가 가장 큰 물질은 HNO_3 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 반응 (나)에서 N과 O의 산화수가 변하지 않으므로 산화 환원 반응이 일어나지 않았다.

12. 바닥상태 전자 배치

산소(O)의 바닥상태 전자 배치는 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ 이고, 제1 이온화 에너지를 흡수하여 생성된 O^+ 의 바닥상태 전자 배치는 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (다)는 쌍음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족하고 있으므로 산소(O)의 바닥상태 전자 배치이다.

정답②

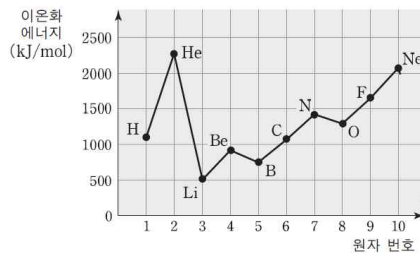
[오답피하기] ㄱ. 파울리 배타 원리에 의하면 1개의 오비탈에는 전자가 최대 2개까지 채워

질 수 있으며, 1개의 오비탈에 전자 2개가 채워질 때에는 스핀 방향이 반대이어야 한다. 따라서 파울리 배타 원리에 위배되는 전자 배치는 (나)이다.

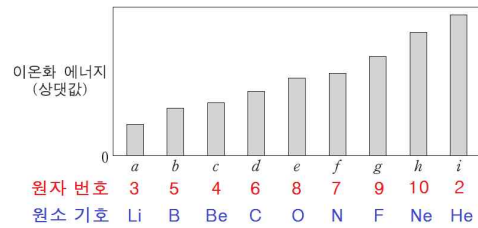
ㄷ. (다)의 전자배치 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$ 에서 O의 제1 이온화 에너지를 가하면 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ 와 같은 전자 배치가 되며, (라)의 전자 배치 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ 는 훈트 규칙에 위배되므로 전자 배치가 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ 일 때보다 에너지가 높다.

13. 1, 2주기 원소의 이온화 에너지와 주기적 성질

1, 2주기 원소의 이온화 에너지는 (가)와 같고, 원자 번호 2~10인 원소의 이온화 에너지를 크기 순서로 나열한 것은 (나)이다.



(가)



(나)

[정답맞히기] ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 작을수록 원자 반지름은 커진다. 따라서 원자 반지름이 가장 큰 원소는 a이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도는 커진다. c(Be)는 2주기 2족, e(O)는 2주기 16족, b(B)는 2주기 13족, f(N)는 2주기 15족 원소이므로 전기 음성도의 크기는 $c < b < f < e$ 이다. 따라서 c와 e 사이의 전기 음성도 차이가 b와 f 사이의 전기 음성도 차이보다 크다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원소는 1주기 18족 원소인 헬륨(He)이다. 따라서 i는 헬륨(He)이다.

14. 바닥상태 전자 배치와 홀전자 수

A는 리튬(Li), B는 베릴륨(Be), C는 탄소(C), D는 질소(N), E는 산소(O)이다.

[정답맞히기] ㄱ. 금속 원소는 A와 B이다.

ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커진다. 따라서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B가 A보다 크다.

ㄷ. 바닥상태 전자 배치는 D : $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 이고, E : $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ 로 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 D와 E가 같다.

정답⑤

15. 수소 원자의 선 스펙트럼

수소 원자에서 전자가 에너지가 높은 전자껍질에서 에너지가 낮은 전자껍질로 전이될 때 방출되는 에너지는 파장에 반비례한다.

[정답맞히기] ㄴ. 빨강은 발머 계열 중 가장 긴 파장에 해당되므로 $n=3$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 빛이다. 초록은 발머 계열에서 빨강 다음으로 2번째로 긴 파장에 해당되므로 $n=4$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 빛이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 보라는 $n=6$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 빛이므로 빛 에너지

는 $\Delta E = \frac{k}{2^2} - \frac{k}{6^2} = \frac{2}{9}k$ 이다.

ㄷ. 2s 오비탈에 전자가 있는 수소 원자에 빨강 빛을 쏘여 주면, 전자는 3p 오비탈로 전이된다.

16. 탄화수소의 분자 구조

탄화수소 (가)~(다)의 분자식과 구조식은 다음과 같다.

탄화수소	(가)	(나)	(다)
분자식	C_3H_6	C_4H_8	C_4H_8
구조식	$\begin{array}{c} H_2C \\ \\ H_2C-CH_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} H_2C-CH_2 \\ \quad \\ H_2C-CH_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} H_2C \\ \\ H_2C-CH-CH_3 \end{array}$

[정답맞히기] ㄱ. (가)~(다)에 있는 탄소 원자는 모두 단일 결합을 이루고 있으므로 모두 포화 탄화수소이다.

ㄴ. 고리 모양 탄화수소는 H 2개와 결합한 C를 포함한다.

ㄷ. (가)~(다)의 실험식은 CH_2 (실험식량 14)로 같으므로 14 g을 완전 연소시킬 때 생성되는 이산화 탄소의 질량은 44 g으로 모두 같다. 정답⑤

17. 원자량을 정하는 기준과 원소의 원자량

기준 I을 적용한 탄소 1몰의 질량은 12.000 g이고, 기준 II를 적용한 탄소의 질량(x)은 다음과 같다.

$$12.000 \text{ g} : 15.995 \text{ g} = x : 16.000 \text{ g}, x = 12.000 \times \frac{16.000}{15.995} \text{ g} = 12.003 \text{ g}$$

따라서 기준 II를 적용한 탄소 1몰 속의 탄소 원자 수가 기준 I을 적용한 탄소 1몰 속의 탄소 원자 수보다 많다.

[정답맞히기] ㄴ. 기준 II를 적용하면 ^{12}C 의 1몰의 질량이 기준 I을 적용할 때보다 커지므로 1몰에 포함된 원자 수도 많아진다. 따라서 탄소 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성된 이산화 탄소의 분자 수는 기준 II를 적용한 탄소 1몰을 완전 연소시킬 때가 더 많다.

ㄷ. 기준 II를 적용한 탄소 1몰에 포함된 탄소 원자 수가 더 많으므로 완전 연소시켰을 때 소모된 산소의 질량도 더 많다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 원자량을 정하는 기준이 달라져도 원소의 실제 질량은 변하지 않으며, 온도와 압력이 같을 때 일정량의 분자가 차지하는 부피도 변하지 않는다. 따라서 원자량을 정하는 기준이 달라져도 0°C, 1기압에서 생성된 이산화 탄소(CO_2)의 밀도는 같다.

18. 성분 원소의 질량비와 양적 관계

화학 반응이 일어날 때 반응하거나 생성되는 물질의 몰수의 비는 화학 반응식의 계수의 비와 같다.

[정답맞히기] ㄱ. 실험 I에서 반응한 X_2 의 몰수는 0.5몰이고, X_2 와 A의 반응 몰수 비는 계수 비와 같은 1:a이므로 생성된 A의 몰수는 $\frac{1}{2}a$ 몰이다. 또한 Y_2 의 분자량을 M_Y 이라고 한다면,

반응 후 남아 있는 Y_2 의 몰수가 $\frac{0.5}{M_Y}$ 몰이고, 전체 기체의 몰수가 $\frac{3}{4}$ 몰이므로 $\frac{0.5}{M_Y} + \frac{1}{2}a = \frac{3}{4}$ 이다. 이 때, a 가 1보다 큰 자연수라면 분자량 M_Y 의 값이 (-)값이 되므로 a 는 1이어야 하고,

$$\frac{0.5}{M_Y} + \frac{1}{2}a = \frac{3}{4} \text{ 에서 } M_Y = 2 \text{이다.}$$

ㄴ. 실험 II에서 반응한 Y_2 의 몰수는 0.5몰이고, Y_2 와 A의 반응 몰수의 비는 2:a이므로 생

성된 A의 몰수는 $\frac{1}{4}a$ 몰이다. 또한 X_2 의 분자량을 M_X 이라고 한다면, 반응 후 남아 있는 X_2 의 몰수가 $\frac{21}{M_X}$ 몰이고, 전체 기체의 몰수가 1몰이므로 $\frac{21}{M_X} + \frac{1}{4}a = 1$ 에서 $M_X = 28$ 이다. 따라서 실험 II에서 반응한 X_2 의 몰수는 $\frac{1}{4}$ 몰이고, 반응 후 남아 있는 X_2 의 몰수는 $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = \frac{21g}{28g/\text{몰}} = \frac{3}{4}$ 몰이므로 반응 전 X_2 의 몰수 = $\frac{V_2}{22.4L/\text{몰}} = (\frac{1}{4} + \frac{3}{4})\text{몰} = 1\text{몰}$ 이다. 따라서 $V_2 = 22.4L$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 반응 전과 후에 질량은 보존되므로 X_2 1몰의 질량과 Y_2 2몰의 질량의 합은 A 1몰의 질량과 같다. 즉, (X_2 의 분자량) $\times 2 \times$ (Y_2 의 분자량) = A의 분자량이다. 따라서 A의 분자량 = $M_X + 2 \times M_Y = 28 + 2 \times 2 = 32$ 이다.

19. 산과 염기의 중화 반응과 양적 관계

물은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응에서 반응하지 않는 이온은 Cl^- 과 Na^+ 이다. 또한 ●이 (가)에는 없다가 (나)에 존재하므로 ●은 OH^- 이며, (가)는 중화점 이전의 혼합 용액이고, (나)는 중화점 이후의 혼합 용액이다.

[정답맞히기] ㄱ. 일정량의 물은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 넣으면 반응하는 H^+ 수만큼 Na^+ 수가 증가하므로 중화점 이전의 혼합 용액 속에는 한 종류의 음이온(Cl^-)과 2종류의 양이온(H^+ 과 Na^+)이 존재한다. 따라서 ▲는 Cl^- 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 단위 부피당 Cl^- 수가 (가)가 (나)의 2배이므로 혼합 용액의 총 부피는 (나)가 (가)의 2배이다. 또한 혼합 용액의 총 부피가 (나)가 (가)의 2배이므로 Na^+ 수는 (나)가 (가)의 6배이므로 $HCl(aq)$ 100 mL에 넣어준 $NaOH(aq)$ 의 부피는 y 가 x 의 6배이다.

ㄷ. (가)에서 남아 있는 H^+ (○) 수가 반응한 H^+ 수의 3배이므로 (나)에서 반응한 H^+ 수는 (가)에서 반응한 H^+ 수의 4배이다.

20. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질

O, F, Na, Mg로 구성된 화합물은 OF_2 , Na_2O , MgO , NaF , MgF_2 중 하나이다.

(나)와 (다)에서 각각 화학식의 구성 원자 수가 C가 A와 B의 2배이므로 C는 F이다. 또한 (나)와 (라)에서 각각 화학식의 구성 원자 수가 A각 C와 D의 $\frac{1}{2}$ 이므로 A는 O이다. 따라서 B는 Mg, D는 Na이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)는 $AC_2(OF_2)$ 이고, C가 A보다 전기 음성도가 크다. 따라서 A의 산화수는 +2이다.

ㄷ. C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na)으로 1:1의 원자 수비로 안정한 화합물을 형성한다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. B는 Mg이다.