

2016학년도 11월 고2 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

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

1. [출제의도] 인류 문명 발전에 기여한 물질 찾기

암모니아(NH₃)는 하버-보슈법에 의해 수소와 질소를 반응시켜 대량으로 합성되어 농업 생산량 증가에 기여하였다.

2. [출제의도] 원자의 구성 입자 종류 파악하기

원자에서 원자 번호=양성자 수=전자 수이고, 질량수=(양성자 수+중성자 수)이다. 2가 음이온은 전자가 양성자보다 2개 더 많다. 따라서 ¹⁶O²⁻과 ¹⁹F의 구성 입자 수는 다음과 같다.

원자 또는 이온	구성 입자 수		
	중성자	양성자	전자
¹⁶ O ²⁻	8	8	10
¹⁹ F	10	9	9

3. [출제의도] 아보가드로 법칙과 몰 이해하기

아보가드로 법칙에 따라 온도와 압력이 같을 때 모든 기체 1몰의 부피는 같다. \therefore H₂의 몰수($=\frac{\text{질량}}{\text{분자량}}$)가 1이므로, H₂의 분자 수는 6×10^{23} 이다. \therefore 같은 온도와 압력에서 (나)의 부피가 (가)의 0.5배이므로 (나)는 0.5몰이고, 질량은 14g이다. \therefore (가)와 (다)는 1기압에서 기체의 부피가 서로 같으나 온도가 다르므로 기체의 몰수가 다르다.

4. [출제의도] 원소, 화합물, 분자 구분하기

\therefore , \therefore . (가)는 분자이면서 화합물인 CO이고, (나)는 분자이면서 원소인 O₂이며, (다)는 화합물인 Fe₂O₃로 이온 결합 물질이다. \therefore 기준을 서로 바꾸어 분류하면 (나)는 화합물이지만 분자가 아닌 Fe₂O₃이다.

5. [출제의도] 옥텟 규칙을 이용한 화학 결합 이해하기

A, B, C, D는 각각 Na, F, Ca, O이다. \therefore A(Na)는 3주기이고, D(O)는 2주기이다. \therefore CB₂(CaF₂)는 금속 양이온(Ca²⁺)과 비금속 음이온(F⁻)이 결합한 이온 결합 물질로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다. \therefore DB₂(OF₂)는 비금속 원소인 O와 F이 결합한 공유 결합 물질이다.

6. [출제의도] 쌍음 원리를 이용하여 원자가 전자 수 파악하기

원자 A의 바닥 상태 전자 배치에서 에너지 준위가 같은 2개의 2p 오비탈에 전자가 각각 1개씩 들어 있다. 따라서 원자 A의 바닥 상태 전자 배치는 1s²2s²2p_x¹2p_y¹이고, 원자가 전자 수는 4이다.

7. [출제의도] 분자량과 몰수 관계 이해하기

같은 온도와 압력에서 같은 부피의 X와 Y를 연소시켰을 때 생성되는 물의 질량이 같으므로 분자당 수소 원자 수는 같다. 같은 질량의 X와 Y를 연소시켰을 때, 생성되는 물의 질량비(X:Y)가 2:5이므로 X와 Y의 몰수 비(X:Y)는 2:5이다. 같은 질량(w)을 연소시켰을 때, X와 Y의 몰수가 각각 2n, 5n이라면 분자량(=

질량/몰수) 비는 X:Y= $\frac{w}{2n}:\frac{w}{5n}=5:2$ 이다. 따라서 X의 분자량이 M일 때 Y의 분자량은 0.4M이다.

8. [출제의도] 산소 이동에 의한 산화 환원 반응 이해하기

\therefore . 화학 반응 전후 원자의 종류와 수는 같기 때문에 C_xH_y는 C₆H₁₂로 x+y=18이다. \therefore C₆H₁₂는 산소를 얻어 산화된다. \therefore CO₂에서 C의 산화수는 +4이고 C₆H₁₂O₆에서 C의 산화수는 -1, 0, +1이다. 따라서 (나)에서 C의 산화수는 감소한다.

9. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 작으므로 원자 번호는 C>D>B>A이다. 또한 2주기에서 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지는 증가하는 경향이 있지만 붕소와 산소에서는 제1 이온화 에너지가 작아진다. C가 D보다 원자 번호는 크지만, 이온화 에너지가 작기 때문에 C는 붕소 또는 산소이다. 또한 C보다 원자 번호가 작은 원소가 3개 존재하므로 C는 붕소가 아닌 산소이다. 따라서 A는 붕소, B는 탄소, D는 질소이다. \therefore , \therefore . 전기 음성도는 C가 가장 크고, 유효 핵전하의 크기는 C가 D보다 크다. \therefore A⁺과 B⁺은 각각 베릴륨(Be)과 붕소(B)의 전자 배치와 같으므로, 제2 이온화 에너지는 A가 B보다 크다.

10. [출제의도] 분자의 루이스 전자점식 표현하기

영희가 표현한 루이스 전자점식에서 질소 원자 주변의 전자 수가 6으로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다. 이를 루이스 전자점식으로 옳게 표현하면 $\text{:}\overset{\ominus}{\text{F}}\text{:}\overset{\oplus}{\text{C}}\text{:}\overset{\ominus}{\text{N}}\text{:}$ 이다.

11. [출제의도] 산화물의 화학식과 이온 반지름으로 금속 원소 구별하기

각 산화물에서 양이온은 A⁺, B⁺, C³⁺이므로 C는 13족 원소인 Al이다. 1족 원소인 A와 B 중에서 양이온의 반지름은 A⁺>B⁺이므로 A는 Na, B는 Li이다.

12. [출제의도] 다전자 원자의 전자 배치 이해하기

3주기 원자의 바닥 상태 전자 배치에서 홀전자 수가 1인 경우는 1, 13, 17족 원소이다. 3주기 1, 13, 17족 원소의 $\frac{\text{전자가 들어있는 오비탈 수}}{\text{오비탈에 들어있는 전자 수}}$ 는 각각 $\frac{6}{5}$, $\frac{7}{6}$, $\frac{9}{6}$ ($=\frac{3}{2}$)이다. 따라서 원자 A는 원자 번호 17인 Cl이다.

13. [출제의도] 화학 결합과 전기 분해 이해하기

\therefore , \therefore . 물을 전기 분해하면 (-)극에서는 수소(H₂)가 (+)극에서는 산소(O₂)가 생성되므로 A는 O이며, B₂는 H₂이다. Na₂O은 금속 양이온(Na⁺)과 비금속 음이온(O²⁻)이 결합한 이온 결합 물질이다. \therefore 같은 몰수의 Na₂O과 H₂O에는 Na과 H의 원자가 1:1의 몰수 비로 존재하므로, 같은 몰수의 두 물질을 전기 분해할 때 생성되는 Na과 B₂(H₂)의 몰수 비는 2:1이다.

14. [출제의도] 탄소가 포함된 다양한 물질의 구조 이해하기

\therefore . 그래핀(C)은 탄소로만 이루어진 원소이므로 다이아몬드(C)와 동소체이다. \therefore 사이클로헥세인은 고리 모양 탄화수소이다. \therefore 그래핀과 사이클로헥세인은 탄소 원자 1개와 결합한 탄소 원자 수가 각각 3과 2이다.

15. [출제의도] 분자 구조와 분자의 극성 이해하기

\therefore . C₂H₂는 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. \therefore , \therefore . C₂H₂의 분자 모양은 결합각

(\angle HCC)이 180°인 직선형이고, N₂H₂의 분자 모양은 2개의 N에 비공유 전자쌍이 1개씩 있으므로 직선형이 아니다.

16. [출제의도] 수소 원자의 전자 전이 이해하기

n_전이 n_후보다 작고, n_후가 4 이하인 전자 전이(n_전→n_후)는 1→2, 1→3, 1→4, 2→3, 2→4, 3→4로 6가지가 있다. 이 중 $\frac{3}{4}$ kJ/몰에 해당하는 전이는 1→2이므로, $\frac{3}{4}$ kJ/몰보다 작은 에너지에 해당하는 전이는 2→3, 2→4, 3→4이다. 따라서 이들의 n_전을 모두 더하면 2+2+3=7이다.

17. [출제의도] 산화수를 정하는 규칙 이해하기

화합물에서 각 원자의 산화수 합은 0이다. 산화수 A(+1), B(0), C(-2)를 이용하여 각 분자의 산화수 합을 구했을 때 ①은 0, ②는 -2, ③은 +2, ④는 +4, ⑤는 +2이다. 따라서 분자 X로 가장 적절한 것은 ①이다.

18. [출제의도] 전자의 이동으로 산화 환원 반응 이해하기

\therefore . (나)에서 (반응 후 전체 양이온 수(0.5몰)=(가)의 A 이온 수(0.7몰)+증가한 B 이온 수(0.2몰)-감소한 A 이온 수(x몰))이다. 따라서 x는 0.4이고, 남아 있는 이온은 A⁺이 0.3몰, B²⁺이 0.2몰이다. \therefore . (다)에서 전체 양이온 수가 줄었으므로 C 이온은 C²⁺ 또는 C³⁺이다. 만약 C²⁺이라면 반응 후 남아 있는 이온의 몰수는 B²⁺, C²⁺이 각각 0.15, 0.2로 (다)의 결과와 같지 않다. C³⁺이라면 반응 후 남아 있는 이온의 몰수는 B²⁺, C³⁺이 각각 0.05, 0.2로 (다)의 결과와 같다. 따라서 C 이온의 산화수는 +3이고, B 이온과 C 이온의 산화수 비는 2:3이다. \therefore . (나)에서 금속 A가 0.4몰 생성되었고, (다)에서 금속 A가 0.3몰, 금속 B가 0.15몰 생성되었다. 따라서 (나)와 (다)에서 생성된 금속의 전체 몰수는 0.85이다.

19. [출제의도] 탄화수소의 분자식과 구조 파악하기

\therefore . (가)의 구조식은 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{H})_2-\text{CH}_3$ 으로 고리 모양 탄화수소이다. \therefore . (나)의 구조식은 H₂C=CH-CH=CH₂으로 3중 결합이 없다. \therefore . (가)와 (나)의 분자식은 각각 C₃H₆, C₄H₆으로 한 분자를 구성하는 수소 원자의 수가 모두 6이다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 이해하기

\therefore , \therefore . 실험 I에서 반응 후 분자의 몰수 비(A:C)는 1:8이고 A와 C의 분자량 비는 4:5이다. 질량은 (몰수×분자량)이므로 반응 후 질량비(A:C)가 1:10이다. 반응 전후 기체의 총 질량은 변하지 않으므로 남아 있는 A의 질량은 총 질량(22g)의 $\frac{1}{11}$ 인 2g이고, 생성된 C의 질량은 20g이다. 실험 I에서 각 물질의 질량 변화는 다음과 같다.

	aA	+	B	→	2C
반응 전 질량(g)	18		4		
반응한 질량(g)	-16		-4		+20
반응 후 질량(g)	2		0		20

반응한 질량과 계수 비(=몰수 비)로부터 구한 A와 C의 분자량(= $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$) 비는 $\frac{16}{a}:\frac{20}{2}=4:5$ 로 a는 2이고,

A와 B의 분자량 비는 $\frac{16}{2}:\frac{4}{1}=2:1$ 이다. 따라서 분자량은 A가 B의 2배이다. \therefore . 실험 II에서 각 물질의 질량 변화는 다음과 같다.

	2A	+	B	→	2C
반응 전 질량(g)	8		12		
반응한 질량(g)	-8		-2		+10
반응 후 질량(g)	0		10		10

A-C의 분자량이 각각 4M, 2M, 5M일 때, 실험 I의

반응 후 전체 몰수(= $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}}$)는 $(\frac{2}{4M} + \frac{20}{5M})$ 이고,
실험 II의 반응 후 전체 몰수는 $(\frac{10}{2M} + \frac{10}{5M})$ 이다. 따라서 반응 후 전체 몰수 비(실험 I:실험 II)는 9:14이고, 온도와 압력이 같을 때 전체 기체의 부피는 전체 몰수에 비례하므로 $V_1:V_2=9:14$ 이다.