

2021학년도 11월 고2 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

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

1. [출제의도] 화학이 실생활 문제 해결에 기여한 사례 이해하기

질소 비료는 암모니아를 원료로 합성된 물질로 식량 문제 해결에 기여하였으며, 나일론은 석유를 원료로 합성된 물질로 의류 문제 해결에 기여하였다.

2. [출제의도] 탄소 화합물 이해하기

가. 탄소 화합물은 탄소(C) 원자가 수소, 산소, 질소, 황 등의 원자와 결합하여 만들어진 화합물이다. 따라서 (가)는 염화 나트륨이다. 나. 아세트산은 수용액에서 산성을 나타내므로 \ominus 은 'O'이다. 따라서 (나)는 에탄올, (다)는 아세트산이다. 다. 에탄올은 손 소독제를 만드는 데 사용된다.

3. [출제의도] 산 염기의 정의 적용하기

가. 가역 반응은 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응이다. 나. NH_3 는 중심 원자에 공유 전자쌍 수가 3이고, 비공유 전자쌍 수가 1이므로 분자 구조는 삼각뿔형이다. 다. H_2O 은 양성자(H^+)를 얻어 H_3O^+ 이 되므로 브뢴스테드-로리 염기이다.

4. [출제의도] 원소의 주기적 성질 적용하기

4가지 원자 중 비금속 원소는 C, O, F이고, 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수가 1인 원자는 Li, F이다. 그러므로 C, O는 (가) 영역에 속하고, F은 (나) 영역에 속하며, Li은 (다) 영역에 속한다. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록, 전기 음성도는 커지고 원자 반지름은 작아진다. 전기 음성도가 가장 큰 원자인 F은 (나) 영역(\ominus), 원자 반지름이 가장 큰 원자인 Li은 (다) 영역(\ominus)이다.

5. [출제의도] 중화 적정 실험 설계하기

페놀프탈레인 용액(pH)은 산성과 중성에서는 무색, 염기성에서는 붉은색을 나타낸다. 중화점 이후 뷰렛 속 용액은 무색이고, 삼각 플라스크 속 용액은 붉은 색이므로 중화 적정을 시작하기 직전 뷰렛에는 염기성 물질인 $\text{NaOH}(aq)$, 삼각 플라스크에는 pH과 산성 물질인 $\text{HCl}(aq)$ 이 들어 있다.

6. [출제의도] 오비탈의 전자 배치 이해하기

X로 가능한 원자는 B, C이고, Y로 가능한 원자는 C, N, O이고, Z로 가능한 원자는 O, F이다. 원자 번호가 연속이므로 X~Z는 각각 C, N, O이다. 따라서 Y(N)의 원자가 전자 수는 5이다.

7. [출제의도] 결합의 극성과 분자의 극성 이해하기

분자에서 같은 원자끼리의 공유 결합은 무극성 공유 결합, 다른 원자끼리의 공유 결합은 극성 공유 결합이다. 따라서 CH_4 , CO_2 , CH_3Cl , HF , H_2O , NH_3 는 극성 공유 결합으로만 이루어져 있고, O_2 는 무극성 공유 결합으로만 이루어져 있다. CH_3Cl , HF , H_2O , NH_3 는 극성 공유 결합으로만 이루어져 있고, 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다. CH_4 , CO_2 는 극성 공유 결합으로만 이루어져 있지만 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 무극성 분자이다. O_2 는 무극성 공유 결합으로만 이루어져 있고 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 무극성 분자이다.

8. [출제의도] 몰 농도 용액 제조하기

몰 농도(M) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이다. 가. A(s) w g 대신 $2w$ g을 사용할 경우 용질의 양(mol)이 2배가 되어 몰 농도는 2M가 된다. 나. 용질을 녹이는 비커의 부피는 몰 농도에 영향을 주지 않는다. 다. 500mL 부피 플라스크 대신 1000mL 부피 플라스크를 사용할 경우 용액의 부피가 2배가 되어 몰 농도는 0.5M가 된다.

9. [출제의도] 화학 결합과 물질의 성질 분석하기

A~C는 각각 Li, O, H이다. 가. H_2 는 공유 결합 물질이다. 나. Li, O는 모두 2주기 원소이다. 다. (가)는 H_2O 이고, 고체 상태에서 Li은 H_2O 보다 전성이 좋다.

10. [출제의도] 몰 농도 이해하기

가. 용질의 양은 (가), (나)가 0.1mol로 같다. 나. (다)의 밀도가 dg/mL 이므로 (다)의 질량은 100dg이다. (나), (다)에서 용질의 양은 같으므로 0.1mol = w g이고 $\frac{w}{100d} \times 100 = 5.9\%$ 이므로 $w = 5.9d$ 이다. 다. (가), (나)에서 용질의 양(mol)이 같고, 질량비가 3:1이므로 화학식량은 X:Y=3:1이다. Y의 0.1mol = w g이므로 Y의 화학식량은 59d이다. 따라서 X의 화학식량은 177d이다.

11. [출제의도] 동적 평형 이해하기

밀폐된 용기에 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 을 넣으면 초기에는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 질량이 감소하고, $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 질량이 증가하다가 충분한 시간이 지나면 $\text{H}_2\text{O}(l)$, $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 질량이 일정하게 유지되는 동적 평형 상태가 된다. 그러므로 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 질량과 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 응축 속도는 t_2 에서 t_3 에서보다 크다. 또한 온도가 일정하므로 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 증발 속도는 일정하다.

12. [출제의도] 루이스 전자점식 적용하기

YX_2 의 루이스 전자점식을 보면 X와 Y의 원자가 전자 수는 각각 7(x), 6(y)이므로 ZX의 루이스 전자점식에서 Z의 원자가 전자 수는 1(z)이다.

13. [출제의도] 물의 자동 이온화 이해하기

가. (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.1M$ 이므로 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0$ 이다. 나. $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ 이고, (나)에서 $\text{pH} = x$ 라 하면, $\frac{14-x}{x} = 6.0$ 이고 $x = 2$ 이다. 따라서 $\text{pOH} = 12$ 이고, $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-12}M$ 이다. 다. (나)의 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.01M$ 이고, $V = 100$ 이다.

14. [출제의도] 원자량, 분자량 이해하기

같은 질량의 Y와 결합한 X의 질량비가 (가): (나) = 1:4이고, $m > n$ 이므로 $X_m Y_m$, $X_n Y_m$ 에서 $m^2 : n^2 = 4:1$ 이며 $m:n = 2:1$ 이다. 따라서 (가), (나)는 각각 $X_n Y_m$, $X_m Y_n$ 이다. X, Y의 원자량을 각각 x, y라 하고, $m = 2k$, $n = k$ 라고 가정할 때, $(kx + 2ky) : (2kx + ky) = 23:22$ 이고 $x:y = 7:8$ 이다. $M = 14$ 이므로 $\frac{n}{m} \times M = 7$ 이다.

15. [출제의도] 동위 원소와 평균 원자량 이해하기

가. Y의 평균 원자량은 $(c \times \frac{3}{4}) + ((c+2) \times \frac{1}{4}) = c + \frac{1}{2}$ 이다. 나. aX , bX 의 원자량은 각각 79, 81이고, Y, aY 의 원자량은 각각 c, $c+2$ 이므로 분자량이 서로 다른 XY는 $(79+c)$, $(81+c)$, $(83+c)$ 3가지이다. 다. $\frac{X_2 \text{ 중 } ^aX \text{의 존재 비율}(\%) = \frac{1/4}{6/16} = \frac{2}{3}$ 이다. $\frac{Y_2 \text{ 중 } ^aY \text{의 존재 비율}(\%) = \frac{1/4}{6/16} = \frac{2}{3}$ 이다.

16. [출제의도] 원소의 순차 이온화 에너지 이해하기

제1 이온화 에너지(E_1)는 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 작아지고, 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하지만 2족과 13족, 15족과 16족에서는 예외가 발생한다. 따라서 E_1 는 $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Na}$ 이다. Na, Mg, Al의 제2 이온화 에너지(E_2)의 경향성은 각각 Ne, Na, Mg의 E_1 의 경향성과 같으므로 E_2 는 $\text{Na} > \text{Al} > \text{Mg}$ 이다.

17. [출제의도] 오비탈과 양자수 이해하기

X~Z의 원자 번호가 연속이고, 바닥상태에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 $X = Y > Z$ 인 경우는 Z가 17족이고, X, Y가 각각 1족, 18족 중 하나이다. $n+l=3$ 인 오비탈은 2p, 3s이고, $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 $Y > X > Z$ 인 경우는 X~Z의 원자 번호가 각각 10, 11, 9인 경우이다.

18. [출제의도] 분자의 구조 파악하기

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	CF_4	NF_3	N_2F_2
분자 구조	$\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F}-\text{C}-\text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{F}-\text{N}-\text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	$\text{F}-\text{N}=\text{N}-\text{F}$

X~Z는 각각 F, C, N이다. 가. $a=b=4$ 이다. 나. (다)에는 2중 결합이 있다. 다. (가)의 쌍극자 모멘트가 0이고, (나)의 쌍극자 모멘트는 0이 아니므로 분자의 쌍극자 모멘트는 (나) > (가)이다.

19. [출제의도] 중화 반응의 양적 관계 이해하기

혼합 용액 II에는 A^{2+} , B^+ 2가지만 존재하므로 중성이다. 따라서 혼합 용액 I에는 B^+ , A^{2+} , H^+ 이 존재하고 각 이온 수의 비는 $\text{B}^+ : \text{A}^{2+} : \text{H}^+ = 3:2:1 = 2x:20:(40-2x)$ 이므로 $x=15$ 이다. 혼합 용액 II에서 $\text{A}^{2+} : \text{B}^+ = 1:2 = 20:(2x+2a)$ 이므로 $a = \frac{1}{3}$ 이고, $\frac{x}{a} = 45$ 이다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 이해하기

(나)에서 A, B가 모두 소모되었고, 실린더에 존재하는 전체 C의 양이 8mol이므로 (나)에서만 생성된 C의 양은 2mol이다. (가), (나)에서 반응한 전체 A, B는 각각 112g, 256g이며, (가)의 실린더 I, (가)의 실린더 II, (나)에서 생성된 C의 양(mol)비는 1:2:1이다. 따라서 (가)의 실린더 I에서와 (나)에서 반응한 반응물의 양은 같으므로 (가) 반응 후 실린더 I, II에서 각각 B b mol, A 1 mol이 남는다. (가)의 실린더 I, II에서 각 기체의 양(mol)은 다음과 같다.

(가)의 실린더 I	A	+	bB	→	2C
반응 전	1		2b		0
반응	-1		-b		+2
반응 후	0		b		2

(가)의 실린더 II	A	+	bB	→	2C
반응 전	3		2b		0
반응	-2		-2b		+4
반응 후	1		0		4

(가) 반응 후 (나)에서 각 기체의 양(mol)은 다음과 같다.

(나)	A	+	bB	→	2C
반응 전	1		b		6
반응	-1		-b		+2
반응 후	0		0		8

(가)의 실린더 I, II에서 전체 기체의 부피비는 $(b+2):5=4:5$ 이므로 $b=2$ 이다. (가)에서 반응 전 전체 B의 양은 4bmol(256g)이고, (가)의 실린더 I에 2b mol이 있으므로 $y=128$ 이고, $\frac{y}{b}=64$ 이다.