

2021학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

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

1. [출제의도] 실생활 문제 해결에 기여한 물질 이해하기
 암모니아를 원료로 만든 질소 비료는 식량 문제 해결에 기여하였고, 석회석을 원료로 만든 시멘트는 주거 문제 해결에 기여하였다.

2. [출제의도] 화학 반응에서 열의 출입 측정 실험 이해하기
 간이 열량계는 화학 반응에서 출입하는 열량을 측정하는 장치이다. 따라서 실험 제목으로 가장 적절한 것은 '화학 반응에서 열의 출입 측정하기'이다.

3. [출제의도] 루이스 전자점식 이해하기
 $X \sim Z$ 는 2, 3주기 원소이므로 Y, Z는 각각 F, Cl 중 하나이다. 1. 1기압에서 이온 결합 물질의 녹는점은 이온의 전하량이 클수록 이온 사이의 거리가 짧을수록 높다. 녹는점은 $XY > XZ$ 이므로 원자 번호는 $Z(Cl) > Y(F)$ 이다. 2. YZ에서 전기 음성도가 큰 Y는 δ^- 를 띤다. 3. 금속 결합 물질인 $X(s)$ 가 공유 결합 물질인 $Z_2(s)$ 보다 전기 전도성이 크다.

4. [출제의도] 몰 농도 이해하기
 몰 농도(M)는 용액 1L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)이고, 0.1M 500mL 포도당 수용액에는 포도당 0.05mol이 녹아 있다. 용질의 양(mol) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{분자량(g/mol)}}$ 이므로 녹아 있는 포도당의 질량은 9g이다. 부피 플라스크는 ㉔으로 적절하다.

5. [출제의도] 화합물 분류하기
 메테인(CH_4), 에탄올(C_2H_5OH)은 탄소 화합물이며, CH_4 은 액화 천연가스(LNG)의 주성분이고, C_2H_5OH 은 손 소독제를 만드는 데 사용된다.

6. [출제의도] 물의 전기 분해 이해하기
 $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ 에서 계수비는 부피비와 같으므로 각 전극에서 발생한 기체의 부피비는 (+)극:(-)극=1:2이다. 이 실험으로 H_2O 을 이루는 H와 O 사이의 화학 결합에 전자가 관여함을 알 수 있다.

7. [출제의도] 퍼센트 농도, 몰 농도 이해하기
 퍼센트 농도(%) = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$ 이고, $\frac{100a}{60+a} = \frac{200a}{200+2a} = 3b/2b$ 이므로 $a=20$ 이다. (가)에서 용질의 양(mol) = $\frac{20}{100}$ 이고, (가)의 부피(L) = $\frac{0.08}{d}$ 이므로 (가)의 몰 농도(M) = $\frac{5}{2}d$ 이다.

8. [출제의도] 오비탈의 전자 배치 이해하기
 전자가 들어 있는 p 오비탈 수를 a라고 하면 2주기 전자가 들어 있는 s 오비탈 주 원소의 a는 다음과 같다.

원소	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
a	0	0	1	1	3	3	3	3

따라서 X는 C(탄소)이고, X^- 의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$ 이다.

9. [출제의도] 중화 적정 실험 이해하기
 1. ㉔은 B(뷰렛)이다. 2. 중화점까지 넣어 준 NaOH의 양은 $0.5M \times 0.04L = 0.02mol$ 이다. 3. 중화점에서 CH_3COOH 의 양(mol) = NaOH의 양(mol)이므로 $xM \times 0.02L = 0.02mol$ 이며, $x=1$ 이다.

10. [출제의도] 원자량, 분자량 이해하기
 1. 온도, 압력이 일정할 때, 분자량은 단위 부피당 질량에 비례하므로 $a=108$ 이다. 2. 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 (가):(나) = $\frac{3}{16} N_A : \frac{1}{9} N_A = \frac{m+n}{32}$: $\frac{3m}{108}$ 이므로 $m=2, n=4$ 이다. 3. X, Y의 원자량을 각각 M_X, M_Y 라고 하면 (가)에서 $2M_X + 4 = 32$, (나)에서 $4M_X + 4M_Y + 4 = 108$ 이므로 $M_X=14, M_Y=12$ 이고, 원자량비는 $X:Y=7:6$ 이다.

11. [출제의도] 동적 평형 이해하기
 1. 2. 동적 평형 상태에서는 용해 속도($v_{\text{용해}}$) = 석출 속도($v_{\text{석출}}$)이다. (가)~(다)의 수용액은 모두 동적 평형 상태이므로 (나)의 수용액에서 설탕은 용해되고, $\frac{v_{\text{용해}}}{v_{\text{석출}}}$ 는 (가)와 (다)의 수용액에서 서로 같다. 3. 온도가 일정하므로 수용액에 녹아 있는 설탕의 질량은 (나)와 (다)의 수용액에서 서로 같다.

12. [출제의도] 화학 결합과 물질의 성질 분석하기
 $A \sim D$ 는 각각 H, F, Na, O이다. 1. AB는 CDA와 반응하여 H^+ 을 내놓는 물질이므로 브뢴스테드-로리 산이다. 2. DB₂의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다. 3. 공유 전자쌍은 D₂(2개) > A₂(1개)이다.

13. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기
 1. 제1 이온화 에너지는 $F > C > Mg > Na$ 이고, 제2 이온화 에너지는 $Na > F > C > Mg$ 이므로 $W \sim Z$ 는 각각 Na, Mg, C, F이다. 2. 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 작아지고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 커지므로 $X > Z$ 이다. 3. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크므로 $Z > Y$ 이다.

14. [출제의도] 물의 이온화 상수와 pH 이해하기
 1. 25°C에서 $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이고, (가)의 pH는 2.0이므로 (가)에서 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-2} M, [OH^-] = 1 \times 10^{-12} M$ 이다. 2. (가)에서 H_3O^+ 의 양은 $1 \times 10^{-2} M \times 0.1L = 1 \times 10^{-3} mol$ 이다. (나)에서 용액의 부피(L) = $\frac{1 \times 10^{-7}}{1 \times 10^{-6}} = 0.1$ 이므로 $y=100$ 이다. 따라서, $x \times y = 0.1$ 이다. 3. (가)와 (나)를 혼합한 용액의 부피는 200mL이고, H_3O^+ 의 양(mol)은 $(1 \times 10^{-3}) + (1 \times 10^{-7})$ 이므로 pH는 4.0이 아니다.

15. [출제의도] 분자의 구조 파악하기

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	N_2F_2	NF_3	O_2F_2
구조	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{N} \quad \text{N} \quad \text{F} \\ \quad \quad \quad \\ \text{F} \quad \text{N} \quad \text{N} \quad \text{F} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{N} \quad \text{F} \\ \quad \quad \\ \text{F} \quad \text{N} \quad \text{F} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{F} \\ \quad \quad \quad \\ \text{F} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{F} \end{array}$
구성 원자 수	4(=a)	4	4
공유 전자쌍 수	4	3(=b)	3

2. 3. (나)의 분자 모양은 삼각뿔형이고, (다)는 산소 원자 사이에 무극성 공유 결합이 있다.

16. [출제의도] 오비탈과 양자수 이해하기
 1. 2. $_{13}Al$ 의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 이다. 3. ㉔을 n라고 가정하면 (나)는 1s 오비탈이고, $a=1$ 이므로 (가)의 $n+l=0$ 인 오비탈은 없다. 따라서, ㉔은 l이다. (나)가 3p 오비탈이라고 가정하면

$a=4$ 이고 (다)의 $n+l=5$ 인 오비탈에는 전자가 들어 있지 않다. 따라서 (나)는 2p 오비탈이고 (가), (다)는 각각 2s 오비탈, 3p 오비탈이다. 2. 2s 오비탈의 자기 양자수(m_l)는 0이다.

17. [출제의도] 동위 원소와 평균 원자량 이해하기
 1. X의 동위 원소는 $^aX, ^{a+2}X$ 2가지이므로 분자량이 서로 다른 X_2 는 $^aX^aX, ^aX^{a+2}X, ^{a+2}X^{a+2}X$ 3가지이다. 2. 분자량이 서로 다른 X_2 의 존재 비율은 $^aX^aX : ^aX^{a+2}X : ^{a+2}X^{a+2}X = 9 : 1$ 이므로 $^aX, ^{a+2}X$ 의 존재 비율은 $^aX : ^{a+2}X = 3 : 1$ 이다. 따라서 존재 비율(%)은 $^aX = 75(=b), ^{a+2}X = 25$ 이다. 3. X의 평균 원자량은 $(a \times \frac{3}{4}) + ((a+2) \times \frac{1}{4}) = a + \frac{1}{2}$ 이다.

18. [출제의도] 산화수 변화로 화학 반응식 완성하기
 1. S의 산화수는 -2에서 0으로 증가하므로 환원제이다. 2. MnO_4^- 에서 Mn의 산화수는 +7이고 Mn^{2+} 에서 Mn의 산화수는 +2이므로 MnO_4^- 1mol이 반응할 때 이동한 전자의 양은 5mol이다. 3. $a=2, b=5, c=6, d=8$ 이다.

19. [출제의도] 중화 반응의 양적 관계 이해하기
 1가 염기에 2가 산을 첨가하면 중화점 이후 전체 이온 수는 증가하고, 전체 이온 수는 첨가한 산의 부피에 비례한다. 첨가한 용액의 부피가 V, 3V일 때, 전체 이온 수는 각각 7n, 9n 이므로 3V일 때, 혼합 용액의 액성은 산성이고, 첨가한 용액의 부피가 5V일 때, 전체 이온 수는 15n이다. 모든 이온의 몰 농도(M) 함의 비는 $\frac{9n}{(10+3V)} : \frac{15n}{(10+5V)} = \frac{9}{5} : \frac{15}{7}$ 이므로 $V=5$ 이고, $n=5 \times 10^{-3} mol$ 이다. 첨가한 용액의 부피가 3V일 때, 혼합 용액 속에 들어 있는 이온 수는 다음과 같다.

이온의 종류	H^+	A^{2-}	B^+
이온 수($\times 10^{-3} mol$)	$30x-20$	15x	20

모든 이온의 수($45x \times 10^{-3} mol$) = $45 \times 10^{-3} mol$ 이므로 $x=1$ 이다. 따라서, $\frac{x}{V} = \frac{1}{5}$ 이다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 분석하기
 그래프에서 꺾인 지점은 반응물이 모두 반응한 지점이고, 생성물의 양(mol)은 C:D=1:a이다. ㉔이 C라면, $\frac{k}{k+dk} = \frac{2}{3}$ 이므로 $d = \frac{1}{2}$ 이다. d는 자연수이므로 ㉔은 D이고, $d=2$ 이다. B를 4wg 넣었을 때 ㉔의 양(mol) = $\frac{2}{5}$ 이므로 반응 후 C의 양이 n mol이라면, 각 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	A	+	bB	\rightarrow	C	+	2D
반응 전	3n(=3wg)		bn		0		0
반응 후	-n		-bn		+n		+2n
반응 후	2n		0		n		2n

A와 B는 각각 n mol, bn mol(=4wg) 반응한다. B를 24wg(=6bn mol) 넣었을 때 각 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	A	+	bB	\rightarrow	C	+	2D
반응 전	3n		6bn		0		0
반응 후	-3n		-3bn		+3n		+6n
반응 후	0		3bn		3n		6n

B를 24wg 넣었을 때 ㉔의 양(mol) = $\frac{2}{5}$ 이므로 $B \ 3bn=6n$ 이고 $b=2$ 이다. A, B n mol의 질량은 각각 wg, 2wg이므로 분자량비는 A:B=1:2이다. 따라서 $b \times \frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = 4$ 이다.