

2024학년도 5월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

※ 본 전국연합학력평가는 17개 시도 교육청 주관으로 시행되며, 해당 자료는 EBS에서만 제공됩니다.
무단 전재 및 재배포는 금지됩니다


[화학 I]

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

1. [출제의도] 화학 물질이 일상생활에 이용되는 사례 이해하기

ㄱ. CH_3COOH 은 물에 녹아 수소 이온을 내놓으므로 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 은 산성이다. ㄴ. CaO 이 물에 녹으면 열이 발생하므로 발열 반응이다. ㄷ. CaO 은 탄소 화합물이 아니다.

2. [출제의도] 원자의 구성 입자 이해하기

${}^3\text{He}^+$ 에서 양성자는 2개, 중성자는 1개, 전자는 1개이다. 따라서 ○는 양성자, ●는 중성자, ▲는 전자이다. ${}^3\text{H}$ 는 양성자 1개, 중성자 2개, 전자 1개이므로, ${}^3\text{H}$ 의 모형으로 가장 적절한 것은 이다.

3. [출제의도] 공유 결합과 이온 결합 이해하기

ㄱ. W~Z는 각각 H, C, N, Na이므로 WXY(HCN)는 공유 결합 물질이다. ㄴ. Z^{n+} 은 Na^+ 이므로, $n=1$ 이다. ㄷ. W~Z의 원자가 전자 수는 각각 1, 4, 5, 1이므로, Y가 가장 크다.

4. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 커지므로, 유효 핵전하가 O보다 큰 원소의 가짓수는 1이다. 제1 이온화 에너지(E_1)의 크기는 $\text{Li} < \text{B} < \text{Be} < \text{C} < \text{O} < \text{N} < \text{F}$ 이므로, E_1 가 B보다 크고 N보다 작은 원소의 가짓수는 3이다.

5. [출제의도] 전기 음성도와 결합의 극성 이해하기

ㄱ. X, Y는 17족 원소, Z는 16족 원소이다. 또한 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크고, 같은 족에서 원자 번호가 작을수록 작다. 따라서 X~Z는 각각 Cl, F, O이다. ㄴ. 전기 음성도는 $Y(F) > Z(O) > X(Cl)$ 이다. ㄷ. $\text{Z}_2\text{Y}_2(\text{O}_2\text{F}_2)$ 에는 O 원자 사이에 무극성 공유 결합이 있다.

6. [출제의도] 혼합 용액의 몰 농도 구하기

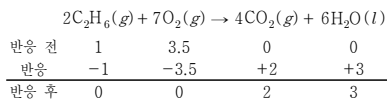
0.1M의 A(aq) 100mL에 aM A(aq)을 300mL 추가한 (나)는 0.4M이므로 $\frac{0.01\text{mol} + 0.3\text{mol}}{0.4\text{L}} = 0.4\text{M}$ 이고, $a = 0.5$ 이다. (가)는 0.1M A(aq) 100mL보다 부피가 2배, 용질의 양이 6배이므로 $b = 0.3$ 이고, $\frac{b}{a} = \frac{3}{5}$ 이다.

7. [출제의도] 중화 적정 실험 수행하기

ㄱ. 중화 적정 실험에서 플라스크 속 CH_3COOH 을 적정하기 위한 실험 기구로 적절한 것은 뷰렛이다. ㄴ. 중화점에서 CH_3COOH 의 양(mol)과 NaOH의 양(mol)이 같으므로, $\frac{x\text{M} \times 0.01\text{L}}{0.1\text{L}} \times 0.04\text{L} = 0.2\text{M} \times 0.02\text{L}$ 이고, $x=1$ 이다. ㄷ. ㉠을 200mL로 달리하면 (가)에서 만든 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 농도는 ㉡을 100mL로 만들었을 때의 0.5배가 되므로 $V=10\text{mL}$ 이다.

8. [출제의도] 화학 반응식 이해하기

반응 후 반응물이 모두 반응하여 남아 있지 않으므로, 화학 반응의 양적 관계(mol)는 다음과 같다.



9: $V=4.5:2$ 이므로 $V=4$ 이고, $wg=44g/\text{mol} \times 2\text{mol} = 88g$ 이다. 따라서 $\frac{w}{V} = 22$ 이다.

9. [출제의도] 용해 평형 이해하기

ㄱ. 물이 담긴 비커에 NaCl(s)을 넣으면 평형 상태인 3t에 도달하기 전까지 NaCl(s)의 양(mol)은 감소하고, $\text{Na}^+(aq)$ 의 양(mol)은 증가한다. 따라서 3t까지 $\frac{\text{Na}^+(aq)\text{의 양(mol)}}{\text{NaCl(s)의 양(mol)}}$ 은 점점 증가하므로 ㉠ < 1이다. ㄴ. 2t일 때는 평형 상태에 도달하기 전이므로, NaCl의 용해 속도가 석출 속도보다 크다. ㄷ. 2t일 때 NaCl(s)과 $\text{Na}^+(aq)$ 의 양은 0.5nmol로 같으므로, 3t일 때 NaCl(s)의 양은 0.5nmol보다 작다.

10. [출제의도] 루이스 전자점식 이해하기

ㄱ. X~Z는 각각 Li, F, N이다. ㄴ. $\text{Z}_2(\text{N}_2)$ 에는 3중 결합이 있다. ㄷ. 고체 상태에서 전기 전도성은 $X(\text{Li}) > XY(\text{LiF})$ 이다.

11. [출제의도] 동위 원소와 평균 원자량 이해하기

ㄱ. Y의 평균 원자량은 $m \times \frac{75}{100} + (m+2) \times \frac{25}{100} = m + \frac{1}{2}$ 이다. ㄴ. $m+2\text{Y}$ 는 $m\text{Y}$ 보다 중성자수가 2개 많으므로 $m+2\text{Y}_2$ 와 $m\text{Y}_2$ 의 중성자수 차는 4이다. ㄷ. 존재 비율을 $a:(b+c)=50:50$ 이라고 가정할 후, $b=0$ 이면 X의 평균 원자량은 25, $c=0$ 이면 X의 평균 원자량은 24.5이다. X의 평균 원자량이 24.3이므로 $a > b + c$ 이다.

12. [출제의도] 금속의 산화와 환원 이해하기

ㄱ. ㄴ. (나)에서의 반응식은 $3\text{A}^+ + \text{B} \rightarrow 3\text{A} + \text{B}^{3+}$ 이다. 3Nmol의 B가 산화되면 9Nmol의 A가 석출되고, 이때 B(s)는 환원제로 작용한다. ㄷ. (가)~(다)에서 각각 양이온 전하량의 총합은 10N(상댓값)으로 일정하므로 $10N = m \times 5N$ 이고, $m=2$ 이다.

13. [출제의도] 바닥상태 전자 배치 이해하기

2, 3주기 13~15족 바닥상태 원자의 홀전자 수와 전자가 들어 있는 p 오비탈 수 (α)는 다음과 같다.

원자	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$
α	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{6}$
홀전자 수	1	2	3	1	2	3

ㄱ. X~Z는 각각 Al, Si, C이고, ㉠=1이다. ㄴ. 원자 번호는 Y(Si)가 가장 크다. ㄷ. 원자 반지름은 $X(\text{Al}) > Z(\text{C})$ 이다.

14. [출제의도] 분자의 구조와 성질 이해하기

ㄱ. ㄴ. X~Z는 각각 O, F, C이므로, (가)는 C_2F_2 , (나)는 COCl_2 , (다)는 CCl_3F 이다. 따라서 (가)의 분자 모양은 굽은 형이다. ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (나), (다)에서 각각 8, 12이다.

15. [출제의도] 몰과 부피, 분자량 이해하기

N_2O_2 의 분자량(60)이 NO_2 의 분자량(46)보다 크고, N_2O 의 분자량(44)보다도 크므로, 1g당 전체 분자 수는 (나) > (가)이다. 따라서 ㉠은 3N, ㉡은 4N이

다. (가) 속 기체의 양을 nmol, (나) 속 전체 기체의 양을 2nmol, NO_2 의 양을 xmol이라고 하면,

$$\frac{n}{60 \times n} : \frac{2n}{46 \times x + 44 \times (2n - x)} = 3:4 \text{이고, } n=x \text{이다. 따라서}$$

$$\frac{(나) \text{ 속 } \text{N}_2\text{O}(g) \text{의 질량}}{(가) \text{ 속 } \text{N}_2\text{O}_2(g) \text{의 질량}} = \frac{44 \times n}{60 \times n} = \frac{11}{15} \text{이다.}$$

16. [출제의도] 바닥상태 전자 배치와 양자수 이해하기

${}_{13}\text{Al}$ 의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 이므로 $n=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 3이고, $l=0$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 6이다. 따라서 $x+y=3$ 이다.

17. [출제의도] 산화수 변화로 화학 반응식 완성하기

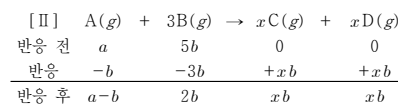
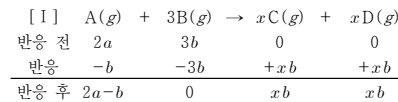
Cr과 Cl의 산화수 변화는 각각 $+3 \rightarrow +6$, $+1 \rightarrow 0$ 이고, 화학 반응에서 증가한 산화수의 총합과 감소한 산화수의 총합이 같아야 하므로 $3a=b$ 이다. $a=n$, $b=3n$ 이라 할 때, 반응물과 생성물에서 전하량의 총합은 같으므로 $(-n) - 3n = (-2n) - f$ 이고, $f=2n$ 이다. 따라서 $\frac{f}{a+b} = \frac{2n}{n+3n} = \frac{1}{2}$ 이다.

18. [출제의도] 물의 자동 이온화와 pH 이해하기

ㄱ. $[\text{OH}^-] = \frac{[\text{OH}^-] \text{의 양(mol)}}{\text{부피(L)}}$ 는 (가):(나) = $10^4:1$ 이므로 (가)는 $\text{NaOH}(aq)$ 이고, (나)는 $\text{HCl}(aq)$ 이다. ㄴ. $a \times 100 : \frac{1 \times 10^{-14}}{100a} \times 10 = 10^6:1$ 이므로, $a=10^{-6}$ 이다. ㄷ. (가)의 $\text{pOH}=6$ 이고, $\text{pH}=8$ 이다. (나)의 $\text{pH}=4$ 이고, $\text{pOH}=10$ 이다. 따라서 $\frac{(가) \text{의 pH}}{(나) \text{의 pOH}} = \frac{4}{5}$ 이다.

19. [출제의도] 화학 반응식의 양적 관계 이해하기

I, II에서 반응 후 생성된 C(g)의 질량은 22wg으로 같기 때문에, I, II에서 반응한 물질의 양(mol)은 같다. 따라서 I에서는 B가 모두 반응했고, II에서는 A가 모두 반응했다. A 7wg을 amol, B 8wg을 bmol이라고 하면 반응의 양적 관계(mol)는 다음과 같다.



II에서 A가 모두 반응하므로 $a-b=0$ 이고 $a=b$ 이다.

반응 후 남아 있는 반응물의 양(mol)은 $\frac{a}{a+2xa}$:
 $\frac{2a}{2a+2xa} = 3:5$ 이므로 $x=2$ 이다. 반응 전후 질량은 보존되므로 생성된 D는 9wg이다. B, D의 분자량을 각각 M_B , M_D 라고 하면 B와 D의 반응 몰비는 3:2이므로 $\frac{24w}{M_B} : \frac{9w}{M_D} = 3:2$ 이고, $\frac{M_B}{M_D} = \frac{16}{9}$ 이다. 따라서 $x \times \frac{B \text{의 분자량}}{D \text{의 분자량}} = \frac{32}{9}$ 이다.

20. [출제의도] 중화 반응의 양적 관계 이해하기

혼합 용액	이온의 양(mmol)			
	H^+	A^-	B^{2+}	OH^-
(가)	$40a-20b$	40a	10b	0
(나)	0	30a	10b	$20b-30a$

(가)는 산성이므로 (가)에 가장 많이 존재하는 이온은 A^- 이고, $40a-20b > 0$ 이므로 $2a > b$ 이다. 따라서 (나)에서 B^{2+} 은 20ammol보다 작고, OH^- 은 10a mmol보다 작으므로 (나)에 가장 많이 존재하는 이온은 A^- 이다. $\frac{\text{H}^+ \text{ 또는 OH}^- \text{의 양(mol)}}{\text{가장 많이 존재하는 이온의 양(mol)}}$ 은

$$(가):(나) = \frac{40a-20b}{40a} : \frac{20b-30a}{30a} = 3:2 \text{ 이므로, } 5a=3b \text{ 이다.}$$

$$\text{고, } \frac{b}{a} = \frac{5}{3} \text{ 이다.}$$