2020학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학Ⅰ]

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

1. [출제의도] 탄소 화합물이 일상생활에 활용되는 사례 이해하기

메테인(CH_4)은 C 원자 1개와 H 원자 4개로 이루어진 화합물로 액화 천연가스(LNG)의 주성분이다.

2. [출제의도] 금속 결합과 공유 결합 이해하기

ㄴ. 다이아몬드는 비금속 원소인 탄소로만 이루어진 공유 결합 물질이다. ㄷ. 금속 결합 물질인 나트륨은 고체에서 전기 전도성이 있고, 공유 결합 물질인 다이아몬드는 고체에서 전기 전도성이 없다.

3. [출제의도] 분자의 극성 이해하기

ㄱ. AB에는 공유 전자쌍이 B쪽으로 치우친 극성 공유 결합이 있다. ㄴ. BC는 극성 분자로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. ㄷ. 전기 음성도는 C>B>A이다.

4. [출제의도] 분자의 구조와 결합각 이해하기

분자	BCl_3	NH_3	H_2O	CH_4
분자 모양	평면 삼각형	삼각뿔형	굽은형	정사면체형
결합각	β=120°	α=107°	104.5°	109.5°

따라서 H_2O과 CH_4은 각각 영역 Ⅰ과 Ⅱ에 속한다.

5. [출제의도] 산 염기의 정의 적용하기

화학 반응에서 브뢴스테드·로리 염기는 양성자(H^+)를 받는 물질이다. 따라서 H_2O이 브뢴스테드·로리 염기로 작용하는 반응은 (가)이다.

6. [출제의도] 루이스 전자점식 이해하기

ㄱ, ㄴ. X~Z의 원자가 전자 수와 원소 기호는 다음과 같다.

원소	X	Y	Z
원자가 전자 수	4	1	5
원소 기호	C	H	N

XY_4에서 X는 Ne의 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다. ㄷ. Z_2는 N_2이고 Y_2는 H_2이며 공유 전자쌍 수는 각각 3, 1이다.

7. [출제의도] 오비탈에 들어 있는 전자의 양자수 이해하기

$1s$, $2s$, $2p_x$에 들어 있는 전자의 주 양자수(n)는 각각 1, 2, 2이고, 부(방위) 양자수(l)는 각각 0, 0, 1이다.

8. [출제의도] 산화수 이해하기

산화수는 공유 결합하는 두 원자 중 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 모두 가져간다고 가정할 때, 각 원자가 갖는 전하이다. 따라서 Y의 산화수는 (가)에서 +1, (나)에서 -3이므로 $a+b=-2$이다.

9. [출제의도] 동위 원소와 평균 원자량 이해하기

ㄱ. 동위 원소는 양성자 수는 같고 중성자 수가 서로 다르므로 X의 동위 원소는 (가)와 (다) 또는 (나)와 (다)이다. X의 평균 원자량은 63.6이고 원자량은 $^mX > {}^nX$이므로, (가)~(다)는 각각 ^nX, ^lY, ^mX이다. ㄴ. (나)와 (다)는 동위 원소가 아니므로 원자에서 양성자 수(=전자 수)가 서로 다르다. ㄷ. ^nX와 ^mX의 존재 비율(%)을 각각 $100-x$, x라고 할 때, $63.6=\frac{63\times(100-x)+65\times x}{100}$이므로 x=30이다.

10. [출제의도] 물의 이온화 상수와 pH 이해하기

25℃에서 $K_w=[H_3O^+][OH^-]=1.0\times10^{-14}$으로 일정하므로 수용액 (가), (나)의 pH와 $[OH^-]$는 다음과 같다.

수용액	(가)	(나)
pH(=$-\log[H_3O^+]$)	5	9
$[OH^-]$	1.0×10^{-9}M	1.0×10^{-5}M

11. [출제의도] 원소의 주기적 성질 분석하기

ㄱ. 바닥상태 원자 O, F, Mg, Al의 홀전자 수는 각각 2, 1, 0, 1이므로 (나)는 O, (라)는 Mg이다. ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 증가하므로 (가)~(라)는 각각 Al, O, F, Mg이고 x<4.07이다. ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 작아지고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 커지므로 원자 반지름은 Al>F이다.

12. [출제의도] 몰 농도 이해하기

용액의 몰 농도(M)=$\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$이며, 용질의 양(mol)=$\frac{\text{질량}}{\text{화학식량}}$이다. 혼합 전과 후 용질의 양(mol)은 서로 같으므로 $x$mol/L×0.1L+$\frac{4\text{g}}{100\text{g/mol}}$=0.2mol/L×0.25L이고, x=0.1이다.

13. [출제의도] 이온 결합의 형성 과정과 특징 이해하기

ㄱ. 그림에서 에너지가 최소인 지점의 오른쪽에서는 인력이 반발력보다 우세하고, 왼쪽에서는 반발력이 인력보다 우세하다. ㄴ. 에너지가 최소인 지점에서 Na^+과 X^-이 인력과 반발력의 균형을 이루며 가장 안정한 상태의 NaX를 형성하고, 이때 NaX의 이온 사이의 거리가 236pm이므로 x<236이다. ㄷ. 이온 결합 물질은 이온의 전하량이 클수록, 이온 사이의 거리가 가까울수록 녹는점이 높다. NaX와 NaY에서 이온의 전하량 크기는 같고, 이온 사이의 거리는 NaY>NaX이므로 녹는점은 NaX>NaY이다.

14. [출제의도] 열의 출입 측정하기

고체가 물에 용해되는 반응이 발열 반응인 경우에는 수용액의 온도가 올라가고, 흡열 반응인 경우에는 수용액의 온도가 내려간다. 따라서 고체 A~C 중 물에 용해되는 반응이 발열 반응인 것은 A, C이다.

15. [출제의도] 오비탈의 전자 배치 이해하기

$\frac{p\text{오비탈의 총 전자 수}}{s\text{오비탈의 총 전자 수}}$를 a라고 하면 3주기 원소의 a는 다음과 같다.

원소	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
a	$\frac{6}{5}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{10}{6}$	$\frac{11}{6}$	$\frac{12}{6}$

따라서 (가)~(라)는 각각 Na, Mg, Al, Si이고 홀전자 수는 각각 1, 0, 1, 2이다. Al의 바닥상태 전자 배치는 $1s^22s^22p^63s^23p^1$으로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 7이다.

16. [출제의도] 분자량, 몰, 기체의 부피 관계 이해하기

ㄱ. 같은 온도와 압력에서 기체의 양(mol)은 부피에 비례하므로 몰비는 $C_2H_x:C_3H_y$=2:1이다. ㄴ. 분자량=$\frac{\text{질량(g)}}{\text{물질의 양(mol)}}$이고, 질량비는 $C_2H_x:C_3H_y$=3:2이므로 분자량비는 $C_2H_x:C_3H_y=\frac{3}{2}:\frac{2}{1}$=3:4이다. ㄷ. C_3H_y에서 구성 원자 수비는 C:H=$\frac{\text{C의 질량}}{\text{C의 원자량}}:\frac{\text{H의 질량}}{\text{H의 원자량}}=\frac{9}{12}:\frac{1}{1}$=3:4이므로 y=4이다. C_3H_4의 분자량은 40이므로 C_2H_x의 분자량은 30이며 x=6이다.

17. [출제의도] 순차 이온화 에너지 이해하기

ㄱ, ㄴ. Z는 $E_1<E_2<E_3\ll E_4$이므로 원자가 전자 수가 3인 Al이고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 이온화 에너지는 감소하므로 X는 K, Y는 Na이다. ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 이온화 에너지는 대체로 증가하고, 이온화 에너지는 Al>Na이므로 a>496이다.

18. [출제의도] 산화 환원 반응의 화학 반응식 완성하기

ㄱ. Fe^{2+}은 전자를 잃고 Fe^{3+}으로 산화된다. ㄴ. $Cr_2O_7^{2-}$에서 O의 산화수는 -2이고 Cr의 산화수는 +6이다. ㄷ. Fe의 산화수는 +2에서 +3으로 증가하고, Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소한다. 증가한 산화수의 총합과 감소한 산화수의 총합이 같아야 하므로 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.

$$6Fe^{2+}(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq)+14H^+(aq)\rightarrow 6Fe^{3+}(aq)+2Cr^{3+}(aq)+7H_2O(l)$$

따라서 $a+b$=15이다.

19. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 이해하기

반응 후 C의 질량이 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 2배 많으므로 반응한 A, B의 질량은 Ⅱ에서가 Ⅰ에서의 2배이다. Ⅰ에서 A가 한계 반응물이라면, 반응 후 C의 질량은 8g보다 커야 하므로 Ⅰ에서는 B가 한계 반응물이다. Ⅱ에서 B가 한계 반응물이라면, Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 반응 전 질량이 A의 질량은 $\frac{2}{3}$배, B의 질량은 2배이므로 전체 기체의 부피는 2배가 아니다. 따라서 Ⅱ에서 A가 한계 반응물이다. Ⅱ에서 반응한 A의 질량은 14g이고, 생성된 C의 질량이 16g이므로 반응의 질량비는 A:B:C=14:2:16=7:1:8이다. 반응의 몰비는 A:C=1:1이므로 분자량비는 A:C=7:8이다. A 7g을 $n$mol, C 8g을 $n$mol이라고 가정하고, Ⅰ과 Ⅱ에서 반응 전 B의 양(mol)을 각각 bn, mn이라 하면 Ⅰ, Ⅱ에서 각 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

실험 Ⅰ	A	+	bB	→	C
반응 전	$3n$		bn		0
반응	$-n$		$-bn$		$+n$
반응 후	$2n$		0		n

실험 Ⅱ	A	+	bB	→	C
반응 전	$2n$		mn		0
반응	$-2n$		$-2bn$		$+2n$
반응 후	0		$(m-2b)n$		$2n$

전체 기체의 부피비에 따라 $(3n+bn):(2n+mn):((m-2b)n+2n)$=5:10:6이므로 b=2, m=8이다. 따라서 분자량비는 A:B:C=14:1:16이고, B 1g이 $2n$mol이므로 x=4이다.

20. [출제의도] 중화 반응 이해하기

ㄱ. Ⅰ과 Ⅲ에서 H_nA의 부피는 Ⅲ>Ⅰ이고 X의 양(mol)은 Ⅰ>Ⅲ이므로 X는 OH^-이다. ㄴ, ㄷ. Ⅰ~Ⅲ의 X의 몰 농도와 X의 양(mol)은 다음과 같다.

1

비커	[X](M)	X의 양($\times 10^{-3}$mol)
Ⅰ	$\frac{(20a-4n)}{24}=3$	72
Ⅱ	$\frac{(20a-yn)}{20+y}=2$	$2(20+y)$
Ⅲ	$\frac{(20a-20n)}{40}=1$	40

따라서 $a=4,\ n=2,\ y=10$이다.