

# 2014학년도 7월 고3 전국연합학력평가

## 정답 및 해설(탐구 영역)

### 과학탐구 영역

#### 화학 I 정답

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

### 과학탐구 영역

#### 화학 I 해설

#### 1. [출제의도] 인류 문명과 관련된 화학 반응 이해하기

인류는 화석 연료가 연소될 때 생기는 열을 이용하여 문명을 발전시켰고, 불을 이용하여 광석으로부터 철을 제련하였다. 화석 연료 A의 연소 생성물에 물이 있는 것으로 A에 수소(H)가 포함되어 있음을 알 수 있다. 화석 연료의 연소 반응과 철의 제련 과정에서 발생하는 이산화 탄소는 지구 온난화의 원인이 된다.

#### 2. [출제의도] 탄소 동소체의 구조와 성질 이해하기

다이아몬드와 동소체인 탄소 나노 튜브는 탄소 원자 1개당 3개의 탄소 원자들이 공유 결합을 형성하여 정육각형 모양으로 연결된 원통 모양을 하고 있다. 이 물질에서는 공유 결합에 참여하지 않은 원자가 전자 1개가 자유 전자와 같은 역할을 하므로 전기 전도성을 가지게 된다.

#### 3. [출제의도] 물질의 입자 개념 이해하기

(가)의  $X_2$ 와  $Y_2$ 는 모두 원소이다. 부피가 같은 (가)와 (나)에 X와 Y의 원자가 각각 같은 수로 들어 있어 질량이 같으므로 밀도가 같다. 분자 수 비는 몰수 비와 같으므로 (가)와 (나)의 몰수 비는 3:2이다.

#### 4. [출제의도] 다전자 원자의 전자 배치에 대한 자료 해석하기

A~D의 전자 배치는 바닥상태이다. A의 원자가 전자 수는 5개이고, C의 원자가 전자 수는 1개이다. B와 D는 안정한 이온이 될 때, 각각 -1가 음이온, +2가 양이온이 되므로 화합물의 화학식은  $DB_2$ 이다.

#### 5. [출제의도] 원자 반지름과 이온 반지름에 대한 자료 분석하기

이온 반지름이 1보다 작으면 금속 원소, 1보다 크면 비금속 원소이다. A의 안정한 이온의 전자 배치는 네온과 같고, B와 C는 아르곤과 같다. 같은 주기에서 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크므로  $A < B$ 이다.

#### 6. [출제의도] 화학 반응에서의 양적 관계 탐구 설계하기

$CaCO_3(s)$ 과  $HCl(aq)$ 의 화학 반응식은 다음과 같다.  
 $CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$   
 $CaCO_3$ 의 질량이 3.00 g~4.00 g에서 HCl이 한계 반응물이 되어  $CO_2$ 의 생성량은 더 증가하지

않으므로  $CaCO_3$  5.00 g에서  $x$ 는 1.44이다. 생성된 기체의 질량은 반응 전  $CaCO_3$ 의 질량( $w_1$ )과 반응 전 삼각 플라스크의 질량( $w_2$ )을 더한 값에서 반응 후 삼각 플라스크의 질량( $w_3$ )을 뺀 값으로 구할 수 있다( $w_1 + w_2 - w_3$ ). 반응한  $CaCO_3$ 과 생성된  $CO_2$ 의 몰수 비는  $\frac{1g}{100g/mol} : \frac{0.44g}{44g/mol}$  이므로 1:1이다.

#### 7. [출제의도] 원소 분석에 대한 자료 분석하기

(가)의 성분 원소 질량비는 C:H=4:1이므로 원자 수 비가 1:3이고 실험식은  $CH_3$ 이다. (나)의 성분 원소 질량비는 C:H=9:1이므로 원자 수 비가 3:4이고 실험식은  $C_3H_4$ 이다. (가)와 (나)에서 탄소의 질량 백분율이 8:9이므로 물질 1g에 들어 있는 탄소 원자의 질량비도 8:9이다. 완전 연소되면 탄화 수소( $C_mH_n$ ) 1몰 당  $CO_2$ 와  $H_2O$ 이  $m : \frac{n}{2}$ 의 비율로 생성되므로 실험식이  $C_3H_4$ 인 (나)가 완전 연소되면 생성물의 몰수 비  $CO_2 : H_2O = 3:2$ 이다.

#### 8. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 적용하기

$C_6H_{12}O_6$ (포도당) +  $6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$   
 화학 반응식에서 (a+b)의 값은 12이다. 720g의 포도당의 몰수는  $\frac{720g}{180g/mol} = 4$ 몰이다. 포도당 1몰은 6몰의  $CO_2$ 를 생성하므로 4몰의 포도당은 24몰의  $CO_2$ 를 생성하고, 이는 1056g이다. 포도당의 분자식은 실험식  $CH_2O$ 의 6배이며, 분자량은 실험식량의 6배이므로 실험식량은 30이다. 포도당에서 탄소의 산화수는 -1, 0, +1의 3가지이며, 이산화 탄소에서 탄소의 산화수는 +4이므로 산화수는 증가한다.

#### 9. [출제의도] 이온 결합 물질의 용융액과 수용액의 성질 비교하기

$NaCl$ 의 용융액과 수용액에는 모두  $Na^+$ ,  $Cl^-$ 이 존재한다.  $NaCl$  용융액을 전기 분해하면 (+)극에서는  $Cl_2$ 가 생성되고, (-)극에서는 금속  $Na$ 이 생성된다. 용융액 또는 수용액이 되는 과정에서  $NaCl$ 을 구성하는 입자들의 배열이 바뀌고 전자는 이동하지 않는다.

#### 10. [출제의도] 산화 환원 반응 이해하기

(가)에서 모든 원소의 산화수 변화는 없다. (나)에서  $NO$ 는 공기 중의  $O_2$ 와 반응하여  $NO_2$ 를 생성하며,  $NO$ 와  $NO_2$ 에서 N의 산화수는 각각 +2, +4이므로 산화수는 증가한다. (다)에서  $H_2O$ 은 산화수가 변하지 않으므로 산화 환원 반응에 참여하지 않는다.  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $HNO_3$ 에서 N의 산화수는 각각 +2, +4, +5이다.

#### 11. [출제의도] 탄소 화합물의 구조 이해하기

(가)는 에테인( $C_2H_6$ ), (나)는 벤젠( $C_6H_6$ ), (다)는 에텐( $C_2H_4$ )으로 불포화 탄화 수소이고, (라)는 사이클로헥세인( $C_6H_{12}$ )으로 포화 탄화 수소이다. 결합각( $\angle HCC$ )은 (가)는  $180^\circ$ , (나)는  $120^\circ$ , (다)는 약  $120^\circ$ , (라)는  $109.5^\circ$ 이다. 벤젠은 공명 구조로 단일 결합과 이중 결합의 중간적인 결합을 하고 있다. 탄소 원자 간 결합 길이는 삼중 결합 < 이중 결합 < 벤젠 < 단일 결합의 순이다.

#### 12. [출제의도] 공유 결합과 루이스 산 염기 개념 이해하기

$BF_3$ 는 중심 원자의 결합각이  $120^\circ$ 인 평면 삼각형으로 분자 내 모든 원자가 같은 평면에 존재한다. (가)는  $NH_3$ 로 중심 원자의 결합각이  $107^\circ$ 인 삼각뿔형 구조이며,  $BF_3$ 와 결합할 때 비공유 전

자쌍을 제공하므로 루이스 염기이다.  $BF_3NH_3$ 은 입체 구조이다.

#### 13. [출제의도] 전자쌍 반발 이론으로 분자 구조 예측하기

$BD_2$ 는  $CO_2$ 로 탄소 원자와 산소 원자 사이에 2개의 이중 결합이 있으므로 결합각이  $180^\circ$ 인 (가)의 배열을 한다.  $CE_3$ 는  $NF_3$ 로 중심 원자 N에 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 존재하여 (다)의 배열을 하고, 비대칭 구조이므로 쌍극자 모멘트의 합은 0이 아니다.  $A_2D$ 는  $H_2O$ 이고,  $DE_2$ 는  $OF_2$ 이다. O의 산화수는  $H_2O$ 에서 -2,  $OF_2$ 에서 +2이다.

#### 14. [출제의도] 금속의 반응성으로 산화 환원 반응 이해하기

실험 I에서 수소 기체 발생량을 비교하면 금속의 반응성은  $A > C > B$ 이다. 실험 II에서  $C^{2+}$  수용액에 금속 A를 넣은 비커에서는 A가 환원체로 작용하여  $C^{2+}$ 이 환원되는 반응이 일어나지만, 금속 B를 넣은 비커에서는 반응이 일어나지 않는다. 반응 후 금속 A가 담겨있던 비커의 질량이 증가한 것은 녹아 들어간  $A^{2+}$ 의 질량이 석출된  $C^{2+}$ 의 질량보다 크기 때문이므로 원자량은  $A > C$ 이다. 금속 C에 반응성이 더 작은 금속 B를 도선으로 연결하면 C의 부식이 촉진된다.

#### 15. [출제의도] 중화 반응을 모형으로 이해하기

중화 반응에서 혼합 용액의 온도가 최대가 되는 지점인 b가 중화점이다. 중화점 b에서는 구경꾼 이온만 존재하므로  $\circ$ 는 염기의 양이온이고,  $\bullet$ 는 산의 음이온이다. 수용액의 전하량의 총합은 0이 되므로  $\circ$ 는 +1가,  $\bullet$ 는 -2가 이온이다.

구분	산 10mL	염기 10 mL	b
$H^+$ (□)	4N	0	0
산의 음이온 (●)	2N	0	2N
염기 양이온 (○)	0	4N	4N
$OH^-$ (■)	0	4N	0

염기 5 mL를 첨가한 a에서  $\circ$ 와  $\blacksquare$ 가 2N개씩 첨가되므로, 중화 반응 후 남은 이온의 개수 비는  $\square : \bullet : \circ = 2N : 2N : 2N$ 이 된다.

#### 16. [출제의도] 수소의 전자 전이와 선 스펙트럼 자료 분석하기

가시광선 영역의 선 스펙트럼에서 ①은 두 번째로 긴 파장이므로  $4 \rightarrow 2$ 의 전자 전이에 해당한다. a와 d의 에너지의 합은 c와 같으나, 파장은 에너지에 반비례하므로 a와 d의 파장의 역수의 합이 c의 파장의 역수와 같다.

방출하는 에너지가 가장 큰 것은 c이고

$$\Delta E \propto -\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1^2}\right) = \frac{8}{9}$$

흡수하는 에너지가 가장 큰 것은 b이므로

$$\Delta E \propto -\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = -\frac{5}{36}$$

b와 c의  $\Delta E$  크기 비는  $\left|\frac{8}{9}\right| : \left|-\frac{5}{36}\right| = 32 : 5$ 이다.

#### 17. [출제의도] 원소의 순차적 이온화 에너지 자료 분석하기

B와 D는  $E_2$ 에서 에너지가 급격하게 증가하므로 1족 원소이고 A와 C는  $E_3$ 에서 에너지가 급격하게 증가하므로 2족 원소이다. D의 순차적 이온화 에너지는 B보다 크므로 D는 3주기, B는 4주기 원소이다. C의 순차적 이온화 에너지는 A보다 크므로 C는 3주기, A는 4주기 원소이다. 따라서 A는 Ca, B는 K, C는 Mg, D는 Na이다. C 이온( $Mg^{2+}$ )과 D 이온( $Na^+$ )의 전자 수는 같고 유효

핵전하는 C 이온이 더 크므로 안정한 이온의 반지름은  $D > C$ 이다.

18. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

바닥상태의 전자 배치에서 홀전자 수는 질소(N)가 3개, 산소(O)와 황(S)은 2개, 플루오린(F)과 염소(Cl)는 1개이다.  $b=e=2$ 의 조건을 만족시키는 경우는 없으므로  $b=e=1$ 이다.  $a-c=1$ 이므로  $a=3, c=2$ 이고,  $d-b=1$ 이므로  $d=2$ 이다. 따라서  $(b+d+e)$ 는 4이다. A는 질소이고, B와 E는 플루오린 또는 염소, C와 D는 산소 또는 황이다. 원자 반지름이  $B > E$ 이므로 B는 염소, E는 플루오린이다. 원자 반지름이  $C > D$ 이므로 C는 황, D는 산소이다. 전기 음성도는  $F > Cl$ 이고, 이온화 에너지는  $N > O > S$ 이다.

19. [출제의도] 생명 속의 화합물로 산 염기 개념 이해하기

산성 용액에서 아미노산의  $-NH_2$ 는  $H^+$ 을 받아서  $-NH_3^+$ 가 된다. ㉠의  $-COO^-$ 와 ㉡의  $-NH_2$ 는  $H^+$ 을 받을 수 있는 브뢴스테드-로우리 염기이다. ㉢의 중심 원자인 P은 5개의 전자쌍을 가지므로 3d 오비탈에 전자가 채워지는 확장된 옥텟 규칙으로 결합 구조를 설명할 수 있다.

20. [출제의도] 산 염기 중화 반응 적용하기

$H_2A(aq)$ 과  $B(OH)_2(aq)$ 의 반응에서 양금은 생성되지 않으므로 구경꾼 이온인  $A^{2-}$ 는 개수가 변하지 않는다.

$B(OH)_2(aq)$  20 mL를 첨가한 혼합 용액 (가)가 산성이므로  $H^+, A^{2-}, B^{2+}$  3가지 이온이 존재하고, 이온 수의 비율을 만족하기 위해서는 단위 부피당 이온 수는  $H_2A(aq)$ 이  $B(OH)_2(aq)$ 의 2배가 되어야 한다.

혼합 용액 (가)		$H^+$	$A^{2-}$	$B^{2+}$	$OH^-$
이온 수	반응 전	4N	2N	N	2N
	반응	2N	-	-	2N
	반응 후	2N	2N	N	0
이온 수의 비율(%)		40	40	20	0

혼합 용액 (나)가 염기성이므로  $OH^-, A^{2-}, B^{2+}$  3가지 이온이 존재하고, 이온 수의 비율을 만족하기 위해서는  $B(OH)_2$ 가 3N개 첨가되어야 하므로  $x=60$ 이다.

혼합 용액 (나)		$H^+$	$A^{2-}$	$B^{2+}$	$OH^-$
$B(OH)_2(aq)$ 첨가		0	0	3N	6N
이온 수	반응 전	2N	2N	N	0
	반응	2N	-	-	2N
	반응 후	0	2N	4N	4N
이온 수의 비율(%)		0	20	40	40

혼합 용액 (가)의 양이온 수는 3N이고, 혼합 용액 (나)의 양이온 수는 4N이므로 (가):(나) = 3:4 이다.