

2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

과학탐구 영역

화학 II 정답

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

화학 II 해설

1. [출제의도] 화학 반응에서의 에너지 전환 이해하기

㉠은 연소 반응으로 발열 반응이다. ㉡은 액체 상태의 물이 기체 상태의 수증기로 변화하였으므로 엔트로피는 증가한다. 메테인과 산소가 가지고 있는 화학 에너지가 열 에너지로 전환되어 물이 끓는다.

2. [출제의도] 엔트로피와 반응의 자발성 이해하기

ΔH 가 0보다 작으면 계에서 주위로 열을 방출하고, ΔH 가 0보다 크면 주위에서 계로 열이 흡수된다. 세 반응에서 반응 전보다 반응 후에 분자수가 감소하므로 계의 ΔS 는 0보다 작다. ΔG 가 온도와 무관하게 양의 값을 갖기 위해서는 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$ 의 조건을 만족해야 한다.

3. [출제의도] 결정의 단위 세포 구조 이해하기

단위 세포면의 대각선 길이는 $4r$, 모서리 길이는 l 이므로 $l^2 + l^2 = (4r)^2$, $l = 2\sqrt{2}r$ 이다. 면심 입방 구조는 단위 세포 당 4개($\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8$ 개)의 원자를 포함한다. 면심 입방 구조에서 한 원자와 가장 인접한 원자는 12개이다.

4. [출제의도] 산 염기 반응과 산화 환원 반응에서 양적 관계 이해하기

NOF에서 F의 산화수는 -1, O는 -2, N는 +3이다. 25°C일 때 강산과 강염기의 중화 반응에서 중화점의 pH는 7이다. (다)의 반응식을 완성하면 $H_2O_2 + 2H^+ + 2I^- \rightarrow 2H_2O + I_2$ 이 되므로 d 는 1이다.

5. [출제의도] 분자 간의 힘 이해하기

A와 B는 I_2 와 Cl_2 이고, C와 D는 HCl 와 HF 이다. A는 분자량이 가장 크므로 분산력도 가장 크다. B는 무극성 분자, C는 극성 분자이므로 C의 쌍극자 모멘트가 더 크다. D는 수소 결합을 하므로 분자량이 큰 C보다 끓는점이 더 높다.

6. [출제의도] 어는점 내림 적용하기

0.1 M X(aq) 1 L의 질량은 $1000d$ g이고, X의 화학식량이 60이므로 0.1몰의 질량은 6 g이다. 용매 질량은 $(1000d - 6)$ g이고, 용질은 0.1몰이므로 몰랄 농도를 x m라고 하면 $\frac{0.1 \text{ 몰}}{(1000d - 6) \text{ g}} = \frac{x \text{ 몰}}{1000 \text{ g}}$ 이므로 $x = \frac{100}{1000d - 6}$ 이다. $\Delta T_f = K_f \times m$ 이므로 $\Delta T_f = \frac{186}{1000d - 6}$ °C이다.

7. [출제의도] 연소열의 측정 이해하기

에탄올의 연소에 의해 발생하는 열량은 $(4.2 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 1000 \text{ g} \times 2^\circ\text{C}) + (2.8 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \times 2^\circ\text{C}) = 14 \text{ kJ}$ 이며, 에탄올 0.46 g은 0.01몰이므로 에탄올의 연소열은 1400 kJ/몰이다. t_2 가 실제보다 낮으면 발생하는 열량이 작게 측정되므로 연소열도 작게 계산된다. (가)에서 500 g의 물로 실험해도 연소열은 변하지 않고, t_2 는 높아진다.

8. [출제의도] 온도 변화와 평형 이동 이해하기

화학 반응식의 계수비를 이용하면 (나)에서 A와 C의 농도(몰/L)는 4와 1이므로 ㉠은 4이다. 온도를 높였을 때 역반응이 우세하게 일어나므로 정반응의 엔탈피 변화(ΔH)는 0보다 작다. (가)에서 역반응이 우세하게 진행되어 (나)가 되면서 평형 상수가 감소하므로 (가)의 평형 상수가 더 크다.

9. [출제의도] 용해도와 농도 이해하기

용매가 200 g, 용질이 50 g이므로 퍼센트 농도는 20%, 용해도는 25(g/물 100 g)이다. 용질의 몰수는 $\frac{50}{M_X}$ 몰, 용액의 부피는 $\frac{250}{1000d}$ L이므로 몰농도는 $\frac{200d}{M_X}$ M이다.

10. [출제의도] 자유 에너지 변화 이해하기

$\Delta G = -\Delta S \cdot T + \Delta H$ 이므로 온도(T)에 따른 자유 에너지 변화(ΔG) 그래프에서 ΔH 는 y 절편, $-\Delta S$ 는 기울기에 해당한다. 따라서 A~C에서 ΔH 와 ΔS 의 부호는 다음과 같다.

구분	A	B	C
ΔH	-	+	-
ΔS	-	-	+

그러므로 A는 III, B는 IV, C는 II이다.

11. [출제의도] 산과 염기의 이온화 상수 이해하기

이온화 상수가 작은 HF는 약산이며, 역반응이 우세하다. 따라서 산의 세기는 H_3O^+ 이 HF보다 강하다. $K_a \times K_b = 1.0 \times 10^{-14}$ 이므로 F^- 의 K_b 는 1.59×10^{-11} 이고, CN^- 의 K_b 는 1.6×10^{-5} 이다. $NaCN(aq)$ 의 CN^- 은 약산의 짝염기이므로 가수분해한다. 용액 속에서 $\frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]} = 1.6 \times 10^{-5}$, $[OH^-] = 4 \times 10^{-3}$ M으로 pOH 는 $3 - \log 4$ 이며, 25°C에서 $pH + pOH = 14$ 이므로 pH는 $11 + \log 4$ 이다.

12. [출제의도] 기체 반응과 압력 변화 이해하기

일정 온도에서 $PV \propto n$ 이므로 H_2 와 O_2 의 분자수비는 1:1이다. (나)에서 H_2 와 O_2 의 부분 압력은 각각 $\frac{2}{3}$ 기압이므로 전체 압력은 $\frac{4}{3}$ 기압이다.

(다)에서 남아 있는 O_2 는 $\frac{1}{3}$ 기압이므로 (나)와 (다)의 압력비는 4:1이다. (라)에서 용기 내 압력과 대기압의 차이가 $\frac{2}{3}$ 기압이 되어 수은 면의 높이 차는 (라)가 (가)의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

13. [출제의도] 전기 분해 반응에서 양적 관계 이해하기

$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ 반응에서 21.6 g의 Ag이 석출되기 위해서는 0.2 몰의 전자가 필요하다. 0.2 몰의 전자로는 0.1 몰(6.4 g)의 M^{2+} 이 환원되므로 M의 원자량은 64이다. 두 수용액의 (+)극에서 일어나는 반응은 $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ 으로 같기 때문에 전하량 Q 를 가했을 때 발생된 기체의 몰수는 같다.

14. [출제의도] 상평형 그림과 물질의 상태 이해하기

(나)는 액체와 기체가 평형을 이루고 있으므로 삼중점에서의 압력 P 보다 높아야 한다. (나)는 평형 상태이므로 자유 에너지는 변하지 않는다. 온도가 T 보다 낮으면 대부분의 X는 고체로 변하지만 일부는 승화되어 기체 상태로도 존재한다.

15. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기

생성 엔탈피로부터 $3C_2H_2(g)$ 와 $C_6H_6(g)$ 의 엔탈피 차이는 598 kJ이다. $3C_2H_2(g)$ 와 $C_6H_6(g)$ 의 연소 생성물이 같으므로 $3a + 598 = b$ 이다. 결합 에너지의 총합은 $C_2H_2(g)$ 의 3배가 $C_6H_6(g)$ 보다 598 kJ 더 작다. $3C_2H_2(g) \rightarrow C_6H_6(g)$ 는 발열 반응이다.

16. [출제의도] 산 염기 반응에서 양적 관계 이해하기

(다)에는 중화 반응으로 생성된 $NaA(aq)$ 과 남은 $HA(aq)$ 이 존재한다. $[Na^+] = \frac{5 \text{ mmol}}{150 \text{ mL}} = \frac{1}{30}$ M이고, $[H^+] = 2.0 \times 10^{-4}$ M이므로, $[Na^+] > [H^+]$ 이다. $[A^-] > [Na^+]$ 이다. (나)와 (다)는 모두 산 0.005몰과 염기 0.005몰의 중화 반응으로 0.005몰의 물 분자가 생성되지만 (다)의 경우 물 분자 일부는 가수 분해되어 감소한다. (가)와 (라)는 모두 0.1 M HA 100 mL, 0.1 M NaOH 50 mL, 0.1 M HCl 50 mL를 혼합한 용액이므로 (가)와 (라)의 pH는 동일하다.

17. [출제의도] 물의 증기 압력 이해하기

평형 (가)와 (나)에서 물의 온도가 일정하므로 증발 속도는 서로 같다. 25 mmHg일 때의 끓는점은 25 mmHg의 증기 압력을 나타내는 T_1 이다. 일정한 부피에서 $n \propto \frac{P}{T}$ 이므로 분자수는 (다)가 (나)의 $4 \frac{T_1}{T_2}$ 배이다.

18. [출제의도] 평형 상태와 물질의 양 분석하기

기체 A의 몰분율이 모두 0.5이므로 A의 부분 압력은 초기 상태에서 2 기압(4몰), 평형 상태에서 1.5 기압이다. 평형 상태에서 B와 C의 몰수의 합이 3몰이므로 반응 전후 물질의 양을 고려하면 변화된 몰수 비는 A:B:C = 1:3:2이다. 따라서 평형 상태에서 B는 1몰, C는 2몰이고, b 는 3이다. 평형 상수는 $K = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{4}{3}$ 이다. 평형 상태일 때 B의 부분 압력은 0.5 기압이다.

19. [출제의도] 전지 반응과 표준 전지 전위 이해하기

Zn 전극에서는 $Zn(s)$ 의 산화 반응이 일어나고, Pt 전극에서는 환원 전위가 더 큰 $Fe^{3+}(aq)$ 의 환원 반응이 일어나므로 전자는 Zn 전극에서 Pt 전극으로 이동한다. $Zn + 2Fe^{3+} \rightarrow Zn^{2+} + 2Fe^{2+}$ 의 반응에서 표준 전지 전위는 $0.77 \text{ V} - (-0.76 \text{ V}) = 1.53 \text{ V}$ 이고, Fe^{3+} 의 농도는 감소한다.

20. [출제의도] 혼합 기체의 용해 평형 이해하기

(가)에서 1 L 용액에 용해된 A의 질량은 0.04 g이다. (나)의 기체 부피가 3배가 될 때 용해되어 있던 A가 기체 상태로 빠져 나오므로 기체 A의 압력은 $\frac{1}{3}$ 기압보다 크다. 기체 B의 압력이 기체 A의 2배이면 용해된 질량이 같지만, (나)에서 B의 압력은 A의 2배인 $\frac{2}{3}$ 기압보다 작으므로 용해된 B의 질량은 A의 질량보다 작다.

