

2014학년도 7월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설(탐구 영역)

과학탐구 영역

화학 II 정답

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

과학탐구 영역

화학 II 해설

1. [출제의도] 물의 특성 이해하기

물의 밀도가 얼음의 밀도보다 크기 때문에 빙산은 바닷물 위에 뜬다. 해풍과 육풍의 원인은 육지와 바다의 비열 차에 의해 발생한다. 누워서도 종이에 만년필로 글씨를 쓸 수 있는 이유는 만년필 펜촉에 있는 얇은 판의 모세관 현상 때문이다.

2. [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘과 끓는점의 관계 분석하기

무극성 분자는 분자량이 작을수록 끓는점이 낮으므로 분자량이 작은 A의 끓는점이 C보다 낮다. 무극성 분자인 C가 극성 분자인 B보다 끓는점이 높은 이유는 분자량에 의한 분산력 효과가 극성 효과보다 크기 때문이다. 분자량이 같을 경우, 극성 분자의 끓는점이 무극성 분자보다 높으므로 극성 분자인 D의 끓는점이 무극성 분자인 C보다 높다.

3. [출제의도] 인체 내에서 일어나는 화학 평형 적용하기

정반응이 발열 반응이므로 온도가 올라가면 역반응이 우세하게 진행되어 HbO₂ 농도는 감소한다. 혈액의 수소 이온 농도가 증가하면 역반응이 우세하게 진행된다. 혈액의 O₂ 농도가 감소하면 역반응이 우세하게 진행된다.

4. [출제의도] 화학 반응의 엔트로피 변화와 반응열 개념 이해하기

2NO₂(g) → N₂(g) + 2O₂(g) 반응에서 반응 전보다 반응 후에 분자 수가 증가하므로 ΔS > 0이다. 발열 반응이므로 ΔH < 0이고, 분해열은 1몰의 NO₂가 분해될 때 엔탈피 변화이므로 -33.2 kJ/mol이다.

5. [출제의도] 산의 세기와 이온화 상수 이해하기

K_a가 클수록 강산이고, K_a가 작을수록 약산이므로 HA는 H₃O⁺보다 산의 세기가 약하다. K_a = Ca²를 이용하면 HA의 이온화도(α) = 1.0 × 10⁻⁴를 구할 수 있고, pH = -log[Ca] = 5이다. K_w = K_a × K_b이므로 K_b = 1.0 × 10⁻⁵이다.

6. [출제의도] 표준 용액을 만드는 탐구 수행하기

표준 용액을 만들 때 부피 플라스크(A)를 사용하며, 몰 농도(M) = $\frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로

$$0.5 \text{ mol/L} = \frac{x \text{ g}}{1 \text{ L}} \times \frac{M_{\text{KHCO}_3} / \text{mol}}{1000 \text{ g/mol}}$$

에서 x = 50이다. 0.5 M

$$\text{KHCO}_3 \text{ 수용액의 몰랄 농도}(m) = \frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$$

$$= \frac{0.5 \text{ mol}}{\left(\frac{1000d-50}{1000}\right) \text{ kg}} = \frac{500}{1000d-50} \text{ mol/kg 이다.}$$

7. [출제의도] 중화열과 용해열로 반응열 이해하기

실험 I에서는 중화열만 발생하고, 실험 II에서는 용해열과 중화열이 발생하므로 Q₁과 Q₂는 다르다. NaOH의 용해 반응은 발열 반응이므로 Q₁이 Q₂보다 작다. 실험 I에서 0.1 몰의 물이 생성되므로 중화열(ΔH)은 -10Q₁ kJ/mol이다. 실험 II에서 0.5 M HCl 200 mL와 4 g NaOH이 중화 반응하면 0.1 몰의 물이 생성된다.

8. [출제의도] 용해 과정의 엔탈피 변화 이해하기

용질 X가 온도 T에서 용해되는 과정은 ΔG < 0이므로 자발적 과정이며, ΔG = ΔH - TΔS < 0에서 TΔS < 0이므로 ΔH < 0이고 발열 반응이다. ΔH₁ > 0(흡열), ΔH₂ > 0(흡열), ΔH₃ < 0(발열)이므로 용질 X가 용해되는 과정이 발열 반응이 되려면 |ΔH₁ + ΔH₂|이 |ΔH₃|보다 작아야 한다.

9. [출제의도] 용액의 어는점 내림 이해하기

용액 I ~ III의 어는점 내림은 I은 t₁ = K_f × $\frac{10}{M_X}$,

II는 2t₁ = K_f × $\frac{20}{M_X}$, III은 t₂ = K_f × $\frac{5}{M_X}$ 이다. 퍼센트

농도(%)는 I은 $\left(\frac{2}{202} \times 100\right)\%$, II는 $\left(\frac{2}{102} \times 100\right)\%$

III은 $\left(\frac{2}{402} \times 100\right)\%$ 이므로 퍼센트 농도(%)의 크기는 II > I > III이다. 용매 A와 (가)의 어는점 내림 상수(K_f)가 같으므로 II의 용매는 A이다. 몰랄 내림 상수 비는 K_{fA} : K_{fB} = $\frac{2t_1 M_X}{20} : \frac{t_2 M_X}{5} = t_1 : 2t_2$ 이다.

10. [출제의도] 표준 전지 전위와 자유 에너지 변화 이해하기

(가)에서 ΔG < 0이므로 B의 산화 반응은 자발적이고, B는 환원제로 작용한다. ΔG° = -nFE°_{전지}이므로 표준 전지 전위는 (가)가 (나)보다 크다. 금속의 반응성 순서가 C > B > A이므로, A와 C를 전극으로 하는 전지를 만들면 반응성이 작은 A가 (+)극이 된다.

11. [출제의도] 기체의 성질 이해하기

PV = nRT에서 추의 압력은 p, 대기압은 P, 높이는 h, 밑면적은 S라고 할 때, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$(가) (p+P)hS = \frac{2}{M_A} RT_1 \dots ①$$

$$(나) (p+P)2hS = \frac{x}{M_A} RT_1 \dots ②$$

$$(다) (2p+P)2hS = \frac{x}{M_A} RT_2 \dots ③$$

식 ①과 ②에서 x = 4이므로, 몰수 비 (가):(나) = 1 : 2이다. 식 ②와 ③으로 절대 온도 비를 구하면 T₁ : T₂ = (p+P) : (2p+P)이다. (가)와 (다)는 단위 부피당 들어있는 기체의 질량이 같으므로 밀도가 같다.

12. [출제의도] 상평형 그림에서 엔탈피, 엔트로피, 자유 에너지 변화 해석하기

상평형 그림에서 증기 압력 곡선 상의 점인 A, D에서는 액체와 기체의 동적 평형 상태이고, B에서는 기체 상태, C에서는 액체 상태이다. A → B에서 기체 분자수가 증가하므로 엔트로피가 증가한다. C → D에서 액체가 얼을 흡수하므로 ΔH > 0이

다. A에서는 동적 평형 상태이므로 ΔG = 0이다.

13. [출제의도] 결합 에너지와 헤스의 법칙 자료 분석하기

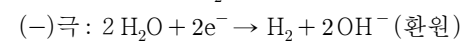
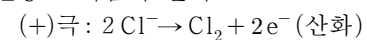
N₂(g) + 2H₂(g) → N₂H₄(l) 반응의 엔탈피 변화가 생성열이므로 생성열(ΔH)은 +51 kJ/mol이다.

N₂H₄(l) + O₂(g) → N₂(g) + 2H₂O(g)의 반응열(ΔH)은 (-51 + (-572) + 88) kJ = -535 kJ이다.

[2H₂(g) + O₂(g)]의 엔탈피가 2H₂O(g)의 엔탈피보다 크므로 결합 에너지의 총합은 더 작다.

14. [출제의도] 염화 나트륨 수용액의 전기 분해 이해하기

NaCl(aq)을 전기 분해할 때, 각 전극에서의 반쪽 반응은 다음과 같다.



(-)극 반응에서 전자와 H₂(g)의 몰수 비가 2 : 1이므로 0.1 F의 전하량을 흘려주면 0.05 몰의 H₂(g)가 발생한다. (+)극에서 BTB 용액의 색이 노란색이므로 (+) 전극이 담긴 수용액은 산성이다.

15. [출제의도] 기체의 평형 이동 분석하기

평형 상수(K)는 다음과 같이 기체의 부분 압력으로 표현 할 수 있다.

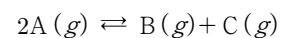
$$K = \frac{\frac{P_B}{RT} \times \frac{P_C}{RT}}{\left(\frac{P_A}{RT}\right)^2} = \frac{P_B P_C}{P_A^2} = 4$$

(가)는 반응 지수 Q = $\frac{1 \times 1}{1^2} = 1$ 로 Q < K이므로

X의 왼쪽 영역에 있는 상태이다. (나)는 반응 지수

$$Q = \frac{1.4 \times 1.4}{(0.2)^2} = 49$$

로 Q > K이므로 역반응이 우세하게 진행된다.



처음 1 1 1

반응 -2x +x +x

평형 1-2x 1+x 1+x K = 4

$$K = \frac{(1+x)^2}{(1-2x)^2} = 4$$

이므로 x = $\frac{1}{5}$ 이다. X에서 부분 압력이 P_A = 0.6, P_B = 1.2, P_C = 1.2이다. 따라서

$$\text{기체 B의 몰 분율}(x_B) = \frac{1.2}{3} = 0.4 \text{이다.}$$

16. [출제의도] 표준 환원 전위와 화학 전지 이해하기

금속 B와 D를 전극으로 하는 화학 전지에서 반쪽 반응의 표준 환원 전위가 D가 크므로 전극 B는 산화되고 전극 D에서 수소 이온이 환원된다. 금속 B와 D를 전극으로 하는 화학 전지의 표준 전지 전위 E°_{전지} = 0.80 - (-0.44) = +1.24V, 금속 A와 C를 전극으로 하는 화학 전지의 표준 전지 전위 E°_{전지} = 0.34 - (-0.76) = +1.10V이다. 따라서 전극을 금속 A와 C로 바꾸면 표준 전지 전위는 감소한다.

17. [출제의도] 기체의 용해도 이해하기

물에 잘 녹지 않는 기체의 용해도는 기체의 부분 압력에 비례한다. 추를 제거하여 압력을 감소시키면 압력 감소에 의한 부피 증가와 용해도 감소에 의한 부피 증가가 동시에 일어나므로 전체 부피는 2L보다 크다. 추를 증가시켜 기체의 압력이 증가하면 물에 용해된 기체의 질량은 증가하나, 용해된 기체의 부피는 변화가 없다. 실린더에 헬륨(He)을 넣으면 실린더의 내부 부피가 증가하여 CO₂의 부분 압력이 감소하므로 용해된 CO₂의 질량은 감소한다.

18. [출제의도] 중화 적정 곡선 이해하기

$nMV = n' M' V'$ 이므로 $1 \times [\text{HA}] \times 50 = 1 \times 0.1 \times 100$ 이다. 따라서 $[\text{HA}] = 0.2\text{M}$ 이다. 약산 HA의 이온화 상수(K_a) = $C\alpha^2$ 이므로 $5 \times 10^{-6} = 0.2 \times \alpha^2$ 에서 이온화도(α) = 5×10^{-3} 이다. b에서 혼합 용액에 존재하는 이온의 종류는 H^+ , A^- , Na^+ 3가지이다. c는 중화점이므로 A^- 이 가수 분해되어 $[\text{Na}^+]$ 가 $[\text{A}^-]$ 보다 크다. 약산을 강염기로 적정할 때 중화점까지 HA는 K_a 만큼 이온화하고, Na^+ 과 A^- 의 수가 증가하므로 총 이온 수는 $b < c$ 이다.

19. [출제의도] 온도에 따른 반응의 자발성 자료 분석하기

주어진 반응은 $2\text{AB}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AB}_3(\text{g})$ 이므로 반응이 진행되면 기체 분자 수가 감소하여 $\Delta S < 0$ 이다. 이 반응은 T_2 보다 낮은 온도에서 $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H < 0$ 이다.

$\Delta S_{\text{전체}} = \Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}}$ 이고 T_1 에서 $\text{AB}_3(\text{g})$ 생성 반응이 자발적($\Delta S_{\text{전체}} > 0$)이므로 $|\Delta S_{\text{계}}| < |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다. T_2 보다 높은 온도에서 $\Delta G > 0$ 이므로 반응은 비자발적이다.

20. [출제의도] 화학 평형의 이동 이해하기

	A	+	B	\rightleftharpoons	2C
처음	x		y		0
반응	-a		-a		+2a
평형	x-a		y-a		2a

$x - a = 0.2$ 몰, $y - a = 0.1$ 몰, $2a = 0.1$ 몰이므로 초기 상태의 A는 0.25몰, B는 0.15몰이다. (다)에서 전체 압력이 P이고, 기체 A의 부분 압력이 $\frac{3}{8}P$ 이

므로 A의 몰분율(x_A) = $\frac{3}{8}$ 이다. 반응식에서 반응 전과 후에 기체의 전체 몰수는 같으므로 온도가 증가하여 평형 이동이 일어나더라도 (나)와 (다)에서 기체의 전체 몰수는 같다.

따라서, (다)에서 $x_A = \frac{n_A}{0.4} = \frac{3}{8}$ 이므로 각 기체의 몰수는 A가 0.15몰, B는 0.05몰, C는 0.2몰이다.

(나)에서 온도를 증가시켰을 때, (다)에서 생성물의 몰수가 증가하므로 정반응은 흡열 반응($\Delta H > 0$)이다.

(다)에서 평형 상수(K) = $\frac{(0.2)^2}{0.15 \times 0.05} = \frac{16}{3}$ 이다.