

$= v_B \sin 30^\circ$ 이며, 최고점에서 충돌할 때 운동량의 합이 0이 되어 $m_A v_A \cos 60^\circ = m_B v_B \cos 30^\circ$ 이다.

11. [출제의도] 반발 계수와 원운동 적용하기

반발 계수(e)는 $\frac{-(-0.5v - v_B)}{v - 0} = \frac{3}{4}$ 이므로 충돌 후 $v_B = \frac{1}{4}v$ 이다. 원운동의 주기 $T = \frac{2\pi r}{v_B} = \frac{8\pi r}{v}$ 이다.

12. [출제의도] 등속 원운동에서 구심력에 따른 물리량 변화 이해하기

ㄱ. 추의 중력이 A의 구심력으로 작용한다. ㄴ. 원운동의 반지름이 같을 때 구심력 $F = \frac{mv^2}{r}$ 이다. ㄷ. 주기 $T = \frac{2\pi r}{v}$, 구심력 $\propto \frac{1}{T^2}$

13. [출제의도] 원운동하는 두 물체의 물리량 비교하기

ㄱ. 주기가 같으므로 각속도는 같다. ㄴ. $v = r\omega$ 이므로 $v_A < v_B$ 이다. ㄷ. 구심 가속도의 방향은 계속 변한다.

14. [출제의도] 원운동의 가속도 구하기

p에서 가속도 $a = \frac{v^2}{r}$ 이다. q에서 가속도는 $\frac{v^2}{2r}$ 이므로 $\frac{1}{2}a$ 이다.

15. [출제의도] 타원 궤도에서 위성의 운동 이해하기

ㄱ. 행성의 중심에서 p, q까지의 거리는 속력이 클수록 작다. ㄴ. 위성에 작용하는 만유인력의 크기는 거리의 제곱에 반비례한다. ㄷ. 위성에 작용하는 힘은 만유인력뿐이므로 만유인력이 위성에 한 일은 위성의 운동 에너지 변화량과 같다.

16. [출제의도] 단진동하는 물체의 변위-시간 그래프 분석하기

ㄱ. t 초일 때 분리되므로 A의 진동 주기는 $2t$ 이다. ㄴ. 평형 위치에서 분리되는 순간, A의 속력 = B의 속력 = v . B의 속력은 v 로 일정하고, $4t$ 일 때 A가 평형 위치에 있으므로 A와 B의 속력은 같다. ㄷ. 역학적 에너지는 보존되므로 $\frac{1}{2}k(2L)^2 = \frac{1}{2}m_A v^2 + \frac{1}{2}m_B v^2$, $\frac{1}{2}k(L)^2 = \frac{1}{2}m_A v^2$ 이다.

17. [출제의도] 단진동의 주기 구하기

A의 탄성력($k_A L$) = B의 탄성력($4k_B L$)이므로 용수철 상수는 A가 B의 4배이다. 단진동의 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이고, 가속도 크기의 최댓값은 $\frac{kx}{m}$ 이다.

18. [출제의도] 만유인력에 의한 운동에서 역학적 에너지 보존을 이용하여 운동 에너지 구하기

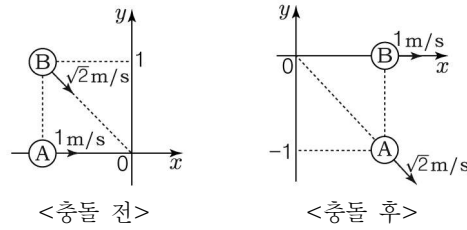
행성의 질량이 M , 물체의 질량이 m 일 때, $2r$ 에서의 물체의 위치 에너지 $-2E = -\frac{GMm}{2r}$ 이므로 $E = \frac{GMm}{4r}$ 이다. p에서의 운동 에너지 + p에서의 위치 에너지 = q에서의 운동 에너지(E_K) + q에서의 위치 에너지, $E - \frac{GMm}{3r} = E_K - 2E$ 이다.

19. [출제의도] 인공위성의 속력 구하기

주기가 같으므로 $\frac{4\pi^2}{GM}r_A^3 = \frac{4\pi^2}{8GM}r_B^3$, $v = \frac{2\pi r_A}{T}$, $v_B = \frac{2\pi r_B}{T}$ 이다.

20. [출제의도] 2차원 충돌에 대해 운동량 보존 법칙 적용하기

A와 B는 원점에서 탄성 충돌한다.



[화학 II]

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

1. [출제의도] 기체의 분자량 계산하기

피스톤의 고정 장치를 풀었을 때 온도와 압력이 같으므로 몰수는 부피에 비례한다. 분자량 = $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$ 이므로 분자량 비는 $\frac{3.2}{1} : \frac{4.8}{3} = 2:1$ 이다.

2. [출제의도] 샤를의 법칙 이해하기

ㄱ. (가)에서 $P_A V_A + P_B V_B = P_T V_T$ 이므로 $0.5 \text{기압} \times 1L + P_B \times 1L = 1 \text{기압} \times 2L$ 이다. 따라서 기체 B의 압력은 1.5기압이다. ㄴ. (가)의 온도는 300K이고 (가)와 (다)의 부피는 같으며 (다)의 압력은 (가)의 0.5배이므로 (다)의 온도는 150K이다. ㄷ. 기체 A의 몰수는 변하지 않으므로 몰 분율은 0.25로 같다. (다)의 전체 압력은 0.5기압이므로 부분 압력은 $P_A = 0.25 \times P_T = 0.25 \times 0.5 = 0.125 \text{기압}$ 이다.

3. [출제의도] 화학 반응에서의 양적 관계 이해하기

ㄱ. 반응 전 기체 A의 몰수는 $\frac{PV}{RT} = \frac{8.2 \times 3}{0.082 \times 300} = 1 \text{몰}$ 이므로 기체 B와 분자 수가 같다. ㄴ. 반응 계수 비가 2:1이므로 A는 모두 소모되고 B는 0.5몰 남고, C는 1몰이 생성된다. ㄷ. 반응 후 기체의 총 몰수는 1.5몰이므로 전체 압력은 12.3기압이다.

4. [출제의도] 이상 기체와 실제 기체 비교하기

ㄱ. 600K에서 이상 기체 1몰의 부피는 $6a$ 이므로 200K에서는 $2a$ 이다. ㄴ. 400K에서 기체 A와 이상 기체의 부피 비는 $\frac{3a}{4a} = 0.75$ 이므로 $\frac{PV}{RT} = 0.75$ 이다. ㄷ. 600K에서도 기체 A 분자들 사이에 인력과 반발력이 작용한다.

5. [출제의도] 기체 확산 속도 비교하기

ㄱ. 기체 A가 분출되는 동안 실린더 내부의 온도와 압력이 일정하고, 단위 부피당 분자 수도 일정하므로 실린더 내부에 기체 A의 밀도는 일정하다. ㄴ, ㄷ. $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = 2$ 이므로 기체 B가 분출되는 시간은 기체 A의 2배가 되고, $\sqrt{\frac{M_C}{M_A}} = \frac{v_A}{v_C} = \frac{1200}{300} = 4$ 이므로 기체 C의 분자량은 64이다.

6. [출제의도] 기체의 용해도 이해하기

헨리의 법칙을 따르는 기체의 용해도는 일정한 온도에서 기체의 부분 압력에 비례한다. 기체 X의 압력은 (가)에서 1기압, (다)에서 2기압이다. (나)에서는 기체 X와 Y의 혼합 기체의 압력이 1기압이므로 기체 X의 부분 압력은 1보다 작다. 따라서 물 1L에 용해된 기체 X의 질량은 (다) > (가) > (나)이다.

7. [출제의도] 결정성 고체와 비결정성 고체 구별하기

A는 녹는점이 일정하므로 석영이고, B는 녹는점이 일정하지 않으므로 석영 유리이다. 석영 유리는 구성 입자들의 배열이 불규칙하므로 비결정성 고체이다.

t_1 보다 높은 온도의 액체 상태에서 석영과 석영 유리는 같은 화합물이 되므로 구별할 수 없다.

8. [출제의도] 보일·샤를의 법칙 이해하기

ㄱ. A와 B에서 부피가 일정하고, 압력과 온도는 비례하므로 B에서의 압력은 0.25기압이고 온도는 100K이다. ㄴ. A에서 부피가 1L이고 C에서 0.5L이므로 분자 간 평균 거리는 $A > C$ 이다. ㄷ. 일정 온도에서 C의 압력이 B보다 크므로 단위 시간당 용기 벽과의 충돌 횟수는 $C > B$ 이다.

9. [출제의도] 액체의 증기 압력 비교하기

ㄱ. (나)에서 피스톤이 오른쪽으로 이동하므로 증기 압력은 $X > Y$ 이다. 따라서 끓는점은 $Y > X$ 이다. ㄴ. 온도가 일정하므로 피스톤이 이동하는 동안 Y의 증기 압력은 변하지 않는다. ㄷ. 액체의 부피가 달라져도 증기 압력은 일정하므로 과정 (다)에서 피스톤의 이동 방향은 왼쪽이다.

10. [출제의도] 기체 분자 운동론 이해하기

ㄱ. 기체 분자의 평균 운동 속력은 온도의 제곱근에 비례하고, 분자량의 제곱근에 반비례하므로 (가)와 (나)에서 같다. ㄴ. 같은 온도에서 분자의 평균 운동 에너지는 같고 전체 분자 운동 에너지는 분자 수에 비례하므로 (다) > (가)이다. ㄷ. (나)의 기체 Y와 (다)의 기체 X의 속력과 분자수가 같으므로, 용기 벽과의 충돌 횟수는 같고, (다)에 기체 Y가 3개 더 들어있으므로 총 충돌 횟수는 (다) > (나)이다.

11. [출제의도] 용매가 다른 두 용액의 농도 비교하기

ㄱ. % 농도는 $\frac{\text{용질의 질량}}{\text{용액의 질량}} \times 100$ 이므로 두 용액의 % 농도는 같다. ㄴ. 몰랄 농도는 $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량}}$ 이므로 두 용액의 몰랄 농도는 같다. ㄷ. 물의 분자량이 에탄올보다 작고, 몰 분율은 $\frac{\text{용질의 몰수}}{(\text{용매} + \text{용질}) \text{의 몰수}}$ 이므로 아세트산의 몰 분율은 아세트산 수용액이 더 작다.

12. [출제의도] 용해도 곡선 이해하기

ㄱ. 용질 A와 B는 온도가 증가할수록 용질의 몰수가 증가하므로 용해될 때 열을 흡수한다. ㄴ. P점에서 같은 몰수가 용해되어 있으므로 녹아 있는 질량은 $B > A$ 이다. 따라서 퍼센트 농도는 B가 크다. ㄷ. Q점의 40°C에서 포화 수용액이 되기 위해서 A는 1몰보다 더 녹아야 하고, B는 1몰보다 적게 녹아야 하므로 A 수용액은 불포화 수용액이고 B 수용액은 과포화 수용액이다.

13. [출제의도] 종이 크로마토그래피 이해하기

ㄱ. 성분 A~C가 분리된 것으로 보아 모두 용매에 녹은 것이다. ㄴ. 성분 A는 이동상인 에탄올보다 물에서 더 높이 올라갔으므로 물과의 인력이 더 크다. ㄷ. B와 C의 이동 거리가 같더라도 용매의 이동 거리가 물이 더 크므로 R_f 값은 C가 B보다 크다.

14. [출제의도] 고체의 용해도 이해하기

ㄱ. 60°C 물에서 고체 X 35g과 고체 Y 2.5g은 모두 녹으며 20°C로 냉각하면 X가 15g이 석출된다. 거른 용액에는 X 20g과 Y 2.5g이 녹아 있으므로 물을 증발시키면 고체 22.5g이 남는다. ㄴ, ㄷ. 물 50g에 고체 X 20g과 고체 Y 2.5g을 모두 녹이려면 물의 온도가 60°C 이상이어야 하고, 20°C로 냉각하면 X 10g이 석출되므로 (가)와 (다)의 석출된 고체 질량 비는 3:2이다.

15. [출제의도] 수용액의 농도 이해하기

ㄱ. 몰 농도는 $\frac{\text{용질의 몰수}(\text{mol})}{\text{용액의 부피}(\text{L})} = \frac{0.05 \text{mol}}{0.1 \text{L}} = 0.5 \text{M}$ 이다. ㄴ. (나)에서 수용액의 부피가 감소하므로

밀도는 (가)보다 크다. ㄷ. (가)와 (다)에서 수용액에 들어 있는 NaOH의 몰수와 용액의 부피가 같으므로 몰 농도는 (가) = (다)이다.

16. [출제의도] 용매의 어는점 구하기

어는점 내림(ΔT_f) = 용매의 어는점 - 용액의 어는점 = $K_f \cdot m$ 이다. 벤젠 용액의 몰랄 농도가 1m일 때, 어는점이 0.3°C이고, 0.5m일 때, 2.9°C이므로 (벤젠의 어는점 - 0.3) = $K_f \times 1m$, (벤젠의 어는점 - 2.9) = $K_f \times 0.5m$ 이다. 따라서 벤젠의 어는점은 5.5°C이다.

17. [출제의도] 라울의 법칙 이해하기

ㄱ. 수용액의 증기 압력은 온도가 높을수록 크므로 $T_1 > T_2$ 이다. ㄴ. 용질 A가 2ag이 녹아 있는 용액의 증기 압력이 용질 B가 2ag이 녹아 있는 용액의 증기 압력보다 작으므로 용질의 몰수는 A > B이다. 따라서 분자량은 B > A이다. ㄷ. (가)에서 용질의 몰수는 A가 B보다 더 많으므로 몰 분율은 A > B이다.

18. [출제의도] 상평형 그림 이해하기

ㄴ. 일정한 온도에서 고체 X가 용해되려면 압력이 감소하여야 하고, 압력이 감소하면 부피가 증가한다. ㄷ. 증기압 곡선에서 160°C 액체 X의 증기 압력은 1기압보다 작다.

19. [출제의도] 비휘발성 비전해질 용질의 분자량 구하기

(다)에서 용질 B의 몰수는 $\frac{6}{60} = 0.1$ 몰이므로 몰랄 농도는 $\frac{0.1}{0.2} = 0.5m$ 이다. 따라서 물의 몰랄 오름 상수는 $K_b = \frac{0.26}{0.5} = 0.52^\circ C/m$ 이다. (라)에서 몰랄 농도는 0.5m이고, 용매의 질량이 0.4kg이므로 용질의 몰수는 0.2몰이다. 따라서 용질 C의 분자량은 $\frac{36}{0.2} = 180$ 이다.

20. [출제의도] 수용액의 끓는점 비교하기

ㄱ. (가)와 (나)의 끓는점이 같으므로 증기 압력도 같다. ㄴ. 용질의 몰수 = $\frac{\text{끓는점 오름} \times \text{용매의 질량}}{K_b}$ 이고, 용질 A의 몰수와 B의 몰수 비는 $\frac{2 \times 0.1}{0.52} : \frac{1 \times 0.2}{0.52} = 1 : 1$ 이다. ㄷ. (가)의 몰랄 농도는 (라)의 2배이므로, 용질 A의 몰수는 0.1몰이고 C의 몰수는 0.2몰이다. 혼합 용액의 몰랄 농도는 $\frac{0.3}{0.5} = 0.6m$ 이고, 끓는점 오름은 $0.6 \times 0.52 = 0.312^\circ C$ 이다. 따라서 끓는점은 $100.312^\circ C$ 이다.

[생물 II]

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

1. [출제의도] 현미경의 종류와 특징 적용하기

A는 전자 현미경, B는 광학 현미경이다. 전자 현미경으로 바이러스를 관찰할 수 있고, 광학 현미경으로 살아 있는 짙신벌레의 움직임을 관찰할 수 있다.

2. [출제의도] 세포 소기관의 구조와 기능 이해하기

세포 소기관 A는 엽록체, B는 미토콘드리아, C는 리보솜이다. ㄱ. 핵, 엽록체, 미토콘드리아는 모두 DNA를 가지고 있다.

3. [출제의도] 세포의 연구 방법 이해하기

세포의 연구 방법 (가)는 세포 분획법, (나)는 자기 방사법이다. ㄱ. 원심 분리기로 세포 소기관을 원심 분리하면 핵이 미토콘드리아보다 먼저 분리된다.

4. [출제의도] 광합성의 장소 이해하기

그라나에서는 명반응이 일어나 ATP, NADPH₂, O₂가 생성된다. 스트로마에서는 그라나에서 생성된 ATP와 NADPH₂를 이용하여 포도당을 생성하는 과정이 진행된다. ㄴ. B는 그라나가 없고 스트로마만 있기 때문에 암반응이 일어나지 않는다.

5. [출제의도] 세포 소기관의 구조와 기능 적용하기

세포 소기관 A는 리소좀이다. 이 세포는 핵막과 막으로 된 세포 소기관이 있는 진핵 세포이다.

6. [출제의도] 세포막의 구조와 특성 이해하기

(가)를 통해 세포막은 유동성이 있다는 것을 알 수 있다. 세포막의 인지질 2중층은 소수성 부분이 서로 마주보며 배열되어 있다.

7. [출제의도] 효소의 구성 성분 적용하기

효소 X는 탈수소 효소이다. 효소 X는 조효소 NAD가 없으면 효소의 기능을 하지 못한다. ㄴ. 효소는 반응 후 재사용된다.

8. [출제의도] 효소의 특성 이해하기

이 실험의 조작 변인은 pH이다. 생간에 들어 있는 카탈라아제는 H₂O₂를 H₂O와 O₂로 분해시킨다.

9. [출제의도] 삼투 현상 이해하기

ㄴ. 엽당 분해 효소를 첨가하면 엽당이 분해되어 A의 농도가 증가한다. 따라서 첨가 전보다 물이 B에서 A로 더 많이 이동하여 h 값이 커진다. ㄷ. 식물 세포를 저장액에 넣으면 물이 세포 내로 유입된다.

10. [출제의도] 단순 확산과 촉진 확산 적용하기

(가)는 단순 확산이고, (나)는 촉진 확산이다. (가)와 (나)에는 ATP가 필요하지 않고, (가)와 (나)에 의해 세포 안과 밖의 물질의 농도차가 감소한다.

11. [출제의도] 광합성의 과정 이해하기

ㄱ. 물의 광분해는 빛이 있는 구간 II, IV에서 일어난다.

12. [출제의도] 해당 과정 이해하기

해당 과정은 O₂의 유무와 관계없이 진행된다. (가)의 II 과정에서는 기질 수준 인산화 과정을 통해 ATP가 생성된다. ㄴ. (가)의 I 과정은 흡열 반응이고, II 과정은 발열 반응이다.

13. [출제의도] 효소의 특성과 저해제의 작용 이해하기

ㄴ. 물질 X는 저해제 역할을 하므로, S₂일 때 X를 넣어주면 효소-기질 복합체의 형성이 억제된다.

14. [출제의도] 비순환적 광인산화 이해하기

③ H₂O에서 방출된 전자의 최종 수용체는 NADP이다.

15. [출제의도] TCA 회로 이해하기

ㄷ. TCA 회로에서는 기질 수준 인산화 과정을 통해 ATP가 생성된다.

16. [출제의도] 광합성에 영향을 미치는 요인 이해하기

ㄴ. 이 식물은 15°C에서 A의 빛의 세기가 지속되면 총광합성량이 호흡량보다 더 많기 때문에 성장한다. ㄷ. 빛의 세기가 B일 때 총광합성량은 15°C에서보다 25°C에서 많다.

17. [출제의도] 에너지의 이용 이해하기

(가)는 해당 과정, (나)는 피루브산이 젖산으로 환원되는 과정, (다)는 TCA 회로와 전자 전달계이다.

18. [출제의도] 암반응 과정 적용하기

㉠은 CO₂, ㉡은 ATP이다. ㄴ. 암반응에 이용되는 ATP는 명반응에서 생성된 것이다. ㄷ. 빛이 충분할

때 CO₂의 공급이 중단되면 PGA의 양이 증가하지 않는다.

19. [출제의도] 미토콘드리아의 전자 전달계 적용하기

ㄷ. 미토콘드리아의 전자 전달계에서 NADH₂는 1분자당 3ATP, FADH₂는 1분자당 2ATP가 생성된다.

20. [출제의도] 미토콘드리아의 전자 전달계 이해하기

물질 A를 처리하면 미토콘드리아 전자 전달계의 특정 전자 전달 물질에 결합하여 전자의 이동을 차단하므로 O₂ 소모량이 감소한다. 물질 B를 처리하면 미토콘드리아 막간 공간의 H⁺이 내막의 인지질 부위를 통해 기질로 새어나간다. 그러므로 미토콘드리아 기질과 막간 공간의 H⁺의 농도차가 감소한다.

[지구과학 II]

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

1. [출제의도] 표준 중력 이해하기

ㄱ. 원심력은 지구 자전축으로부터의 거리가 먼 저위도에서 더 크다. ㄴ. 만유인력은 지구 타원체의 중심과 가까운 고위도에서 더 크다. ㄷ. 중력은 원심력과 만유인력의 합력이므로, 위도가 서로 다른 두 지역에서 그 방향이 다르다.

2. [출제의도] 지구 내부 연구 방법 이해하기

ㄱ. 지구의 핵은 무거운 원소가 지각보다 많으므로 밀도가 더 크다. ㄴ. 철질 운석과 핵의 주성분은 철과 니켈이다. ㄷ. 운석을 통해 과학자들은 지구 내부 물질을 추정하고 있다.

3. [출제의도] 해양 지역에서의 지각 열류량 이해하기

ㄱ. A지역은 지각 열류량이 가장 높다. ㄴ. 같은 깊이에서 온도가 낮은 지역은 깊이에 따른 온도 증가율이 작은 곳으로 지각 열류량이 낮다. ㄷ. 화산 활동은 A와 C에서 활발하다.

4. [출제의도] 광물의 성질 이해하기

ㄱ. 감람석은 Si:O의 개수비가 1:4이고, 휘석은 1:3이다. ㄴ. 휘석은 2방향으로 쪼개지므로 힘을 가하면 기둥 모양으로 쪼개진다. ㄷ. 두 광물 모두 비중이 일정하지 않으므로 고용체이다.

5. [출제의도] 지구 내부 구조 이해하기

ㄱ. 암석권의 두께는 저속도층이 나타나는 깊이가 깊은 순서인 C, B, A순으로 두껍다. ㄴ. 저속도층에서 속도가 가장 많이 감소하는 구간이 나타난 곳은 B이다. ㄷ. 저속도층이 나타나는 이유는 맨틀이 부분적으로 용융되어 지진파의 전달 속도가 느려지기 때문이다.

6. [출제의도] 지구 자기장의 변화 이해하기

ㄱ. 서편각이 커졌으므로 나침반의 N극은 진북에 대하여 왼쪽으로 변화했다. ㄴ. 전자기력은 증가하고 수평 자기력이 감소했으므로 연직 자기력은 증가했다. ㄷ. 연직 자기력이 증가하고 수평 자기력은 감소했으므로 북각은 증가했다.

7. [출제의도] 조륙 운동 이해하기

ㄱ. 스칸디나비아 반도는 빙하가 녹으면서 지각 평형 작용으로 융기하였다. ㄴ. A지역이 B지역보다 많이 융기하였으므로 빙하기 때 빙하의 두께가 두꺼웠다. ㄷ. A지역의 지각이 융기하면서 모호면은 상승했을 것이다.

8. [출제의도] 광물의 광학적 성질 이해하기

ㄱ. 직교 니콜에서 관찰되는 이 광물은 광학적 이방체이다. ㄴ. 직교 니콜에서는 다색성이 나타나지 않

2013학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> (가)는 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)의 이온 결합으로 이루어진 결정이므로 이온 결정이다. (나)는 탄소 원자 간 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이다.

2. <정답 맞히기> ㄱ. 톰슨은 음극선 실험으로 (-)극에서 (+)극으로 전자가 이동하는 것을 발견하였다.

<오답 피하기> ㄴ. 러더퍼드 모형은 α 입자 산란실험으로 원자핵을 발견한 후 제시되었다.
ㄷ. 보어 모형은 수소 원자의 불연속적인 선스펙트럼을 설명하기 위해 제안되었으나 다전자 원자의 선스펙트럼을 설명하지 못하여 오비탈 모형이 제안되었다.

3. <정답 맞히기> ㄱ. 질량수 = 양성자 수 + 중성자 수 이므로, (가)는 6, (나)는 8, (다)는 14가 되어 (가)와 (나)의 합은 (다)와 같다.

ㄴ. X와 Y는 양성자 수가 6개로 같지만 중성자 수가 서로 다르므로 동위원소이다.
<오답 피하기> ㄷ. Y와 Z는 양성자 수가 각각 6과 7로 서로 다른 원소이므로 화학적 성질이 같지 않다.

4. <정답 맞히기> 이 실험에서 영희는 피스톤 위에 얹은 추의 수를 늘려가며 기체의 용해도를 알아보았으므로 조작 변인은 기체의 압력이다. 따라서 기체의 압력에 따른 용해도를 알아보고자 하였다는 것이 가설로 가장 적절하다.

5. <정답 맞히기> ㄴ. 고정상과 인력이 큰 성분은 이동상을 따라 이동하는 거리가 가장 짧은 성분이므로 C이다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)는 R_f 값이 가장 작은 것으로 보아 이동 거리가 가장 작은 물질이므로 C이다.
ㄷ. 물의 이동 거리가 증가하면 각 성분의 이동 거리도 증가하므로 R_f 값이 감소하지 않는다.

6. <정답 맞히기> ④ 분자 간 인력은 끓는점이 높을수록 크므로 끓는점이 -67°C 인 C가 -85°C 인 B보다 분자 간 인력이 크다.

<오답 피하기> ① 화합물 A ~ C는 모두 할로젠화수소이므로, 결합 길이가 길수록 원자 반지름이 큰 할로젠 원소의 화합물이다. 또 할로젠 원소는 원자 반지름이 클수록 원자량이 크므로 수소 화합물의 분자량도 크다. 따라서 분자량은 결합 길이가 짧은 A가 C보다 작다.

② 할로젠화수소 분자 B와 C는 모두 극성인 이원자분자로, 분자량이 클수록 분산력이 크다. 따라서 B의 분산력이 C보다 작다.

③ 극성의 크기가 클수록 끓는점이 높으므로 B가 C보다 극성의 크기가 작다.

⑤ 표의 B와 C를 보면 전기음성도 차이가 클수록 끓는점이 높아진다고 할 수 없다.

7. <정답 맞히기> 이온 화합물인 NaF, NaCl, NaBr은 핵간 거리가 짧을수록 결합력이 커서 녹는점이 높다. 따라서 (나)에서 녹는점이 가장 낮은 C는 핵간 거리가 가장 긴 NaBr, B는 NaCl, A는 NaF임을 알 수 있다.

ㄷ. C의 핵간 거리는 NaI보다 짧으므로 녹는점이 더 높다.

<오답 피하기> ㄱ. r_0 는 녹는점이 가장 낮은 C가 가장 크다.

ㄴ. E 는 이온 간 결합력이 클수록 크고, 이온 간 결합력이 크면 녹는점이 높으므로 녹는점이 낮은 B가 A보다 E 가 작다.

8. <정답 맞히기> 그래프에서 세로축 값인 $\frac{P}{P_w}$ 가 1보다 크면 액체의 증기압력이 물의 증기압력보다 크다는 뜻이므로 물보다 쉽게 증발하는 액체이고, 1보다 작으면 물보다 증발하기 어려운 액체이다.

ㄴ. $\frac{P}{P_w}$ 가 더 작은 B가 A보다 분자 간 인력이 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 그래프에서 A의 $\frac{P}{P_w} > 1$ 인 것으로 보아 A의 증기압력은 물보다 크다. 증기압력이 큰 것은 분자 간 인력이 약해서 쉽게 증발한다는 것이므로 A의 기준 끓는점은 물의 기준 끓는점인 100°C 보다 낮다.

ㄷ. $t^\circ\text{C}$ 에서 $\frac{P}{P_w} = \frac{x}{240} = 2.5$ 이므로 A의 증기 압력은 600mmHg이다.

9. <정답 맞히기> ㄱ. 점 X에서 A와 B 수용액은 모두 물 100g에 같은 질량의 용질을 녹였으므로 %농도가 서로 같다.

ㄴ. $t^\circ\text{C}$ 에서 물 100g에 용질 A는 20g 녹을 수 있다. (가)의 수용액에는 물 25g이 들어 있으므로 온도를 $t^\circ\text{C}$ 로 낮추면 석출되는 용질 A의 질량은, 물100g : 용질 A 20g = 물25g : 15-x 로 구할 수 있다. 이 식을 풀면, 용질은 10g이 석출되고 5g만 녹아 있게 됨을 알 수 있다.

ㄷ. B의 화학식량을 M이라 하면, 40°C 에서 B의 포화 수용액의 몰랄 농도 = $\frac{40/M}{\text{물}0.1\text{kg}}$ 이고,

(나)의 몰랄 농도 = $\frac{10/M}{\text{물}0.05\text{kg}}$ 가 된다. 따라서 40°C 에서 B의 포화 수용액의 몰랄 농도는 (나)의 2배이다.

10. <정답 맞히기> 그래프에서 원자가 전자 수를 보면 A와 C, B와 D가 각각 같은 족 원소임을 알 수 있고, 표를 보면 A와 C 중에서는 A가, B와 D중에서는 B가 원자 반지름이 크므로 3주기 원소임을 알 수 있다.

ㄱ. 같은 족이면 2주기 원소보다 3주기 원소의 반지름이 더 크므로, A와 B가 3주기, C와 D가 2주기 원소이다.

<오답 피하기>

ㄴ. B와 D는 같은 족 원소이고, 같은 족에서 전기 음성도는 원자 번호가 작을수록 크므로 B의 전기음성도는 D보다 작다.

ㄷ. 기체 상태의 중성 원자가 -1가 이온이 될 때 방출되는 에너지를 전자친화도라 하며, 그래프를 보면 C의 전자친화도가 D보다 작다.

11. <정답 맞히기> ㄱ. 그래프에서 수용액이 끓기 시작하는 온도가 100.26°C 이므로 이 수용액의 끓는점 오름은 0.26°C 이다. 수용액은 1 몰랄농도(m)당 끓는점이 0.52°C 만큼 올라가므로 A의 분자량은, $1\text{m} : 0.52^{\circ}\text{C} = \frac{a\text{ g/A의 분자량}}{0.1\text{kg}} : 0.26^{\circ}\text{C}$ 으로 구하여 $20a$ 가 된다.

<오답 피하기>

ㄴ. t_1 에서 수용액이 끓기 시작했으므로 t_2 에서는 용매인 물의 일부가 이미 기화된 후이다. 따라서 수용액에서 용질이 차지하는 몰분율은 용매의 양이 많은 t_1 일 때 보다, 용매의 양이 적은 t_2 일 때가 더 크다.

ㄷ. t_2 에서 용액은 끓고 있으므로 증기압은 대기압과 같은 1기압이다.

12. <정답 맞히기> ② (가)는 극성인 H_2O 와 CH_2Cl_2 중에서 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 CH_2Cl_2 이고, (나)는 무극성이면서 중심 원자가 옥텟규칙을 만족하고 선형 구조가 아닌 CH_4 이다.

13. <정답 맞히기> ㄱ. 바닥 상태에 있는 2주기 중성 원자들의 양성자수와 홀전자 수는 표와 같다.

원소	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
양성자수	3	4	5	6	7	8	9	10
홀전자수	1	0	1	2	3	2	1	0

그래프의 A는 홀전자수가 0이고, A-D의 원자 번호(양성자수)는 점점 커지므로, A는 Be임을 알 수 있다. 따라서 $n=4$ 이다.

<오답 피하기>

ㄴ. 바닥 상태의 2주기 중성 원자 A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2$, B는 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이다. 제1 이온화 에너지는 이 상태에서 전자 1개를 떼어낼 때 필요한 에너지인데, A는 $2s$ 의 전자를 떼어내야 하지만 B는 $2s$ 보다 에너지준위가 높은 $2p$ 에서 전자를 떼어내므로 에너지가 덜 필요하다. 따라서 제1 이온화 에너지는 A가 B보다 크다.

ㄷ. 바닥 상태에서 D^- 의 홀전자 수는 2개, C도 2개이므로 홀전자 수는 서로 같다.

14. <정답 맞히기> ㄱ. 그림을 보면 A 수용액의 증기 압력이 B 수용액보다 작으므로 A 수용액이 더 증발하기 어려워 기준 끓는점이 높다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. A 수용액의 증기 압력은 B 수용액의 증기압력보다 h_1 만큼 작고, B 수용액의 증기 압력은 대기압인 760mmHg보다 h_2 만큼 작으므로, A 수용액의 증기 압력은 $(760-h_1-h_2)$ mmHg이다.

<오답 피하기>

ㄷ. 두 수용액은 용질의 종류가 다르므로 증기 압력만으로 분자량을 비교할 수 없다.

15. <정답 맞히기> 시약병에서 취한 시약의 질량은 $d \times V$ 이다. 이 시약은 %농도가 c 이므로 이 시약에는 100g당 용질 HA가 cg 만큼 녹아 있다. 따라서 질량 $(d \times V)g$ 에 녹아있는 용질의 질량은 $\frac{cdV}{100}$ 이고, HA의 화학식량은 a 이므로 녹아 있는 용질의 몰수는 $\frac{cdV}{100a}$ 가 된다. 만든 용액의 총 부피는 500mL이므로, 이것을 몰 농도 구하는 식에 대입하면 몰 농도는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\text{몰농도} = \frac{\text{용질의몰수(몰)}}{\text{용액의부피(L)}} = \frac{cdV/100a}{0.5} = \frac{cdV}{50a}$$

16. <정답 맞히기> ㄴ. 탄소 원자에서 이중 결합 한 개와 단일 결합 두 개가 공간에서 세 방향으로 향하면서 이루는 각인 a 는 120° 에 가깝고, 탄소 원자 한 개를 중심으로 단일 결합과 삼중 결합이 이루는 각인 β 는 180° 이므로, β 가 a 보다 크다.

ㄷ. 결합 길이는 ㉠ 단일 결합 > ㉡ 이중 결합 > ㉢ 삼중 결합 순서이다.

<오답 피하기>

ㄱ. ㉡은 이중 결합, ㉠은 단일 결합, ㉢은 삼중 결합이며, N원자에는 비공유 전자쌍이 1쌍 있고 다른 원자에는 비공유 전자쌍이 없다.

17. <정답 맞히기> ㄱ. 이상 기체 상태 방정식($PV=nRT$)에 대입하면, C의 몰 수(n)= $\frac{3\text{기압} \times 3L}{273R}$ 이고 B의 몰 수(n)= $\frac{2\text{기압} \times 1L}{546R}$ 이므로 C의 몰 수가 B의 9배이다.

ㄴ. 몰 수는 질량(w)을 분자량(M)으로 나누어 구하므로, 이상 기체 상태 방정식은 $PV = \frac{w}{M}RT$ 가 되고, 이것을 정리하면 질량 $w = \frac{PVM}{RT}$ 이 된다. 각 기체의 질량을 구하면, A의 질량 = $\frac{2 \times 2 \times 20}{273R}$, B의 질량 = $\frac{2 \times 1 \times 44}{546R}$, C의 질량 = $\frac{3 \times 3 \times 4}{273R}$ 이므로, $A > B > C$ 이다.

ㄷ. 밀도는 질량(w)을 부피(V)로 나누어 구하므로 이상 기체 상태 방정식 $PV = \frac{w}{M}RT$ 를

정리하면 밀도 $\frac{w}{V} = \frac{PM}{RT}$ 이 된다. 대입하면, A의 밀도 = $\frac{2 \times 20}{273R}$, C의 밀도 = $\frac{3 \times 4}{273R}$ 이므로,

밀도 비는 $\frac{C}{A} = \frac{3}{10}$ 이다.

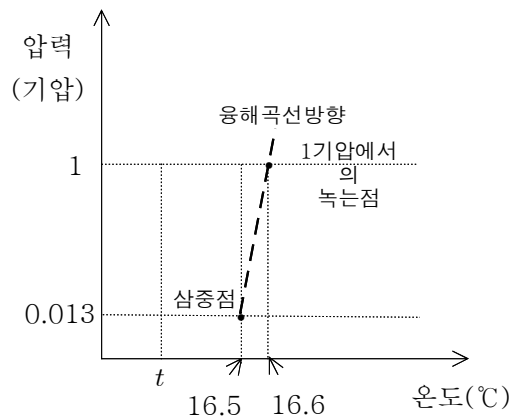
18. <정답 맞히기> ㄴ. (나)를 보면 전자 존재 확률이 최대인 거리는 $2s$ 가 $2p$ 보다 크다.
 ㄷ. 수소 원자는 $2s$ 오비탈과 $2p$ 오비탈의 에너지 준위가 같으므로, $2p$ 오비탈과 $1s$ 오비탈의 에너지 준위 차이는 $2s$ 오비탈과 $1s$ 오비탈의 에너지 준위 차이인 A 의 에너지 크기와 같다.

<오답 피하기>

ㄱ. A 에서 방출되는 빛의 에너지는 $\{(-\frac{1312}{2^2}) - (-\frac{1312}{1^2})\} = \frac{3 \times 1312}{4} \text{kJ/mol}$ 이고, B 에서 방출되는 빛의 에너지는 $\{(-\frac{1312}{4^2}) - (-\frac{1312}{2^2})\} = \frac{3 \times 1312}{16} \text{kJ/mol}$ 이므로, 방출되는 빛의 에너지는 A 에서가 B 에서의 4배이고, 빛의 파장은 에너지의 크기에 반비례하므로 B 에서가 A 에서의 4배이다.

19. <정답 맞히기> ㄱ. 삼중점의 압력이 1기압보다 낮은 물질은 1기압에서 고체·액체·기체가 모두 존재할 수 있으나, 삼중점의 압력이 1기압보다 높으면 1기압에서 고체와 기체 상태만 존재할 수 있다. 이 물질의 삼중점 압력은 1기압보다 낮으므로 $t^\circ\text{C}$ 에서 고체였던 A 가 16.6°C 에서 상태 변화하면 액체로 된다. 따라서 이 온도는 녹는점이다.

ㄴ. 1기압에서 이 물질의 녹는점인 16.6°C 와 이 물질의 삼중점을 연결해보면 용해 곡선의 기울기는 +임을 알 수 있다.



<오답 피하기>

ㄷ. $t^\circ\text{C}$ 에서 압력을 0.013기압 이하로 낮추면 고체 혹은 기체 상태로 될 수 밖에 없다. 액체로 존재할 수 있는 조건은 삼중점의 압력인 0.013기압이상이어야 한다.

20. <정답 맞히기> 온도와 부피가 일정한 용기에서는 기체의 몰수가 압력에 비례하므로 반응 전에 기체의 전체 몰 수가 $6M$ 이었다고 가정하면 그 중 산소는 $5M$ 이고 탄화수소(C_xH_y)는 M 이었다. 반응 후에는 완전 연소되었다고 했으므로 탄화수소(C_xH_y)는 없고, 산소가 $1.5M$ 남고, 이산화탄소(CO_2)와 수증기(H_2O)가 $5M$ 몰 생성되었다. 즉, C_xH_y M 몰과 산소 $3.5M$ 몰이 반응하여 이산화탄소(CO_2)와 수증기(H_2O)가 $5M$ 몰 생성되었으므로 화학 반응식을 만들면 $2C_xH_y + 7O_2 \rightarrow aCO_2 + (10-a)H_2O$ 이고, 계수를 구하는 식 $2x = a$, $2y = 2(10-a)$, $14 = 2a + (10-a)$ 을 풀면 $a = 4$, $x = 2$, $y = 6$ 이 된다. 즉 반응물인 C_2H_6 M 몰이 연소되어 이산화탄

소는 2M몰이 생성되었으므로, 반응 후 이산화탄소의 몰분율 = $\frac{\text{이산화탄소몰수}}{\text{전체몰수}} = \frac{2N}{6.5N} = \frac{4}{13}$ 이다.

19. [출제의도] 로렌츠의 힘과 전기력의 평형 관계 이해하기

입자가 직선운동을 하므로, 로렌츠의 힘과 전기력은 평형을 이룬다. 전하량의 변화는 힘의 평형에 영향을 주지 않아 입자의 운동방향은 변하지 않는다.

20. [출제의도] 자기장 내에서 전하의 운동 분석하기

ㄱ. 전하가 받는 '로렌츠의 힘'의 방향을 보면 음(-)전하이므로.

ㄴ. 원통의 반지름을 r 이라 하면 원통 내에서 입자가 이동한 경로는 $2\pi r$ 이고, 로렌츠의 힘이 구심력으로 작용하므로 $qvB = mv^2/r$, $v = qBr/m$ 이다. 원통 내에서는 등속운동을 하므로 이동시간 $t = \frac{s}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ 이다.

ㄷ. $r = \frac{mv}{qB}$ 이므로 자기장의 세기와 입사 속력을 2배로 증가시켜도 회전반경에는 변화가 없다.

화학 II 정답

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

해설

1. [출제의도] 결정성 고체와 비결정성 고체의 특성 이해하기

(가)는 석영으로 녹는점이 일정한 결정성 고체이고, (나)는 유리로 녹는점이 일정하지 않은 비결정성 고체이다. (가)와 (나)는 모두 전기전도성이 없다.

2. [출제의도] 원자의 구성 입자와 동위 원소 이해하기

(가)는 ${}^6_3\text{Li}$, (나)는 ${}^6_3\text{Li}^+$, (다)는 ${}^7_3\text{Li}$ 이다. 질량수 = 양성자수 + 중성자수 이므로 (다) > (가)이다. (가)와 (나)는 원자 번호는 같으나 질량수가 다른 동위 원소이며 화학적 성질은 같다. (나)는 양성자수가 전자수보다 크므로 양이온이다.

3. [출제의도] 분자의 특성에 따른 공유 결합 물질 분류하기

다중 결합이 있는 분자는 CO_2 와 HCN 이고 극성 분자는 H_2O 와 HCN 이다. 모든 분자 사이에는 분산력이 작용한다.

4. [출제의도] 분자의 구조 이해하기

(가)는 삼각뿔 구조로서 결합각 α 는 약 107° 이고, (나)는 평면 삼각형 구조로서 결합각 β 는 약 120° 이다. (가)의 N에는 비공유 전자쌍이 한 쌍 존재한다.

5. [출제의도] 순차적 이온화 에너지에 대한 자료 분석하기

A는 1족 원소로 A~C 중 핵전하량이 가장 작다. B는 13족 원소이므로 B의 안정한 산화물은 B_2O_3 이다. C는 2족 원소이므로 안정한 이온이 되는 데 필요한 최소 에너지는 $E_1 + E_2 = 2.2 \times 10^3 \text{ kJ/mol}$ 이다.

6. [출제의도] 용액의 농도 계산하기

NaCl 의 화학식량이 58.5이므로 NaCl 5.85g은 0.1몰이다. NaCl 0.1몰로 500mL 용액을 만들었으므로 몰농도는 0.2M이다. 퍼센트 농도(%)는 $\frac{5.85\text{g}}{500\text{mL} \times d\text{g/mL}} \times 100$ 이다. 증류수의 질량은 (용액의 질량 - 용질의 질량)이므로 $(500d - 5.85)\text{g}$ 이다.

7. [출제의도] 수소 원자의 에너지 준위와 선 스펙트럼 이해하기

전자기파의 에너지는 파장에 반비례한다. c의 전자 전이는 발머 계열(가시광선 영역)에서 파장이 두 번째로 크므로 (가)는 c에 의해 나타난다. a와 b에서 방출되는 에너지 값은 다음과 같다.

$$a: E_2 - E_1 = -1312 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right) \text{ kJ/mol} = +1312 \times \frac{3}{4} \text{ kJ/mol}$$

$$b: E_\infty - E_2 = -1312 \left(\frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{2^2} \right) \text{ kJ/mol} = +1312 \times \frac{1}{4} \text{ kJ/mol}$$

따라서 a의 에너지는 b의 3배이다. d에 의한 파장은 파센 계열(적외선 영역)이므로 가시광선 영역의 파장보다 길다.

역의 파장보다 길다.

8. [출제의도] 원자 및 이온 반지름을 통한 원소의 성질 파악하기

A는 '이온 반지름 < 원자 반지름' 이므로 금속 원소이고, B와 C는 '이온 반지름 > 원자 반지름' 이므로 비금속 원소이다. A는 C보다 원자 반지름이 크므로 원자 번호는 C가 A보다 크다. B는 비금속이므로 고체 상태에서 전기전도성이 없다. 이온이 될 때 전자 껍질수가 감소하는 것은 1개(A)이다.

9. [출제의도] 기체에 관한 그래프 해석하기

같은 질량의 기체 밀도는 부피에 반비례하므로 기체 C의 밀도는 A의 2배이다. 기체 A와 B는 질량과 부피가 같지만 기체 B의 압력이 2배이므로 기체 B의 분자수는 기체 A의 2배이다. 기체 B와 C는 질량이 같지만 기체 B의 부피와 압력이 각각 C의 2배이므로 기체 B의 분자수는 C의 4배이다. 따라서 분자량은 $\frac{1}{4}$ 배이다.

10. [출제의도] 이상 기체와 실제 기체의 부피 비교하기

A에서 $\frac{V_x}{V}$ 값이 1보다 작으므로 기체 X의 부피(V_x)는 이상 기체의 부피(V)보다 작다. B에서 기체 X의 부피는 이상 기체와 같으므로 이상 기체 상태 방정식($PV = nRT$)을 만족한다. 압력이 증가함에 따라 기체 분자 사이의 거리는 가까워지므로 기체 분자 간 반발력은 A보다 C에서 크다.

11. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림과 용질의 몰 분율 관계 이해하기

물의 증기 압력은 60 mmHg이고 포도당 수용액의 증기 압력은 45 mmHg이므로 포도당 수용액의 증기 압력 내림(ΔP)은 15 mmHg이다. 수용액의 증기 압력 내림(ΔP) = $P_{\text{용매}} \times x_{\text{용질}}$ 이므로 $15 \text{ mmHg} = 60 \text{ mmHg} \times x_{\text{포도당}}$ 에서 포도당의 몰 분율($x_{\text{포도당}}$)은 0.25이다.

12. [출제의도] 물의 상평형 그림 이해하기

압력에 따라 고체나 액체 상태로 존재할 수 있는 물의 온도는 삼중점보다 낮아야 하므로 t는 0.01보다 작다. t°C에서 A가 액체이므로 고체 상태인 C보다 대기압이 높다. 그러므로 대기압의 크기는 $A > C > B$ 이다. 물의 끓는점은 대기압이 높을수록 증가하므로 A 지역이 B 지역보다 높다. 물의 융해 곡선의 기울기가 (-)이므로 어는점은 압력이 낮을수록 높아진다. 따라서 물의 어는점은 B 지역이 C 지역보다 높다.

13. [출제의도] 원자의 전자 배치 자료 분석하기

A, B, C의 바닥 상태 전자 배치는 각각 다음과 같다.

	1s	2s	2p
A :	$\uparrow\downarrow$	\uparrow	$\uparrow\downarrow$
B :	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$
C :	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$

B의 원자가전자수는 5이며, 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름은 감소하므로 원자 반지름이 가장 작은 것은 C이다.

14. [출제의도] 헤스의 법칙을 이용한 반응열 구하기

$\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성열은 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 1몰이 생성될 때의 반응열이므로 ΔH_3 와 같다. $\text{CO}(g)$ 의 분해열은 $\text{CO}(g)$ 1몰이 분해될 때의 반응열이므로 $\text{CO}(g) \rightarrow \text{C}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g)$ 와 같다. 따라서 $\text{CO}(g)$ 의 분해열은 $\Delta H_2 - \Delta H_1$ 이다. 반응열 ΔH_4 는 헤스의 법칙에 의해 $\Delta H_4 = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3$ 이다.

15. [출제의도] 전기 음성도의 차이에 따른 화학 결합 이해하기

끓는점이 낮은 AB와 AC는 분자성 물질로 A는 H이고, 끓는점이 높은 DB와 DC는 이온성 물질로 D는 Li이다. 또한 전기 음성도가 작은 B는 Cl, 전기 음성도가 큰 C는 F이다. AB의 전기 음성도 차이가 DB보다 작은 것은 A의 전기 음성도가 D보다 크기 때문이다. AC(HF)가 AB(HCl)보다 끓는점이 높은 것은 HF의 수소 결합 때문이다. 같은 족에서 원자 번호가 큰 Cl이 F보다 원자 반지름이 크므로 핵간 거리는 F로 이루어진 DC(LiF)가 DB(LiCl)보다 짧다.

16. [출제의도] 수용액의 어는점 내림 이해하기

어는점 내림은 용액의 몰랄 농도에 비례하므로 B의 몰랄 농도는 A의 3배이고, B에 녹아있는 Y의 몰수($\frac{m}{M_Y}$)는 A에 녹아있는 X의 몰수($\frac{m}{M_X}$)의 3배이다. 따라서 X와 Y의 분자량 비는 3:1이다. A의 몰랄 농도는 1m이므로 0.1kg의 물에 녹아있는 X의 몰수는 0.1몰이다. 용액의 증기 압력 내림은 용액 속의 용질의 몰 분율에 비례하므로 25°C에서의 증기 압력은 A가 B보다 크다.

17. [출제의도] 기체의 압력과 부피의 관계 이해하기

꼭 a를 열었다 닫았을 때 진공 상태였던 용기에 들어있는 Ne의 분자수는 용기 A에서 감소한 Ne의 분자수와 같다. 분자수는 PV값에 비례하므로 $0.5 \text{ 기압} \times V_A = 1 \text{ 기압} \times 2L$ 에서 $V_A = 4L$ 이다. I에서 Ne과 Ar의 몰수비는 2기압×4L : 0.5기압×3L = 16:3이다. II에서 꼭 b를 열기 전 각 기체의 압력과 부피의 곱의 합은 꼭을 열어 혼합시켰을 때의 전체 부피와 전체 압력의 곱과 같으므로 $(1 \text{ 기압} \times 2L) + (0.5 \text{ 기압} \times 3L) = P \times 5L$ 에서 $P = 0.7 \text{ 기압}$ 이다.

18. [출제의도] 묽은 용액의 끓는점 오름으로 화학식량 결정하기

묽은 용액에서 $\Delta T_b = K_b \times m$ 이므로 $T = T' + K_b \times m$ ($T =$ 용액의 끓는점, $T' =$ 용매의 끓는점)이다.

(가)는 $79.4 = T' + 5.2 \times \frac{32}{M_X}$ ① 이고,

(나)는 $82.0 = T' + 5.2 \times \frac{64}{M_X}$ ② 이므로

②식-①식은 $82.0 - 79.4 = 5.2 \times \left(\frac{64}{M_X} - \frac{32}{M_X} \right)$ 이다.

그러므로 X의 화학식량(M_X) = 64이다. ②식에 M_X 값을 대입하면 $82.0^\circ\text{C} = T' + 5.2^\circ\text{C}$ 이므로 용매 A의 끓는점(T')은 76.8°C 이다.

19. [출제의도] 반응열을 이용한 결합 에너지 구하기

그래프에서 H_2 의 결합 에너지 = 432 kJ/mol, Cl_2 의 결합 에너지 = 239 kJ/mol이고, 주어진 열화학 반응식에서 H-Cl 2몰이 생성될 때의 반응열은 -185 kJ/mol이다. $\Delta H = \sum \text{반응물의 결합 에너지} - \sum \text{생성물의 결합 에너지}$ 이므로 $-185 = (432 + 239) - 2(\text{H}-\text{Cl의 결합 에너지})$ 에서 H-Cl의 결합 에너지는 428 kJ/mol이다.

20. [출제의도] 화학 반응에 의한 기체의 부분 압력과 몰수비 변화 파악하기

기체의 몰수(n) = PV/RT 이므로 연소 전과 후의 용기 내 기체의 몰수는 다음과 같다.

$$n_{\text{연소전}} = n_A + n_B = \frac{1.0}{RT} + \frac{2.0}{RT} = \frac{3.0}{RT}$$

$$n_{\text{연소후}} = \frac{P_{\text{혼합}} \times V_{\text{혼합}}}{RT} = \frac{0.9 \text{ 기압} \times 2L}{RT} = \frac{1.8}{RT}$$

연소 반응에 의해 감소한 기체의 전체 몰수는

$$n_{\text{감소}} = n_{\text{연소전}} - n_{\text{연소후}} = \frac{3.0}{RT} - \frac{1.8}{RT} = \frac{1.2}{RT}$$

한 기체의 몰수비는 $n_{\text{H}_2} : n_{\text{O}_2} = 2:1$ 이므로, 반응에 의해 감소한 기체의 몰수는 각각 $n_{\text{H}_2} = \frac{0.8}{RT}$, $n_{\text{O}_2} = \frac{0.4}{RT}$

이다. (가)에서 $n_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{H}_2} \times 1L}{RT} = \frac{0.8}{RT}$ 이므로 H_2 의 부분 압력(P_{H_2})은 0.8 기압이다.

$P_A V_A + P_B V_B = P_{\text{혼합}} V_{\text{혼합}}$ 에서 1기압×1L + 2기압×1L = $P_{\text{혼합}} \times 2L$ 이므로 (나)에서 혼합 기체의 압력($P_{\text{혼합}}$)은 1.5 기압이다.

연소 전과 후의 각 용기에 들어있는 물질의 상대적 몰수(n_{H_2} , n_{O_2} , $n_{\text{H}_2\text{O}}$)는 다음과 같다.

용기	연소 전		연소 후		
	n_{H_2}	n_{O_2}	n_{H_2}	n_{O_2}	$n_{\text{H}_2\text{O}}$
A	0.8	0.2	0	1.8	0.8
B	0	2.0			

그러므로 (다)에서 연소 전과 후의 O_2 의 몰수비는 2.2:1.8이므로 11:9이다.

생물 II 정답

2013학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> ③ 실험 결과에서 물질 X는 고체 상태에서 전류가 흐르지 않고, 용융된 액체 상태에서 전류가 흐르므로 이온 결정이라 할 수 있다. 염화칼슘은 Ca^{2+} 과 Cl^- 의 이온 결합에 의해 생성된 이온 결정이다. 이온 결정은 고체 상태에서는 양이온과 음이온이 거의 붙어 있어 이온 간의 인력 때문에 이온이 이동할 수 없어 전류가 흐르지 않으나, 액체 상태나 수용액 상태에서는 이온들이 자유롭게 이동할 수 있기 때문에 전류가 흐른다. 따라서 염화칼슘은 물질 X에 해당된다.

<오답 피하기> ① 흑연은 탄소 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이다. 흑연은 판상 구조로 되어 있으며, 자유 전자를 가지고 있어 고체 상태에서도 전류가 흐른다.

② 구리는 금속 결정으로 자유 전자를 가지고 있으므로 고체와 액체 상태에서 전류가 흐른다.

④ 다이아몬드는 탄소 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이다. 다이아몬드는 그물 구조로 되어 있어 자유 전자가 없으므로 고체와 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

⑤ 드라이아이스는 분자 간 인력으로 이루어진 분자 결정으로 이온으로 구성되어 있지 않고, 전자가 원자 사이에 공유되어 있거나 원자핵에 강하게 결합되어 있어 전자들이 이동할 수 없으므로 고체와 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

2. <정답 맞히기> 가. 이상기체 상태 방정식 $PV = nRT$ 에서 기체의 몰수와 부피가 일정할 때, 기체의 압력은 기체의 온도에 비례한다. 따라서 10L 강철 용기에 들어 있는 1몰의 He 기체의 온도를 300K에서 400K로 높이면, 기체 분자의 평균 운동 에너지와 평균 속력이 증가하게 되어 단위 면적 당 충돌수와 충돌할 때 가해지는 힘이 증가하므로 기체의 압력이 증가한다.

나. 기체 분자의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례하므로 온도를 높이면 기체 분자의 평균 운동 에너지는 증가한다. 또한 기체 분자의 평균 속력은 기체 분자의 평균 운동 에너지에 비례하므로 기체의 온도를 높이면 기체 분자의 평균 속력도 증가하게 된다.

<오답 피하기> 다. 기체의 온도를 높여도 기체 분자 수와 부피는 변하지 않았으므로 분자 간 평균 거리는 온도를 높이기 전과 같다.

3. <정답 맞히기> 강철 용기에서 실험을 하였으므로 기체의 부피는 일정하게 유지된다. 기체의 온도와 부피가 일정할 때, 기체의 압력은 기체의 몰수에 비례하므로 기체의 몰수가 많을수록 기체의 압력이 크다. 따라서 강철 용기에서 온도를 일정하게 유지하면서 반응을 시키면 기

체의 압력을 기체의 몰수로 생각하여 문제를 풀 수 있다.

주어진 반응에서 반응할 때의 각 기체의 몰수 비는 $A : B : C = 1 : 1 : 1$ 이므로, 0~1분 동안 A가 4기압이 감소하였을 때, B는 4기압이 증가하였으므로 C도 4기압이 증가해야 한다. 1~2분 동안 C는 다시 2기압(4기압→6기압)이 증가하였으므로 A는 2기압이 감소해야 하고, B는 2기압이 증가해야 한다. 따라서 반응 시간이 2분일 때 A, B, C의 압력은 각각 2기압, 6기압, 6기압이므로 혼합 기체의 전체 압력은 14기압이다.

4. <정답 맞히기> ㄴ. (가)와 (나)에 있는 $A(g)$ 의 온도와 압력을 이용하여 그래프에서 각각 찾아보면 (가)와 (나)에 용해되어 있는 A의 질량(g)이 모두 a임을 알 수 있다.

<오답 피하기> ㄱ. 기체의 용해도는 같은 압력에서 온도가 높을수록 작다. 2기압일 때, T_1 과 T_2 에서의 용해도(g/L)를 비교해보면 T_1 에서 a, T_2 에서 2a로 T_1 에서의 용해도가 작으므로 온도는 T_1 이 T_2 보다 높다.

ㄷ. 2기압, T_2 일 때, A의 용해도(g/L)는 2a이므로 T_2 에서 압력을 4기압으로 높이면, 헨리의 법칙에 의해 기체의 용해도도 2배가 된다. 따라서 4기압, T_2 에서 A의 용해도(g/L)는 4a이다.

5. <정답 맞히기> ㄴ. 수소 원자 모형에서 들뜬 상태의 전자들이 $L(n=2)$ 전자 껍질로 전이될 때 방출되는 빛이 가시광선 영역에 속한다. 따라서 C는 $M(n=3)$ 전자 껍질에서 $L(n=2)$ 전자 껍질로 전이될 때 방출되는 가시광선 영역의 빛에 해당된다.

ㄷ. 이온화 에너지는 1몰의 원자로부터 1몰의 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지로 수소 원자에서 바닥 상태의 $K(n=1)$ 전자 껍질에 있는 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지와 같다. 따라서 수소 원자에서 전자가 D와 같이 전이 될 때 흡수하는 에너지는 수소의 이온화 에너지와 같다.

<오답 피하기> ㄱ. 방출되는 빛의 파장은 전자 껍질 사이의 에너지 차이(ΔE)에 반비례하므로 전자 껍질 사이의 에너지 차이가 큰 B의 파장이 A보다 짧다.

6. <정답 맞히기> 강산과 약염기의 중화 반응 또는 약산과 강염기의 중화 반응에 의해 생성된 염이 물에 녹으면 약염기의 짝산(또는 약산의 짝염기)이 가수 분해 한다.

ㄴ. NaCl이 물에 녹아 생성된 Na^+ 과 Cl^- 의 세기는 매우 약하여 산 또는 염기로 작용할 수 없으므로 가수분해하지 않는다. 따라서 NaCl 수용액의 액성은 중성이다.

ㄷ. Na_2CO_3 이 물에 녹으면 Na^+ 과 CO_3^{2-} 이 생성되며, 이 때 약산의 짝염기인 CO_3^{2-} 이 가수분해하여 OH^- 을 생성하므로 수용액의 액성은 염기성이다. $CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$

<오답 피하기> ㄱ. NH_4Cl 이 물에 녹아 생성된 이온 중 약염기의 짝산인 NH_4^+ 이 가수분해하여 H^+ 을 생성하므로 NH_4Cl 수용액의 액성은 산성이다. $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$

CH_3COONa 이 물에 녹아 생성된 이온 중 약산의 짝염기인 CH_3COO^- 이 가수분해하여 OH^- 을 생성하므로 CH_3COONa 수용액의 액성은 염기성이다. $CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$
따라서 (가)는 산성, (나)는 염기성이다.

7. <정답 맞히기> 등전자 이온에서 원자 번호가 클수록 원자핵과 최외각 전자 사이의 인력이

크므로 이온 반지름이 작다. 따라서 이온 반지름의 크기는 $Mg^{2+} < Na^+ < F^- < O^{2-}$ 이므로 A의 이온은 Na^+ , B의 이온은 Mg^{2+} , C의 이온은 O^{2-} , D의 이온은 F^- 이다.

ㄴ. A(Na)는 3주기 1족, B(Mg)는 3주기 2족 원소이다. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자핵과 최외각 전자 사이의 인력이 증가하므로 원자 반지름은 작아진다. 따라서 원자 반지름은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 녹는점은 이온 결합력이 클수록 높는데 이온 결합력은 두 이온의 전하의 곱에 비례하고 이온 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. BC와 AD의 이온 사이의 거리가 비슷하다고 볼 때, BC의 전하의 곱은 절댓값 4, AD의 전하의 곱은 절댓값 2이므로 전하의 곱이 큰 BC의 이온 결합력이 AD보다 크다. 따라서 녹는점은 화합물 BC가 AD보다 높다.

<오답 피하기> ㄱ. Mg은 B이다.

8. <정답 맞히기> ㄱ. 1% 포도당 수용액 100g에는 포도당 1g이 포함되어 있으므로 포도당의 몰수는 $n = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = \frac{1}{M}$ 몰이다. 따라서 A는 $\frac{1}{M}$ 이다.

ㄴ. 몰농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 %농도를 몰농도로 환산하려면 용액의 부피를 구하여야 한다. 밀도(g/mL) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{부피(mL)}}$, 부피(mL) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{밀도(g/mL)}}$ 이므로 포도당 수용액 100g의 부피(L)는 $\frac{1}{10d}$ L이다. 따라서 1% 포도당 수용액의 몰농도 = $\frac{\text{몰수}}{\text{부피(L)}} = \frac{10d}{M}$ 이다.

ㄷ. 몰랄 농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이므로 %농도를 몰랄 농도로 환산하려면 용매의 질량을 구하여야 한다. 용액의 질량 = 용매의 질량 + 용질의 질량 이므로 1% 포도당 수용액 100g 중 용매의 질량은 99g이다. 따라서 1% 포도당 수용액의 몰랄 농도 = $\frac{\text{몰수}}{\text{질량(kg)}} = \frac{1000}{99M}$ 이다.

9. <정답 맞히기> ㄱ. A 수용액의 어는점이 -0.93°C 이므로 어는점 내림(ΔT_f)은 0.93이다. 따라서 A 수용액의 몰랄 농도를 구하면 다음과 같다.

$\Delta T_f = K_f \cdot \text{몰랄 농도}(m)$, $0.93^\circ\text{C} = 1.86^\circ\text{C}/m \cdot \text{몰랄 농도}(m)$, 몰랄 농도(m) = 0.5m
 끓는점 오름(ΔT_b)도 용액의 몰랄 농도에 비례하므로 $\Delta T_b = K_b \cdot \text{몰랄 농도}(m) = 0.52^\circ\text{C}/m \cdot 0.5m = 0.26^\circ\text{C}$ 이다. 따라서 1기압에서 물의 끓는점은 100°C 이므로, A 수용액의 끓는점은 100.26°C 이다.

<오답 피하기> ㄴ. A 수용액의 몰랄 농도를 이용하여 A의 분자량을 구하면 다음과 같다.

$$m = \frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량(kg)}} = \frac{n}{0.1} = 0.5m, \quad n = 0.05\text{몰},$$

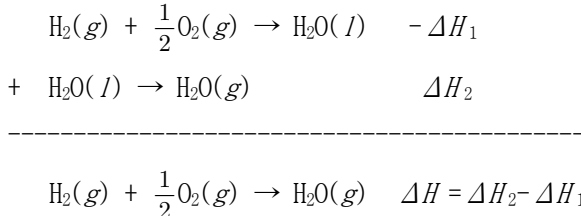
$$\text{용질의 몰수}(n) = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}(M)} = \frac{9}{M} = 0.05\text{몰}, \quad \text{A의 분자량}(M) = 180$$

B 수용액의 끓는점이 100.52°C 이므로 끓는점 오름(ΔT_b)은 0.52이고, B 수용액의 몰랄 농도는 1m이다. B 수용액의 몰랄 농도를 이용하여 B의 분자량을 구하면 다음과 같다.

$$m = \frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량(kg)}} = \frac{n}{0.1} = 1m, \quad n = 0.1\text{몰}$$

$$\text{용질의 몰수}(n) = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}(M)} = \frac{6}{M} = 0.1\text{몰}, \quad \text{B의 분자량}(M) = 60, \quad \text{따라서 분자량은 A가 B의 3배이다.}$$

ㄴ. 생성열 (ΔH)은 어떤 화합물 1몰이 성분 원소의 가장 안정한 물질로부터 생성될 때 방출하거나 흡수하는 열량이다. 따라서 $H_2O(g)$ 의 생성열 (ΔH)은 $H_2O(g)$ 의 성분 원소인 $H_2(g)$ 와 $O_2(g)$ 로부터 $H_2O(g)$ 1몰이 생성될 때의 열량과 같으므로 다음과 같이 구할 수 있다.



<오답 피하기> ㄴ. 결합 에너지는 기체 상태의 두 원자 사이의 공유 결합 1몰을 끊어 각각의 원자 상태로 만드는 데 필요한 에너지이다. ΔH_3 는 $H_2O(g)$ 가 가지는 O-H 결합 2몰을 끊어 각각의 원자 상태로 만드는 데 필요한 에너지이므로 O-H의 결합 에너지는 $\frac{1}{2} \Delta H_3$ 이다.

12. <정답 맞히기> ㄱ. T_1 에서 물질 액체 X를 진공 실린더에 넣은 후 액체와 기체가 평형을 이루고 있을 때 기체 X의 압력이 P_1 이므로 T_1 에서 이 물질의 증기 압력은 P_1 이라 할 수 있다.

<오답 피하기> ㄴ. 그래프 (나)에서 액체와 기체가 평형을 이루고 있는 증기압력 곡선과 T_1 의 수직선이 만나는 점의 압력이 P_1 이라 할 수 있다. 따라서 T_1 일 때 P_1 은 대기압인 1기압보다 작으므로 (가)에서 고정 장치를 풀면 대기압이 피스톤을 누르게 되어 실린더 내부 부피는 감소한다. ㄷ. (가)에서 온도를 T_3 로 낮추면 물질 X가 고체로 상태가 변화하며, T_3 에서는 고체와 기체가 평형을 이루게 되므로, 이 때 실린더의 내부 압력은 (나)에서 고체와 기체가 평형을 이루고 있는 승화 곡선과 T_3 의 수직선이 만나는 점의 압력이라 할 수 있다. 따라서 실린더 내부 기체 X의 압력은 P_2 보다 작다.

13. <정답 맞히기> ㄴ. 액체 X, Y가 기체 X, Y와 각각 평형 상태를 이루고 있으므로 용기 A, B에 있는 기체의 압력은 각각 X와 Y의 증기 압력이라 할 수 있다. 따라서 X의 증기 압력은 $760\text{mmHg} - 320\text{mmHg} = 440\text{mmHg}$ 이고, Y의 증기 압력은 500mmHg 이다. 콕을 열면 X의 증기 압력이 Y에 가해지게 되므로 h_2 는 60mm 로 줄어들게 된다. 이 때, 기체 X가 유리관으로 이동하게 되어 부피가 증가하므로 순간적으로 용기 A의 기체 압력이 감소하게 되지만, 동시에 액체 X의 증발이 일어나게 되므로 충분한 시간이 지나면 다시 액체 X와 기체 X 사이에 평형을 이루게 되고 액체 X의 증기 압력은 440mmHg 으로 유지된다. 따라서 h_1 은 변하지 않는다.

<오답 피하기> ㄱ. 분자 간 인력이 작을수록 증기 압력이 크므로 분자 간 인력은 증기 압력이 큰 Y가 X보다 작다.

ㄷ. 콕을 열어 충분한 시간이 지나면 X의 증기 압력(440mmHg)이 Y에 가해지므로 h_2 는 60mmHg 으로 줄어들게 된다.

14. <정답 맞히기> ㄱ. (다)에서 중화점까지 들어간 0.1M NaOH(aq) 의 부피가 22mL 이므로 $MV=M'V'$ 에서 $\frac{1}{10}$ 로 묶힌 식초 속의 CH_3COOH 의 몰농도는 0.11M 이다. 따라서 묽히기 전 식초 속

의 CH_3COOH 의 몰농도는 1.1M이다.

ㄴ. 중화 적정이 진행되면서 중화 반응에 의해 H^+ 의 수가 감소하므로 화학 평형 이동의 법칙에 의해 CH_3COOH 의 이온화 반응($\text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$)의 정반응이 일어나 CH_3COOH 의 이온화가 일어나게 된다. 따라서 중화 적정이 진행되는 동안 CH_3COOH 의 이온화도는 증가한다.

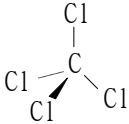
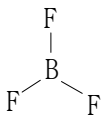
ㄷ. 중화점에서 CH_3COOH 의 짝염기인 CH_3COO^- 이 가수분해($\text{CH}_3\text{COO}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{OH}^-(aq)$)하므로 CH_3COO^- 의 수는 약간 줄어들게 된다. 그러나 강염기인 NaOH 의 짝산인 Na^+ 의 세기는 약하여 가수분해 하지 않으므로 Na^+ 의 수는 일정하게 유지된다. 따라서 Na^+ 의 수가 CH_3COO^- 의 수보다 많다.

15. <정답 맞히기> ㄴ. 온도를 높이면 화학 평형 이동의 원리에 의해 흡열 반응이 일어나므로 주어진 반응의 역반응이 일어난다. 역반응이 일어나면 반응물의 농도는 증가하고 생성물의 농도는 감소하므로 평형 상수는 작아진다. 따라서 평형 상수는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 촉매는 반응의 활성화 에너지나 경로를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 물질로 화학 평형에는 영향을 주지 않는다. 따라서 (가)에 정촉매를 넣어 주어도 평형 이동이 일어나지 않으므로 C의 몰분율은 변하지 않는다.

ㄷ. 주어진 반응의 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수가 같으므로 (나)에서 (다)로 압력을 변화시켜도 평형 이동이 일어나지 않는다. 또한 (가)에서 (나)로 온도를 변화시킬 때 역반응으로 평형 이동이 일어나도 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수가 같으므로 전체 몰수는 항상 같다. 따라서 전체 몰수는 (가), (나), (다)에서 모두 같다.

16. <정답 맞히기> 다음은 분자의 구조식과 분자의 구조 및 극성을 나타낸 것이다.

분자	CO_2	HCN	CCl_4	BF_3
구조식	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$		
분자의 구조	직선형	직선형	정사면체형	평면삼각형
분자의 극성	무극성	극성	무극성	무극성

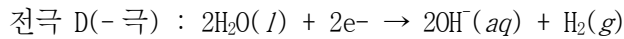
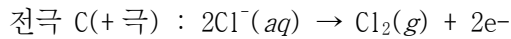
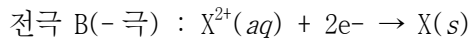
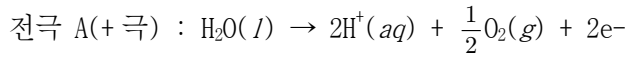
위 표로부터 극성 물질은 HCN 만 해당되고, CO_2 와 HCN 은 다중 결합이 있으며, CO_2 , HCN , BF_3 는 분자를 이루는 모든 원자가 같은 평면에 존재함을 알 수 있다.

ㄴ. (나)에 의해 CO_2 , CCl_4 , BF_3 중 두 가지를 ‘예’로 분류해야 하므로 (나)는 ‘모든 원자는 같은 평면에 있는가?’이며, C는 CCl_4 이다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)에 의해 HCN 만 ‘예’로 분류되었으므로 (가)는 ‘극성 물질인가?’이다.

ㄷ. (다)는 ‘다중 결합이 있는가?’이므로 이중 결합을 가지고 있는 CO_2 가 A, 단일 결합만 가지고 있는 BF_3 가 B이다.

19. <정답 맞히기> ㄱ. 전극 C에서 Cl^- 이 산화되어 염소 기체가 발생하였으므로 전극 C는 (+)극임을 알 수 있다. 따라서 전극 A와 C는 (+)극, B와 D는 (-)극이며, 전극 A와 C에서는 산화 반응이, B와 D에서는 환원 반응이 일어난다. 각 전극에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



전극 A에서는 물이 SO_4^{2-} 보다 산화되기 쉬우므로 물이 먼저 산화되어 산소 기체가 발생한 것이며, 전극 B에서는 금속 X^{2+} 이 물보다 환원되기 쉬우므로 X^{2+} 이 먼저 환원되어 X가 석출된 것이다. 또한 전극 C에서는 Cl^- 이 물보다 산화되기 쉬우므로 Cl^- 이 먼저 산화되어 염소 기체가 발생한 것이고, 전극 D에서는 물이 Y^+ 보다 환원되기 쉬우므로 물이 먼저 환원되어 수소 기체가 발생한 것이다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)의 전극 A에서 2몰의 H^+ 이 생성될 때, 전극 B에서 1몰의 X^{2+} 이 환원되므로 수용액의 전체 양이온의 수는 증가한다.

ㄷ. (나)의 전극 D에서 물이 산화되어 OH^- 을 생성하므로 수용액의 pH는 증가한다.

20. <정답 맞히기> 초기에 넣어준 A와 B의 몰수를 각각 n이라 할 때, (다)의 평형에서 C의 몰분율이 0.5라 했으므로 C의 몰수가 0.5n이라면, A와 B의 몰수는 각각 0.25n이라 할 수 있다. (화학 반응식에서 A와 B의 계수가 같으므로 반응이 일어날 때, A와 B는 같은 몰수만큼 감소한다.)

(다)의 평형 상수는 $K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{(0.5n)^2}{(0.25n)^2} = 4$ 이고, 평형 상수는 (다)가 (나)의 4배이므로 (나)의 평형 상수는 1이다.

(가)에서 (나)로 될 때, 반응한 A와 B의 몰수를 각각 x라 한다면 (나)의 평형 상태에서 남아 있는 A, B, C의 몰수는 각각 n-x, n-x, 2x이다.

	$\text{A}(g)$	+	$\text{B}(g)$	\rightleftharpoons	$2\text{C}(g)$
초기 농도	n		n		0
반응 농도	-x		-x		+2x
평형 농도	n-x		n-x		2x

이 값을 이용하여 (나)의 평형 상수를 구하면, $K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{(2x)^2}{(n-x)^2} = 1$ 이고, $x = \frac{1}{3}n$ 이므로

(나)에서 A의 몰수는 $\frac{2}{3}n$ 이다.

따라서 $\frac{\text{(나)에서 A의 몰수}}{\text{(가)에서 A의 몰수}} = \frac{\frac{2}{3}n}{n} = \frac{2}{3}$ 이다.

질량을 M , 대기압을 P_0 , (나)에서 모래의 질량을 m 이라고 하면 (가)에서 $PS = P_0S + Mg$ 이고, (나)에서 $2PS = P_0S + Mg + mg$ 이다. 따라서 $m = \frac{PS}{g}$ 이다.

10. [출제의도] 등전위면과 전기장의 관계를 이해한다.

ㄱ. 양(+)전하는 전위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 전기력을 받으므로 전위는 O가 B보다 높다.

[오답풀이] ㄴ. 전기장의 방향은 등전위면에 수직이므로 A와 B에서 서로 나란하지 않다. ㄷ. O와 A의 전위차는 O와 B의 전위차와 같다.

11. [출제의도] 키르히호프의 법칙을 적용한다.

스위치가 a에 연결될 때 $10 - 5 = I_1 R_1$, $10 = 0.25R_2$ 이고, 스위치가 b에 연결될 때 $20 - 5 = 0.75R_1$, $20 = I_4 R_2$ 이다. 따라서 $I_1 = 0.25(A)$, $I_4 = 0.5(A)$ 이다.

12. [출제의도] 전자기파 발생 과정을 이해한다.

절수, 영회: 교류 전원에 의해 축전기 사이의 전기장이 시간에 따라 진동하며, 진동하는 전기장에 의해 진동하는 자기장이 발생한다.

[오답풀이] 민수: 전자기파의 진행 방향은 전기장의 진동 방향에 수직이다.

13. [출제의도] 수소 원자의 선스펙트럼을 분석한다.

f_1 은 양자수가 3에서 2로 전이할 때의 진동수이고, f_3, f_4 는 각각 양자수가 2에서 1로, 3에서 1로 전이할 때의 진동수이다. 따라서 $f_1 + f_3 = f_4$ 이다.

14. [출제의도] 충돌 과정에서 반발 계수를 구한다.

ㄱ. B에 충돌 후 시간이 3배이므로 속력은 $\frac{1}{3}$ 배이다.

ㄴ. A에 충돌 후 속력이 $\frac{1}{2}$ 배가 되므로 반발 계수는 $\frac{1}{2}$ 이다. ㄷ. B와 충돌 후 속력이 $\frac{1}{3}$ 배가 되므로 걸리는 시간은 3배가 된다. 따라서 (가)는 36이다.

15. [출제의도] α 입자 산란 실험을 이해한다.

ㄴ. α 입자는 원자핵에 가까이 접근했을 때 전기력에 의해 산란된다. ㄷ. 운동량의 변화량의 크기는 A가 B보다 크다. 따라서 충격량의 크기는 A가 B보다 크다.

[오답풀이] ㄱ. 원자의 대부분은 빈 공간이고 원자핵이 양(+)전하를 띤다.

16. [출제의도] 보어의 원자 모형을 이해한다.

레도 반지름은 양자수의 제곱에 비례하고, 운동 에너지는 양자수의 제곱에 반비례한다. 따라서 $r_3 : r_4 = 2^2 : 4^2 = 1 : 4$, $E_3 : E_4 = \frac{1}{2^2} : \frac{1}{4^2} = 4 : 1$ 이다.

17. [출제의도] 열역학 제1법칙을 적용한다.

ㄱ. A \rightarrow B에서 $W = 0$ 이고, 온도가 증가하므로 열을 흡수한다. ㄴ. B \rightarrow C에서 $P_1 V_1 = nRT_1$, $P_2 V_2 = nRT_2$ 이므로 $W = -\Delta U = -\frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_2 V_2)$ 이다.

[오답풀이] ㄷ. C보다 A에서 온도가 낮으므로 평균 운동 에너지는 C보다 A에서 작다.

18. [출제의도] 포물선 운동에서 낙하 거리를 구한다.

물체 A의 낙하 시간을 t 라고 하면 물체 B의 수평 이동 거리는 $v \cos 30^\circ \times t = \frac{H}{\tan 30^\circ}$ 에서, $t = \frac{2H}{v}$ 이므로 $s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g\left(\frac{2H}{v}\right)^2 = \frac{2gH^2}{v^2}$ 이다.

19. [출제의도] 대전 입자가 받는 자기력을 이해한다.

$r = \frac{mv}{qB}$ 이므로 질량이 2배인 중수소를 $-x$ 방향으로 입사시키면 반지름이 2배가 되며, 시계 반대 방향으로 원운동하므로 E점을 지난다.

20. [출제의도] 원자핵의 붕괴 과정을 분석한다.

ㄱ. A의 중성자수는 $226 - 88 = 138$ 이다. ㄴ. 질량수가 16만큼 감소했으므로 α 붕괴는 4회 일어난다. ㄷ. 양성자수가 같으므로 C는 B의 동위 원소이다.

화학II 정답

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

해설

1. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계를 이용하여 원소의 원자량을 구한다.

ㄱ. 화학 반응식에서 MBr_2 와 $AgBr$ 의 반응 몰수 비는 1:2이고, 생성된 $AgBr$ 의 몰수가 0.02이므로 반응한 MBr_2 2g은 0.01몰이다. MBr_2 의 화학식량은 200이므로 M의 원자량은 40이다.

2. [출제의도] 이온 결합 화합물이 생성될 때의 에너지 관계를 파악한다.

ㄴ. Li의 이온화 에너지는 Na보다 크므로 $LiCl(g)$ 이 생성될 때 E_1 은 증가한다.

3. [출제의도] 주어진 분자의 성질을 파악한다.

㉓ 무극성 분자이며, 옥텟 규칙을 만족하지 않는 (라)는 BF_3 이다. B-F간 결합은 극성 공유 결합이다.

4. [출제의도] 상평형 그림을 해석한다.

ㄷ. 상평형 그림에서 압력이 클수록 녹는점은 낮아지고, 끓는점은 높아지므로 (b-a)의 값은 커진다.

5. [출제의도] 기체의 압력과 밀도로부터 기체의 성질을 파악한다.

[오답풀이] ㄴ. C의 압력이 A의 2배일 때 부피가 같은 것으로 보아 절대 온도는 C가 A의 2배이다. 따라서 분자의 평균 운동 속력은 C가 A의 $\sqrt{2}$ 배이다. ㄷ. 부피는 C가 B보다 크므로 분자 간 평균 거리는 C가 B보다 멀다.

6. [출제의도] 실험 결과를 파악하여 액체의 증기압과 기체의 압력을 구한다.

ㄱ. 일정 온도와 부피에서 기체의 압력은 몰수에 비례한다. 같은 압력을 나타내는 기체의 질량은 $X < Y$ 이고, 몰수가 같으므로 분자량은 $X < Y$ 이다. ㄷ. 2L 용기로 실험하면 (가)에서 액체가 더 증발하여 기체의 몰수가 증가하므로 압력은 X가 Y보다 크다.

7. [출제의도] 압력에 따른 기체의 용해도 관계를 파악한다.

ㄱ. 기체의 용해도는 기체의 부분 압력에 비례하므로 He의 부분 압력은 (나)가 (가)의 3배이다.

8. [출제의도] 산의 이온화 평형 상수로부터 산의 성질을 파악한다.

ㄴ. $K_a = C\alpha^2$ 으로부터 구한 1.0M $HB(aq)$ 의 이온화도(α)는 1.0×10^{-5} 이므로 $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-5}$ M이다. 따라서 pH는 5이다.

9. [출제의도] 원자의 양성자 수와 중성자 수로부터 원자의 성질을 파악한다.

ㄷ. AE_2 와 BD_2 는 같은 종류의 원소로 이루어진 물질이므로 화학적 성질은 같다.

10. [출제의도] 용액의 질량 % 농도로부터 용액 속 용

질의 몰수 및 몰 농도를 구한다.

ㄴ. 용액 1L의 질량은 1200g이고 1200g 속에 들어 있는 용질의 몰수는 12이므로 몰 농도는 12M이다.

[오답풀이] ㄷ. 100mL에는 HCl 1.2몰이 들어있으므로 1.2L로 희석하면 용액의 농도는 1M이고, pH는 0이다.

11. [출제의도] 원소의 주기성을 안다.

A는 N, B는 O, C는 F, D는 Ne, E는 Na, F는 Mg이다.

[오답풀이] ㄱ. N는 2주기, Na는 3주기 원소이다. ㄴ. 제1 이온화 에너지는 O가 F보다 작다.

12. [출제의도] 농도 변화 그래프로부터 반응 속도 관계를 유추한다.

ㄱ. 생성물의 농도 증가량이 반응물의 농도 감소량의 2배이므로 $a : b = 1 : 2$ 이다.

[오답풀이] ㄴ. 일정한 온도에서 반응 속도 상수는 일정하다. ㄷ. 그래프에서 A의 반감기가 일정하므로 A에 대한 일차 반응이다.

13. [출제의도] 화학 반응과 에너지의 관계를 이해한다.

ㄴ. 세 번째 식에서 두 번째 식을 빼면 $C_2H_5OH(l)$ 의 연소 반응식이므로 $C_2H_5OH(l)$ 의 연소열은 $\Delta H_3 - \Delta H_2$ 가 된다.

[오답풀이] ㄷ. C(s, 흑연)의 연소열(ΔH)을 구하려면 $H_2(g)$ 의 연소열(ΔH)이 필요하다.

14. [출제의도] 분자의 결합 에너지 그래프를 해석한다.

㉔ $\Delta H = (242 + 152) - (2 \times 211) < 0$

[오답풀이] ㉕ I_2 를 나타내는 Z는 Cl_2 를 나타내는 X보다 분산력이 크므로 끓는점이 높다.

15. [출제의도] 실험 결과를 파악하여 기체의 성질을 유추한다.

ㄱ. (가)에서 X의 압력 P_X 는 $2 \times P_X + 2 \times 1 = 6 \times 1$ 이므로 2기압이다.

[오답풀이] ㄷ. $n_X : n_Y = 2 : 1$ 이므로 (나)에서 Y의 부분 압력은 1기압 $\times \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$ 기압이다.

16. [출제의도] 화학 평형 이동의 원리를 안다.

ㄴ. (나)에서 반응물의 농도가 증가했으므로 역반응이 우세하게 진행되었다. 따라서 t_1 에서 온도를 높였다.

[오답풀이] ㄷ. t_2 에서 압력이 높아졌으므로 정반응이 우세하게 진행되어 C의 몰분율이 커진다.

17. [출제의도] 묽은 용액의 성질을 안다.

[오답풀이] ㄱ. (가)에서 끓는점 오름으로부터 용질 a g이 묽은 용액의 몰랄 농도는 2m이다. 따라서 용질 X의 분자량은 5a이다.

18. [출제의도] 염기와 산의 중화 적정 곡선을 해석한다.

ㄴ. a점은 약한 염기와 그 짝산이 혼합된 용액이므로 완충 용액이다.

[오답풀이] ㄷ. b는 7보다 작으므로 강한 염기와 강한 산의 중화점의 pH가 아니다.

19. [출제의도] 산화·환원 반응식에서 양적 관계를 이해하고 적용한다.

ㄱ. N의 산화수는 5에서 1로 감소한다.

[오답풀이] ㄷ. Sn(s)은 산화수가 증가하였으므로 환원제이다.

20. [출제의도] 전기 분해 실험에서 물질 사이의 양적 관계를 파악한다.

각 전극의 반쪽 반응식은 다음과 같다.

(-)극: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

(+)극: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

2013학년도 대학수학능력시험 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

〈정답〉

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

〈해설〉

1. <정답 맞히기> 나. 전자 수는 중성 상태의 원자 번호와 같으므로 전자 수는 5이다. 드. 원자의 왼쪽 위쪽에 오는 수인 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합과 같으므로 질량수가 11이고 양성자 수가 5이므로 중성자 수는 6이다.

<오답 피하기> 가. 원자를 표시할 때 왼쪽 아래에는 원자 번호를 표시하므로 원자 번호는 5이다.

2. <정답 맞히기> ① (가)의 이산화탄소 고체는 공유 결합한 이산화탄소 분자들의 서로 결정을 이룬 것이므로 분자 결정이다. ② (나)는 양이온과 음이온이 결합한 이온 결정으로 충격을 가하면 같은 전하를 띠는 이온끼리 서로 밀어내므로 쉽게 부서진다. ③ 탄소 원자간의 층상 구조로 되어 있는 공유 결정인 (다)는 흑연이다. ⑤ (다)의 흑연은 층상 구조로 되어 있어 층과 층 사이로 전자가 이동할 수 있어 고체 상태에서 이온이 이동하지 못하는 이온 결정 (나)보다 전기 전도성이 크다.

<오답 피하기> ④ (가)는 탄소와 산소 원자간의 공유 결합에 의해 이루어진 분자들의 결정이고, (나)는 양이온과 음이온의 정전기적 인력에 의한 이온 결합에 의해 이루어진 결정이다.

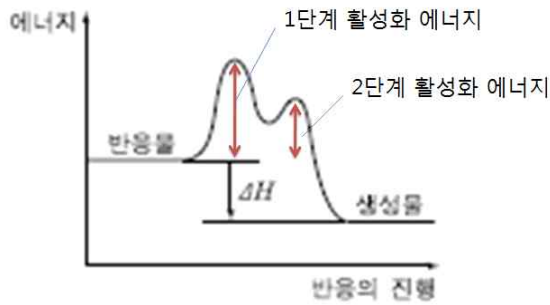
3. <정답 맞히기> 가. 기체 분자의 분자량이 클수록 분자의 운동 속력은 작으므로 A의 분자량이 가장 크다.

<오답 피하기> 나. 세 분자는 모두 같은 온도에서의 상대적 분자 수를 나타내므로 평균 운동 에너지는 모두 같다. 드. B의 온도를 높이면 분자 운동 속력이 증가하므로 곡선이 C와 같아진다.

4. <정답 맞히기> (가)에서 1.0M HCl 20mL에는 $1.0M \times 0.02L = 0.02mol$ 의 HCl이 2.0M HCl 30mL에는 $2.0M \times 0.03L = 0.06mol$ 의 HCl이 들어 있으므로 (가)의 용액에는 HCl 0.08mol이 포함되어 있다. (나)에서 증류수를 부어 전체 부피를 100mL로 만들면 HCl(aq)의 몰농도는 0.8M이다.

5. <정답 맞히기> 가. 활성화 에너지의 크기는 2단계가 1단계보다 작으므로 반응 속도는 2단

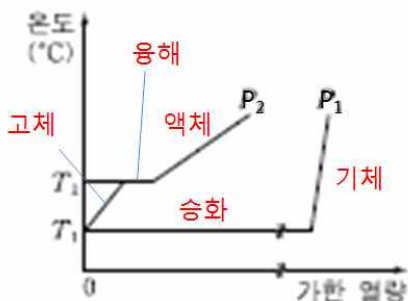
계가 1단계보다 빠르다.



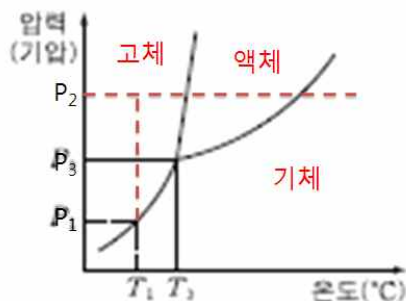
<오답 피하기> ㄴ. 촉매를 사용하지 않더라도 반응열(ΔH)는 변화없다. ㄷ. IO^- 는 1단계 반응 후에 생성되었다가 2단계의 반응물로 작용하는 물질이므로 중간 생성물에 해당한다. 위 반응의 촉매는 I^- 이다.

6. <정답 맞히기> ㄱ. A 수용액은 40°C 에서 물100g에 60g이 녹아 있을 때 포화 상태이므로 40.8g이 녹아 있으면 불포화 상태이다. ㄴ. A 수용액에 녹아 있는 용질의 몰수는 $\frac{40.8}{102} = 0.4 \text{ mol}$ 이므로 몰랄 농도의 정의에 따라 $\frac{\text{용질의 몰수 (mol)}}{\text{용매의 질량 (kg)}} = \frac{0.4 \text{ mol}}{0.1 \text{ kg}} = 4 \text{ m}$ 이다. ㄷ. 온도를 20°C 로 낮추면 용해도는 20이 되므로 석출되는 고체의 양은 20.8g이다.

7. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 P_1 의 상태 변화는 (나)에서 나타나듯이 고체 상태에서 기체 상태로 변화하는 모습이다. P_2 의 상태 변화는 고체 상태에서 점점 가해지는 열량이 증가할수록 P_1 과는 다른 기울기를 갖는 상태로 상태 변화가 일어남을 알 수 있다. P_1 에서 승화가 일어나므로 P_2 에서는 고체 상태에서 액체 상태로 변화하는 용해가 일어난 것이다. 따라서, (나)에서 용해가 일어나기 위해서는 삼중점 이상의 압력을 가져야 하므로 P_2 의 압력이 P_3 보다 크다. ㄷ. 가한 열량이 같을 때 기울기가 크면 쉽게 온도가 올라가므로 비열이 작은 것이고, 기울기가 작으면 온도를 올리기 어려운 것이므로 비열이 큰 것이다. P_2 의 가열곡선에서 액체 상태가 고체 상태보다 기울기가 작으므로 비열은 액체가 기체보다 크다.



(가)



(나)

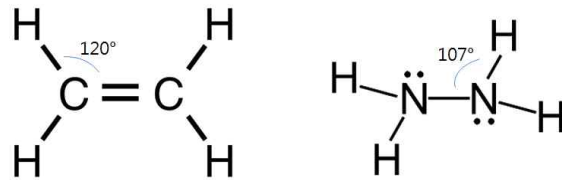
<오답 피하기> ㄴ. (나)에서 T_1, P_1 는 승화 곡선위의 점이므로 고체가 기체로 되거나 기체가 고체로 되는 승화가 일어난다.

8. <정답 맞히기> ㄱ. (나)의 전자 배치는 훈트의 규칙에 맞게 배치된 것이고 (가)는 이를 벗어난 전자 배치이므로 (나)가 (가)보다 안정한 전자 배치이다. ㄴ. (라)는 2s오비탈에 전자가 1개만 채워진 상태이므로 들뜬 상태의 전자 배치이다.

<오답 피하기> ㄴ. (다)에서 에너지 준위는 2s보다 2p가 더 크다. 2s와 2p오비탈의 에너지 준위가 같은 경우는 수소 원자에서이다.

9. <정답 맞히기> ㄴ. 원자의 결합선으로 탄소와 질소 원자를 포함하는 구조식을 구별할 수 있다. 탄소 원자는 원자가전자가 4개이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서는 4개의 결합선을 갖고, 질소 원자는 원자가전자가 5개이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서 3개의 결합선이 필요하다. 따라서, (가)의 X는 탄소(C)이고 (나)의 Y는 질소(N)이다. 따라서 (나) 분자는 수소 결합을 할 수 있다.

<오답 피하기> ㄱ. X는 탄소이므로 (가)의 분자는 비공유 전자쌍이 없다. (나)에서는 비공유 전자쌍이 2개 존재한다. ㄴ. (가)는 평면 구조를 이루는 물질로 결합각은 120° 이고, (나)는 입체 구조로 결합각은 107° 이다. 따라서, 결합각은 α 가 β 보다 크다.



평면 구조

입체 구조

10. <정답 맞히기> ① 제1 이온화 에너지는 원자 반지름이 작을수록 크므로 A와 B는 2주기 원소이다. ② A는 원자가 전자 수가 5개이므로 2주기 15족 원소이고, B는 2주기 16족 원소이다. 따라서, A_2 는 A가 삼중 결합하여 공유 전자쌍이 3개인 분자이고, B_2 는 B가 이중 결합하여 공유 전자쌍이 2개인 분자이다. ④ 같은 주기에서 원자 번호가 작은 C가 D보다 핵 전하량이 작으므로 원자 반지름이 크다. ⑤ H_2B 는 2주기 16족 원소인 B를 갖는 수소 화합물이므로 H_2O 이고, H_2D 는 3주기 16족 원소인 D를 갖는 H_2S 이다. H_2O 는 H_2S 보다 분자량은 작지만 분자 간에 수소 결합을 형성할 수 있으므로 끓는점은 H_2B 가 H_2D 보다 높다.

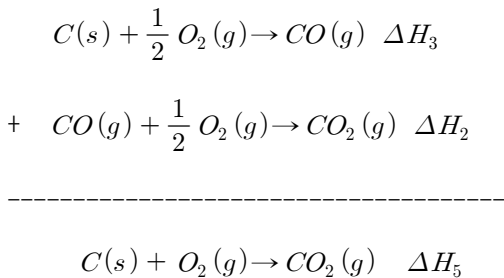
<오답 피하기> ③ 전기 음성도는 일반적으로 주기율표에서 오른쪽과 위쪽으로 갈수록 증가하므로 B가 C보다 크다.

11. <정답 맞히기> ㄱ. 이상 기체 상태 방정식에 따라 $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로 A의 몰수는 $\frac{1}{300R}$ 이고, C의 몰수는 $\frac{1}{1200R}$ 로 A가 C의 4배이다.

<오답 피하기> ㄴ. 분자의 평균 속력을 비교하려면 분자량을 비교해야 하는데, 분자량은 몰수 비로 비교할 수 있다. A의 몰수는 $\frac{1}{300R}$, B의 몰수는 $\frac{1}{600R}$ 이므로 몰수비는 A:B = 2:1 이 된다. 분자량의 비는 몰수비와 반비례 관계이므로 분자량의 비는 A:B = 1:2 이다. 또한 분자의

운동 속력은 분자량의 제곱근에 반비례하므로 분자의 평균 속력의 비는 $A:B = \sqrt{2}:1$ 이다.
 ㄷ. 분자 간 평균거리는 단위부피 당 분자 수로 나타낼 수 있다. 압력과 부피가 같으므로 온도와 분자 수는 반비례한다. C의 온도가 B의 2배이므로, C의 분자 수는 B의 분자 수의 1/2이고, 따라서 분자 간 평균거리는 C가 B보다 크다.

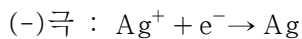
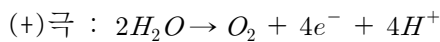
- 12.** <정답 맞히기> ㄱ. $C(s, \text{흑연})$ 의 연소열인 ΔH_1 의 반응열을 갖는 반응식은 $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ 인데, 이는 $CO_2(g)$ 의 생성열(ΔH_5)과 같은 반응식의 반응열이다.
 ㄴ. $CO(g)$ 의 생성 과정과 분해 과정은 역반응 관계이므로 $\Delta H_3 = -\Delta H_4$ 이다.
 ㄷ. 각 반응열($\Delta H_2, \Delta H_3$)의 화학 반응식을 더하면 $CO_2(g)$ 의 생성열(ΔH_5)과 같다.



- 13.** <정답 맞히기> ㄴ. 평형 상태에서 $NaOH(s)$ 를 넣으면 수용액의 H_3O^+ 와 중화반응하여 H_3O^+ 의 수가 감소하게 되므로 반응이 정반응으로 유도되어 $[CH_3COO^-]$ 는 증가한다. ㄷ. $CH_3COONa(s)$ 를 넣으면 CH_3COO^- 의 수가 증가하므로 공통 이온 효과에 의해 반응이 역반응으로 유도되므로 H_3O^+ 수가 감소하여 pH는 증가한다.

<오답 피하기> ㄱ. 마그네슘(Mg)조각을 넣으면 H_3O^+ 과 반응하여 수소 기체가 발생하므로 H_3O^+ 의 수가 감소하게 되므로 정반응으로 유도되어 $[CH_3COOH]$ 는 감소한다.

- 14.** <정답 맞히기> ㄴ. 질산은 수용액($AgNO_3$)의 전기 분해에서 각 극에서 일어나는 변화는 다음과 같다.



의 변화가 일어나므로 전하량을 맞추어 생각하면 $O_2(g)$ 0.1몰이 발생될 때 $Ag(s)$ 는 0.4몰 석출된다.

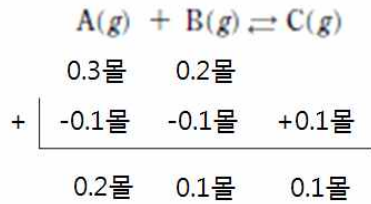
<오답 피하기> ㄱ. Ag^+ 의 전하량이 Cu^{2+} 보다 작으므로 같은 전하량을 가했을 때 석출되는 금속의 질량이 더 많은 (가)는 $AgNO_3$ 수용액이 전기 분해 된 것이다. ㄷ. (가)와 (나)에서 (+)극에서 일어나는 변화는 같으므로 같은 전하량을 가할 때 발생하는 기체의 몰수도 같다.

- 15.** <정답 맞히기> ㄴ. HA의 몰수는 (나)가 (가)보다 많으므로 H_3O^+ 의 개수도 (나)가 (가)

보다 많아 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)와 (나)는 온도가 같은 수용액이므로 K_a 는 같다. ㄴ. HA의 K_a 는 작은 값이므로 H_3O^+ 가 HA보다 강한 산이다.

16. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 B는 A와 같은 부피에서 0.2몰 일 때 8기압이므로 0.3몰의 A는 12기압이 되므로 $x = 12$ 이다. ㄴ. (가)에서 B(g)의 압력이 0.5L에서 0.2몰이 있을 때 8기압이므로 (나)에서 기체의 몰수는 1L에 8기압을 나타내는 0.4몰이다. A와 B가 반응하여 C가 생성될 때 0.4몰이 되려면 A와 B가 0.1몰씩 반응하여 C가 0.1몰 생성되면 된다.



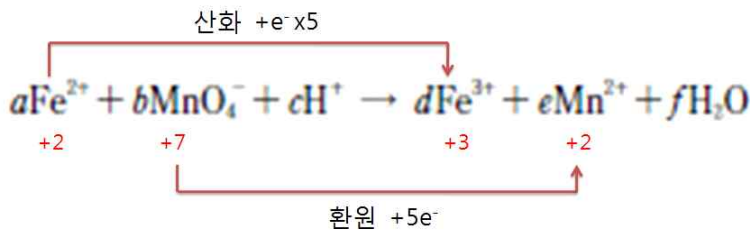
따라서, (나)에서 C의 몰분율은 $\frac{1}{4}$ 이므로 부분 압력은 2기압이다. ㄴ. (나)에 존재하는 기체의

몰농도를 대입하면 $K = \frac{[C]}{[A][B]} = \frac{0.1}{0.2 \cdot 0.1} = 5$ 이다.

17. <정답 맞히기> ㄱ. 같은 온도에서 증기압력이 더 큰 A의 분자 간 인력이 B보다 작다.

<오답 피하기> ㄴ. 용매의 몰랄 오름 상수(K_b)는 $\Delta T_b = K_b \cdot m$ 에서 몰랄 농도가 같다면 끓는점 오름(ΔT_b)으로 판단할 수 있다. 끓는점이 낮은 A가 용매로 쓰인 용액 X의 끓는점 오름이 더 크므로 몰랄 오름 상수는 A가 B보다 크다. ㄴ. 끓는점에 도달한 후 용액 X의 기울기가 Y보다 큰 것으로 보아 용액 X의 몰농도가 Y보다 진하다는 것을 알 수 있다. 따라서, 가열 전 용매의 몰분율은 X보다 Y가 크다.

18. <정답 맞히기> ㄱ. Fe^{2+} 의 산화수는 +2이고, MnO_4^- 의 Mn의 산화수는 +7이고 생성물의 Fe^{3+} 의 산화수는 +3, Mn^{2+} 의 산화수는 +2임을 바탕으로 반응식을 완성할 수 있다.



계수 맞추기



ㄴ. (나)에서 넣어준 MnO_4^- 의 몰수가 0.01몰인데, 모두 반응하여 (다)에서는 존재하지 않으므로 반응 전과 반응 후에 남아 있는 각각 이온의 몰수를 구할 수 있다.



0.1몰	0.01몰	0.1몰			
-0.05몰	-0.01몰	-0.08몰	+0.05몰	+0.01몰	+0.04몰
0.05몰		0.02몰	+0.05몰	+0.01몰	+0.04몰

따라서, Mn^{2+} 과

H^+ 의 몰수 비는 1:2이다. ∴ (다)의 수용액에 존재하는 Fe^{2+} 의 몰수는 0.05몰이고, 수용액 전체의 부피는 0.2L이므로 Fe^{2+} 의 농도는 0.25M이다.

19. <정답 맞히기> ∴ HA의 pH=3이고 $K_a=10^{-6}$ 이므로 약산인 HA의 이온화 상수는 $K_a=C\alpha^2$, $[\text{H}^+]=C\alpha=10^{-3}$ 이므로 $\alpha=10^{-3}=0.001$ 이다.

<오답 피하기> ∴ a에서 $[\text{HA}]=[\text{A}^-]$ 이고 HA의 pH가 6이므로 $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = [\text{H}^+] = 10^{-6}$ 이다. b에서도 같은 방법을 이용하면 HB의 $K_a = 10^{-5}$ 이다. 따라서 K_a 는 HB가 HA의 10배이다. ∴ HA와 HB를 적정한 NaOH의 부피가 같으므로 두 약산의 MV값은 서로 같다. HA의 농도를 구해보면 $K_a=C\alpha^2=10^{-6}$ 와 $[\text{H}^+]=C\alpha=10^{-3}$ 로부터 농도 C는 1M임을 알 수 있다. HB의 농도도 $K_a=C\alpha^2=10^{-5}$ 와 $[\text{H}^+]=C\alpha=10^{-3}$ 로부터 0.1M임을 알 수 있다. 두 약산의 MV값은 서로 같으므로 용액의 부피는 HB가 농도가 10배 진한 HA의 10배이다.

산	pH	H^+	$K_a=C\alpha^2$	α	농도
HA	3	10^{-3}	10^{-6}	10^{-3}	1M
HB	3	10^{-3}	10^{-5}	10^{-2}	0.1M

20. <정답 맞히기> 실험 I 과 II를 비교하면 B의 농도에 관한 반응 차수를 결정할 수 있고, 실험 I 과 III을 비교하면 A의 농도에 관한 반응 차수를 결정할 수 있다. 비가역 반응에서 일어나는 변화에서 각 실험에서의 전체 몰수를 바탕으로 t초일 때 각 물질의 몰수를 판단해 보면 다음과 같다.

실험 I

$\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{C}$
반응 전 : 4몰 4몰
반응 : -1몰 -2몰 +1몰
t초 후 : 3몰 2몰 1몰

실험 II

$\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{C}$
반응 전 : 4몰 8몰
반응 : -1몰 -2몰 +1몰
t초 후 : 3몰 6몰 1몰

실험Ⅲ



반응 전 : 8몰 4몰

반응 : -2몰 -4몰 +2몰

t초 후 : 6몰 2몰

실험 I 과 II를 비교하여 B의 농도에 관한 0차 반응임을 알 수 있고, 실험 I 과 III을 비교하여 A의 농도에 관한 1차 반응임을 확인할 수 있다. 따라서, 반응 속도 식은 $v = k[A]$ 이다. 전체 반응은 A에 대한 1차 반응이므로 실험II에서 반응 시간이 $t \sim 2t$ 초에서는 반응 속도가 A의 농도가 감소한 만큼 감소할 것이다. $0 \sim t$ 초 동안 A가 4몰일 때 1몰 감소하였으므로 $t \sim 2t$ 초에서 감소한 A의 몰수는 $\frac{3}{4}$ 몰이 된다. 따라서, $2t$ 초 일 때 C의 몰수는 t 초 일 때 1몰에서 $2t$ 일 때 $\frac{3}{4}$ 몰이 추가로 생성되어 전체 몰수는 $\frac{7}{4}$ 몰이 된다.

실험II



반응 전 : 4몰 8몰

초기 t초반응 : -1몰 -2몰 +1몰

t ~ 2t초 반응 : -3/4몰 -6/4몰 +3/4몰

1.

2t초 후 : 9/4몰 9/2몰 7/4몰

이다. \therefore 태양을 공전하는 천체의 공전 속도는 케플러 제2법칙에 의해 근일점에서 가장 빠르고, 원일점에서 가장 느리다. \therefore B의 공전 궤도 장반경은 2.22AU이며, 케플러 제3법칙에 의해 공전 궤도 장반경이 더 큰 B가 A보다 공전 주기가 길다.

19. [출제의도] 일식의 원리와 특징 이해하기

\therefore 일식은 달이 태양과 지구 사이에 위치할 때 발생하므로 이날 달의 위상은 삭이다. \therefore 일식은 달이 태양의 서쪽부터 가리기 시작하므로 A, B, C에서의 일식 모습은 각각 c, b, a이다. \therefore 태양이 B에 위치할 때의 일식은 부분 일식이므로 지구상의 관측자는 본그림자가 아닌 반그림자 영역에 위치한다.

20. [출제의도] 태양을 이용한 시각과 절기 파악하기

\therefore 태양은 오전에 가장 긴 그림자 방향의 반대 방향에서 뜬다. \therefore B쪽이 해가 뜨는 동쪽이고 북반구에서는 동쪽을 바라봤을 때 오른쪽이 남쪽이므로 막대를 기준으로 D 방향이 남쪽이다. \therefore 하짓날은 태양의 고도가 가장 높아 그림자의 길이는 가장 짧다.

[물리 II]

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

1. [출제의도] 물체의 운동 이해하기

\therefore 비눗방울은 운동 방향이 변하므로 변위의 크기는 이동 거리보다 작다. \therefore 등가속도 운동은 속도가 시간에 따라 일정하게 변하는 운동이다. 그러나 비눗방울의 속도는 일정하게 변하지 않으므로 등가속도 운동이 아니다. \therefore 비눗방울이 아래로 운동하므로 위치 에너지가 변한다.

2. [출제의도] 힘과 운동 상태의 관계 이해하기

\therefore 단진동은 크기가 변위의 크기에 비례하고, 변위 방향에 대해 반대 방향으로 작용하는 알짜힘에 의한 운동이다. \therefore 등속 원운동은 크기가 일정하고 운동 방향에 대해 수직으로 작용하는 알짜힘에 의한 운동이다. \therefore 등가속도 직선 운동은 크기와 방향이 일정한 알짜힘에 의한 운동이다.

3. [출제의도] 온도를 나타내는 방법 이해하기

섭씨 온도 C, 절대 온도 T, 화씨 온도 F 사이의 관계는 $C = T - 273 = \frac{5}{9}(F - 32)$ 이다. 따라서 $86^\circ\text{F} > 25^\circ\text{C} > 290\text{K}$ 이다.

4. [출제의도] 보일, 샤를의 법칙 탐구 수행하기

(나)에서 장치의 공기를 천천히 빼면 장치 내부의 압력이 감소하여 풍선의 부피는 증가한다. (다)에서 액체 질소에 풍선을 담그면 풍선 안의 기체의 온도가 감소하여 풍선의 부피는 감소한다.

5. [출제의도] 물체에 작용하는 힘의 방향과 운동 분석하기

\therefore 0부터 t_1 까지 우주선은 속력이 일정하게 증가하는 직선 운동을 하므로 등가속도 운동한다. \therefore 추진 로켓에 매달린 우주선의 질량은 일정하다. 우주선의 속력이 증가하므로 운동 에너지는 증가하고, 우주선의 높이가 증가하므로 중력에 의한 위치 에너지가 증가한다. 따라서 역학적 에너지는 증가한다. \therefore t_1 부터 t_2 까지는 곡선 운동을 하므로 운동 방향이 변한다. 따라서 알짜힘의 방향은 운동 방향과 나란하지 않다.

6. [출제의도] 일·운동 에너지 정리 적용하기

물체가 0부터 5d까지 운동하는 동안, 알짜힘이 한 일의 최댓값은 $4Fd$ 이다. 알짜힘이 한 일은 운동 에너지의 변화량과 같으므로 운동 에너지의 최댓값은 $4Fd$ 이다.

7. [출제의도] 포물선 운동 분석하기

포물선 운동에서 물체는 연직 방향으로는 중력에 의해 등가속도 운동을 한다. 0초부터 1초까지 연직 이동 거리가 15m이므로, 0초일 때의 연직 방향의 속도 v_0 은, $s = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 = 15\text{m}$ 에서 $v_0 = 20\text{m/s}$ 이다. 최고점에 도달하는 순간 연직 방향의 속도는 0이므로, $v = v_0 - gt = 0$ 에서 최고점에 도달할 때까지 걸리는 시간은 2초이다.

8. [출제의도] 2차원 탄성 충돌 이해하기

\therefore 충돌 전 x축 방향의 운동량이 0이므로 충돌 후 A와 B의 x축 방향의 운동량의 크기는 서로 같다. 질량이 같으므로 x축 방향의 속력은 같다. \therefore 충돌 후 같은 시간 동안 이동한 거리는 A가 B보다 크다. 따라서 운동량의 크기는 A가 B보다 크다. \therefore 탄성 충돌에서 운동 에너지의 합은 충돌 전과 충돌 후가 같다.

9. [출제의도] 좌표계에 따른 관성력 이해하기

\therefore 철수의 좌표계에서 물체는 정지해 있다. \therefore 물체는 +x방향으로 기울어져 있으므로 관성력의 방향은 +x방향이다. \therefore 영희의 좌표계에서 버스는 운동 방향으로 속력이 감소하는 등가속도 운동을 한다.

10. [출제의도] 단진자의 주기에 영향을 주는 변인 이해하기

엘리베이터의 가속도가 a일 때, 길이가 l인 단진자의 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$ 이다. $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$, $T_B = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, $T_C = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$ 이다. 따라서 주기는 $T_C > T_B > T_A$ 이다.

11. [출제의도] 열의 전도 이해하기

철수: 전도는 물질을 이루는 분자들 사이의 충돌에 의해 열이 전달되는 방법이다. 민수: 각 열원과 접촉면 사이의 온도차는 A가 B보다 크다. 같은 시간 동안 전달되는 열은 같으므로 열전도율은 온도차와 반비례한다. 따라서 열전도율은 B가 A보다 크다. 영희: B 내에서 저열원에 가까울수록 온도가 낮다.

12. [출제의도] 비열, 열용량, 열평형 이해하기

\therefore 0~t까지 A가 잃은 열량과 B가 얻은 열량은 같다. 온도 변화는 A가 B의 3배이므로 열용량은 B가 A의 3배이다. \therefore 열용량은 질량×비열이고, 질량은 B가 A의 2배이므로 비열은 B가 A의 $\frac{3}{2}$ 배이다. \therefore 열평형에 도달하기 전, 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다.

13. [출제의도] 이상 기체 상태 방정식 적용하기

피스톤이 정지해 있으므로 A와 B의 압력은 같고 $PV = nRT$ 이므로, $T \propto \frac{V}{n}$ 이다. 따라서 $T_A : T_B = 1 : 3$ 이다.

14. [출제의도] 온도에 따른 맥스웰 분포 이해하기

\therefore X, Y 중 온도가 높은 기체의 맥스웰 분포는 Y이다. A의 온도가 B보다 높으므로 A의 그래프는 Y이고, 기체 분자의 평균 속력은 A가 B보다 크다. \therefore

단원자 분자 이상 기체의 내부 에너지 $U = \frac{3}{2}nRT$ 이다. 기체의 온도는 A가 높으므로 내부 에너지는 A가 크다.

15. [출제의도] 압력-부피 그래프 해석하기

\therefore A→B 과정에서 기체의 부피가 증가하므로 기체는 외부에 일을 한다. \therefore C→D 과정에서 온도는 일정하므로 내부 에너지 변화는 없고, 부피가 감소하므로 외부로부터 받은 일만큼 열을 방출한다. \therefore D→A 과정에서 부피의 변화가 없으므로 기체가 한 일은 0이다. 따라서 기체가 흡수한 열량은 내부 에너지의 증가량과 같다.

16. [출제의도] 단열 팽창 과정 적용하기

$\Delta Q = W + \Delta U$ 이다. 단열 팽창 과정에서 $\Delta Q = 0$ 이고 $W > 0$ 이므로, $\Delta U < 0$ 이다. 따라서 온도는 감소한다. $PV = nRT$ 에서 T는 감소하고 V는 증가하므로 P는 감소한다. 평균 운동 에너지는 온도에 비례한다. 온도가 감소하였으므로 기체 분자의 평균 운동 에너지도 감소한다.

17. [출제의도] 스티어링 엔진의 작동 과정 이해하기

\therefore (가)에서 기체는 고열원으로부터 열을 흡수하여 가열된다. \therefore (나)에서 기체가 팽창하므로 외부에 일을 한다. \therefore 비가역 과정은 스스로 처음 상태로 돌아갈 수 없는 현상이다. (다)에서 냉각된 기체가 저열로 뜨거워지지 않으므로 이는 비가역과정이다.

18. [출제의도] 등속 원운동 분석하기

\therefore 물체는 0부터 $\frac{t}{2}$ 까지 v_x 는 -x방향으로, v_y 는 +y방향으로 운동하므로 반시계 방향으로 원운동한다. \therefore 주기가 2t이고, 0부터 t까지 x방향의 변위는 지름 S이다. 따라서 반지름은 $\frac{S}{2}$ 이다. \therefore 각속도는 $\frac{2\pi}{\text{주기}}$ 이므로, $\frac{\pi}{t}$ 이다.

19. [출제의도] 용수철 진자의 단진동 이해하기

\therefore 단진동의 중심에서 가속도는 0이다. t일 때 물체는 진동 중심에 있으므로 물체에 작용하는 탄성력과 중력은 평형을 이룬다. 따라서 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. \therefore 2t일 때 물체는 B에서 정지한다. \therefore 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. 따라서 물체의 질량이 클수록 주기는 커진다.

20. [출제의도] 역학적 에너지 보존 법칙 적용하기

중력에 의한 위치 에너지의 기준점이 B일 때, 물체의 역학적 에너지는 $2E_0$ 이다. 따라서 B에서 탄성력에 의한 위치 에너지 $\frac{1}{2}k(2y_0)^2 = 2E_0$ 이다. O에서 중력에 의한 위치 에너지는 E_0 , 탄성력에 의한 위치 에너지 $\frac{1}{2}ky_0^2 = \frac{1}{2}E_0$ 이므로 운동 에너지는 $\frac{1}{2}E_0$ 이다. [다른풀이] $E_0 = mgy_0$ 이다. 역학적 에너지 보존에서 $\frac{1}{2}k(2y_0)^2 = \frac{1}{2}ky_0^2 + mgy_0 + E_k$ 이고, $mg = ky_0$ 이므로 $E_k = \frac{1}{2}E_0$ 이다.

[화학 II]

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

1. [출제의도] 모세관 현상 이해하기

종이를 이루는 섬유는 미세한 틈을 따라 물이 올라가는 모세관 현상에 대한 설명이다. 마른 수건에 물이 쉽게 스며드는 이유도 모세관 현상 때문이다.

2. [출제의도] 이상 기체 상태 방정식으로 분자량 구하기

분자량(M) = $\frac{wRT}{PV}$ 이다. 실험의 측정값을 압력(P)은 기압(atm), 부피(V)는 리터(L), 온도(T)는 절대 온도(K) 단위로 대입하면 이산화탄소의 분자량을 구하는 식은 $\frac{0.09 \times 0.082 \times 298}{1 \times 0.05}$ 이다.

3. [출제의도] 금속의 성질을 실생활에 적용하기

금속 냄비를 이용했을 때 빨리 해동되는 이유는 금속의 자유 전자에 의해 열이 잘 전도되기 때문이다.

4. [출제의도] 분자 간 힘과 끓는점의 관계 이해하기

가. 쌍극자 모멘트가 큰 순서와 끓는점이 높은 순서가 같지 않은 것은 분자의 극성만으로 끓는점이 결정되는 것이 아니기 때문이다. 나. 쌍극자 모멘트는 HF > I₂이지만 끓는점은 HF < I₂인 이유는 I₂의 분자량이 커서 분산력이 크기 때문이다. 다. H₂O이 CH₃Cl보다 분자량과 쌍극자 모멘트는 작지만 끓는점이 높은 것은 수소 결합이 존재하기 때문이다.

5. [출제의도] 기체의 부피를 감소시키는 요인 이해하기

기체의 밀도를 증가시키려면 부피를 감소시켜야 한다. 기체의 부피는 압력에 반비례하고, 절대 온도에 비례한다. 가. 다. 피스톤 위에 추를 올려놓거나 실린더 내부에 물을 더 넣어주면 압력이 증가하여 공기의 부피는 감소한다. 나. 공기의 온도를 높이면 부피는 증가한다.

6. [출제의도] 두 액체의 몰리량 비교하기

가. (가)에서 같은 부피의 질량이 A > B이므로 밀도는 A > B이다. 나. A가 더 많이 증발했으므로 증기 압력은 A > B이다. 다. 증기 압력이 A > B인 것은 분자 간의 인력이 A < B이기 때문이므로 끓는점은 A < B이다.

7. [출제의도] 표준 용액 만들기 및 희석 이해하기

0.1M NaOH(aq) 1L의 표준 용액을 만들기 위해 0.1몰의 NaOH(s)가 필요하다. 따라서 x=4이다. 0.1M NaOH(aq) ymL에 들어 있는 용질의 몰수는 0.005M NaOH(aq) 200mL에 들어 있는 몰수와 같으므로 0.1M × ymL = 0.005M × 200mL이다. 따라서 y = 10이다.

8. [출제의도] 퍼센트 농도와 ppm 농도 구하기

납 성분에 대한 먹는 물의 수질 기준의 ppm 농도는 $\frac{\text{용질의 질량}}{\text{용액의 질량}} \times 10^6 = \frac{0.05\text{mg}}{1000000\text{mg}} \times 10^6 = 0.05\text{ppm}$ 이다. 지하수 100g에 포함된 불소의 퍼센트 농도는 $\frac{1.0 \times 10^{-4}\text{g}}{100\text{g}} \times 100 = 0.0001\%$ 이다. 지하수에 포함된 납의 농도는 0.3ppm으로 먹는 물의 수질 기준인 0.05ppm을 초과한다. 따라서 이 지역의 지하수는 먹는 물로 부적합하다.

9. [출제의도] 물의 가열 곡선 이해하기

AB 구간에서 용해가, CD 구간에서 기화가 일어난다. 가. CD 구간의 길이가 AB 구간보다 길기 때문에 기화열은 용해열보다 크다. 나. 얼음의 질량을 2배로 하면 용해열도 2배로 증가한다. 다. CD 구간에서는 수소 결합이 끊어지면서 기화되므로 수소 결합 수는 감소한다.

10. [출제의도] 끓는점 오름 비교하기

가. 용매의 끓는점=용액의 끓는점-끓는점 오름이다. 따라서 끓는점은 A < B이다. 나. 끓는점 오름(ΔT_b)=K_b·m이다. 두 수용액에서 용질 C의 질량은 같고 용매의 질량은 (가)가 (나)의 2배이므로 몰랄 농도는 (나)가 (가)의 2배이다. ΔT_b은 (가)=(나)이므로 K_b는 A > B이다. 다. 증기 압력 내림(ΔP)=(용매의 증기 압력)×(용질의 몰 분율)이다. 용매 A와 B의 몰수는 $\frac{100}{2M} = \frac{50}{M}$ 으로 같으므로 용질의 몰 분율은 (가)=(나)이다. 따라서 용매의 증기 압력은 A > B이므로 ΔP는 (가) > (나)이다.

11. [출제의도] 기체들의 같은 몰리량 찾기

가. 부피가 같고 기체 Y의 분자량은 X의 2배이므로 각 용기 속 기체의 질량이 같다. 따라서 밀도는 서로 같다. 나. 전체 압력은 입자 수에 비례하므로 (가) > (나) > (다)이다. 다. 온도가 서로 같으므로 평균 분자 운동 에너지는 같다.

12. [출제의도] 결정 구조의 단위 세포 비교하기

가. CsCl에서 Cs⁺와 Cl⁻이 각각 단순 입방 구조이다. 나. (가)에서 Cs⁺ 주위를 8개의 Cl⁻이 둘러싸고 있는 것처럼 Cl⁻ 주위를 Cs⁺ 8개가 둘러싸고 있다. 다. (나)의 단위 세포당 실제로 존재하는 Na⁺의 수=(1(중심에 있는 Na⁺)×1개 + $\frac{1}{4}$ (모서리에 있는 Na⁺)×12개)=4개. Cl⁻의 수=($\frac{1}{2}$ (면의 중심에 있는 Cl⁻)×6개 + $\frac{1}{8}$ (꼭짓점에 있는 Cl⁻)×8개)=4개이다. 따라서 총 이온 수는 8개이다.

13. [출제의도] 여러 가지 고체 결정의 성질 비교하기

가. AB₂는 이온 결정이다. 나. (가)는 A이며 금속 결정으로 금속 양이온과 자유 전자 사이의 정전기적 인력으로 결합을 이루고 있다. 다. (나)는 분자 결정으로 B₂이다.

14. [출제의도] 부분 압력과 전체 압력 관계 이해하기

가. 일정 온도에서 분자 수는 PV에 비례하므로 He와 Ar의 분자 수 비는 3:1이다. 나. P₁V₁=P₂V₂이므로 (나)에서 P_{He}= $\frac{3\text{기압} \times 4\text{L}}{4\text{L} + 2\text{L}}$ =2기압이고, P_{Ne}= $\frac{6\text{기압} \times 2\text{L}}{4\text{L} + 2\text{L}}$ =2기압이다. 따라서 P_{전체}은 4기압이므로 용기 A의 전체 압력도 4기압이다. 다. (다)에서 P_{He}= $\frac{2\text{기압} \times 2\text{L}}{2\text{L} + 2\text{L}}$ =1기압이고, P_{Ne}= $\frac{2\text{기압} \times 2\text{L}}{2\text{L} + 2\text{L}}$ =1기압이고, P_{Ar}= $\frac{2\text{기압} \times 2\text{L}}{2\text{L} + 2\text{L}}$ =1기압이므로 모두 같다.

15. [출제의도] 삼투압 비교하기

가. 용질의 몰수는 변하지 않고 삼투 현상으로 인해 용매의 양이 감소하였으므로 B의 농도는 증가한다. 나. 실험 결과 A의 부피는 400mL, B의 부피는 200mL이고 A와 B의 농도는 1M가 된다. A의 처음 농도(x)는 x×300mL=1M×400mL로 x= $\frac{4}{3}$ M이고, B의 처음 농도(y)는 y×300mL=1M×200mL로 y= $\frac{2}{3}$ M이다. 삼투압(Π)=CRT이므로 (가)에서 A와 B의 삼투압 비는 2:1이다. 다. (가)에서 온도를 높이면 B 농도보다 진한 A의 삼투압이 더 증가하므로 A와 B의 삼투압 차이는 더 커진다.

16. [출제의도] 농도 변화와 몰 분율 이해하기

가. 퍼센트 농도(%) = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$ 이므로 18%이다. 나. 몰 분율은 $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 몰수} + \text{용질의 몰수}}$

이다. 물은 $\frac{41}{9}$ 몰, 포도당은 0.1몰이므로 포도당의 몰 분율은 0.05보다 작다. 다. 몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다. 물 1몰(18g)을 넣으면 용매의 질량은 0.1kg이 되어 1m가 된다.

17. [출제의도] 어느점 내림을 이용하여 분자량 비교하기

어느점 내림(ΔT_f)=K_f·m이다. 물에 A 4g이 녹아 있을 때 ΔT_f이 0.18°C이므로 A 2g이 녹아 있다면 ΔT_f은 0.09°C가 된다. 물 100g에 A 2g, B 2g이 녹아 있을 때 ΔT_f이 0.45°C이므로 B 2g에 의해서 나타나는 ΔT_f은 0.36°C이다. 따라서 A와 B가 같은 질량으로 각각 녹은 수용액의 ΔT_f 비는 1:4이므로 몰랄 농도의 비도 1:4이다. 그러므로 분자량 비는 M_A:M_B=4:1이다.

18. [출제의도] 기체의 부피와 온도 관계 이해하기

가. 나. 온도 3T일 때 BC 구간에서 끓는점이 가장 높은 기체의 상태 변화가 일어나며 전체 기체의 부피 중 $\frac{1}{3}$ 이 감소한다. 따라서 끓는점이 가장 높은 기체는 전체 몰수 중 $\frac{1}{3}$ 을 차지하는 Y이다. 다. AB 구간에서 온도 변화는 T, 기체의 부피 변화는 V이고, CD 구간 온도 변화는 T, 기체의 부피 변화는 $\frac{2}{3}V$ 이므로 AB 구간과 CD 구간의 기울기 비는 3:2이다.

19. [출제의도] 두 기체의 확산 속도 비교하기

(나)에서 실린더 왼쪽의 부피를 V₁, 오른쪽을 V₂라고 하면 V₁+V₂=10L이다. 확산된 기체의 몰수=(꼭을 열기 전 몰수)-(꼭을 닫은 후 몰수)이고 P₁V₁=P₂V₂이므로 확산된 기체 Y의 몰수는 0.6기압 × V₂=(2기압×6L)-($\frac{5}{3}$ 기압×6L)이다. 따라서 V₂= $\frac{10}{3}$ L이고, V₁= $\frac{20}{3}$ L이다. 확산된 기체 X의 몰수는 0.6기압× $\frac{20}{3}$ L=(2기압×4L)-(꼭을 닫은 후 기체 X의 압력×4L)이므로 꼭을 닫은 후 기체 X의 압력은 1기압이다. 확산 속도 비=확산된 몰수 비=실린더의 부피 비이므로 기체 X와 Y의 확산 속도 비는 $\frac{20}{3} : \frac{10}{3} = 2:1$ 이다.

20. [출제의도] 이상 기체와 실제 기체 차이 비교하기

가. 200기압에서 이상 기체 1몰의 $\frac{1}{\text{부피}}$ 은 T₂일 때 2a이고, T₁일 때 a이므로 부피는 T₁일 때가 T₂일 때의 2배이다. 나. B에서의 $\frac{PV}{RT}$ =1이다. T₁, 300기압에서 C에서의 부피는 이상 기체보다 크다. 따라서 C에서의 $\frac{PV}{RT}$ >1이다. 다. A에서의 온도를 2배 높이면 T₁가 되므로 $\frac{1}{\text{부피}}$ 은 a보다 작다.

[생명과학 II]

2014학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> ㄱ. 물이 얼면 물 분자 사이에 육각 구조를 형성하면서 빈 공간이 생성되므로 부피가 증가한다.

<오답 피하기> ㄴ. 결합 A는 공유 결합으로 원자 사이의 결합이므로 상태가 변화해도 그 수는 일정하다. 물이 얼면 결합 B인 수소 결합의 수가 증가한다.

ㄷ. 물이 얼어 얼음이 되면 육각 구조의 일정한 모양을 이루게 되므로 분자 배열은 액체 상태의 물보다 규칙성이 증가하게 된다.

2. <정답 맞히기> ㄱ. 그래프에서 확인할 수 있듯이 20℃에서 증기 압력은 A가 B보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 증기 압력이 큰 분자의 분자 간의 인력이 더 작으므로 분자 간 인력은 B가 A보다 크다.

ㄷ. 증기 압력이 400mmHg일 때 각 증기 압력 곡선과 만나는 지점의 온도를 비교하면 B가 A보다 높으므로 끓는점은 B가 A보다 높다.

3. 2~4주기 할로젠 원소의 수소 화합물에는 HF, HCl, HBr이 있다. A는 분자 간에 수소 결합이 존재하는 HF이고, HCl과 HBr은 두 분자 모두 극성 분자이지만 분자량이 큰 HBr의 분산력이 크게 작용하여 끓는점은 HBr이 HCl보다 높다. 따라서 HBr은 B이고, HCl은 C이다.

<정답 맞히기> ㄴ. A의 끓는점이 가장 높으므로 이는 HF이다. HF는 분자량이 가장 작지만 분자 간에 수소 결합을 형성하므로 분자 간의 인력이 가장 크다.

ㄷ. B는 HBr로 극성 분자이므로 쌍극자-쌍극자 사이의 힘이 존재한다.

<오답 피하기> ㄱ. 분자량은 끓는점이 가장 높은 A가 가장 작다.

4. <정답 맞히기> ㄱ. 고체 A는 단순 입방 구조로 X^+ 를 Y^- 6개가 둘러싸고 있다.

ㄴ. 고체 A는 이온 결합 물질로 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만, 고체 B는 금속 결합 물질로 자유 전자에 의해 고체 상태에서 전류가 잘 흐른다.

<오답 피하기> ㄷ. 이온 결합 물질인 A는 힘을 가하면 이온들 사이의 반발력으로 인하여 부서지지만, B는 금속 결합을 하여 자유 전자가 쉽게 이동할 수 있으므로 힘을 가해도 금속 양이온과의 결합이 끊어지지 않아 전성과 연성이 좋다.

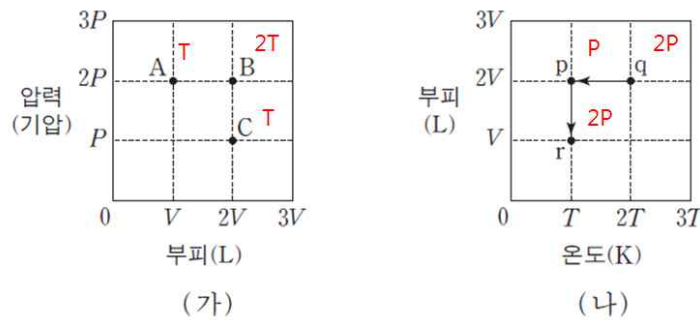
5. (가)는 용해, (나)는 기화의 상태 변화 과정을 나타낸 것이다. 엔트로피 변화(ΔS)는 액체가 기체로 되는 기화가 용해보다 더 크다. 물은 기화열이 용해열 보다 크므로 엔탈피 변화(ΔH)도 기화가 액화보다 크다.

6. <정답 맞히기> ㄱ. 용해도 곡선 위의 상태가 포화 상태이므로 (가)와 (나)는 모두 불포화 상태의 수용액이다.

ㄷ. t_1 에서의 용해도가 20이므로 t_1 로 생각하면 (가)에서는 X가 40g이 석출되고 (나)에서는 X가 20g이 석출되므로 X의 석출량은 (가)가 (나)의 2배이다.

<오답 피하기> ㄴ. (나)를 t_2 로 생각해도 석출되는 X는 없으므로 퍼센트 농도(%)는 변화 없다.

7. (가)에서 A의 부피가 V이고, B와 C의 부피가 2V이므로 p와 q중에서 이를 찾을 수 있고, 부피가 V인 r은 A이다. 압력과 부피의 곱이 더 큰 B의 온도가 C보다 크므로 B는 q이고, C는 p이다.



<정답 맞히기> ㄴ. (가)의 A는 부피가 V이므로 (나)의 r에 해당한다.

ㄷ. (나)에서 q에서 p로 상태가 변하면 압력은 2P에서 P로 감소하고, p에서 r로 상태가 변하면 압력은 P에서 2P로 증가한다.

<오답 피하기> ㄱ. 온도는 B가 2T이고, A가 T이므로 B가 A보다 높다.

8. 확산 속도의 비를 구하기 위해서는 두 기체의 분자량을 구해야 하므로, 이상 기체 방정식 ($PV = nRT = \frac{w}{M}RT$)을 이용한다. 피스톤을 경계로 한 두 기체의 압력은 같고, 온도도 같으

므로 기체의 분자량 $M \propto \frac{w}{V}$ 이다. 따라서 분자량의 비는 $X : Y = \frac{1}{2} : \frac{24}{3} = 1 : 16$ 이다.

확산 속도는 분자량의 제곱근에 반비례하므로 확산 속도의 비는 $X : Y = 4 : 1$ 이다. 따라서 Y가 검출되기 까지 확산되는 시간은 X의 4배인 8초이다.

9. <정답 맞히기> ㄴ. 콧을 열게 되면 각 기체의 부피가 증가하여 더 무질서해지므로 엔트로피는 증가한다.

<오답 피하기> ㄱ. 혼합 후 He의 몰수는 1몰로 일정하지만 부피가 증가하였으므로 He의 부분

압력은 1기압보다 작다.

ㄷ. 콕을 열어 두 기체가 섞이는 과정은 자발적으로 일어나는 과정이므로 자유 에너지의 변화 $\Delta G < 0$ 이다. 따라서 용기 내 전체 기체의 자유 에너지는 콕을 열기 전보다 감소한다.

10. 실험 과정 (라)에서 1000mL의 눈금까지 증류수를 채워야 하므로 A는 부피 플라스크이다. 50%의 황산 7mL에 포함된 H_2SO_4 의 질량은 밀도 \times 부피 $\times\frac{\text{퍼센트농도}}{100}$ 를 통하여 구할 수 있으므로 $1.4(\text{g/mL})\cdot 7(\text{mL})\cdot 0.5 = 4.9\text{g}$ 이다. H_2SO_4 의 분자량이 98이므로 0.05몰이고, 수용액 전체의 부피가 1000mL(1L)이므로 몰 농도(M)는 0.05M이다.

11. 두 수용액의 증기 압력이 같으므로 몰랄 농도가 같다.

<정답 맞히기> ㄷ. 요소 수용액 보다 포도당 수용액의 전체 질량이 작으므로 각각 50g의 물을 가하면 상대적으로 포도당 수용액에 들어 있는 물 분자의 물분율이 더 증가하게 된다. 이때 포도당 수용액의 증기 압력이 커지므로 오른쪽 수은 기둥의 높이는 낮아진다.

<오답 피하기> ㄱ. 수은 기둥의 양쪽 높이가 같으므로 두 수용액의 증기 압력은 같다.

ㄴ. 요소 수용액의 몰랄 농도를 구해보면 $\frac{\frac{3}{60}}{0.097} = \frac{0.05}{0.097}m$ 이므로, 이와 몰랄 농도가 같은 포도당 수용액의 몰랄 농도 x 는 0.5보다 크다.

12. 1기압에서의 끓는점이 같으므로 수용액 (가)와 (나)의 몰랄 농도는 같다. (다)의 어는점 내림은 (가)의 5배이다.

<정답 맞히기> ㄴ. (다)의 어는점 내림이 (가)의 5배이고, (가)와 (나)의 몰랄 농도는 같으므로 몰랄 농도는 (다)가 (나)의 5배이다.

<오답 피하기> ㄱ. 수용액 (가)와 (나)의 몰랄 농도가 같으므로 분자량은 B가 A보다 크다.

ㄷ. (다)의 끓는점 오름은 (가)의 5배이므로 101.30°C 이다. 따라서 끓는점은 (다)가 (가)보다 1.04°C 높다.

13. 실험 결과 수용액의 온도가 감소하였으므로 NH_4NO_3 의 용해 반응은 흡열 반응이다.

<정답 맞히기> ㄱ. NH_4NO_3 가 수용액에 녹아서 이온화되므로 계의 엔트로피는 증가한다.

ㄷ. 반응이 자발적으로 일어났으므로 전체 엔트로피는 증가하였다.

<오답 피하기> ㄴ. 수용액의 온도가 감소한 것으로 보아 주위에서 열을 흡수하는 흡열 반응 ($\Delta H > 0$)이 일어났으므로 계의 엔탈피는 증가하고 주위의 엔탈피는 감소하였다.

14. 반응의 자발성은 자유 에너지의 변화(ΔG)로 나타낼 수 있고, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이다. $\Delta G < 0$ 이면 자발적이고, $\Delta G > 0$ 이면 비자발적이다. (다)는 기체가 생성되었으므로 $\Delta S > 0$, $\Delta H < 0$ 이므로 $\Delta G < 0$ 이 되어 온도에 관계없이 자발적인 반응이다. (가)는 기체의

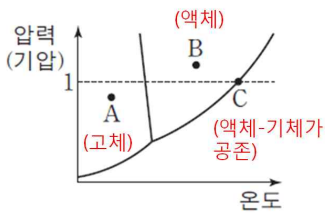
분자 수가 감소하여 $\Delta S < 0$, $\Delta H > 0$ 이므로 $\Delta G > 0$ 이 되어 온도에 관계없이 비자발적 반응이다. (나)는 기체가 생성되어 $\Delta S > 0$, $\Delta H > 0$ 이므로 온도에 따라 자발성이 달라지고, (라)는 기체의 분자 수가 감소하여 $\Delta S < 0$, $\Delta H < 0$ 이므로 (나)와 같이 온도에 따라 자발성이 달라진다.

15. <정답 맞히기> ㄱ. T 와 P 에서 물질은 모두 기체 상태라고 하였으므로 $H_2(g)$ 의 연소 반응은 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ 로 H_2 의 연소 엔탈피는 $H_2O(g)$ 의 생성 엔탈피인 ΔH_1 과 같다.

ㄴ. $C_2H_5OH(g)$ 의 연소 반응식은 $C_2H_5OH(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$ 이므로 각 물질의 생성 엔탈피로부터 구하면 $2\Delta H_2 + 3\Delta H_1 - \Delta H_3$ 이다.

ㄷ. 연소 반응은 발열 반응이므로 $C_2H_5OH(g)$ 의 연소 반응에서 반응 물질의 결합 에너지의 총합은 생성 물질의 결합 에너지의 총합보다 작다.

16. 상평형 그림의 A~C에서 물의 상태는 다음과 같다.



<정답 맞히기> ㄷ. C에서는 액체와 기체가 함께 존재하는 평형 상태이므로 기화와 액화의 자유 에너지 변화는 0이다.

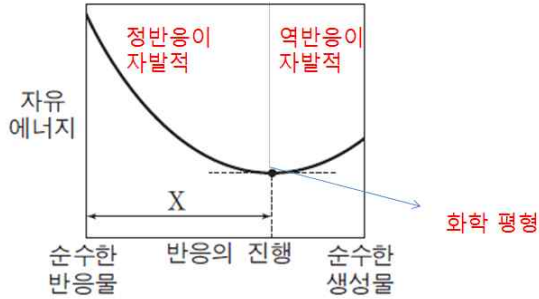
<오답 피하기> ㄱ. A는 고체 상태로 용해의 과정은 일어나지 못하므로 $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$ 는 비자발적이다.

ㄴ. B는 액체 상태이므로 $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ 는 자발적으로 일어난다. 따라서 자유 에너지 변화는 0보다 작다.

17. 화학 반응이 진행할 것인가에 대한 판단은 반응 지수(Q)를 이용하여 판단할 수 있다. Q가 K보다 작으면 정반응으로 반응이 진행하고, Q가 K보다 크면 역반응으로 반응이 진행된다. 각 상태 (가)~(다)의 반응 지수를 구하면 다음과 같다.

상태	농도(mol/L)			반응 지수 (Q)
	A	B	C	
(가)	8	4	4	1/16
(나)	4	2	8	2
(다)	2	1	10	25

<정답 맞히기> ㄱ. (가)에서는 반응 지수가 평형 상수보다 작으므로 반응이 정반응으로 진행할 수 있는 구간 X에 있는 상태이다. 반응의 진행에 따른 자유 에너지의 그림에서 정반응의 역반응이 일어나는 구간은 다음과 같다.



ㄴ. (나)에서는 반응 지수가 평형 상수와 같으므로 평형이 이동하지 않아 자유 에너지 변화(ΔG)는 0이다.

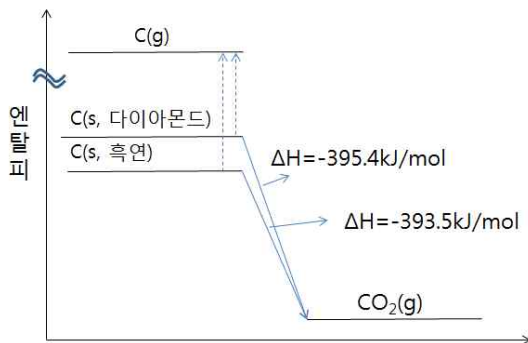
ㄷ. (다)에서는 반응 지수가 평형 상수보다 크므로 역반응으로 반응이 자발적으로 진행하게 된다.

18. <정답 맞히기> ㄱ. (나)에서는 N_2O_4 만이 존재하므로 역반응이 진행하여 NO_2 가 생성되므로 평형 II에 도달하는 과정에서 기체의 총 분자 수는 증가한다.

ㄴ. 온도가 같아 평형 상수가 같은 (가)와 (나)에서 각각 넣어준 기체의 분자 수의 비가 화학 반응식 계수의 비와 같으므로 평형에 도달하여 존재하는 물질의 농도는 평형 I과 II에서 같다.

<오답 피하기> ㄷ. (나)에서는 N_2O_4 만이 존재하여 평형 II에 도달하면 NO_2 가 일정량 생성될 것이다. 한편 (다)에서는 (나)와 같은 몰수의 N_2O_4 가 존재하지만 NO_2 역시 존재하므로 (나)보다 평형 상태에 도달하는데 NO_2 의 생성량이 작을 것이다. 따라서 N_2O_4 의 농도는 III에서가 II에서보다 크다.

19. 열화학 반응식을 통해서 다이아몬드와 흑연의 엔탈피를 나타내면 다음과 같다.



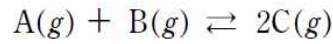
<정답 맞히기> ㄴ. 연소 반응에서 방출되는 열에너지의 크기는 다이아몬드가 흑연보다 크므로 엔탈피는 다이아몬드가 흑연보다 크다.

ㄷ. 다이아몬드의 엔탈피가 흑연보다 크므로 기체 상태의 원자가 될 때 엔탈피 변화는 다이아

문드가 흑연보다 작다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)와 (나)는 모두 탄소 원자 간의 공유 결합으로 이루어진 결정이므로 공유 결정이다. 분자 결정에는 드라이아이스, 아이오딘, 나프탈렌, 얼음 등이 있다.

20. 화학 평형에서 새로운 평형에 도달할 때 까지 변화하는 물질의 농도는 화학 반응식의 계수와 같다. (가)~(다)에서 변화되는 물질의 농도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.



농도	과정	A	B	C
(가)	초기	x	x	
	변화	$x-2$	$x-2$	4
	평형	2	2	4
(나)	초기	2	$2+y$	4
	변화	$2-z$	$2+y-z$	$4+2z$
	평형	1	9	6
(다)	변화	$1+p$	$9+p$	$6-2p$
	평형	1.5	9.5	5

<정답 맞히기> ㄱ. (가)의 평형 상태에서 측정된 C의 농도가 4M로 이는 A와 B가 각각 2M 씩 감소한 이후에 생성된 것이다. 따라서 x 는 4가 된다. 또한 (나)의 평형 상태에서 측정된 A의 농도가 1M로 이는 추가한 y 몰로 인하여 반응이 정반응으로 진행하면서 변화한 양이 A와 B는 각각 1M이고, C는 2M이기 때문이다. 따라서 추가한 y 는 8이 된다.

<오답 피하기> ㄴ. (다)에서 온도를 높였을 때 반응이 역반응으로 진행하였으므로 역반응이 흡열 반응이고, 정반응이 발열 반응이다.

ㄷ. 부피가 감소하면 압력이 증가하지만 기체 A와 B의 반응식에서 전체 기체 분자 수의 변화가 없으므로, C는 분자 수의 변화 없이 일정하다.

2013학년도 7월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

과학탐구 영역

물리 I 정답

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

화학 I 정답

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

생명과학 I 정답

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

지구과학 I 정답

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

물리 II 정답

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

화학 II 정답

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

생명과학 II 정답

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

지구과학 II 정답

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

물리 I 해설

1. [출제의도] 양부일구 이해하기

- ㄱ, ㄴ. 그림자가 중심에서 오른쪽에 있는 시각 선(세로선)을 가리키므로 오후이고, 그림자가 오른쪽을 가리킬수록 관측 시각이 느리다.
 ㄷ. 같은 날 그림자의 길이가 더 긴 (가)의 위도가 (나)의 위도보다 높다.

2. [출제의도] 등가속도 운동 그래프 분석하기

- a, b 는 각각 물체의 가속도와 알짜힘이다. 따라서 $\frac{b}{a}$ 는 물체의 질량을 의미하고, a 가 일정하므로 물체는 등가속도 운동을 한다.

3. [출제의도] 케플러 법칙 적용하기

- 케플러 제3법칙을 적용하면 (공전주기)² \propto (공전궤도 긴반지름)³이다.

4. [출제의도] 일·운동에너지 정리 적용하기

- A와 B를 질량이 $4m$ 인 하나의 물체라 생각하면, 일·운동에너지 정리를 적용하면 알짜힘이 한 일은 운동에너지 변화량과 같다.

$$F \times \frac{1}{2}h = \frac{1}{2} \times (4m) \times v^2 \text{ 이고, } v = \sqrt{\frac{Fh}{4m}} \text{ 이다.}$$

5. [출제의도] 특수 상대성 이론 이해하기

- ㄱ. 지면에 정지해 있는 영희가 관측한 A의 속력은 v 이다.
 ㄴ. 관성 좌표계에서 빛의 속력은 항상 일정하다.
 ㄷ. 빛이 진행하는 동안, A가 앞으로 이동하므로 빛은 뒤쪽 끝에 먼저 도달한다.

6. [출제의도] 표준 모형 이해하기

- 표준 모형에 따르면 입자를 기본 입자와 매개 입자로 구분하며, 기본 입자는 쿼크와 렙톤으로 다시 구분한다. 쿼크는 전하량을 가지며, 렙톤은 4가지 상호 작용 중 강한 상호 작용을 하지 않는다.

7. [출제의도] 전기장 내에서 전하의 운동 이해하기

- ㄱ. 전기장의 방향으로 힘을 받으므로 (+)전하

이다.

- ㄴ. 운동 방향으로 전기력이 작용하므로 속력은 증가한다.
 ㄷ. 전기력선의 간격이 넓을수록 전기장의 세기는 감소한다. 따라서 전기력의 크기는 작아진다.

8. [출제의도] 물체의 자성 이해하기

- ㄱ. 반자성체는 외부 자기장의 반대 방향으로 자기화 되므로 균일한 자기장의 방향은 왼쪽이다.
 ㄴ. 강자성체에 대한 설명이다.
 ㄷ. 반자성체를 자석에 가까이 가져가면 서로 미는 방향으로 자기력이 작용한다.

9. [출제의도] 원자의 양자화된 에너지 준위 이해하기

- ㄱ. 수소 원자의 전자가 갖는 에너지는 양자화되어 있어 불연속적이다.
 ㄴ. 전이 과정에서 에너지 변화는 A에서 B에서보다 크므로 방출되는 광자 한 개의 에너지도 A에서 B에서보다 크다.
 ㄷ. 전자가 갖는 에너지 준위는 바닥상태에서 가장 낮고, n 이 클수록 높다.

10. [출제의도] 트랜지스터 이해하기

- ㄱ, ㄴ. 이미터와 베이스 사이에는 순방향 전압이, 컬렉터와 베이스 사이에는 역방향 전압이 걸리므로 p-n-p형 트랜지스터이다.
 ㄷ. 전하량 보존 법칙을 적용하면 $I_a = I_b + I_c$ 이다.

11. [출제의도] 교류 회로에서 전류값의 변화 이해하기

- ㄱ. 저항값이 작아지면 전류의 세기는 증가한다.
 ㄴ, ㄷ. 교류 전원의 진동수가 f_0 일 때 저항에는 최대 전류 I_0 가 흐르고, 교류 전원의 진동수가 f_0 보다 크거나 작으면 저항에 흐르는 전류의 세기는 I_0 보다 작다.

12. [출제의도] 광전 효과 이해하기

- 광전 효과는 문턱 진동수 이상의 빛을 비출 때만 일어난다.

- ㄱ, ㄷ. A에 의해서만 광전 효과가 일어났으므로 A의 진동수가 B의 진동수보다 크다. B의 진동수는 문턱 진동수보다 작으므로 세기를 증가시켜도 광전자는 방출되지 않는다.

- ㄴ. A의 세기를 증가시키면 단위 시간당 방출되는 광전자의 개수만 증가할 뿐 광전자의 최대 운동 에너지는 변하지 않는다.

13. [출제의도] 전자기 유도 이해하기

- ㄱ. 코일에는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐르므로 $a \rightarrow \text{LED} \rightarrow b$ 방향으로 전류가 흐른다.

- ㄴ. 자석이 코일을 빠져나간 직후 LED에는 (가)에서와 반대 방향 즉, 역방향 전압이 유도되므로 불이 켜지지 않는다.

- ㄷ. 자석이 떨어지는 동안 역학적 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환되므로 역학적 에너지는 (가)에서가 더 크다.

14. [출제의도] 태양전지의 구조와 원리 이해하기

- ㄱ, ㄴ. 저항 R에 $b \rightarrow R \rightarrow a$ 방향으로 전류가 흐르므로 A는 n형, B는 p형 반도체이고, 접합부의 전기장의 방향은 A에서 B이다.

- ㄷ. 빛의 세기가 증가하면 저항 R에 흐르는 전류의 세기는 커진다.

이 된다.

20. [출제의도] 편광판을 통한 빛의 세기 측정하기

- ㄱ. (가)의 실험 결과에서 보면 편광판을 통과한 빛의 세기가 일정하므로 광원에서 나온 빛은 편광되지 않은 빛이다.
- ㄴ. (나)의 실험 결과에서 보면 편광판을 통과한 빛의 세기가 0이 될 때가 생기므로 A에서 반사된 빛은 편광된 빛이다.
- ㄷ. 편광판을 통과한 빛의 세기가 0이 되는 경우는 편광판의 축과 빛의 전기장의 진동 방향이 수직일 경우이므로 회전각 Q와 P의 차이는 180°가 된다.

화학 II 해설

1. [출제의도] 물의 성질 이해하기

온도가 1°C에서 4°C로 높아짐에 따라 물의 밀도는 증가하므로 (가)의 물은 대류 현상이 일어나기 어렵다. 물 분자당 평균 수소 결합 수는 얼음이 물보다 크며, 분자 사이의 평균 거리는 밀도가 클수록 작으므로 C < B이다.

2. [출제의도] 헤스의 법칙 이해하기

KBr(s)의 생성반응에서 헤스의 법칙에 따라 (가)는 (394 + 201 + 418 - 325)kJ로 688kJ이며, K(g)의 이온화 에너지는 K(g) → K⁺(g) + e⁻로 418kJ/mol이다.

KBr(s)의 생성열(ΔH)은 -394kJ이다.

3. [출제의도] 상평형에서 엔탈피와 엔트로피 해석하기

물의 상평형 그림에서 A, D는 고체, B는 액체, C는 기체 상태이므로 A → B는 고체 → 액체로의 상변화가 일어나므로 엔탈피가 증가하고, C → D는 기체 → 고체로의 상변화가 일어나므로 엔트로피가 감소한다.

4. [출제의도] 액체의 증발과 화학 평형 이해하기

일정한 온도에서 액체 상태의 메탄올을 용기에 넣어 두었을 때 증발 속도는 전체 과정을 통해 항상 일정하고, 응축 속도는 점점 증가하다가 증발 속도와 같아지는 동적 평형 상태에 도달한다.

5. [출제의도] 산 염기의 이온화 상수 이해하기

F⁻는 HF의 짝염기이다.

CN⁻의 짝산인 HCN의 $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-5}} = 6.25 \times 10^{-10}$ 으로 HF의 K_a 값 보다 작아 HF가 더 강한 산이다.

NaF를 첨가하여 F⁻의 농도가 증가해도 온도는 일정하므로 K_a 는 일정하다.

6. [출제의도] 자유 에너지와 화학 평형 이해하기

a는 ΔG = 0인 지점으로 평형 상태이다. 따라서 a에서는 X와 Y의 농도가 같은 지점이 아니고, 농도가 일정하게 유지되는 지점이다. 또한 동적 평형 상태이므로 정반응 속도와 역반응 속도가 같고, 반응 지수와 평형 상수가 같다.

7. [출제의도] 기체의 성질 이해하기

일정량의 기체에 대하여 PV ∝ T의 관계가 성립하므로 기체 A, B, C는 다음 표와 같다.

기체	A	B	C
P	1	2	3
PV(∝ T)	1	1	2
V(= $\frac{PV}{P}$)	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$

부피는 A > B이며, 일정량의 기체의 밀도는 부피에 반비례하므로 B > C이다. 온도는 C가 가장 높다.

8. [출제의도] 식품의 성분 자료 해석하기

우유 100mL에 대해 나트륨의 1일 영양소 기준치는 50mg : x = 2.5% : 100%의 식에 의해 2000mg이다.

우유 속의 철의 농도는 $\frac{0.6 \times 10^{-3}g}{100g} \times 10^6 = 6ppm$ 이다.

우유 0.1L에 들어 있는 칼슘은 0.22g이므로 우유 2L에는 4.4g이 들어 있다. 칼슘 4.4g은 $\frac{4.4}{40} = 0.11mol$ 이다.

9. [출제의도] 평형 상수와 평형 이동 이해하기

평형상수 $K = \frac{[AB_3]^2}{[A_2][B_2]^3} = \frac{(나)^2}{2 \times 1^3} = 2$ 이므로 (나) = 2이며, 다음의 관계가 성립한다.

	A ₂ (g)	+ 3B ₂ (g)	⇌	2AB ₃ (g)
처음상태	-	(가)		0
반응	-1	-3		+2
평형상태	2	1		2

(가)는 4M이므로 (가) : (나) = 2 : 1이다.

평형 상태에서 He을 첨가하면 전체 압력은 증가하나 반응물과 생성물의 분압은 변화되지 않으므로 평형은 이동하지 않는다.

부피를 줄여도 온도가 일정하므로 평형 상수의 변화는 없다.

10. [출제의도] 기체의 자발적인 반응 이해하기

A₂B 4개가 반응하여 A₂ 4개, B₂ 2개가 생성되므로 화학 반응식은 2A₂B(g) → 2A₂(g) + B₂(g)이다.

반응 과정에서 입자 수가 증가하므로 엔트로피는 증가한다.

반응은 ΔG(=ΔH-TΔS) < 0일 때 자발적이다.

이 반응은 흡열반응으로 ΔH > 0이고, 입자수 증가반응으로 ΔS > 0이므로 ΔG는 온도에 따라 양수 또는 음수의 값을 가질 수 있다.

11. [출제의도] 용해도 곡선 이해하기

점 a 용액의 농도는 ($\frac{60}{160} \times 100$)%이다.

고체 A가 용해되는 과정은 온도 증가에 따라 용해도가 증가하므로 흡열 과정이다.

고체 A가 물에 용해되면 엔트로피는 증가한다.

12. [출제의도] 중화 적정 곡선 이해하기

HA는 약한 산으로 염기를 가하면 생성된 염의 이온화로 이온의 농도가 증가하므로 용액의 전기 전도율은 a < b이다.

b점에서 [HA] = [A⁻]이고 [H⁺] = 10⁻⁶M이므로

$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = 1.0 \times 10^{-6}$ 이다.

약한 산과 그 짝염기의 혼합 용액을 완충용액이라 하는데 HB는 강산이므로 c점은 완충용액이 아니다.

13. [출제의도] 평형 이동 이해하기

온도를 높였을 때 반응물인 A의 농도가 증가하는 역반응이 일어났으므로 정반응은 ΔH < 0이다.

A 0.1mol과 B 0.2mol 반응할 때 C 0.2mol이 생성되므로 화학 반응식 aA(g) + bB(g) ⇌ cC(g)에서 a : b : c = 1 : 2 : 2이며, 온도가 증가하면 흡열 반응인 역반응이 우세하여 A의 농도가 증가하므로 평형 상수는 작아진다.

(가)와 (나)에서의 각 물질의 농도는 다음과 같다.

	A(g)	+ 2B(g)	⇌	2C(g)
(가) 평형	0.3	0.1		0.3
반응	+0.05	+0.1		-0.1
(나) 평형	0.35	0.2		0.2

(나)에서 B와 C의 농도비는 1 : 1이다.

14. [출제의도] 결합 에너지와 헤스의 법칙 적용하기

반응식을 차례대로 ①, ②, ③, ④라고 할 때, NH₃(g)의 생성 반응은 $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$

이므로 NH₃(g)의 생성열(ΔH)은 -① + $\frac{3}{2}$ ②으로

-(-382) + $\frac{3}{2}$ (-286) = -47(kJ/mol)이다.

NH₃(g) → N(g) + 3H(g)의 ΔH = ① - $\frac{3}{2}$ ②

+ $\frac{1}{2}$ ③ + $\frac{3}{2}$ ④ = 1179kJ이며, N-H 결합 에너지는

이 반응열의 $\frac{1}{3}$ 이므로 $\frac{1179}{3} = 393(kJ/mol)$ 이다.

N₂(g)의 결합 에너지는 950kJ/mol로 H₂(g)의 결합 에너지 438kJ/mol보다 크다.

15. [출제의도] 염의 가수분해 이해하기

강산과 강염기의 짝이온으로 이루어진 NaCl은 이온화되지만 가수 분해되지 않고, CH₃COONa는 약산의 짝이온인 CH₃COO⁻이 물과 반응하여 OH⁻을 생성하므로 수용액이 염기성이다. NH₄Cl은 약염기의 짝이온인 NH₄⁺이 물과 반응하여 H₃O⁺을 생성하므로 수용액이 산성이다.

16. [출제의도] 연소 반응식과 반응열 적용하기

(가)는 ΔH < 0이므로 발열 반응이며, (나)반응

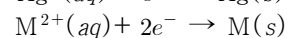
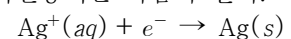
에서 총 기체 분자 수가 감소하므로 엔트로피는 감소한다. (나)과정에서 CH₄(g)의 연소열(ΔH) =

{생성물의 생성열(ΔH)의 총합 - 반응물의 생성열(ΔH)의 총합}이므로 {-395 + 2 × (-288)} - (-75) =

-896이며 1g당 연소열(ΔH)은 $-\frac{896kJ}{16} = -56kJ$ 이므로 56kJ 방출한다.

17. [출제의도] 전기 분해의 양적 관계 이해하기

MCl₂(aq)와 AgF(aq)를 전기 분해할 때 (-)극에서의 화학반응식은 다음과 같다.



같은 전하량이 공급되었을 때 석출되는 금속의 몰수는 Ag : M = 2 : 1이고, Ag의 원자량이 108이므로 M의 원자량은 64이다.

F₂와 Cl₂는 각각 2F(페러드)당 1mol이 생성되고

반응이 완결 되었을 때 공급된 전하량이 같으므로

같은 몰수가 발생한다. 반응 전 MCl₂(aq)속에는 M²⁺가 0.1몰, Cl⁻가 0.2몰이 들어 있고 AgF(aq)속에는 Ag⁺가 0.2몰, F⁻가 0.2몰이 들어 있으므로

총 이온수의 비는 3 : 4이다.

18. [출제의도] 기체의 분출 속도 및 부분 압력 이해하기

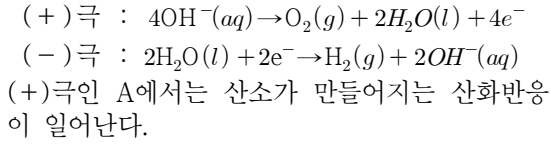
일정한 온도에서 기체 분자 수는 PV에 비례하므로 과정 (가)에서 기체 분자 수는 헬륨과 X가 같으며, 다음 표와 같이 나타낼 수 있다.

실험	분자수			
	A	B	C	D
(가)	He 4N	0	0	X 4N
(나)	He 3N	⊖ He 1N	X 0.5N	X 3.5N
(다)	He 3N	He 0.5N 0.25N	He 0.5N X 0.25N	X 3.5N

일정한 온도에서 압력 ∝ $\frac{\text{분자수}}{\text{부피}}$ 의 관계가 성립하므로 ⊖은 0.5기압이다.

기체의 분출 속도는 분자량의 제곱근에 반비례하므로 $M_x = 16$ 이다. (다)의 용기 B에서 X의 몰분율은 $\frac{1}{3}$ 이다.

19. [출제의도] 물의 전기 분해와 연료 전지 적용하기
NaOH 수용액을 전기 분해하면 다음과 같은 반응이 일어난다.



(다)의 A에서는 환원 반응이 일어나고 B에서는 산화 반응이 일어나므로 전자는 산화 전극인 B에서 환원 전극인 A로 이동한다.
 수소-산소 연료 전지의 표준 전지 전위 ($E^\circ_{전지}$) = $E^\circ_{환원전극} - E^\circ_{산화전극} = (+0.40) - (-0.83) = 1.23V$ 이다.

20. [출제의도] 묽은 용액의 끓는점 오름 이해하기
용액의 끓는점은 용질 X를 용매 100g에 녹인 용액의 몰랄 농도를 3배 묽힐 때와 용질 Y를 용매 100g에 녹인 용액의 몰랄 농도와 같으므로 용질 X의 몰랄 농도는 용질 Y의 몰랄 농도의 3배이다. 따라서 Y의 분자량은 X의 3배임을 알 수 있다.

용질 X의 몰랄 농도 3배로 묽힐 때 끓는점 변화는 용매 A에서는 $0.1^\circ C$ 이고 용매 B에서는 $0.6^\circ C$ 이므로 K_b 는 용매 B에서 6배 크다.
 같은 질량의 용매에 대한 용질 Y의 몰랄 농도는 용질 X의 몰랄 농도의 $\frac{1}{3}$ 이므로 용매 B 100g에 용질 Y를 녹인 용액의 끓는점 오름이 $0.3^\circ C$ 이므로 2배로 묽힌 용액의 끓는점 오름은 $0.15^\circ C$ 이다. 따라서 용질 Y를 용매 B 200g에 녹인 끓는점은 $118.15^\circ C$ 이다.

생명과학 II 해설

1. [출제의도] 현미경의 특징 이해하기
(가)는 주사 전자 현미경, (나)는 투과 전자 현미경이다. 광학 현미경은 가시 광선을 이용하므로 살아있는 세포의 관찰이 가능하다. 주사 전자 현미경은 전자선을 시료에 반사시켜 상을 얻는다. 투과 전자 현미경은 광학 현미경보다 해상력이 높다.

2. [출제의도] 세포막의 구조와 기능 이해하기
A는 탄수화물, B는 막 단백질, C는 인지질이다. B는 물질 수송에 관여하고, C는 세포막에서 유동성을 갖는다.

3. [출제의도] 진화의 증거 이해하기
(가)는 발생의 기원은 같지만 모양과 기능이 다른 상동 기관, (나)는 발생의 기원은 다르지만 모양과 기능이 유사한 상사 기관이다. (가)와 (나)는 비교 해부학적 증거, (다)는 발생학적 증거이다.

4. [출제의도] 세포 골격의 구조와 기능 이해하기
㉠은 미세 섬유로 세포 모양 유지, 세포의 이동, 근육 수축, 세포질 유동, 세포질 함입 등의 기능을 한다. 미세 소관은 튜블린, 중간 섬유는 케라틴, 미세 섬유는 액틴이라는 단백질로 구성된다. 미세 섬유, 중간 섬유, 미세 소관은 모두 세포의 형태를 유지하는 역할을 한다.

5. [출제의도] 삼투 현상 이해하기
(나)에서 수면의 높이 차이가 유지되는 것으로 보아 설탕은 반투과성 막을 통과하지 못하고, A

(저장액)에서 B(고장액)로 물 분자가 확산된 것이다. (나)는 반투과성 막을 통해 양쪽으로 이동하는 물 분자의 수가 같은 동적 평형 상태이다.

6. [출제의도] 효소의 구성 이해하기
알코올 발효에서 발생한 기체는 CO_2 이다. 발효관 II, III, IV의 결과에서 기체 발생에는 A, B가 모두 필요함을 알 수 있다. VI의 결과 셀로판 주머니를 빠져 나온 물질은 열에 강한 비단 백질 성분임을 알 수 있다.

7. [출제의도] 명반응 과정 이해하기
㉠은 물, ㉡은 산소, (가)는 틸라코이드 내부 공간, (나)는 스트로마이다. 명반응에서 물은 광분해되어 광계 II에 전자를 제공한다. (가)보다 (나)의 pH가 높을 때 화학 삼투에 의해 ATP가 합성된다.

8. [출제의도] 젖산 발효 과정 이해하기
(가) 과정에서 2분자의 ATP가 소모되어 생성된 과당 2인산은 포도당보다 에너지가 크다. (나) 과정에서 1분자의 NADH가 생성된다. (다) 과정에서 산화 환원 반응을 통해 ATP가 생성되는 산화적 인산화가 일어나지 않는다. (라) 과정에서 피루브산은 NADH로부터 수소와 전자를 받아 젖산으로 환원된다.

9. [출제의도] 진핵 세포의 유전자 발현 조절 이해하기
진핵 세포의 전사는 핵 안에서 일어난다. ㉠은 원거리 조절 요소로 전사 과정 조절에 관여하는 DNA 부분이다. 진핵 세포의 RNA 중합효소는 전사 조절 인자의 도움을 받아야만 프로모터에 결합하여 전사를 개시할 수 있다.

10. [출제의도] 광합성과 세포 호흡 관계 이해하기
(가)는 명반응, (나)는 암반응, (다)는 산화적 인산화, (라)는 TCA 회로이다. (가)를 통해 빛 에너지는 화학 에너지(ATP)로 전환된다. (가)가 일어나는 엽록체의 틸라코이드와 (다)가 일어나는 미토콘드리아 내막에 있는 전자 전달계에서 전자 전달 반응이 일어난다.

11. [출제의도] 박테리오파지 실험 이해하기
이 실험에서는 ^{32}P 은 파지의 DNA에, ^{35}S 은 파지의 단백질에 표지하여 방사성 물질을 추적하는 자기 방사법이 사용되었다. (나)에서 원심 분리 결과 가벼운 파지는 A와 C로, 무거운 대장균은 B와 D로 분리된다. 대장균 내부로 들어가는 것은 파지의 DNA이므로 ^{35}S (㉠)으로 파지를 표지하는 경우 A에서 방사능이 검출되고, ^{32}P (㉡)으로 파지를 표지하는 경우 D에서 방사능이 검출된다.

12. [출제의도] 빛의 파장과 광합성 이해하기
엽록소가 잘 흡수하는 파장의 빛일 경우 광도계로 흡수되는 빛의 세기가 약하므로 검류계의 값이 작아진다. 작용 스펙트럼을 통해 녹색광에서도 광합성이 일어나고 있음을 알 수 있다. 흡수 스펙트럼과 작용 스펙트럼이 비슷한 것으로 보아 녹색 식물은 엽록소가 잘 흡수하는 파장의 빛을 주로 광합성에 이용한다.

13. [출제의도] 효소의 작용 이해하기
A는 물을 첨가하여 기질을 분해하는 반응에서 촉매 역할을 하므로 가수 분해 효소이다. B는 A의 활성 부위에 결합할 수 없으므로 경쟁적 저해제가 아니다.

14. [출제의도] 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 이해하기
(가)는 약 $95^\circ C$, (나)는 약 $50 \sim 65^\circ C$, (다)는 약 $72^\circ C$ 에서 일어난다. (다)에서 DNA 중합 효

소에 의해 새로운 DNA 가닥이 합성된다. DNA 양은 (가)~(다)를 1회 반복할 때마다 2배씩 증가하므로, 10회 반복하면 2^{10} 배로 증가된다.

15. [출제의도] 생물의 분류 이해하기
진핵생물은 막성 세포 소기관을 갖지만, 원핵생물은 갖지 않는다. 세균역과 고세균역의 생물은 모두 원핵생물이다. 모든 생물은 리보솜과 DNA를 가지므로 '리보솜을 가짐'은 (다)에 해당한다.

16. [출제의도] 단백질 합성 과정 이해하기
mRNA의 5' 방향으로 리보솜의 E 자리가 위치하므로 (가)는 3' 방향이다. 첫 번째로 운반된 ㉡을 지정하는 코돈은 5'-AUG-3'이므로 이와 상보적인 DNA의 유전 암호는 5'-CAT-3'이다. 두 번째 아미노산을 지정하는 코돈은 5'-UGC-3'이므로 ㉠은 시스테인이다. 추가되는 아미노산을 운반하는 tRNA는 A 자리로 들어온다. 단백질 합성 개시 과정에서 리보솜 소단위체와 결합한 mRNA의 개시코돈에 메싸이오닌을 가진 tRNA가 결합한 후 리보솜 대단위체가 결합하여 개시복합체가 만들어진다.

17. [출제의도] TCA 회로 이해하기
피루브산이 아세틸 CoA로 전환되는 과정에서 탈수소 효소의 작용으로 NADH가 생성된다. (나)에서 기질 수준 인산화에 의해 ATP가 생성된다. (다)에서 탄소수의 변화가 없으므로 탈탄산 효소의 작용은 없다.

18. [출제의도] 암반응 과정 이해하기
 CO_2 농도가 1%에서 0.003%로 낮아질 때 물질의 양이 감소하는 A는 3PG이고, 증가하는 B는 RuBP이다. 3PG는 NADPH에 의해 G3P로 환원된다. 6분자의 CO_2 가 고정되면 1분자의 포도당이 생성된다.

19. [출제의도] DNA의 구조 이해하기
염기 간의 결합인 (가)는 수소 결합이다. ㉠은 이중 고리 구조이고, 2개의 수소 결합으로 염기쌍을 형성하므로 A(아데닌)이다. 100개(50쌍)의 염기로 이루어진 DNA에서 염기 수의 비 $\frac{A+T}{G+C} = 1.5$ 이므로 A + T는 30쌍이다. 따라서 이 DNA에서 T(티민)의 수는 30개이다. 가닥 I에서 T(티민)이 15개이면 가닥 II의 T(티민)은 15개이다.

20. [출제의도] 전자 전달계 이해하기
㉠은 FAD, ㉡은 산소이다. 해당 과정에서 호흡 기질을 산화시키는 조효소는 NAD^+ 이다. NADH와 $FADH_2$ 로부터 공급된 전자는 미토콘드리아 내막에 있는 전자 전달 효소 복합체 I~IV를 거쳐 최종적으로 산소에 전달되어 물이 생성된다.

지구과학 II 해설

1. [출제의도] 지구 내부 특성 자료 분석하기
깊이가 약 2900km인 A(구텐베르크면)는 맨틀과 핵의 경계이다. B 구간은 외핵으로 용융 온도보다 지구 내부 온도가 높아 액체 상태이다. B, C는 철과 니켈 등이 주성분으로 구성 물질의 성분은 유사하다. 지구 내부 온도 증가율은 그래프에서 기울기가 가장 완만한 내핵에서 가장 작다.

2. [출제의도] 지구 자기장 이해하기

2014학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> ② 진통제, 항생제, 마취제는 모두 인류의 질병 치료에 도움을 준 의약품 분야의 사례이다.

2. <정답 맞히기> E. 엔탈피(H)는 물질이 가진 고유한 에너지를 나타내므로 가열 시간이 지날수록 물질이 가진 에너지는 증가한다. 가열 시간이 지날수록 엔탈피의 값은 커지므로 엔탈피의 크기는 시간이 갈수록 증가하여 $A < B < C < D < E$ 의 순서가 된다.

3. 액체에서 기체로 변화하는 끓는점의 온도에서 부피가 크게 증가한다.

<정답 맞히기> ㄴ. 끓는점은 B가 A보다 높기 때문에 분자 사이의 인력은 B가 A보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 부피가 급격하게 증가하는 지점의 온도를 비교하면 끓는점은 B가 A보다 높다. ㄷ. 끓는점은 외부 기압인 1기압과 기체의 증기 압력이 같아지므로 끓는점에서 증기 압력은 A와 B가 모두 1기압으로 같다.

4. NaCl이 물에 용해되고 있는 반응이 자발적이라면 $\Delta G < 0$ 이다.

<정답 맞히기> ① 자발적인 반응은 전체의 엔트로피가 증가하는 방향으로 진행된다.

<오답 피하기> ② 물 분자는 Na^+ 와 Cl^- 를 둘러싸게 되므로 무질서도가 용해 전보다 감소하게 된다. 따라서 물의 엔트로피는 감소한다.

③ $\Delta H > 0$ 이므로 흡열 반응이다. 따라서 계에서 주위로 열을 흡수하는 반응이다.

④ 정반응의 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이므로, 역반응의 자유 에너지 변화 $\Delta G > 0$ 이다.

⑤ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H > 0$ 이지만 $\Delta S > 0$ 때문에 반응이 자발적이다. 온도가 증가하면 $T\Delta S$ 의 값이 더 커질 것이므로 자발성은 증가하게 된다.

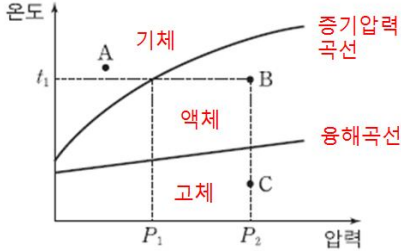
5. 이상 기체 방정식($PV = nRT$)을 활용하여 각 기체의 압력의 비를 판단할 수 있다. T_1 에서 A기체의

$$\frac{\text{압력}(P)}{\text{절대 온도}(T)} = \frac{P_A}{T_1} = \frac{nR}{V} = a \text{로, } T_2 \text{에서 B기체의 } \frac{\text{압력}(P)}{\text{절대 온도}(T)} = \frac{P_B}{2T_1} = \frac{nR}{V} = b \text{로}$$

나타낼 수 있다. 같은 부피의 용기이고 T_1 에서의 B기체의 $\frac{P}{T}$ 값이 $2T_1$ 에서도 같게 일정하므로

로 이는 분자의 몰수가 같다는 것을 의미한다. 따라서 (가)에서 A의 압력 $P_A = aT_1$ (나)에서 B의 압력은 $P_B = 2bT_1$ 로 나타낼 수 있으므로 $\frac{\text{(가)에서 A의 압력}}{\text{(나)에서 B의 압력}} = \frac{a}{2b}$ 이다.

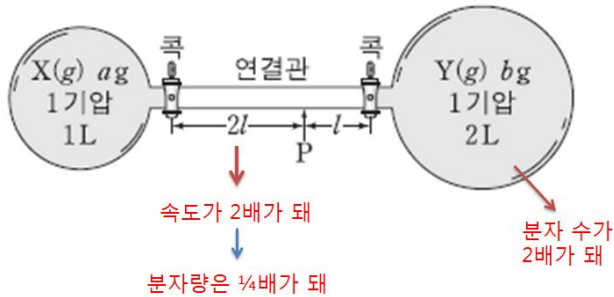
6. 상평형 그림의 각 물질의 상태와 곡선의 이름은 다음과 같다.



<정답 맞히기> ㄱ. 증기 압력 곡선에서 P_1 의 외부 압력이 작용하면 상태 변화가 일어나므로 압력 P_1 에서 끓는점은 t_1 이다.

<오답 피하기> ㄴ. 융해 곡선의 각 압력에 따른 온도를 살펴보면 녹는점은 외부 압력 P_1 에서 P_2 에서보다 낮다. ㄷ. P_2 에서 B는 액체 상태이고, C는 고체 상태이므로 B가 C로 변하는 과정에서는 열을 방출한다.

7. P지점에서 Z(s)를 생성하는 두 기체의 성질을 나타내면 다음과 같다.



P점의 위치로 보아 확산 속도는 X가 Y보다 2배 더 빠르다. 확산 속도는 분자량의 제곱근에 반비례하므로 $(v \propto \frac{1}{\sqrt{M}})$ 분자량의 비 $M_X : M_Y = 1 : 4$ 이고, 분자량이 4배 큰 Y기체가 들어 있는 용기의 몰수가 X가 들어 있는 용기보다 2배 크므로 질량비는 $a : b = 1 : 8$ 이다.

8. 그림의 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $A_2(g) + 3B_2(g) \rightarrow 2AB_3(g)$, $\Delta G < 0$

<정답 맞히기> ㄱ. 반응계에서 반응 후 분자의 수가 감소하므로 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이다. ㄴ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 임에도 자발적인 반응($\Delta G < 0$)이므로 $\Delta H < 0$ 이다. 따라서 반응은 발열 반응이다.

<오답 피하기> ㄷ. 자발적인 반응은 계와 주위의 엔트로피 합인 전체의 엔트로피가 증가하는 방향으로 일어나므로 $\Delta S_{\text{전체}} = \Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다. $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이고, 발열 반응이므로 $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 가 되어 $|\Delta S_{\text{계}}| < |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다.

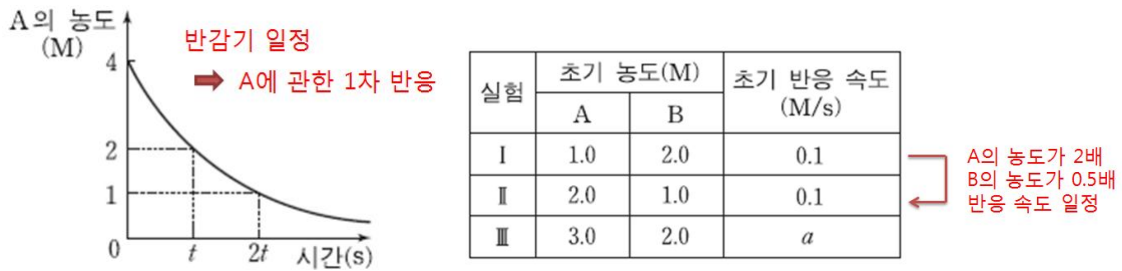
9. $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ 의 NaOH 수용액을 만들기 위해서 0.1M의 수용액을 먼저 제조한 후 이를 0.01배 희석시키는 과정이다.

<정답 맞히기> ㄱ. 0.1M의 NaOH 수용액 250mL에는 $0.1 \text{ M} \times 0.25 \text{ L} = 0.025 \text{ 몰} = \frac{1}{40}$ 몰의 NaOH가 있어야 한다. NaOH의 화학식량은 40이므로 $\frac{1}{40}$ 몰의 NaOH는 1g이다. NaOH의 순도가 99%이므로 x 는 $\frac{100}{99} \text{ g}$ 이다.

ㄷ. 0.10M NaOH 수용액의 밀도는 1 g/mL라고 하였으므로 1L은 1000g이 되고, 1L의 수용액에 0.1몰의 NaOH 4g이 들어있게 된다. 따라서 전체 수용액의 질량은 1000g이고, 용질인 NaOH의 질량은 4g이 되어 %농도는 $\frac{4}{1000} \times 100 = 0.40\%$ 가 된다.

<오답 피하기> ㄴ. (나)의 과정에서는 0.1M의 수용액을 100배 희석하여 0.001 M ($1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$)의 수용액으로 만드는 과정이다. 따라서 $y = 2.5 \text{ mL}$ 이다.

10. 그래프와 표를 분석하면 다음과 같다.

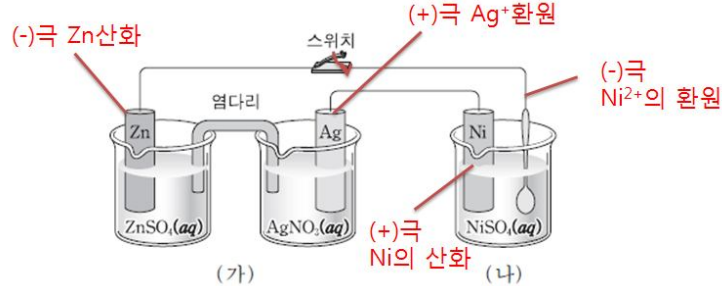


<정답 맞히기> ㄱ. 그래프에서 A의 농도가 반으로 줄어드는 시간이 일정하므로 A의 농도에 대해서는 반감기가 일정한 1차 반응이다. 또한 표를 해석하면 실험 I과 II에서 A의 농도가 2배, B의 농도가 0.5배가 되었을 때 초기 반응 속도가 같으므로 A의 농도에 관한 1차 반응일 뿐만 아니라 B의 농도에 관해서도 1차 반응이 된다. 따라서 전체 반응 속도식은 $v = k[A][B]$ 이다. ㄴ. 반응 시간이 $4t$ 초이면 반감기가 4번 지난 시간이므로 A의 농도는 $4 \times (\frac{1}{2})^4 = 0.25 \text{ M}$ 이다. ㄷ. 실험 III에서 A의 초기 농도는 실험 I에서보다 3배이고, B의 농도는 일정하므로 초기 반응 속도는 3배가 되어 $a = 0.3$ 이다.

11. <정답 맞히기> ㄱ. 기체의 용해도는 온도가 낮을수록 증가하므로 온도가 낮은 A가 B보다 물에 용해된 X의 질량이 크다. ㄷ. 삼중점에서는 세 가지 상태의 물질이 평형을 이루면서 존재하므로 $\Delta G = 0$ 이 되어 고체, 액체, 기체 각 1몰의 자유에너지는 같다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)에서 물에 녹아 있는 X의 질량은 헨리의 법칙에 따라 압력에 비례하므로 녹아 있는 질량비 $B : C = P_1 : P_2$ 이다. 즉 B가 C의 $\frac{P_1}{P_2}$ 배이다.

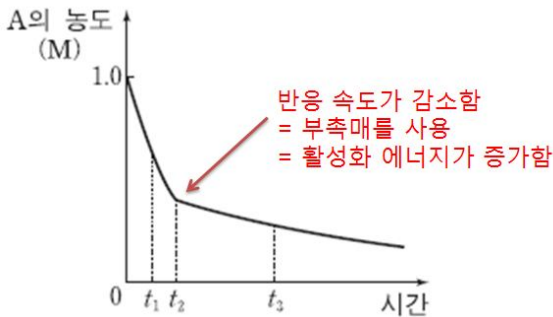
12. 화학 전지에서 Zn의 표준 환원 전위가 Ag보다 작은 값을 나타내므로 Zn이 (-)극, Ag이 (+)극이 된다. 이를 전지로 하여 Ni의 전기 도금 장치에는 숟가락이 (-)극에 연결되어 숟가락에는 Ni이 도금되고 (+)극에 연결된 Ni에서는 산화 반응이 일어나서 Ni^{2+} 이 생성된다.



<정답 맞히기> ㄱ. (가)의 전지 반응은 자발적으로 일어나서 전류가 흘러 숟가락에 Ni이 도금되므로 $\Delta G < 0$ 이다. ㄴ. 스위치를 단았을 때 (나)에서 Ni이 도금되었으므로 (나)의 Ni 전극에서는 산화 반응이 일어났고, 숟가락에서는 Ni^{2+} 이 숟가락에서 환원되는 반응이 일어난 것이다.

<오답 피하기> ㄷ. (가)에서 Zn a 몰이 반응하면 $2a$ 몰의 전자가 전기 분해에 참여할 수 있으므로 +2의 전하를 갖은 이온인 Ni^{2+} 은 a 몰이 숟가락에 도금된다.

13. 그림에서 나타난 변화에 대해 정리하면 다음과 같다.



<정답 맞히기> ㄱ. t_3 일 때가 반응 속도가 가장 느리므로 이 반응의 활성화 에너지는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 분자의 평균 운동 에너지는 온도가 같으면 일정하므로 $t_1 \sim t_3$ 일 때 모두 같다. ㄷ. 화학 반응식이 $A(g) \rightarrow B(g) + 2C(g)$ 이므로 반응이 진행하면 기체의 분자 수가 증가한다. t_3 일 때는 t_2 일 때보다 반응물인 A의 농도가 작으므로 생성된 기체의 양도 t_3 일 때가 더 많다. 따라서 용기 내 기체의 압력은 t_3 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

14. <정답 맞히기> ㄴ. 그래프를 바탕으로 비례식으로 풀어보면 초기 반응 속도가 1.4 M/s일 때의 초기 농도는 T_1 에서는 $\frac{1.4}{x} = \frac{0.8}{0.2}$ 으로 $x = 0.35$ M이고, T_2 에서는 $\frac{1.4}{y} = \frac{0.4}{0.2}$ 으로 $y = 0.70$ M이다. 따라서 T_2 에서가 T_1 에서보다 0.35 M 더 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 그림에서 온도가 2배가 될 때 반응 속도가 2배가 되므로 반응은 A에 대해

여 1차 반응이다. α . T_1 과 T_2 는 온도가 다른 상황의 같은 반응인데 초기 농도가 같을 때 초기 반응 속도가 2배 빠른 T_1 에서 T_2 에서보다 반감기가 0.5배 짧다.

15. (가)와 (나)의 혼합 용액은 약산에 대한 강염기로의 중화 적정의 상황으로 판단할 수 있다. 두 수용액의 농도가 같으므로 현재 (가)와 (나)의 혼합 용액은 중화점의 $\frac{1}{2}$ 부피에서의 혼합 용액을 나타낸다. 따라서 두 혼합 용액에서는 $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ 의 반응에서 HA 와 A^- 의 농도가 같은 상태를 나타낸다.

<정답 맞히기> α . (가) 용액의 pH가 9.0이므로 $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-9} M$ 이 된다. 이때의 $[HA] = [A^-]$ 이므로 $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ 에 따라 $K_a = [H_3O^+]$ 가 되어 $K_a = 1.0 \times 10^{-9}$ 이다.

α . HB 수용액의 농도가 0.1M이고 약산이므로 중화점의 $\frac{1}{2}$ 부피에서 생성된 B^- 의 농도는 HB의 농도와 같고, HB로부터 나오는 H_3O^+ 는 중화 반응을 통하여 거의 사라질 것이다. 따라서 B^- 의 농도는 H^+ 의 농도($1.0 \times 10^{-5} M$)보다 크다.

<오답 피하기> α . 약산의 이온화 상수 $K_a = C\alpha^2$ 이고 이때의 $K_a = [H_3O^+]$ 이므로 $0.1\alpha^2 = 1.0 \times 10^{-5}$ 이다. 따라서 HB의 이온화도 $\alpha = 0.01$ 이다.

16. A의 몰분율을 통해서 x 를 구하고 이를 통해서 평형 상태에서의 반응 계수를 구하는 문항이다. A의 몰분율이 $\frac{6}{7}$ 이므로 A의 평형 상태의 농도를 $x M$ 라고 하여 몰분율을 구하면

$$\frac{x}{0.5+x} = \frac{6}{7} \text{이 되고 이때 } x = 3 \text{이 된다.}$$

<정답 맞히기> α . A의 농도 변화량은 1.0M이고, B의 농도 변화량은 0.05M이다. 농도 변화량의 비는 화학 반응식의 계수비로 나타낼 수 있으므로 $2A \rightleftharpoons B$ 의 평형 반응식이 성립하게 된다. 이는 2분자의 A가 반응하여 B 1분자를 만드는 것이므로 B의 분자량은 A의 2배가 된다.

α . 평형 상태의 농도를 대입하여 평형 상수를 구하면 $K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0.5}{3^2} = \frac{1}{18}$ 이다.

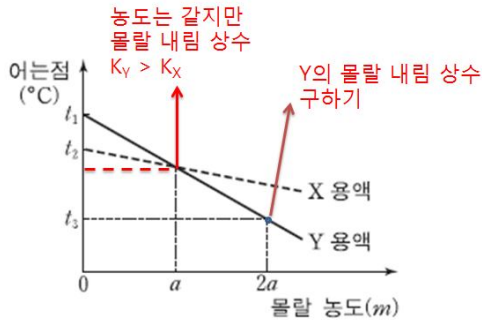
<오답 피하기> α . A의 몰분율을 구하는 식 $\frac{x}{0.5+x} = \frac{6}{7}$ 으로부터 $x = 3$ 이다.

17. <정답 맞히기> α . (가)에서는 액체 상태의 물 분자가 수소 기체와 산소 기체로 분해되므로 $\Delta S > 0$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta G = 286 - T\Delta S$ 가 되어 (가)의 자유 에너지 변화는 ΔH 보다 작다.

α . (나)에서는 $\Delta H < 0$ 이므로 주위로 열을 방출하는 발열 반응으로 주위의 엔트로피는 증가하게 된다.

<오답 피하기> α . (다)의 반응식은 (나)-3(가)를 통해서 $\Delta H > 0$ 를 알 수 있다. 또한 (다)는 $\Delta S > 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 로부터 온도에 따라 자발성을 판단해야 하는 반응이다.

18. 어는점 내림 $\Delta T_f = K_f \cdot m$ 의 식을 만족한다.

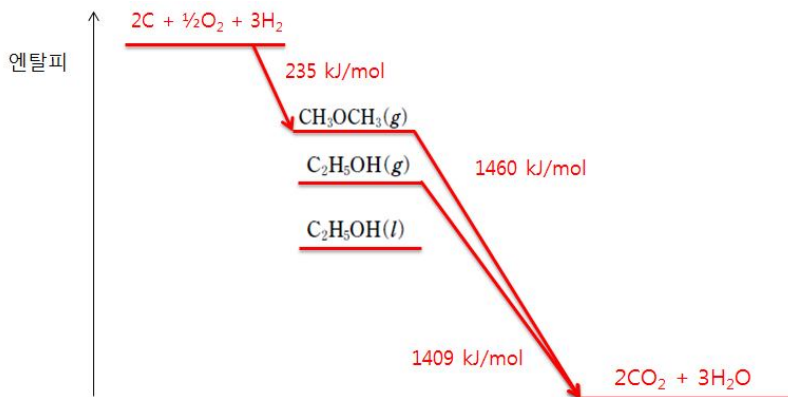


<정답 맞히기> ㄱ. Y의 몰랄 내림 상수는 몰랄 농도가 $2a$ 일 때의 어는점 내림(ΔT_f)을 통해서 구할 수 있다. $\Delta T_f = t_1 - t_3 = K_f \cdot 2a$ 따라서 Y의 몰랄 내림 상수(K_f)는 $\frac{t_1 - t_3}{2a}$ 이다.

ㄴ. 몰랄 농도가 a 일 때 X 용액의 어는점은 Y 용액의 어는점과 같다. 따라서 몰랄 내림 상수를 구한 것을 토대로 어는점을 구할 수 있다. 어는점 내림 $\Delta T_f = t_1 - x = \frac{t_1 - t_3}{2a} \cdot a$ 를 통해 X용액의 어는점 $x = \frac{t_1 + t_3}{2}$ 이다.

ㄷ. X의 a 일 때 어는점이 $\frac{t_1 + t_3}{2}$ 이므로 X의 어는점 내림으로부터 몰랄 내림 상수를 구하면 $\Delta T_f = t_2 - \frac{t_1 + t_3}{2} = K_f \cdot a$ 로부터 $K_f = \frac{2t_2 - t_1 - t_3}{2a}$ 가 된다. 따라서 Y와 X의 몰랄 내림 상수의 차이를 구하면 $\frac{t_1 - t_3}{2a} - \frac{2t_2 - t_1 - t_3}{2a} = \frac{t_1 - t_2}{a}$ 이다.

19. 표의 자료로부터 엔탈피 값을 비교할 수 있다. 연소 엔탈피가 CH_3OCH_3 이 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 크기 때문에 엔탈피의 값은 $\text{CH}_3\text{OCH}_3(g)$ 이 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 크다. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 은 기화되어야 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 로 되므로 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 낮은 엔탈피의 값을 갖는다.

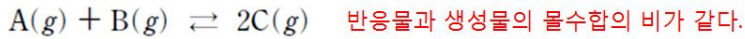


<정답 맞히기> ㄱ. c 의 값은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 의 엔탈피 값을 토대로 알 수 있는데, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 의 엔탈피가 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 작으므로 연소 엔탈피의 값 $c > -1409$ 이다.

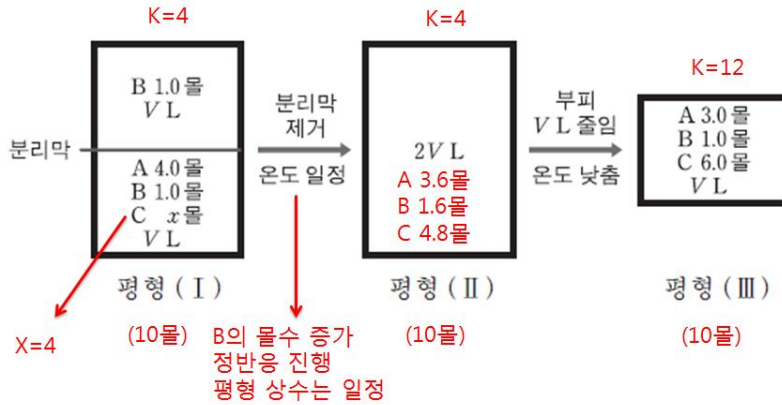
ㄷ. 생성 엔탈피가 (-)값을 나타내는 $C_2H_5OH(g)$ 보다 엔탈피가 작은 두 분자의 분해열의 크기를 생각해 보면 물질의 엔탈피가 작은 물질이 가장 엔탈피 변화가 클 것이므로 $C_2H_5OH(l)$ 의 분해열이 $CH_3OCH_3(g)$ 보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 엔탈피의 크기로 볼 때 $C_2H_5OH(g)$ 가 $CH_3OCH_3(g)$ 로의 반응은 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

20. 화학 반응식으로부터 알 수 있는 이 반응의 특성 및 평형(I)에서 분리막이 제거 되면서 일어나는 변화를 추정하면 다음과 같다.



➔ 평형이 이동하여도 몰수의 합은 변하지 않는다.



<정답 맞히기> ㄴ. 평형(II)는 평형(I)에서 B의 몰수가 추가되어 정반응이 진행된 상태의 평

형이므로 평형 상수는 평형(I)과 같다. 이때의 몰수 변화를 살펴보면 $\frac{[\frac{4+2a}{V}]^2}{[\frac{4-a}{V}][\frac{1-a}{V}]}=4$ 이므

로 a 는 0.4가 된다. 따라서 평형(II)의 몰수는 A가 3.6몰, B가 1.6몰, C가 4.8몰이 되어 C의 몰분율은 전체 몰수 10몰에 C의 몰수 비율이 되므로 0.48이다.

ㄷ. 평형(II)에서 평형(III)으로 되는 과정에서 온도를 낮추었는데 이때 A의 몰수가 3.6몰에서 3.0몰로 감소하는 정반응이 진행되므로 반응은 발열 반응이다. 따라서 정반응의 반응 엔탈피 $\Delta H < 0$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. 화학 반응식의 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합이 같으므로 이 반응은 평형 이동이 일어나도 전체 몰수의 변화는 없다. 따라서 평형(III)에서의 전체 반응물의 몰수의 합이 10몰이므로 평형(I)에서의 C의 몰수는 4몰이 되어 $x=4$ 이다. 평형(I)과 평형(II)의 온도가 같으므로 평형(II)의 평형 상수는 평형(I)과 같다. 따라서 평형(II)의 평형

상수(K) = $\frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{[\frac{4}{V}]^2}{[\frac{4}{V}][\frac{1}{V}]} = 4$ 가 된다. 평형(III)의 평형 상수(K) = $\frac{[\frac{6}{V}]^2}{[\frac{3}{V}][\frac{1}{V}]} = 12$ 이므로 평형

상수는 평형(III)에서가 평형(II)에서의 3배이다.

(-)전하이다. \therefore 그래프에서 기울기가 전기장이므로 0에서 2d까지 전기장과 전기력이 일정하다.

7. [출제의도] 전자의 회절에 대한 불확정성 원리를 이해한다.
불확정성 원리 $\Delta x \Delta p \geq h$ 에 의해 위치의 정확도가 증가하면 운동량의 불확정성이 커진다.

8. [출제의도] 열역학 제1법칙을 적용한다.
 \therefore 부피가 가장 작은 A가 Z이다. \therefore B→C에서 $W=0$ 이므로 $Q = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}\Delta(PV) = 3PV$ 이다. \therefore 등온 과정이므로 내부 에너지는 일정하다.

9. [출제의도] 전자기 유도 현상을 이해한다.
 \therefore $2t_0$ 일 때 자기력선속의 변화율이 0이므로 유도 기전력은 0이다. \therefore t_0 와 $3t_0$ 일 때 자기력선속의 변화가 반대이므로 유도 전류의 방향도 반대이다.

[오답풀이] \therefore $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4t_0} = \frac{\pi}{2t_0}$ 이다.

10. [출제의도] 축전기에 충전되는 전하량을 구한다.
전원 전압이 V라면 A, B에 걸린 전압은 S를 닫기 전 $\frac{V}{3}, \frac{2V}{3}$ 이고, 닫은 후 $\frac{V}{2}, \frac{V}{2}$ 이다. A에 걸리는 전압이 1.5배가 되므로 전하량도 1.5배가 된다.

11. [출제의도] 자기력과 홀 효과를 이해한다.
 \therefore \therefore 전자가 +x 방향으로 자기력을 받으므로 a에는 양(+)전하, b에는 음(-)전하가 모인다. 따라서 전위는 a가 높고 자기력은 +x 방향이다. \therefore 자기력의 크기는 전류의 세기에 비례한다.

12. [출제의도] 빛의 굴절 법칙을 이해한다.
철수: 굴절각이 입사각보다 작으므로 굴절 후의 속력이 느리고 파장이 짧다. 민수: 매질에 관계없이 진동수는 변하지 않는다.
[오답풀이] 영희: 굴절각이 입사각보다 크므로 굴절 후의 속력이 빠르고 파장이 길다.

13. [출제의도] 블록 거울에 의한 상을 이해한다.
 \therefore 블록 거울에 의한 상은 항상 물체보다 작다.
[오답풀이] \therefore 블록 거울에 의한 상은 항상 거울과 초점 사이에 생긴다. \therefore 물체가 블록 거울 쪽으로 이동하면 상도 거울 쪽으로 이동한다.

14. [출제의도] RLC 회로를 이해한다.
 \therefore 진동수는 주기의 역수이므로 $\frac{1}{T}$ 이다.

[오답풀이] \therefore 코일에 걸리는 전압은 전류보다 $\frac{1}{4}$ 주기만큼 위상이 빠르다. \therefore 임피던스가 R이므로 유도 리액턴스와 용량 리액턴스는 같다.

15. [출제 의도] 편광판에 의한 편광을 이해한다.
빛이 A를 통과하면 세기가 약해지며(I), A에 비스듬한 B와 B에 비스듬한 C를 차례로 통과하면 세기가 더 약해진다(III). A와 C만 겹쳐진 부분은 빛이 통과할 수 없다(II).

16. [출제 의도] 자기 쌍극자가 받는 돌림힘을 구한다.
자기 모멘트는 $\mu = IA$ 이고 돌림힘은 $\tau = \mu B \sin\theta$ 이다. 면적은 $A = \pi r^2$ 이고 $\theta = 90^\circ$ 이다.

17. [출제 의도] 도플러 효과를 이해한다.
음속을 V라고 하면 $f_1 = \frac{V-v}{V}f_0, f_2 = \frac{V}{V+v}f_0$ 이다. 따라서 $f_1 < f_2 < f_0$ 이다.

18. [출제 의도] 파동 함수를 해석한다.
 \therefore 파동 함수는 입자의 물질파에 대한 슈뢰딩거 방정식의 해이다. \therefore $\Psi(2L) = 0$ 이므로 입자가 발견될

확률은 0이다. \therefore $|\Psi(L)|^2 = |\Psi(3L)|^2$ 이므로 입자가 발견될 확률은 같다.

19. [출제 의도] 전자의 드브로이 파장을 구한다.
X선의 에너지가 hf_0 에서 hf 로 감소하며, 감소한 에너지만큼 전자가 운동 에너지 E_k 를 갖는다. 드브로이 파장은 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \sqrt{\frac{h}{2m(f_0-f)}}$ 이다.

20. [출제 의도] 원운동과 2차원 충돌을 해석한다.
운동량 보존에 따라 충돌 후 A, B의 수직 방향 운동량의 크기는 같다. 따라서 A의 수직 방향 속력은 $\frac{\sqrt{3}}{2}v$, 수평 방향 속력은 $\frac{3}{2}v$ 이다. 충돌 후 수평 방향 운동량의 합이 $2mv$ 이므로 원운동 할 때의 속력은 $2v$ 이다. 따라서 구심 가속도 $a = \frac{4v^2}{r}$ 이다.

화학 II 정답

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

해설

1. [출제의도] 끓는점과 분자 간 인력 관계를 이해한다.
 \therefore N_2 와 CO는 분자량이 같지만 무극성인 N_2 의 끓는점이 더 낮다. \therefore NH_3 와 CO는 극성이지만 NH_3 는 수소 결합을 형성하므로 끓는점이 더 높다.
[오답풀이] \therefore 공유 결합을 형성하는 모든 분자는 분산력이 작용한다.

2. [출제의도] 염화 세슘의 결정 구조를 이해한다.
 \therefore 1개의 단위세포에 8개의 꼭짓점이 있으며, 꼭짓점 1개당 실제 포함된 입자는 $\frac{1}{8}$ 개이다. \therefore Cs^+ 과 Cl^- 이 1:1로 결합한다.
[오답풀이] \therefore 이온 결합 물질은 액체나 수용액 상태에서만 전기 전도성이 있다.

3. [출제의도] 녹색 화학을 이해한다.
암모니아를 연료로 사용하면 암모니아의 성분 원소인 질소와 수소가 포함된 물질을 얻을 수 있다.

4. [출제의도] 물의 상평형 그림과 결합을 이해한다.
 \therefore (나)는 액체 상태의 물 분자 모형이므로 Y에 해당한다. \therefore 결합 A는 공유 결합, 결합 B는 수소 결합을 나타내며 공유 결합은 수소 결합보다 강하다. \therefore 물이 기화될 때 수소 결합이 끊어진다.

5. [출제의도] 반응 속도에 영향을 주는 조건을 찾는다.
조건 I은 분자 수가 증가한 것이고, 조건 II는 활성화 에너지가 감소한 것이다.

6. [출제의도] 엔탈피와 엔트로피 변화를 이해한다.
 \therefore 입자 사이의 인력이 약화되므로 (가)에서는 열을 흡수한다. \therefore (나)에서 입자들의 배열이 무질서해지므로 엔트로피가 증가한다.
[오답풀이] \therefore 전체 용해 과정의 엔탈피 변화(ΔH)가 0보다 크면 흡열 반응이다.

7. [출제의도] 헤스 법칙을 이해한다.
 \therefore ΔH_1 은 cK_1 이며 0보다 크다. \therefore O_2 의 결합 에너지는 ΔH_2 의 2배이다. \therefore 주어진 열화학 반응식의

반응 엔탈피(ΔH)는 $\Delta H_1 + \Delta H_2 - (-\frac{1}{2}b)$ 이다.

8. [출제의도] 발열 반응과 용해열의 정의를 이해한다.
 \therefore 측정된 NaOH의 용해열은 (용액의 비열×용액의 질량×온도 변화)를 몰수로 나눈 값과 같다.
[오답풀이] \therefore 온도가 증가했으므로 용해 과정에서 열은 계에서 주위로 이동한다. \therefore 용해열(kJ/mol)은 용질의 질량과 관계없이 일정하다.

9. [출제의도] 엔탈피와 엔트로피의 개념을 이해한다.
 \therefore ΔH_1 이 0보다 크므로 계의 엔탈피가 증가한다. \therefore 기체가 생성되므로 계의 무질서도가 증가한다.
[오답풀이] \therefore $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 가 0보다 작으면 자발적이다. ΔH 와 ΔS 가 모두 0보다 크므로 온도가 높을수록 자발적이다.

10. [출제의도] 온도에 따른 반감기와 반응 속도 상수를 이해한다.
 \therefore 40초 후 (가)와 (나) 모두 0.5M이다.
[오답풀이] \therefore 온도가 높을수록 반감기가 짧아진다. \therefore 온도가 높을수록 반응 속도 상수는 커진다.

11. [출제의도] 반응 속도식을 구한다.
 \therefore 반응 전후에 원자의 수는 변하지 않으므로 a는 2, b는 1이다. \therefore 반응 속도식에 주어진 실험값을 넣어 반응 속도 상수를 구한다.
[오답풀이] \therefore 실험 1, 2를 비교하면 NO_2 에 대해 1차, 실험 1, 3을 비교하면 O_3 에 대해 1차 반응이다.

12. [출제의도] 중화 적정 곡선을 해석한다.
 \therefore 지시약 (나)는 중화점에 도달하기 전에 색이 변하므로 적당하지 않다. \therefore 중화점에서 H^+ 과 OH^- 의 몰수가 같으므로 $x \times 10 = 0.5 \times 20$ 에서 $HA(aq)$ 의 농도는 1M이다. \therefore $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ 에서 공통 이온인 A^- 를 첨가하면 평형이 역반응 쪽으로 이동하여 pH는 증가한다.

13. [출제의도] 온도, 농도에 따른 평형 이동을 안다.
 \therefore 압력이 커지면 분자 수가 감소하는 방향으로 반응이 진행된다. 압력이 커질수록 수득률이 증가하므로 반응물 계수의 합은 생성물 계수보다 크다.
[오답풀이] \therefore \therefore 발열 반응에서는 온도가 낮을수록 정반응 쪽으로 반응이 진행되어 평형 상수는 커진다.

14. [출제의도] 몰 농도와 몰랄 농도를 변환한다.
 \therefore 1M은 200mL에 포도당 180g이 녹아 있는 것이므로 200mL에는 36g이 녹아 있다. \therefore 용액의 밀도를 알면 몰랄 농도를 몰 농도로 바꿀 수 있다. (나)에서 200mL 수용액의 질량을 알면 몰 농도를 구할 수 있다.
[오답풀이] \therefore 1m는 물 1kg에 포도당 180g이 녹아 있는 것이므로 수용액의 부피는 1L보다 크다. 따라서 같은 부피에 녹아 있는 포도당의 몰수는 (가)보다 크다.

15. [출제의도] 이상 기체 방정식을 이용하여 자료를 해석한다.
 \therefore 0℃, P_1 에서 기체 A a g이 2V이고 b g이 V이므로, 질량은 a가 b의 2배이다. \therefore 부피는 P_2 일 때가 P_1 일 때의 2배이므로 P_1 은 P_2 의 2배이다.
[오답풀이] \therefore 같은 질량에서 A의 부피가 B의 2배이므로 분자량은 B가 A의 2배이다.

16. [출제의도] 평형 상수를 구한다.
A와 B는 각각 0.1몰씩 감소하고, C는 0.1몰 증가한다. 따라서 x는 0.1몰, y는 0.5몰이다.

17. [출제의도] 산 염기 평형에서 이온화 상수를 안다.
 \therefore $K_a \times K_b = K_w$ 이다.

[오답풀이] ㄱ. K_{a1} 이 작으므로 HA^- 이 H_2O 보다 강한 염기이다. ㄴ. H_3O^+ 이 가장 많이 존재한다.

18. [출제의도] 화학 전지와 전위의 관계를 안다.

ㄷ. B가 C보다 산화되기 쉬우므로 (-)극이다.

[오답풀이] ㄱ. A가 산화되어 A^{2+} 이 되므로 질량은 감소한다. ㄴ. A가 산화되고 C^+ 이 환원된다. 따라서 $A(s) + 2C^+(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + 2C(s)$ 이 자발적인 반응이다.

19. [출제의도] 삼투의 원리를 안다.

ㄱ. 물이 A에서 B쪽으로 이동하였다. ㄴ. ㄷ. 평형 상태에서 농도가 같은 두 설탕물의 끓는점은 같고, 2L에 포함된 설탕이 1L에 포함된 설탕의 2배이다.

20. [출제의도] 전기 분해를 이해한다.

ㄷ. 석출된 Ag과 발생한 O_2 의 몰수 비는 4:1이다.

[오답풀이] ㄱ. (-)극에서 Ag이 석출되므로 (가)는 0.80보다 작다.

생명 과학II 정답

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

해설

1. [출제의도] 세포막의 특징을 이해한다.

ㄱ. A는 내재성 단백질로 수용성 물질의 이동에 관여한다. ㄴ. B는 인지질의 머리 부분으로 친수성을 띤다. ㄷ. C는 인지질의 꼬리 부분으로 지방산이다.

2. [출제의도] 리소좀의 기능과 내포 작용을 이해한다.

ㄱ. A는 리보솜이 붙어 있으므로 거친면 소포체이다. [오답풀이] ㄴ. 가수 분해 효소는 리보솜에서 합성된다. ㄷ. 내포 작용이 일어날 때 에너지가 사용된다.

3. [출제의도] 세포막을 통한 물질의 이동을 이해한다.

ㄱ. ㄴ. 흡수력은 삼투압에서 팽압을 뺀 값이므로 0이고, A는 팽윤 상태이다.

[오답풀이] ㄷ. 증류수가 식물 세포로 들어오게 되므로 삼투압은 점점 감소한다.

4. [출제의도] 효소의 작용과 저해 원리를 이해한다.

ㄴ. 효소 c가 없으므로 C의 양이 감소하지 않는다. ㄷ. D가 증가하면 효소 a의 작용이 저해된다.

[오답풀이] ㄱ. 효소 b는 C의 생성에 관여한다.

5. [출제의도] 화학 삼투설의 원리를 이해한다.

ㄴ. A로 H^+ 이 확산에 의해 이동하므로 막 사이 공간과 기질의 H^+ 농도 차이가 줄어든다.

[오답풀이] ㄱ. 전자의 최종 수용체는 O_2 이다. ㄷ. A를 통한 H^+ 의 이동은 확산에 의해 일어난다.

6. [출제의도] 광합성 과정을 이해한다.

ㄴ. A에서 명반응이 진행되므로 NADPH가 생성된다. ㄷ. C에서 CO_2 양이 감소한 것은 암반응을 통해 CO_2 가 환원되어 포도당이 합성되었기 때문이다.

7. [출제의도] 허시와 체이스의 실험을 이해한다.

ㄱ. 단백질과 DNA 중 다음 세대의 파지를 만드는 물질이 무엇인지 알아본 실험이다. ㄴ. ㄷ. 침전물 A에 들어 있는 대장균은 방사성 물질이 있는 파지에 감염되어 있으므로 방사성 물질이 없는 배지에서 배양하

더라도 방사능을 띤 파지가 생성된다.

8. [출제의도] 알코올 발효 실험과 과정을 이해한다.

ㄱ. ㄷ. ㉠은 CO_2 이며, 발효가 진행될수록 CO_2 가 증가하므로 맹관부의 수면은 낮아지게 된다. ㄴ. 아세트알데하이드는 NADH로부터 H^+ 을 받아 환원되어 에탄올이 된다.

9. [출제의도] 광합성과 호흡 과정을 이해한다.

ㄷ. 탈탄산 효소의 작용으로 CO_2 가 생성된다.

[오답풀이] ㄱ. 광합성의 명반응에서 ATP는 광인산화 과정을 통해 생성된다. ㄴ. (나)는 열목재의 스트로마에서 일어나는 암반응 과정이다.

10. [출제의도] 진핵생물의 유전자 발현을 이해한다.

ㄴ. 전사 촉진 인자에 의해 알부민 유전자 발현이 촉진된다. ㄷ. 전사 촉진 인자 결합 부위는 DNA의 염기 서열이므로 사람의 모든 체세포 핵에 존재한다.

[오답풀이] ㄱ. A, B, C는 전사 촉진 인자가 결합하는 DNA의 특정 염기 서열이고, a, b, c는 별도의 유전자로부터 발현되어 알부민 유전자의 발현을 조절하는 물질이다.

11. [출제의도] 단백질 번역 과정을 이해한다.

ㄱ. 리보솜의 A 자리에 tRNA가 결합하여 새로운 아미노산이 전달된다.

[오답풀이] ㄴ. ㄷ. ㉡는 코돈 AAA에 의해 지정된 아미노산이므로 라이신이며, ㉢를 지정한 DNA 트리플렛 코드는 5'-AAT-3'이다.

12. [출제의도] 중합 효소 연쇄 반응 과정을 안다.

ㄱ. (가)는 변성 단계로 고온에서 염기 사이의 수소결합을 끊어 DNA 이중 나선을 단일 가닥으로 분리한다. ㄷ. (다)는 중합 단계이다.

[오답풀이] ㄴ. 프라이머가 결합하기 위해서는 변성 단계보다 온도를 낮춰야 한다.

13. [출제의도] 3역 6계 분류 체계를 안다.

ㄱ. 세균계에 속하는 생물들은 펩티도글리칸을 함유한 세포벽을 가지고 있다. ㄷ. 진핵생물군은 4개의 계로 나뉜다.

[오답풀이] ㄴ. 고세균계에 속하는 생물은 원핵생물이므로 막으로 싸인 세포 소기관이 발달하지 않는다.

14. [출제의도] DNA의 복제 원리를 이해한다.

DNA의 복제는 반보존적으로 일어나므로 4세대에서는 $^{14}N-^{14}N$ 가 들어 있는 DNA와 $^{14}N-^{15}N$ 가 들어 있는 DNA가 1:7로 나타난다.

15. [출제의도] 줄기 세포 치료의 원리를 안다.

ㄱ. A는 환자의 체세포를 복제한 것이므로 수정란인 B보다 면역 거부 반응이 적다.

[오답풀이] ㄴ. B는 정자와 난자가 수정하여 만들어진 것이므로 환자의 체세포와 유전자가 다르다. ㄷ. 배아 줄기 세포는 성체로 자랄 수 있는 배아를 파괴하므로 다양한 세포를 만들 수 있지만 생명 윤리적인 문제가 더 많다.

16. [출제의도] 진화의 분자생물학적 증거를 이해한다.

ㄴ. 사람과 유연관계가 가장 가까운 동물은 사이토chrome c의 아미노산 서열 차이가 가장 적은 원숭이다. ㄷ. 사람과 개구리의 아미노산 서열 차이는 18개이고, 원숭이와 참치는 21개이다.

17. [출제의도] 양치식물의 생활사를 안다.

ㄱ. 양치식물인 고사리의 포자체는 관다발이 발달한다. ㄴ. 포자는 감수 분열을 통해 만들어지므로 핵상이 n이다.

[오답풀이] ㄷ. 전연체는 핵상이 n이므로 장정기를 만드는 과정은 감수 분열이 아니다.

18. [출제의도] 집단 유전을 이해한다.

집단 내에서 유전병 환자는 100명 중 1명뿐이므로 유전병 유전자의 빈도는 0.1이다. (가)의 유전자형은 이형접합이며, (나)의 유전자형이 이형접합일 확률은 $\frac{2 \times 0.9 \times 0.1}{0.99}$ 이다. 이때 태어난 아이가 유전병일 확

률은 $\frac{1}{4}$ 이므로 (가)와 (나) 사이에서 태어난 아이가 유전병을 가질 확률은 $\frac{2 \times 0.9 \times 0.1}{0.99} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{22}$ 이다.

19. [출제의도] 유전적 부동을 이해한다.

(가)에서는 핀치새 개체군의 유전자 빈도 변화가 없었으나 (나)에서는 유전자 빈도 변화가 나타났으므로 (나)에서 유전적 부동에 의한 유전자 풀의 변화가 일어났다. 크기가 작은 개체군일수록 유전적 부동의 영향을 크게 받는다.

20. [출제의도] 원시 지구의 생물 진화 과정을 안다.

27억 년 이전에 광합성세균이 출현하였으며, 광합성세균에 의해 대기 중 산소량이 증가하기 시작한 이후에 산소 호흡 생물인 산소세균이 출현하였다.

지구 과학II 정답

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

해설

1. [출제의도] 지질 단면도를 해석하여 암석의 종류에 따른 특징을 알아낸다.

A는 석회암이 접촉 변성 작용을 받아 형성된 대리암이다.

[오답풀이] B는 C보다 광물 입자의 크기가 작다. D는 변성암이므로 층리가 발달하지 않는다.

2. [출제의도] 조류 운동의 원리를 알아보기 위한 실험을 이해하고 지구에 적용한다.

ㄴ. 고도가 높을수록 모호면의 깊이는 깊다. ㄷ. 대륙 빙하가 녹으면 지각이 융기한다.

3. [출제의도] 판의 경계의 종류를 알고 판의 이동과 해양 지각의 연령을 이해한다.

ㄷ. 해령에는 판의 발산형 경계가, 해구에는 판의 수렴형 경계가 나타난다.

[오답풀이] ㄱ. A에서 판은 북서쪽으로 이동한다. ㄴ. 해령에 가까워질수록 해양 지각의 나이가 감소한다.

4. [출제의도] 방사성 동위원소의 붕괴 곡선으로부터 반감기를 구한다.

ㄱ. ㄴ. A는 모원소인 ^{14}C , B는 자원소인 ^{14}N 의 곡선이고, ^{14}C 의 반감기는 약 5,700년이다. ㄷ. 반감기가 2번 지나면 ^{14}C 는 붕괴 전의 $\frac{1}{4}$ 만큼 남는다.

5. [출제의도] 광물의 물리적, 화학적 성질을 이해하고 광물에 따른 차이를 이해한다.

④ A의 굴기는 7, C의 굴기는 3이므로 A와 C를 서로 긁으면 C의 표면에 흠집이 난다.

6. [출제의도] 지진파의 주시 곡선을 이해하고 지각의 두께와 진앙 거리의 관계를 이해한다.

ㄱ. I보다 가까운 곳에는 직접파가 굴절파보다 먼저 도착한다. ㄷ. (가)층이 두꺼울수록 I이 커진다.

2014학년도 대학수학능력시험 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> ① 신약 개발 과정에서 분자 모델링의 과정을 통해서 신약으로 쓰일 물질의 분자 구조를 파악하게 되었으므로 인류 복지에 크게 기여하게 되었다.

2. <정답 맞히기> ㄱ. 열린계에서는 주위와 물질 및 에너지의 교환이 있다.

<오답 피하기> ㄴ. 고립계에서도 액체 상태의 물이 자발적으로 증발하여 물의 부피가 감소하고 있으므로 엔트로피는 증가한다.

ㄷ. 열린계와 고립계에서 모두 물이 자발적으로 증발하여 물의 부피가 감소하고 있는 상태이므로 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이다.

3. <정답 맞히기> ㄱ. (가)의 단위세포 안에는 중심에 있는 입자 1개와 모서리에 있는 입자 $1(8개 \times \frac{1}{8})$ 개가 있으므로 총 2개의 입자가 있다. (나)의 단위세포 안에는 각 면에 있는 입자 $3개(6개 \times \frac{1}{2})$ 와 각 모서리에 있는 입자 $1(8개 \times \frac{1}{8})$ 개가 있으므로 총 4개의 입자가 있다. 따라서 단위 세포에 포함된 입자수는 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄴ. (나)는 각 면의 중심에 Cu 원자가 위치하므로 면심 입방 구조이다. (가)는 체심 입방 구조이고, (다)는 단순 입방 구조이다.

ㄷ. (다)의 단위 세포에 포함된 Na^+ 은 중심에 있는 입자 1개와 각 선에 있는 입자 $3개(12개 \times \frac{1}{4})$ 로 총 4개이다.

4. <정답 맞히기> ㄱ. 온도가 일정하므로 t_1 과 t_2 에서 A의 증발 속도는 같다. 다만 응축되는 속도는 t_1 보다 t_2 에서 빠르므로 t_2 에서 동적 평형 상태에 도달하여 수은 기둥의 높이가 일정해진다.

ㄷ. 증기 압력은 B가 A보다 크므로 분자 간의 인력은 B가 A보다 크다. 따라서 물 증발열은 B가 A보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 증기 압력은 온도가 일정하면 일정하므로 부피가 2배로 되어도 A의 증기 압력은 a로 같다.

5. 열량계에 흡수된 총 열 $Q = (\text{열용량} \times \text{온도 변화})$ 이다.

<정답 맞히기> ㄴ. 탄소 가루의 완전 연소로 열량계에 흡수된 열은 $Q = 40 \times 0.5 = 20\text{kJ}$ 이다.

ㄷ. 탄소 가루가 불완전 연소 되면 발생하는 열량은 완전 연소보다 작으므로 t_2 는 23.7°C 보다 낮게 측정된다.

<오답 피하기> ㄱ. 탄소 가루와 산소 기체의 완전 연소 반응은 $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ 이다. 0.6g 의 탄소 가루는 0.05몰 이고, 산소 기체의 몰수는 0.1몰 이므로 강철 용기 내부 기체는 반응 전에는 산소 기체 0.1몰 이고 반응 후에는 산소 기체 0.05몰 과 이산화 탄소 기체 0.05몰 이 존재하게 되어 0.1몰 의 기체가 존재한다. 따라서 반응 전후의 강철 용기 내부 기체의 몰수는 반응 전 후에 같다.

6. 수용액의 몰랄 농도가 증가하면 증기 압력은 감소한다.

<정답 맞히기> ㄱ. 몰랄 농도가 0일 때 용액 (가)의 증기 압력이 (나)보다 크므로 용매의 분자 간 인력은 B가 A보다 크다.

ㄷ. 몰랄 농도가 m_2 인 용액 (가)와 용매 B의 증기 압력은 P_1 으로 같으므로 외부 압력 P_1 에서 끓는점은 같다.

<오답 피하기> ㄴ. 끓는점에서 외부 압력과 증기 압력은 같아지므로 용액 (가)와 (나)는 끓는점에서 증기 압력이 같다.

7. <정답 맞히기> 일정한 온도에서 기체의 분자 수는 압력과 부피의 곱에 비례한다. 반응 전에는 분자의 수가 X는 $3V$ 개, Y는 $4V$ 개 있었고 $\text{X}(g) + \text{Y}(g) \rightarrow \text{Z}(g)$ 반응 후에는 분자 Y가 V 개, Z가 $3V$ 개 존재하게 된다. 반응 후에는 콕이 열린 상태이므로 전체 압력은 1기압이 되고 부피는 $(4 + 2V)$ 가 되므로 $1 \times (2V + 4) = 4V$ 가 되어 $V = 2L$ 이다.

8. 반응의 자발성은 자유 에너지 변화 ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$)로 판단한다.

<정답 맞히기> ㄱ. 반응 I은 $\Delta H < 0$, $T\Delta S < 0$ 이고 그 크기는 $\Delta H > T\Delta S$ 이므로 $\Delta G < 0$ 이다. 반응 II는 $\Delta H < 0$, $T\Delta S > 0$ 이므로 온도에 관계없이 $\Delta G < 0$ 이다. 반응 III은 $\Delta H > 0$, $T\Delta S > 0$ 이고 그 크기는 $\Delta H < T\Delta S$ 이므로 $\Delta G < 0$ 이다. 반응 I~III은 모두 $\Delta G < 0$ 이므로 모두 자발적으로 일어난다.

<오답 피하기> ㄴ. 25°C 에서 $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ 의 반응은 흡열 반응이므로 $\Delta H > 0$ 이고, 엔탈피에서 기체로의 승화이므로 $T\Delta S > 0$ 이므로 반응III에 해당한다.

ㄷ. $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2(g) \rightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 반응은 연소 반응이므로 $\Delta H < 0$ 이고 반응 전후에 기체의 분자 수가 증가하므로 $T\Delta S > 0$ 이다. 따라서 반응II에 해당한다.

9. <정답 맞히기> 수용액 전체의 질량은 600g 이므로 수용액의 %농도를 구하기 위해서 용질의 질량을 구해야 한다.

$$1.5\text{M NaOH 수용액에 포함된 NaOH의 질량} = 1.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times a\text{L} \times 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 60\text{a g}$$

밀도가 1.06g/mL인 1.5m NaOH 수용액 0.1L에 포함된 NaOH의 질량을 x 라고 하면,

$1.5m = \frac{x}{40} / \frac{106-x}{1000}$ 이므로 $x = 6g$ 이 된다. 따라서 이 혼합 수용액의 %농도는

$$\frac{60a+6}{600} \times 100 = 10a+1 \text{ 이다.}$$

10. 무극성 분자의 분자간의 힘인 분산력은 분자량이 크면 크다.

<정답 맞히기> ㄱ. $CX_4 \sim CZ_4$ 는 모두 정사면체 구조를 갖는 무극성 분자이다. 따라서 끓는점은 분자량의 크면 높으므로 X는 F, Y는 Cl, Z는 Br이다. 따라서 분산력은 분자량이 가장 큰 CZ_4 가 CY_4 보다 크다.

ㄴ. X는 F이므로 HF인 HX는 분자 간에 수소 결합을 한다.

<오답 피하기> ㄴ. 전기 음성도의 크기는 Y인 Cl이 Z인 Br보다 크므로 극성의 크기는 $HY > HZ$ 가 되어 할로젠화 수소의 쌍극자-쌍극자 힘은 $HY > HZ$ 이다.

11. $PV = nRT$ 으로부터 분자량을 구하는 식을 나타내면 $M = \frac{wRT}{PV}$ 이다.

<정답 맞히기> ㄴ. $M = \frac{wRT}{PV}$ 에 대입하기 위해서 압력은 대기압에서 수증기압을 빼야한다.

$P = P_1 - P_2$ 이므로 이 실험으로부터 구한 분자량은 $\frac{0.09g \times 0.08 \frac{L \cdot \text{기압}}{\text{몰} \cdot K} \times 300K}{0.96 \text{기압} \times 0.05L} = 45$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. 눈금 실린더에 가해지는 외부 압력은 대기압으로 같다. 하지만 그림 II에서 외부 압력 = C_3H_8 의 증기압력 + 수증기압 + 물기둥의 압력이다. 그림 III에서는 외부 압력 = C_3H_8 의 증기압력 + 수증기압이므로 눈금 실린더 속 C_3H_8 의 부분 압력은 그림 III에서가 II에서 보다 크다.

ㄴ. (다)에서 측정된 T 가 330K이면 눈금 실린더 내부의 수증기 분자 수가 증가하므로 C_3H_8 의 몰분율은 300K일 때 보다 작다.

12. $CO_2(g)$ 의 생성열 ΔH_1 은 $C(s, \text{흑연}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ 의 반응열,

$H_2O(g)$ 의 생성열 ΔH_2 는 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ 의 반응열,

$H_2O(l)$ 의 분해열 ΔH_3 는 $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ 의 반응열이다.

<정답 맞히기> ㄴ. (가)의 엔탈피 변화는 3분자의 $CO_2(g)$ 와 4분자의 $H_2O(l)$ 가 생성되는 반응의 엔탈피 변화이므로 $3\Delta H_1 - 4\Delta H_3$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. $H_2O(l)$ 의 몰 증발열(ΔH)은 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 의 반응열이므로 $\Delta H_2 + \Delta H_3$ 이다.

ㄴ. $3\Delta H_1 + 4\Delta H_2$ 에 해당하는 반응은 3분자의 $CO_2(g)$ 와 4분자의 $H_2O(g)$ 가 생성되는 연소 반응으로 발열 반응이다.

13.

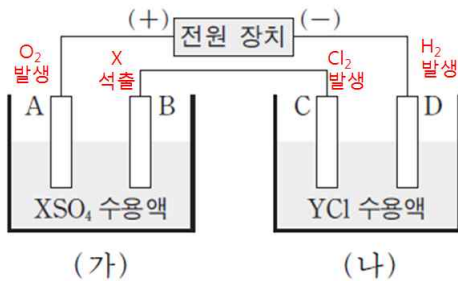
<정답 맞히기> ㄱ. t_1 에서 온도 변화에 의해서 몰수의 변화량이 가장 큰 물질이 화학 반응식의 계수가 가장 큰 B이다. 따라서 B는 감소하고 A는 증가하는 것이므로 평형이 역반응으로 이동하게 된 것이다. 정반응은 흡열 반응이므로 t_1 에서 온도를 감소시켜 발열 반응인 역반응이 유도된 것이다.

ㄷ. 평형 I에서 C의 농도를 구하기 위해서 평형 I과 II에서 평형 상수(K)의 관계를 나타내는 다음 식을 이용해야 한다.

$$\frac{4^2 \times C}{2} = 12 \times \frac{2^2 \times (C-1)}{3}$$
 이 식으로부터 C의 몰수는 2몰이 된다. 따라서, 평형 II에서 C의 몰수는 1몰이 되고, B의 몰수는 2몰이다.

<오답 피하기> ㄴ. t_3 에서 농도 변화량을 보면 감소하는 물질은 B이고 증가하는 물질은 A이므로 첨가한 물질은 C이다.

14. 각 수용액에서 일어나는 전기 분해의 결과는 다음과 같다.

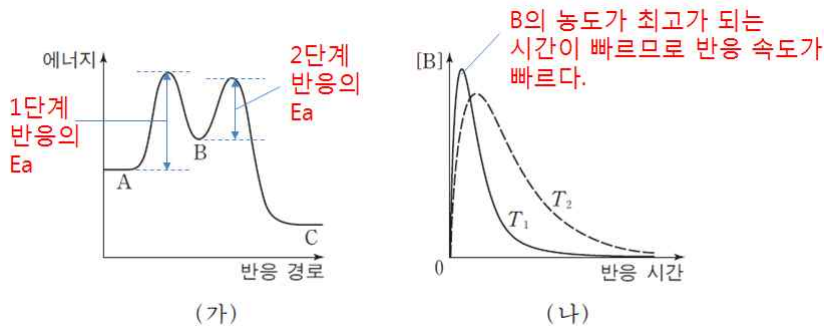


<정답 맞히기> ㄱ. (가)의 (+)극에서는 O_2 가 발생한다. 이 과정은 $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ 이므로 H^+ 이 증가하여 pH는 감소한다.

ㄴ. 전극 D에서는 금속 Y가 전기 분해에 참여하지 않고 기체가 발생하였으므로 물이 전기 분해되어 생성되는 H_2 이다.

ㄷ. 표준 환원 전위(E°)가 큰 금속이 전기 분해 과정에서 추출되므로 표준 환원 전위는 X가 Y보다 크다.

15. 반응 속도 상수(k)는 활성화 에너지가 작을수록 크다.

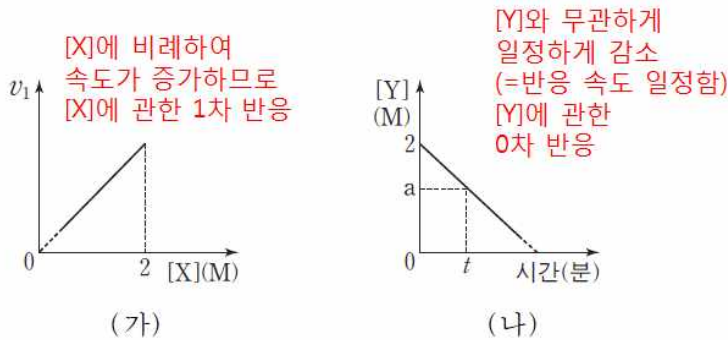


<정답 맞히기> ㄱ. C의 에너지가 A보다 낮으므로 결합 에너지의 합은 C가 A보다 크다.

ㄴ. (가)에서 두 단계의 활성화 에너지(E_a)의 크기를 비교하면 2단계가 1단계보다 작으므로 반응 속도는 2단계에서 더 빠르다. 따라서 반응 속도 상수는 2단계가 더 크므로 k_2 는 k_1 보다 크다.

<오답 피하기> ㄷ. (나)에서 B의 농도가 최고가 되는 반응 시간이 T_1 에서 T_2 에서보다 짧으므로 반응 속도는 T_1 에서 T_2 에서보다 빠르다. 온도가 높을수록 반응 속도는 빠르므로 T_2 는 T_1 보다 높다.

16. (가)와 (나)에서 반응 속도식을 나타낼 수 있다.



<정답 맞히기> ㄴ. X와 Y를 각각 2M로 하여 반응 시켰을 때, 반응 시간이 t분이면 반응 속도가 일정한 Y의 농도는 a이지만, 반응물의 농도가 시간이 갈수록 감소할수록 X의 반응 속도는 감소하므로 남아 있는 X의 농도는 aM보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)에서 v_1 은 [X]에 비례하여 증가하므로 X에 관한 1차 반응이다. 따라서 $v_1 = k[X]$ 이고 $m = 1$ 이다. (나)에서 Y의 농도는 일정한 속도로 감소하므로 Y에 관한 0차 반응이다. 따라서 $v_2 = 2k[Y]^0 = 2k$ 이다

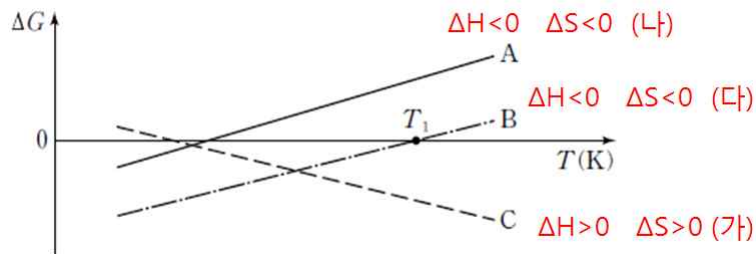
ㄷ. 1.8M일 때 $v = 1.8k + 2k = 3.8k$ 이고, 1.2M일 때 $v = 1.2k + 2k = 3.2k$ 이다.

17. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 자유 에너지의 변화 $\Delta G = 0$ 인 지점의 A의 몰분율이 $\frac{2}{3}$ 이므로 (나)에서 전체 몰수 12몰 중에서 A의 몰수는 8몰, B의 몰수는 4몰임을 알 수 있다. 따라서 평형에서 A의 농도는 $\frac{8\text{몰}}{4L} = 2M$ 이다.

ㄴ. (나)에서 콧을 열기 전 A는 2몰, B는 8몰이었는데 평형에 도달하였을 때 몰수는 A는 8몰, B는 4몰이므로 기체의 몰수 변화량으로 화학 반응식을 완성할 수 있다. A는 6몰이 증가하였고, B는 4몰이 감소하였으므로 $3A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ 이다. 3분자의 A가 2분자의 B로 변화하므로 분자량은 B가 A의 1.5배이다.

ㄷ. (나)에서 A의 농도는 2M, B의 농도는 1M이므로 이를 대입하면 $K = \frac{[B]^2}{[A]^3} = \frac{1}{8}$ 이다.

18. 그림의 온도(T)에 따른 반응의 자유 에너지 변화($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$)에서 ΔH 는 y절편을 $-\Delta S$ 는 기울기를 나타낸다.



<정답 맞히기> ㄱ. A는 그래프에서 y절편이 (-)값이므로 $\Delta H < 0$ 이고, 기울기가 (+)값이므로 $\Delta S < 0$ 이다. (나)와 (다)는 모두 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ 이지만 ΔH 가 더 큰 (나)가 A에 해당한다.

ㄷ. (가)는 그림에서 C에 해당하므로 y절편이 (+)값을 나타내는 $\Delta H > 0$ 이다. 따라서 $x > 0$ 이다.

<오답 피하기> ㄴ. B에서 $T > T_1$ 일 때 $\Delta G > 0$ 이므로 $\Delta H - T\Delta S > 0$ 이어야 한다. B에서 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ 이므로 $|\Delta H| < |T\Delta S|$ 이다.

19. 약산과 강염기의 적정에서 $[HA] = [A^-]$ 인 지점은 중화점의 $\frac{1}{2}$ 에 도달한 지점(반당량점)

을 나타낸다. 이때의 pH가 6인 것은 $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ 에 의해서 HA의 $K_a = 10^{-6}$ 임을 나타낸다.

<정답 맞히기> ㄷ. (가)의 혼합 수용액에 0.5M BOH(aq) 100mL를 가하면 중화점에 도달하게 된다. 이때 새로 만들어진 혼합 수용액에 존재하는 A^- 은 약산의 짝염기이므로 가수 분해하게 되어 강산의 짝염기인 B^+ 보다 농도가 작게 된다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)에서 혼합 수용액이 $[HA] = [A^-]$ 을 나타내면서 pH = 6이라는 것은 약산과 강염기의 적정 곡선에서 중화점에 도달하기까지 필요한 BOH(aq)의 $\frac{1}{2}$ 인 지점을 나타낸다. 따라서, (가)에서 혼합 전 HA(aq)의 농도는 넣어준 BOH(aq) 농도의 2배인 1.0M이다. (다른 풀이) 약산인 (가)의 pH=3이고 $K_a = 10^{-6}$ 이므로 $C\alpha = 10^{-3}$, $C\alpha^2 = 10^{-6}$ 이므로 $C = 1.0M$ 이다.

ㄴ. (나)에서 혼합 수용액은 pH=6이므로 (가)의 혼합 수용액과 같이 중화점의 $\frac{1}{2}$ 에 도달한 지점(반당량점)을 나타낸다. x mL를 구하기 위해서는 혼합하기 전 수용액의 몰농도를 구하여 그 안에 포함된 H^+ 의 몰수가 $\frac{1}{2}$ 이 되게 하는 양을 구해야 한다. (나)의 혼합전 HA수용액의 pH=4이므로 $C\alpha = 10^{-4}$, 혼합 수용액의 pH=6이므로 $K_a = 10^{-6}$, $C\alpha^2 = 10^{-6}$ 이 되어 $C = 10^{-2}M$ 가 된다. 처음 HA 수용액의 H^+ 의 몰수는 $10^{-2}M \times 0.1L = 0.001mol$ 이 되고 이 몰수의 $\frac{1}{2}$ 이 되는 양이 BOH에 의해서 중화 반응하게 되므로 $0.5M \times x = 0.0005mol$ 이므로 $x = 10mL$ 이다. (다른 풀이) (나)의 HA 수용액은 (가)를 0.1배 희석한 것이므로 같은 반당량점에 도달하기 위해 필요한 x의 양은 100mL의 0.1배인 10mL이다.

20. 표를 해석하면 다음과 같다.

반응 시간(분)	온도(K)	X의 압력(기압)	Y의 압력(기압)
0	T_1	3.2	0
1	T_1	1.6	0.8
2	T_1	0.8	1.2
3	T_2	0.8	x

일정한
반감기



1. 온도가 높아졌음에도 촉매를 사용하여 반응 속도가 느려졌음

- <정답 맞히기> 가. 0~2분 사이에는 온도가 일정하지만, 3분에서 촉매를 사용하고 온도를 2배 보다는 작게 올렸다. 3분에서는 온도가 2배보다는 작으므로 0.4기압보다는 큰 기압을 나타내야 하나 부촉매를 사용하였기 때문에 0.8기압이되고 Y의 기압도 1.2기압보다 증가하게 된다.
- 나. 온도를 2배로 만들지는 않았지만 그래도 온도 상승을 하였음에도 불구하고, X의 압력이 2분 후와 같은 것으로 보아 넣어준 촉매가 반응 속도를 느리게 해주는 부촉매이다.
- 다. 평균 반응 속도는 0~1분 사이에서 X의 압력이 1.6기압 소멸되는 것이었고, 2~3분에서는 온도 T_2 가 T_1 의 2배보다는 작으면서 X의 압력 변화가 없으므로 평균 반응 속도는 0~1분에서 2~3분에서의 4배보다 크다.

서 B까지 운동하는 데 걸린 시간 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다. 따라서 A에서 C까지 수평 거리 $= v_x(2t) = 4h$ 이다.

7. [출제의도] 운동 법칙 적용하기

ㄱ. 0~2초까지 알짜힘은 +5N, 가속도는 $+2.5\text{m/s}^2$ 이다. 따라서 1초일 때 가속도의 크기는 2.5m/s^2 이다. ㄴ, ㄷ. 2~5초까지 알짜힘은 -2N, 가속도는 -1m/s^2 이다. 0~2초까지 속도 변화량은 $+5\text{m/s}$, 2~4초까지 속도 변화량은 -2m/s 이므로 4초일 때 속도는 $+3\text{m/s}$ 이다. 따라서 4초일 때 운동 방향과 알짜힘의 방향은 반대이다. 그리고 2~5초까지 속도 변화량은 -3m/s 이므로 5초일 때 속도는 $+2\text{m/s}$ 이다.

8. [출제의도] 2차원 충돌에서 운동량 보존 법칙 적용하기

충돌 전과 후 x, y 방향의 운동량의 합은 각각 보존된다. 충돌 전 x 방향 운동량의 합은 $3p_0$ 이고, 충돌 후 x 방향 운동량은 A가 p_0 이므로 B는 $2p_0$ 이다. 충돌 전 y 방향 운동량의 합은 0이고, 충돌 후 y 방향 운동량은 A가 p_0 이므로 B는 $-p_0$ 이다. 따라서 충돌 후 B의 운동량의 크기는 $\sqrt{(2p_0)^2 + (-p_0)^2} = \sqrt{5}p_0$ 이다.

9. [출제의도] 2차원 운동 분석하기

ㄱ. A에서 B까지 x 방향 속력 $v_x = \frac{3l}{t}$, y 방향 속력 $v_y = \frac{4l}{t}$ 이므로 속력 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{5l}{t}$ 이다. 따라서 $v_y = \frac{4}{5}v$ 이다. ㄴ. A, B와 B, C 사이의 이동 거리는 $5l$ 로 같다. B에서 C까지 평균 속력은 $\frac{1}{2}v$ 이므로 걸린 시간은 $2t$ 이다. ㄷ. A에서 C까지의 이동 거리는 그래프의 면적 $2vt$ 이고, B에서 운동 방향이 변하므로 변위의 크기는 $2vt$ 보다 작다.

10. [출제의도] 역학적 에너지 보존과 단진자의 운동 해석하기

ㄱ. 단진자는 진동하므로 가속도의 크기와 방향이 계속해서 변한다. ㄴ. 단진자의 주기는 실의 길이가 길수록 크다. ($T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$) ㄷ. 실의 길이가 l 인 단진자는 진동 중심으로부터 연직 방향의 최고점 높이가 $l(1 - \cos\theta)$ 이다. 최고점에서 진동 중심까지 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 진동 중심에서 운동 에너지와 같다. 따라서 진동 중심에서의 속력 $v = \sqrt{2gl(1 - \cos\theta)}$ 이므로 A의 속력이 B보다 크다.

11. [출제의도] 등속 원운동하는 물체에 작용하는 힘 분석하기

실이 물체를 당기는 힘의 수평 성분의 크기는 구심력의 크기와 같고, 연직 성분의 크기는 중력의 크기와 같다. 구심력의 크기 $m\frac{v^2}{r} = 15\text{N}$, 중력의 크기 $mg = 20\text{N}$ 이므로 실이 물체를 당기는 힘의 크기는 25N 이다.

12. [출제의도] 이상 기체의 등압 과정 탐구하기

ㄱ. 이상 기체 상태 방정식에서 $T = \frac{PV}{nR}$ 이다. 일정량(n =일정)의 이상 기체의 상태가 P 는 일정하고 V 가 감소하므로 T 는 감소한다. ㄴ. V 가 감소하

로 기체는 외부로부터 일을 받는다. ㄷ. $Q = \Delta U + W$ 에서 $\Delta U < 0$, $W < 0$ 이므로 $Q < 0$ 이다. 따라서 기체는 열을 방출한다.

13. [출제의도] 기체 분자 운동 자료 분석하기

ㄱ. A와 B의 부피 비는 1:8, 입자 수(몰수) 비는 1:2, 절대 온도 비는 1:2이다. $P = \frac{nRT}{V}$ 이므로 A와 B의 압력 비는 2:1이다. ㄴ. 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지 $E_k = \frac{3}{2}kT$ 이므로, E_k 는 B가 A보다 크다. ㄷ. A와 B의 한 면의 면적(A) 비는 1:4이고, 압력 비는 2:1이다. $F = PA$ 이므로 A와 B가 한 면에 작용하는 평균 힘의 크기 비는 1:2이다.

14. [출제의도] 내부 에너지와 부피의 관계 분석하기

단원자 분자 이상 기체의 내부 에너지 $U = \frac{3}{2}nRT$ 이고 $V = \frac{nRT}{P}$ 이므로, $V = \frac{2U}{3P}$ 이다. A와 B사이의 피스톤이 정지해 있으므로 P 는 A와 B가 같다. 따라서 기체의 부피는 내부 에너지에 비례하므로, A와 B의 부피 비는 1:2이다.

15. [출제의도] 가속 좌표계에서 관성력 적용하기

ㄱ, ㄴ. 철수(버스)의 좌표계에서는 가만히 놓은 공이 xy 평면에서 비스듬히 직선 운동하므로 일정한 크기의 관성력이 $-x$ 방향으로 작용한다. 따라서 지면에 정지해 있는 영희의 좌표계에서 버스는 $+x$ 방향으로 등가속도 직선 운동한다. ㄷ. 철수의 좌표계에서 공의 가속도의 크기는 관성력에 의한 가속도와 중력 가속도의 합인 크기이다. 영희의 좌표계에서 공의 가속도의 크기는 중력 가속도의 크기이다.

16. [출제의도] 맥스웰 속력 분포 자료 해석하기

철수: 기체 분자의 속력이 분포하는 영역은 A가 B보다 작다. 따라서 기체의 온도는 A가 B보다 낮다. 민수: 속력이 v_0 보다 큰 영역의 면적은 A가 B보다 작으므로, 속력이 v_0 보다 빠른 분자 수는 A가 B보다 적다. 영희: 온도는 A가 B보다 낮으므로 평균 속력은 A가 B보다 작다.

17. [출제의도] 열량 보존 법칙 적용하기

ㄱ. (가), (나)의 경우 물의 질량이 같고, 0부터 t_2 까지 온도 변화가 같으므로 물이 얻은 열량은 같다. ㄴ. 물체가 잃은 열량은 물이 얻은 열량과 같으므로 0부터 t_2 까지 A, B가 잃은 열량이 같다. 열량은 '열용량 \times 온도 변화'이고, A와 B의 열용량이 같으므로, A와 B의 온도 변화는 같다. ㄷ. A와 B의 열평형 상태일 때까지 온도 변화가 같고 열평형 상태일 때 온도가 서로 같으므로, A와 B의 처음 온도가 같다. 따라서 t_1 일 때, A는 물과 열평형 상태이고, B는 물로 열이 이동하므로, A의 온도가 B의 온도보다 낮다.

18. [출제의도] 포물선 운동과 등가속도 직선 운동 분석하기

P에 동시에 도달하므로 A와 B가 운동하는 데 걸린 시간은 같다. A는 수평 방향으로 등속 운동을, 연직 방향으로 가속도가 g 인 등가속도 운동을 하므로, $h = \frac{1}{2}gt^2$ 에서 걸린 시간 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다. B의 가속도가 a 일 때, P까지 A, B의 수평 거리가 같으므로 $vt =$

$\frac{1}{2}at^2$ 이다. 따라서 $a = \frac{2v}{t}$ 이고 t 를 대입하면, a 의 크기는 $2v\sqrt{\frac{g}{2h}} = v\sqrt{\frac{2g}{h}}$ 이다.

19. [출제의도] 열역학 제1법칙 적용하기

ㄱ. $Q = \Delta U + W$ 이다. A \rightarrow B 과정은 등온 과정이므로 $\Delta U = 0$ 이다. 따라서 $Q = W$ 이다. ㄴ. A, B의 온도를 T_1 , C, D의 온도를 T_2 라고 할 때, $2PV = RT_1$, $PV = RT_2$ 이므로 온도는 B에서 A에서의 2배이다. ㄷ. D \rightarrow A 과정은 등적 과정이므로 $W = 0$ 이다. 따라서 $Q = \Delta U = \frac{3}{2}R(T_1 - T_2) = \frac{3}{2}(2PV - PV) = \frac{3}{2}PV$ 이다.

20. [출제의도] 용수철 진자의 단진동 분석하기

ㄱ. 물체는 용수철이 늘어나지 않은 상태에서 운동을 시작하여 최대 늘어난 길이가 x 이므로, 진폭이 $\frac{x}{2}$ 인 단진동을 한다. ㄴ. 진동 중심의 위치에서 탄성력의 크기와 중력의 크기가 같으므로 $mg = k\frac{x}{2}$ 이다. 따라서 $F_0 = kx = 2mg$ 이다. ㄷ. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. $k = \frac{2mg}{x}$ 이므로 $T = \pi\sqrt{\frac{2x}{g}}$ 이다.

[화학 II]

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

1. [출제의도] 이상 기체의 개념 이해하기

이상 기체는 이상 기체 상태 방정식을 만족하는 가상적인 기체로 분자 자체의 부피는 없고, 분자의 질량은 있으며, 분자 사이에는 인력과 반발력이 작용하지 않는다.

2. [출제의도] 액체의 물리량 비교하기

ㄱ. (가)에서 B의 액체 방울이 A보다 더 둥글기 때문에 표면 장력은 B가 A보다 크다. ㄴ. A가 B보다 더 빨리 증발했으므로 증기 압력은 A가 B보다 크다. ㄷ. 분자 간 인력이 클수록 증기 압력은 작고, 표면 장력은 크다. 따라서 분자 간의 인력은 B가 A보다 크다.

3. [출제의도] 결정과 비결정 비교하기

석영은 결정성 고체이고, 석영 유리는 비결정성 고체이다. ㄱ. 석영(SiO_2)은 규소와 산소의 공유 결합으로 이루어진 화합물이다. ㄴ. 공유 결합은 결정성 고체 중 하나로 물질에 이루는 모든 원자들이 공유 결합에 의해 이루어진 결정이다. 따라서 석영이 공유 결정이다. ㄷ. 석영은 구성 원자 간 결합력이 일정하여 녹는점이 일정하지만 석영 유리는 구성 원자 간에 결합력이 달라 녹는점이 일정하지 않다.

4. [출제의도] 기체의 밀도와 확산 속도 이해하기

ㄱ. (가)에서 기체 A는 B보다 밀도가 크다. 즉, 단위 부피당 질량이 A가 B보다 크므로 같은 몰수의 질량도 A가 B보다 크다. 따라서 A는 B보다 분자량이 크다. ㄴ. (가)에서 A와 B의 온도가 같으므로 분자의 평균 운동 에너지는 서로 같다. ㄷ. A가 B보다 분자량이 크므로 확산 속도는 B가 A보다 빠

르다. 따라서 콧을 잠시 열었다가 닫았을 때, B가 A보다 진공 용기로 이동한 분자 수가 많으므로 실린더에 남아 있는 분자 수는 A가 B보다 많다.

5. [출제의도] 열량계의 열용량 측정하기

에탄올의 연소열이 1380kJ/몰이고 분자량이 46이므로 2g이 연소되면 $1380\text{kJ/몰} \times \frac{2}{46} \text{몰} = 60\text{kJ}$ 이 방출된다. 열량계의 온도 변화는 물의 온도 변화와 같으므로 열량계의 열용량은 $\frac{60\text{kJ}}{3^\circ\text{C}} = 20\text{kJ}/^\circ\text{C}$ 이다.

6. [출제의도] 금속의 성질 이해하기

(나)에서 성냥이 발사될 수 있는 것은 촛불의 열을 금속박이 빠르게 전달해 주어 성냥 머리에 불이 붙게 했기 때문이다. 따라서 (나)와 가장 관련 있는 금속의 성질은 열 전도성이다.

7. [출제의도] 고체 결정 구분하기

실험 I에서 고체 A와 B가 불꽃 반응색이 나타났으므로 A와 B에는 금속 원소가 포함되어 있다. 실험 II에서 고체 A와 고체 B 사이에 전압을 걸어 주었을 때 전류가 흐르지 않다가 고체 A와 액체 B 사이에 전압을 걸어 주었더니 전류가 흘렀으므로, A는 고체일 때 전기 전도성이 있는 금속 결정이고, B는 고체일 때 전기 전도성이 없고 액체일 때 전기 전도성이 있는 이온 결정이다.

8. [출제의도] 기체의 압력과 부피와의 관계 이해하기

ㄱ. 일정한 온도에서 기체의 몰수는 부피와 압력의 곱에 비례하므로, 기체의 몰수 비 A:B:C=1:3:2이다. ㄴ. 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 몰수에 비례한다. 실린더 전체의 부피는 4L이고, B의 몰수는 전체 몰수의 $\frac{1}{2}$ 이므로 콧을 연 후, B의 부피는 2L이다. ㄷ. $P_1V_1 = P_2V_2$ 이다. 콧을 연 후, C의 부피가 $4L \times \frac{1}{3} = \frac{4}{3}L$ 이므로 C의 압력은 $2 \times 1 \times \frac{3}{4} = 1.5$ 기압이다.

9. [출제의도] 물의 성질 이해하기

ㄱ. 액체 1몰의 열용량은 비열에 1몰의 질량을 곱한 값과 같다. 따라서 물 1몰의 열용량은 $4.18\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 18\text{g} = 75.24\text{J}/^\circ\text{C}$ 이고, 벤젠 1몰의 열용량은 $1.73\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 78\text{g} = 134.94\text{J}/^\circ\text{C}$ 이다. 그러므로 1몰의 열용량은 벤젠이 물보다 크다. ㄴ. a 결합은 공유 결합, b 결합은 수소 결합이다. 물은 수소 결합으로 인해 분자 간의 결합을 끊고 기화되는 데 많은 에너지가 필요하다. 따라서 물의 기화열이 벤젠보다 큰 이유는 b 결합 때문이다. ㄷ. 물은 벤젠에 비해 비열, 기화열이 크고 끓는점도 높다. 따라서 같은 온도에서 같은 질량을 모두 기화시키는 데 물이 벤젠보다 더 많은 열량을 필요로 하므로 모두 기화되기 위한 시간도 물이 벤젠보다 길다.

10. [출제의도] 표준 용액 만들기

ㄱ. NaOH 4g은 0.1몰이고, 0.1몰을 녹여 용액 500mL를 만들었으므로 농도는 0.2M이다. ㄴ. 표준 용액을 만들 때 용액의 부피를 정확하게 만들기 위한 실험 기구는 부피 플라스크이다. ㄷ. (나)와 (다)의 순서를 바꾸면 용액의 전체부피가 500mL보다 커지므로 몰 농도는 작아진다.

11. [출제의도] 이산화 탄소의 분자량 구하기

모든 기체는 같은 온도, 같은 압력에서 같은 부피 속

에 같은 수의 분자를 포함한다. 따라서 과정 (라)에서 계산한 공기의 몰수와 이산화 탄소의 몰수는 n 몰로 같다. 또한 공기 1몰 질량이 29g이므로 n 몰에 해당하는 공기의 질량은 29ng이다. (가)에서 (공기+삼각 플라스크+알루미늄박 뚜껑)의 질량은 $w_1\text{g}$ 이고 (다)에서 (이산화 탄소+삼각 플라스크+알루미늄박 뚜껑)의 질량은 $w_2\text{g}$ 이므로 이산화 탄소 n 몰의 질량은 $(w_2 - w_1 + 29n)\text{g}$ 이다. 따라서 이산화 탄소의 분자량은 $\frac{w_2 - w_1 + 29n}{n}$ 이다.

12. [출제의도] 혼합 기체의 부분 압력 이해하기

칸막이를 제거하기 전 P_{He} 은 대기압+수은 기둥의 압력과 같으므로 $76\text{cmHg} + 38\text{cmHg} = 114\text{cmHg}$ 이다. P_{Ne} 은 38cmHg이다. ㄱ. 혼합 기체의 전체 몰수는 He의 몰수와 Ne의 몰수 합과 같으므로 $P_{\text{전체}}V_{\text{전체}} = P_{\text{He}}V_{\text{He}} + P_{\text{Ne}}V_{\text{Ne}}$ 이다. 혼합 기체 전체 압력 $P_{\text{전체}} = \frac{(114 \times 1) + (38 \times 3)}{4} = 57\text{cmHg}$ 이다. 따라서 $h = 57\text{cm}$ 이다. ㄴ. He과 Ne의 몰수는 같으므로 부분 압력은 같다. ㄷ. 칸막이를 제거하기 전후의 He의 압력은 각각 114cmHg, 28.5cmHg이므로 부분 압력 비는 4:1이다.

13. [출제의도] Na과 NaCl 결정 구조 비교하기

ㄱ. (가)에서 Na은 꼭짓점에 8개, 중심에 1개가 있으므로 단위 세포에 포함된 Na은 $(\frac{1}{8} \times 8) + 1 = 2$ 개이다. ㄴ. NaCl 결정에서 Na^+ 과 가장 인접한 Cl^- 은 6개이다. ㄷ. (가)의 Na 결정 구조는 체심 입방 구조이고, (나)의 Na^+ 결정 구조는 면심 입방 구조이다.

14. [출제의도] 몰 농도를 몰랄 농도로 환산하기

(가)는 12M 염산 1L의 질량(g)이고 (나)는 12M 염산 1L에 들어 있는 HCl의 질량(g)이며, (다)는 12M 염산 1L에 들어 있는 물의 질량(g)이므로 (다)=(가)-(나)이다.

15. [출제의도] 반응열과 엔탈피 이해하기

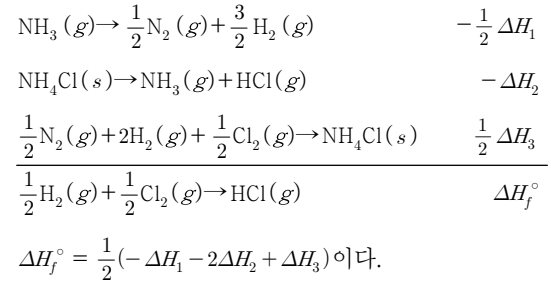
ㄱ. (가)는 흡열 반응이므로 $\Delta H > 0$ 이다. ㄴ. (나)는 발열 반응이므로 주위의 온도가 올라간다. ㄷ. (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 분해 반응이고, (나)의 역반응은 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 분해 반응이므로 분해열(ΔH)은 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 보다 크다.

16. [출제의도] 삼투압으로 분자량 계산하기

삼투압 $\Pi = CRT = \frac{nRT}{V}$ 이고, $n = \frac{w}{M}$ 이므로 분자량 $M = \frac{wRT}{\Pi V} = \frac{13 \times 0.08 \times 300}{0.024 \times 0.2} = 65,000$ 이다.

17. [출제의도] 헤스 법칙으로 표준 생성 엔탈피 구하기

$\text{HCl}(g)$ 생성 반응의 열화학 반응식은 $\frac{1}{2}\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{HCl}(g)$, ΔH_f° 이다. 화학 반응은 처음 반응물과 나중 생성물의 종류와 상태가 같을 때 경로에 관계없이 출입하는 열량의 총합이 일정하므로 주어진 반응으로부터 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)를 구할 수 있다.



18. [출제의도] 증기 압력 내림 이해하기

물의 증기 압력이 설탕 수용액의 증기 압력보다 h 만큼 크므로 h 를 줄이려면 물의 증기 압력을 작게 하거나 설탕 수용액의 증기 압력을 크게 하면 된다. ㄱ. (가)의 온도를 높이면 물의 증기 압력이 커지므로 h 는 늘어난다. ㄴ. (나)의 농도를 진하게 하면 설탕 수용액의 증기 압력이 작아지므로 h 는 늘어난다. ㄷ. 액체의 증기 압력은 양에는 영향을 받지 않으므로 (가)에 물을 첨가해도 증기 압력은 변화 없다. (나)에 물을 첨가하면 농도가 묽어져 설탕 수용액의 증기 압력이 커지므로 h 가 줄어든다.

19. [출제의도] 샤를 법칙과 아보가드로 법칙 이해하기

압력과 온도가 일정하면 기체 몰수가 증가하여도 밀도는 일정하다. 왜냐하면 기체의 몰수가 증가하면 질량과 부피가 모두 증가하기 때문이다. 일정한 압력에서 A와 B의 밀도가 같으므로 온도는 같다. 온도가 증가하면 부피가 증가하므로 밀도는 감소한다. 따라서 A~D에서의 온도는 $\frac{1}{\text{밀도}}$ 에 비례하므로 온도 비 A:B:C:D = $\frac{1}{2} : \frac{1}{2} : \frac{1}{1} : \frac{1}{4} = 2:2:4:1$ 이다. 압력이 일정할 때 부피는 몰수와 온도의 곱에 비례하므로 부피 비 A:B:C:D = $(1 \times 2):(2 \times 2):(2 \times 4):(4 \times 1) = 1:2:4:2$ 이다. 따라서 B와 D의 부피는 같다.

20. [출제의도] 용액의 끓는점 오름 이해하기

ㄱ. 끓는점 오름 $\Delta T_b = \text{몰랄 오름 상수}(K_b) \times \text{몰랄 농도}(m)$ 이다. 그래프의 기울기가 클수록 용매의 K_b 가 크므로 K_b 는 A가 B보다 크다. ㄴ. (가)와 (나)는 P에서 ΔT_b 는 같지만 K_b 는 A가 B보다 크므로 m 는 (나)가 (가)보다 크다. ㄷ. (가)는 ΔT_b 가 P에서 a인데 Q에서 $3a$ 로 3배가 되었으므로 m 는 Q에서 P에서의 3배이다. Q에서 추가로 녹인 포도당의 질량이 $w\text{g}$ 이므로 Q에서 (가)에 녹아 있는 포도당의 질량은 $1.5w\text{g}$ 이다.

[생명과학 II]

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

1. [출제의도] 세포 연구 방법 적용하기

세포 연구 방법 중 (가)는 세포 분획법, (나)는 자기 방사법을 이용하였다. (가)에서 무거운 세포 소기관 일수록 먼저 침전된다. 자기 방사법은 방사성 동위원소가 포함된 화합물을 생물체에 공급하고 시간 경과에 따라 방사성 동위원소에서 방출되는 방사선을 추적하는 방법이다. 자기 방사법으로 세포 내에서 특정 물질의 합성 장소와 이동 경로 등을 알 수 있다. ㄱ. 핵은 미토콘드리아보다 무겁다.

2. [출제의도] 세포 크기 측정 적용하기

01. ⑤ 02. ③ 03. ② 04. ⑤ 05. ③ 06. ② 07. ② 08. ④ 09. ① 10. ①
 11. ⑤ 12. ① 13. ③ 14. ④ 15. ② 16. ④ 17. ① 18. ⑤ 19. ② 20. ⑤

1. 물의 수소 결합

[정답맞히기] 물의 비열이 큰 이유는 분자간의 수소 결합 때문이다. **정답⑤**

[오답피하기] 물을 이루는 원자 간에는 공유 결합을 형성하지만 비열이 큰 이유는 분자간의 힘과 관련이 있다.

2. 용해열과 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 수산화 나트륨을 물에 넣었더니 온도가 올라가는 것으로 보아 주위로 열을 방출하는 발열 반응이다.

ㄷ. 계의 에너지는 전환되어 주위와 교환할 수 있지만, 새롭게 생기거나 없어지지 않는다. (열역학 제 1법칙) **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 발열 반응이므로 반응 엔탈피()는 0보다 작다.

3. 끓는점과 분자 사이의 인력

[정답맞히기] ㄷ. 분자 사이의 인력은 끓는점이 가장 낮은 (가)가 가장 작다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)의 분자는 분자의 중심에 C=O의 결합을 가지므로 극성을 띤다.

ㄴ. (나)의 분자는 극성 분자이면서 -OH의 결합을 가지므로 분산력과 수소 결합력을 모두 갖는 분자이다.

4. 용해 평형과 용해도 곡선

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 $KCl(aq)$ 은 포화 용액으로 평형 상태이므로 KCl의 용해 속도와 석출 속도는 같다.

ㄷ. 10°C의 물 50 g에 최대로 녹는 KCl의 질량은 15.5 g인데, 40°C로 온도를 높이면 20g이 녹을 수 있게 되므로 녹지 않은 고체 KCl의 질량은 15 g이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄴ. KCl을 첨가해도 평형에 도달한 수용액은 더 이상 KCl이 녹지 않으므로 용액의 농도는 일정하게 유지된다.

5. 상태 변화와 자유 에너지

[정답맞히기] ㄱ. 0°C, 1기압에서 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(s)$ 가 평형 상태이므로 $\Delta G=0$ 이다.

ㄷ. (나)에서 물이 얼음으로 되는 과정은 $\Delta H < 0$ 이므로 주위의 엔트로피 $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 얼음이 물로 변화하는 흡열 반응이므로 $\Delta H_{\text{계}} > 0$ 이다.

6. 화학 평형의 법칙

화학 반응식에 따라 물질의 반응 전과 후의 몰수를 구하면 다음과 같다.

	$A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$		
반응 전	0.02몰	0.04몰	
반응	-0.01몰	-0.03몰	+0.02몰
반응 후 (평형 상태)	0.01몰	0.01몰	0.02몰

[정답맞히기] 나. 반응 후 평형 상태에 있는 물질의 몰수를 몰농도로 나타내어 평형

상수를 구하면
$$K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{[0.02]^2}{[0.01][0.01]^3} = 4 \times 10^4 \text{이다.} \quad \text{정답②}$$

[오답피하기] 가. 반응 후 평형 상태에서 남아 있는 A의 몰수가 0.01몰이므로 반응 과정에서 소모된 A의 몰수는 0.01몰이다. 따라서 반응한 A는 0.01몰, B는 0.03몰이 되므로 평형 상태에서 B의 몰수는 0.01몰이다.

다. 평형 상태에서 용기 내의 전체 압력은 용기의 부피가 일정하므로 기체의 몰수에 의해 좌우되게 된다. 따라서 반응 후에는 용기 내에 0.04몰의 기체가 존재하고, 반응 전에는 0.06몰의 기체가 존재하였으므로 평형 상태에서 용기 내의 전체 압력은 반응 전의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

7. 화학 반응에서 반응 엔탈피와 반응 엔트로피

[정답맞히기] (가)에서는 결합 에너지 만큼의 에너지를 방출하므로 $\Delta H < 0$ 이고, 기체 분자의 분자 수가 감소하므로 반응 엔트로피 $\Delta S < 0$ 이다.

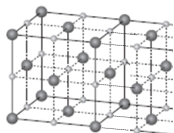
(나)에서는 고체 상태의 CO_2 가 기체 상태로 변화하였으므로 무질서도는 증가하여 반응 엔트로피 $\Delta S > 0$ 이고, 에너지를 흡수하는 흡열 반응이므로 $\Delta H > 0$ 이다.

(다)는 연소 반응으로 발열 반응이므로 $\Delta H < 0$ 이고, 반응 후 기체의 분자 수는 감소하므로(연소 생성물 중 액체 상태의 물이 존재함) 반응 엔트로피 $\Delta S < 0$ 이다. **정답②**

8. 고체 결정의 구조

[정답맞히기] 나. (나)는 탄소 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 결정이다.

다. (다)에서 격자 구조를 연장하여 Na^+ 의 위치를 살펴보면 다음과 같다.



따라서 Na^+ 은 면심 입방 구조를 형성한다.

정답④

[오답피하기] 가. (가)에서 Cu원자는 12개의 원자와 인접해 있는 구조이다.

9. 화학 반응의 엔탈피 변화

[정답맞히기] ㄱ. 헤스의 법칙에 따라 $+ \Delta H_2 = -(\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5)$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 생성 엔탈피는 $\text{C}(\text{s}, \text{연}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ 반응의 엔탈피 변화이어야 하므로 $-\frac{\Delta H_5}{6}$ 이다.

ㄷ. 주어진 자료로는 O-H의 결합 에너지를 구할 수 없다. O-H의 결합 에너지를 구하기 위해서는 O=O와 H-H의 결합 에너지를 알아야 한다.

10. 기체의 성질

[정답맞히기] (나)에서 측정한 30 mL의 부피를 갖는 A의 He기체의 압력이 0.4기압이었다. 꼭 a를 열어서 헬륨 기체가 시료 입자가 차지하지 않은 공간으로 확산되어 압력이 일정해 질 때까지 기다린 후에 측정한 압력이 0.2기압이므로, 기체의 압력은 0.5배로 감소한 것이 되고 부피는 2배가 된 것이된다. 따라서 V의 부피는 A의 부피와 같은 30 mL이다. 정답①

11. 화학 반응과 자유 에너지

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 (나)로의 변화는 정반응이 진행된 것이므로 자발적인 반응이 정반응인 자유 에너지의 변화 $\Delta G < 0$ 이다.

ㄷ. $\Delta G < 0$ 인 반응에서 기체 분자 수가 감소하였으므로 $\Delta S < 0$ 이다.

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H < 0$ 인 발열 반응이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)의 평형 상태에서 반응 지수 $Q = \frac{[2]^2}{[2][5]^2} = 0.08$ 이다.

12. 반응의 자발성과 자유 에너지

[정답맞히기] ㄴ. T_2 에서 ΔH 와 $T\Delta S$ 의 값이 같으므로 $\Delta G = 0$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄱ. T_1 에서 $\Delta H > T\Delta S$ 이므로 $\Delta G > 0$ 으로 비자발적인 반응이다.

ㄷ. 반응이 흡열 반응($\Delta H > 0$)이면서 T_3 에서가 T_1 에서보다 온도가 높고, T_3 에서는 정반응이 자발적이므로 T_1 에서보다 T_3 의 평형 상수(K)가 더 크다.

13. 수용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 수용액은 부피 100 mL에 밀도를 곱하여 96 g임을 알 수 있고, 에탄올의 질량은 24 g이므로 질량 퍼센트 농도는 $\frac{24}{96} \times 100 = 25\%$ 이다.

ㄴ. (나) 수용액 110 g의 요소의 질량이 20 g이므로 용매인 물의 질량은 90 g이 된다. 따라서 몰랄 농도는 $\frac{20}{60} \text{몰} / \frac{90}{1000} \text{kg} = \frac{1}{3} / 0.09 = \frac{100}{27} \text{m}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 몰농도는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{수용액의 부피(L)}}$ 이므로 (가)는 몰농도가 $\frac{0.5 \text{몰}}{0.1 \text{L}}$ 이고, (나)

는 몰농도가 약 $\frac{0.33}{.1}$ 이다. 따라서 몰농도(M)는 (가)가 (나)보다 크다.

14. 기체의 성질

[정답맞히기] 아연과 염산의 화학 반응식은 다음과 같다. $Zn + 2HCl \rightarrow H_2 + ZnCl_2$
 Zn 이 모두 반응하여 생성된 기체는 H_2 이므로 H_2 0.24L의 몰수는 이상 기체 방정식을 활용하여 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 0.24}{0.08 \times 300} = 0.01$ 몰이다. 반응 전 염산에 들어 있는 H^+ 의 몰수는 몰농도와 부피로부터 $n = MV = 0.2 \times 0.2 = 0.04$ 몰이므로 양적 관계로부터 반응한 HCl 의 몰수는 0.02몰이 되고 남아 있는 HCl 의 몰수도 0.02몰이다. 남은 용액이 0.2L이므로 H^+ 의 몰농도는 $\frac{0.02\text{몰}}{0.2L} = 0.1M$ 이다. 정답④

15. 증기 압력 내림

[정답맞히기] α . 증기압력이 작은 수용액 B의 농도가 A보다 크므로 끓는점은 B가 A보다 높다. 정답②

[오답피하기] γ . A의 증기 압력이 B보다 크므로 a mmHg이다.

λ . 라울의 법칙은 $\Delta P = P_{\text{매}} \times x_{\text{용질}}$ 이므로 이를 각 수용액에 대입하면, $P_{\text{용매}} - a = P_{\text{용매}} \times x$ 와 $P_{\text{용매}} - b = P_{\text{용매}} \times x_B$ 의 관계가 성립한다. 또한 $P_{\text{용매}} - a$ 의 크기는 물기둥의 높이 차이 $2h$ 에 비례하고, $P_{\text{용매}} - b$ 는 h 에 비례하므로
B에서 설탕의 몰분율 = $\frac{P_{\text{물}} - b}{P_{\text{물}} - a} = \frac{2h}{h} = 2$ 이다.
A에서 설탕의 몰분율 = $\frac{P_{\text{물}} - a}{P_{\text{물}} - a} = 1$ 이다.

16. 화학 평형의 이동

평형 I에서 X를 첨가하면 반응은 정반응으로 진행하는데, 이때 총 몰수가 증가하였으므로 화학 반응식의 계수는 $a < b$ 이다.

[정답맞히기] γ . 평형 II에서 온도를 내리면 발열 반응으로 반응은 진행하게 되고 이때 기체의 총 몰수가 감소하므로 이는 역반응으로의 반응의 진행을 의미하게 된다. 따라서 역반응이 발열 반응이므로 정반응은 흡열 반응인 $\Delta H > 0$ 이다.

α . 용기의 부피를 줄이면 압력이 증가하므로 분자 수가 감소하는 방향으로 반응이 진행하게 된다. 따라서 역반응으로 반응이 진행하여 X의 분자 수가 증가하므로 X의 몰분율이 증가한다. 정답④

[오답피하기] λ . 평형 I에서 X를 첨가하였으므로 평형 상수는 변화가 없다.

17. CO 의 상평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 액체가 존재하므로 삼중점 이상의 온도로 는 217보다 크다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 고체와 기체가 평형을 이루고 있으므로 195 K, 1기압의 상태이다. 따라서 P_2 는 1기압이다.

ㄷ. (나)에서 온도를 205 K으로 올리면 드라이 아이스가 승화하여 밀폐된 용기 내의 기체 분자 수가 증가하게 되어 압력이 증가하게 된다. 따라서 고체 CO_2 는 사라지지 않고 일부만 승화하여 새로운 평형에 도달하게 된다.

18. 기체의 성질

[정답맞히기] ㄱ. 콧 c를 열었을 때 빠져나오는 기체의 종류가 2가지이므로 X와 Y 둘 중의 한 기체는 모두 반응하여 소모된 것을 나타낸다. 분자 수비 $X : Y = 3 : 2$ 이고 반응이 완결되기 위해서는 화학 반응식에 따라 Y의 몰수가 더 많이 필요하므로 위의 반응 과정에서는 Y가 모두 소모된 것이다. 이상 기체 방정식으로부터 반응 전 X의 몰수는 $\frac{1}{8}$ 몰, Y의 몰수는 $\frac{1}{12}$ 몰이므로 생성된 Z의 양은 $\frac{1}{12}$ 몰이다.

ㄴ. 반응이 완결 된 후 용기 내에는 X가 $\frac{1}{12}$ 몰, Z가 $\frac{1}{12}$ 몰 존재하게 되므로

$$n = \frac{PV}{RT} \quad \text{서} \quad \frac{x \times 4L}{0.08 \times 300} = \frac{1}{6} \text{ 몰의 관계가 성립하므로 } x = 1 \text{ 기압이다.}$$

ㄷ. 콧 c를 통해서 빠져나오는 두 종류 기체는 X, Z이다. 그레이엄 법칙에 따라 분출 속도가 2:3인 기체의 분자량의 비는 9:4일 것이므로 이는 Z:X의 분자량의 비이다.

화학 반응식으로부터 Z의 분자량 = $\frac{X \text{ 분자량} + 2(Y \text{ 분자량})}{2}$ 이 성립함을 알 수 있으므로

로 $M_Y : M_Z = 7 : 9$ 이다. 정답⑤

19. 증기 압력과 화학 평형

[정답맞히기] ㄴ. 평형 II에서는 압력이 1기압이므로 평형 I보다 압력이 증가하게 되는데, 온도는 일정하여 H_2O 의 증기 압력은 일정하므로 H_2O 는 응축하게 된다. 따라서 H_2O 분자 수가 감소하게 되므로 He의 몰분율이 증가한다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 평형 II에서 압력이 2배가 되면 H_2O 의 응축이 일어나게 되어 분자 수가 감소하게 되므로 부피는 0.5L보다 작아진다.

ㄷ. 온도가 일정하므로 물의 증발 속도는 I 과 II에서 같다.

20. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 고정 장치 왼쪽에 있는 평형계에 존재하는 물질의 몰수를 평형 상수 식에 대입하면 $x = 1$ 임을 알 수 있고, 이를 다시 오른쪽의 평형계의 평형 상

수 식에 대입하면 $12 = \frac{[x/2]}{[0.01/2][0.03/2]}$ 이므로 $x = 0.06$ 이다.

ㄴ. 계수의 합이 반응물과 생성물이 같으므로 압력의 변화에 의한 평형 이동은 일어나지 않는다. (가)의 왼쪽에는 총 0.30몰이, 오른쪽에는 총 0.01몰의 기체가 들어있으므로 고정 장치를 풀면 (나)의 부피 비는 3:1의 부피비를 나타내게 된다. V_1 에서 2L

인 상태에서 (나)에서는 P_2 에서 $\frac{3}{4}L$ 이므로 $P_1 \times 2 = P_2 \times \frac{3}{4}$ 로부터 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{8}$ 이다.

ㄷ. 피스톤을 제거한 상태의 반응 지수를 구하면 $Q = \frac{[0.24/3]^2}{[0.1/3][0.06/3]} = 9.6$ 으로 정반응

으로 반응이 진행하게 된다. C의 몰분율은 평형 이동 전 $\frac{3}{5}$ 보다 증가한다. 정답⑤

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

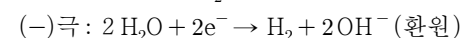
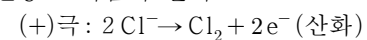
N₂(g) + 2H₂(g) → N₂H₄(l) 반응의 엔탈피 변화가 생성열이므로 생성열(ΔH)은 +51 kJ/mol이다.

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

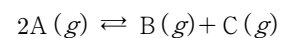
평형 상수(K)는 다음과 같이 기체의 부분 압력으로 표현할 수 있다.

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

(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 부

분 압력이 P_A = 0.6, P_B = 1.2, P_C = 1.2이다. 따라서 기체 B의 몰 분율(x_B) = $\frac{1.2}{3} = 0.4$ 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 P 이고, 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.

01. ① 02. ② 03. ⑤ 04. ② 05. ④ 06. ② 07. ① 08. ⑤ 09. ④ 10. ③
 11. ④ 12. ① 13. ③ 14. ③ 15. ⑤ 16. ① 17. ⑤ 18. ② 19. ③ 20. ③

1. 물의 광분해

[정답맞히기] 물의 광분해는 빛을 이용하여 수소를 생산해내고 이때 생산된 수소는 연소 후 물을 생성하므로 환경 오염의 우려가 적다. 정답①

2. 흡열 반응

[정답맞히기] $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 는 물과 반응한 후 차가워지므로 흡열 반응이다. 따라서 용해 엔탈피 (ΔH)는 0보다 크다. 정답②

[오답피하기] γ . (나)에서 반응이 일어나도 지퍼백 안의 질량은 일정하게 유지된다.
 L . 지퍼백이 차가워지므로 흡열 반응이다.

3. 분자 간의 인력

[정답맞히기] γ . PH_3 는 중심 원자의 비공유 전자쌍이 존재하는 삼각뿔형 구조를 갖는 극성 분자이다. 또한 (다)의 SiH_4 보다 분자량이 크므로 끓는점 x 는 -112 보다 크다.

L . (가)와 (다)는 무극성 분자이므로 분산력은 분자량이 큰 (다)가 (가)보다 크다.

C . 분자간의 인력은 끓는점이 높을수록 크므로 (나)가 가장 크다. 정답⑤

4. 계의 종류에 따른 열화학 반응

[정답맞히기] ② (나)는 닫힌계로 열에너지의 출입이 가능하므로 메탄올의 연소 반응에서 발생하는 열이 주위로 빠져나가므로 주위의 온도가 높아져 주위의 엔트로피는 증가한다. 정답②

[오답피하기] ① (가)는 열린계로 발열 반응인 연소 반응에서 계의 엔탈피는 감소한다.

③ (나)는 닫힌계이므로 계와 주위 사이에는 에너지 교환만 된다.

④ 반응 후에 기체의 분자 수가 증가하므로 계의 엔트로피는 증가한다.

⑤ (다)는 고립계로 물질과 열에너지의 교환이 이루어지지 않으므로 주위의 온도는 변하지 않는다.

5. 반응 속도

[정답맞히기] L . (가)와 (나)를 비교하면 A의 농도가 2배일 때 초기 반응 속도가 2배가 됨을 알 수 있고, (나)와 (다)를 비교하면 B의 농도가 2배일 때 초기 반응 속도가 변화 없음을 알 수 있으므로 반응 속도식은 $v = k[A]$ 이다.

C . (가)~(다)중 한 실험의 농도를 반응 속도식에 대입하면 반응 속도 상수

$k = 0.1 \text{ 초}^{-1}$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 반응 속도식이 $v = k[A]$ 이므로 반응 속도는 B의 농도에 무관하다.

6. 고체 결정 구조

[정답맞히기] A의 양이온은 꼭지점에 8개, B의 양이온은 내부에 1개, O^{2-} 는 면에 6개가 존재한다. 단위 세포 내부의 각 이온의 수를 구하면 A의 양이온은 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개, B의 양이온은 1개, O^{2-} 는 $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 개가 존재하므로 화합물의 화학식은 ABO_3 이다. 정답②

7. 어는점 내림

[정답맞히기] ㄱ. 포도당($C_6H_{12}O_6$)의 분자량이 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)보다 작으므로 같은 10g으로 실험한 경우 용질의 몰수는 포도당 수용액이 많으므로 어는점 내림도 크게 된다. 따라서 t_1 이 t_2 보다 낮다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (다)에서 수용액이 어는 동안 수용액의 농도는 증가하여 어는점 내림이 계속 일어나므로 온도는 감소한다.

ㄷ. (나)에서 수용액 10mL를 사용해도 용액의 농도는 변화가 없으므로 어는점은 t_1 으로 같다.

8. 기체의 용해도

[정답맞히기] ㄱ. 온도가 높아지면 기체의 용해도가 감소한다.

ㄴ. 온도가 높아지면서 기체의 용해도가 감소하였으므로 용해 과정은 발열 과정이다.

ㄷ. 그림 II와 III은 온도가 같은데 뚜껑이 닫혀있는 II의 ㉠부분 압력이 더 클 것이므로 CO_2 의 부분 압력은 II가 III보다 크다. 정답⑤

9. 수용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. 몰 농도(M)에 1을 곱하면 1L에 들어 있는 용질의 몰수이므로 (가)에서는 $a \times 1 = \frac{40}{M_X}$ 가 (나)에서는 $b \times 1 = \frac{10}{M_X}$ 의 관계가 성립한다. (가)와 (나)의 용질의

종류는 같으므로 $\frac{40}{a} = \frac{10}{b}$ 가 되어 $a = 4b$ 이다.

ㄷ. 수용액의 밀도가 1L로 같으므로 수용액의 질량은 1000g이고 용질의 질량이 10g으로 같으므로 퍼센트 농도는 (나)와 (다)가 같다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (가)의 몰랄 농도는 $\frac{a}{0.960} m$ 이고, (나)의 몰랄 농도는 $\frac{a}{0.990} m$ 이다.

10. 표준 환원 전위

[정답맞히기] ㄱ. B의 환원 전위가 음의 값이므로 B를 염산에 넣으면 산화된다.

ㄷ. 환원 전위가 더 작은 B가 환원되는 반응은 자발적으로 일어나지 않으므로 자유

에너지 변화(ΔG°)는 0보다 크다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. $A^{2+} + 2C \rightarrow A + 2C^+$ 반응의 표준 전지 전위 $E^\circ = 1.18 - (-0.14) = 1.32$ V 이다.

11. 촉매와 활성화 에너지

[정답맞히기] ④ (가)보다 (나)의 활성화 에너지가 작으므로 정반응 속도 상수는 (나)가 (가)보다 크다.

정답④

[오답피하기] ① (나)에서 촉매 X를 사용하여 활성화 에너지가 작아졌으므로 X는 정 촉매이다.

② 가장 높은 에너지 상태를 E_{\max} 라고 할 때, 역반응의 활성화에너지는 $E_{\max} - E_1$ 이고, 정반응의 활성화에너지는 $E_{\max} - E_2$ 이므로, 그 차이는 $E_2 - E_1$ 과 같다

③ (가)와 (나)는 같은 온도에서 일어나는 반응이므로 평형 상수는 같다.

⑤ (가)는 (나)보다 정반응과 역반응의 활성화 에너지가 모두 크다.

12. 반응의 자발성

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 반응 후 분자 수가 감소하므로 $\Delta S < 0$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 반응 (나)는 $\Delta H < 0$ 으로 발열 반응이다. 따라서 열은 계에서 주위로 이동한다.

ㄷ. 반응 엔탈피(ΔH)는 $\Delta H_{(가)} - 2\Delta H_{(나)} = -212$ kJ이고, 반응 후 분자 수가 증가하므로 $\Delta S > 0$ 이다. 따라서 반응은 자발적으로 일어나게 되므로 자유 에너지 변화(ΔG°)는 0보다 작다.

13. 반응의 자발성

25°C, 1기압에서 탄소(C)와 황(S)의 동소체 중에서 가장 안정한 것은 흑연과 사방황이므로 두 반응의 반응 엔탈피와 엔트로피 변화를 나타낼 수 있다.

(가) $C(s, \text{다이아몬드}) \rightarrow C(s, \text{흑연}) \quad \Delta H < 0, \Delta S > 0$

(나) $S(s, \text{사방황}) \rightarrow S(s, \text{단사황}) \quad \Delta H > 0, \Delta S > 0$

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 로부터 $\Delta G < 0$ 이므로 온도와 무관하게 자발적인 반응이다.

ㄷ. 엔탈피의 크기는 다이아몬드가 흑연보다 크므로 연소 엔탈피의 절대값은 다이아몬드가 흑연보다 크다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)의 ΔG 를 구하면 온도가 높아질수록 자발성이 증가하는 반응이다.

14. 반응 속도식

T_2 에서 시간에 따른 B의 몰농도로부터 A의 몰농도를 구하면

시간(분)	0	2	4	6	8
A의 몰농도(M)	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1

이므로 반응은 A의 반감기가 2분으로 일정한 1차 반응임을 알 수 있다.

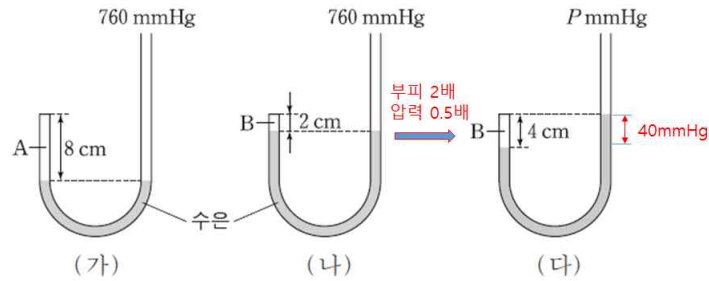
[정답맞히기] ㄱ. 6분에서 A가 0.2M이므로 B는 4분일 때보다 0.1 M증가한 0.70 M이다.

ㄴ. T_2 에서 A에 관한 1차 반응임을 구할 수 있으므로 T_1 에서는 반응 속도 상수만 작고 반응 속도식은 같다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 초기 4분 동안 B(g)의 평균 생성 속도는 $0.1 \text{ M} \cdot \text{분}^{-1}$ 이다.

15. 기체의 압력

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 A의 부피에 해당하는 높이는 8 cm이고, (다)에서 B의 부피에 해당하는 높이는 4 cm이다. (다)에서 B의 부피는 (나)의 2배이므로 (다)에서 기체의 압력은 (나)의 0.5배이다. (나)에서 B의 압력은 760 mmHg이므로 (가)에서 A의 압력은 (나)에서 B의 압력의 2배이다.



ㄷ. (다)에서 B의 압력이 380 mmHg이므로 $P + 40 = 380$ 으로 $P = 340$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 이상 기체 방정식을 변형하면 $PM = dRT$ 이다. (가)와 (나)에서 P 와 T 가 같으므로 $d \propto M$ 이다. 따라서 (나)에서 B의 밀도는 (가)에서 A의 밀도의 4배이다.

16. 평형 이동

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 He를 첨가하여 전체 기체의 압력이 1기압이 되므로 (가)에 존재하던 기체들의 부분 압력이 감소하게 된다. 따라서 압력이 감소하게 되면 분자 수가 증가하는 방향으로 평형 이동이 일어나므로 O_2 의 몰수는 증가한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 기체의 부피가 $2h$ 로 2배가 되는 과정은 반응물 NO, O_2 의 분자 수가 증가하는 역반응 쪽으로의 평형 이동을 포함하므로 첨가한 He의 몰수는 (가)의 기체의 전체 몰수보다 작다.

ㄷ. 정반응이 발열 반응이므로 (다)에서 온도 올려주면 역반응 쪽으로 평형이 이동하게 된다. 따라서 평형 상수는 감소하게 되므로 평형 상수는 (가)가 (다)보다 크다.

17. 헤스 법칙

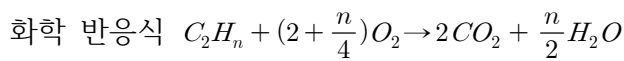
[정답맞히기] ㄴ. $-(b+2c)$ 는 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 의 분해 엔탈피에 해당하므로 이들 분자의 결합 에너지의 합까지 더한 값이 ΔH_2 가 된다. 따라서 ΔH_2 는 $-(b+2c)$ 보다 크다.

ㄷ. $\Delta H_1 - \Delta H_2$ 는 $\text{CH}_4(\text{g})$ 의 연소열이므로 $-a+b+2c$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. ΔH_1 은 (C-H의 결합 에너지의 합×4)+(O=O의 결합 에너지의 합×2)이다.

18. 부분 압력 법칙

[정답맞히기] 반응 후 C_2H_n 의 부분 압력이 0이므로 C_2H_n 이 모두 소모되는 반응이므로 반응 전 C_2H_n 의 부분 압력으로부터 C_2H_n 1몰, O_2 5몰의 몰수 비를 보이는 상황을 설정하여 화학 반응식으로부터 반응 전과 후의 몰수 변화를 구할 수 있다.



반응 전(몰) 1 4

반응(몰) -1 $-(2 + \frac{n}{4})$ +2 $+\frac{n}{2}$

반응 후(몰) 0 $2 - \frac{n}{4}$ 2 $\frac{n}{2}$

반응 후 CO_2 의 부분 압력은 $\frac{2}{4 + \frac{n}{4}} = \frac{4}{9}$ 이므로 $n=2$ 이다. 따라서 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 의 부분 압력

은 $\frac{1}{4.5} = \frac{2}{9}$ 이다.

정답②

19. 산과 평형 상수

[정답맞히기] MOH 0.1M의 pH가 13이므로 이온화도 $\alpha=1$ 이다. 따라서 MA 는 $\text{M}^+ + \text{A}^-$ 로 이온화하게 된다. 이때의 pH=10인데, 이는 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ 반응

에서 평형 상수 $K_b = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = 10^{-8}$ 을 나타낸다. HA 의 pH는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 를 구해야

알 수 있으므로, $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ 의 반응에서 평형 상수 식을

$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 로 K_w 나누면 K_a 의 값을 구할 수 있다. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-8}} = 10^{-6}$ 이고

이온화도 $\alpha=0.01$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = C\alpha = 10^{-4}\text{M}$ 이고 pH=4이다.

정답③

20. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 반응 지수 $Q = (\frac{2}{160})^2 / (\frac{5}{160}) = \frac{1}{200}$ 이므로 K 보다 작다.

ㄷ. (나)에서 기체의 압력을 구하면 $P = \frac{8 \times 0.08 \times 300}{160} = 1.2$ 기압이다. 이때 고정 장치를 풀면 기체의 부피는 1.2배 증가하게 되므로 192L가 되겠지만, 기체의 부분 압력이 동시에 감소하므로 평형은 분자 수가 증가하는 방향으로 평형이 이동하게 되므로 (다)

에서 기체의 부피는 192L보다 커지게 된다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 평형 상태에 도달할 때 감소하는 A의 몰수를 a 라 하면, 증가하는 B의 몰수는 $2a$ 이다. 이를 평형 상수 식에 대입하면 $(\frac{2+2a}{160})^2 / (\frac{5-a}{160}) = \frac{1}{40}$ 이고 $a = 1$ 이다. 따라서 $x = y = 4$ 이다.

2014학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

화학II 정답

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

해설

- [출제의도] 수소 에너지의 특성을 이해한다.**
오염 물질을 배출하지 않으며 최근 광분해를 통해 얻는 방법이 개발되고 있는 에너지는 수소 에너지이다.
- [출제의도] 촉매와 반응 속도의 관계를 이해한다.**
ㄷ. 정촉매를 사용하면 활성화 에너지가 감소한다.
[오답풀이] ㄴ. 반응 속도 상수는 활성화 에너지가 작은 (나)가 (가)보다 크다.
- [출제의도] 헤스 법칙으로 반응 엔탈피를 구한다.**
ㄱ. $C_2H_6(g)$ 의 분해 엔탈피는 $C_2H_6(g) \rightarrow 2C(s) + 3H_2(g)$ 의 반응 엔탈피이므로 $-\frac{\Delta H_2}{2}$ 이다.
[오답풀이] ㄷ. $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ 의 반응 엔탈피는 $\frac{\Delta H_1 + \Delta H_2}{2}$ 이다.
- [출제의도] 분자 사이의 힘을 이해한다.**
ㄷ. 분산력은 분자량이 큰 H_2D 가 H_2C 보다 크다.
- [출제의도] 고체의 결정 구조를 이해한다.**
ㄷ. (다)에서 단위 세포에 포함된 Na는 $2(=1 + \frac{1}{8} \times 8)$ 개이다.
- [출제의도] 기체의 용해도를 이해한다.**
ㄱ. N_2 의 용해도는 N_2 의 부분 압력에 비례하므로 용해된 N_2 의 질량은 (나)가 (가)의 2배이다.
[오답풀이] ㄴ. (가)에 He를 넣어주면 N_2 의 부분 압력이 감소하여 물에 녹는 N_2 의 질량이 감소한다. ㄷ. 고정 장치를 풀면 녹아 있던 N_2 가 일부 빠져나와 N_2 의 몰수가 증가하여 피스톤의 높이는 $2h$ 보다 커진다.
- [출제의도] 삼투압을 이용하여 분자량을 구한다.**
X의 분자량은 $M = \frac{wRT}{\pi V} = \frac{1 \times k \times 300}{a \times 0.2}$ 이다.
- [출제의도] 용액의 끓는점 오름(ΔT_b)을 이해한다.**
ㄴ. ΔT_b 가 작은 (가)가 (다)보다 어는점이 높다. ㄷ. (가)~(다)의 자료를 비교하면 A~C 각각 3g, 9g, 1.5g 당 ΔT_b 가 a이므로 (라)의 ΔT_b 는 6a이다.
[오답풀이] ㄱ. A 3g과 B 9g에 의한 ΔT_b 가 같아 몰수가 같으므로 분자량은 B가 A의 3배이다.
- [출제의도] 반응의 자발성을 유추한다.**
ㄱ. (가)는 $\Delta G > 0$ 이므로 비자발적이다. ㄴ. (나)는 $\Delta H < 0$ 이고, $\Delta G = 0$ 이므로 $25^\circ C$ 보다 낮은 온도에서 $|\Delta H| > |T\Delta S|$ 이므로 자발적이다.
[오답풀이] ㄷ. (다)는 $\Delta H > 0$ 이고, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 이므로 $|\Delta H| < |T\Delta S|$ 이다.
- [출제의도] 용액의 증기 압력 내림을 이해한다.**
ㄴ. 용액의 증기 압력 내림은 $\Delta P = P_{\text{용매}} \times X_{\text{용질}}$ 이다. 20% X 수용액에서 용질과 용매의 질량은 각각

18g, 72(=4몰)g이므로 X의 몰수를 x 라 할 때 용질의 몰 분율은 $X_{\text{용질}} = \frac{x}{4+x} = \frac{2}{82} = \frac{1}{41}$ 이다. 따라서 x 는 0.1몰이고 X의 분자량은 180이다.

- [출제의도] 중화 반응에서 양적 관계를 이해한다.**
ㄱ. (다)는 중화점의 절반이므로 x 는 50이다. ㄴ. $HA(aq)$ 의 이온화도는 0.01이고, 이온화 상수는 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ 이다. 따라서 (다)에서 $K_a = [H_3O^+]$ 이므로 pH는 5이다. ㄷ. (다)에 $NaA(s)$ 를 첨가하면 $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ 반응에서 역반응이 우세하게 일어나 pH는 증가한다.
- [출제의도] 반응의 자발성을 이해한다.**
ㄱ. 자발적인 반응은 $\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이므로 $\Delta S_{\text{주위}} < 0$ 인 반응에서 $|\Delta S_{\text{계}}| > |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다.
[오답풀이] ㄴ. $a + b$ 가 2보다 작으면 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이므로 비자발적인 반응이다. ㄷ. $\Delta H > 0$ 이고, $\Delta S_{\text{계}} > 0$ 이므로 T 보다 높은 온도에서도 ΔG 는 0보다 작다.
- [출제의도] 반응열과 반응의 자발성을 이해한다.**
ㄱ, ㄴ. 나무판 위의 물이 얼었으므로 이 반응은 흡열 반응이고 주위의 엔트로피는 감소한다.
- [출제의도] 자료를 통해 반응 속도를 분석한다.**
ㄴ. t 초일 때 C의 압력이 x 기압이면 A, B의 압력은 각각 $(6-2x)$ 기압, $(12-x)$ 기압이다. 전체 압력은 15기압이므로 C의 압력은 1.5기압이다.
[오답풀이] ㄱ, ㄷ. 실험 I과 II에서 B의 압력이 2배가 되었을 때 C의 압력은 같고, 실험 II와 III에서 A의 압력이 2배가 되었을 때, C의 압력이 2배이므로 반응 속도식은 $v = k[A]$ 이다. 따라서 반감기는 t 초이고 실험 III에서 $2t$ 초일 때 A~C의 압력은 각각 3, 1.5, 4.5기압으로 전체 압력은 9기압이다.
- [출제의도] 평형 이동의 원리를 이해한다.**
ㄴ. 실험 II와 III에서 부피가 증가했을 때 역반응 쪽으로 평형이 이동하였으므로 $a + b$ 는 c 보다 크다.
[오답풀이] ㄱ. C의 몰수는 온도가 높은 실험 II가 I보다 작으므로 정반응은 발열 반응이다. 따라서 평형 상수는 실험 I이 실험 II보다 크다.
- [출제의도] 화학 전지의 원리를 이해한다.**
ㄱ. 표준 환원 전위가 작은 A 전극에서 산화 반응이 일어난다.
[오답풀이] ㄷ. (나)의 B 전극에서는 산화 반응이 일어나므로 B 전극의 질량은 감소한다.
- [출제의도] 자유 에너지와 평형 관계를 이해한다.**
ㄱ, ㄴ. A가 x 몰 반응하면 A, B의 몰수는 각각 $1-x$, $2x$ 이고, B의 몰 분율이 0.6이므로 x 는 $\frac{3}{7}$ 이다. 따라서 평형 상수는 $\frac{9}{7}$ 이다.
- [출제의도] 기체 반응의 양적 관계를 이해한다.**
ㄴ, ㄷ. (다)에서는 X 0.5기압과 Y 0.75기압이 반응하여 Z 0.5기압이 생성되고, Y 0.5기압이 남는다.
[오답풀이] ㄱ. X의 압력은 (나)에서가 (가)에서의 절반이므로 X와 Y의 몰수 비는 4:3이다.
- [출제의도] 액체의 증기 압력을 비교한다.**
ㄱ. 같은 온도에서 증기 압력이 작은 Y가 X보다 분자 사이의 인력이 크다. ㄷ. 쿨이 닫힌 (가)에서 용기 A에는 기체 X가 0.04몰, 용기 B에는 기체 Y가 0.02몰 존재하는데, 쿨을 열면 부피가 4.48L가 되므로 기체 X는 0.05몰, 기체 Y는 0.04몰이 된다.
- [출제의도] 반응 속도와 평형 상수 관계를 안다.**

ㄱ, ㄷ. 반응 속도 상수는 온도가 높을수록 크므로 $T_1 < T_2$ 이다. 평형 상수는 T_2 일 때가 더 작으므로 정반응은 발열 반응이다. T_1 에서 평형 상수는 $K = \frac{[B]}{[A]} = 2.5$ 이므로 $k_1[A] = 2.5k_2[A]$ 이다.

2015학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ③ 02. ③ 03. ④ 04. ② 05. ④ 06. ① 07. ⑤ 08. ① 09. ① 10. ④
 11. ③ 12. ⑤ 13. ⑤ 14. ② 15. ② 16. ③ 17. ⑤ 18. ⑤ 19. ③ 20. ①

1. 물의 광분해

[정답 맞히기] 물의 광분해 과정은 태양광 에너지를 이용하여 수소 기체를 얻는 방법이다.

정답 ③

2. 발열 반응

[정답 맞히기] ㉠에서 손난로가 뜨거워지므로 발열 반응이다. ㉡은 연소 반응이므로 발열 반응이다.

정답 ③

[오답 피하기] ㉢에서는 주위의 열을 흡수하므로 흡열 반응이다.

3. 이산화 탄소의 상평형

[정답 맞히기] (나)에서 $\text{CO}_2(s)$ 가 승화하여 $\text{CO}_2(g)$ 가 되는 과정이 자발적으로 일어나고, (다)에서는 $\text{CO}_2(s)$ 가 승화하여 $\text{CO}_2(g)$ 가 되었지만 외부로 빠져나가지 못하고 내부 압력을 증가시키게 되어 $\text{CO}_2(l)$ 가 생성되었으므로 CO_2 상평형에서 압력이 삼중점 이상으로 증가하게 된 것이다. 따라서 이때 압력 P 는 대기압보다 크다.

정답 ④

4. 모세관 현상의 실험 조건

[정답 맞히기] 모세관 현상에 영향을 미치는 온도의 영향을 알아보기 위해서는 다른 조건은 같게 한 다음 온도만 다른 조건에서 실험을 해야 한다. 따라서 물질은 증류수, 유리 모세관의 안지름은 0.3mm로 같고 온도가 다른 A와 C의 실험 조건으로 실험해야 한다.

정답 ②

5. 활성화 에너지와 반응 속도

[정답 맞히기] 활성화 에너지의 크기는 반응 I에서가 II에서보다 크므로 반응 속도는 반응 II가 I보다 빠르다. 또한 촉매를 사용하여 반응 경로를 달리한 반응이 반응 II이지만 촉매를 사용하였다더라도 반응 후 생성물의 농도에는 변화가 없다. 따라서 A의 농도가 더 크게 감소하고, 반응이 모두 진행된 이후의 농도가 같은 ④가 가장 적절하다.

정답 ④

6. 기체 분자의 운동

[정답 맞히기] ㄱ. 기체 A가 간 거리인 l_A 가 l_B 보다 크므로 평균 분자 운동 속력은 A가 B보다 크다.

정답 ①

[오답 피하기] ㄴ. l_A 는 v_A 에 비례하는 값이고, 분자 운동 속력 $v_A \propto \sqrt{\frac{1}{M_A}} \propto \sqrt{\frac{1}{d_A}}$ 이다. 따라서 $d_A : d_B = l_B^2 : l_A^2$ 이다. ㄷ. T 보다 높은 온도에서 실험하면 두 분자의 속력은 모두 증가하게 되므로 l_A 의 값은 온도 T 에서와 같이 일정하게 유지된다.

7. 분자 간의 인력

C와 Si는 14족, N과 P는 15족, O와 S는 16족 원소이다. 이들 원소의 수소 화합물 중 끓는점

이 가장 높은 e는 H₂O이고, f는 e와 같은 족의 분자이므로 H₂S이다. c는 끓는점이 a와 b보다 높으므로 NH₃이고, d는 PH₃이다. 가장 끓는점이 낮은 것은 14족 원소의 수소 화합물일 것이고 14족 원소는 무극성 분자로 분산력이 작용하므로 a는 SiH₄이고, b는 CH₄이다.

[정답 맞히기] ㄱ. c는 NH₃이므로 수소 결합을 한다. ㄴ. f는 e와 같은 족의 수소 화합물인 H₂S이다. ㄷ. 14족 원소인 a와 b는 분산력이 작용하는데 분산력은 a의 끓는점이 b보다 높으므로 분산력은 a가 b보다 크다. 정답 ⑤

8. 반응 지수와 평형 상수

[정답 맞히기] ㄱ. 그림에서 시간에 따른 반응 지수가 1로 수렴하므로 평형 상수(K)는 1인 반응이다. (가)의 농도를 평형 상수식에 대입하면 반응 지수 $Q = \frac{1^2}{1 \times 1} = 1$ 이므로 K와 같다. 따라서 (가)는 평형 상태의 농도이므로 정반응과 역반응의 속도가 같다. 정답 ①

[오답 피하기] ㄴ. (나)의 반응 지수 $Q = \frac{2^2}{1 \times 1} = 4$ 로 K보다 크다. 따라서 반응이 진행될수록 역반응이 진행하여 A의 농도가 증가한다. ㄷ. 그림은 반응 지수 Q가 K보다 큰 값을 나타내므로 (나)에 해당한다.

9. NaCl 수용액의 전기 분해

[정답 맞히기] ㄱ. NaCl 수용액을 전기 분해하면 (+)극에서는 Cl⁻이 산화되어 Cl₂가, (-)극에서는 H₂O가 환원되어 H₂가 발생한다. 따라서 ㉠은 H₂이다. 정답 ①

[오답 피하기] ㄴ. ㉠은 Cl⁻로 전자를 잃고 산화된다. ㄷ. 반응식의 계수비가 같으므로 t초에서 OH⁻의 양이 0.01몰이면 전자 0.01몰이 전기 분해 과정에서 소모된 것이다. 따라서 흘려준 전하량은 965C이다.

10. %농도와 몰랄 농도

[정답 맞히기] T₂에서 포화된 KNO₃ 수용액 200g의 %농도가 60%이므로 KNO₃의 질량은 120g, 물의 질량은 80g이다. T₁으로 온도를 낮춰주었을 때 20%로 농도가 감소하므로 석출되는 KNO₃의 질량을 ㉠이라고 하면, $\frac{120 - \text{㉠}}{200 - \text{㉠}} \times 100 = 20$ 이고 ㉠=100이다. KNO₃의 분자량을

M이라고 하면 T₁에서의 몰랄 농도는 $\frac{20}{0.08} = a$ 이고, T₂에서의 몰랄 농도는 $\frac{120}{0.08} = x$ 이다. 따라서 $x = 6a$ 이다. 정답 ④

11. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답 맞히기] 반응 엔탈피(ΔH) = 응물의 결합 에너지의 합 - 생성물의 결합 에너지의 합으로 나타낼 수 있다. H₂ + F₂ → 2HF 반응의 ΔH = -546 kJ이므로 436 + (F-F 결합 에너지) - 2(H-F의 결합 에너지) = -546 kJ이다. 또한 a는 (F-F 결합 에너지) + (431 × 2) - 242 - 2(H-F의 결합 에너지)이고, 이를 계산하면 a = 862 - 242 - 982 = -362 kJ이다. 정답 ③

12. 자유 에너지 변화(ΔG)

[정답 맞히기] ㄴ. (나)에서 $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta G = -4a - T\Delta S < 0$ 이다. 따라서 $\Delta S > -\frac{4a}{T}$ 이다. ㄷ. (다)에서 A가 고체이므로 $\Delta S > 0$ 이고, (다)의 ΔH 는 ((가)의 $\Delta H \times 2$) + (나)의 ΔH 로부터 구할 수 있으므로 (다)의 $\Delta H = -2a$ 이다. 따라서 $b = -2a - T\Delta S$ 에서 $a > 0$ 이고, $\Delta S > 0$ 이므로 $b < 0$ 이다. 정답 ⑤

[오답 피하기] ㄱ. (가)의 반응에서 A가 고체이므로 $\Delta S > 0$ 이고, $\Delta G = 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 의 식에 이를 대입하면 $\Delta H > 0$ 이 되어 $a > 0$ 이다.

13. 반응 속도에 영향을 주는 요인

[정답 맞히기] ㄱ. 입자 모형에서 ●가 반응물이므로 0~a초 동안의 평균 반응 속도는 (가)에서 $\frac{4}{a}$, (나)에서 $\frac{2}{a}$, (다)에서 $\frac{3}{a}$ 이다. 따라서 평균 반응 속도가 가장 큰 것은 (가)이다. ㄴ. (가)에서 ●의 입자 수가 절반이 되는 시간은 a이고, (나)에서도 a이므로 A의 반감기는 (가)와 (나)에서 같다. ㄷ. (가)에서 반응의 반감기가 일정한 것으로 보아 반응 속도는 A에 대한 1차 반응임을 알 수 있다. 따라서 (다)의 반응은 반감기가 2번 지나간 반응이므로 온도가 (가)보다 높아서 반응 속도가 빠른 반응이다. 정답 ⑤

14. 반응의 자발성

●를 A, ○를 B라고 하면, 반응 전에 존재하는 분자의 종류는 A_2 와 A_2B 이고, 반응 후에 생성되는 분자는 A_3B 이다. 따라서 화학 반응식은 $A_2(g) + 2A_2B(g) \rightarrow 2A_3B(g)$ 가 되고 반응 후에는 기체의 분자 수가 감소함을 알 수 있다.

[정답 맞히기] 화학 반응식을 통하여 반응 후에 기체의 분자 수가 감소함을 알 수 있으므로 반응 후에 기체의 분자 수는 감소할 것이고 결국 실린더의 부피는 처음보다 감소하게 된다. 따라서 $\Delta V < 0$ 이고, $\Delta S < 0$ 이다. 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 식에 대입하면 $-T\Delta S$ 가 (+)부호를 갖게 되어 $\Delta H < 0$ 이어야 한다. 정답 ②

[오답 피하기] 반응 과정에서 소모된 기체의 몰수를 x라고 하면

	A_2	A_2B	A_3B
반응 전	3	6	
반응 전 단위 부피당 몰수	$\frac{3}{9}$	$\frac{6}{9}$	
반응 후	$3-x$	$6-2x$	$2x$
반응 후 단위 부피당 몰수	$\frac{3-x}{9-x}$	$\frac{6-2x}{9-x}$	$\frac{2x}{9-x}$

A_2 의 분자 수 비를 비교하면 $\frac{3}{9} : \frac{3-x}{9-x} = 3:1$ 이므로 $x = \frac{9}{4}$ 가 되어 반응 후 단위 부피당 몰수는 $A_2 : A_2B : A_3B = \frac{3}{4} : \frac{6}{4} : \frac{18}{4}$ 로 모형과 같은 비율이 된다. 따라서 단위 부피당 몰수 비는 변화가 없는 것처럼 보이지만 실제로는 분자 수가 감소하여 부피가 감소한 반응이다.

15. 어는점 내림

[정답 맞히기] ㄴ. 어는점 내림은 (다)가 (나)의 2배이므로 몰랄 농도가 (다)가 (가)의 2배이다.

따라서 용질의 몰수는 (다)가 (가)의 2배가 되어 용매 A의 몰분율은 (가)에서가 (다)에서보다 크다. 정답 ②

[오답 피하기] ㄱ. 용매 A의 질량이 같으므로 (가)와 (나)의 어는점 내림은 X와 Y의 몰수 합에 비례하게 된다. $\frac{9}{M_X} + \frac{1}{M_Y} = a$, $\frac{3}{M_X} + \frac{7}{M_Y} = 2a$ 두식을 연립하면 $M_X : M_Y = 3 : 1$ 임을 알 수 있다. 따라서 화학식량은 X가 Y보다 크다.

ㄷ. X, Y의 분자량을 각각 $3k$, k 라고 하면, $\frac{9}{3k} + \frac{1}{k} = a$ 에서 $\frac{4}{k} = a$ 이므로 (나)에서 $\frac{5}{3k} + \frac{5}{k} = \frac{40}{3k} = \frac{5}{3}a$ 가 된다. 따라서 x 는 $1.5a$ 보다 크다.

16. 0차 반응

반응 과정에서 소모되는 A와 생성되는 B의 농도를 나타내면 다음과 같다.

	몰농도(M)		
	A	B	A+B
초기	4	0	4
2분후	-1	+2	3+2
4분후	-1	+2	2+4

[정답 맞히기] ㄱ. A의 농도가 매 2분마다 1M씩 감소하므로 반응은 A에 대한 0차 반응이다. 따라서 반응 속도 식은 $v = k$ 이고, 반응 속도 상수는 $k = \frac{1M}{2}$ 가 된다. ㄴ. 2분일 때 A의 농도는 1M이 감소해야 하므로 A의 농도는 3M이다. 정답 ③

[오답 피하기] ㄷ. A의 초기 농도가 8M이어도 반응 속도는 같으므로 4분일 때 A의 농도는 2M감소하여 6M이다.

17. 증기 압력 내림

[정답 맞히기] ㄱ. 왼쪽 두 용기에 들어 있는 용매의 증기 압력을 비교하면 $P_B - P_A = 5h \text{ mmHg}$ 임을 알 수 있다. A의 증기 압력이 B보다 작으므로 X용액의 용매로 A를 사용하면 5h보다 더 큰 증기압 차이를 보여야 하므로 X용액의 용매는 B이다. ㄴ. X용액의 증기 압력이 B보다 작으므로 기준 끓는점은 X용액이 B보다 높다. ㄷ. $P_B - P_A = 5h \text{ mmHg}$ 이고, 라울의 법칙에 따라 증기 압력 내림(ΔP)은 용질의 몰분율과 용매의 증기 압력의 곱으로 나타낼 수 있으므로 $P_B - P_X = \frac{1}{20}P_B = 2h \text{ mmHg}$ 이다. 따라서 $P_B = 40h \text{ mmHg}$, $P_A = 35h \text{ mmHg}$ 가 되어 $P_A : P_B = 7 : 8$ 이다. 정답 ⑤

18. 화학 평형

(나)에서 이상 기체 방정식으로부터 B의 몰수를 구할 수 있다. $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로 $n = \frac{1.5 \times 10}{25} = 0.6$ 몰이다. 따라서 (나)에 존재하는 B의 몰수 $x = 0.4$ 이다. 이는 A 1몰을 넣어 A가 0.8몰 감소하고, B가 0.4몰 증가한 것을 나타내므로 화학 반응식에서 계수 비를 알 수 있게 되어 화학 반응식은 $2A \rightleftharpoons B$ 이다.

[정답 맞히기] ㄴ. B의 몰수가 0.4몰에서 0.3몰로 감소하므로 반응은 역반응으로 진행한 것이

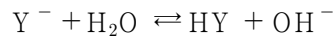
다. 역반응이 흡열 반응이므로 온도는 증가한 것이 되고 따라서 $T_2 > T_1$ 이다. α . (다)에서 y 는 0.4몰이므로 용기의 압력은 $P = \frac{nRT_2}{V} = \frac{0.7 \times RT_2}{10}$ 이다. 이중 A의 부분 압력은

$$P_A = \frac{0.7RT_2}{10} \times \frac{4}{7} = \frac{RT_2}{25} \text{ 이고, } RT_2 > RT_1 \text{ 이므로 1기압보다 크다. } \quad \text{정답 ⑤}$$

[오답 피하기] γ . (나)에서 용기의 부피가 10L이므로 평형 상수식에 대입하여 평형 상수를 구하면 $K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{(0.04)}{(0.02)^2} = 100$ 이다.

19. 산의 이온화 상수

[정답 맞히기] γ . HX와 HY가 약산이므로 이온화도(α)는 pH 또는 K_a 를 통하여 구할 수 있다. HX의 $[H^+]$ 는 농도(C) \times 이온화도(α)로부터 구할 수 있고 pH가 3이므로 $[H^+] = 10^{-3}M$ 가 되어 α 는 10^{-2} 이다. HY의 $K_a = C\alpha^2 = 1 \times \alpha^2 = 2 \times 10^{-4}$ 이므로 HY의 이온화도(α)는 $\sqrt{2} \times 10^{-2}$ 이다. 따라서 산의 이온화도는 $HX < HY$ 이다. α . HY(aq)의 몰수가 0.15몰이므로 1M NaOH(aq) 150mL를 넣으면 중화점에 도달하게 되고 $[Y^-] = 0.5M$ 가 된다.



초기 농도(M)	0.5		10^{-7}
가수 분해한 농도(M)	$-x$	$+x$	$+x$
평형 농도(M)	$0.5-x$	x	x

평형 상수는 $K = \frac{[HY][OH^-]}{[Y^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-11} = \frac{x^2}{0.5-x}$ 이고, x 가 작은 값이

므로 $\frac{x^2}{0.5} = 5 \times 10^{-11}$ 에서 $x = 5 \times 10^{-6}$ 이다. 따라서 $[OH^-] = 5 \times 10^{-6}M$ 이고, $[H^+] = 2 \times 10^{-9}M$

가 되어 $pH = 9 - \log 2 \approx 8.7$ 이다. 정답 ③

[오답 피하기] λ . HX(aq)에 들어 있는 HX의 몰수는 0.01몰이다. 여기에 0.005몰의 NaOH를 넣으면 0.005몰의 HX와 0.005몰의 X^- 가 존재하게 된다. 따라서 산의 이온화 상수식 $K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]}$ 에서 $\frac{[X^-]}{[HX]} = 1$ 이므로 이때의 $[H_3O^+] = K_a = C\alpha^2 = 0.1 \times (10^{-2})^2$ 가 되어 pH는 5이다.

20. 혼합 기체의 몰분율

기체의 몰수는 온도가 일정하면 압력과 부피의 곱에 비례한다. 따라서 과정 (나)에서 혼합 기체의 압력은 $(9 \times 1) + (3 \times 2) = P_1 \times 3$ 으로부터 $P_1 = 5$ 기압이다. 실험 결과 $P_1 : P_2 = 15 : 16$

이므로 $P_2 = \frac{16}{3}$ 기압이고, 과정 (다)에서 혼합 기체의 압력을 구하는 과정에 이를 대입하면

$$(5 \times 2) + (x \times 1) = P_2 \times 3 = \frac{16}{3} \times 3 \text{에서 } x = 6 \text{이다.}$$

[정답 맞히기] γ . $x = 6$ 이므로 몰수비 He : Ne = $(9+6) : 6 = 5 : 2$ 이다. 정답 ①

[오답 피하기] λ . P_1 측정 시 용기 B의 기체는 He과 Ne이 혼합되어 있으므로 밀도를 구하기 위해서는 $PV = \frac{w}{M}RT$ 에서 $\frac{w}{V} = \frac{PM}{RT}$ 가 되고 각 기체의 부분 압력과 분자량을 곱하면 된다.

$d = \frac{1}{RT}((3 \times 4) + (2 \times 20)) = \frac{52}{25} > 2\text{g/L}$ 이다. $\therefore P_1$ 측정 시 He은 9기압 1L, Ne은 3기압 2L이므로 He의 몰분율은 $\frac{9}{15} = \frac{3}{5}$ 이고, P_2 측정 시 He은 3기압 2L와 6기압 1L, Ne은 2기압 2L이므로 He의 몰분율은 $\frac{12}{16} = \frac{3}{4}$ 이다. 따라서 $X_1 : X_2 = \frac{3}{5} : \frac{3}{4} = 4 : 5$ 이다.

2015학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

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

1. [출제의도] 모세관 현상 이해하기

메니스커스는 유리 모세관과의 부착력이 응집력보다 크면 오목하고, 작으면 볼록하다. 물과 헵테인은 메니스커스가 오목하므로 유리 모세관과의 부착력이 응집력보다 크고, 수은은 볼록하므로 유리 모세관과의 부착력이 응집력보다 작다.

2. [출제의도] 퍼센트 농도, ppm 농도 변환하기

퍼센트 농도(%) = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$ 이므로 혈액 속 혈색소의 농도 = $\frac{160\text{g}}{1\text{L} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} \times \frac{1\text{g}}{1\text{mL}}} \times 100 = 16\%$ 이다.
 ppm 농도(ppm) = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6$ 이므로 혈액 속 혈당의 농도 = $\frac{1530\text{mg} \times \frac{0.001\text{g}}{1\text{mg}}}{1\text{L} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} \times \frac{1\text{g}}{1\text{mL}}} \times 10^6 = 1530\text{ppm}$ 이다.

3. [출제의도] 삼투압 이해하기

용액의 삼투압은 용액의 몰농도와 온도에 비례한다 ($\Pi = CRT$). \therefore 설탕물에 설탕을 추가하면 설탕물의 몰농도가 커지므로 삼투압이 증가하여 h 가 커진다. \therefore 물과 설탕물에 물을 추가하면 설탕물의 몰농도가 낮아지므로 h 가 작아진다. \therefore 물과 설탕물의 온도를 높이면 삼투압이 커지므로 h 가 커진다.

4. [출제의도] 금속 결합 모형 이해하기

금속 결합은 자유 전자인 A와 금속 양이온인 B 사이의 전기적 인력으로 결합되어 있다. A는 계속 움직이며 금속 결합을 유지하고, B는 금속의 모양이 변할 때만 위치가 변하므로 입자 A와 B가 동시에 이동하는 과정은 B가 움직이는 과정에 해당한다. \therefore 은반지가 용용액이 되면 유동성이 생겨 B도 이동할 수 있다. \therefore 은반지를 망치로 두드리면 B가 이동하여 위치가 변하므로 금속의 모양이 변하여 납작해진다. \therefore 은반지에 전압을 걸어 주면 금속의 모양이 변하지 않으므로 B는 이동하지 않고 A만 이동한다.

5. [출제의도] 분자 간 인력 비교하기

분자 간 인력이 클수록 끓는점이 높다. \therefore (다)는 극성 분자이고 (라)는 무극성 분자로 분자량이 서로 같지만 (다)의 끓는점이 높은 것은 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하기 때문이다. \therefore 분자량이 큰 (다)보다 분자량이 작은 (가)가 끓는점이 높은 이유는 (가)의 -OH로 인해 분자 사이에 수소 결합을 하기 때문이다. \therefore (라) 분자 사이에는 분산력만 작용하고 (나) 분자 사이에는 분산력과 쌍극자-쌍극자 힘이 모두 작용하지만, (라)가 (나)보다 끓는점이 높은 이유는 분산력이 크기 때문이다.

6. [출제의도] 결정 구조 비교하기

\therefore 철의 결정 구조는 T_1 에서 체심 입방 구조, T_2 에서 면심 입방 구조이다. \therefore 단위 세포에 포함된 원자 수는 T_1 에서 $\frac{1}{8}(\text{꼭짓점}) \times 8 + 1(\text{중심}) \times 1 = 2$ 개, T_2 에서 $\frac{1}{8}(\text{꼭짓점}) \times 8 + \frac{1}{2}(\text{면}) \times 6 = 4$ 개이다. \therefore T_1 에서 중심의 원자가 꼭짓점의 8개 원자와 가장 인접해 있다. T_2 에서 윗면의 면심에 위치하는 원자를 기준으로 같은 면의 꼭짓점 원자 4개, 윗면의 아래 수직면 4개의 면심에 위치한 원자 4개, 윗면 위(단위 세포 위) 수직면 4개의 면심에 위치한 원자 4개로 총 12개 원자와 가장 인접해 있다.

7. [출제의도] 용액의 끓는점 오름 이해하기

\therefore 용매의 끓는점이 80.20°C 이고, 점 A에서의 용액의 끓는점은 81.46°C 이므로 용액의 끓는점 오름(ΔT_b)은 1.26°C 이다. \therefore 용액의 몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이고, X의 분자량을 M_X 라 하면 $\Delta T_b = K_b \times m$ 에서 $1.26^\circ\text{C} = 2.52^\circ\text{C}/m \times \frac{6.4\text{g}}{0.1\text{kg}}$ 이므로 $M_X = 128$ 이다. \therefore 점 A에서의 용액과 점 B에서의 용액은 용질의 질량이 동일하지만 ΔT_b 이 1:2이므로 m 는 1:2가 되어 용매의 질량은 2:1이다.

8. [출제의도] 용액의 어는점 내림 계산하기

점 C와 점 B에서의 용액의 몰랄 농도는 같다. 용액의 어는점 내림 $\Delta T_f = K_f \times m = 5.12^\circ\text{C}/m \times \frac{6.4\text{g}}{0.05\text{kg}} = 5.12^\circ\text{C}$ 이다. 따라서 점 C에서의 용액의 온도(t)는 $(5.5 - 5.12) = 0.38^\circ\text{C}$ 이다.

9. [출제의도] 반응열의 종류와 엔탈피 변화 이해하기

\therefore 생성 엔탈피를 $\Delta H_{\text{생성}}$ 라 하면 주어진 반응의 $\Delta H = \sum \Delta H_{\text{생성}}(\text{생성물}) - \sum \Delta H_{\text{생성}}(\text{반응물}) = \Delta H_{\text{생성}}(\text{CaO}) + \Delta H_{\text{생성}}(\text{CO}_2) - \Delta H_{\text{생성}}(\text{CaCO}_3) = (-635 - 393) - (-1207) = 179\text{kJ/몰}$ 이므로 $x > 0$ 이다. \therefore 분해 엔탈피($\Delta H_{\text{분해}}$)는 $\Delta H_{\text{생성}}$ 와 크기는 같고 부호는 반대이므로, $\Delta H_{\text{분해}}(\text{CaO}) = 635\text{kJ/몰}$ 이다. \therefore C(s, 흑연)의 연소 반응과 $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 생성 반응은 $\text{C}(\text{s, 흑연}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ 로 같다. 따라서 C(s, 흑연)의 연소 엔탈피 $\Delta H_{\text{연소}}(\text{C}(\text{s, 흑연})) = \Delta H_{\text{생성}}(\text{CO}_2) = -393\text{kJ/몰}$ 이다.

10. [출제의도] 결정의 종류와 특성 이해하기

(가) 드라이아이스는 분자 간 인력으로 형성된 분자 결정이고 상온에서 승화한다. (나) 다이아몬드는 탄소 원자 간 공유 결합으로 형성된 원자 결정이므로 녹는점이 높으며 매우 단단하다. (다) 염화 나트륨은 이온 결합으로 형성된 이온 결정이므로 용융 상태에서 전류가 흐른다. 따라서 (가)는 X, (나)는 Z, (다)는 Y에 해당한다.

11. [출제의도] 확산 속도와 분자량의 관계 파악하기

기체의 확산 속도 $v = \frac{\text{확산거리}(l)}{\text{확산시간}(t)}$ 는 $\sqrt{\frac{1}{\text{분자량}(M)}}$ 에 비례하므로 M 은 v^2 에 반비례한다. \therefore \therefore t 가 같으므로 v 는 l 에 비례한다. 100K 에서 $v_X : v_Y = l : 2l = 1 : 2$ 이므로 $M_X : M_Y = 4 : 1$ 이다. 400K 에서 $v_Y : v_Z = l : 2l = 1 : 2$ 이므로 $M_Y : M_Z = 4 : 1$ 이다. 따라서 $M_X : M_Y : M_Z = 16 : 4 : 1$ 이다.

\therefore 분자의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례하므로 400K 인 Z가 100K 인 Y의 4배이다.

12. [출제의도] 기체의 온도, 압력, 부피 관계 이해하기

A ~ D에서 기체 X의 질량은 모두 1g이므로 몰수 $n = \frac{w(\text{질량})}{M_X(\text{분자량})}$ 도 같다. \therefore $PV = nRT$ 에서 n 이 일정하므로 $PV \propto T$ 이다. 따라서 B에서 PV 값이 A에서의 4배이므로 온도가 A에서의 4배이다. \therefore $P = \frac{nRT}{V}$ 이고 $n = \frac{w}{M_X}$, 밀도(d) = $\frac{w}{V}$ 이므로 $P \propto \frac{dT}{V} \propto dT$ 이다. 따라서 C와 D에서는 dT 값이 같으므로 압력도 같다. \therefore B와 D에서는 부피가 2L이므로 밀도가 0.5g/L로 같다.

13. [출제의도] 결합 에너지와 반응열의 관계 이해하기

열화학 반응식에서 엔탈피 변화(ΔH) = $\sum(\text{반응물의 결합 에너지}) - \sum(\text{생성물의 결합 에너지})$ 이다. 주어진 반응의 $\Delta H = [\text{결합 에너지}(\text{H-H}) + \text{결합 에너지}(\text{O-O})] - [\text{결합 에너지}(\text{O-H}) \times 2 + \text{결합 에너지}(\text{O-O})] = (436 + b) - (463 \times 2 + a) = -136(\text{kJ/몰})$ 에서 $b - a = 354$ 이다.

14. [출제의도] 기체의 분자량 계산하기

\therefore 실린더 안과 밖의 수면의 높이가 같으므로 실린더 속 혼합 기체의 압력은 대기압($P_{\text{대기}}$)과 1기압으로 같다. X(g), $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 의 부분 압력을 각각 P_X , $P_{\text{H}_2\text{O}}$ 라 하면 $P_X = P_{\text{대기}} - P_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - 0.04 = 0.96$ 기압이다. \therefore $PV = nRT$ 와 $n = \frac{w}{M}$ 에서 $w = \frac{PVM}{RT}$ 이므로 실린더 속 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 의 질량 $w_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}} VM_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} = \frac{0.04 \times V \times 18}{0.08 \times 300} = 0.03V\text{g}$ 이다. \therefore X의 질량 $w_X = w - w_{\text{H}_2\text{O}}$ 이므로 X의 분자량 $M_X = \frac{w_X RT}{P_X V} = \frac{(w - 0.03V) \times 0.08 \times 300}{0.96 \times V} = \frac{(100w - 3V)}{4V}$ 이다.

15. [출제의도] 0.01M 설탕물 만들기

용액의 몰농도(M) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이다. \therefore 영점 조절 후 약포지의 질량을 포함하여 설탕의 질량을 측정하면, 용액 속 설탕의 질량이 3.42g보다 작아져 설탕의 몰수가 감소하므로 용액의 농도는 0.01M보다 낮아진다. \therefore 비커에 묻어 있는 설탕물을 씻어 넣지 않으면 용액 속 설탕의 질량이 줄어들어 용액의 농도가 낮아진다. \therefore 증류수를 채우다가 표선을 넘겨서 용액을 덜어내 표선을 맞추면 용액 속 설탕의 질량이 줄어들어 용액의 농도가 낮아진다.

16. [출제의도] 기체 반응에서 부분 압력 계산하기

\therefore $PV = nRT$ 에서 T 가 일정하므로 $n \propto PV$ 이다.
 $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

처음	$(1 \times 2)k$	$(x \times 4)k$	0	0
반응	$-2k$	$-5k$	$+4k$	$+2k$
나중	0	$(1.5 \times 2)k$	$4k$	$2k$

(k 는 상수)
 $x \times 4 - 5 = 1.5 \times 2$ 이므로 $x = 2$ 이다. \therefore (다)에서 반응 전후 O_2 의 몰분율(= $\frac{\text{O}_2 \text{의 몰수}}{\text{전체 기체의 몰수}}$)의 비는 $\frac{8k}{2k+8k} : \frac{3k}{3k+4k+2k} = \frac{4}{5} : \frac{1}{3} = 12 : 5$ 이다. \therefore 용기의

부피는 2L이고 생성된 CO₂의 몰수는 4k이므로 반응 후 P_{CO₂}은 2기압이다.

17. [출제의도] 증기 압력 내림 이해하기

ㄱ. 같은 질량의 물에 X는 $\frac{30}{180}$ 몰, Y는 $\frac{30}{60}$ 몰 녹아 있으므로 Y 수용액이 X 수용액보다 농도가 높아 끓는점이 높다. ㄴ. X와 Y 수용액은 라울 법칙을 따르므로 용액의 증기 압력 내림(ΔP)=용매의 증기 압력×용질의 몰분율($X_{\text{용질}}$)이다. 용매가 물로 같아 용매의 증기 압력도 같으므로 $\Delta P \propto X_{\text{용질}}$ ($=\frac{n_{\text{용질}}}{n_{\text{용질}}+n_{\text{용매}}}$)이다. 따라서 $\Delta P_X:\Delta P_Y = X_X:X_Y = \frac{\frac{30}{180}}{\frac{30}{180}+\frac{180}{180}}:\frac{\frac{30}{60}}{\frac{30}{60}+\frac{180}{180}}=21:61$ 이다. ㄷ. 그림에서 수은 기둥의 높이차가 h_1 mm일 때 용액의 증기 압력 내림은 h_1 mmHg이다. X 90g을 물 180g에 녹인 수용액의 X_X 는 Y 수용액에서의 X_Y 와 같으므로 증기 압력 내림도 h_2 mmHg으로 같다.

18. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기

ㄷ. (가)와 (나) 수용액은 용질의 몰분율 $X_{\text{용질}}$ ($=\frac{n_{\text{용질}}}{n_{\text{용질}}+n_{\text{용매}}}$)이 같으므로 $\frac{w_{\text{용질}}}{w_{\text{용질}}+w_{\text{용매}}}$ 도 같아, 두 수용액은 % 농도, 몰랄 농도가 같은 동일한 용액이므로 따라서 몰농도, 밀도도 모두 같다. ㄱ. (가)의 1.5m NaOH(aq)은 1.5몰의 용질이 1kg의 용매에 녹아 있는 용액과 농도가 같다. $w_{\text{용액}}:w_{\text{용질}} = 1060:60=1000:x$, 따라서 (가)에서 용질의 질량에 해당하는 x 는 60보다 작다. ㄴ. (나)는 (가)와 동일한 용액이고, 용액의 양이 달라져도 용액의 농도는 변하지 않으므로 (나) 용액의 부피를 2배로 가정했을 때, 1.5몰의 용질이 용액 1L에 녹아 있는 것은 60g(1.5몰)의 용질이 1kg의 용매에 녹은 것과 같다. 전체 용액의 질량은 1060g, 부피는 1000mL이므로 밀도는 $\frac{1060\text{g}}{1000\text{mL}}=1.06\text{g/mL}$ 이다.

19. [출제의도] 이상기체 상태방정식 이해하기

$PV=nRT$ 에서 압력이 일정하므로 $n \propto \frac{V}{T}$ 이다. $n_X:(n_X+n_Y):(n_X+n_Y+n_Z) = \frac{V}{200\text{K}}:\frac{2V}{300\text{K}}:\frac{4V}{400\text{K}}=3:4:6$ 이므로 $n_X:n_Y:n_Z=3:1:2$ 이다. $n = \frac{w}{M}$ 에서 각 기체의 질량이 1g으로 동일하므로 $M \propto \frac{1}{n}$ 이다. 따라서 $M_X:M_Y:M_Z = \frac{1}{n_X}:\frac{1}{n_Y}:\frac{1}{n_Z} = \frac{1}{3}:\frac{1}{1}:\frac{1}{2}=2:6:3$ 이다.

20. [출제의도] 실험으로 중화열 구하기

실험에서 발생한 열량 $Q=c\cdot m\cdot \Delta t$ (c : 용액의 비열, m : 용액의 질량, Δt : 용액의 온도 변화)이고, $\Delta t = \text{최고 온도}-\text{처음 온도}(25^\circ\text{C})$ 이다. ㄱ. 실험 I에서 4g(0.1몰)의 NaOH을 96g의 증류수에 용해시킬 때 발생한 열량(Q_I)= $4.2\text{J/g}\cdot^\circ\text{C}\times(96+4)\text{g}\times(35-25)^\circ\text{C}=4200\text{J}=4.2\text{kJ}$ 이다. ㄴ. 실험 II에서 2g(0.05몰)의 NaOH을 98g의 HCl(aq)에 넣었을 때 발생한 열량(Q_{II})= $4.2\text{J/g}\cdot^\circ\text{C}\times(98+2)\text{g}\times(37-25)^\circ\text{C}=5040\text{J}=5.04\text{kJ}$ 이다. $Q_{II}=(0.05\text{몰의 NaOH을 증류수에 용해시킬 때의 반응열})+(0.05\text{몰의 NaOH이 중화반응할 때의 반응열})$ 이다. 1몰에 대한 $\Delta H_{\text{용해}}+\Delta H_{\text{중화}}$

$=-20Q_{II}=-100.8\text{kJ/몰}$ 이고 실험 I에서 $\Delta H_{\text{용해}}=-10Q_I=-42.0\text{kJ/몰}$ 이므로 $\Delta H_{\text{중화}}=-100.8-(-42.0)=-58.8\text{kJ/몰}$ 이다. ㄷ. 실험 III에서 4g(0.1몰)의 NaOH을 96g의 H₂SO₄(aq)에 넣었을 때 발생한 열량(Q_{III})= $4.2\text{J/g}\cdot^\circ\text{C}\times(96+4)\text{g}\times(x-25)^\circ\text{C}$ 이다. 중화열은 산, 염기의 종류에 상관없이 같고 실험 III에서는 실험 II에서보다 NaOH이 2배 반응하였으므로 $Q_{III}=2Q_{II}$ 이다. 따라서 $\Delta t(\text{실험 III})=2\Delta t(\text{실험 II})$ 이므로 $x-25=2\times 12$, $x=49$ 이다.

01. ① 02. ② 03. ③ 04. ③ 05. ② 06. ④ 07. ③ 08. ① 09. ④ 10. ②
 11. ② 12. ⑤ 13. ① 14. ③ 15. ① 16. ⑤ 17. ⑤ 18. ④ 19. ② 20. ③

1. 물의 수소결합

[정답맞히기] 물 분자의 수소(H)와 다른 물 분자의 산소(O) 간에 수소 결합이 이루어진다. 정답①

2. 반응열과 엔트로피

[정답맞히기] 증발은 액체가 기체로 되는 과정이므로 흡열 반응이고, 액체가 기체로 되면 엔트로피는 증가한다. 정답②

3. 반응계와 엔트로피

[정답맞히기] ㄱ. 1기압에서 이 반응이 일어나므로 $\Delta G < 0$ 이고, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta H > 0$ 인 반응에서 $\Delta S > 0$ 이다.

ㄴ. 에너지 총량의 법칙에 따라 전체 에너지의 총량은 반응 전과 후에 같다. 정답③

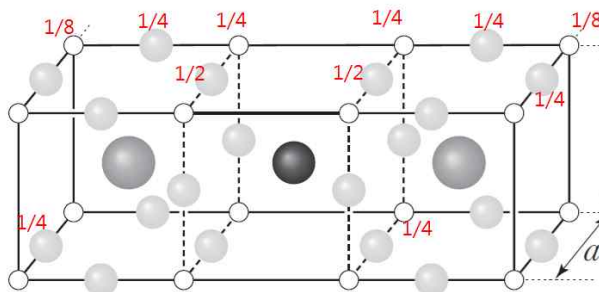
[오답피하기] ㄷ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 이므로 온도에 따라 반응의 자발성이 달라진다.

4. 끓는점과 분자 사이의 인력

[정답맞히기] 기체 B가 A의 끓는점에서 액화되었으므로 끓는점은 $A < B$ 이다. 기체 C를 A의 끓는점에서도 변화가 없었으므로 끓는점은 $C < A$ 이다. 따라서 끓는점은 $B > A > C$ 이고 분자 간의 인력도 이와 같다. 정답③

5. 결정 구조

[정답맞히기] 결정 구조 안에 A이온은 1개, B이온은 2개, C이온은 양쪽 끝 모서리에 1개($8 \times \frac{1}{8}$)와 중간 모서리에 2개($8 \times \frac{1}{4}$)가 있으므로 총 3개, X이온은 양쪽 끝 결정 구조에 3개($12 \times \frac{1}{4}$), 4개($8 \times \frac{1}{2}$)가 있으므로 총 7개가 있다. 정답②



6. 액체의 증기 압력

[정답맞히기] ㄱ. 증기 압력은 B가 A보다 크므로 농도는 A가 B보다 크다.

ㄷ. A에 포도당을 첨가하면 농도가 커지므로 높이 차이인 h 가 커진다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 온도를 높이면 증기 압력의 차이가 더 커지므로 높이 차 h 는 커진다.

7. 기체의 압력

[정답맞히기] ㄱ. 같은 질량의 N_2 와 Ne 의 분자량 비가 28:20이므로 분자수 비는 5:7이다. 밀도 비는 부피 비(분자 수 비)의 역수이므로 (가)에서가 (나)에서의 $\frac{7}{5}$ 배이다.

ㄴ. (가)에 N_2 8g을 추가하면 (나)와 몰수가 같아지므로 분자 수가 같아서 부피는 같아진다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. (나)에 N_2 8g을 첨가하면 분자 수가 증가하여 부피가 증가하여 혼합 기체의 압력이 1기압이 되므로 Ne 의 부분 압력은 1기압보다 작아진다.

8. 상평형과 자발성

[정답맞히기] ㄱ. $X(s) \rightarrow X(l)$ 반응이 일어나면 고체가 에너지를 흡수($\Delta H > 0$)하고, 분자의 운동이 활발해지므로 더 무질서해 진다. ($\Delta S > 0$) 정답①

[오답피하기] ㄴ. A와 B에서는 상평형 상태이므로 $\Delta G = 0$ 이고, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ 의 식이 성립하므로 온도가 높은 B에서가 A보다 $\frac{\Delta H}{\Delta S}$ 가 크다.

ㄷ. C에서는 고체 상태이므로 $X(s) \rightarrow X(l)$ 의 반응은 비자발적이다.

9. 수용액의 농도

[정답맞히기] A와 B 용액의 기준 어는점의 비가 몰랄 농도의 비와 같으므로 이를 통해 분자량의 비를 비교할 수 있다. A와 B용액의 용매의 질량이 980g으로 같으므로 몰수 비가 몰랄 농도의 비와 같다. 따라서 $\frac{20}{x} : \frac{20}{y} = 2:3$ 이고, $x:y=3:2$ 이다. 또한 삼투압은 몰농도에 비례하므로 B와 C의 밀도가 같으므로 몰수 비가 몰농도 비와 같다. 따라서 $\frac{20}{y} : \frac{40}{z} = 3:4$ 이고, $y:z=2:3$ 이므로 $x:y:z=3:2:3$ 이 되어 $\frac{x+y}{z} = \frac{5}{3}$ 이다.

정답④

10. 결합에너지와 고립계

[정답맞히기] ㄴ. 고립계이므로 발열 반응이 일어나면 계의 온도가 올라가서 분자의 평균 운동에너지가 증가한다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. $HCl(g)$ 의 생성 엔탈피가 -92 kJ/몰 이므로 화학 반응식은 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$, $\Delta H = -184 \text{ kJ}$ 이다. 따라서 $HCl(g)$ 의 결합 에너지는

$\frac{436 + 242 + 184}{2}$ kJ/몰이다.

ㄷ. 고립계이므로 반응이 일어나도 주위로의 열에너지 방출이 없다.

11. 용해 엔탈피

[정답맞히기] ㄴ. 1% 수용액 100 g을 만드는 것은 1 g의 질량을 사용해야 하므로 방출하는 열량은 HCl(g), H₂SO₄(l)이 각각 $\frac{1}{36.5} \times 75$, $\frac{1}{98} \times 95$ 이므로 HCl(g)이 H₂SO₄(l)보다 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. H₂SO₄(l)이 물에 녹는 과정의 용해 엔탈피가 -95 kJ/몰로 발열 반응이다.

ㄷ. HCl(g) 1몰과 NaOH(s) 1몰을 모두 녹여 반응시키면 75+45+중화열의 열량이 방출된다.

12. 수용액의 끓는점

[정답맞히기] ㄴ. 끓는점이 100.05°C이면 0.1 m인데 이보다 끓는점이 높으므로 몰랄 농도는 0.1 m보다 크다.

ㄷ. 25°C에서 밀도는 0.1M이므로 밀도는 $\frac{18g + \text{물의 질량}(w)}{1000\text{mL}}$ 로부터 구할 수 있다. 가열 곡선에서 끓는점이 100.05°C(1 m)보다 크므로 몰랄 농도는 진한 것이고 따라서 물의 질량은 1000 g(1m일 때)보다 작게 된다. 따라서 밀도는 1.018 g/mL보다 작다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. t에서 끓는점에 도달하였으므로 1기압이다.

13. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. 평형 반응식에서 $\Delta H < 0$ (발열)이므로 온도를 높이면 역반응 쪽으로 평형이 이동하여 NO₂의 몰분율이 증가한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 헬륨을 넣으면 부피가 증가하게 되어 두 기체의 부분 압력이 감소하게 되므로 평형 이동은 역반응 쪽으로 일어나게 된다.

ㄷ. N₂O₄를 첨가하면 (가)는 부피가 일정하고, (나)는 부피가 증가할 것이므로 두 실린더에서 물질의 농도 (가)에서가 (나)에서보다 크게 증가하게 된다. 따라서 반응 지수(Q)는 (가)가 (나)보다 크다.

14. 자유 에너지 변화(ΔG)

온도(T)에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)의 그래프는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에 의해 y절편으로부터 ΔH 의 부호를, 기울기를 통해서 ΔS 의 부호를 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 기울기가 음의 기울기이므로 $\Delta S > 0$ 이다.

ㄴ. (나)는 T 에서 $\Delta G < 0$ 이므로 자발적 반응이다. 정답③
 [오답피하기] ㄷ. (다)의 반응식은 (가)-2(나)를 통해서 이루어지므로 (가)의 $\Delta H < 0$, (나)의 $\Delta H > 0$ 로부터 (다)의 $\Delta H < 0$ 임을 알 수 있다.

15. 삼투압

[정답맞히기] ㄴ. 전체 엔트로피가 증가하는 방향으로 반응이 진행하므로 (가)에서 (나)로의 일어난 것이다. 정답①

[오답피하기] ㄱ. 설탕물의 농도는 (가) > (나)이므로 삼투압은 (가) > (나)이다.
 ㄷ. 자유에너지가 감소하는 방향으로 반응이 일어나므로 자유에너지는 (가) > (나)이다.

16. 평형 이동

80°C, 50% NaOH(aq) 600 g에는 300 g의 NaOH(s)와 300 g의 물이 들어 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 10°C로 온도를 낮추면 용해도가 64로 감소하므로 물 300 g에는 192 g이 녹아있게 된다. 따라서 300 g - 192 g = 108 g의 NaOH(s)이 석출된다.

ㄷ. 10°C에는 물 300 g에 NaOH(s) 192 g이 녹아 있으므로 몰랄 농도는 $\frac{192}{40} = 16m$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 온도를 50°C로 낮추면 물 300 g에 NaOH(s) 510 g이 녹을 수 있는데 NaOH(s)는 300 g이 들어 있으므로 %농도는 80°C와 같다.

17. 평형 이동

[정답맞히기] ㄱ. $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ 의 화학 반응식이므로 A의 분자량은 $\frac{M_B + M_C}{2}$ 이다. 분자량은 B가 C보다 크므로 분자의 질량은 A가 B보다 작다. 따라서 평균 운동 속력은 A가 B보다 크다.

ㄴ. (가)에서 반응하는 A의 몰수는 $2x$ 라고 하면, 생성되는 B와 C의 몰수는 각각 x 몰이 된다. 평형 상수가 1이므로 $K = \frac{(1+x)^2}{(2-2x)^2} = 1$ 로부터 $x = \frac{1}{3}$ 이 되어 (나)에서 C의 양은 $\frac{4}{3}$ 몰이 된다.

ㄷ. 반응이 정반응 쪽으로 진행하므로 흡열 반응이 일어나서 계의 엔트로피는 증가하게 된다. 정답⑤

18. 평형 이동과 평형 상수

$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons aC(g)$ 의 반응 계수 a 를 결정하기 하려면 평형 상태 I에서 A와 B의 몰 수 비를 이용하면 된다. 분자의 몰수는 온도가 일정하면 압력×부피에 비례하므로 기체 A와 B의 반응 전 몰수 비는 9:6인데, 반응 후에 4:3의 비율을 나타내므로 반응 과정에서 감소한 몰수는 x 로 나타내면 $9-2x : 6-x = 4 : 3$ 이 되어 $x = \frac{3}{2}$ 이 된다. 따라서 평형 상

태에 존재하는 기체의 몰수 비는 $A : B : C = 9 - 2x : 6 - x : ax (= 6 : \frac{9}{2} : \frac{9}{2})$ 이고 $\frac{9}{2} = \frac{3}{2}a$ 이므로 $a = 3$ 이다. 이로부터 화학 반응식이 $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$ 임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 평형 상태 I에서 기체의 몰수 비는 $A : B : C = 6 : \frac{9}{2} : \frac{9}{2} = 4 : 3 : 3$ 이므로 $K = \frac{3^3}{4^2 \times 3} = \frac{9}{16}$ 이다.

ㄷ. 평형 상태 I에서 기체 C를 $3n$ 몰 추가하면 역반응으로 평형 이동이 이루어지지만 화학 반응식으로부터 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합이 같음을 알 수 있으므로 분자의 수는 $3n$ 몰을 추가했을 때와 같게 되므로 압력은 $\frac{4n + 3n + 3n + 3n}{4n + 3n + 3n} (= \frac{13}{10}$ 배)가 된다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 화학 반응식으로부터 평형 상태 I에서 혼합 기체의 분자 수는 반응 초기와 같고 평형 상태 I에서는 반응 초기의 부피보다 3L증가한 것이므로 $15 = x$ 기압 $\times 8L$ 로부터 혼합 기체의 압력은 $\frac{15}{8}$ 기압임을 알 수 있다.

19. 증기 압력

실험 과정에서 온도가 증가하면 얼음이 녹으면서 부피가 감소하므로 기체가 존재할 수 있는 공간이 증가하게 되는데 이때의 부피만큼 N_2 와 수증기가 차지하게 될 것이므로 (다)에서의 피스톤의 위치가 같게 된 이유를 N_2 의 온도 증가와 수증기의 증기 압력 때문으로 추정하면 된다.

[정답맞히기] 얼음과 물의 밀도비가 0.9:1.0이므로 얼음이 물이 된 부피는 9cm이다. 따라서 N_2 의 부피는 3cm가 되어 부피가 증가하므로 이를 이상기체 상태 방정식에 대입하면 분자 수는 변화가 없으므로 320K일 때의 N_2 의 압력을 구할 수 있다. 240K일 때 N_2 의 압력은 1기압이고, $\frac{PV}{T} = nR$ 로부터 $\frac{1 \times 2}{240} = \frac{x \times 3}{320}$ 이므로 $x = \frac{8}{9}$ 기압이고 나머지가 물의 증기압력이 되므로 물의 증기 압력은 $\frac{1}{9}$ 기압이다. 정답②

20. 기체의 부분 압력

[정답맞히기] ㄱ. (라)에서 실린더 I의 부피가 3 L이므로 실린더 II의 부피는 1 L가 된다. 이는 실린더 내의 분자 수 비가 $X : Y = 3 : 1$ 임을 나타낸다. (다)에서 3기압 2 L의 기체 X는 꼭 a가 열리면서 양쪽에 부피가 2 L로 같으므로 기압은 $\frac{3}{2}$ 기압으로 감소하게 된다. (라)에서 고정 장치를 풀었더니 기체의 부피가 3 L가 되었으므로 보일의 법칙에 따라 $\frac{3}{2}$ 기압 $\times 2L = x$ 기압 $\times 3L$ 의 식이 성립하게 되어 $x = 1$ 기압이 된다.

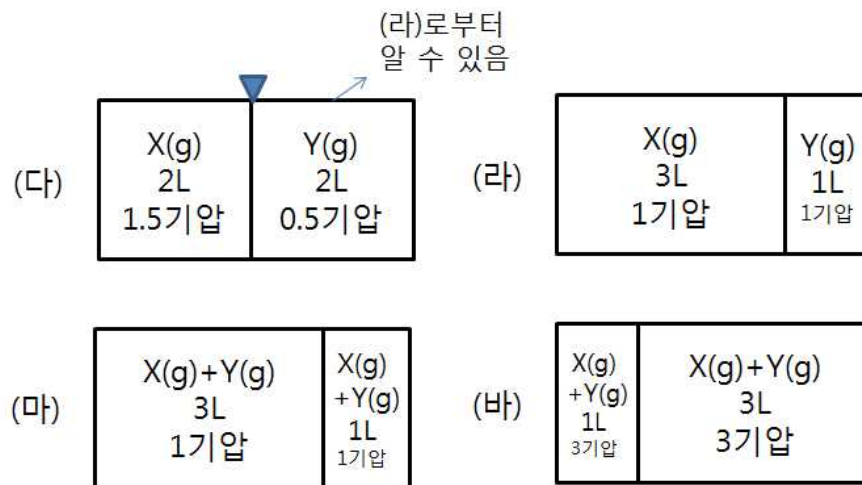
ㄴ. (라)에서 기체의 압력은 1기압이었고 두 기체의 분자 수 비는 $X : Y = 3 : 1$ 이므로

혼합 기체에서 X의 부분 압력은 $\frac{3}{4}$ 기압이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. (바)에서 꼭 b를 연 후 충분한 시간이 흘렀더니 실린더 I 부피가 3 L에서 1 L로 감소하였으므로 이는 기체의 압력이 3기압으로 증가하였음을 나타낸다. 따라서 혼합 기체는 실린더 II와 Y가 들어 있던 용기를 합해 총 5 L의 공간에 3기압으로 존재하게 된다. 꼭 b를 열기 전에는 1기압, 1 L에서 X가 $\frac{3}{4}$ 기압, Y가 $\frac{1}{4}$ 기압으로 존재하던 것이 3기압, 5 L로 존재하므로 꼭 b를 열기 전과 후의 X의 부피 변화를 토대로 보일 법칙을 적용하면 $\frac{3}{4}$ 기압 \times 1L = w기압 \times 5L이므로 X는 $\frac{3}{20}$ 기압이고, Y는 $3 - \frac{3}{20} = \frac{57}{20}$ 기압이다. 따라서 X의 몰분율은 $\frac{1}{20}$ 이다.

(참고) 각 과정에서의 실린더 I 과 II에서의 변화를 나타내면 다음과 같다.



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($\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8$)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 과 Cl_2 이고, C와 D는 HCl 과 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) 1L의 질량은 $1000d$ g이고, X의 화학식량이 60이므로 0.1몰의 질량은 6g이다. 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 $(4.2 \text{ J/g} \cdot \text{°C} \times 1000 \text{ g} \times 2 \text{ °C}) + (2.8 \text{ kJ/°C} \times 2 \text{ °C}) = 14 \text{ kJ}$ 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 y절편, $-\Delta S$ 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 pOH는 $3 - \log 4$ 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 분자 수비는 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 Q를 가했을 때 발생된 기체의 몰수는 같다.

14. [출제의도] 상평형 그림과 물질의 상태 이해하기

(나)는 액체와 기체가 평형을 이루고 있으므로 삼중점에서의 압력 P보다 높아야 한다. (나)는 평형 상태이므로 자유 에너지는 변하지 않는다. 온도가 T보다 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. $[Na^+]$ 는 $\frac{5 \text{ mmol}}{150 \text{ mL}} = \frac{1}{30}$ M이고, $[H^+]$ 는 2.0×10^{-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.

01. ① 02. ④ 03. ⑤ 04. ① 05. ① 06. ③ 07. ② 08. ② 09. ⑤ 10. ③
 11. ③ 12. ① 13. ② 14. ⑤ 15. ④ 16. ③ 17. ④ 18. ③ 19. ④ 20. ②

1. 수소 연료 전지

[정답맞히기] 수소 연료 전지는 수소의 화학 에너지를 반응을 통하여 전기 에너지로 전환시키는 장치이다. 정답①

2. 촉매

[정답맞히기] ㄱ. X는 반응 후에도 그대로 남아 있고, $\text{NH}_3(g)$ 의 생성을 촉진하므로 촉매이다.

ㄷ. N_2 와 H_2 가 반응하여 NH_3 가 생성되는 것이므로 화학 반응식은 $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g)$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. X는 반응 전과 후에 질량 변화가 없다.

3. 분산력

[정답맞히기] ⑤ 분산력은 분자량을 갖는 모든 분자에서 작용하는 힘이므로 3가지 분자는 모두 분산력을 갖는다. 정답⑤

4. 단위 세포

[정답맞히기] 단위 세포 내에서 B의 음이온은 꼭지점에 위치하므로 $\frac{1}{8}$ 의 입자가 8개가 존재하는 것이 되어 B의 음이온은 1개가 존재한다. A의 양이온은 체심에 위치하므로 A의 양이온도 1개가 존재하게 된다. 따라서 화학식은 AB이다. 정답①

5. 어는점 내림과 몰랄 농도

[정답맞히기] 수용액의 기준 어는점을 비교하면 어는점 내림은 B수용액이 A수용액의 2배이다. 이는 몰랄 농도가 2배이기 때문이므로 수용액 A와 B의 몰랄 농도를 비교하면 분자량 비를 구할 수 있다.

$$A \text{ 수용액의 몰랄 농도} = \frac{57}{\frac{A \text{의 분자량}}{1\text{kg}}}, B \text{ 수용액의 몰랄 농도} = \frac{15}{\frac{B \text{의 분자량}}{0.25\text{kg}}}$$

$$\frac{57}{A \text{의 분자량}} : \frac{60}{B \text{의 분자량}} = 1:2 \text{ 이므로 } \frac{A \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}} = \frac{114}{60} = 1.9 \text{ 이다. 정답①}$$

6. 증기 압력

강압 용기를 이용하여 내부 압력을 감소시켜주면 물은 90°C 에서도 끓게 된다.

[정답맞히기] ㄷ. II에서 물이 끓는 이유는 감압 용기를 이용하여 용기 내부의 압력이 낮아졌기 때문이다. 따라서 증기 압력은 외부 압력인 1기압보다 작다. **정답③**

[오답피하기] ㄱ. I에서 용기의 뚜껑이 열려있으므로 증발 속도가 응축 속도보다 크다.

ㄴ. II에서 물이 끓지만 내부 압력이 작아져서 물이 끓는 것이므로 물의 온도는 일정하거나 약간 식어서 조금 감소할 수 있어 90°C보다는 높지 않다.

7. 분자 사이의 인력

(나)와 (다)에서 유리관 속 기체 분자의 부피가 (나)보다 (다)에서 크므로 증기 압력은 $C_4H_{10}O$ 이 C_2H_6O 보다 크다.

[정답맞히기] ㄴ. 증기 압력이 작은 분자가 액체 분자 사이의 인력이 큰 것이므로 액체 분자 사이의 인력은 $C_2H_6O > C_4H_{10}O$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 유리관 속 기체의 부피가 클수록 기체 분자의 수가 큰 것이므로 (다)에서가 (나)에서보다 크다.

ㄷ. 기체 분자의 평균 운동 속력은 분자량이 클수록 작으므로 (나)에서가 (다)에서보다 크다.

8. 부분 압력의 법칙

기압으로 나타내면 반응 후에 혼합 기체의 몰수가 증가하여 부분 압력이 달라지므로 반응 전과 후의 몰분율 변화를 나타내면 다음과 같다.

반응 전		반응 후	
기체	몰분율	기체	몰분율
C_3H_8	$\frac{1}{10}$	O_2	$\frac{4}{11}$
O_2	$\frac{9}{10}$	CO_2	$\frac{3}{11}$
		H_2O	$\frac{4}{11}$

[정답맞히기] ㄴ. 화학 반응식으로부터 반응 후에 기체의 분자 수가 증가함을 알 수 있으므로 혼합 기체의 부피는 반응 전보다 증가한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 혼합 기체의 압력은 대기압이 일정하므로 반응 전과 후가 같다.

ㄷ. 혼합 기체의 압력은 1기압이고 CO_2 의 몰분율은 $\frac{3}{11}$ 이므로 $\frac{3}{11}$ 기압이다.

9. 수용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. 몰랄 농도($\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$)는 $\frac{40}{100} = \frac{0.4}{0.16} = 2.5m$ 이다.

ㄴ. (가) 20g에는 A가 4g들어있으므로 (나)의 몰농도($\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$)는

$$\frac{\frac{4}{100}}{1} = 0.04\text{M이다.}$$

ㄷ. (가) 100g에는 A가 20g 녹아 있으므로 A가 0.2몰 녹아 있고, (나) 500mL에는 0.02몰의 A가 녹아있으므로 총 0.22몰의 A가 녹아 있다. **정답⑤**

10. 화학 전지

화학 전지에서 Cu(s)에서 전자가 나와 Ag(s)로 이동하고 있으므로 Cu는 산화되고 Ag⁺이 전자를 얻어 환원되는 반응이 일어나는 화학 전지이다.

[정답맞히기] ㄷ. 화학 전지에서 Cu(s)가 산화되고, Ag⁺이 환원되는 반응이 자발적으로 일어나므로 $2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ 의 반응은 자발적으로 일어나게 된다. 따라서 이 반응의 표준 전지 전위는 0보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄱ. Ag(s)에서는 Ag⁺이 전자를 얻어 환원된다.

ㄴ. Cu(s)는 전자를 잃어 Cu²⁺으로 산화된다.

11. 엔트로피와 자유 에너지

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 반응 후에 기체 분자 수가 증가하므로 엔트로피 변화 $\Delta S > 0$ 이다.

ㄴ. (가)의 반응물과 생성물의 뒤집고, (나)의 화학 반응식을 더하면 (다)의 화학 반응식이 완성되므로 이때 $\Delta H_{(나)} = \Delta H_{(가)} + \Delta H_{(다)}$ 이다. 따라서 $\Delta H_{(나)} < 0$ 이고, 분자 수가 증가하는 반응으로 $\Delta S_{(나)} > 0$ 이므로 $\Delta G < 0$ 이다. 따라서 $c < 0$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. (다)는 발열 반응이므로 결합 에너지의 총합은 생성물이 반응물보다 크다.

12. 반응 엔탈피 구하기

[정답맞히기] 반응식의 ΔH 는 반응물의 생성 엔탈피에서 생성물의 생성 엔탈피를 빼면 구할 수 있다. 이때 O₂는 상온에서 안정한 홑원소 물질이므로 생성 엔탈피가 0이다. 따라서 $a = 33 - 91 - 143 = -201$ 이다. **정답①**

13. 평형 이동

단열 용기에 O₃를 넣어 NO와 반응 시키면 12번에서 구한 것과 같이 발열 반응이 일어난다. 강철 용기 A에는 열출입이 가능하므로 A의 내부 온도는 증가하게 된다.

[정답맞히기] ㄴ. O₃와 NO의 반응에서 발생하는 열이 용기 A에 전달되면 흡열 반응 쪽으로 평형이 이동하게 된다. 생성 엔탈피의 값을 통하여 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 는 $\Delta H < 0$ 이므로 흡열 반응쪽인 역반응 쪽으로 반응이 진행하면 NO₂의 몰수가 증가하게 되므로 용기 A는 온도가 증가하면서 분자 수도 증가하게 되어 엔트로피가 증가한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 는 $\Delta H < 0$ 이므로 역반응으로 반응이 진행하여 N_2O_4 의 분자 수는 감소한다.

ㄴ. 혼합 기체는 질량의 변화가 없고, 용기 A는 부피 변화가 없으므로 밀도는 변화없다.

14. 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ. P에서는 고체와 액체가 평형을 이루므로 ΔG 는 0이다.

ㄴ. Q에서 물은 액체 상태로 존재하므로 물의 기화인 $\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$ 반응은 자발적으로 일어나지 않는다. 따라서 $\Delta G = a - bT_1 > 0$ 이 되어 $a > bT_1$ 이다.

ㄷ. R은 Q보다 온도가 높으므로 물 1몰의 엔트로피는 $R > Q$ 이다. 정답⑤

15. 평형 반응

[정답맞히기] 화학 반응식에서 반응물의 계수와 생성물의 계수 합이 같으므로 기체의 몰 수 변화는 없고, 평형 I 과 II에서 압력과 부피의 곱이 일정한 것은 온도가 같음을 나타내므로 $K_1 = K_2$ 이다. 평형 III에서 용기의 부피와 혼합 기체의 압력의 곱이 평형 I 과 II에서 보다 큰 것은 결국 온도가 높기 때문이다. 정반응은 흡열 반응이므로 $K_3 > K_1 = K_2$ 이다. 평형 I 과 II에서 온도는 같고, 혼합 기체의 압력 자체가 평형 I 에서가 더 크므로 A의 부분 압력은 $P_1 > P_2$ 이다. 정답④

16. 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 ㉠으로부터 반감기가 일정한 1차 반응임을 알 수 있고, 두 반응의 반감기는 ㉠이 2분, ㉡이 1분이다. 따라서 반응 속도는 ㉡ > ㉠이다. (가)에서 A의 초기 농도가 같을 때, 초기 반응 속도가 $T_1 > T_2$ 이므로 ㉠은 T_2 에서의 반응이다. ㄴ. 1분 일 때 ㉡은 반감기이므로 A의 농도는 0.2M 감소하고, 화학 반응식으로부터 생성된 B의 농도는 0.1M 생성됨을 알 수 있다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 반응 속도식은 $v = k[A]$ 이므로 A의 농도 비가 B의 생성 속도 비라고 할 수 있다. ㉠과 ㉡에서 농도는 $[A] = 0.8 \times (\frac{1}{2})^2$, $[A] = 0.4 \times (\frac{1}{2})^4$ 이고 ㉠과 ㉡에서 반응 속도 식은 $v = k[A]$, $v = 2k[A]$ 이므로 B의 생성 속도는 ㉠에서가 ㉡에서의 4배이다.

17. 용해도

[정답맞히기] 포화 수용액 (가)는 물 100g에 A가 20g 녹아 있는 것이고, (나)는 물 100g에 A가 140g 녹아 있는 것이다. 따라서 같은 질량을 120g이라고 하여 두 수용액을 혼합하면 수용액 (가)는 물 100g, A 20g이고, (나)는 물 50g, A 70g이다. T_3 에서 녹아 있는 A와 석출된 A의 질량 비가 3:1이므로 총 용질 90g중에서 녹아 있는 A의 질량은 $90 \times \frac{3}{4}$ g이된다. 이때 물의 질량이 150g이므로 물 100g으로 나타내면 $\frac{2}{3}$

를 곱하여 $90 \times \frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = 45\text{g}$ 이 T_3 에서 A의 용해도가 된다.

정답④

18. 중화 반응

HCl과 HA 수용액과 반응한 NaOH의 부피를 통하여 HCl의 몰수와 HA의 몰수를 구할 수 있다. NaOH(aq)이 80mL일 때까지 A^- 이 거의 존재하지 않았으므로 HCl의 몰수는 0.08몰이다. 또한 NaOH(aq)이 100mL 가해졌을 때 A^- 의 몰수가 0.02몰이므로 HA의 몰수가 0.02몰임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 약산 HA의 이온화 상수(K_a)는 중화점의 절반에 해당하는 지점에서 $[HA] = [A^-]$ 이 되어 $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = [H_3O^+]$ 이다. P점에서의 pH가 6.3이므로 HA

의 $K_a = 10^{-6.3}$ 이다. A^- 의 이온화 상수(K_b)는 $\frac{K_w}{K_a}$ 와 같으므로 $\frac{10^{-14}}{10^{-6.3}} = 10^{-7.7}$ 이다.

ㄴ. P에서 Cl^- 는 0.08몰, A^- 는 0.01몰 들어 있으므로 $\frac{[Cl^-]}{[A^-]} = 8$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. Q에서 추가로 들어간 NaOH(aq)의 부피는 25mL이므로 OH^- 의 몰수는 0.025몰이다. 이때 수용액의 부피는 225mL이므로 $[OH^-] = \frac{0.025}{0.225} = \frac{1}{9}M$ 이다.

19. 평형 이동과 평형 상수

[정답맞히기] 초기 상태에서 $\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}} = 9$ 이므로 몰수비 = A : B = 3 : 1이다. 평형 I에

서 $\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}}$ 가 3이므로 몰수 비는 A : B = 1 : 1이므로 초기 몰수 비인 A : B = 3 : 1에서 A가 1몰 감소하고 B가 1몰 증가(C도 1몰 증가)하는 화학 반응이 일어나면 된다.

또한 평형 II에서 $\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}}$ 이 1이므로 몰수 비는 A : B = 1 : 3(C는 2)이 되면 된다.

따라서 평형 I에서는 몰수 비 A : B : C = 2 : 2 : 1이고, 평형 II에서는 몰수 비 A : B : C = 1 : 3 : 2 이므로 $K_1 = \frac{2 \times 1}{2} = 1$, $K_2 = \frac{3 \times 2}{1} = 6$ 이므로 $\frac{K_2}{K_1} = 6$ 이다. 정답④

20. 반응 속도

1기압의 A가 들어 있는 강철 용기에서 반응이 모두 진행하였을 때의 [B]와 [C]의 비가 3 : 1이므로 $b = 3$ 이다. 화학 반응식에 따라 1기압의 A가 모두 반응하였을 때 생성되는 B는 최대 1.5기압이므로 $12x = 1.5$ 가 되어 $x = \frac{1}{8}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 2분일 때 [C]는 $2x = \frac{1}{4}$ 이므로 화학 반응식에서 반응 계수비가 A : B = 2 : 1인 것으로부터 반응한 $[A] = \frac{1}{2}$ 임을 알 수 있고 이는 초기 농도의 반이다. 4

분일 때 [B]는 $9x = \frac{9}{8}$ 는 2분일 때 생성되었을 $\frac{3}{4}$ 에 2~4분 동안 $\frac{3}{8}$ 이 추가된 것이므로 이는 2분일 때의 $\frac{1}{2}$ 에 해당하는 A의 반응 농도를 나타낸다.

[2분] $A: \frac{1}{2}, B: \frac{3}{4}, C: \frac{1}{4}$

[4분] $A: \frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}, B: \frac{3}{4} + \frac{3}{8} = \frac{9}{8}, C: \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$

따라서 반감기가 2분인 A에 대한 1차 반응이다. 따라서 평균 반응 속도는 A의 농도가 2배인 0~2분 일 때가 2~4분 일 때의 2배이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 화학 반응식에 따라 1기압의 A가 모두 반응하였을 때 생성되는 B는 최대 1.5기압이므로 $12x = 1.5$ 가 되어 $x = \frac{1}{8}$ 이다.

ㄷ. 2분이 반감기이므로 8분일 때 A는 반감기를 4번 거쳤으므로 $1(\frac{1}{2})^4 = \frac{1}{16}$ 기압이고, 반감기를 거칠 때마다 반응한 A의 몰수의 2배(3B+C)의 B와 C가 생성되므로 생성물은 4번의 반감기를 지나는 동안 $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$ 기압이 된다. 따라서 A~C 혼합 기체의

압력은 $\frac{16+8+4+2+1}{16} = \frac{31}{16}$ 기압이다.

2015학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

화학II 정답

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

해설

- [출제의도] 에너지원인 수소의 반응을 이해한다.
물의 광분해에서 수소가 생성되고, 수소 연료 전지에서 수소가 산화되면서 물이 생성된다.
- [출제의도] 고체의 결정 구조와 결합을 이해한다.
나. 염화 나트륨 결정 구조의 단위 세포에 포함된 나트륨 이온과 염화 이온은 각각 4개이다.
[오답풀이] 나. 나트륨은 금속 결합을, 염화 나트륨은 이온 결합을 한다.
- [출제의도] 손난로 속 물질의 발열 반응을 이해한다.
나. 아세트산 나트륨의 석출 반응이 발열 반응이므로, 용해 반응은 흡열 반응이다.
- [출제의도] 촉매와 활성화 에너지의 관계를 안다.
나. 촉매를 사용해도 반응 엔탈피는 변하지 않는다.
[오답풀이] 나. (나)에서 사용한 촉매는 정촉매이다.
나. 온도를 높여도 활성화 에너지는 변하지 않는다.
- [출제의도] 분자 사이의 인력을 이해한다.
나. 무극성 분자인 할로젠 분자는 분자량이 클수록 분산력이 커지게 되어 끓는점이 높아진다.
[오답풀이] 나. A~D는 각각 HCl, HBr, F₂, Cl₂이다. 나. 분산력은 모든 분자 사이에 작용한다.
- [출제의도] 반응의 자발성을 이해한다.
나. $\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이면 자발적인 반응이다.
[오답풀이] 나. 발열 반응은 $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다. 나. 25°C에서 물의 응고 반응은 비자발적이고, $\Delta S_{\text{계}} < 0$, $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다.
- [출제의도] 평형 상수의 개념을 이해한다.
반응 지수(Q)는 1이므로 정반응이 우세하게 진행된다. 반응물이 a M씩 반응하고 생성물이 2a M 생성되면서 평형에서 $K = \frac{(1+2a)^2}{(1-a)(1-a)} = 4$ 이므로 a는 0.25이고, C의 몰수는 1.5몰이다.
- [출제의도] 0차 반응을 이해한다.
나. 3분일 때 생성물은 1.5 M이다.
[오답풀이] 나. 주어진 반응은 0차 반응이다.
- [출제의도] 농도의 정의를 이해한다.
나. (나) 용액 100 g에는 용질 0.0004 g이 녹아 있다.
[오답풀이] 나. 용매의 질량은 (가)가 (나)보다 작다.
- [출제의도] 화학 전지의 원리를 이해한다.
나. 나. (가)에서 산화, (나)에서 환원이 일어난다.
[오답풀이] 나. 양이온 수는 변하지 않는다.
- [출제의도] 엔탈피와 자유 에너지의 관계를 안다.
나. $\Delta G < 0$ 이므로 자발적이다.
[오답풀이] 나. (가)는 $\Delta S < 0$, (나)는 $\Delta S > 0$ 이다.

- [출제의도] 반응 속도와 농도 변화를 안다.
나. 나. (나)는 반감기가 일정하므로 1차 반응이다.
나. (나)의 2a초에서 II의 생성물 농도가 $\frac{3}{8}$ M이므로 a초에서 I의 생성물 농도는 $\frac{3}{16}$ M이다.

- [출제의도] 상평형 그림을 이해한다.
나. (나)는 증기 압력 곡선 위에 존재하는 상태이다.
[오답풀이] 나. A(g)의 부피가 증가했으므로 A(l)의 질량은 감소한다. 나. (나)와 (다)는 온도가 같은 평형 상태이므로 압력은 서로 같다.

- [출제의도] 용액의 몰분율을 이해한다.
나. (가)는 포도당 수용액, (나)는 요소 수용액이다.
[오답풀이] 나. 몰분율 차가 0.01이므로 1.5 mm이다.

- [출제의도] 1차 반응과 반감기를 이해한다.
표는 시간에 따른 [A]이다.

시간(분)		0	3	4	6	12
[A] (M)	(가)	1	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$
	(나)	2		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{32}$

- [출제의도] 화학 반응에서 에너지 관계를 안다.
나. CO(g)의 결합 에너지 + $\frac{1}{2}b - \Delta H_3 = 2a$ 이다.
[오답풀이] 나. 연소는 발열 반응이다.

- [출제의도] 실험 결과를 분석한다.
나. (다)에서 수면을 맞추면 기체의 부피가 감소하는데 수증기압은 일정하므로 수증기의 몰수는 감소하고, 산소의 몰분율은 증가한다. 나. $PV = nRT$ 이므로 $R = \frac{PV}{nT} = \frac{736}{760} \text{ 기압} \times \frac{32}{0.6} \text{ 몰}^{-1} \times \frac{0.5 \text{ L}}{300 \text{ K}}$ 이다.
[오답풀이] 나. O₂(g)의 압력은 736 mmHg이다.

- [출제의도] 자유 에너지와 평형의 관계를 안다.
나. A의 몰분율은 T₂가 T₁보다 크므로 온도는 T₂ > T₁이다. 나. T₂에서 A와 B의 몰수가 각각 7+2n, 7-3n이라면, $\frac{7+2n}{14-n} = \frac{2}{3}$ 이고 n = $\frac{7}{8}$ 이다.
[오답풀이] 나. 반응 계수 a=2, b=3이고, 용기 부피가 5L이므로 평형 상수는 8이다.

- [출제의도] 산 염기와 이온화 상수의 관계를 안다.
나. 나. $K_a = \frac{[A^-] \times 1 \times 10^{-5}}{[HA]} = 1 \times 10^{-5}$ 이다. (나)에서 $[HA] = [A^-]$ 이므로, $[HA] = [NaOH] = 0.1 \text{ M}$ 이다. 약산의 $K_a = Ca^2$, $[H_3O^+] = Ca = \sqrt{CK_a}$ 이므로 pH=3이다. 나. A⁻ + H₂O ⇌ HA + OH⁻에서 $[A^-] = 0.05 \text{ M}$ 이고, $K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = 1 \times 10^{-9}$ 이다. 따라서 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = \frac{[OH^-]^2}{K_w} = 5 \times 10^3$ 이다.

- [출제의도] 기체 상태 방정식을 이해한다.
나. 실린더의 부피는 (다)에서 2L → 1.5L가 된다.
[오답풀이] 나. 나. 표는 각 과정에서 존재하는 기체의 상대적 몰수이다. (다)와 (라)에서 O₂, H₂O, CO₂의 몰수는 꼭 a를 기준으로 왼쪽과 오른쪽 용기의 값으로 분리하여 나타낸 것이다.

과정	H ₂	O ₂	H ₂ O	CO ₂	He
(가)	2n	2n	0	0	$\frac{n}{2}$
(나)	0	n	2n	0	$\frac{n}{2}$
(다)	0	$\frac{n}{3}$	$\frac{2n}{3}$	$\frac{4n}{3}$	0
(라)	0	$\frac{n}{3}$	0	$\frac{2n}{3}$	$\frac{4n}{3}$
(마)	0	$\frac{n}{3}$	2n	$\frac{2n}{3}$	$\frac{n}{2}$

2016학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ④ 02. ⑤ 03. ③ 04. ① 05. ④ 06. ① 07. ⑤ 08. ④ 09. ② 10. ①
 11. ③ 12. ③ 13. ⑤ 14. ② 15. ② 16. ③ 17. ⑤ 18. ② 19. ① 20. ⑤

1. 자원의 활용(녹색 화학)

화석 연료의 연소 과정에서 다량 배출되는 온실 가스는 이산화 탄소이다.

[정답맞히기] ④ 이산화 탄소(CO_2)는 화석 연료의 연소 과정에서 발생하는 온실 기체이다. 정답④

[오답피하기] ①, ② He와 N_2 는 상온에서 거의 반응하지 않는 기체이다.

③ O_2 는 온실 기체가 아니다.

⑤ CaO는 CaCO_3 의 열분해를 통해 얻을 수 있으며, 물과 반응하면 열이 발생하는 고체 물질이다.

2. 기체의 확산

모형은 기체 분자들이 끊임없이 분자 운동을 하여 다른 기체 속으로 스스로 퍼져 나가는 현상인 확산을 나타낸 것이다.

[정답맞히기] ⑤ 향수병 마개를 열면 향기를 갖는 분자들이 확산하여 방 전체에 향기가 퍼지게 된다. 정답⑤

[오답피하기] ① 얼음은 물보다 밀도가 작아서 물에 뜬다.

② 철가루는 자성을 띤 자석에 달라 붙는다.

③ 소금쟁이는 물의 표면 장력을 이용하여 물 위로 떠다닌다.

④ 풍선을 액체 질소에 담그면 기체의 온도가 낮아지게 되고 부피가 감소하여 쪼그라든다.

3. 분자 간의 힘

[정답맞히기] 가. NH_3 는 N, H로 이루어진 극성 분자이므로 분자 사이에 수소 결합을 한다.

다. SbH_3 는 분자 사이에 작용하는 힘이 가장 큰 분자이므로 기준 끓는점이 가장 높다. 정답③

[오답피하기] 나. 분산력은 분자량이 클수록 크므로 AsH_3 가 PH_3 보다 크다.

4. 온도와 반응 속도

[정답맞히기] ① 온도가 높아지면 분자들의 평균 운동에너지가 증가하고, 활성화 에너지보다 큰 에너지를 갖는 분자 수가 증가한다. 따라서 온도가 높아지면 반응이 가능한 분자 수가 증가하여 반응 속도가 빨라진다. 반응 속도가 빨라지더라도 A의 초기 농도가 같으면 생성물의 농도는 일정하게 유지된다. 정답①

5. 결정 구조와 단위 세포

결정 구조 모형에서 꼭짓점에 위치한 입자는 단위 세포에 $\frac{1}{8}$ 개 포함되고, 모서리에 위치한 입자는 단위 세포에 $\frac{1}{4}$ 개 포함되며, 체심에 위치한 입자는 1개가 모두 포함된다.

[정답맞히기] ④ (가)의 결정 구조 모형에는 꼭짓점에 B이온이 8개 위치하고, 체심에 A이온이 1개 위치하므로 단위 세포에는 B이온이 1개($\frac{1}{8} \times 8$), A이온이 1개로 총 2개의 이온이 포함된다. (나)의 결정 구조 모형에는 꼭짓점에 C이온이 8개 위치하고, 모서리에 D이온이 12개 위치하므로 단위 세포에는 C이온이 1개($\frac{1}{8} \times 8$), D이온이 3개($\frac{1}{4} \times 12$) 포함된다. 따라서 $\frac{(\text{나})\text{의 단위 세포에 포함된 이온 수}}{(\text{가})\text{의 단위 세포에 포함된 이온 수}} = \frac{4}{2} = 2$ 이다. 정답④

6. 수용액의 농도

[정답맞히기] ① ㉠ 퍼센트 농도(%)는 $\frac{\text{용질의 질량}(g)}{\text{용액의 질량}(g)} \times 100$ 이므로, (가)의 퍼센트 농도(%)는 $\frac{100}{400+100} \times 100 = 20\%$ 이다.

㉡ 몰랄 농도(m)는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량}(kg)}$ 이므로 (나)의 몰랄 농도(m) a 는 A의 분자량을

M_A 라고 하면 $\frac{100}{M_A} = \frac{100}{M_A}$ 이다. 몰농도(M)는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피}(L)}$ 이므로 밀도를 이용하여

용액의 부피를 먼저 구하면 $\frac{1100g}{(\text{나})\text{수용액의 부피}(L)} = 1.05 \times 10^3$ 이므로 부피(L)는 $\frac{1100}{1050}$

가 된다. 따라서 몰농도(M) b 는 $\frac{1050}{1100} \times \frac{100}{M_A}$ 가 된다. $\frac{100}{M_A} > (\frac{1050}{1100} \times \frac{100}{M_A})$ 이므로 $a > b$ 이다. 정답①

7. 가열 곡선과 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 $X(s)$ 는 1기압에서 끓는점이 T_1 이고, (나)의 상평형 그림에서 1기압에서 액체와 기체가 공존하는 온도가 끓는점이므로 $T_1 = T_2$ 이다.

ㄴ. A와 B에서는 X가 녹는점에 도달해 있는 상태이지만 가열 시간이 B에서가 A에서보다 길어 열에너지는 B에서가 A에서보다 큰 상태이다. 따라서 엔트로피는 B에서가 A보다 크다.

ㄷ. C에서는 녹는점과 끓는점 사이의 온도에 해당하는 상태의 물질이므로 액체 상태에 해당하는 물질이 가장 안정하다. 정답⑤

8. 헤스 법칙

[정답맞히기] $O_2(g)$ 의 결합 에너지를 구하기 위해서는 $O_2(g) \rightarrow 2O(g)$ 반응의 반응 엔

탈피를 구해야 한다. 주어진 자료에서 O_3 의 표준 생성 엔탈피를 구할 수 있는 반응식은 $\frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow O_3(g)$ 이므로 이때의 반응 엔탈피가 a kJ/몰이다. $O_3(g) \rightarrow 3O(g)$ 반응의 반응 엔탈피가 b kJ이므로 $O_2(g) \rightarrow \frac{2}{3}O_3(g)$ 반응과 $\frac{2}{3}O_3(g) \rightarrow 2O(g)$ 의 반응의 합이 $O_2(g)$ 의 결합 에너지를 구할 수 있는 반응 엔탈피가 된다. $O_2(g) \rightarrow \frac{2}{3}O_3(g)$ 반응의 반응 엔탈피는 $\frac{2}{3}a$, $\frac{2}{3}O_3(g) \rightarrow 2O(g)$ 반응의 반응 엔탈피는 $\frac{2}{3}b$ 이므로 $O_2(g)$ 의 결합 에너지를 구할 수 있는 반응의 반응 엔탈피는 $\frac{2a+2b}{3}$ 이다. 정답④

9. 용해도 곡선

수용액 (가)는 물 50g과 A가 70g 녹아 있으므로 (나)와 같이 물의 양을 100g으로 하면 A가 140g 녹아 있는 수용액이다.

[정답맞히기] 나. 수용액 (가)와 (나)는 물을 100g으로 환산하면 같은 질량이 녹아 있는 것이므로 화학식량이 A보다 작은 B를 용질로 갖는 (나)가 (가)보다 몰랄 농도가 크다. 정답②

[오답피하기] 가. (가)는 물 100g에 A가 140g 녹아 있는 수용액과 조성이 같은 것이므로 A의 용해도 곡선에서 아래쪽에 위치하는 수용액으로 불포화 용액이다.

다. 온도를 T_1 으로 낮추면 (가)는 물 50g에 A 25g이 녹아 있는 수용액이 될 것이므로 45g의 A가 석출되고, (나)는 물 100g에 B 100g이 녹아 있는 수용액이 될 것이므로 40g의 B가 석출될 것이다. 따라서 석출되는 고체의 질량은 A가 B보다 크다.

10. 화학 전지

[정답맞히기] 가. 표준 전지 전위($E^\circ = 1.10V$)는 $E_{\text{환원 전극}}^\circ - E_{\text{산화 전극}}^\circ$ 으로부터 구할 수 있다. A의 표준 환원 전위는 $-0.76V$ 이고, B의 표준 환원 전위(a)는 0보다 크므로 표준 환원 전위가 큰 전극이 환원 전극으로, 표준 환원 전위가 작은 전극이 산화 전극으로 작용하게 되어 표준 전지 전위는 $a - (-0.76) = 1.10$ 이므로 $a = 0.34$ 이다.

[오답피하기] 나. 표준 환원 전위가 작은 A의 반쪽 전지에서 환원 반응이 일어나므로 전자는 \ominus 방향으로 이동하게 된다.

다. A 반쪽 전지의 표준 환원 전위가 $-0.76V$ 이므로 $A(s) + 2H^+(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + H_2(g)$ 의 반응은 자발적으로 일어나게 되고 자유 에너지 변화(ΔG°)는 0보다 작다. 정답①

11. 평형 이동 법칙

평형 상태에 있는 화학 반응에서 농도, 온도, 압력 등의 반응 조건을 변화시키면, 그 변화를 감소시키려는 방향으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달하게 되는 법칙을 평형 이동 법칙이라고 한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 (나)로 부피를 0.5배 줄였을 때 압력은 2배로 증가하여야 하지만 B의 부분 압력은 0.6기압이 아닌 0.5기압이 되었으므로 평형은 역반응 쪽으로 이동한 것이 된다. 용기의 부피가 감소하여 압력이 증가하게 되면 평형은 기체 분자 수가 감소하는 방향으로 이동하게 되므로 역반응이 분자 수가 감소하는 방향임을 알 수 있다. 따라서 화학 반응식의 계수의 크기는 $a < b$ 이다.

ㄴ. (나)에서 (다)로 온도를 올렸을 때 B의 부분 압력이 감소하였으므로 평형은 역반응 쪽으로 이동한 것이 된다. 따라서 정반응은 발열 반응으로 $\Delta H < 0$ 이다. 정답③

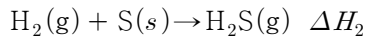
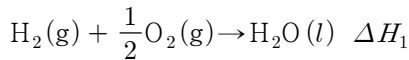
[오답피하기] ㄷ. (나)에서 (다)로 온도를 올렸을 때 역반응 쪽으로 반응이 진행하였으므로 평형 상수(K)는 감소하게 된다. 따라서 K 는 (나) > (다)이다.

12. 반응의 자발성과 엔트로피

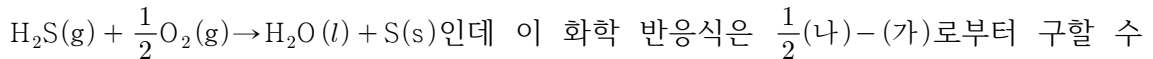
[정답맞히기] ㄱ. 자유 에너지 변화(ΔG)는 $\Delta H - T\Delta S$ 이므로 (가)에서 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$ 이 되어 $\Delta G < 0$ 이다.

ㄴ. 닫힌계에서는 물질은 교환할 수 없지만 열에너지는 교환되므로 반응 (나)가 일어나면 열에너지가 주위로 방출되어 주위의 엔트로피는 증가한다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. $H_2O(l)$ 과 $H_2S(g)$ 의 표준 생성 엔탈피를 구하는 화학 반응식은 다음과 같다.



$\Delta H_1 - \Delta H_2$ 에 해당하는 반응 엔탈피를 갖는 화학 반응은



있으므로 $\Delta H = -(\frac{1}{2} \times 1124) - (-297) = -265 \text{kJ}$ 가 되어 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 임을 알 수 있다.

따라서 표준 생성 엔탈피는 $H_2S(g)$ 가 $H_2O(l)$ 보다 크다.

13. 화학 평형

[정답맞히기] ⑤ H_2 와 O_2 가 각각 2몰, 1몰씩 들어 있으므로 기체가 모두 반응하면 H_2O 2몰이 생성된다. 이중 $H_2O(g)$ 의 분자 수가 a 이므로 $H_2O(l)$ 의 분자 수는 $2 - a$ 가 된다. T 에서 물의 증기 압력이 $\frac{1}{20}$ 기압이므로 이상 기체 방정식에 따라 $P = \frac{nRT}{V}$ 이

고 $\frac{1}{20} = \frac{n \times 25}{1}$ 가 되어 $n = \frac{1}{500}$ 몰(= a)이 된다. 따라서 $H_2O(l)$ 의 분자 수는

$2 - \frac{1}{500} = \frac{999}{500}$ 가 되어 $999a$ 이다. 정답⑤

14. 증기 압력

[정답맞히기] ㄴ. C에서 $H_2O(g)$ 의 분자 수가 일정하게 유지되므로 평형 상태에 도달

한 것이다. 따라서 증발 속도와 응축 속도는 같다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. B에서 $H_2O(g)$ 의 분자 수가 증가하므로 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 의 반응은 자발적으로 일어나게 된다. 따라서 $\Delta G < 0$ 이다.

ㄷ. C에서 온도는 T 로 일정하므로 증기 압력은 일정하게 유지되게 된다. 따라서 $H_2O(g)$ 의 압력은 $\frac{1}{20}$ 기압이다.

15. 반응 속도와 촉매

[정답맞히기] ㄷ. III에서 0~50초 동안 생성된 O_2 의 양이 가장 크므로 초기 반응 속도가 MnO_2 에 의하여 증가한 것이다. 따라서 MnO_2 는 정촉매이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. I과 II에서 온도가 달라졌을 뿐 다른 반응이 일어나는 것이 아니므로 반응의 활성화 에너지는 같다.

ㄴ. II에서 0~50초 동안 생성된 O_2 의 양이 $5n$ 이므로 소모된 H_2O_2 의 양이 $10n$ 임을 알 수 있다. 따라서 $-\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \frac{10n}{0.025} \times \frac{1}{50} = 8n$ 몰/L·초이다.

16. 기체의 압력과 부피

[정답맞히기] ㄱ. 이상 기체 방정식 $PV = nRT$ 에서 $M = \frac{wRT}{PV}$ 이므로 온도가 같으면

$M \propto \frac{w}{PV}$ 이다. M_A 는 $\frac{2}{20}k = \frac{1}{10}k$ 이고, M_B 는 $\frac{1}{20}k$ 이므로 분자량은 A가 B의 4배이다.

ㄴ. (나) 과정에서 꼭 a를 열면 부피가 2배로 증가하므로 A는 0.5기압, B는 1기압이 되므로 혼합 기체의 압력은 1.5기압이 된다. 피스톤으로 구분된 B기체는 왼쪽 용기에서 1기압, 오른쪽 용기에서 2기압이므로 충분한 시간이 흐르면 왼쪽 아래의 B기체는 부피가 감소하고, 오른쪽 아래의 B기체는 부피가 증가하게 되어 혼합 기체의 압력은 1.5기압 20L를 유지하게 될 것이므로 (나) 과정 후 A의 부분 압력은 0.5기압이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 꼭 b를 열고 충분한 시간이 흐르면 혼합 기체와 B기체의 몰수가 같아지므로 같은 부피를 차지하게 되고 1.5기압으로 기압도 같게 된다. 따라서 $P_1 = P_2$ 이다.

17. 중화 적정 곡선

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 중화점의 $NaOH(aq)$ 의 부피는 50mL이므로 $HCl(aq)$ 의 농도는 0.5M임을 알 수 있다. $HCl(aq)$ 의 pH는 1이므로 $0.5x = 10^{-1}$ 이 되어 $x = 0.2$ 이다.

ㄴ. (나)에서 중화점의 $NaOH(aq)$ 의 부피는 100mL이므로 $HA(aq)$ 의 농도는 0.2M이다. $HA(aq)$ 의 pH는 3이므로 $[H_3O^+] = C\alpha = 0.2\alpha = 10^{-3}$ 이고, $K_a = C\alpha^2 = 0.2 \times (5 \times 10^{-3})^2 = 5 \times 10^{-6}$ 이 된다. 따라서 HA의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-5} 보다 작다.

c. P에서 HA는 0.02몰 중 0.004몰이 NaOH와 중화 반응하여 소모되므로 HA는 0.016몰, A⁻은 0.004몰이 존재하게 되고, HA는 HA + H₂O ⇌ H₃O⁺ + A⁻의 평형 상태를 유지하게 되므로 HA의 몰수는 0.016 - x, A⁻의 몰수는 0.004 + x가 된다. 따라서 $\frac{[HA]}{[A^-]} = \frac{0.016-x}{0.004+x}$ 이고, 이온화 되는 몰수인 x > 0이므로 4보다는 작은 값이 되어 $\frac{9}{2}$ 보다 작다. 정답⑤

18. 화학 평형과 밀도

[정답맞히기] ② 반응이 일어나도 초기 조건에서의 질량은 그대로 유지되므로 실린더 속 기체의 밀도 변화는 부피 변화임을 알 수 있다.

초기 상태에서 A의 몰수를 n몰이라고 하면, 평형 1에서는 온도가 초기 조건과 같으므로 몰수가 1.2n몰로 증가하여 밀도가 감소한 것으로 A와 B의 몰수는 각각 $\frac{4}{5}n$ 몰, $\frac{2}{5}n$ 몰이 존재하는 것이다. 평형 2에서는 온도가 $\frac{6}{5}T$ 이므로 압력이 같은 상태에서 이상 기체 방정식에 따라 초기 조건과의 몰수 비교를 하면 초기 상태에서는 $n = \frac{PV}{RT}$ 이고, 평형 2에서는 $n' = \frac{P \times 2V}{(R \times \frac{6}{5}T)} = \frac{5}{3} \frac{PV}{RT}$ 가 된다. 따라서 평형 2에서는 초기 상태보

다 몰수가 $\frac{5}{3}$ 배 증가한 것이 되므로 이를 화학 반응식을 이용하여 나타내면 A는 $\frac{n}{3}$ 몰, B는 $\frac{4}{3}n$ 몰이 존재하는 상태임을 알 수 있다. 각 상태에서의 농도를 대입하면

$$K_1 = \frac{(\frac{2}{5}n \times \frac{5}{6} \times \frac{1}{V})^2}{\frac{4}{5}n \times \frac{5}{6} \times \frac{1}{V}} = \frac{1}{6} \frac{n}{V}, \quad K_2 = \frac{(\frac{4}{3}n \times \frac{1}{2V})^2}{\frac{n}{3} \times \frac{1}{2V}} = \frac{8}{3} \frac{n}{V} \text{이므로 } \frac{K_2}{K_1} = 16 \text{이다.} \quad \text{정답②}$$

19. 증기 압력 내림

[정답맞히기] ① 묽은 용액의 증기 압력 내림(ΔP)은 용질의 몰 분율에 비례한다. A의

분자량을 M_A라하면 $\frac{\Delta P}{P_{\text{용매}}} = \frac{4}{100} = \frac{\frac{w}{M_A}}{n_{\text{몰}} + \frac{w}{M_A}}$ 에서 $n_{\text{몰}} \times M_A = 24w$ 이고,

$$\frac{\Delta P}{P_{\text{용매}}} = \frac{5}{100} = \frac{\frac{x}{M_A}}{n_{\text{몰}} + \frac{x}{M_A}} = \frac{x}{24w + x} \text{가 되므로 } x = \frac{24}{19}w \text{이다.} \quad \text{정답①}$$

20. 1차 반응 속도

화학 반응식에서 A와 C의 계수가 같고, 반응이 A에 관한 1차 반응임을 이용할 수 있

다. 실험 I에서 반응이 완결 되었을 때 A와 B는 모두 반응하여 소모되고 C가 4기압인 것과 화학 반응식의 계수를 살펴보면 반응 전과 후에 A와 C의 반응 계수가 같으므로 반응 전 A는 4기압이고 B는 8기압임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 실험 II에서는 I에서와 t 초에서 줄어드는 기압이 4기압으로 같으므로 반응 속도가 같아서 A의 질량은 같고 B의 질량이 다름을 알 수 있으므로 초기 B이 질량은 II에서가 I에서보다 크다.

ㄷ. II와 I에서의 질량 차이가 3g이고 초기 압력 차이가 6기압임을 이용하면 초기 조건은 다음과 같다. 반응 III에서는 t 초 동안에 줄어든 압력이 6기압이므로 B의 압력이 t 초 동안 6기압 감소하고, A의 압력은 3기압 감소한 것임을 알 수 있고 이는 A의 초기 농도가 I과 II보다 1.5배 크다는 것을 나타내므로 A의 초기 압력이 6기압임을 알 수 있다. 따라서 III에서 A의 질량은 9g, B의 질량은 5g이므로 $x = 14$ 이다.

정답⑤

실험	A		B	
	압력(기압)	질량(g)	압력(기압)	질량(g)
I	4	6	8	4
II	4	6	14	7
III	6	9	10	5

[오답피하기] ㄱ. 실험 I에서 생성물인 C의 압력이 4기압이므로 화학 반응식의 계수가 같은 A와 B의 초기 상태에서의 부분 압력은 각각 4기압, 8기압이다.

2016학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

[화학 II]

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

1. [출제의도] 상태 변화에서의 엔탈피 변화 이해하기
 $CO_2(s)$ 가 기체로 승화하는 과정에서 주변의 열에너지를 흡수하므로 CO_2 의 엔탈피는 증가한다. $CO_2(s)$ 위의 $H_2O(l)$ 은 응고하는 과정에서 주변으로 열에너지를 방출하므로 H_2O 의 엔탈피는 감소한다.
2. [출제의도] 분자 간 힘과 끓는점의 관계 이해하기
 F_2 , Cl_2 는 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이고 HF , HCl 는 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 큰 극성 분자이다. γ . 무극성 분자는 분자량이 클수록 분산력이 증가하여 끓는점이 높아지므로 끓는점이 높은 Cl_2 가 F_2 보다 분산력이 크다. λ . HF 는 HCl 보다 분자량이 작아 분산력은 작지만 분자 간 수소 결합을 하므로 끓는점이 높다. α . 분자 사이에 작용하는 힘이 클수록 끓는점이 높으므로 끓는점이 높은 Cl_2 가 HCl 보다 분자 사이에 작용하는 힘이 크다.
3. [출제의도] 고체의 특성 비교하기
 γ . 석영 유리는 원자의 배열이 불규칙한 비결정성 고체이다. λ . 다이아몬드는 원자 간 결합이 규칙적인 원자 결정(공유 결정)이므로 구성 원자 간 결합력이 일정하다. α . 얼음은 분자 간 결합으로 이루어진 분자 결정으로 원자 결정의 원자 간 결합보다 결합력이 약하므로 1기압에서 녹는점은 다이아몬드보다 낮다.
4. [출제의도] 기체 분자 운동론 이해하기
 γ . λ . $PV=nRT$ 에서 $P \propto \frac{nT}{V}$ 이다. 용기 (가)와 (나)에는 같은 질량의 Ne이 들어 있어 $n_{(가)}=n_{(나)}$ 이고, 단위 부피당 입자 수가 (가)에서 (나)에서의 2배이므로, $2V_{(가)}=V_{(나)}$ 이다. 그리고 $2T_{(가)}=T_{(나)}$ 이므로, $\frac{n_{(가)}T_{(가)}}{V_{(가)}} = \frac{n_{(나)}T_{(나)}}{V_{(나)}}$ 에 의해 $P_{(가)}=P_{(나)}$ 이다. α . 분자의 평균 운동 에너지는 T 에 비례하므로 (나)에서 (가)에서의 2배이다.
5. [출제의도] 묽은 용액의 증기 압력 구하기
 라울 법칙에 의해 일정한 온도에서 용액의 증기 압력=(용매의 증기 압력) \times (용매의 몰분율)이다. 콧을 열기 전 물의 증기 압력은 h mmHg이고, 콧을 연 후 새로운 평형에서 물의 몰분율은 $\frac{\text{물 } 99\text{몰}}{\text{물 } 99\text{몰} + X \text{ 1몰}} = 0.99$ 이므로 X(aq)의 증기 압력은 $0.99h$ mmHg이다.
6. [출제의도] 물의 가열 곡선 이해하기
 γ . H_2O 이 흡수한 열량(Q)=비열(c) \times 질량(m) \times 온도 변화(Δt)이고, m 이 같고 Δt 가 같을 때 흡수한 Q 은 $H_2O(l) > H_2O(s)$ 이므로 c 은 $H_2O(l) > H_2O(s)$ 이다. λ . A는 0°C 얼음, B는 0°C 물이다. 얼음은 수소 결합으로 분자가 규칙적인 배열을 이루지만 물이 되면서 수소 결합 일부가 끊어지므로 분자당 평균 수소 결합 수는 $A > B$ 이다. α . 액체 구간 BC에서 물이 흡수한 에너지는 운동 에너지로 전환되거나 수소 결합을 끊는 데 이용된다.
7. [출제의도] 온도와 상변화 관계 이해하기
 γ . λ . 밀도(d)= $\frac{\text{질량}(w)}{\text{부피}(V)}$ 에서 w 이 같을 때 $d \propto$

- $\frac{1}{V}$ 이다. 가열 전후 고체 벤젠의 $d_{\text{고체 벤젠}}$ 가 일정하고, $d_{\text{물}}$ 는 4°C에서 0°C 물보다 크므로 $V_{\text{물}}$ 는 4°C에서 0°C 물보다 작아져 $h_1 > h_2$ 이다. 가열 전후 $d_{\text{고체 벤젠}}$ 가 일정하므로 물의 $d_{\text{물}}$ 가 클수록 수면 위에 뜬 벤젠의 $V_{\text{고체 벤젠}}$ 는 증가하여 $V_2 > V_1$ 이다. α . 4°C 물에서 고체 벤젠은 용해되지 않았으므로 1기압에서 어는점은 벤젠이 얼음보다 높다.
8. [출제의도] 퍼센트 농도를 몰농도로 환산하기
 수용액 (가)의 퍼센트 농도는 34%이므로 (가) 100g에는 34g의 H_2O_2 가 들어 있다. (가) 100g에서 용질의 몰수는 $\frac{34g}{34g/\text{몰}}=1\text{몰}$ 이고 용액의 부피는 $\frac{100g}{1.2g/\text{mL}} = \frac{100}{1.2}\text{mL}$ 이므로 (가)의 몰농도는 $\frac{1\text{몰}}{\frac{100}{1.2}\text{mL} \times \frac{1L}{1000\text{mL}}} = 12\text{M}$ 이다. 수용액 (나)의 퍼센트 농도는 3.4%이므로 수용액 100g에는 3.4g의 H_2O_2 가 들어 있다. (나) 100g에서 용질의 몰수는 $\frac{3.4g}{34g/\text{몰}}=0.1\text{몰}$ 이고 용액의 부피는 $\frac{100g}{1.0g/\text{mL}}=100\text{mL}$ 이므로 (나)의 몰농도는 $\frac{0.1\text{몰}}{100\text{mL} \times \frac{1L}{1000\text{mL}}} = 1\text{M}$ 이다.
9. [출제의도] 이상 기체 상태 방정식 이해하기
 $PV=nRT$ 에서 $\frac{PV}{T} \propto n$ 이다. 따라서 A~C에서 기체 X의 몰수 비($n_A:n_B:n_C$)= $2a:4a:2a=1:2:1$ 이다. γ . n_B 는 n_A 의 2배이다. λ . B와 C에서 V 는 같고 n_B 는 n_C 의 2배이므로 밀도는 B에서 C에서의 2배이다. α . $\frac{PV}{n} \propto T$ 이다. A에서와 C에서의 P 와 n 는 같고, V 는 C에서 A에서의 2배이므로 T 는 C에서 A에서의 2배이다.
10. [출제의도] 헤스 법칙 적용하기
 γ . (가)는 $\Delta H > 0$ 이므로 흡열 반응이다. λ . (나)에서 $\Delta H = b\text{kJ}$ 이므로 1몰의 $N_2O(g)$ 가 생성될 때의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 $\frac{b}{2}\text{kJ/몰}$ 이다. α . $2N_2O(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2O_4(g)$ 의 반응 엔탈피(ΔH)는 헤스 법칙을 이용하여 다음과 같이 구한다.

$$\begin{aligned} 2N_2(g) + 4O_2(g) &\rightarrow 2N_2O_4(g) & \Delta H = 2a\text{kJ} \\ 2N_2O(g) &\rightarrow 2N_2(g) + O_2(g) & \Delta H = -b\text{kJ} \\ \hline 2N_2O(g) + 3O_2(g) &\rightarrow 2N_2O_4(g) & \Delta H = (2a-b)\text{kJ} \end{aligned}$$
11. [출제의도] 고체의 결정 구조 비교하기
 γ . (가) Ca의 결정 구조는 면심 입방 구조이다. λ . (나)에서 단위 세포 중심의 Ca^{2+} 과 가장 인접한 거리에 있는 O^{2-} 은 정육면체 면의 중심에 있는 6개이다. α . (가)의 단위 세포에 포함된 Ca의 수= $[\frac{1}{2}$ (면의 중심에 있는 Ca) \times 6개 + $\frac{1}{8}$ (꼭짓점에 있는 Ca) \times 8개]=4이고, (나)의 단위 세포에 포함된 Ca^{2+} 의 수= $[1$ (중심에 있는 Ca^{2+}) \times 1개 + $\frac{1}{4}$ (모서리에 있는 Ca^{2+}) \times 12개]=4이다.
12. [출제의도] 삼투압 이해하기
 삼투압(Π)=몰농도(C) \times 기체 상수(R) \times 절대 온도(T)= $\frac{nRT}{V} = \frac{wRT}{MV}$ 이므로 분자량(M)= $\frac{wRT}{\Pi V}$ 이다. γ . 용액 (가)에서 X의 분자량은 $\frac{0.18 \times 0.08 \times 300}{0.24 \times 0.1} = 180$ 이다. λ . 같은 T 에서 C 는 (나)가 (가)의 2배이므로

- Π 은 (나)가 (가)의 2배이다. 따라서 α 은 0.48이다. α . (가)와 (나)의 C 는 같고, $\Pi \propto T$ 이므로 $0.24:0.28=300:\alpha$ 이다. 따라서 α 은 350이다.
13. [출제의도] 반응열을 이용해 물의 온도 구하기
 열량(Q)=열용량(C) \times 온도 변화(Δt)=연소열 \times X의 몰수이므로 $1\text{kJ/}^\circ\text{C} \times (t-10)^\circ\text{C} = 720\text{kJ/몰} \times \frac{2g}{32g/\text{몰}}$ 이다. 따라서 t 는 55이다.
 14. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기
 $PV=nRT$ 에서 V , T 가 일정할 때 $P \propto n$ 이므로 반응 전 $C_xH_yO(g)$ 가 $2n$ 몰이라면 $O_2(g)$ 는 $5n$ 몰, 반응 후 $O_2(g)$ 는 $2n$ 몰이다. 따라서 반응하는 C_xH_yO 와 O_2 의 몰수 비는 2:3이다.

$$2C_xH_yO + 3O_2 \rightarrow 2xCO_2 + yH_2O$$

반응 전	$2n$	$5n$		
반응 후	$-2n$	$-3n$	$+2xn$	$+yn$
반응 후	0	$2n$	$2xn$	yn

 $2x=a$, $y=2a$ 이므로 $y=4x$ 이고, 반응 전후 O의 몰수는 같으므로 $8=4x+y$ 이다. 따라서 $x=1$, $y=4$ 이다. 반응 전 O_2 5n몰의 부분 압력은 5기압이므로 반응 후 O_2 는 2기압(2n몰), CO_2 는 2기압(2n몰), H_2O 는 4기압(4n몰)이다. 따라서 반응 후 전체 압력은 8기압이고, CO_2 의 몰분율은 $\frac{CO_2 \text{의 몰수}}{\text{전체 몰수}} = \frac{2n\text{몰}}{8n\text{몰}} = \frac{1}{4}$ 이다.
 15. [출제의도] 0.1M 탄산수소 나트륨 수용액 만들기
 γ . 0.1M의 $NaHCO_3(aq)$ 을 만들 때 사용하는 실험기구 α 는 부피 플라스크이다. λ . 표준 용액을 만드는 순서는 다음과 같다. ① 필요한 용질의 질량을 측정한다. ② 소량의 증류수가 들어 있는 비커에 용질을 녹인 후 부피 플라스크에 넣는다. ③ 증류수로 비커에 남아 있는 수용액을 씻어 부피 플라스크에 넣는다. ④ 부피 플라스크의 표선까지 증류수를 넣고 잘 섞는다. 따라서 실험 과정을 순서대로 옳게 배열하면 (다) \rightarrow (나) \rightarrow (가)이다. α . 0.1M $NaHCO_3(aq)$ 은 용액 1L에 $NaHCO_3$ 0.1몰이 녹아 있는 용액이므로 필요한 $NaHCO_3$ 의 질량은 $0.1\text{몰} \times 84\text{g/몰} = 8.4\text{g}$ 이다.
 16. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기
 $1m$ X 수용액에서 용질, 용매, 용액의 질량 관계는 다음과 같다.

$1m$ X 수용액	용액의 질량(g)	용매의 질량(g)	용질의 질량(g)
용액이 1000g인 경우	1000	$1000-x$	x
용매가 1000g인 경우	$1000+M$	1000	M

 표에 따라 $1m$ 의 X 수용액 1000g에 녹아 있는 용질 X의 질량 x 를 구할 때 용매 1000g을 기준으로 비례식을 세우면 용매:용질= $1000:M=(1000-x):x$ 이고, 용액 ($1000+M$)g을 기준으로 비례식을 세우면 용액:용질= $(1000+M):M=1000:x$ 이다. 따라서 $x = \frac{1000M}{1000+M}$ 이다. 용매의 질량은 일정하므로 용액의 몰랄 농도를 2배로 만들기 위해서는 처음 용질과 같은 질량인 $\frac{1000M}{1000+M}$ g만큼 추가로 녹여야 한다.
 17. [출제의도] 반응 엔탈피와 결합 에너지 관계 이해하기
 반응 엔탈피(ΔH)=(반응물의 결합 에너지 합)-(생성물의 결합 에너지 합)이다. $4 \times (C-H)=a$ 이고, $[(C=C)+4 \times (C-H)] - [(C \equiv C)+2 \times (C-H)]=b$

이므로 $[(C \equiv C) - (C = C)] = \frac{a}{2} - b$ 이다.

18. [출제의도] 끓는점 오름 비교하기

몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이고, 끓는점 오름 (ΔT_b) = 몰랄 오름 상수(K_b) $\times m$ 이다. ㄱ. 용액 (가)

의 $m = \frac{(\frac{6.4g}{128g/mol})}{0.2kg} = 0.25m$ 이므로 용매 A의 끓는점이 t 일 때, $80.83 - t = 2.52^\circ C/m \times 0.25m$ 이고 t 는 $80.20^\circ C$ 이다. ㄴ. 용액 (나)의 $\Delta T_b = 81.46^\circ C - 80.2$

$0^\circ C = 2.52^\circ C/m \times \frac{(\text{㉠}g)}{0.1kg}$ 이므로 ㉠은 6.4이다.

ㄷ. 용액 (가)와 (나)의 퍼센트 농도(%)는 각각 $\frac{6.4}{206.4} \times 100(\%)$, $\frac{6.4}{106.4} \times 100(\%)$ 이므로 (나)의 퍼센트 농도는 (가)의 2배보다 작다.

19. [출제의도] 기체의 압력과 부피의 관계 이해하기

$PV = nRT$ 에서 n, T 가 일정할 때 $P \propto \frac{1}{V}$ 이다. 실린더 I 속 He은 (가)에서 $P=1$ 기압, $V=4L$ 이고 (나)에서 고정 장치를 풀었을 때 $V=2L$ 이므로 $P=2$ 기압이다. 콕을 열고 충분한 시간이 흐른 후 I, II 속 기체의 P 은 모두 2기압으로 같다. 콕을 열기 전 II 속 Ar은 $P=1$ 기압, $V=1L$ 이고 콕을 닫았을 때 II 속 Ar의 $P=2$ 기압이므로 $V=0.5L$ 이다. II의 전체 V 가 $2L$ 이므로 II 속 He의 $V=2L - 0.5L = 1.5L$ 이다. $PV = nRT$ 에서 T, P 이 일정할 때 $V \propto n$ 이므로 He과 Ar의 몰수 비(He:Ar) = $1.5:0.5 = 3:1$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 확산 속도와 분자량의 관계 이해하기

$PV = nRT$ 에서 P, T 가 일정할 때 $V \propto n$ 이므로 (가)에서 기체 X, Y의 몰수는 같다. ㄱ. (가)에서 X, Y가 각각 n 몰이라면 (나)에서 용기 I, II에 남아 있는 X, Y는 각각 $\frac{3}{4}n$ 몰, $\frac{15}{16}n$ 몰이고, V, T 가 일정할 때 $n \propto P$ 이므로 용기의 압력은 $II > I$ 이다. ㄴ. 같은 시간 동안 이동한 기체의 몰수(n) \propto 확산 속도(v)이다. 진공 용기로 이동한 X, Y는 각각 $\frac{1}{4}n$ 몰, $\frac{1}{16}n$ 몰이므로 확산 속도 비는 $\frac{1}{4} : \frac{1}{16} = 4:1$ 이고, v 는 분자량(M)의 제곱근에 반비례하므로 확산 속도 비는 $\frac{v_X}{v_Y} = \frac{4}{1} = \sqrt{\frac{M_Y}{M_X}}$ 에서 $16M_X = M_Y$ 이다. ㄷ. (나)에서 I, II에 존재하는 X, Y는 각각 $\frac{3}{4}n$ 몰, $\frac{15}{16}n$ 몰이고, $M_X : M_Y = 1:16$ 이므로 $w_X : w_Y = \frac{3}{4} \times 1 : \frac{15}{16} \times 16 = 1:20$ 이다. X와 Y의 부피는 같고 질량은 Y가 X의 20배이므로 밀도는 Y가 X의 20배이다.

2017학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ④ 02. ① 03. ② 04. ⑤ 05. ① 06. ③ 07. ① 08. ③ 09. ③ 10. ④
 11. ② 12. ⑤ 13. ③ 14. ④ 15. ⑤ 16. ② 17. ② 18. ③ 19. ④ 20. ⑤

1. 발열 반응과 흡열 반응

연소 반응은 발열 반응이고, 얼음이 녹아서 물이 되는 상태 변화의 반응도 흡열 반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. 뷰테인의 연소 과정에서 열과 빛이 나오므로 ㉠는 발열 반응이다.

ㄷ. 얼음이 물이 되는 상태 변화에서는 열에너지가 흡수되므로 흡열 반응이다. 따라서 반응 ㉡의 $\Delta H > 0$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. ㉢는 얼음이 물로 바뀌는 상태 변화이므로 새로운 물질이 생성되는 반응이 아니므로 물리 변화이다.

2. 반응열과 에너지 보존

(가)의 반응은 계로부터 주위로 열이 방출되므로 발열 반응이고, 방출된 열은 여러 가지 형태의 에너지로 전환되지만 에너지 보존 법칙에 따르면 전체(우주)의 에너지의 합은 일정하게 유지된다.

[정답맞히기] ① 열이 방출되는 반응이므로 (가)는 발열이고, (나)는 전환과 보존의 의미를 함께 표현할 수 있는 에너지이다. 정답①

3. 고체의 분류

[정답맞히기] ② (가)는 양이온과 음이온이 존재하는 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다. (나)는 구성 입자가 물 분자로 이루어진 물이다. (다)는 이온 결합 물질도 아니고, 구성 입자가 분자가 아닌 탄소 원자인 흑연이다. 정답②

4. 기체의 분출 속도

[정답맞히기] ⑤ 초기에 같은 몰수가 분출되는 데 걸린 시간은 X가 Y의 4배이므로 기체 분자의 운동 속력은 Y가 X의 4배이다. 기체 분자의 평균 운동 속력은 분자량의 제곱근에 반비례한다. ($v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$) 따라서 X의 분자량은 Y의 16배이다. H_2 , He, CH_4 , O_2 의 분자량은 각각 2, 4, 16, 32이므로 분자량의 관계가 16배가 성립하는 것은 H_2 와 O_2 이다. 따라서 X는 O_2 , Y는 H_2 이다. 정답⑤

5. 분자 간 힘

CH_4 는 무극성 분자이고, CH_3OH , CH_3F 는 극성 분자이므로 CH_4 의 분자간 힘이 가장 약하여 끓는점이 가장 낮다. CH_3OH 는 -OH가 있어서 수소 결합을 형성할 수 있지

만, CH_3F 는 수소 결합을 형성할 수 없으므로 분자 간 힘은 CH_3OH 이 CH_3F 보다 크다.

[정답맞히기] γ . Z 는 끓는점이 가장 높으므로 분자 간 힘으로 수소 결합력이 작용하는 CH_3OH 이다. 정답①

[오답피하기] ι . X 는 CH_4 이므로 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하지 않고, 극성 분자인 Y 는 쌍극자-쌍극자 힘이 작용한다. c . 수소 결합은 F , O , N 에 결합된 H 원자와 이웃하는 분자의 F , O , N 사이에 작용하는 힘이므로 CH_3F 에서는 F 에 결합되어 있는 H 원자가 없으므로 수소 결합력이 작용하지 못한다. 따라서 수소 결합을 하는 물질은 1가지이다.

6. 용해도

(가)에서는 물 100g에 $X(s)$ 25g이 녹아서 평형에 도달한 상태이고, (나)에서는 (가)에 남은 5g과 추가로 넣은 $X(s)$ 5g 중 4g이 녹아서 $X(s)$ 34g이 녹아 있는 평형 상태를 나타낸 것이다.

[정답맞히기] γ . (가)는 용해 평형 상태이므로 X 의 용해 속도와 석출 속도는 같다. ι . (나)는 80°C 에서 물 100g에 $X(s)$ 34g이 녹아 있는 것이므로 용해도는 34이다. 정답③

[오답피하기] c . (나)의 온도를 20°C 로 낮추면 (가)의 상태(용해도 25)가 되므로 물 100g은 그대로 있고, $X(s)$ 9g이 석출되어 수용액의 질량은 9g 감소할 것이다.

7. 계와 반응의 자발성

고립계는 계와 주위 사이의 물질과 열에너지 교환이 이루어지지 않는 상태이고, 닫힌 계는 주위와 열에너지의 교환은 가능하지만 물질을 교환할 수는 없는 상태이며, 열린 계는 주위와 열에너지와 물질을 모두 교환할 수 있는 상태를 나타낸다.

[정답맞히기] ① 영희. 고립계에서는 주위와 열에너지 교환이 없으므로 ΔH 가 0이다. 따라서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 엔트로피가 증가하면 $\Delta G < 0$ 이므로 항상 자발적이다. 정답①

[오답피하기] 철수. 닫힌계에서는 주위와 열에너지 교환이 있으므로 발열 반응이 자발적이라면 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H < 0$ 이고 $\Delta G < 0$ 이다. 이때 ΔS 는 양의 값과 음의 값을 모두 가질 수 있으므로 계와 주위의 엔트로피 변화의 부호는 항상 반대인 것은 아니다.

민희. 열린계에서는 물질과 열에너지의 교환이 있으므로 $\Delta H < 0$ 인 반응에서 ΔS 의 크기에 따라 자발적, 비자발적 반응으로 나눌 수 있다.

8. 액체의 응집력

가설이 액체의 응집력이 작아질수록 유리판 위의 액체 방울이 더 넓게 퍼진다는 것이므로 (가)에와 응집력이 작아지는 탐구 과정을 나타낸 것을 선택해야 한다.

[정답맞히기] ㄱ. 25°C에서 보다 50°C에서 액체의 분자 운동이 활발하여 액체 사이의 응집력이 작아지므로 가설에 부합하는 탐구 과정이 된다.

ㄴ. 물 대신 비눗물을 사용하면 물 사이에 비누 분자가 섞이면서 물 분자 사이의 응집력이 줄어들게 되므로 가설에 부합하는 탐구 과정이 된다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 유리판 대신에 양초를 균일하게 바른 유리판을 이용하면 액체의 유리판에의 부착력이 작아지게 되는 것이므로 응집력이 작아지게 하는 탐구 과정에는 적절하지 않게 된다.

9. 수용액의 농도

(가)에는 0.5M A(aq) 100mL가 들어 있으므로 0.05몰의 A가 들어 있다. A의 화학식량이 40이므로 (가)에 들어 있는 A의 질량은 2g이다. 또한 밀도가 1.02g/mL이므로 수용액의 질량은 102g이므로 A는 2g, 물은 100g이 들어 있다. (나)에는 2% A(aq)이 100g 들어 있으므로 2g의 A와 98g의 물이 들어 있다.

[정답맞히기] ㄷ. (가)는 물 100g에 A가 2g이므로 물 98g을 추가하면 수용액 200g에 A 2g이 들어 있는 것이므로 퍼센트 농도는 1%이다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)에서 A의 질량은 2g으로 같지만 물의 양은 (가)가 100g, (나)가 98g이므로 A의 몰분율은 (나)가 (가)보다 크다.

ㄴ. (가)와 (나)를 혼합하면 물 198g에 4g의 A가 들어 있으므로 물 200g에 4g의 A가 들어 있으면 되는 0.5m보다 몰랄 농도가 크다.

10. 삼투압

반투막에 들어 있는 물과의 높이 차이가 클수록 삼투압이 큰 수용액이다. 삼투압은 용액의 농도가 클수록 크므로 수용액의 농도는 설탕물 B가 A보다 크다.

[정답맞히기] ㄴ. 농도가 작을수록 증기 압력이 커지므로 25°C에서 증기 압력은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 삼투압($\Pi = CRT$)은 온도가 높아질수록 커지므로 50°C에서 물과 A의 수면 높이 차는 h_1 보다 커진다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 끓는점은 농도가 높을수록 커지므로 농도가 큰 B가 A보다 높다.

11. 반응의 자발성

자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 일 때 자발적인 변화이다.

[정답맞히기] ㄴ. 물의 어는점은 273K이므로 300K에서 $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$ 반응은 자발적으로 일어나게 된다. 자발적인 반응은 전체 엔트로피($\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}}$)의 합이 증가하는 방향으로 일어나게 되므로 $|\Delta S_{\text{계}}| > |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 아세트산의 어는점이 290K이므로 250K에서 $CH_3COOH(s) \rightarrow CH_3COOH(l)$ 반응은 비자발적($\Delta G > 0$)이다. 따라서 1몰의 자유 에너지(G)는 $CH_3COOH(l)$ 이 $CH_3COOH(s)$ 보다 크다.

ㄷ. 아세트산의 끓는점은 391K이므로 400K에서 기화는 자발적으로 일어난다.
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta H - 400\Delta S < 0$ 이다. 따라서 $\frac{\Delta H}{\Delta S} < 400K$ 이다.

12. 반응의 자발성

반응 (나)는 평형 상태에 있으므로 $\Delta G = 0$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 300K에서 반응 (다)는 (나)보다 ΔH 는 크고 ΔS 는 작으므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta G > 0$ 이다.

ㄴ. 400K에서 반응 (가)는 (나)보다 ΔH 는 작고 ΔS 는 크다. 또한 온도도 400K으로 반응 (나)보다 크므로 $\Delta G < 0$ (자발적)이다.

ㄷ. 반응 (라)는 $\Delta H > 0$ 이고, $\Delta S < 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 T 에 관계없이 $\Delta G > 0$ (비자발적)이다. 정답⑤

13. 증기 압력

두 액체의 증기 압력을 비교하면 Y가 X보다 크다는 것을 알 수 있으므로 증기 압력 곡선에서 위쪽이 Y이고 아래쪽이 X이다.

[정답맞히기] ㄱ. 분자 간 인력은 X와 Y의 증기 압력의 크기로 비교할 수 있다. X와 Y의 증기 압력 차이는 X쪽으로 h_2 이므로 증기 압력은 Y가 X보다 크다. 증기 압력이 큰 분자가 분자 간 인력이 작으므로 분자 간 인력은 X(l)이 Y(l)보다 크다.

ㄴ. a는 50°C에서 Y의 증기 압력과 같다. 이 값은 30°C X의 증기 압력과 수은 기둥의 높이 차 h_2 와 같은데, X의 증기 압력은 대기압(760mmHg)에서 h_1 의 수은 기둥의 압력을 뺀 값과 같다. 이를 정리하면 $a = P_X + h_2 = (760 - h_1) + h_2$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. X(l)의 온도를 80°C로 높이면 X(l)의 증기 압력은 a가 되는데, 50°C Y(l)의 증기 압력도 이와 같으므로 수은 기둥의 높이 차는 없다.

14. 상평형

X의 상평형 그림에서 25°C에서는 액체와 기체 상태의 물질이 존재할 수 있음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 25°C로 평형 상태에 도달하였으므로 X는 기체와 액체 상태로 존재한다. 따라서 ㉠은 액체이다.

ㄷ. 기체와 액체 상태가 존재하는 평형 상태인 (나)에서 온도를 -56.6°C로 낮추면 상평형 그림을 따라 상태가 변하면서 삼중점에 도달하게 된다. 따라서 용기 내부의 압력은 5.1기압이 된다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 X는 2가지 상태로 존재하므로 25°C에서 존재할 수 있는 액체와 기체 상태의 평형을 이루게 될 것이다. 따라서 용기 내부에서는 기화가 일어나서 기체의 분자 수가 (가)보다 증가하게 되어 용기 내부의 압력은 (가)와 (나)에서 같다.

15. 화학 평형

$A(aq) \rightleftharpoons bB(aq) + cC(aq)$ 의 반응에서 평형 상수 $K = \frac{[B]^b[C]^c}{[A]}$ 이다. 실험 I 과 II에서 평형 농도를 대입하여 반응 계수 b 와 c 를 구할 수 있다. 실험 I 과 II에서 $\frac{[0.20]^b[0.20]^c}{[0.80]} = \frac{[0.15]^b[0.15]^c}{[0.45]}$ 이므로 $(\frac{0.20}{0.15})^{b+c} = \frac{0.80}{0.45}$ 이 되어 $(\frac{4}{3})^{b+c} = \frac{16}{9}$ 이다. 따라서 $b+c$ 는 2이고 b 와 c 는 반응 계수이므로 $b=c=1$ 이다. 실험 I의 평형 상태의 농도를 통해서 평형 상수를 구하면 $K = \frac{(0.20)^2}{(0.80)} = 0.05$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 화학 반응식이 $A(aq) \rightleftharpoons B(aq) + C(aq)$ 이므로 실험 I에서는 A가 0.20M 반응하여 B와 C가 각각 0.20M 생성된 것이다. 따라서 $x=1.00$ 이다. 실험 II에서는 A가 0.15M 반응하여 B와 C가 각각 0.15M 생성된 것이므로 $y=0.60$ 이다. 따라서 $x:y=5:3$ 이다.

ㄷ. 실험 III의 반응 지수(Q)는 1이므로 T에서 $K=0.05$ 보다 크다. 따라서 실험 III에서는 역반응이 자발적일 것이다. 따라서 정반응의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 크다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 평형 상태에서 농도를 대입하여 구한 평형 상수(K)는 0.05이다.

16. 어는점 내림과 몰랄 농도

[정답맞히기] ② 묶은 용액의 어는점 내림(ΔT_f)은 몰랄 농도(m)에 비례한다. ㉠은 X와 Y의 혼합물 ag 이므로

X의 질량 + Y의 질량 = a(1)식

어는점 내림 ΔT_f 가 $0.2k$ 이므로 몰랄 농도가 $0.2m$ 임을 알 수 있다. 몰랄 농도의 정의에 따르면

$$\frac{X \text{의 질량}}{M_X} + \frac{Y \text{의 질량}}{M_Y} = 0.2 \dots\dots\dots (2) \text{식}$$

각각 추가한 질량을 통하여 X와 Y의 분자량인 M_X 와 M_Y 를 구하여 식을 연립하여야 한다. X를 bg 추가하였을 때 어는점 내림이 $0.1k$ 이므로 $\frac{b}{M_X} = 0.1$ 이다. 또한 Y를 bg

추가하였을 때 어는점 내림이 $0.3k$ 이므로 $\frac{b}{M_Y} = 0.3$ 이다. 따라서 $M_X = 10b$, $M_Y = \frac{10}{3}b$

이므로 이를 (2)식에 대입하면

$$\frac{X \text{의 질량}}{10b} + \frac{Y \text{의 질량}}{\frac{10}{3}b} = 0.2 \dots\dots\dots (3) \text{식}$$

(1)식과 (3)식을 연립하면 X의 질량 = $\frac{3a-2b}{2}$ 이고, Y의 질량 = $\frac{2b-a}{2}$ 이므로 ㉠에 들어

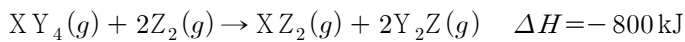
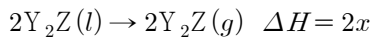
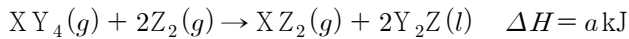
있는 $\frac{X \text{의 질량}}{Y \text{의 질량}} = \frac{3a-2b}{2b-a}$ 이다. 정답②

17. 결합 에너지와 반응열

[정답맞히기] ② 결합 에너지는 기체 상태의 물질을 구성하는 두 원자 간의 공유 결합 1몰을 끊어 기체 상태의 원자로 만드는 데 필요한 에너지이다. 결합 에너지를 이용하여 반응 엔탈피를 구할 수 있다.

$$\Delta H = (\text{반응물의 결합에너지합}) - (\text{생성물의 결합에너지합})$$

주어진 자료를 통하여 구한 반응 엔탈피(ΔH_1)는 생성물이 $Y_2Z(g)$ 일 때의 값 ($4b + 2c - 2(c + 300) - 4(b + 50) = -800 \text{ kJ}$)이므로 기화 엔탈피(x)를 이용하여 ΔH 를 구하는 반응식을 다시 세우면 다음과 같다.



따라서 $a + 2x = -800$ 이므로 기화 엔탈피 $x = -\frac{a+800}{2}$ 이다.

정답②

18. 이상 기체 방정식과 몰수

(가)~(라)의 과정에서 감소한 기체의 압력은 액화된 물질 때문이므로 (가)에서 B의 몰분율을 구하기 위해서는 (나)~(라) 과정에서 감소한 B의 몰수를 구해야 한다.

[정답맞히기] ③ 각 과정에서 혼합 기체의 몰수는 이상 기체 방정식으로부터 구할 수 있다. $PV = nRT$ 에서 $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로

$$\text{(가)에서의 몰수 } n_{(가)} = \frac{4.8 \times 1}{400R}$$

$$\text{(나)에서는 온도를 } 200\text{K} \text{으로 낮추었으므로 } n_{(나)} = \frac{0.8 \times 1}{200R}$$

$$\text{(라)에서는 온도를 } 100\text{K} \text{으로 낮추고, 부피를 } 2\text{L} \text{로 하였으므로 } n_{(라)} = \frac{0.1 \times 2}{100R} \text{이다.}$$

$$\text{(라)와 (나)의 몰수 차이가 B의 몰수이므로 B의 몰수} = \frac{0.2}{100R} \text{이다. (가)에서 혼합 기체}$$

$$\text{의 몰수는 } \frac{4.8}{400R} = \frac{1.2}{100R} \text{이므로 B의 몰분율은 } \frac{0.2}{1.2} = \frac{1}{6} \text{이다.}$$

정답③

19. 농도와 평형 이동

[정답맞히기] ④ (나)의 실험 결과로부터 용기 I에서 C의 몰농도가 0.04M임을 알 수 있으므로 용기 I에는 C가 0.04몰, 용기 II에는 C가 0.12몰 들어 있음을 알 수 있다. 화학 반응에서 반응 전에 A가 0.2몰, B가 0.2몰 있었으므로 이를 나타내면,

반응식	A + B → 2C			
반응 전(몰)	0.2	0.2		
반응(몰)	-0.08	-0.08	0.16	
반응 후(몰)	0.12	0.12	0.16	
반응 후(M)	0.03	0.03	0.04	(총 4L로 생각하면 된다.)

(다)에서는 콧 a를 닫고 콧 b를 열어 C를 추가하였으므로 용기 II에는 A와 B가 각각 0.09몰 씩 들어 있다. (다)에서의 반응을 나타내면

반응식	A + B → C			
반응 전(몰)	0.09	0.09	0.32	
반응(몰)	+x	+x	-2x	
반응 후(몰)	0.09+x	0.09+x	0.32-2x	
반응 후(M)	$\frac{0.09+x}{5}$	$\frac{0.09+x}{5}$	$\frac{0.32-2x}{5}$	(총 5L로 생각하면 된다.)

(나)와 (다)는 온도가 같으므로 평형 상수가 같다. 따라서 (나)에서 평형 상수 $K = \frac{(0.04)^2}{(0.03)^2} = (\frac{4}{3})^2$ 는 (다)에서의 평형 상수 $K = \frac{(0.32-2x)^2}{(0.09+x)^2}$ 와 같으므로 $\frac{4}{3} = \frac{0.32-2x}{0.09+x}$ 가 되어 $x = 0.06$ 이다. 따라서 반응 후 C의 몰농도는 $\frac{0.32-0.12}{5} = 0.04M$ 이다. 정답④

20. 평형 이동

온도가 일정하면 압력과 부피의 변화를 통하여 평형 이동을 하더라도 평형 상수는 일정하게 유지된다. (가)에서 몰수 변화는 화학 반응식의 계수비와 같으므로 (나)에서 B가 (가)보다 2몰 감소하였으므로 A는 1몰 증가하여 x 는 3이다. (다)에서 A의 몰수가 4몰이므로 A는 1몰 증가하고, B는 2몰 감소하여 y 는 4몰이다.

[정답맞히기] n. 이상 기체 방정식에 따라 기체의 압력(P)은 $\frac{nRT}{V}$ 로 나타낼 수 있으므로 (다)의 압력은 $\frac{8}{V_{(다)}}$, (가)의 압력은 $\frac{6}{V_{(가)}}$ 이다. (가)와 (다)에서는 평형 상수 K

가 같으므로 (가)에서의 평형 상수 $K = \frac{(\frac{4}{V_{(가)}})^2}{\frac{2}{V_{(가)}}} = \frac{8}{V_{(가)}}$ 이고, (다)에서의 평형 상수

$K = \frac{(\frac{4}{V_{(다)}})^2}{\frac{4}{V_{(다)}}} = \frac{4}{V_{(다)}}$ 에서 $V_{(가)} = \frac{8}{K}$, $V_{(다)} = \frac{4}{K}$ 이므로 (다)의 압력은 $2K$ 이고, (가)

의 압력은 $\frac{3}{4}K$ 이므로 기체의 압력은 (다)가 (가)의 $\frac{8}{3}$ 배이다.

ㄷ. 온도가 일정하므로 (가)~(다)의 평형 상수 K 가 모두 같다는 것을 이용하면

$V_{(가)} = \frac{8}{K}$, $V_{(나)} = \frac{4}{3K}$, $V_{(다)} = \frac{4}{K}$ 이므로 부피가 가장 큰 것은 (가)이다. 정답㉔

[오답피하기] ㄱ. 화학 반응식의 계수비에 따라 몰수도 변화하므로 $x = 3$, $y = 4$ 이다.

2016학년도 7월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

과학탐구 영역

화학 II 정답

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

화학 II 해설

1. [출제의도] 액체의 성질 이해하기

액체는 분자 사이 인력과 표면 장력이 존재하며, 기화되면 부피가 증가하여 밀도는 감소한다.

2. [출제의도] 분자 사이 작용하는 힘 분석하기

모든 분자 사이에는 분산력이 있다. (가)는 극성 분자이고 (다)는 무극성 분자이며, (나)의 끓는점이 (다)보다 높은 이유는 쌍극자 힘이 존재하기 때문이다.

3. [출제의도] 수용액의 농도 이해하기

A 수용액의 밀도가 1g/mL이므로 같은 질량의 용액에 녹아 있는 용질의 몰수는 0.1 M 용액 (가)가 0.1 m 용액 (나)보다 크다. 용질 0.01 mol이 녹아 있는 용액의 질량은 (나) > (가)이므로 퍼센트 농도는 (가) > (나)이고 몰랄 농도 또한 (가) > (나)이다. 따라서 어는점 내림은 (가) > (나)이므로 어는점은 (나) > (가)이다. (나)에 증류수 100 g을 첨가하면 $\frac{0.0094}{0.194} \approx 0.048$ m이다.

4. [출제의도] 기체의 온도와 부피 관계 분석하기

압력이 일정한 상태에서 온도가 변하는 과정이므로 $V \propto nT$ 이다. N₂의 몰수를 x, SO₂의 몰수를 y라 하면 $1.5:(x+y) \times 300 = 1.6:x \times 400$ 이므로 $\frac{x}{y} = 4$ 이다.

5. [출제의도] 고체 결정의 격자 구조 이해하기

A 양이온은 면심 입방 구조로 꼭짓점과 면에 위치하고 있어 단위세포 안에 $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$ 개이고, B 음이온은 단위세포 안에 8 개가 존재하여 화학식은 AB₂이다.

6. [출제의도] 용액의 증기 압력 분석하기

액체 B의 증기 압력이 액체 A보다 크므로 X는 액체 B의 증기 압력 곡선이다. 기준 끓는점은 1기압에서의 끓는점이므로 액체 A가 B보다 높다. 액체 A와 B의 온도를 t₂°C로 올리면 증기 압력의 차이가 커지므로 h도 증가한다.

7. [출제의도] 물질의 상평형 이해하기

삼중점은 세 가지 상이 존재하는 점이며, P기압에서 녹는점은 용해 곡선에, 끓는점은 증기 압력 곡선에 위치하는 온도이다. 용해 곡선에서 물질에 압력을 높여 고체가 되면 용해 곡선은 양의 기울기를 가진다.

8. [출제의도] 이온 결정의 용해 과정 이해하기

ΔH_1 은 이온 결합을 끊는 과정의 반응열이므로 $\Delta H_1 > 0$ 이다. 용해 과정이 흡열 반응이므로 $\Delta S_{\text{주위}} < 0$ 이고, 자발적 반응이므로 $\Delta S_{\text{전체}} = \Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 에 의해 $|\Delta S_{\text{계}}| > |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다. T에서 온도를 높이면 T ΔS 가 증가하여 $|\Delta G|$ 는 커진다.

9. [출제의도] 표준 전지 전위와 자유 에너지 변화 이해하기

A⁺의 E°는 +0.80 V이므로 HCl(aq)에 A(s)를 넣어도 반응하지 않는다. A가 산화되고 B²⁺가 환원되는 반응의 $\Delta G^\circ > 0$ 으로 비자발적이다. 금속의 반응성은 B > A이며 x는 +0.80V보다 작다. $E_{\text{전지}}^\circ = +0.80 \text{ V} - (-0.76 \text{ V}) = +1.56 \text{ V}$ 이다.

10. [출제의도] 약산의 이온화 반응식 이해하기

K_a가 작은 HB가 HA에 비해 약산이므로 염기의 세기는 B⁻ > A⁻이고, $K_a = C\alpha^2$ 이므로 1 M HB(aq)의 α 는 1×10^{-5} 이다. HA(aq) + B⁻(aq) ⇌ HB(aq) + A⁻(aq)의 $K = \frac{2 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^5$ 이다.

11. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기

HI(g)의 생성 엔탈피는 $\frac{53}{2}$ kJ/mol, 결합 에너지는 $\frac{1}{2} \times (436 + 151 + 62 - 53) = 298$ kJ/mol이다. H₂(g) + I₂(s) → 2HI(g)의 반응은 $\Delta H > 0$ 이고, $\Delta S > 0$ 이므로 자발성 여부는 온도에 따라 다르다.

12. [출제의도] 고체의 용해도 곡선 이해하기

60°C에서 포화 상태의 X 수용액 180 g과 Y 수용액 140 g을 20°C로 낮추면 석출되는 고체 질량은 X는 60 g, Y는 20 g이다. 60°C에서 20°C가 될 때 석출된 고체 질량이 3:2이므로 용해도 곡선에서 석출되는 질량비를 고려하면 60°C에서 포화 상태의 X 수용액은 90 w g, Y 수용액은 140 w g이므로 $\frac{x}{y} = \frac{9}{14}$ 이다.

13. [출제의도] 온도 변화와 평형 이동 이해하기

T₁에서 A가 0.4 M 감소할 때 B는 0.8 M 증가하므로 a:b=1:2이다. T₂에서 B의 농도는 0.4이므로 $K = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$ 이다. 평형 상수는 T₁에서 크므로 온도는 T₁ > T₂이다. T₂의 평형 상태에서 A와 B를 1몰씩 첨가하면 $Q = \frac{(1.4)^2}{1.8} > K$ 이므로 평형은 역반응 쪽으로 이동한다.

14. [출제의도] 자유 에너지 변화 이해하기

T₁에서 T₁ $\Delta S = \Delta H - \Delta G$ 이고 그래프에서 ΔG 가 ΔH 보다 작아 T₁ ΔS 는 0보다 크다. T₂는 평형 상태이므로 $\Delta G = 0$ 이고 $\Delta S = \frac{\Delta H}{T_2}$ 이다. $\Delta H > 0$ 으로 흡열 반응이고, 온도가 높아지면 평형은 정반응 쪽으로 이동하므로 생성물의 양이 증가하여 평형 상수는 T₃에서 T₂에서보다 크다.

15. [출제의도] 수용액의 끓는점 오름 분석하기

$\Delta T_b = K_b \times m$ 이고 (가)에서 A를 12 g 넣었을 때 $1.04 = 0.52 \times m$, $m = \frac{n_A}{0.1} = 2$ 이고 $n_A = \frac{12}{M_A} = 0.2$ 이므로 M_A=60이다. (나)에서 B를 12 g 넣었을 때 $m = \frac{n_A + n_B}{0.05} = 2$ 이므로 $n_A + n_B = \frac{3}{M_A} + \frac{12}{M_B} = 0.1$, M_B = 240이다. T₁은 물 50 g에 A를 3 g 넣었으

므로 T₁=100.52°C이다. x=18 g일 때 끓는점의

차이는 $K_b \times \frac{n_A}{0.1} - K_b \times \frac{n_A + n_B}{0.05} = 0.26^\circ\text{C}$ 이다.

16. [출제의도] 전기 분해와 양적 관계 분석하기

t~3t에서 X²⁺+2e⁻→X의 반응이 일어난다. 0.2 몰의 X²⁺이 환원되기 위해서는 0.4 몰의 전자가 필요하므로 t초는 0.2 몰의 전자가 이동한다. 전자 1 몰에 해당하는 전하량은 96500 C이고, Q=It에 의해 96500×0.2=2×t, t=9650 초이다. 0~t에서 Y⁺가 환원된다. t초 동안 0.2 몰의 전자가 이동하므로 Y⁺+e⁻→Y의 반응을 통해서 Y⁺는 0.2 몰 녹아 있음을 알 수 있다. Y⁺가 환원된 후에 X²⁺가 환원되므로 표준 환원 전위(E°)는 Y⁺이 X²⁺보다 크다.

17. [출제의도] 온도와 농도의 변화에 따른 평형 이동 이해하기

평형 II 이후 X를 제거하였을 때 (가)의 부분 압력이 반응물의 감소량이 생성물의 감소량에 비해 상대적으로 작으므로 (가)는 Y이다. t₁에서 Y의 부분 압력이 감소하였을 때 전체 압력은 증가하였으므로 a > b이다. $\Delta H < 0$ 보다 작고 t₁에서 역반응이 진행되었으므로 온도는 높아지고 $\Delta G > 0$ 이며, K는 평형 I이 평형 II에서보다 크다.

18. [출제의도] 중화 적정과 염의 가수 분해 분석하기

(가)에서 $[\text{OH}^-] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{1 \times 10^8}$ 이므로 $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{1 \times 10^8} = 10^{-14}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}$ 이다. HA의 $K_a = C\alpha^2 = 0.1 \times (\frac{10^{-3}}{0.1})^2 = 1 \times 10^{-5}$ 이다.

(나)에서 $[\text{OH}^-] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{1 \times 10^4}$ 이므로, $K_w = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{1 \times 10^4} = 10^{-14}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5}$, pH=5이다. (다)는 중화점이므로 중화반응으로 인해 생성된 A⁻의 가수 분해가 일어난다. A⁻+H₂O→HA+OH⁻의 이온화 상수 $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = 10^{-9}$ 이다.

$[\text{HA}] = [\text{OH}^-]$ 이고 $[\text{A}^-] = \frac{0.1\text{M} \times 100\text{mL}}{200\text{mL}} = 0.05\text{M}$ 이

므로 $K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0.05} = 10^{-9}$, $[\text{OH}^-]^2 = 0.05 \times 10^{-9}$ 이다.

$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]}$ 를 $x = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 에 대입하면 $\frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{10^{-14}}{0.05 \times 10^{-9}} = 2 \times 10^{-4}$ 이다.

19. [출제의도] 헤스 법칙을 이용한 생성열 이해하기

C₂H₅OH(l)의 연소 반응식은 C₂H₅OH(l)+3O₂(g)→2CO₂(g)+3H₂O(l), $\Delta H = -1368$ kJ/mol이다. $\Delta H = \sum \Delta H_{\text{생성}}(\text{생성물}) - \sum \Delta H_{\text{생성}}(\text{반응물})$ 이므로 $2 \times (-394) + 3 \times (-286) - x = -1368$ 이고, 따라서 x=-278이다.

20. [출제의도] 기체 반응에 따른 압력 변화 분석하기

(나)에서

반응식	2A	+	B	→	2C
초기	2xN		2P ₁ N		0
반응	-2xN		-xN		+2xN
반응 후	0		2P ₁ N-xN		2xN

$4P_2N = 2P_1N - xN$, $P_2 = \frac{1}{6}P_1$ 이므로 $x = \frac{4}{3}P_1$ 이다.

(다)에서

반응식	2A	+	B	→	2C
초기	$2yN$		$\frac{2}{3}P_1N$		$\frac{8}{3}P_1N$
반응	$-\frac{4}{3}P_1N$		$-\frac{2}{3}P_1N$		$+\frac{4}{3}P_1N$
반응 후	$2yN - \frac{4}{3}P_1N$		0		$4P_1N$

$6P_3N = 2yN - \frac{4}{3}P_1N$, $P_3 = \frac{1}{9}P_1$ 이므로 $y = P_1$ 이다.
 $x > y$ 이고, (가)에서 A와 B의 몰수 비는 7:3이다.
 (나)에서 C의 부분 압력은 $\frac{2}{3}P_1$ 으로 (다)에서의 값과 같다.

01. ④ 02. ③ 03. ④ 04. ④ 05. ② 06. ⑤ 07. ④ 08. ② 09. ① 10. ④
 11. ⑤ 12. ⑤ 13. ③ 14. ③ 15. ① 16. ② 17. ③ 18. ① 19. ② 20. ⑤

1. 물의 수소 결합

물 분자 사이의 결합 A는 수소 결합이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물 분자 사이에 작용하는 힘은 수소 결합이다.

ㄷ. 수소 결합으로 인해 분자 간의 인력이 크므로 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 끓는점이 높다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 물이 증발하면 분자 간의 인력이 끊어지므로 A의 수가 감소하게 된다.

2. 물의 광분해

물을 광분해하면 수소를 얻을 수 있는데 이 과정은 수소의 연소 반응의 역반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물의 광분해로는 수소와 산소를 얻을 수 있는데, (가)를 연소 시킨다고 하였으므로 (가)는 수소이다.

ㄴ. 수소를 연소 시켰을 때 생성되는 물질은 물이다. 따라서 수소는 친환경적인 에너지원이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 물의 광분해는 빛에너지로 에너지를 흡수하여 물을 분해하는 것이므로 흡열 반응이다.

3. CO₂의 분자량 구하기

(가)와 (나)의 질량 차이로부터 CO₂의 질량을 구할 수 있고, (다)로부터 CO₂의 부피를 구할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ, ㄴ. 실험 과정에서 CO₂의 질량(w)과 부피(V)를 구할 수 있으므로 이상 기체 방정식($PV = nRT$)으로부터 기체의 분자량(M)은 $M = \frac{wRT}{PV}$ 의 식으로 구할 수 있다. 따라서 더 측정해야 하는 값은 실험실의 온도(T), 실험실의 대기압(P)이다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. 드라이아이스의 밀도는 실험 과정에서 이미 구해지는 값이다.

4. 분자간의 인력

(가)~(다)의 수소 화합물 XH_n의 X가 P, S, Cl중 하나이므로 수소 화합물은 PH₃, H₂S, HCl이고, 각 화합물의 분자량은 34, 34, 36.5이다. 이 중 분자량이 가장 큰 것은 (다)이므로 (다)는 HCl이다.

[정답맞히기] ㄱ. 분자 사이의 인력은 기준 끓는점이 높을수록 크므로 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. HF는 분자 간에 수소 결합을 형성하므로 HCl인 (다)보다 끓는점이 높다. **정답④**
[오답피하기] ㄴ. SiH₄는 14족 원소의 수소 화합물이므로 무극성 분자이다. 따라서 극성 분자인 (나)보다 분자 간의 인력이 약하여 기준 끓는점이 낮다.

5. 엔트로피

(가)는 밀폐된 용기에서 물의 온도가 70°C에서 25°C로 감소한 것이므로 물질의 출입은 없고 주위로 열에너지가 방출된 것이다. (나)는 뚜껑이 열리면서 물의 증발이 일어난 것이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 물의 온도가 감소하면서 주위로 열에너지가 방출되므로 주위의 엔트로피는 증가하였다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 물질의 출입은 없고, 열에너지의 출입만 있으므로 닫힌계이다.

ㄷ. 엔트로피는 열에너지를 흡수하면 커지므로 증발한 H₂O(g)가 H₂O(l)보다 크다.

6. 분자 운동 에너지

[정답맞히기] ㄱ. 분자 운동 에너지 분포 곡선에서 T_I이 T_{II}보다 평균 운동에너지가 크므로 온도는 T_I이 T_{II}보다 크다.

ㄴ. 초기 반응속도가 II에서가 I에서의 2배이므로 활성화 에너지는 E_{II}가 E_I보다 작다.

ㄷ. 온도가 낮은 T_{II}에서 첨가한 C가 활성화 에너지를 감소시킨 것이므로 C는 정촉매이다. **정답⑤**

7. 표준 전지 전위

산화 환원 반응식이 모두 $\Delta G^\circ < 0$ 이므로 자발적으로 일어나는 반응이다. 이를 통해 반응성을 나타내보면 A > B > C이다. 따라서 A와 C의 반쪽 전지를 전극으로 사용하면 A는 산화 반응이 일어나는 (-)극, C는 환원 반응이 일어나는 (+)극으로 작용하게 된다.

[정답맞히기] 표준 전지 전위는 $E_{\text{환원}}^\circ - E_{\text{산화}}^\circ$ 이므로 $c - a(-a + c)$ 이다. **정답④**

8. 반응 속도식

(가)는 A의 농도가 일정할 때, B의 농도에 따른 반응 속도가 비례함을 나타내므로 B에 관한 1차 반응임을 알 수 있고, (나)는 B의 농도가 일정할 때, A의 농도가 증가함에 따라 반응 속도가 이제 제곱 비례하여 증가함을 나타내므로 A에 관한 2차 반응임을 알 수 있다. 따라서 반응 속도식은 $v = k[A]^2[B]$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 반응 속도식이 $v = k[A]^2[B]$ 이므로 T₂에서 어느 한 지점의 값을 대입하면 T₂에서 반응 속도 상수(k)를 구할 수 있다. [A]₀=0.1M, [B]₀=0.4M일 때 반응

속도가 0.02M/초이므로 $0.02 = k(0.1)^2(0.4)$ 에서 $k = 5L^2/\text{몰}^2 \cdot \text{초}$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 알 수 있듯이 A에 대한 2차 반응이다.

ㄷ. T_1 에서 반응 속도 상수를 구하면 $0.04 = k(0.2)^2(0.1)$ 이므로 $k = 10L^2/\text{몰}^2 \cdot \text{초}$ 이다. 온도가 높을수록 반응 속도 상수가 커지므로 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

9. 용액의 농도와 증기 압력

[정답맞히기] X 수용액은 라울 법칙을 따른다고 하였으므로 X포화 수용액의 증기 압력 = $x_{\text{용매}} \times \text{물의 증기 압력}(P_0)$ 이다. 따라서, $\frac{\text{X 포화수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$ 는 용매의 몰분율 ($x_{\text{용매}}$)이고, X는 온도가 높아질수록 용해도가 증가하므로 $x_{\text{용매}}$ 는 온도가 높아질수록 감소한다. 따라서 T_1 에서 T_2 로 가면서 온도가 증가할수록 $\frac{\text{X 포화수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$ 의 값은 감소하게 된다. 또한 T_1 에서 용해도 값이 0이 아니므로 X 포화 수용액의 증기 압력은 P_0 보다 작으므로 T_1 에서 $\frac{\text{X 포화수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$ 은 1보다 작다.

정답①

10. 어는점 내림

[정답맞히기] (다)에서 수용액의 어는점이 -0.93°C 이므로 이로부터 (다)의 수용액의 몰랄 농도를 구할 수 있다. $\Delta T_f = K_f \cdot m$ 이므로 $0.93 = 1.86 \times m$ 에서 $m = 0.5$ 이다. (나)의 수용액의 어는점을 측정한 것이므로 수용액의 부피는 500mL이고, 밀도가 1g/mL이므로 수용액의 질량은 500g이다. 수용액에서 A의 질량을 w 라고 하면

$0.5m = \frac{\frac{w}{200}}{\frac{500-w}{1000}}$ 이므로 $w = \frac{500}{11}$ 이 된다. (가)의 수용액에는 xM A수용액 100mL가

들어 있었으므로 (가)에 들어 있는 A의 질량(w)은 $x \times 0.1 \times 200 = \frac{500}{11}$ 이므로 $x = \frac{25}{11}$ 이다. 정답④

11. 녹는점, 끓는점, 비열

상변화로 보아 물질 A는 2~8분에서의 온도가 녹는점(80°C), 16~30분에서의 온도가 끓는점(220°C)이다.

[정답맞히기] ㄴ. 기화 엔탈피는 상태 변화가 일어나는 구간에서의 열량의 크기로 비교할 수 있으므로 14분간 가열해야 하는 기화 엔탈피가 6분간 가열해야 하는 용해 엔탈피보다 크다.

ㄷ. 비열은 물질 1g의 온도를 1°C 올리는 데 필요한 열량이므로 고체의 비열과 액체의

비열을 비교하려면 0~2분, 8~16분 구간에서 가해진 열량으로 온도 변화를 나누면 된다. 따라서 1분당 가해지는 열량을 Q 라고 하면 0~2분 동안 A는 40°C에서 80°C로 온도가 변하였으므로 고체의 비열은 $\frac{2Q}{40}$ 이라고 할 수 있고, 8~16분 동안의 A는 80°C에서 220°C로 온도가 변하였으므로 액체의 비열은 $\frac{8Q}{140}$ 이라고 할 수 있으므로

$$\frac{\text{액체의 비열}}{\text{고체의 비열}} = \frac{8}{7} \text{이다.} \quad \text{정답⑤}$$

[오답피하기] ㄱ. A의 온도는 t_1 과 t_2 에서 모두 끓는점에 해당하므로 같다.

12. 중화 적정

I에서 0.1M HA(aq) 10mL의 pH=3.0에서 $[H^+] = C\alpha^2 = 1.0 \times 10^{-3}M$ 이고 $C=0.1$ 이므로 $\alpha=0.01$ 이다. HA는 약산이므로 $K_a = C\alpha^2$ 이고 $K=1.0 \times 10^{-5}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 이온화도(α)는 농도가 진해지면 감소하므로 0.2M HA(aq)의 $[H^+]$ 는 $2 \times 10^{-3}M$ 보다 작다.

ㄴ. II에서 pH=5.0이므로 $K_a = 1.0 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{10^{-5} \times [A^-]}{[HA]}$ 이다. 따라서

[HA]와 $[A^-]$ 인 상태이므로 중화점의 절반에 해당하는 지점이다. 가해진 NaOH(aq)의 부피가 5mL이므로 NaOH(aq)의 농도는 HA(aq)과 같은 0.1M이다. 따라서 x 는 0.1이다.

ㄷ. II에 xM NaOH(aq) 5mL를 추가한 수용액은 중화점에 도달한 것이고 이는 약산과 강염기의 중화점이므로 염기성이다. 정답⑤

13. 화학 평형의 원리

반응물 $\bullet\bullet$, $\bullet\bullet$ 를 각각 A_2 , B_2 라고 하면, II에서 반응하지 않고 남아 있는 반응물을 제거하고 반응물과 생성물을 이용하여 화학 반응식을 나타내면 $A_2 + B_2 \rightarrow A_2B_2$ 이다. 이 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. 또한 반응의 결과 기체 분자 수가 감소하므로 $\Delta S < 0$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta G < 0$ 이고, $\Delta S < 0$ 이면 $-T\Delta S > 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이어야한다. 따라서 이 반응은 발열 반응이다.

ㄴ. $-T\Delta S = \Delta G - \Delta H > 0$ 이므로 $\Delta G > \Delta H$ 이다. 정답③

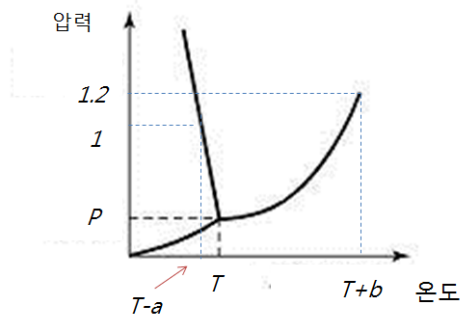
[오답피하기] ㄷ. 화학 반응식이 $A_2 + B_2 \rightarrow A_2B_2$ 이므로 $K = \frac{[A_2B_2]}{[A_2][B_2]}$ 이다. I과 II에서 기체의 부피 비는 10:7이므로 부피를 10V, 7V라고 가정하면 I에서의 반응 지수

(Q)는 $\frac{(\frac{1}{10V})}{(\frac{4}{10V})(\frac{5}{10V})} = \frac{1}{2} V$ 이고, II에서의 평형 상수(K)는 $\frac{(\frac{4}{7V})}{(\frac{1}{7V})(\frac{2}{7V})} = 14 V$ 이다. 따

라서 $\frac{\text{II에서의 평형 상수}(K)}{\text{I에서의 반응 지수}(Q)} = \frac{14V}{\frac{1}{2}V} = 28 V$ 이다.

14. 상평형 그림

(가)는 X의 가장 안정한 상이 고체, 액체, 기체이므로 삼중점이다. (나)는 고체와 액체가 가장 안정한 상이므로 용해 곡선 위의 점인데 a가 양의 값이므로 삼중점보다 온도가 낮은 상태에서 용해 곡선의 한 지점이 나타남을 알 수 있다. (다)는 액체와 기체가 안정한 사이므로 증기 압력 곡선 위의 점인데 b가 양의 값이므로 삼중점보다 온도가 높고, 압력도 높은 지점을 나타낸다. 이에 따라 X의 상평형 그림을 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. X의 상평형 그림이 위와 같으므로 삼중점의 압력인 P는 1보다 작다.

ㄴ. 기준 끓는점과 기준 어는점은 1기압에서의 값이므로 (기준 끓는점-기준 어는점)은 1.2기압에서의 끓는점과 녹는점의 온도 차이에 해당하는 $b - (-a) = a + b$ 의 값보다 작다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. (가)에서는 3가지 상태의 물질이 모두 존재하므로 삼중점의 평형 상태에 해당한다. 따라서 (가)에서 $\Delta G = 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\frac{\Delta H_1}{\Delta S_1}$ 의 값과 $\frac{\Delta H_2}{\Delta S_2}$ 의 값은 모두 T로 같다.

15. 상변화와 반응의 자발성

(가)에서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ 임을 알 수 있다. 따라서 발열 반응으로 상태 변화는 액화, 응고, 승화에 해당하게 된다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 T_1 일 때 1기압에서 X의 상은 액체 상태이므로 자발적인 변화는 액체로의 변화이므로 X(β)의 상은 액체이다.

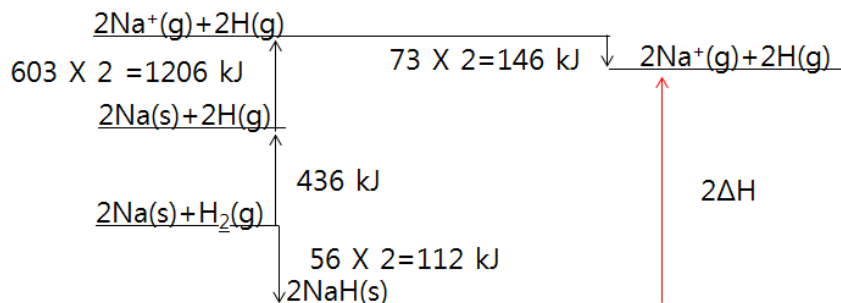
정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 T_1 K일 때 $\Delta G < 0$ 이고, 기체에서 액체로의 상태 변화 반응이므로 반응 엔트로피 $\Delta S < 0$ 이다.

ㄷ. T_2 K, 1기압에서는 기체 상태로 X가 존재하므로 역반응이 자발적이다. 또한 (나)에서 T_1 에서 T_2 로 온도가 높아지면서 기화 곡선을 지나므로 $\Delta G = 0$ 인 상태를 지나게 되는데 이때 (가)를 통해 T_2 는 $\Delta G = 0$ 이후의 상태임을 알 수 있으므로 T_2 에서 $\Delta G > 0$ (비자발적)이다.

16. 반응 엔탈피

[정답맞히기] 주어진 자료에서 $\text{NaH}(s)$ 의 표준 생성 엔탈피가 음의 값이므로 발열 반응임을 알 수 있다. 주어진 자료에서 H_2 의 결합 에너지를 제시하고 있으므로 표준 생성 엔탈피를 반응의 중심으로 하여 엔탈피 관계를 나타내면 다음과 같다.



따라서 $\text{NaH}(s) \rightarrow \text{Na}^+(g) + \text{H}^-(g)$ 의 반응 엔탈피(ΔH)의 2배가 $112 + 436 + 1206 - 146 = 1608$ 에 해당하게 되어 $\Delta H = 804 \text{ kJ}$ 이다. 정답②

17. 평형 이동의 법칙

(가)에서 (나)로의 변화는 온도가 T_1 로 일정한 상태에서 압력을 증가시키는 변화이었지만 평형의 이동의 결과 압력은 2배, 부피는 0.5배가 되었으므로 (가)와 (나)는 기체의 몰수가 변화 없다. 따라서 화학 반응식에서 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합이 같게 되어 $a = 2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 몰수가 변하지 않았지만 (나)에서가 (가)에서보다 압력이 2배이므로 부분 압력도 2배이다.

ㄷ. (다)에서는 온도가 T_2 로 변하여 평형이 이동한 것인데 압력과 부피의 곱이 (가)보다 크므로 $T_2 > T_1$ 이다. $\Delta H > 0$ 이므로 온도가 높아지면 정반응으로 반응이 진행하게 되어 (다)에서 (가)보다 A의 몰수는 감소하게 되고, 부피도 증가하였으므로 A의 몰농도는 (가) > (다)이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 이상 기체 방정식으로부터 $2 \times 1 = nRT_1$ 이므로 $2T_1 = \frac{4}{nR}$ 이고,

$T_2 = \frac{4.2}{nR}$ 이다. 따라서 $2T_1 < T_2$ 이다.

18. 반응속도

화학 반응식이 $2A(g) \rightarrow B(g)$ 이므로 1몰의 $A(g)$ 가 1기압을 나타냈다고 하면 시간이 t 일 때는 A 가 $\frac{6}{8}$ 몰 반응하여 B 가 $\frac{3}{8}$ 몰 생성되고, A 가 $\frac{2}{8}(\frac{1}{4})$ 몰 남아 있는 것이다. $2t$ 에서는 A 가 $\frac{3}{16}$ 몰 반응하여 B 가 $\frac{3}{32}$ 몰 생성되어 A 가 $\frac{1}{16}$ 몰, B 가 $\frac{15}{32}(\frac{3}{8} + \frac{3}{32})$ 몰 존재하게 되어 압력은 $\frac{17}{32}$ 기압이 된다.

[정답맞히기] γ , 반응 전 1몰의 A 를 넣었을 때 1기압을 나타내므로, t 일 때 B 는 $\frac{3}{8}$ 몰 존재하여 B 의 부분 압력은 $\frac{3}{8}$ 기압이다. 정답①

[오답피하기] λ , A 의 농도는 t 시간이 지날 때마다 $\frac{1}{4}$ 씩 감소하고 있으므로, $3t$ 일 때 기체 A 는 $\frac{1}{64}$ 몰, B 는 $\frac{63}{128}(\frac{3}{8} + \frac{3}{32} + \frac{3}{128})$ 몰이 존재하므로 전체 기체의 양은 $\frac{65}{128}$ 몰이다.

δ , A 의 농도가 $\frac{1}{4}$ 이 되는데 걸리는 시간이 t 로 일정하므로 즉 농도가 $\frac{1}{2}$ 이 되는데 걸리는 시간이 $\frac{t}{2}$ 인 A 에 관한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도식은 $v = k[A]$ 가 되어 $\frac{t \text{일 때의 반응 속도}}{2t \text{일 때의 반응 속도}} = 4$ 이다.

19. 평형의 이용

[정답맞히기] 화학 반응식으로부터 평형 상수(K)를 구하는 식은 $\frac{[CO]}{[CO_2]}$ 임을 알 수 있다. 반응 후 평형 상태에서 CO_2 는 0.44g이 $C(s)$ 이 들어 있는 부피를 제외한 공간에 들어 있으므로 $C(s)$ 의 질량이 440g이고 밀도가 2.2g/mL이므로 $C(s)$ 의 부피는 0.2L이다. 따라서 반응 후 CO_2 의 부피는 1.8L이다. 이를 평형 상수식에 대입하면

$$K = \frac{[CO]^2}{\left(\frac{0.01}{1.8}\right)} = 1.8 \text{이 되어 } [CO] = 0.1M \text{이다. } CO \text{의 부피는 } 1.8L \text{이므로 } CO \text{의 몰수는}$$

0.18몰이다. 화학 반응식에서 CO 의 생성된 몰수는 반응한 CO_2 몰수의 2배이므로 반응한 CO_2 의 몰수는 0.09몰이다. T_2 에서 존재하는 CO_2 의 몰수는 0.01몰이므로 반응 전 CO_2 의 몰수는 0.1몰이다. 반응 전 CO_2 의 기압인 P 는 이상 기체 방정식으로부터 구할 수 있으므로 $P \times 2 = 0.1 \times RT_1 = 2$ 가 되어 P 는 1이다. 정답②

20. 끓는점 오름

[정답맞히기] γ , 용액의 끓는점 오름은 용액의 몰랄 농도에 비례한다. (가)는 용매가

A이고 끓는점이 80°C 이므로 $\Delta T_b = 2$ 이고 이로부터 A의 분자량을 구하면 $2 = \frac{2a}{0.1 M_X}$ 에

서 $M_X = 10a$ 이다. (나)에서 $\Delta T_b = 3$ 이고, $3 = \frac{a}{0.1 M_Y}$ 로부터 $M_Y = \frac{10}{3}a$ 이다. 따라서 분자량은 X가 Y의 3배이다.

ㄴ. P와 Q에서는 용질의 질량은 같은 상태에서 ΔT_b 가 다른 것이므로 용매가 증발하여 농도가 증가하게 된 것이다. ΔT_b 는 $P : Q = 2 : 6 = 1 : 3$ 이므로 몰랄 농도는 Q가 P의 3배이고, 용매의 질량비는 $P : Q = 3 : 1$ 이다.

ㄷ. (다)에서 Y의 몰수는 $\frac{2a}{\frac{10}{3}a} = 0.6$ 몰이고, B의 질량이 300g 이므로 몰랄 농도는

$\frac{0.6}{0.3} = 2m$ 이고, $\Delta T_b = 4$ 이다. 따라서 (라)의 수용액의 몰랄 농도를 통해 기준 끓는점을 구할 수 있다. (라)에서 X의 몰수는 $\frac{3a}{10a} = 0.3$ 몰이고, B의 질량은 200g 이므로 몰랄 농도는 $\frac{0.3}{0.2} = 1.5m$ 이다. 따라서 $\Delta T_b = 3$ 이 되어 기준 끓는점은 83°C 이다. 정답⑤

2016학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

화학II 정답

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

해설

- [출제의도] 광분해를 이해한다.**
광분해를 통해 물을 분해하여 수소를 얻을 수 있다.
- [출제의도] 촉매에 의한 변화를 이해한다.**
촉매를 넣으면 반응의 활성화 에너지와 반응 속도가 변하지만 반응 엔탈피 값은 변하지 않는다.
- [출제의도] 평형과 온도의 관계에 대해 이해한다.**
발열 반응에서 온도를 높이면 평형에서 반응 물질의 농도가 커지고, 평형에 도달하는 시간이 짧아진다.
- [출제의도] 반응의 자발성을 이해한다.**
ㄴ. ΔG , ΔS 가 0보다 작으므로 ΔH 가 0보다 작다.
[오답풀이] ㄷ. (다)의 ΔS 가 0보다 크므로 온도가 증가하면 ΔG 는 작아진다.
- [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘을 이해한다.**
(가)~(라)는 각각 CH_4 , SiH_4 , PH_3 , NH_3 이다.
- [출제의도] 반응의 자발성을 이해한다.**
ㄱ. ΔS 는 기화될 때가 용해될 때보다 크다. ㄴ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 녹는점 T_1 은 $\frac{5600}{a}$ 이다.
[오답풀이] ㄷ. (나)에서 $\Delta S_{\text{계}} > 0$, $\Delta S_{\text{주위}} < 0$ 이다. 3000 K에서 $\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이므로 $|\Delta S_{\text{계}}| > |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다.
- [출제의도] 고체의 결정 구조를 이해한다.**
(가)의 단위 세포에 포함된 A 원자 수는 2이고, (나)의 단위 세포에 포함된 A 이온 수는 1이다.
- [출제의도] 화학 전지의 원리를 이해한다.**
 $0.50 = y - (-0.76)$ 이므로 $y = -0.26$ 이고, $x = 0.8 - (-0.26) = 1.06$ 이다.
- [출제의도] 화학 반응에서 에너지 관계를 안다.**
ㄱ. 분해 엔탈피는 생성 엔탈피와 부호만 반대이다.
ㄷ. $\Delta H = \frac{1}{2} \times 272 + 436 + 498 = 1070$ kJ이다.
[오답풀이] ㄴ. $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)는 -242 kJ/몰이다.
- [출제의도] 기체의 용해 평형을 이해한다.**
ㄴ. (나)와 (다)의 수증기압이 같으므로 O_2 와 He의 부분 압력은 같다. 같은 압력에서 용해도는 O_2 가 He보다 크므로 용해되지 않은 기체의 몰수는 He이 O_2 보다 크다. 기체의 부피는 (다)가 (나)보다 크고 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 몰수는 (다)에서가 (나)에서보다 크다.
[오답풀이] ㄱ. O_2 의 부분 압력은 1기압보다 작으므로 용해된 O_2 의 몰수는 a 보다 작다. ㄷ. (다)에 He를 추가해도 He의 부분 압력은 변하지 않는다.
- [출제의도] 기체 상태 방정식을 이해한다.**

1기압 \times 1L에 해당하는 기체의 몰수가 n 이라면 (나)에서 반응 전 X와 Y의 몰수는 각각 $3n$, $2n$ 이고, 반응 후 전체 몰수가 $5n$ 이므로 $z = 2$ 이다. 반응 전과 후 기체의 몰수가 일정하고 V_2 가 2이므로 $P \times 3 + 1 \times 3 = 1 \times (2 + 3)$ 에서 $P = \frac{2}{3}$ 이다.

- [출제의도] 묽은 용액의 성질을 이해한다.**
ㄱ. A a g당 $\Delta T_f = 2k$, B b g당 $\Delta T_f = k$ 이므로 몰수는 a g의 A가 b g의 B의 2배이다. 분자량은 A가 B의 2배이므로 a 는 b 의 4배이다.
- [출제의도] 기체 상태 방정식을 이해한다.**
(가)에 들어있는 X의 몰수가 n 이라면 (나)에서 X와 He의 몰수는 각각 n , $0.5n$ 이다. X, He의 분자량이 각각 a , 4이고, 같은 부피에서 기체의 밀도비는 질량비와 같으므로 $\frac{na + 0.5n \times 4}{na} = 1 + \frac{2}{a}$ 이다.
- [출제의도] 농도의 정의를 이해한다.**
(가)~(라)에 들어 있는 A의 양은 다음과 같다.

용액	(가)	(나)	(다)	(라)
질량(g)	6	12	$2.4x$	24
몰수(몰)	0.25	0.5	$0.1x$	1

[오답풀이] ㄷ. (라)는 몰 501 g에 A가 1몰 녹아 있으므로 몰랄 농도는 $2m$ 보다 작다.
- [출제의도] 증기 압력과 기체의 성질을 이해한다.**
 $A(l)$ w g은 t_1 °C에서 모두 증발하고 이후 직선 구간에서는 기체 법칙을 따른다. $A(l)$ 의 질량이 2배가 되면 모두 증발되었을 때 기체의 몰수가 2배이므로 직선 구간의 기울기는 $2w$ g일 때가 w g일 때의 2배이다.
- [출제의도] 평형 상수의 개념을 이해한다.**
ㄱ. ○, △, ■는 각각 B, A, C이다. ㄴ. $K = \frac{(2/V)^2}{(3/V) \times (4/V)^3} = \frac{4}{3}$ 이므로 V 는 8이다.
[오답풀이] ㄷ. 반응 지수(Q)는 K 보다 크다.
- [출제의도] 상평형 그림을 이해한다.**
ㄱ. (나)는 고체와 기체의 상평형 상태, (다)는 액체와 기체의 상평형 상태이므로 P 는 5.1보다 작고 $3P$ 는 5.1보다 크다.
- [출제의도] 반응 속도와 농도 변화를 이해한다.**
ㄴ. (나)에서 0~1분, 1~3분에서의 평균 반응 속도는 각각 2 M/분, 0.5 M/분이다.
[오답풀이] ㄷ. 초기 농도가 2 M일 때, 2분 후 A, X의 농도 감소량은 각각 1.5 M, 1 M이므로 생성물의 농도 비는 [B] : [Y] = 3 : 1이다.
- [출제의도] 산 염기 중화 반응을 이해한다.**
ㄴ. $\text{HCl}(aq)$ 10 mL를 넣어 주었을 때 $[\text{B}] = [\text{BH}^+]$ 이고, $[\text{OH}^-] = 10^{-4}$ M이므로 $K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = 1 \times 10^{-4}$ 이다. 1 M $\text{B}(aq)$ 의 $[\text{OH}^-] = \sqrt{CK_b} = 10^{-2}$ M이므로 pH는 12이다. ㄷ. BH^+ 은 B의 짝산이므로 $K_a = 1 \times 10^{-10}$ 이고 중화점에서 $[\text{BH}^+] = \frac{1}{3}$ M이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{CK_a} = \sqrt{\frac{1}{3} \times 10^{-10}}$ 이다.
[오답풀이] ㄱ. B w g의 몰수는 0.01몰이므로 분자량은 $100w$ 이다.
- [출제의도] 평형 상수와 평형 이동을 이해한다.**
ㄱ. 평형 상수(K)는 $\frac{0.3}{0.3 \times 0.1} = 10$ 이다. ㄷ. B 0.2몰을 추가할 때 반응물이 x 몰씩 반응한다면 $K =$

$\frac{(0.3+x)}{(0.3-x)(0.3-x)} = 10$ 이므로 x 는 0.1이다. 따라서 (나)에서 A~C의 몰수는 각각 0.2, 0.2, 0.4이므로 C의 몰분율은 0.5이다. (다)에서 C의 몰분율이 0.4로 감소하므로 ΔH 는 0보다 작다.
[오답풀이] ㄴ. 기체의 부분 압력은 몰수에 비례하므로 A의 부분 압력은 (가) : (나) = 3 : 2이다.

2017학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ② 02. ④ 03. ③ 04. ④ 05. ① 06. ⑤ 07. ③ 08. ④ 09. ① 10. ①
 11. ⑤ 12. ③ 13. ⑤ 14. ⑤ 15. ② 16. ③ 17. ② 18. ④ 19. ⑤ 20. ④

1. 수소 결합

물 분자 사이에 작용하는 힘인 ㉠은 수소 결합이다. (가)는 액체 상태인 물, (나)는 기체 상태인 얼음을 나타낸다.

[정답맞히기] 나. ㉠은 물과 얼음을 이루는 물분자 사이의 결합이므로 수소 결합이다. 정답②

[오답피하기] 가. (가)는 분자의 배열이 일정하지 않으므로 액체 상태인 물이다.
 다. 얼음은 물 분자들이 일정한 배열을 이루면서 육각 구조를 만들어 빈 공간이 생김으로 부피가 물보다 크다. 따라서 밀도는 (가)가 (나)보다 크다.

2. 결정의 분류

[정답맞히기] B는 공유 결합 물질이면서 분자 결정은 아니므로 원자 결정에 해당하는 고체 물질이다. B의 예로는 흑연, 다이아몬드 등이 있다. C는 공유 결합 물질이 아니면서 분자 결정도 아니어야 하므로 이온 결합 물질이거나 금속 결합 물질이면 된다. C의 예 중 적절한 것은 구리, 염화 나트륨 등이 있다. 정답④

[오답피하기] 얼음은 분자 결정이므로 A에 해당한다.

3. 물의 광분해와 전기 분해

(가)는 물의 광분해 이고, (나)는 물의 전기 분해이다. (가)의 광촉매 전극에서는 산소 기체가 발생하고, 백금 전극에서는 수소 기체가 발생한다. (나)의 (+)극에서는 산소 기체가 발생하고, (-)극에서는 수소 기체가 발생한다.

[정답맞히기] 가. 물의 분해 반응에서는 햇빛을 가해주거나, 전기 에너지를 가해 주어야 하므로 물의 분해 반응은 흡열 반응이다.
 나. (가)의 반응에서 H_2O 은 H_2 로 되므로 H의 산화수는 -1에서 0으로 감소한다. 따라서 H는 환원된다. 정답③

[오답피하기] 다. (나)의 (-)극에서는 수소 기체가 발생하고, (+)극에서는 산소 기체가 발생한다.

4. 분자 사이의 인력

[정답맞히기] ④ 탐구 과정에서 분자량이 서로 비슷한 물질의 분자 사이의 인력을 끊는점으로 비교하고 있으므로 ㉠은 O_2 와 분자량이 비슷하고, 극성을 띠는 물질이어야 한다. 따라서 가장 적절한 것은 분자량이 30인 NO이다. 정답④

[오답피하기] ③ N_2 는 분자량이 28이지만 무극성 분자이다.

5. 엔탈피 변화

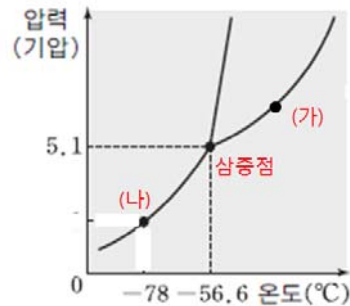
[정답맞히기] A. 흑연이 다이아몬드로 변하는 반응은 흡열 반응이므로 엔탈피(H)는 다이아몬드가 흑연보다 크다. 정답①

[오답피하기] B. 25°C, 1기압에서 탄소의 동소체 중에서 가장 안정한 흑연의 생성 엔탈피(H)는 0이다. 흑연이 다이아몬드로 변하는 반응은 흡열 반응이므로 다이아몬드의 생성 엔탈피는 0보다 크다.

C. 흑연과 다이아몬드 1몰이 완전 연소할 때 생성되는 CO_2 는 1몰로 같으므로 엔탈피가 큰 다이아몬드가 연소할 때 방출하는 열량은 흑연보다 크다.

6. 이산화 탄소의 상평형

이산화 탄소의 상평형은 그림과 같고 (가)와 (나)는 이산화 탄소의 상평형 그림에서 다음과 같은 위치를 나타낸다.



[정답맞히기] ㄱ. (가)는 $CO_2(g)$ 와 $CO_2(l)$ 가 상평형을 이루고 있고, (나)는 $CO_2(g)$ 와 $CO_2(s)$ 가 상평형을 이루고 있으므로 (가)는 삼중점보다 높은 온도이고, (나)는 삼중점보다 낮은 온도이므로 온도는 (가)가 (나)보다 높다.

ㄴ. (가)의 온도와 압력에서 CO_2 는 액체와 기체로만 존재할 수 있으므로 $CO_2(l) \rightarrow CO_2(s)$ 반응은 자발적으로 일어나지 않는다. 따라서 $CO_2(l) \rightarrow CO_2(s)$ 반응의 자유 에너지 변화(ΔH)는 0보다 크다.

ㄷ. (나)에서 온도를 낮추면 $CO_2(g) \rightarrow CO_2(s)$ 의 반응이 일어나면서 $CO_2(g)$ 의 입자수가 감소하게 되므로 $CO_2(g)$ 의 압력은 감소한다. 정답⑤

7. 엔탈피 변화와 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. 실험 I 과 II에서 A의 초기 농도와 온도가 같고, 촉매의 유무만 다르므로 엔탈피 변화(ΔH)는 같다.

ㄷ. 활성화 에너지(E_a)는 정촉매를 첨가하면 감소하므로 III이 II보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 반응 속도 상수(k)는 온도가 높을수록 크므로 I이 III보다 크다.

8. 화학 전지

화학 전지에서 표준 환원 전위가 작은 금속이 (-)극으로 작용하고, 표준 환원 전위가 큰 금속이 (+)극으로 작용한다. 따라서 A는 (-)극, B는 (+)극이다.

[정답맞히기]

ㄴ. 전지에서 반응이 진행됨에 따라 A에서 B로 이동한 전자가 수용액의 H^+ 과 반응하여 H_2 기체가 생성되고, A이온도 생성되므로 수용액의 질량은 A이온이 증가하면서

반응 전보다 증가한다.

ㄷ. 표준 전지 전위는 $E_{\text{전지}}^{\circ} = E_{\text{환원 전극}}^{\circ} - E_{\text{산화 전극}}^{\circ}$ 이므로 반응 $2\text{B}(s) + 2\text{H}^{+}(aq) \rightarrow 2\text{B}^{+}(aq) + \text{H}_2(g)$ 에서 환원 전극에서 일어나는 반응은 $2\text{H}^{+} \rightarrow \text{H}_2$ 이고, 산화 전극에서 일어나는 반응은 $2\text{B} \rightarrow 2\text{B}^{+}$ 이므로 $E_{\text{전지}}^{\circ} = 0 - (0.80) = -0.80\text{V}$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. A에서는 전자가 도선을 타고 B로 이동하면서, A이온이 생성되므로 A는 산화 전극이다.

9. 자유 에너지 변화

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 ㉠은 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ 인 반응이고, ㉡은 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 인 반응이다. (가)는 반응 후에 분자수가 증가하는 반응이므로 $\Delta S > 0$ 으로 ㉡에 해당한다. 따라서 (가)는 ㉡이고, (나)는 ㉠이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 반응 전과 반응 후의 분자 수 변화로 보아 $\Delta S > 0$ 인 반응이므로 ㉡이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉡이 (가)이므로 ㉠은 (나)이다. 따라서 $\Delta S < 0$ 인 반응이므로 x 는 2보다 작아야 한다.

ㄷ. $\frac{\text{반응 엔탈피}(\Delta H)}{\text{반응 엔트로피}(\Delta S)}$ 는 $\Delta G = 0$ 인 평형 상태에서 온도(T)로 판단할 수 있다.

$0 = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ 이므로 평형 상태에서 온도는 ㉡ > ㉠이다. 따라서

$\frac{\text{반응 엔탈피}(\Delta H)}{\text{반응 엔트로피}(\Delta S)}$ 는 (가) > (나)이다.

10. 평형 상수

화학 반응식이 $\text{A}(g) \rightleftharpoons 2\text{B}(g)$ 이므로 $K = \frac{[\text{B}]^2}{[\text{A}]}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 평형 상태이므로 $K = \frac{(0.3)^2}{0.6} = \frac{3}{20}$ 이다.

정답①

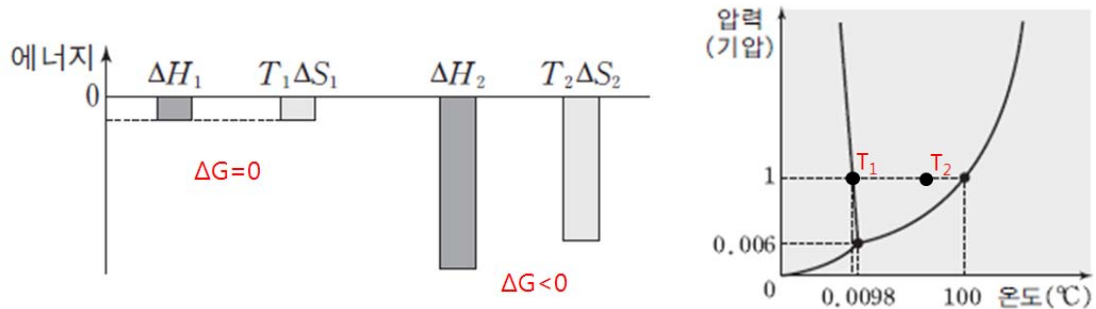
[오답피하기] ㄴ. (나)는 반응 지수 $Q = \frac{(0.2)^2}{0.4}$ 이므로 $Q < K$ 인 상태로 정반응으로 반응이 진행할 상태이다.

ㄷ. (다)는 반응 지수 $Q = \frac{(0.4)^2}{0.7}$ 이므로 $Q > K$ 인 상태로 역반응으로 반응이 진행할 상태이다. 따라서 (다)에서 정반응은 비자발적이다.

11. 물의 상평형

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 그림에서 제시된 자료로부터 (가)의 반응은 T_1 에서 $\Delta G = 0$ 이고, (나)의 반응은 T_2 에서 $\Delta G < 0$ 임을 알 수 있다. (나)의 반응은 $\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ 의

반응이 자발적으로 일어나는 것이므로 1기압에서 T_2 는 끓는점보다 낮은 온도를 나타낼 수 있다.



[정답맞히기] ㄱ. 1기압, T_1 에서 $\Delta G=0$ 이므로 T_1 은 어는점이다.

ㄴ. T_1 보다 낮은 온도에서 반응 (가)는 자발적으로 일어나게 된다. 따라서 $\Delta G < 0$ 이고, 이는 1몰의 자유 에너지(G)는 $H_2O(l)$ 이 $H_2O(s)$ 보다 크다는 것을 나타낸다.

ㄷ. 1기압, T_2 에서 반응 (나)는 자발적이므로 T_2 는 끓는점보다 낮은 온도이므로 $T_2 - T_1 < 100K$ 이다. 정답⑤

12. 결합 에너지와 엔탈피 변화

[정답맞히기] 주어진 자료로부터 $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ 반응의 $\Delta H = -570 kJ$ 이고, $H_2O(l)$ 의 기화 엔탈피가 $\Delta H = 50 kJ/몰$ 이므로 $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ 반응의 $\Delta H = -470 kJ$ 이다. $\Delta H = (\text{반응물의 결합에너지합}) - (\text{생성물의 결합에너지합})$ 으로부터 구할 수 있으므로 $-470 = 880 + x - (4 \times 460)$ 에서 $x = 490 kJ/몰$ 이다.

정답③

13. 용액의 농도

각 수용액에 들어 있는 용질 NaOH의 질량을 x 라고 하면 A는 $\frac{x}{400} \times 100 = 2.5\%$ 이고,

B는 $\frac{\frac{x}{40}}{\frac{110-x}{1000}} = 2.5 m$, C는 $\frac{\frac{x}{40}}{0.05} = 2.5 M$ 이다. 이로부터 구한 각 수용액에 들어 있는

NaOH의 질량은 A, B, C가 각각 10g, 10g, 5g이다.

[정답맞히기] ㄱ. NaOH의 질량은 A가 10g, C가 5g이므로 몰수는 A가 C의 2배이다.

ㄴ. A와 B를 혼합한 수용액에 들어 있는 NaOH의 질량은 20g이므로 0.5몰이다. 따라서 A와 B를 혼합한 수용액의 부피는 1L여야 하므로 $V_1 = 1000 mL$ 이다.

ㄷ. A와 C를 혼합한 수용액과 B와 C를 혼합한 수용액에는 NaOH가 15g으로 같은 질량만큼 들어 있다. 따라서 농도가 0.5M으로 같은 수용액을 만들기 위해서는 $V_2 = V_3 = 750 mL$ 이다. 정답⑤

14. 기체의 용해도

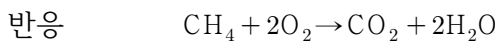
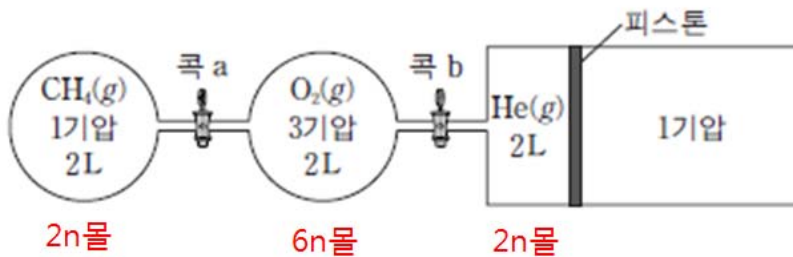
[정답맞히기] ㄴ. 물 1L를 추가한 후 평형에 도달하면 물이 2L가 되어 용해된 O_2 의 질량이 증가한다. 이때 $H_2O(g)$ 의 부분 압력은 일정하게 유지되므로 O_2 의 압력이 감소한 만큼 기체의 부피가 감소하게 되므로 $H_2O(g)$ 의 몰수는 감소한다.

ㄷ. $P=2$ 기압일 때 평형에 도달하게 되면 O_2 의 물에 대한 용해도는 2배 증가하게 된다. 따라서 O_2 기체의 분자 수는 1기압일 때 보다 감소하게 되고 이에 따라 기체의 부피는 $\frac{V}{2}$ L보다 작다. 정답㉔

[오답피하기] ㄱ. $25^\circ C$ 에서 산소의 압력이 1기압일 때 물에 대한 용해도는 w g/L이지만 평형 상태에서 물의 증기 압력이 존재하므로 O_2 와 $H_2O(g)$ 가 함께 1기압을 나타내어 O_2 의 부분 압력은 1기압보다 작다. 따라서 물에 녹아 있는 산소의 질량은 w g보다 작다.

15. 기체의 반응

[정답맞히기] CH_4 의 연소 반응의 화학 반응식은 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ 이다. $400K$ 은 약 $127^\circ C$ 이므로 생성물은 모두 기체 상태인 물질이다. 온도가 일정한 상태이므로 $PV \propto n$ 이 되므로 반응 전의 기체의 몰수는 다음과 같다.



반응 전 $2n$ 몰 $6n$ 몰

반응 후 $-2n$ 몰 $-4n$ 몰 $+2n$ 몰 $+4n$ 몰

반응 후 $2n$ 몰 $+2n$ 몰 $+4n$ 몰 $+ He$ $2n$ 몰

이므로 반응 후에는 $10n$ 몰의 기체가 1기압에 놓이게 된다. 용기가 각각 2L이므로 실린더의 부피는 6L가 되고 CO_2 는 6L의 실린더에서 $\frac{1}{5}$ 의 몰분율로 존재하게 된다. 이

상 기체 방정식에 따라 실린더에 들어 있는 기체의 몰수는 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 6}{33}$ 이고, 이중

CO_2 의 몰분율은 $\frac{1}{5}$ 이므로 실린더에 존재하는 CO_2 의 몰수는 $\frac{1 \times 6}{33} \times \frac{1}{5} = \frac{2}{55}$ 몰이다.

정답㉕

16. 화학 반응 속도

서로 다른 온도에서 일어나는 $A(g) - 2B(g)$ 의 반응이고, 실험 I에서 [B]가 증가하는 비율이 20분마다 $\frac{1}{2}$ 배이므로 반응은 A에 관한 1차 반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. [B]가 $\frac{1}{2}$ 배씩 증가하는 시간이 실험 I은 20분이고, 실험 II에서는 [B]가 $\frac{1}{4}$ 배씩 증가하는 시간이 20분이므로 반응 속도는 실험 II가 I보다 빠르다는 것을 알 수 있다. 따라서 온도는 $T_1 < T_2$ 이다.

ㄴ. I에서 20분 일 때 [B]가 6.4 M 증가하였고, 60분일 때 20분 동안 1.6 M 증가하였으므로 순간 반응 속도는 20분일 때가 60분 일 때의 4배이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 반응식이 $A(g) - 2B(g)$ 이므로 II에서 A의 초기 농도를 x M라고 하면 [B]의 $\frac{1}{2}$ 배가 각 시간마다 반응한 것이 되므로 $x - 2.4 - 0.6 - 0.15 - \dots = 0$ 이 된다. 따라서 $x = 2.4 + 0.6 + 0.15 + \dots = 3.2$ M이다. ($S = \frac{a}{1-r}$)

17. 묽은 용액의 증기 압력 내림

[정답맞히기] 묽은 용액의 어는점 내림은 $\Delta T_f = K_f \cdot m$ 이므로 X와 Y의 화학식량을

M_X, M_Y 라고 하면 수용액 I에서 $\frac{\frac{a}{M_X} + \frac{b}{M_Y}}{0.18} = \frac{50}{9}$, II에서 $\frac{\frac{a}{M_X} + \frac{2b}{M_Y}}{0.18} = \frac{175}{18}$ 이다.

이를 계산하면 $\frac{a}{M_X} = 0.25$ 몰, $\frac{b}{M_Y} = 0.75$ 몰이다. 따라서 수용액 III에서 X의 질량은 $3a$

이므로 $\frac{3a}{M_X} = 0.75$ 몰, Y의 질량은 b 이므로 $\frac{b}{M_Y} = 0.75$ 몰이 되고 물의 몰수는 10몰이 된다. 수용액에서 증기 압력은 용매의 몰분율에 비례하므로 증기 압력 x 는 $\frac{10}{11.5}P = \frac{20}{23}P$ 이다. **정답②**

18. 화학 반응 속도

실험 I에서는 $t = 10$ 분 이후 반응이 모두 끝났으므로 반응 후에 기체의 몰수가 감소하는 반응임을 알 수 있다. I에서 반응 초기 몰수가 A와 B의 합이 32몰일 때 반응 후에 전체 기체의 몰수가 24몰이 되기 위해 성립해야 하는 반응식은 다음과 같다.

(실험 I)

화학 반응식	$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 초기 몰수	16	16	
반응	-16	-8	+16
반응 후 몰수	0	8	16 (전체 24몰)

이러한 화학 반응식을 토대로 실험 II, III의 화학 반응을 나타내면

(실험 II)

화학 반응식	$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 초기 몰수	24	8	
반응($t=10$ 분)	-8	-4	+8
반응 후 몰수	16	4	8 (전체 28몰)
반응($t=20$ 분)	-4	-2	+4
반응 후 몰수	12	2	12 (전체 26몰)

(실험 III)

화학 반응식	$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 초기 몰수	16	8	
반응($t=10$ 분)	-8	-4	+8
반응 후 몰수	8	4	8 (전체 20몰)
반응($t=20$ 분)	-4	-2	+4
반응 후 몰수	4	2	12 (전체 18몰)

[정답맞히기] ㄱ. 실험 II와 III에서 A의 몰수는 달라졌지만 B의 몰수가 같을 때 $t=10$ 분 동안 반응한 몰수가 같으므로 B에 관한 1차 반응임을 알 수 있다. 따라서 B의 몰수가 2배인 I이 초기 반응 속도가 II의 2배이다.

ㄷ. $t=20$ 분일 때 I에서 C(g)의 몰분율은 $\frac{16}{24} = \frac{2}{3}$ 이고, III에서 C(g)의 몰분율은

$\frac{12}{18} = \frac{2}{3}$ 이다. 따라서 $\frac{\text{I에서 C(g)의 몰분율}}{\text{III에서 C(g)의 몰분율}} = 1$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. 화학 반응식의 양적 관계로부터 $a=2$ 임을 알 수 있고, 실험 III에서 $t=20$ 분일 때 전체 기체의 몰수는 18몰이므로 $a+x=20$ 이다.

19. 평형이동의 법칙

$aA(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ 의 반응에서 (가)가 평형에 도달한 상태에서 B와 C의 몰수가 같으므로 (나)의 T_1 과 T_2 에서는 반응이 진행하면 B와 C의 몰수는 같을 것임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ, (나)에서 T_1 과 T_2 는 모두 압력이 증가할수록 A의 몰분율이 증가하는 것으로 보아 역반응 쪽으로 반응이 진행한 것임을 알 수 있다. 반응의 $\Delta H > 0$ 이므로 역반응 쪽으로 반응이 더 많이 일어난 T_1 이 온도가 더 낮다는 것을 알 수 있다. 따라서 $T_1 < T_2$ 이다.

ㄴ. (나)에서 압력이 증가함에 따라 A의 몰분율이 증가하는데, 평형이 이동할 때 압력이 증가함에 따라 분자 수가 감소하는 방향으로 평형이 이동해야 하므로 A의 계수 $a=1$ 이다. 따라서 화학 반응식은 $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ 이다. 평형 상수는 온도에 의해서

만 바뀌므로 (나)에서 압력이 같은 상태에서 평형 상수 K 의 값을 구해보면 $PV=nRT$ 에서 각 기체의 몰분율만큼 부분 압력을 나타낼 수 있으므로 $\frac{n}{V} = \frac{P}{RT} \propto \frac{\text{몰분율}}{T}$ 가 된다. (가)에서 평형 이동이 이루어지므로 B와 C의 몰수는 같아 지도록 평형은 이동하게 되므로 T_1 에서는 A의 몰분율이 $\frac{2}{3}$ 이어서 K 는

$$K = \frac{\frac{1}{6T_1} \times \frac{1}{6T_1}}{\frac{2}{3T_1}} = \frac{1}{24T_1} \text{이다. 또한 } T_2 \text{에서는 A의 몰분율이 } \frac{1}{2} \text{이어서}$$

$$K = \frac{\frac{1}{4T_1} \times \frac{1}{4T_1}}{\frac{1}{2T_1}} = \frac{1}{8T_1} \text{이다. 따라서 } \frac{T_2 \text{에서의 } K}{T_1 \text{에서의 } K} = \frac{3T_1}{T_2} \text{이다.}$$

ㄷ. (가)의 실린더에 He(g) 1몰을 넣은 후 3기압, T_2 일 때 화학 반응에 관계된 기체의 A~C의 부분 압력의 합은 3기압보다 작아지게 된다. 따라서 압력이 줄어들면 평형은 생성물의 계수의 합이 증가하는 방향으로 이동해야 하므로 정반응 쪽으로 평형이 이동하게 되어 몰수는 B가 A보다 크다. 정답⑤

20. 수용액의 pH

[정답맞히기] $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ 의 평형 반응식으로부터 (가)의 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 의 값은

약산의 이온화도(α)임을 알 수 있다. 또한 (나)에서는 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1}{3}$ 인 것으로부터 (나)에서는 중화점의 $\frac{1}{4}$ 의 부피에 해당하는 지점임을 알 수 있다. 따라서 중화점의 $\frac{1}{4}$ 에 해당하는 지점의 양적 관계에 따라 $x \times 0.08 \times \frac{1}{4} = 0.8 \times 0.025$ 이고 $x = 1$ 이다. 문제 상황

서와 같이 0.2 M HA(aq) 20mL를 0.8M NaOH(aq)으로 적정하였을 때 중화점에서는 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ 의 평형 반응이 일어나게 되므로 A^- 의 농도를 C라하고, 이

이온화도를 α' 이라고 하면 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{C}{C\alpha'} = \frac{1}{\alpha'}$ 이다.

HA의 $\alpha = 10^{-3}$ 이므로 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ 반응의 $K_b = \frac{1}{K_a} = 10^{-8} = C(\alpha')^2$ 가 된

다. 0.2M HA 20mL는 중화점에서 A^- 을 0.004몰 내놓게 되고 전체 수용액은 중화 반응의 양적 관계에 따라 $0.2 \times 0.02 = 0.8 \times 0.005$ 가 되어 HA(aq) 20mL와 NaOH(aq) 5mL가 총 부피가 된다. 따라서 $C' = \frac{0.004}{0.025} = \frac{4}{25}$ M이고, $K_b = 10^{-8}$ 이므로

$\alpha' = \sqrt{\frac{K_b}{C}} = \sqrt{\frac{25}{4}} \times 10^{-4} = \frac{1}{4000}$ 이다. 따라서 중화점에서 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 4000$ 이다. 정답④

2017학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

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

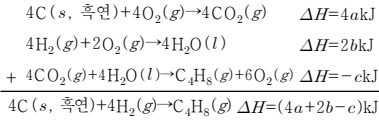
- 1. [출제의도] 화학 반응에서 에너지 출입 파악하기**
 에탄올이 연소되면서 방출한 열을 I₂이 흡수하면 고체에서 기체로 승화되고, I₂ 기체가 고체로 승화되면서 방출한 열을 참물이 흡수한다. 따라서 에탄올의 연소 과정은 발열 과정이고, I₂ 고체가 기체로 승화되는 과정은 흡열 과정이며, I₂ 기체가 고체로 승화되는 과정은 발열 과정이다.
- 2. [출제의도] 공유 결합과 분자 사이의 인력의 세기 비교하기**
 자료에서 (가)는 분자 내 공유 결합이고, (나)와 (다)는 분자 사이의 인력이므로 (가)의 세기가 가장 세다. HF가 F₂보다 끓는점이 높으므로 분자 사이의 인력은 (나)>(다)이다.
- 3. [출제의도] 온도에 따른 농도의 변화 이해하기**
 용액의 몰농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용액의 부피}}$ 이고, 용액의 몰랄 농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량}}$ 이다. ㄱ. (가)에서 (나)로 될 때 용액의 부피는 감소하지만 용질과 용매의 질량이 변하지 않으므로 용액의 질량은 변하지 않는다. ㄴ. (가)에서 (나)로 될 때 용질의 몰수는 변하지 않고 용액의 부피는 감소하므로 몰농도는 증가한다. 따라서 몰농도는 (나)>(가)이다. ㄷ. (가)에서 (나)로 될 때 용질의 몰수와 용매의 질량이 모두 변하지 않으므로 몰랄 농도는 변하지 않는다. 따라서 몰랄 농도는 (가)=(나)이다.
- 4. [출제의도] 기체의 압력, 온도, 부피 관계 파악하기**
 기체의 압력을 P, 부피를 V, 몰수를 n, 절대 온도를 T, 기체 상수를 R라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 PV=nRT이고, n이 일정할 때 V ∝ $\frac{T}{P}$ 이다. (가)에서 (나)로 될 때 T가 $\frac{300\text{K}}{250\text{K}} = \frac{6}{5}$ 배, P가 $\frac{6}{700\text{mmHg}} = \frac{3}{2}$ 배가 되므로 V=30mL × $\frac{5}{3} = 24\text{mL}$ 이다.
- 5. [출제의도] 용액의 삼투압을 이용한 분자량 비교하기**
 용액의 삼투압을 II, 몰농도를 C, 절대 온도를 T, 기체 상수를 R라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 II=CRT이고, 용질의 몰수를 n, 분자량을 M, 질량을 w, 용액의 부피를 V라고 할 때, C = $\frac{n}{V}$, n = $\frac{w}{M}$ 이므로 M = $\frac{wRT}{IV}$ 이다. ㄱ. (가)에서 A(aq), B(aq)의 부피가 같고 (나)에서 물이 B(aq)에서 A(aq)으로 이동하였으므로 C는 A(aq)>B(aq)이고, n은 A>B이다. ㄴ. (다)에서 A(aq)과 B(aq)의 수면 높이가 같으므로 II가 서로 같다. 따라서 C와 V가 같으므로 A(aq)과 B(aq)의 n이 서로 같다. A, B의 질량이 각각 1g, 3g이므로 분자량 비(A:B)는 1:3이다. ㄷ. 용액의 몰랄 농도를 m, 용매의 질량을

W라고 할 때, m = $\frac{n}{W}$ 이다. (나), (다)의 A(aq)에서 n은 같고, 물은 A(aq)에서 B(aq)으로 이동하였으므로 W는 (나)의 A(aq)이 (다)의 A(aq)보다 크다. 따라서 m은 (다)>(나)이다. 용액의 어는점 내림을 ΔT_f, 어는점 내림 상수를 K_f라고 하면 ΔT_f = K_fm이다. 1기압에서 물의 어는점이 0°C이므로 A(aq)의 어는점은 -ΔT_f이고, ΔT_f는 (다)>(나)이다. 따라서 기준 어는점은 (나)>(다)이다.

- 6. [출제의도] 고체의 특성에 따른 결정의 종류 구분하기**
 철(Fe), 얼음(H₂O), 염화 나트륨(NaCl) 중 1기압에서 녹는점이 가장 낮은 것은 H₂O이다. 고체 상태에서 Fe은 전기 전도성이 크지만 NaCl은 전기 전도성이 거의 없다. 따라서 A~C는 각각 H₂O, Fe, NaCl이고, 각각 분자 결정, 금속 결정, 이온 결정이다.
- 7. [출제의도] 결합 에너지의 차 구하기**
 N₂H₄(g)이 생성되는 반응의 열화학 반응식은 다음과 같다.

$$\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \quad \Delta H = 95\text{kJ/mol}$$
 이때 N₂H₄(g)의 표준 생성 엔탈피(ΔH) = {Σ반응물의 결합 에너지} - {Σ생성물의 결합 에너지} = (N=N) + 2(H-H) - {(N-N) + 4(N-H)} = (x + 2×440) - (y + 4×390) = 95kJ/mol이다. 따라서 x-y = 775이다.
- 8. [출제의도] H₂O의 상태에 따른 부피 비교하기**
 일반적으로 압력이 일정할 때 물질의 상태에 따른 1g의 부피는 기체>액체>고체이다. 하지만 물은 얼음이 될 때 수소 결합이 증가하면서 빈 공간이 있는 결정 구조를 형성하므로 부피가 커진다. 따라서 1기압에서 1g의 부피는 수증기>얼음>물이다. ㄱ. (가)-(다)는 각각 물, 얼음, 수증기이다. ㄴ. 밀도 = $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 같은 질량일 때 부피가 클수록 밀도가 작다. 따라서 밀도는 물>얼음>수증기이다. ㄷ. 얼음을 가열하여 물이 될 때 H₂O 사이의 수소 결합 수가 감소하므로 분자당 평균 수소 결합 수는 얼음>물이다.
- 9. [출제의도] 퍼센트 농도, 몰농도, 몰랄 농도 이해하기**
 용액 (가) 10%에는 용액 100g 중 용질 A가 10g 녹아 있으므로 x=10이다. 부피 = $\frac{\text{질량}}{\text{밀도}}$ 이고, (나)의 밀도가 1.1g/mL이므로 (나) 100g의 부피는 $\frac{100\text{g}}{1.1\text{g/mL}} = \frac{100}{1.1}\text{mL} = \frac{1}{11}\text{L}$ 이고, 용액의 몰농도(M) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 $\frac{y}{\frac{1}{11}\text{L}} = 1\text{M}$ 이다. 따라서 y = $\frac{100}{11}$ 이다. 용액의 몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이므로 $\frac{\frac{z}{1000}}{\frac{100-z}{1000}\text{kg}} = 1\text{m}$ 이다. 따라서 z = $\frac{100}{11}$ 이다. 그러므로 x>y=z이다.
- 10. [출제의도] 열량계의 열용량을 이용하여 에탄올의 연소열 구하기**
 반응에서 발생한 열량을 Q, 열용량을 C, 온도 변화를 ΔT라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 Q=CΔT이다. ㄱ. 벤조산의 연소열이 26.4kJ/g이므로 5g이 연소될 때 Q=26.4kJ/g×5g=132kJ이다. ㄴ. 132kJ=C×6.6°C이므로 열량계의 C=20kJ/°C이다. ㄷ. 에탄올 3g이 연소될 때 발생한 Q=20kJ/°C×4.5°C=90kJ이므로 에탄올의 연소열은 30kJ/g이다.

- 11. [출제의도] 반응의 엔탈피(H) 관계 비교하기**
 2H₂(g)+2O₂(g), 2H₂O₂(g), 2H₂O(g)+O₂(g)를 각각 (가), (나), (다)라 하면 엔탈피(H)는 (가)가 (나)보다 272kJ만큼 크고 (다)보다 484kJ만큼 크므로, (나)가 (다)보다 212kJ만큼 크다. 따라서 H는 (가)>(나)>(다)이고, (가)와 (나)의 차(272kJ)가 (나)와 (다)의 차(212kJ)보다 크다.
- 12. [출제의도] 고체의 결정 구조 파악하기**
 X의 결정 구조는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 포함된 원자는 $\frac{1}{2}$ (면심)×6개 + $\frac{1}{8}$ (꼭지점)×8개=4개이다. 단위 세포의 부피는 a³cm³이고 질량은 4wg이다. X(s) 1몰의 부피를 Vcm³라 할 때, 1몰의 질량은 Mg이므로 a³:4w = V:M에서 V = $\frac{M^3}{4w}$ 이다.
- 13. [출제의도] 용액의 농도 환산하기**
 ㄱ. 용질의 질량을 w라 하면 (나)의 몰랄 농도 = $\frac{\frac{w}{40}\text{몰}}{\frac{108-w}{1000}\text{kg}} = 2\text{m}$ 이므로 w=8g이고, (가)에 A(s) 4g을 녹여 만든 (나)의 질량이 108g이므로 (가)는 104g이며, (가)의 밀도는 1.04g/mL이다. 따라서 (가)에 용질 4g, 용매 100g이 들어 있고, (가)의 부피는 100mL이다. 용액의 몰농도 = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 (가)의 몰농도는 $\frac{0.1\text{몰}}{0.1\text{L}} = 1\text{M}$ 이다. ㄴ. (나)의 퍼센트 농도 = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100 = \frac{8\text{g}}{108\text{g}} \times 100 < 8\%$ 이다. ㄷ. (다)에서 용질의 질량은 8g, 용매의 질량은 200g, 용액의 질량은 208g이고, 온도가 일정하므로 (가)와 농도가 같다. 따라서 (다)의 밀도 = 1.04g/mL이다.
- 14. [출제의도] 기체 상수(R)를 실험으로 구하기**
 기체의 압력을 P, 부피를 V, 몰수를 n, 절대 온도를 T, 기체 상수를 R라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 PV=nRT이고, 기체의 몰수를 n, 질량을 w, 분자량을 M이라고 할 때, n = $\frac{w}{M}$ 이므로 R = $\frac{PVM}{wT}$ 이다. 따라서 R = $\frac{P\text{기압} \times \frac{VL}{1000} \times Mg/\text{몰}}{wg \times TK} = \frac{PVM}{1000wT}$ 기압·L/몰·K이다.
- 15. [출제의도] 생활 속에서 ppm 농도 적용하기**
 $1\text{mg/kg} = \frac{10^{-3}\text{g}}{10^3\text{g}} = \frac{1\text{g}}{10^6\text{g}}$ 이고, $1\text{ppm} = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6 = \frac{1\text{g}}{10^6\text{g}} \times 10^6$ 이다. 따라서 1mg/kg은 1ppm에 해당한다. 그러므로 어린이 제품의 Cd 검출 허용 기준인 300mg/kg을 초과하는 제품은 (나), (마)로 2가지이다.
- 16. [출제의도] 헤스 법칙을 이용하여 반응 엔탈피 구하기**
 ㄱ. 1몰의 C(s, 흑연)가 완전 연소될 때 반응 엔탈피가 akJ이므로 C(s, 흑연)의 연소 엔탈피 ΔH=a kJ/mol이다. ㄴ. H₂O(l)이 분해되는 반응의 화학 반응식은 H₂O(l)→H₂(g)+ $\frac{1}{2}$ O₂(g)이므로 H₂O(l)의 분해 엔탈피 ΔH=- $\frac{1}{2}$ bkJ/mol이다. ㄷ. C₄H₈(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식은 4C(s, 흑연)+4H₂(g)→C₄H₈(g)이므로 C₄H₈(g)의 표준 생성 엔탈피(ΔH)는 주어진 열화학 반응식과 헤스 법칙을 이용해 다음과 같이 구할 수 있다.



17. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용매의 분자량을 M 이라 하면 용질 X의 분자량은 $3M$ 이고, 용액의 증기 압력을 $P_{\text{용액}}$, 용매의 증기 압력을 $P_{\text{용매}}$, 용매의 몰분율을 $X_{\text{용매}}$ 라고 할 때, $P_{\text{용액}} = P_{\text{용매}} X_{\text{용매}}$ 이다. 용액의 증기 압력 내림을 ΔP , 용질의 몰분율을 $X_{\text{용질}}$ 이라고 할 때, $\Delta P = P_{\text{용매}} X_{\text{용질}}$ 이므로 (가)에서 $X_{\text{용매}} = \frac{7}{8}$ 이고, $X_{\text{용질}} = \frac{1}{8}$ 이다. X의 몰수 = $\frac{X \text{의 질량}}{X \text{의 분자량}} = \frac{w}{3M}$ 이고, 용매의 몰수 = $\frac{100-w}{M}$ 이므로 $X_{\text{용질}} = \frac{\frac{w}{3M}}{\frac{w}{3M} + \frac{100-w}{M}} = \frac{1}{8}$ 이다. 따라서 $w=30$ 이다. (나)에서 $X_{\text{용매}} = \frac{\frac{200-w}{M}}{\frac{w}{3M} + \frac{200-w}{M}} = \frac{17}{18}$ 이므로 $P_{\text{용액}} = \frac{17}{18} P_0$ 이다.

18. [출제의도] 기체의 확산 속도 비를 이용한 분자량 비 예측하기

(다)에서 반응 후 용기 II 속 생성된 Z의 몰수와 남아 있는 X의 몰수가 같으므로 이를 각각 n 몰이라고 하면 화학 반응 전후 물질의 몰수는 다음과 같다.

	X(g)	+ 2Y(g)	→	2Z(g)
반응 전	1.5n	n		0
반응	-0.5n	-n		+n
반응 후	n	0		n

ㄱ. (다)에서 II 속 X의 몰수는 반응 전이 반응 후의 1.5배이다. ㄴ. 확산된 몰수 비는 확산 속도 비와 같으며 분자의 평균 운동 속도 비와 같다. (나)에서 용기 II 속으로 확산된 몰수 비 $X:Y=1.5n:n=3:2$ 이므로, 평균 운동 속도 비 $X:Y=3:2$ 이다. ㄷ. 일정한 온도에서 분자의 평균 운동 속력은 분자량의 제곱근에 반비례하므로 분자량 비 $X:Y=4:9$ 이고, X, Y의 분자량을 각각 $4M, 9M$ 이라 할 때 질량 보존 법칙에 의해 $4M+2 \times 9M=2 \times Z$ 의 분자량이다. 따라서 Z의 분자량=11M이다.

19. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기

[해설 1]
기체 A의 몰수를 n_A , B의 몰수를 n_B , 전체 기체의 몰수를 $n_T (=n_A+n_B)$, A의 몰분율을 X_A , B의 몰분율을 X_B , A의 부분 압력을 P_A , B의 부분 압력을 P_B , 혼합 기체의 전체 압력을 P_T 라고 하면, 두

$$\text{기체의 부분 압력의 비 } \frac{P_B}{P_A} = \frac{P_T X_B}{P_T X_A} = \frac{\frac{n_B}{n_T}}{\frac{n_A}{n_T}} = \frac{n_B}{n_A}$$

이다. 따라서 추가한 B의 질량이 1g일 때, $\frac{P_B}{P_A} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{1}{2}$ 에서 $n_A:n_B=2:1$ 이다. n_A, n_B 를 각각 $2n$ 몰, n 몰이라 하고, 추가한 B의 질량이 3g일 때, $\frac{P_B}{P_A} = \frac{n_B}{n_A} = 1$ 에서 $n_A:n_B=1:1$ 이고, n_A 는 변하지 않으므로 $n_B=2n$ 몰이다. 따라서 B n 몰에 해당하는 질량=3-1=2g이고, B 1g의 몰수는 0.5n몰이다. 처음 혼합 기체에 B 1g을 추가할 때 B의 몰수가 n 몰이 되기 위해서는 처음 B는 0.5n몰이므로 1g이다. 따라서 처음 혼합 기체 4g에는 B 0.5n몰(1g), A 2n

몰(3g)이 있다. A, B의 분자량을 각각 M_A, M_B 라고 할 때, 분자량= $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$ 이므로 $M_A:M_B = \frac{3}{2n} : \frac{2}{n} = 3:4$ 이다.

[해설 II]

처음 실린더에 들어 있는 A, B의 질량은 각각 wg , $(4-w)g$ 이다. 추가한 B의 질량이 1g일 때, $\frac{P_B}{P_A} =$

$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{5-w}{M_B}}{\frac{w}{M_A}} = \frac{1}{2} \text{에서 } \frac{M_B}{M_A} = \frac{10-2w}{w} \text{이고, 추가한 B}$$

의 질량이 3g일 때, $\frac{P_B}{P_A} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{7-w}{M_B}}{\frac{w}{M_A}} = 1$ 에서 $\frac{M_B}{M_A}$

$$= \frac{7-w}{w} \text{이다. 따라서 } w=3 \text{이므로 } \frac{M_B}{M_A} = \frac{4}{3} \text{이다.}$$

20. [출제의도] 끓는점 오름 이해하기

용액의 끓는점 오름을 ΔT_b , 끓는점 오름 상수를 K_b , 몰랄 농도를 m 이라고 할 때 $\Delta T_b = K_b m$ 이다. 100.5°C에서 수용액이 끓기 시작하고, 101.0°C에서 용질 B가 더 녹으면 수용액의 끓는점이 높아져 끓지 않다가 101.5°C에서 수용액이 다시 끓는다. ㄱ. t_2 분일 때 수용액은 끓지 않으므로 증기 압력은 외부 압력인 1기압보다 작다. ㄴ. 1기압에서 순수한 물의 끓는점은 100°C이므로 A(aq)의 $\Delta T_b = 0.5^\circ\text{C}$ 이고, t_1 분일 때 $\Delta T_b = 1.0^\circ\text{C}$ 이므로 ΔT_b 가 2배로 되었다. 따라서 m 이 2배가 되었고, 물은 끓는 동안 기화하여 절반인 $\frac{W}{2}$ g이 되었으며, t_2 분일 때 용질은 $2wg$

이므로 수용액의 질량은 $\frac{W+4w}{2}$ g이다. ㄷ. A, B의 몰수를 각각 n_A, n_B 라 하면, t_1 분(100.5°C)일 때 $\Delta T_b = K_b^\circ\text{C}/m \times \frac{n_A \text{몰}}{\frac{W}{1000} \text{kg}} = 0.5^\circ\text{C}$, t_3 분(101.5°C)일

$$\text{때 } \Delta T_b = K_b^\circ\text{C}/m \times \frac{(n_A+n_B) \text{몰}}{\frac{W}{2 \times 1000} \text{kg}} = 1.5^\circ\text{C} \text{이므로,}$$

$n_A:2(n_A+n_B)=1:3$ 이다. 따라서 $n_A:n_B=1:0.5=2:1$ 이다. A, B의 질량이 같고, 분자량= $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$ 이므로 분자량은 B가 A의 2배이다.

01. ② 02. ⑤ 03. ② 04. ③ 05. ③ 06. ④ 07. ⑤ 08. ④ 09. ① 10. ④
 11. ⑤ 12. ① 13. ③ 14. ③ 15. ① 16. ⑤ 17. ④ 18. ⑤ 19. ② 20. ③

1. 에너지의 전환과 보존

염화 칼슘의 용해 반응이 발열 반응이므로 이를 이용하는 휴대용 가열 레인지에서는 에너지의 변환이 일어난다. 전체 에너지(계+주위)는 반응이 일어나도 보존된다.

[정답맞히기] 염화 칼슘의 용해 반응에서는 화학 에너지가 열에너지로 변환되어 방출되는 것이고, 이 반응이 일어나도 전체(계 + 주위) 에너지는 보존된다. 따라서 (가)는 열에너지이고, (나)는 보존이다. **정답②**

2. 분자 간 힘

[정답맞히기] 학생 A. 액체와 고체 상태의 물질은 분자 사이의 거리가 가까우므로 분자 사이에 인력이 작용한다.

학생 B. NO의 끓는점이 O₂보다 높은 것은 NO는 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하는 극성 분자이고, O₂는 분산력만 작용하는 무극성 분자이기 때문이다.

학생 C. CH₃OH(l)는 분자 구조에서 O에 결합된 H원자가 존재하므로 수소 결합을 한다. 따라서 기준 끓는점이 분자량이 비슷한 O₂나 NO에 비해 높다. **정답⑤**

3. 반응 계와 엔트로피 변화

[정답맞히기] 반응 전과 반응 후의 분자 수를 토대로 화학 반응식을 나타내면 $2A(g) \rightarrow B(g)$ 이다. 이 반응은 분자 수가 감소하는 반응이므로 엔트로피 변화 $\Delta S < 0$ 이다. 또한 이 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. 자유 에너지 변화 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $T\Delta S < 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이어야 한다. 반응계가 고립계라면 열에너지의 출입이 없으므로 $\Delta H = 0$ 이 되어 $\Delta G > 0$ 이 되므로 이 반응의 반응계는 열에너지의 출입이 가능한 닫힌계이어야 한다. **정답②**

4. 물의 특성

물 분자는 수소 결합을 형성하므로 분자량이 비슷한 다른 물질들에 비해 분자 간 힘이 강하며, 끓는점이 높고, 융해열과 기화열, 비열, 표면 장력이 크다.

[정답맞히기] 가. ㉠ 결합은 수소 결합이다. 분자당 ㉡ 결합의 평균 개수는 얼음에서 4개이고 물에서 1개이다.

다. 표면 장력이 크면 물방울의 모양이 더 둥근 모양이 되므로 표면 장력은 온도가 낮은 (나)에서가 (다)에서보다 크다. **정답③**

[오답피하기] 나. 얼음은 수소 결합으로 육각형 모양의 빈 공간이 있는 결정을 하고 있으므로 물보다 부피가 크다. 따라서 1g의 부피는 0°C의 얼음이 4°C의 물보다 크다.

5. 끓는점과 압력

[정답맞히기] 물은 외부 압력이 1기압일 때 100°C에서 끓는다는 내용을 학습한 후, 실험 과정에서 75°C의 물에 감압 용기를 이용하여 압력을 감소시켜 물을 끓이고 있으므로 가설의 ㉠으로 가장 적절한 것은 ‘압력이 낮아지면 물의 끓는점이 낮아진다.’이다. 정답③

6. 혼합 기체의 압력

[정답맞히기] t_1 일 때 콕 a를 열어 충분한 시간 동안 놓아두었을 때 압력이 5기압이므로 온도가 일정한 상태에서 혼합하더라도 기체의 분자 수는 변하지 않는 성질과 기체의 분자 수는 압력과 부피의 곱에 비례함을 이용하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

전체 기체의 압력은 각 기체의 부분 압력의 합과 같으므로

$$(6\text{기압} \times 3L) + (2\text{기압} \times xL) = (5\text{기압} \times (3+x)L)$$

따라서 $x = 1$ 이다.

t_2 일 때 콕 b를 열어 충분한 시간을 두었을 때 압력이 3기압이므로 이는 콕 b를 열기 전에 기체의 분자 수와 혼합된 후 기체의 분자 수가 같다는 것을 이용하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$(5\text{기압} \times 4L) + (1\text{기압} \times xL) = (3\text{기압} \times (4+y)L)$$

따라서 $y = 4$ 이다.

혼합 기체에서 He과 Ar의 분자 수 비는 콕을 열기 전의 값들로부터 구할 수 있으므로 He : Ar = $(5\text{기압} \times 3L) + (1\text{기압} \times 1L) : (1\text{기압} \times 3L) + (1\text{기압} \times 1L) + (1\text{기압} \times 4L)$

= 2 : 1이다. 따라서 $P_{\text{He}} = 3\text{기압} \times \frac{2}{3} = 2\text{기압}$ 이다. 정답④

7. 용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. KHCO_3 의 화학식량은 100이므로 1g은 0.01몰이고, 이를 100mL의 부피 플라스크에 넣는다고 하였으므로 몰농도(M)는 $\frac{0.01}{0.1} = 0.1\text{M}$ 이다.

ㄴ. (나) 수용액의 몰농도는 $1 \times 10^{-3}\text{M}$ 이므로 이는 0.001몰의 용질이 1L의 용액에 녹아 있는 것이다. 수용액이 밀도가 $d \text{ g/mL}$ 이므로 용액 1L는 1000d g이고, 용질의 질량은 0.1g이므로 수용액의 퍼센트 농도(%)는 $\frac{0.1\text{g}}{1000d} \times 100 = \frac{1}{100d}\%$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄴ. 500mL 부피 플라스크에 $1 \times 10^{-3}\text{M}$ 수용액을 만들기 위해서는 몰농도 공식에 따라 5×10^{-4} 몰의 용질이 필요하다. 따라서 $0.1\text{M} \times VL = 5 \times 10^{-4}\text{몰}$ 이므로 $V = 0.005L$ 이고 $x = 5\text{mL}$ 이다.

8. 반응 지수와 평형 상수

[정답맞히기] 초기 상태에서 반응 지수(Q)를 판단해 보면 부피가 1L이므로

$Q = \frac{(0.5)^2}{(0.1)^2(0.1)} = 250$ 이다. 또한 평형 상태에서 $K = \frac{(0.3)^2}{(0.3)^2(0.2)} = 5$ 이다. 따라서 초기 상태에서 $Q > K$ 이므로 이 반응은 역반응으로 진행되는 반응이다. 따라서 정반응의 $\Delta G > 0$ (비자발적)이다. 정답④

9. 발열 반응과 흡열 반응

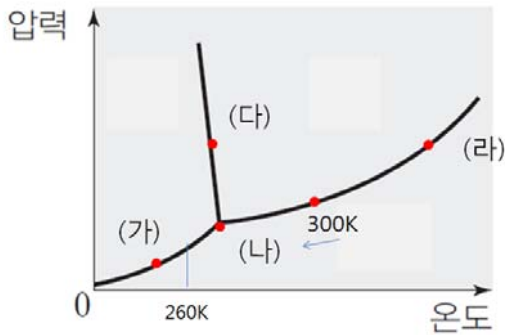
[정답맞히기] ㄱ. 수용액 (가)에서는 20°C의 물이 22°C가 되었으므로 A(s)가 용해되면서 열이 방출된 것이다. 따라서 A(s)의 용해 반응은 발열 반응이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 수용액 (나)에서는 20°C의 물이 19°C가 되었으므로 B(s)의 용해 반응은 흡열 반응임을 알 수 있다. 따라서 B(s)의 용해 엔탈피 $\Delta H_{\text{용해}} > 0$ 이다.

ㄷ. B(s)가 물에 용해되는 반응은 자발적으로 일어난 것이므로 전체(계+주위) 엔트로피 변화 $\Delta S_{\text{전체}} > 0$ 이다.

10. 상평형

[정답맞히기] (나)에서 안정한 상의 수가 3개이므로 삼중점임을 알 수 있다. 이보다 온도와 압력이 낮은 (가)에서는 고체, 기체가 평형을 이루고, (다)는 고체, 액체가, (라)는 액체, 기체가 상평형을 이룸을 알 수 있다. 300K에서 액체와 기체가 평형을 이루고 있는 강철 용기의 온도를 260K으로 낮추면 삼중점 보다 낮은 온도에 도달하면서 기체의 압력이 줄어들 것이므로 고체와 기체가 평형을 이루는 상태에 도달하게 될 것이다. 정답④



11. 그레이엄 법칙

[정답맞히기] 측정한 A, B의 분출 시간은 t 초, $4t$ 초이므로 기체의 분출 속도는 A가 B의 4배임을 알 수 있다. 기체의 분출 속도는 분자량의 제곱근에 반비례하므로

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ 에서 } \frac{4}{1} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ 이므로 } \frac{M_B}{M_A} = 16 \text{ 이다. } \quad \text{정답⑤}$$

12. 보일 샤를 법칙

[정답맞히기] 360K에서 J자 관에 18 cm³의 (76+4)cmHg의 압력을 받는 Ne(g)에 온도를 낮추어 양쪽 수은 기둥의 높이가 같아지면 현재의 높이 차이가 4cm이므로 수은 기둥의 높이는 2cm가 줄어들게 되어 Ne(g)의 부피는 16 cm³가 된다. 또한 수은 기둥의 높이가 같아졌으므로 압력은 이전보다 감소하여 대기압과 같아진다. 이를 보일 샤를 법칙($\frac{PV}{T} = k(\text{일정})$)에 대입하면

$$\frac{(76+4) \times 18}{360} = \frac{76 \times 16}{T} \text{에서 } T = 304 \text{ K이다.} \quad \text{정답①}$$

13. 고체 결정 구조

[정답맞히기] (가)는 단위 세포의 꼭지점만 입자들이 존재하므로 단순 입방 구조이고, (나)는 꼭지점에 4개의 입자와 가운데 1개의 입자가 존재하므로 체심 입방 구조이다. 단순 입방 구조의 결정에서 한 원자에 가장 인접한 원자 수 $a=6$ 이고, (나) 결정에서 단위 세포에 포함된 원자 수는 2이다. 따라서 $\frac{a}{b}=3$ 이다. 정답③

14. 끓는점 오름

기준 끓는점은 Y가 X보다 높다고 하였으므로 A의 질량이 0일 때 용매 Y의 끓는점은 T_1 보다 높다. 용액의 끓는점 오름 $\Delta T_b = K_b \times m$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 끓는점이 높은 용매가 증기 압력이 작으므로 T_1 K에서 증기 압력은 X는 끓는점이므로 1기압이고, Y는 끓는점이 이보다 높으므로 1기압보다 낮은 상태이다.

ㄴ. Y의 몰랄 오름 상수는 Y에 A가 녹았을 때의 끓는점 오름을 통해 구할 수 있다. Y의 기준 끓는점을 T_Y 라고 하면 a g을 넣었을 때 끓는점 오름

$$T_2 - T_Y = K_b \times \frac{a}{0.1M} = K_b \times \frac{10a}{M} \text{이고, } 2a \text{ g을 넣었을 때 끓는점 오름은}$$

$$T_4 - T_Y = K_b \times \frac{20a}{M} \text{이다. 두 식을 연립하면 Y의 몰랄 오름 상수}$$

$$K_b = \frac{M(T_4 - T_2)}{10a} \text{ K/m 이다.} \quad \text{정답③}$$

[오답피하기] ㄷ. A의 질량이 a g이었을 때 용액의 끓는점이 T_2 로 같으므로 끓는점 오름은 X에 A를 혼합한 용액이 Y에 A를 혼합한 용액보다 크다. 따라서 $2a$ g을 혼합하였을 때 온도는 $T_3 > T_4$ 이다.

15. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 표준 생성 엔탈피는 어떤 물질이 1몰의 성분 원소의 가장 안정한 홑원소 물질로부터 생성될 때의 반응 엔탈피 이므로 첫 번째 반응식의 반응 엔탈피가

A(g)의 표준 생성 엔탈피($\Delta H = -126 \text{ kJ/mol}$)이다.

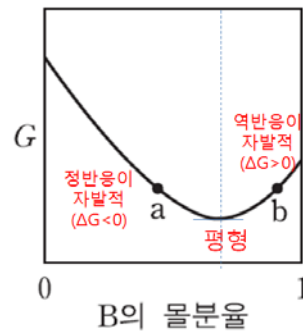
정답①

[오답피하기] ㄴ. $A(g) \rightarrow B(g)$ 반응의 반응 엔탈피는 $\Delta H = -8 \text{ kJ}$ 이므로 엔탈피는 A가 B보다 크다. 따라서 결합 에너지의 총합은 B가 A보다 크다.

ㄷ. 헤스 법칙에 따르면 반응 전과 후에 물질의 종류와 상태가 같으면 반응 경로에 관계없이 반응열은 일정하므로 반응 $A(g) \rightarrow B(g)$ 과 B의 연소 반응의 화학 반응식의 반응 엔탈피를 더하면 A의 연소 엔탈피가 된다. 따라서 A(g)의 연소 엔탈피는 $-8 + (-2880) = -2888 \text{ kJ/mol}$ 이다.

16. 몰분율과 자유 에너지 변화

B의 몰분율에 따른 자유 에너지 변화에서 반응의 자발성과 평형을 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. 평형 상수 $K = 2$ 이므로 1L의 용기로 부피를 가정하면 A는 n 몰, B는 $2n$ 몰의 몰수를 나타낸다. 따라서 평형에서 B의 몰분율은 $\frac{2}{3}$ 이다.

ㄷ. 평형에서 A와 B를 각각 1몰씩 첨가하면 B의 몰분율은 감소하게 되어 자유 에너지 변화 그래프에서 평형의 왼쪽에 자유 에너지가 형성되므로 정반응이 자발적인 반응이 되어 $\Delta G < 0$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 반응 지수(Q)는 a에서가 K 보다 작고, b에서가 K 보다 크다. 따라서 반응 지수는 b에서가 a에서보다 크다.

17. 상태 변화와 엔트로피 변화

그림 (가)에서는 용해 엔탈피보다 기화 엔탈피가 더 큰 것을 알 수 있다. 또한 (나)에서는 T_2 에서 용해가 일어나고, T_3 에서 기화가 일어남을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 가열 곡선에서 열량을 계속 가하므로 H_2O 1몰의 엔트로피는 Q에서가 P에서보다 크다.

ㄷ. T_3 에서 $\Delta G = 0$ 이므로 $\Delta H_{기화} - T_3 \Delta S_{기화} = 0$ 이고, T_2 에서도 $\Delta H_{용해} - T_2 \Delta S_{용해} = 0$ 이다. 따라서 $T_3 \Delta S_{기화} = \Delta H_{기화}$, $T_2 \Delta S_{용해} = \Delta H_{용해}$ 이고, 기화와 용해는 모두 흡열 반응이며, (가)에서 알 수 있듯이 기화 엔탈피가 용해 엔탈피보다 크다. 따라서 $T_3 \Delta S_{기화} > T_2 \Delta S_{용해}$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. T_1 K에서 H_2O 은 액체 상태이므로 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 의 반응은 비자발적($\Delta G > 0$)이다. 따라서 1몰의 자유 에너지는 $H_2O(g)$ 가 $H_2O(l)$ 보다 크다.

18. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. 온도 T 에서 K 는 평형 I로부터 구할 수 있으므로 $K = \frac{(\frac{2}{V})^2}{\frac{2}{V} \times \frac{1}{V}} = 2$

이다.

ㄴ. 화학 반응식에서 반응 물질의 계수 합과 생성 물질의 계수가 같으므로 반응 전과 후에 평형이 이동하더라도 기체 분자수는 변화가 없는 반응이다. 따라서 새로운 평형 III에 도달하여 P_2 기압이 되더라도 기체의 분자 수에는 변화가 없고 기체가 들어 있던 부피가 $3V$ L에서 $5V$ L로 증가하는 변화가 있다. 따라서 $P_1 \times 3V = P_2 \times 5V$ 이므로 $P_2 = \frac{3}{5}P_1$ 이다.

ㄷ. 온도 T 에서 평형 상수 $K=2$ 이므로 평형 II에서 $K = \frac{(\frac{4}{2V})^2}{\frac{2}{2V} \times \frac{x}{2V}} = 2$ 이므로 $x = 4$

이다. 평형 III에 도달하기 전 반응 지수(Q)를 구해보면 부피가 $5V$ L가 될 것이므로

$Q = \frac{(\frac{6}{5V})^2}{\frac{4}{5V} \times \frac{5}{5V}} = \frac{9}{5}$ 이다. 따라서 $Q < K$ 이므로 반응은 정반응으로 진행하게 되고 반응

전 몰분율인 $\frac{2}{5}$ 보다 커지게 된다.

정답㉔

19. 헨리 법칙

[정답맞히기] T_1 K에서 Xe의 부분 압력이 1기압일 때, Xe의 물에 대한 용해도가 $100a$ g/L고, Xe은 헨리 법칙을 따르므로 압력이 달라지면 용해도가 달라진다.

강철 용기 I에서 용기 안의 압력 $P = b + P_{Xe}$ 이고, Xe의 용해도가 $99a$ 이므로 이때 Xe의 압력은 0.99기압이다. 강철 용기 II에서 Xe의 용해도가 $199a$ 이므로 Xe의 부분 압력은 1.99기압이다. 따라서 강철 용기 I에서는 $0.99 + b = p$, II에서는 $1.99 + b = 2P$ 이므로 $P = 1.00$ 기압이 되고, $b = 0.01$ 기압이다. T_2 에서는 용기 안의 압력이 P 기압(=1기압)인데 온도가 달라져서 물의 증기 압력이 $4b$ (=0.04기압)이므로 $P_{Xe} = 0.96$ 기압임을 알 수 있다. 이때 Xe의 용해도가 $48a$ 이므로 T_2 K에서는 P_{Xe} 이 1기압일 때 $50a$ 의 Xe이 용해될 것임을 알 수 있다.

정답㉕

20. 화학 평형

외부 압력이 증가하는데도 혼합 기체의 밀도가 이에 비례하여 증가하므로 실린더 내의 기체의 질량은 일정한 상태로 부피가 반비례하는 반응임을 알 수 있다. 따라서 반응 전과 후의 분자 수 변화가 없으므로 압력이 변하더라도 평형 이동이 일어나지 않는 반응물의 계수 합과 생성물의 계수가 같은($c=2$) 화학 반응식임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 평형 이동이 일어나도 몰수 변화가 없으므로 질량은 일정하게 유지되고 밀도는 부피에 반비례하므로 $\frac{PV}{T_1} = \frac{P \times 2V}{T_2}$ 가 되어 $T_2 = 2T_1$ 이다.

ㄷ. 그래프에서 평형 I에서 II로 평형 이동하는 과정은 $4d$ 였던 밀도가 d 로 감소하는 과정이다. 따라서 부피가 4배 증가하는 과정이다. A의 농도는 평형 I에서 1M에서 부피가 4배가 되어 $\frac{1}{4}$ M로 되었다가 역반응으로 $\frac{1}{4}$ M가 증가하여 $\frac{1}{2}$ M가 된 것이므로 화학 반응식의 계수에 따라 B는 $\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 1$ M, C는 $\frac{x}{4} - \frac{2}{4} = \frac{1}{4}$ M이다.

	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$		
반응 전	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{x}{4}$
반응	$+\frac{1}{4}$	$+\frac{1}{4}$	$-\frac{2}{4}$
반응 후	$\frac{1}{2}$	$y(=1)$	$\frac{1}{4}$

따라서 평형 II에서 $K = \frac{(\frac{1}{4})^2}{\frac{1}{2} \times 1} = \frac{1}{8}$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 이 반응은 압력에 의한 평형 이동은 일어나지 않으므로 C(g)의 계수는 2이다. 따라서 평형 I에서 II로 이동할 때 온도를 높였는데 역반응 쪽으로 반응이 진행하므로 정반응의 $\Delta H < 0$ 이다.

2017학년도 7월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

화학 II 정답

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

과학탐구 영역

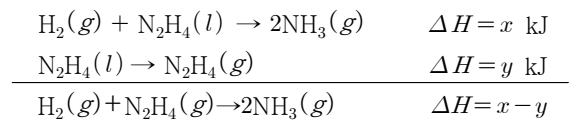
화학 II 해설

- [출제의도] 물의 특성 이해하기**
물이 얼음으로 되는 과정에서 부피가 증가하여 밀도가 감소하기 때문에 얼음은 물 위에 뜬다.
- [출제의도] 기체의 성질 이해하기**
온도가 일정하고 부피가 같으므로 $PV=nRT$ 에서 몰수 비는 압력 비와 같다. 질량이 같고 몰수 비 $A_2 : A_2B = 2 : 1$ 이므로 분자량 비 $A_2 : A_2B = 1 : 2$ 이고, $\frac{B\text{의 원자량}}{A\text{의 원자량}} = 2$ 이다.
- [출제의도] 엔탈피와 엔트로피 적용하기**
1 기압, 10°C 에서 액체 질소가 격렬하게 끓으므로 기준 끓는점은 10°C 이하이고, 질소의 엔트로피 (S)는 증가한다. 물이 얼음으로 변하는 것은 발열 반응이므로 엔탈피 변화(ΔH)는 0보다 작다.
- [출제의도] 고체의 용해도 적용하기**
 70°C 에서 포화된 A 수용액 160 g을 40°C 로 낮추면 석출되는 A의 질량은 (60-40) g이므로, 포화된 A 수용액 120 g에서 A의 석출량은 15 g이다.
- [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘 분석하기**
(가)와 (나)는 분자량이 같고, (가)는 극성 분자, (나)는 무극성 분자이므로 끓는점은 (나)가 (가)보다 낮다. (다)는 에탄올이므로 분자 사이에 수소 결합을 한다. 모든 분자 사이에는 분산력이 작용한다.
- [출제의도] 용액의 증기 압력 적용하기**
 묽은 용액의 증기 압력 내림(ΔP)은 용질의 몰분율에 비례한다. $\Delta P = 0.1a = P_{\text{용매}} \times x_A$ 이므로 $x_A = \frac{1}{30+1}$ 이다. 퍼센트 농도는 $\frac{60}{540+60} \times 100 = 10\%$ 이다.
- [출제의도] 수용액의 끓는점 오름 적용하기**
 $\Delta T_b = K_b \times m$ 이므로,
(가) $6a = K_b \times \frac{9}{0.1}$, (나) $a = K_b \times \frac{180}{0.1}$,
(다) $\textcircled{C} = K_b \times \frac{\frac{3}{60} + \frac{9}{180}}{0.1}$ 를 계산하면 $K_b = 4a$ 이고, $\textcircled{A} = 4.5$, $\textcircled{B} = 4a$ 이다. 따라서 $\textcircled{A} \times \textcircled{B} = 18a$ 이다.
- [출제의도] 수용액의 농도 이해하기**
(가)에서 A는 15 g, 물은 35 g이다. (나)에서 $\frac{15+x}{2m} = \frac{180}{0.05}$ 이므로 $x=3$ 이며, A는 0.1 몰이다. (다)에서 1 M 수용액 200 mL에 들어 있는 A는 0.2 몰이므로 $y=18$ 이다. 따라서 $x:y=1:6$ 이다. 밀도를 이용하면 수용액의 질량은 230 g이고, (다)의 몰랄 농도는 $\frac{0.2}{0.230-0.036} m$ 이므로 1 m보다 크다.

9. [출제의도] 물질의 상평형 적용하기
기준 끓는점이 Y가 X보다 높으므로 분자 간 인력은 Y가 X보다 크다. 기준 끓는점에서 두 가지 상태가 동적 평형을 이루므로 $\Delta G=0$ 이다.
 $\Delta H_1 - T\Delta S_1 = 0$, $\Delta H_2 - (T+a)\Delta S_2 = 0$ 이므로 $a = \frac{\Delta H_2}{\Delta S_2} - \frac{\Delta H_1}{\Delta S_1}$ 이다.

10. [출제의도] 엔탈피와 엔트로피 변화 분석하기
(가)의 엔트로피 변화(ΔS)는 0보다 작으므로 \textcircled{A} 이다. (나)의 ΔG 는 $3a-a > 0$ 이므로 비자발적이다. 헤스 법칙에 의해 $D(s) + B(g) \rightarrow E(g)$ 반응의 $\Delta H = \frac{\Delta H_{(가)} + \Delta H_{(나)}}{3} = \frac{-10b+3a}{3}$ 이고, $a < 3b$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이다.

11. [출제의도] 결합 에너지 적용하기
 $H_2(g) + N_2H_4(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ 의 반응열은 다음과 같이 구한다.



결합 에너지를 이용하여 반응열을 구하면, 반응열(ΔH)=(반응물의 결합 에너지 합)-(생성물의 결합 에너지 합)이므로 $\Delta H = x - y = (a+b+4c) - 6c$ 이다. 따라서 $x = a + b - 2c + y$ 이다.

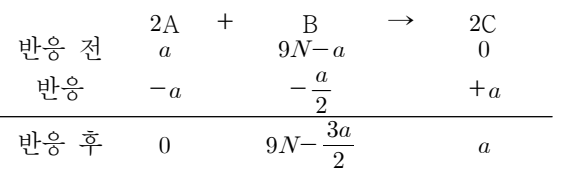
12. [출제의도] 이온화 반응식 이해하기
산의 세기는 $HA > HB^+$ 이므로 염기의 세기는 $B > A^-$ 이다. $K_a = Ca^2$ 이므로 0.2 M $HA(aq)$ 의 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-5}}{0.2}}$ 이므로 $\alpha = 1 \times 10^{-2}$ 이다.
 $HB^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons B(aq) + H_3O^+(aq)$ 에서 $K_a = \frac{1 \times 10^{-14}}{x} < 2 \times 10^{-5}$ 이므로 x 는 5×10^{-10} 보다 크다.

13. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기
 $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ 의 엔탈피 변화가 $N_2O(g)$ 의 분해열이므로 분해열(ΔH)은 $\frac{1}{2}\Delta H_2$ 이다. $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow NO(g)$ 의 엔탈피 변화가 $NO(g)$ 의 생성열이므로 생성열(ΔH)은 $\frac{1}{2}\Delta H_3$ 이다. $NO_2(g) + N_2O(g) \rightarrow 3NO(g)$ 의 반응열은 $\frac{1}{2}(\Delta H_2 + 2\Delta H_3 - \Delta H_1)$ 이다.

14. [출제의도] 전기 분해와 양적 관계 분석하기
각 전극에서 생성되는 환원소 물질의 몰수 비가 4:1이므로 (-)극에서는 금속 A, (+)극에서는 산소 기체가 생성된다. 따라서 \textcircled{A} 는 -0.83보다 크고, 전자 1 몰에 해당하는 전하량은 96500 C이므로 x 는 96500 C이다.

15. [출제의도] 기체의 용해도 이해하기
 H_2O 의 응축 속도는 (나)가 (가)보다 빠르지 않다. A의 부분 압력은 (나)가 (가)의 2배보다 크므로 물에 녹아 있는 A의 질량은 (나)가 (가)의 2배보다 크다. (나)에 He를 첨가하면 A의 부분 압력이 감소하므로 용해된 A의 질량은 감소한다.

16. [출제의도] 기체 반응에 따른 압력 변화 분석하기
온도가 일정할 때 기체의 압력과 부피의 곱은 몰수에 비례한다. (나)에서 A와 B의 몰수의 합은 $9N$ 이므로,



(다)에서 C의 몰분율은 $\frac{1}{5} = \frac{a}{2N + (9N - \frac{3a}{2}) + a}$

이므로 $a=2N$ 이다. (라)에서 He의 부피는 장치 내부의 전체 기체 부피와 같다. 압력과 부피를 고려하여 몰수를 구하면, He는 $2N$, B는 $6N$, C는 $2N$, Ar은 $2N$ 이다. 따라서 (가)에서 Ar은 2 기압이며, B의 부분 압력은 $3 \times \frac{7}{9}$ 기압, 분자수 비는 He:A=1:1이다.

17. [출제의도] 온도와 농도의 변화에 따른 평형 이동 분석하기

평형 I의 $K = \frac{4^2}{2} = 8$ 이다. (가)와 (나)의 온도가 같으므로 I과 II의 K 는 같다. II에서 A가 4.5 몰이므로 $K = \frac{y^2}{4.5} = 8$ 이고 $y=6$ 이다. 따라서 I에 추가한 A는 3.5 몰이다. 온도를 낮추어 III이 될 때 생성물의 몰수가 감소하므로 역반응 쪽으로 평형 이동한다. 따라서 정반응의 $\Delta H > 0$ 이다.

18. [출제의도] 화학 전지 이해하기
전극 A에서 산화 반응이 일어나므로 전극의 질량은 감소한다. 표준 전지전위($E^\circ_{\text{전지}} = E^\circ_{\text{환원전극}} - E^\circ_{\text{산화전극}}$)이고, $E^\circ_{\text{전지}} > 0$ 일 때 자발적인 반응이 일어나므로 $b-a > 0$ 이다. (나)에서 B가 석출될 때, K^+ 이 (나)로 이동하여 양이온 수가 증가한다.

19. [출제의도] 화학 평형 적용하기
기체의 총 몰수를 구하면 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{3 \times 8}{0.08 \times 600} = 0.5$ 이다. 평형 상태에서 Cl_2 의 몰분율이 0.4이므로 PCl_5 0.1몰, PCl_3 0.2몰, Cl_2 0.2몰이다. $P_{PCl_5} = P_{\text{전체}} \times x_{PCl_5}$ 이므로 $P_{PCl_5} = 3 \text{ 기압} \times 0.4 = 1.2 \text{ 기압}$ 이다.

$$K = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0.2 \times 0.2}{\frac{0.1}{8}} = 0.05 \text{이다.}$$

20. [출제의도] 중화 적정과 염의 가수 분해 분석하기
중화점의 절반에 해당하는 지점에서는 $[HA] = [A^-]$ 이므로, $K_a = [H_3O^+] = 10^{-6}$ 이다. (가)에서의 HA의 초기 농도($[HA]$)는

$$K_a = \frac{10^{-4} \times 10^{-4}}{[HA]} = 1 \times 10^{-6} \text{이므로, } 0.01M \text{이다.}$$

(나)에서의 HA의 초기 농도($[HA]$)는

$$K_a = \frac{10^{-3} \times 10^{-3}}{[HA]} = 1 \times 10^{-6} \text{이므로, } 1M \text{이다.}$$

NaOH와 반응한 HA의 부피를 구하면, (가)는 $0.1 \times 50 = 0.01 \times V_{(가)}$ 이므로 $V_{(가)} = 500 \text{ mL}$, (나)는 $0.1 \times 100 = 1 \times V_{(나)}$ 이므로 $V_{(나)} = 10 \text{ mL}$ 이다.

중화점에서 A^- 의 몰수가 (가)는 0.005, (나)는 0.010이므로 $K_b = \frac{K_w}{10^{-6}}$ 을 이용하여 중화점에서의

$$[OH^-] \text{를 구하면 (가)는 } \sqrt{10^{-8} \times \frac{5}{550}}, \text{ (나)는}$$

$$\sqrt{10^{-8} \times \frac{10}{110}} \text{이다. 따라서 중화점에서 } [OH^-] \text{는 (나)가 (가)의 } \sqrt{10} \text{ 배이다.}$$

2018학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ① 02. ① 03. ⑤ 04. ① 05. ④ 06. ③ 07. ④ 08. ② 09. ③ 10. ③
 11. ⑤ 12. ⑤ 13. ② 14. ③ 15. ⑤ 16. ② 17. ③ 18. ④ 19. ① 20. ①

1. 물의 수소 결합

[정답맞히기] 밀도는 물>얼음인데, 물이 얼 때는 수소 결합의 수가 증가하면서 부피가 증가한다. **정답①**

2. 수소 연료 전지와 물의 광분해

[정답맞히기] ㄱ. (가)와 (나)에서 모두 산화 환원 반응이 일어나므로 전자의 이동이 있다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서는 생성물이 $H_2O(l)$ 이지만 (나)에서는 생성물이 H_2 와 O_2 이다.

ㄷ. (가)에서는 반응 과정에서 위치 에너지가 빛 에너지로 전환 되는 것이지만 빛 에너지가 필요한 것은 아니다. 하지만 (나)에서는 햇빛을 이용하여 분해 반응이 일어나는 것이므로 빛 에너지가 필요하다.

3. 반응의 자발성

풍선 내부에서는 고체 상태의 드라이아이스가 이산화 탄소 기체로 되는 과정이 일어났다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 부피가 점점 증가한 것은 이산화 탄소 기체가 생성되었기 때문이다. 기체 상태의 물질은 고체 상태의 물질보다 엔트로피가 크므로 (나)에서 엔트로피는 증가한다.

ㄴ. (나)에서 고체 상태인 드라이아이스가 기체 상태의 이산화 탄소가 변하므로 기체의 몰수는 증가한다.

ㄷ. 풍선 내부에서는 자발적으로 고체 상태의 드라이아이스가 기체 상태의 이산화 탄소가 변했으므로 $CO(s) \rightarrow CO_2(g)$ 는 자발적이다. **정답⑤**

4. 용액의 농도

[정답맞히기] 수용액 (가)와 (나)는 같은 질량의 용질을 녹였으므로 수용액 (가)에서 수용액 양이 100g이고 퍼센트 농도가 10%이므로 용질 X의 질량은 10 g이다. 따라서 수용액 (나)의 Y 질량도 10 g이다. 수용액 (나)의 양이 1 L이고 몰농도가 0.2M이므로 용질 Y의 몰수는 0.2몰이므로 $\frac{10}{L} = 0.2$ 이다. 따라서 ㉠은 50이다. (나)의 밀도는 1.0 g/mL이므로 1L는 1000g과 같다. 퍼센트 농도인 ㉡ = $\frac{10}{1000} \times 100$ 이므로 ㉡은 1이다.

정답①

5. 반응 속도

온도가 높아지면 반응 속도가 빨라지고, 부촉매를 사용하면 반응 속도가 느려진다.

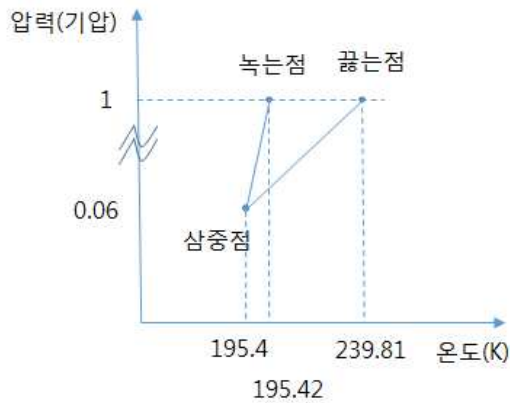
[정답맞히기] ㄴ. 실험 I과 II는 온도가 같고 촉매의 여부만 다르므로 반응 엔탈피 (ΔH)는 같다.

ㄷ. 실험 II에서 촉매 X(s)를 첨가하였을 때 초기 반응 속도가 실험 I보다 느리므로 X(s)는 부촉매이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 초기 반응 속도가 I이 III보다 빠르므로 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

6. 삼중점

물질 X 대한 자료를 상평형 그림으로 나타낸 것은 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. 0.3기압, 273 K에서 X의 가장 안정적인 상태는 기체이므로 $X(l) \rightarrow X(g)$ 는 자발적으로 일어난다.

ㄴ. 0.5기압, 173 K에서 X의 가장 안정적인 상태는 고체이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 1기압, 195.42 K은 녹는점에 해당하는 온도이므로 용해 과정의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0이다.

7. 고체 결정 구조

[정답맞히기] 탐구 과정 (다)에서 생성된 그림 III의 구조로부터 면의 중심에 구가 오게 되는 면심 입방 격자가 만들어 짐을 알 수 있다. 또한 탐구 과정 (라)에서는 위아래 구가 같은 위치에 있는 단순 입방 격자가 만들어짐을 알 수 있다. 정답④

8. 기체의 용해도

[정답맞히기] 물에 대한 X(g)의 용해도는 헨리 법칙을 따르므로 압력이 증가하면 용해도가 증가하게 된다. $P=1$ 기압일 때 $H_2O(g)$ 의 압력이 0.1기압이므로 X(g)의 압력은 0.9기압이다. X(g)의 압력이 1기압일 때 물에 대한 용해도가 w g/L이므로 $P=1$ 기압일 때 X(g)의 용해도는 $0.9w$ 이다. 수증기압은 온도에 의해서만 변하므로 $P=2$ 기압일 때에도 $H_2O(g)$ 의 압력은 0.1기압이 되고, X(g)의 압력은 1.9기압이 된다. 따라서 $P=2$ 기압일 때 X(g)의 용해도는 $1.9w$ g/L이다. 정답②

9. 열화학 반응식과 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 연소 엔탈피(ΔH)는 물질 1몰이 완전 연소하여 가장 안정한 생성물이 될 때 방출하는 열량이므로 $C_3H_8(g)$ 의 연소 엔탈피(ΔH)는 a 이다.

ㄴ. $C_3H_8(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)를 구할 수 있는 화학 반응식은 $3C(s) + 4H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$ 이므로 $C_3H_8(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)는 $2c + 3b - a$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 1몰의 $H_2O(l)$ 이 갖아 안정한 성분 원소로 분해될 때, 엔탈피 변화(ΔH)를 구할 수 있는 화학 반응식은 $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ 이므로 엔탈피 변화(ΔH)는 $-\frac{c}{2}$ 이다.

10. 끓는점과 비열

주어진 자료에서 A는 2분 동안 가열하였을 때 끓는점인 $32^\circ C$ 에 도달하였고, B는 7분 동안 가열하였을 때 끓는점인 $78^\circ C$ 에 도달하였음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 끓는점은 B가 A보다 높으므로 분자 사이에 작용하는 힘은 $B(l) > A(l)$ 이다.

ㄷ. $32^\circ C$ 에서 A는 끓는점에 도달하였으므로 증기 압력과 외부 압력이 같은 상태이다. 따라서 $32^\circ C$ 에서 A(l)의 증기 압력은 1기압이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 같은 질량 m 의 A와 B를 동일한 열량으로 가열하였으므로 1분 동안 가해진 열량을 Q 라고 하면 끓는점에 도달하는데 흡수한 열량은 다음과 같다.

$$2Q = c_A \times m \times 32$$

$$7Q = c_B \times m \times 78$$

따라서 비열의 크기는 $c_A : c_B = \frac{Q}{16} : \frac{7Q}{78}$ 이므로 $B(l) > A(l)$ 이다.

11. 삼투압

[정답맞히기] ㄱ. 삼투압(π)은 용액의 몰농도와 온도에 비례하여 $\pi = CRT$ 로 나타낼 수 있다. 따라서 온도를 $50^\circ C$ 로 높이면 삼투압은 증가하여 높이 차(h)는 커진다.

ㄴ. (나)에서 P_0 일 때의 용매의 몰분율($\chi_{\text{용매}}$)이 1이므로 높이 차가 없을 것이다. 따라서 P_0 는 대기압과 같다.

ㄷ. (나)에서 $\chi_{\text{용매}} = \alpha$ 일 때 $P_1 = P_0 + \pi$ 이므로 $\pi = P_1 - P_0$ 이다.

정답⑤

12. 전기 분해

(가)와 (나)에 일정량의 전류를 t 초 동안 흘려주었을 때 각각 0.05몰의 구리가 석출되었으므로 0.1 F(전자 0.1몰)의 전하량을 흘려주었음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 가해진 전하량이 0.1 F이므로 (가)에서 생성된 $O_2(g)$ 의 몰수는

0.025몰이고, (나)에서 생성된 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 의 몰수는 0.05몰이다. 따라서 발생한 기체의 몰수는 Cl_2 가 O_2 의 2배이다.

ㄴ. (가)에서 구리가 석출되면서 H^+ 이 생성되므로 수용액의 pH는 감소한다.

ㄷ. (나)에서 Cu 0.05몰이 생성되기 위해 흘려준 전하량은 0.1F이므로 9650C이다.

정답⑤

13. 화학 평형

실험 과정 (나)에서 $\text{A}(\text{g})$ 의 몰농도가 0.3M이므로 1L의 용기에 들어 있는 $\text{A}(\text{g})$ 의 몰수는 0.3몰이다. A 와 B 의 반응 계수가 같으므로 이때 $\text{B}(\text{g})$ 도 0.3몰 들어 있다. (다)에서 콕을 열어 충분한 시간이 지난 뒤에 $\text{A}(\text{g})$ 의 몰농도가 0.1M이므로 3L의 용기에 0.3몰의 $\text{A}(\text{g})$ 가 들어 있음을 알 수 있다. 따라서 콕을 열어도 $\text{A}(\text{g})$ 의 몰수에는 변화가 없으므로 평형 반응은 압력에 의한 평형 이동이 일어나지 않는 반응이다. 또한 (나)에서

평형 상수 $K = \frac{(0.1)^2}{0.3 \times 0.3} = \frac{1}{9}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 $\text{A}(\text{g})$, $\text{B}(\text{g})$, $\text{C}(\text{g})$ 의 몰수가 각각 0.3몰, 0.3몰, 0.1몰이므로 $\text{C}(\text{g})$ 의 몰분율은 $\frac{1}{7}$ 이다.

ㄷ. (라)에서 A 와 C 를 각각 0.1몰 추가하면 3L에 들어 있는 $\text{A}(\text{g})$, $\text{B}(\text{g})$, $\text{C}(\text{g})$ 의 몰농도는 각각 $\frac{0.4}{3}\text{M}$, 0.1M, $\frac{0.2}{3}\text{M}$ 가 된다. 이로부터 반응 지수(Q)를 구하면

$Q = \frac{(\frac{0.2}{3})^2}{\frac{0.4}{3} \times 0.1} = \frac{1}{3}$ 이다. 따라서 $Q > K$ 이므로 역반응이 일어나야 하므로 $\text{B}(\text{g})$ 의 몰농도는 (라)에서가 (다)에서보다 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 생성된 0.3몰의 $\text{A}(\text{g})$ 가 (다)에서도 몰수 변화가 없으므로 평형 반응은 압력에 의한 평형 이동이 일어나지 않는 것이다. 따라서 반응 계수 c 는 2이다.

14. 반응 속도

시간에 따른 용기 속 전체 압력(P)의 자료로부터 시간에 따라 P 가 증가하는 값이 반으로 줄어듦을 알 수 있다.

시간(초)	0	t	$2t$	$3t$
P (기압)	3.2	4.4	5.0	5.3
ΔP		1.2	0.6	0.3

따라서 이는 반응물인 $\text{A}(\text{g})$ 에 관한 1차 반응으로 t 는 반감기가 됨을 알 수 있다.

[정답맞히기] t 는 반감기 이므로 t 초에서 A 의 압력은 1.6기압, C 의 압력은 반응 계수에 따라 0.4기압이다. 전체 압력은 4.4기압이므로 t 초에서 B 의 압력은 2.4기압이다.

따라서 반응 계수 b 는 6이다. 시간에 따른 A~C의 압력은 다음과 같다.

P(기압)	A	B	C	합
0	3.2	0	0	3.2
t	1.6	2.4	0.4	4.4
$2t$	0.8	3.6	0.6	5.0
$3t$	0.4	4.2	0.7	5.3

이로부터 $\frac{2t\text{초일 때 [C]}}{t\text{초일 때 [B]}} = \frac{0.6}{2.4} = \frac{1}{4}$ 임을 알 수 있다.

정답③

15. 자유 에너지 변화

자유 에너지 변화 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 주어진 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)로부터 (가)에서 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 이고, (나)에서 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$ 임을 알 수 있다.

[정답맞히기] 나. 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)에서 $|\Delta S|$ 는 기울기의 크기와 같으므로 $|\Delta S|$ 는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

다. (다)의 반응 엔탈피(ΔH)는 $2\Delta H_{(나)} - \Delta H_{(가)}$ 로부터 구할 수 있고, $\Delta H_{(가)}$ 가 $\Delta H_{(나)}$ 의 2배보다 크므로 (다)의 반응 엔탈피 $\Delta H < 0$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] 가. (가)에서 $\Delta S > 0$ 이므로 반응 후 기체 분자 수가 증가하는 반응이다. 따라서 $x = 1$ 이다.

16. 기체의 압력

서로 반응하지 않는 기체 A~C이므로 $\frac{PV}{T} = k(\text{일정})$ 이다.

[정답맞히기] 기체 A는 (가)와 (나)에서 $\frac{x\text{기압} \times 2L}{T} = \frac{\frac{1}{5}\text{기압} \times 5L}{2T}$ 이므로 $x = \frac{1}{4}$ 이다.

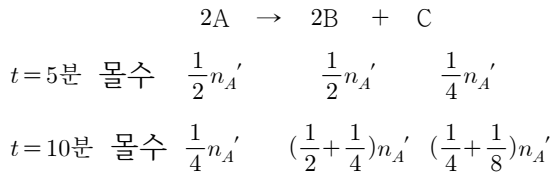
기체 B는 (가)와 (나)에서 $\frac{\frac{1}{2}\text{기압} \times 2L}{T} = \frac{P_B\text{기압} \times 5L}{2T}$ 이므로 $P_B = \frac{2}{5}$ 이다. 대기압은 1

기압으로 일정하므로 (나)에서 $P_c = \frac{2}{5}$ 기압이다. 따라서 $y = \frac{2}{5}$ 이므로 $\frac{x}{y} = \frac{5}{8}$ 이다.

정답②

17. 중화 적정

산의 이온화 평형에서 HA의 $[H_3O^+]$ 는 몰농도(C)×이온화도(α)이다. HA의 이온화도 $\alpha = 1$ 이므로 (가)에서 HA의 $[H_3O^+] = 10^{-3}M$ 이므로 몰농도는 $10^{-3}M$ 이다. (가)에서 HA 10 mL의 중화점까지 가해준 NaOH(aq)의 부피가 똑같이 10 mL이므로 $a = 10^{-3}$ 이다. (나)에서 HB의 $[H_3O^+] = C' \times \alpha' = 10^{-3}M$ 이고 중화점에서 가해진 bM 의 NaOH(aq)의 부피가 10 mL이므로 HB와 NaOH(aq)의 몰농도는 같다. 산 HB에 NaOH(aq) 2



따라서 T_2 에서 반응 전 A의 몰수는 $\frac{8}{3} \times \frac{4.8}{8w}$ 이다.

반응 속도 식은 $v = k[A]$ 이므로 $t=0$ 일 때 초기 반응 속도는 각각 $k[\frac{9.6 \times 2}{5w}]$,

$2k[\frac{8}{3} \times \frac{4.8}{8w}]$ 이다. 따라서 $\frac{T_1 \text{에서 초기 반응 속도}}{T_2 \text{에서 초기 반응 속도}} = \frac{k[\frac{9.6 \times 2}{5w}]}{2k[\frac{8}{3} \times \frac{4.8}{8w}]} = \frac{6}{5}$ 이다. **정답④**

19. 자유 에너지 변화

$a > 0, b > 0$ 라고 가정하고 T_1 K에서 반응 (가)의 $\Delta G < 0$ 이고, 반응 (나)의 $\Delta G > 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 반응 엔탈피와 반응 엔트로피로 가능한 것은 다음과 같다.

(가)	(나)
$3a + 6a = 9a$ (X)	$5a + 6a = 11a$ (O)
$3a - 6a = -3a$ (O)	$5a - 6a = -a$ (X)
$-3a + 6a = 3a$ (X)	$-5a + 6a = a$ (O)
$-3a - 6a = -9a$ (O)	$-5a - 6a = -11a$ (X)

T_2 가 T_1 보다 온도가 높다면 반응 (가)에서 $T\Delta S$ 값이 커지므로 $\Delta G < 0$ 이어야 한다. 하지만 T_2 에서 반응 (가)의 $\Delta G = 0$ 이므로 온도는 T_2 가 T_1 보다 낮은 온도이다.

[정답맞히기] ㄱ. $|T_1\Delta S|$ 이 $-6a$ 이어야 하므로 (가)의 $\Delta S > 0$ 이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. $T_1 > T_2$ 이므로 온도가 낮은 T_2 에서 (나)의 $\Delta G < 0$ 이어야 하므로 T_1 K에서 ΔH 와 $T_1\Delta S$ 는 각각 $-5a, 6a$ 이다. 따라서 (나)의 $\Delta H < 0$ 이다.

ㄷ. 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

20. 평형 상수

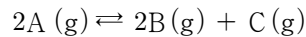
[정답맞히기] 대기압이 일정한 상태에서 기체의 부피는 몰수와 온도에 비례한다. ($V \propto nT$) 평형 I에 도달하였을 때, 온도가 T 로 일정하면서 혼합 기체의 부피가 $\frac{5}{4}V$ 가 되었으므로 기체의 부피는 몰수에만 비례하게 되어 $V : \frac{5}{4}V = 4 : 5 = 2 : 2.5$ 가 된다. 따라서 평형 I에서 기체의 몰수는 2.5몰이다. 평형에 도달할 때까지 생성된 C의 몰수를 x 라고 하면,



반응 전 몰수	2		
반응 몰수	$-2x$	bx	x
반응 후 몰수	$2-2x$	bx	x

$2-2x+bx+x=2.5$ 이고, 평형 I에서 A와 B의 압력이 같으므로 몰수는 같게 된다. 따라서 $2-2x=bx$ 이고, $x=0.5$ 이고, $b=2$ 이다. 또한 평형 I에서 몰수는 A, B, C가 각각 1, 1, 0.5이다.

온도가 $\frac{5}{4}T$ 에 평형에 도달할 때까지 생성된 C의 몰수를 y 라고 하면,



반응 전 몰수	2		
반응 몰수	$-2y$	$2y$	y
반응 후 몰수	$2-2y$	$2y$	y

평형 II에서 $\frac{P_B}{P_A}=2$ 이므로 $\frac{2y}{2-2y}=2$ 가 되어 $y=\frac{2}{3}$ 이다. 따라서 평형 II에서 몰수는 A, B, C가 각각 $\frac{2}{3}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{2}{3}$ 이다. 평형 II에서 기체의 총 몰수가 $\frac{10}{3}$ 몰이고, 온도가 $\frac{5}{4}T$ 이므로 부피를 V' 이라고 하면 평형 I과 $\frac{nT}{V}$ 는 같으므로 $\frac{2.5 \times T}{\frac{5}{4}V} = \frac{\frac{8}{3} \times \frac{5}{4}T}{V'}$

$$\text{의 관계가 성립하여 } V' = \frac{5}{3}V \text{이다.}$$

평형 상수를 구할 때에는 몰농도 곱의 비로 나타내야 하므로 평형 I에서 몰농도는 A, B, C는 각각 $\frac{1}{\frac{5}{4}V} = \frac{4}{5V}$, $\frac{1}{\frac{5}{4}V} = \frac{4}{5V}$, $\frac{0.5}{\frac{5}{4}V} = \frac{2}{5V}$ 이고, 평형 II에서 몰농도는 A,

B, C는 각각 $\frac{\frac{2}{3}}{\frac{5}{3}V} = \frac{2}{5V}$, $\frac{\frac{4}{3}}{\frac{5}{3}V} = \frac{4}{5V}$, $\frac{\frac{2}{3}}{\frac{5}{3}V} = \frac{2}{5V}$ 이므로 $\frac{K_I}{K_{II}} = \frac{1}{4}$ 이다. (평형 상수의

비를 구하는 과정에서 $5V$ 는 모두 사라지므로 몰농도의 분자만 가지고 계산해도 된다.)

정답①

2017학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

화학II 정답

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

해설

- [출제의도] 녹색 화학을 이해한다.**
녹색 화학은 환경 친화적인 화학이다.
- [출제의도] 상태 변화의 자발성을 이해한다.**
(가)는 C₂H₅OH의 기화 반응, (나)는 응고 반응이다. ΔH₁ > 0, ΔH₂ < 0이고, |ΔH₁| > |ΔH₂|이다. (가)에서 ΔG = 0인 온도는 끓는점, (나)에서 ΔG = 0인 온도는 어는점이다.
- [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘을 이해한다.**
A, B, C는 각각 H, Cl, F이다.
ㄷ. 액체 상태에서 모든 분자 사이에 분산력이 작용한다.
- [출제의도] 고체의 결정 구조를 이해한다.**
(가)는 체심 입방 구조, (나)는 면심 입방 구조이다.
[오답풀이] ㄷ. 면심 입방 구조에서 원자 1개에 가장 인접한 원자 수는 12이다.
- [출제의도] 촉매를 이해한다.**
X는 정촉매이므로 활성화 에너지를 감소시킨다. 고체 촉매는 반응 후 회수하여 재사용할 수 있다.
- [출제의도] 증기 압력 내림으로 몰분율을 구한다.**
용액의 증기 압력 = 용매의 증기 압력 × 용매의 몰분율이므로, T₂에서 물의 증기 압력은 3a + 3b이다. 따라서 T₂에서 (가)와 (나)의 증기 압력 내림(ΔP)은 각각 3b, 5b이고, ΔP는 X의 몰분율에 비례하므로 X의 몰분율비 (가):(나) = 3:5이다.
- [출제의도] 엔탈피를 이해한다.**
ㄷ. H₂O 2몰에는 O-H 결합이 4몰 있다.
[오답풀이] ㄱ. 물의 기화 엔탈피는 $\frac{c}{2}$ kJ/몰이다.
- [출제의도] 산 염기 평형을 이해한다.**
산의 세기는 HB > HA > HC이다.
- [출제의도] 헤스 법칙을 이해한다.**
ㄱ. 반응식으로부터 (가)와 (나)의 ΔH의 합이 (다)의 ΔH와 같음을 알 수 있다. 따라서 ㉠, ㉢, ㉤는 각각 (나), (다), (가)에 해당한다.
- [출제의도] 반응 속도와 반응 차수를 이해한다.**
(가)는 1차 반응, (나)는 0차 반응이다.
[오답풀이] ㄷ. T₂에서 반응물의 농도가 2M일 때 (가)의 초기 반응 속도는 a M/분이고, (나)의 반응 속도는 농도에 관계없이 $\frac{b}{2}$ M/분이다.
- [출제의도] 화학 평형을 이해한다.**
ㄱ. $K = \frac{0.2^2}{n} = 0.02$ 이므로 n = 2이다. ㄷ. 온도를 높여 주면 반응 X(g) ⇌ 2Y(g)은 정반응이 우세하게 진행되어 기체 몰수가 증가한다.

- [오답풀이] ㄴ. 처음 넣어 준 A의 몰수는 2.2이다.
- [출제의도] 몰랄 농도를 비교할 수 있다.**
몰랄 농도의 비는 A:B:C:D = 1: $\frac{1}{2}$: 1: $\frac{2}{3}$ 이다.
 - [출제의도] 화학 전지의 원리를 이해한다.**
표준 환원 전위(E°)는 C > B > D > A이므로, (다)의 표준 전지 전위(E°_{전지})는 (가)와 (나)의 E°_{전지} 차 또는 (라)와 (마)의 E°_{전지} 차와 같다.
 - [출제의도] 산 염기 중화 반응을 이해한다.**
[HA] = [A⁻]이므로 [H₃O⁺] = K_a = 1.0 × 10⁻⁵이다.
[오답풀이] ㄷ. 1 M NaA(aq)에서 [OH⁻] = $\sqrt{10} \times 10^{-5}$ M이다.
 - [출제의도] 화학 평형의 원리를 이해한다.**
ㄱ. ㉠에서 A, B는 각각 1몰, 2몰이므로 K = 4이다.
ㄴ. B의 몰분율이 $\frac{1}{2}$ 일 때, A, B는 각각 $\frac{4}{3}$ 몰이다.
ㄷ. B의 몰분율이 $\frac{2}{3}$ 일 때, 반응 지수(Q)를 구하여 평형 상수(K)와 비교한다. B의 몰분율이 $\frac{2}{3}$ 일 때, A, B의 몰수는 각각 1.5, 3이므로 Q는 K보다 크다. 따라서 평형에서 B의 몰분율은 $\frac{2}{3}$ 보다 작다.
 - [출제의도] CO₂의 상평형을 이해한다.**
ㄱ. TK, P₁기압에서 0.1몰의 CO₂(g)의 부피는 1.6 L이므로, P₂는 P₁보다 작다. ㄴ. 콕을 열면 CO₂(s)가 자발적으로 CO₂(g)로 승화한다.
[오답풀이] ㄷ. 콕을 열면 상평형에 도달할 때까지 승화하는 CO₂(s)의 몰수가 0.1보다 작으므로, CO₂(s)와 CO₂(g)가 함께 존재한다. 그러므로 CO₂(g)의 압력은 P₁기압이다.
 - [출제의도] 농도의 정의를 이해한다.**
(가) x g, (나) y mL, (다) z g에 녹아 있는 NaOH의 몰수는 각각 0.1, 0.15, 0.2이다. 따라서 x, y, z는 각각 100, 150, 208이다.
 - [출제의도] 기체의 성질을 이해한다.**
ㄱ. 보일 법칙에 따라 1 × (3 + V) = 1.5 × (1 + V)이므로 V = 3이다. 실린더 X에 들어 있는 He의 몰수는 n이다.
[오답풀이] ㄴ. (다)에서 X에 들어 있는 He의 부피가 증가하였으므로, P는 1.5보다 크고 Y에 들어 있는 He이 모두 빠져나갔음을 알 수 있다. He의 몰수는 부피에 비례하므로 4:5 = 2n:2n + m이고 2m = n이다. ㄷ. (다) 과정 이후 추 b를 제거하면 X에 들어 있는 He이 모두 빠져나간다. Y에 들어 있는 He의 부피를 x L라 하면, 1.5 × 5 = 1 × (3 + x)이므로 x = 4.5이다.
 - [출제의도] 용액의 증기 압력 내림을 이해한다.**
(가) 수용액의 끓는점에서 물의 증기 압력(mmHg)을 x라 하면, 물의 몰분율이 0.95이므로 x × 0.95 = 760이고, x = 800이다.
 - [출제의도] 1차 반응의 반응 속도를 이해한다.**
ㄱ. A의 분해 반응은 반감기가 t초인 1차 반응이다. ㄷ. (나)에서 반응이 진행됨에 따라 부피가 증가하기 때문에 t초에서 A의 몰수는 (가)에서보다 크므로 B의 몰분율은 $\frac{1}{3}$ 보다 작다. 처음 t초 동안 반응한 A의 몰수를 a라 하면, t초 후 A의 몰 농도는 0.02 M

이고 부피는 $\frac{0.04+a}{0.04}$ L이므로 $\frac{0.04-a}{0.04+a} = \frac{1}{2}$ 이 성립한다. 따라서 $a = \frac{0.04}{3}$, $y = \frac{1}{4}$ 이다.
[오답풀이] ㄴ. 3t에서 A, B, C의 몰수는 각각 0.005, 0.035, 0.035이므로 $x = \frac{7}{15}$ 이다.

2018학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

01. ③ 02. ⑤ 03. ② 04. ④ 05. ⑤ 06. ③ 07. ① 08. ① 09. ④ 10. ①
11. ⑤ 12. ⑤ 13. ② 14. ④ 15. ③ 16. ③ 17. ① 18. ⑤ 19. ④ 20. ②

1. 엔트로피

[정답맞히기] 엔트로피(S)는 무질서도의 척도로 무질서한 정도를 나타낸다. 따라서 용기 내 전체 기체의 무질서한 정도인 엔트로피는 (나) < (다) < (가)이다. 정답③

2. 분자 간 힘

쌍극자-쌍극자 힘은 극성 분자 사이에 작용하는 힘이고, 수소 결합은 전기 음성도가 매우 큰 F, O, N에 결합된 H 원자와 이우하는 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 인력이다. 따라서 H_2O , OF_2 분자들은 액체 상태에서 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하고, H_2O 만 액체 상태에서 수소 결합이 작용한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 분류 기준으로는 3가지 중 2가지 분자를 분류하고, (나)의 분류 기준으로 (가)로 분류된 2가지 분자 중에서 1가지 분자를 분류해야 하므로 (나)는 ‘액체 상태에서 수소 결합이 존재하는가?’가 적절하다.

ㄴ. B는 액체 상태에서 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하고, 수소 결합은 작용하지 않아야 하므로 OF_2 이다.

ㄷ. A는 H_2O 이고, C는 F_2 이므로 기준 끓는점은 A가 C보다 높다. 정답⑤

3. 촉매의 역할

[정답맞히기] B. 부촉매는 정반응의 활성화 에너지를 높여서 반응 속도를 느리게 한다. 정답②

[오답피하기] A. 정촉매는 활성화 에너지를 낮추므로 역반응과 정반응 모두 반응 속도를 빠르게 한다.

C. 정촉매는 반응 속도를 빠르게 하는 물질로, 평형 상수에는 영향이 없다.

4. 반응 속도 구하는 실험

[정답맞히기] ㉠ 12 M 염산 10 mL를 취해야 하므로 ㉠은 피펫인 C가 적절하다.

㉡ 1.2 M 염산을 만들어야 하므로 ㉡은 부피 플라스크인 A가 적절하다.

㉢ $t_1 \sim t_2$ 동안의 반응 속도는 평균 반응 속도이다. 정답④

5. 물질의 특성

탐구 과제는 물질의 특성을 이용하여 물을 찾는 실험을 설계해야 하는 것이다.

[정답맞히기] ㄱ. 에탄올의 어는점은 -114°C 이고, 물의 어는점은 0°C 이므로 -20°C 에

서 에탄올은 액체 상태이고, 물은 고체 상태의 얼음으로 존재하게 된다.

ㄴ. 밀도($\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$)는 물이 에탄올보다 크므로 두 액체를 같은 부피만큼 취하여 질량을 비교하면 물이 에탄올보다 크다.

ㄷ. -20°C 인 얼음 덩어리의 밀도가 0.92 g/mL 이므로 얼음 덩어리를 액체에 넣었을 때 밀도가 이보다 큰 물에서는 위로 떠오를 것이고, 밀도가 이보다 작은 에탄올에서는 가라앉게 될 것이다. 정답⑤

6. 반응의 자발성

반응 후 기체의 몰수가 감소하는 반응은 $\Delta S < 0$ 인 반응이고, 반응이 자발적이므로 $\Delta G < 0$ 이다.

[정답맞히기] ㄷ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta S < 0$ 이고, $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이다. 따라서 엔탈피(H)는 반응 후가 반응 전보다 작다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. 반응 후에 기체의 전체 몰수가 감소하므로 엔트로피는 반응 전이 반응 후보다 크다.

ㄴ. 이 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. 따라서 자유 에너지(G)는 반응 후가 반응 전보다 작다.

7. 상평형과 자발성

[정답맞히기] ㄱ. ㉠의 온도와 압력에서 A는 기체 상태로 존재하게 되므로 $A(l) \rightarrow A(g)$ 의 반응은 자발적으로 일어나게 된다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)의 상평형 그림에서 B의 어는점은 P_1 기압에서가 P_2 기압에서보다 낮다.

ㄷ. 기준 끓는점에서의 증기 압력은 1기압으로 모두 같다.

8. 고체의 결정 구조

(가)는 체심 입방 구조, (나)는 면심 입방 구조이다. B의 단위 세포에 포함된 원자 수가 2이므로 B는 (가)의 체심 입방 구조이고, A는 (나)의 면심 입방 구조이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 포함된 원자 수가 면에 3개 ($=\frac{1}{2} \times 6$), 꼭지점에 1개($=\frac{1}{8} \times 8$)이다. 따라서 $x = 4$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. B 결정은 체심 입방 구조이므로 한 원자에 가장 인접한 원자수는 8이다.

ㄷ. 단위 세포의 질량비는 $A : B = (4 \times 4) : (5 \times 2) = 8 : 5$ 이다.

9. 반응 지수와 평형 상수

[정답맞히기] ㉠에서 A의 몰분율이 0.4이므로 B의 몰분율은 0.6이다. 화학 반응식의

로부터 물분율을 몰농도로 바로 나타낼 수 있으므로 이로부터 구할 수 있는 반응 지 수 $Q = \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2}$ 이다. 이때, $\frac{K}{Q} = 2$ 이므로 $K = 3$ 이다. 따라서 $K > Q$ 이므로 반응은 정반응 쪽으로 진행하게 되어 정반응의 $\Delta G < 0$ 이다. 정답④

10. 반응 속도

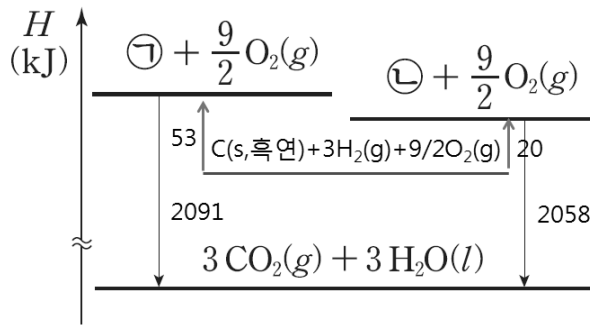
II에서 반응 시간에 따라 반응 속도가 일정하게 감소하고 있으므로 이 반응은 1차 반응임을 알 수 있다.

[정답맞히기] 반응 속도식을 T_1 K에서 $v = k[A]$, T_2 K에서 $v = 2k[A]$ 로 나타낼 수 있으므로 2초 일 때 반응 속도를 나타내면 T_1 K에서 $1.5v = k[A]$ 이고, T_2 K에서 $v = 2k[A]$

이므로 $\frac{\text{II에서의 [A]}}{\text{I에서의 [A]}} = \frac{\frac{v}{2k}}{\frac{1.5v}{k}} = \frac{1}{3}$ 이다. 정답①

11. 반응 엔탈피

A와 B의 생성 엔탈피가 모두 양수이므로 생성 엔탈피의 반응에 해당하는 물질 $C(s, \text{흑연}) + 3H_2(g) + \frac{9}{2}O_2(g)$ 의 엔탈피는 연소 반응의 반응물 보다 아래쪽에 있다. 이를 토대로 연소 반응의 반응 엔탈피가 높은 ㉠이 B이고, ㉡이 A임을 알 수 있다.



[정답맞히기] ㄱ. 두 물질의 생성 엔탈피가 모두 양수이므로 엔탈피가 높은 ㉠이 생성 엔탈피가 큰 B이다.

ㄴ. A의 연소 엔탈피가 -2058 kJ/몰이므로 생성 엔탈피가 33 kJ/몰만큼 높은 ㉠의 연소 엔탈피는 -2019 kJ/몰이다.

ㄷ. $CO_2(g)$ 의 생성 엔탈피와 $H_2O(l)$ 의 생성 엔탈피의 합은 $C(s, \text{흑연}) + 3H_2(g) + \frac{9}{2}O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 3H_2O(l)$ 의 반응으로부터 구할 수 있으므로

$-\frac{(2058 - 20)}{3} = -\frac{2038}{3}$ kJ/몰이다. 정답⑤

12. 화학 전지

표준 환원 전위 자료로부터 $x = 0.34 - (-0.76) = 1.10$ 임을 알 수 있다. (나)의 전지는 0.46V의 전위차를 나타내므로 $a - 0.34 = 0.46$ 이어야 한다. 따라서 $a = 0.80$ 이다.

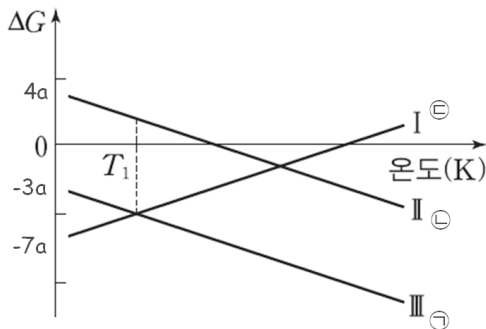
[정답맞히기] ㄴ. 표준 환원 전위는 $A > Cu$ 이므로 (나)에서 구리 반쪽 전지가 (-)극이고, A의 반쪽 전지가 (+)극이다. 따라서 반응이 진행됨에 따라 Cu^{2+} 의 몰수는 증가하고, A^+ 의 몰수는 감소하게 되어 $\frac{[Cu^{2+}]}{[A^+]}$ 는 증가한다.

ㄷ. $a = 0.80V$ 이므로 $Zn(s) + 2A^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2A(s)$ 반응의 표준 전지 전위는 $0.80 - (-0.76) = 1.56V$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 Zn 반쪽 전지는 산화 반응이 일어나므로 Zn전극에서 Zn은 Zn^{2+} 로 되어 질량은 감소한다.

13. 자유 에너지 변화(ΔG)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 (나)에서 그래프의 $\Delta G = 0$ 이 되는 점이 ΔH 의 값에 해당한다. ㉠~㉣의 $|\Delta H|$ 은 $3a, 4a, 7a$ 중 하나이므로 그래프로부터 ㉠은 III, ㉡은 II, ㉢은 I임을 알 수 있다.



[정답맞히기] ㄴ. ㉡은 II이므로 $\Delta G = 4a - T\Delta S$ 이다. 따라서 $T_2\Delta S = 4a$ 를 만족하는 T_2 K에서 ㉡의 $\Delta G = 0$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. I은 $\Delta G = 0$ 이 되는 지점인 ΔH 의 크기가 가장 크므로 $|\Delta H| = 7a$ 인 ㉢이다.

ㄷ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta G = 0$ 일 때 $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ 이므로 $\Delta G = 0$ 일 때 T 로 비교하면 $\frac{\Delta H}{\Delta S}$ 는 ㉢이 ㉡보다 크다.

14. 중화 적정

중화점에서 가해준 $NaOH(aq)$ 의 부피가 (가)는 50mL, (나)는 100mL이다.

[정답맞히기] ㄱ. 중화점에서 $NaOH(aq)$ 의 부피로부터 적정 전 초기 몰농도는 (나)의 $HB(aq)$ 가 (가)의 $HA(aq)$ 의 2배임을 알 수 있다.

ㄷ. $\text{HB}(aq)$ 의 몰농도는 0.2M 이고, pH 는 3이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = C\alpha = 0.2 \times \alpha = 10^{-3}\text{M}$ 이다. $\text{NaOH}(aq)$ 이 50mL 가해진 지점은 중화점의 절반이므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1$ 이 되어 $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ 이다. 따라서 x 는 K_a 로부터 구할 수 있다. $K_a = C\alpha^2 = 0.2 \times (5 \times 10^{-3})^2 = 5 \times 10^{-6}$ 이고, $x = 6 - \log 5 = 5 + \log 2 \approx 5.3$ 이다. 따라서 $x > 5$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. $\text{HA}(aq)$ 의 몰농도는 가해진 $\text{NaOH}(aq)$ 와 같으므로 0.1M 이다. 0.1M 의 $\text{HA}(aq)$ 의 pH 는 3이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{M}$ 이고, $\text{HA}(aq)$ 의 이온화도(α)는 0.01 이다. 따라서 $\text{HA}(aq)$ 은 약산이고, 중화점에서 A^- 은 가수분해하여 A^- 의 몰농도는 $\frac{0.005\text{몰}}{0.1\text{L}} = 0.05\text{M}$ 보다 작게 된다.

15. 용액의 농도

몰농도는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$, 몰랄농도는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 질량(kg)}}$ 로부터 구할 수 있다. (가)에서 0.1M 50mL 이므로 0.005몰 의 A가 들어 있다. A의 화학식량은 200 이므로 1m 의 수용액에는 용질 200g 과 용매 1000g 이 들어 있게 된다. 따라서 (다)에서 1m 60g 에는 10g 의 A가 들어 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 0.005몰 의 A가 들어 있으므로 A의 화학식량으로부터 1g 의 A가 들어 있음을 알 수 있다. 따라서 A의 질량은 (다)가 (가)의 10배이다.

ㄷ. (나)에는 A가 1g , (라)에는 A가 10g 들어 있으므로 A의 총 질량은 11g 이고, (나)와 (라)의 수용액의 질량은 각각 100 , 120g 이다. 따라서 퍼센트 농도는 $\frac{11}{220} \times 100 = 5\%$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 수용액의 부피가 2배가 되었으므로 몰농도는 0.5 배가 되어 $x = 0.05$ 이다. (라)에서는 수용액 중 물의 질량이 50g 에서 110g 을 증가하게 되므로 $y < \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 $y < 10x$ 이다.

16. 증기 압력 내림

순수한 용매에 비휘발성인 용질이 녹아 있는 묽은 용액에서 용액의 증기 압력은 순수한 용매의 증기 압력보다 낮아진다.

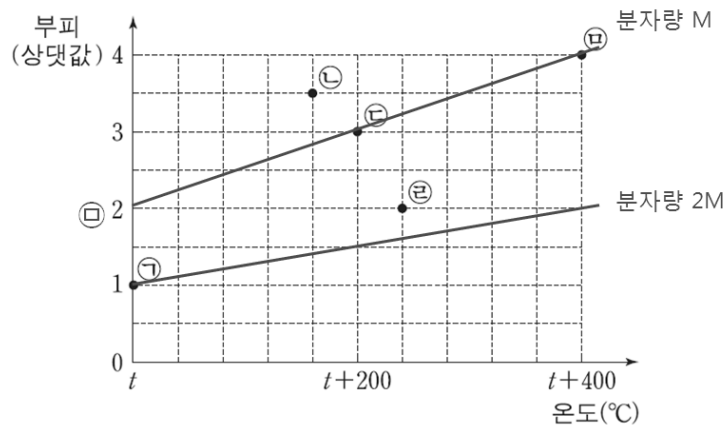
[정답맞히기] ㄱ. t_2 에서 물의 증기 압력과 t_1 에서 포도당 수용액의 증기 압력과 같으므로 온도는 $t_1 > t_2$ 이다.

ㄴ. P_1 은 온도가 높은 상태의 물의 증기 압력이므로, 온도가 낮고 수용액의 증기 압력인 P_3 는 P_1 보다 작다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 라울 법칙은 비휘발성, 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력은 용매의 몰 분율에 비례한다는 것이므로 온도가 달라도 수용액의 몰농도는 같으므로 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2}$ 이다.

17. 샤를 법칙

㉠과 ㉡에 해당하는 기체는 분자량이 각각 $2M$, M 이므로 t 에서 ㉡의 부피는 ㉠의 2배이어야 한다. 따라서 ㉡의 부피가 t 에서의 2배가 되는 지점이 $t+400$ 일 때이다. 샤를 법칙에 따르면 기체의 부피는 절대 온도에 비례하므로 $(t+273) : (t+400+273) = 1 : 2$ 이다.



[정답맞히기] ㄱ. 절대 온도는 $t+400$ 일 때가 t 일 때의 2배이므로 $t=127$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 기체의 부피는 몰수에 비례하므로 같은 온도 조건에서 가장 부피가 큰 ㉡이 가장 몰수가 큰 기체이다.

ㄷ. 분자량이 M 인 기체는 ㉡인데 샤를 법칙에 따르면 ㉡도 분자량이 ㉠과 같다. 따라서 ㉠, ㉡이 분자량이 M 보다 큰 기체이다.

18. 평형 상수

화학 반응식에서 계수 관계에 따라서 생성된 C의 몰수는 반응한 A와 B의 몰수의 2배임을 알 수 있다. 이를 토대로 평형 상태에서 A~C의 몰수를 나타내면 다음과 같다.

평형 상태에서 기체의 몰수	I	II	III
A	$1 - \frac{n}{2}$	$3 - n$	$3 - \frac{3}{2}n$
B	$3 - \frac{n}{2}$	$3 - n$	$3 - \frac{3}{2}n$
C	n	$2n$	$3n$

평형 I 과 II 는 온도 변화가 없으므로 평형 상수가 같다. 이를 식으로 나타내면

$$\frac{n^2}{(1 - \frac{n}{2})(3 - \frac{n}{2})} = \frac{4n^2}{(3 - n)^2} \text{이므로 } n = \frac{3}{2} \text{이다. 구한 } n \text{의 몰수를 바탕으로 다시 몰수를}$$

나타내면 다음과 같다.

평형 상태에서 기체의 몰수	I	II	III
A	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$
B	$\frac{9}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$
C	$\frac{3}{2}$	3	$\frac{9}{2}$
평형 상수(K)	4	4	36

따라서 $\frac{\text{평형 III에서의 평형 상수}}{\text{평형 I에서의 평형 상수}} = 9$ 이다.

정답⑤

19. 반응 속도

A의 초기 몰수를 달리하였는 데도 t_1 초일 때 B(g)의 몰수가 모두 같으므로 A의 몰농도와는 무관한 반응임을 알 수 있다. 따라서 이 반응은 0차 반응이다.

[정답맞히기] 화학 반응식의 계수에 따라 t_1 초, 강철 용기 I (T_1 K)에서 반응한 A의 몰수는 1.8몰이 되고 남아 있는 A의 몰수는 0.6몰이 된다. 또한 t_1 초, 강철 용기 II (T_2 K)에서도 반응한 A의 몰수는 1.2몰이고 남아 있는 A의 몰수는 1.2몰이다. 반응이 0차 반응이므로 두 반응 용기에서는 반응 속도 상수 차이만 존재한다. 따라서 I 과 II 에서 A의 몰수 감소를 나타내면 다음과 같다.

$$\text{I} : 4.6 - \frac{1.8}{t_1}t$$

$$\text{II} : 4.2 - \frac{1.2}{t_1}t$$

따라서 두 용기 속 A의 몰수가 처음으로 같아지는 시간은 $4.6 - \frac{1.8}{t_1}t = 4.2 - \frac{1.2}{t_1}t$ 에서

$$t = \frac{2}{3}t_1 \text{이다.}$$

정답④

20. 이온화도

[정답맞히기] 1 M NaA(aq)의 pH가 0.1M NaB(aq)의 pH보다 1만큼 큰 것으로부터 A⁻과 B⁻의 이온화도 관계를 구할 수 있다.

A⁻ + H₂O ⇌ HA + OH⁻ 에서 [A⁻] = 1M이므로 [OH⁻] = 1 × α이고,

B⁻ + H₂O ⇌ HB + OH⁻에서 [B⁻] = 0.1M이므로 [OH⁻] = 0.1 × α'이므로

pH가 (가)가 (나)보다 1만큼 크다고 하였으므로 OH⁻의 농도는 A⁻이 B⁻보다 10배 더 많다. 따라서 $\frac{0.1 \times \alpha'}{1 \times \alpha} = \frac{1}{10}$ 이고, α = α'이다. A⁻과 B⁻은 모두 약염기이므로

염기의 이온화 상수(K_b)는 A⁻이 1 × α², B⁻이 0.1 × (α')²이므로 $\frac{A^- \text{의 } K_b}{B^- \text{의 } K_b} = \frac{1 \times \alpha^2}{0.1 \times (\alpha')^2} = 10$ 이다. $\frac{A^- \text{의 } K_b}{B^- \text{의 } K_b} = \frac{HB \text{의 } K_a}{HA \text{의 } K_a} = \frac{C \times (\alpha')^2}{C' \times \alpha^2} = 10$ 이므로 이

를 주어진 농도의 산들에 적용하면 $\frac{0.1 \times (\alpha')^2}{1 \times \alpha^2} = 10$ 이고, $(\frac{\alpha'}{\alpha})^2 = 100$ 이다. 따라서

$\frac{1 \text{ M HA(aq)에서 HA의 이온화도}}{0.1 \text{ M HB(aq)에서 HB의 이온화도}} = \frac{\alpha}{\alpha'}$ 는 0.1이다.

정답②

2018학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

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

1. [출제의도] 분자 사이의 인력과 끓는점의 관계 이해하기

ㄱ, ㄴ. 기준 끓는점은 $H_2O > Br_2 > HBr$ 이고, 분자 사이의 인력이 클수록 끓는점이 높으므로 분자 사이의 인력은 $H_2O > Br_2 > HBr$ 이다. ㄷ. 분자로 이루어진 모든 물질은 분자 사이에 분산력이 작용한다.

2. [출제의도] 온도에 따른 물의 표면 장력 비교하기

표면 장력이 클수록 동전 위 물의 모양이 구형에 가까워진다. 물의 온도가 높아질수록 표면 장력이 작아져 동전 밖으로 흘러내리기 직전까지 떨어뜨린 물의 부피가 감소한다.

3. [출제의도] 용액의 어는점 내림 실험 설계하기

용질의 종류가 용액의 어는점 내림에 미치는 영향을 알아보기 위해서 용질의 종류는 다르고, 용매의 종류와 용액의 몰랄 농도 등 다른 조건은 같아야 한다.

4. [출제의도] 고체의 결정 구조 파악하기

주어진 ZnS 결정에서 S^{2-} 은 면심 입방 구조이다. 단위 세포에 포함된 S^{2-} 의 수는 $\frac{1}{2}(\text{면심}) \times 6 + \frac{1}{8}(\text{꼭짓점}) \times 8 = 4$ 이며 Zn^{2+} 의 수는 4이므로 단위 세포에 포함된 전체 이온의 수는 8이다.

5. [출제의도] 액체의 가열 곡선 이해하기

ㄱ, ㄴ. 1기압에서 상태 변화(액체→기체)가 일어나는 온도는 $B > A$ 이므로 기준 끓는점은 $B > A$ 이고, 상태 변화(액체→기체)가 일어나는 구간의 길이는 $B > A$ 이므로 기화열은 $B > A$ 이다. ㄷ. 같은 질량의 액체를 각각 가열했을 때 가한 열량-온도 그래프에서 기울기가 클수록 비열은 작다. $t^\circ C$ 에서의 그래프의 기울기는 $A > B$ 이므로 비열은 $B > A$ 이다.

6. [출제의도] 결정성 고체 분류하기

ㄱ. Al(금속 결정), H_2O (분자 결정), KCl(이온 결정) 중 전성이 가장 좋은 것은 Al이고, 용융액의 전기 전도성은 KCl이 H_2O 보다 크므로 A는 Al, B는 KCl, C는 H_2O 이다. ㄴ. $H_2O(s)$ 은 분자 결정이다. ㄷ. 전기 전도성은 Al(s)가 $H_2O(s)$ 보다 크다.

7. [출제의도] 몰랄 농도, 퍼센트 농도 이해하기

용액의 몰랄 농도(m)는 $\frac{n_{\text{용질}}(\text{몰})}{W_{\text{용매}}(\text{kg})}$ 이고, 용액의 퍼센트 농도(%)는 $\frac{w_{\text{용질}}(\text{g})}{W_{\text{용액}}(\text{g})} \times 100$ 이며 용질의 몰분율은 $\frac{n_{\text{용질}}}{n_{\text{용매}} + n_{\text{용질}}}$ 이다. $w_{\text{용질}}$ 은 (나)가 (가)의 2배이지만 $W_{\text{용액}}$ 은 (나)가 (가)의 2배가 아니다. 따라서 몰랄 농도는 2배이고, 퍼센트 농도와 포도당의 몰분율은 2배가 아니다.

8. [출제의도] 실험으로 기체 상수(R) 구하기

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ 에서 반응한 Mg이 0.01몰이므로 생성된 $H_2(g)$ 는 0.01몰이다.

실린더 속 $H_2(g)$ 의 부분 압력은 $(1-P)$ 기압이므로 이상 기체 방정식에서 $R = \frac{(1-P)\text{기압} \times 0.001VL}{0.01\text{몰} \times TK} = \frac{(1-P)V}{10T}$ 기압·L/몰·K이다.

9. [출제의도] 수용액의 ppm 농도 구하기

1% A 수용액 1g 속 $w_A = 1g \times 0.01 = 0.01g$ 이다. 이 용액에 증류수를 추가해 $W_{\text{용액}} = 100g$ 이 되었을 때, ppm 농도 = $\frac{w_{\text{용질}}(\text{g})}{W_{\text{용액}}(\text{g})} \times 10^6 = \frac{0.01g}{100g} \times 10^6 = 100\text{ppm}$ 이다.

10. [출제의도] 기체의 온도, 압력, 부피 관계 이해하기

$PV = \frac{w}{M}RT$ 이다. 각 과정 후 실린더 속 Ar(g)의 질량, 압력, 온도, 부피는 다음과 같다.

과정	질량(g)	압력(기압)	온도(K)	부피(L)
(가)	w	0.5	300	0.6
(나)	3w	1	300	0.9
(다)	3w	1	200	0.6

11. [출제의도] 용해 실험의 오차율 구하기

$Q_{\text{실험}}$ 은 용액의 비열×용액의 질량×온도 변화 = $4J/g \cdot ^\circ C \times 100g \times 9^\circ C = 3.6kJ$ 이므로 실험의 오차율(%)은 $\frac{Q_{\text{이론}} - Q_{\text{실험}}}{Q_{\text{이론}}} \times 100 = \frac{4.5kJ - 3.6kJ}{4.5kJ} \times 100 = 20\%$ 이다.

12. [출제의도] 퍼센트 농도를 몰농도로 환산하기

용액의 부피를 1000mL라고 할 때 63% $HNO_3(aq)$ 1000mL의 질량은 1000mL×용액의 밀도(1.4g/mL) = 1400g이고, 이 중에서 용질의 질량은 1400g×0.63 = 882g이다. 따라서 용액의 몰농도(M)는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 $\frac{882g/\text{몰}}{1L} = 14M$ 이다.

13. [출제의도] 표준 생성 엔탈피 비교하기

25°C에서 $CO_2(g)$, $CH_4(g)$, $H_2O(l)$ 의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 각각 다음과 같다.
 $C(s, \text{흑연}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_f^\circ = -393kJ/\text{몰}$
 $C(s, \text{흑연}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$, $\Delta H_f^\circ = -75kJ/\text{몰}$
 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$, $\Delta H_f^\circ = -286kJ/\text{몰}$

14. [출제의도] 삼투압 이해하기

(가)에서 반투막 오른쪽의 수면이 왼쪽보다 높기 때문에 중력의 영향으로 오른쪽에서 왼쪽으로 물이 이동한다. 또한 물이 이동하면서 왼쪽 용액이 오른쪽보다 묽어지므로 삼투 현상이 일어나 오른쪽으로 물이 이동하게 된다. 오른쪽 수용액이 60mL를 넘는 경우는 오른쪽 용액이 더 묽어지게 되므로 일어날 수 없고, 50mL가 되는 경우도 양쪽 농도가 같아야 가능하지만 양쪽 용질의 질량이 다르므로 일어날 수 없다. 따라서 오른쪽 용액의 부피는 50mL보다는 크고 60mL보다는 작게 된다. (나)에서 양쪽 수면의 높이는 변함이 없다. (다)에서는 (가)에서와 반대의 상황이 되어 오른쪽 용액의 부피는 40mL보다는 크고 50mL보다는 작게 된다. 따라서 충분한 시간이 지났을 때 (가)~(다)에서 반투막 오른쪽에 들어 있는 설탕물의 부피는 (가) > (나) > (다)이고, 설탕의 몰수는 같으므로 설탕물의 몰농도는 (다) > (나) > (가)이다.

15. [출제의도] 헤스 법칙 적용하기

ㄱ. 헤스 법칙에 의해 $\Delta H_3 = -\Delta H_1 + \Delta H_2$ 이다. ㄴ. 25°C, 표준 상태에서 $CO_2(g)$ 의 분해 엔탈피는 $CO_2(g) \rightarrow C(s, \text{흑연}) + O_2(g)$ 반응의 반응 엔탈피이므로 ΔH_1 이다. ㄷ. 25°C, 표준 상태에서 $CaCO_3(s)$ 의 표준

생성 엔탈피는 $Ca(s) + C(s, \text{흑연}) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ 반응의 반응 엔탈피이므로 ΔH_3 가 아니다.

16. [출제의도] 기체의 부분 압력 파악하기

ㄱ. (가), (나)에서 B가 모두 소모되었고, (가)에서 C(g)의 부분 압력(P_C)이 0.4이므로 A와 C의 몰수를 각각 6n, 4n이라고 하면 (가)의 반응에서 몰수 변화는 다음과 같다.

	A(g)	+	2B(g)	→	2C(g)
반응 전	8n		4n		
반응	-2n		-4n		+4n
반응 후	6n		0		4n

따라서 동일 질량의 A와 B의 몰수비는 2:1이므로 분자량 비는 1:2이고, A와 C의 분자량 비는 2:5이다. ㄴ. (나)에서 반응에서 몰수 변화는 다음과 같다.

	A(g)	+	2B(g)	→	2C(g)
반응 전	6n		4n		4n
반응	-2n		-4n		+4n
반응 후	4n		0		8n

(나)에서 $P_C = \text{전체 압력} \times C$ 의 몰분율 = 1기압 × $\frac{8n}{12n} = \frac{2}{3}$ 기압이다. ㄷ. 온도, 압력이 일정할 때 혼합 기체의 부피 비($V_1 : V_2$) = 몰수비($10n : 12n$) = 5:6이다.

17. [출제의도] 몰농도 용액 만들기

1M $NaCl(aq)$ 1L에는 $NaCl$ ag이 들어 있다. (가)의 용액 1005mL에는 $NaCl$ ag이 들어 있으므로, 덜어낸 용액 15mL에 들어 있는 $NaCl$ 의 질량 ($= \frac{15mL}{1005mL} \times ag = \frac{1}{67} ag$)만큼 추가하여야 한다.

18. [출제의도] 결합 에너지로 반응 엔탈피 구하기

표준 생성 엔탈피로부터 구한 $CCl_4(g) + 2F_2(g) \rightarrow CF_4(g) + 2Cl_2(g)$ 의 ΔH 는 $\{-930kJ/\text{몰} - (-100kJ/\text{몰})\} = -830kJ/\text{몰}$ 이고, 결합 에너지로부터 구한 ΔH 는 $\{410kJ/\text{몰} \times 4 + 2 \times 200kJ/\text{몰} - (510kJ/\text{몰} \times 4 + 2 \times 200kJ/\text{몰})\} = -400kJ/\text{몰} + 2(\text{㉠} - \text{㉡})kJ/\text{몰}$ 로 서로 같으므로 $\text{㉠} - \text{㉡} = -215$ 이다.

19. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용액의 증기 압력($P_{\text{용액}}$)이 99mmHg일 때 그래프의 기울기가 변하므로 $P_{\text{용액}}$ 이 99mmHg이 될 때까지 A를 녹이고, 이후에 B를 녹인 것이다. 증기 압력 내림(ΔP)은 용매의 증기 압력×용질의 몰분율이므로 $P_{\text{용액}}$ 이 99mmHg일 때의 ΔP 은 1mmHg = 100mmHg × $\frac{n_A}{99\text{몰} + n_A}$ 이므로 n_A 는 1몰이다. (가)에서 ΔP 은 2mmHg = 100mmHg × $\frac{n_A + n_B}{99\text{몰} + n_A + n_B}$ 이므로 n_B 는 $\frac{50}{49}$ 몰이다. 따라서 $\frac{n_A}{n_B} = \frac{49}{50}$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 분출 속도 비교하기

ㄱ. (가)의 I, IV에서 같은 압력에서 같은 부피에 들어 있는 $w_A : w_B = 1:4$ 이므로 분자량(M) 비는 $M_A : M_B = 1:4$ 이다. 분출 속도(v)는 M의 제곱근에 반비례하므로 $v_A : v_B = 2:1$ 이다. ㄴ. (나)에서 II, III 속 $n_A : n_B = 2:1$ 이고, $M_A : M_B = 1:4$ 이므로 $w_A : w_B = n_A \times M_A : n_B \times M_B = 1:2$ 이다. ㄷ. $PV = nRT$ 에서 V, T가 일정할 때 $P \propto n$ 이고, (가)에서 I 속 A가 n몰이면 (나)에서 II 속 A는 $\frac{1}{100}n$ 몰이므로 압력은 $\frac{1}{100}$ 기압이다. (다)에서 II와 III의 부피비가 2:1이므로 $\frac{1}{100}$ 기압 × 1L = $P_A \times \frac{4}{3}L$ 에서 II 속 P_A 는 $\frac{3}{400}$ 기압이다.

2019학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ④ 02. ③ 03. ⑤ 04. ① 05. ③ 06. ③ 07. ⑤ 08. ① 09. ① 10. ⑤
 11. ④ 12. ③ 13. ⑤ 14. ② 15. ④ 16. ② 17. ① 18. ④ 19. ② 20. ⑤

1. 에너지 보존 법칙

[정답맞히기] 드라이아이스가 승화하는 반응은 흡열 반응이고, 반응 전과 후의 계와 주위의 에너지 총합은 항상 일정하다. **정답④**

2. 분자 간 힘

전기 음성도가 큰 F, O, N에 결합된 H 원자와 이웃하는 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 인력을 수소 결합이라고 한다.

[정답맞히기] ㄱ. (다)는 수소 결합이 작용하는 분자이고, (가)는 극성 분자이므로 분자 사이의 인력은 (다)가 (가)보다 크다. 따라서 $t < 16.6$ 이다.

ㄷ. 끓는점이 높으면 액체 분자 사이의 인력이 큰 것이므로 (다) > (나)이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 분산력은 분자량이 클수록 크므로 분산력은 (라) > (가)이다.

3. 헤스 법칙

화학 반응이 일어나는 동안에 방출하거나 흡수하는 열량은 반응의 처음 물질과 나중 물질의 종류와 상태가 같으면 반응 경로에 관계없이 항상 일정하다는 법칙이 헤스 법칙이다.

[정답맞히기] 단계 I에서 $\text{NaOH}(s)$ 이 용해되고 중화 반응하는 반응 엔탈피가 한꺼번에 제시된 것이다. 단계 II에서 용해 엔탈피를 구했으면, 단계 3에서는 중화 반응의 반응 엔탈피를 구해야 한다. **정답⑤**

4. 수소 결합

수소 결합에 의한 물의 특성으로는 밀도와 부피 변화, 녹는점과 끓는점, 용해열과 기화열, 비열 등이 있다.

[정답맞히기] (가)의 물이 얼면 수소 결합에 의해 부피가 증가하게 되고 밀도가 작아지게 된다. **정답①**

[오답피하기] (나)에서 물에 소금을 녹이면 어는점이 낮아지는 것은 물만의 특성이 아닌 액체 분자 모두에 해당되는 특성이다.

(다)에서 외부 압력이 낮아지면 낮은 증기 압력에서도 물이 끓을 수 있게 되는 것이므로 물 분자 자체의 특성과는 무관한 성질이다.

5. 물질의 가열 곡선

$y^\circ\text{C}$ 에서 X는 액체 상태이므로 (가)에서 $x^\circ\text{C}$ 보다 낮은 온도에서 X는 고체이다.

[정답맞히기] ㄱ. x 는 녹는점이므로 (나)에서 t_2 에 해당한다.

ㄴ. (가)에서 고체 상태보다 액체 상태의 1g의 부피가 크므로 액체 상태의 밀도가 작고 고체 상태의 밀도가 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. $t_1^\circ\text{C}$, 20 g의 X는 (나)에서보다 질량이 2배가 되었으므로 용해열이 2배가 된다. 따라서 가한 열량 $a\text{kJ}$ 에서는 끓는점에 도달하지 못하고 액체 상태일 것이고, 온도는 t_3 보다 작게 된다.

6. 반응 엔탈피

25°C , 표준 상태에서 $\text{C}_2\text{H}_4(g)$ 이 분해되는 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 생성물의 생성 엔탈피와 반응물의 생성 엔탈피 차로 구할 수 있다. 따라서 $2x + (4 \times 218) - 52 = a$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $\text{C}(s, \text{흑연})$ 이 승화되면 $\text{C}(g)$ 가 되므로 승화 엔탈피는 $x\text{kJ/몰}$ 이다.

ㄷ. $a = 2x + 820$ 이고, x 는 $\text{C}(s, \text{흑연})$ 의 승화 엔탈피이므로 0보다 크다. 따라서 $a > 820$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. $\text{H}_2(g)$ 의 결합 에너지는 $\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{H}(g)$ 반응의 반응 엔탈피와 같으므로 $\text{H}_2(g)$ 의 결합 에너지는 $2 \times 218 = 436\text{kJ/몰}$ 이다.

7. 고체 결정 구조

[정답맞히기] ㄱ. 단위세포에 포함되는 입자의 수는 I에서 4개, II에서 2개이다. 구 1개의 질량이 2:3이므로 단위세포의 질량은 $I : II = 8 : 6 = 4 : 3$ 이다. 따라서 I이 II보다 크다.

ㄴ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 단위세포 한 변의 길이의 세제곱이 부피와 같음을 이용하면 단위 세포의 길이가 작으면서 질량이 큰 I이 II보다 밀도가 큼을 알 수 있다. 밀도비는 $I : II = \frac{8}{9^3} : \frac{6}{10^3}$ 이다.

ㄷ. 면심 입방 구조에서 구 하나에 인접한 구의 개수는 12개이다. **정답⑤**

8. 엔탈피와 엔트로피

질산 암모늄의 용해 반응은 냉각팩에 이용되므로 흡열 반응($\Delta H > 0$)이고, 손난로에서 사용되는 철의 산화 반응은 발열 반응($\Delta H < 0$)이다.

[정답맞히기] ㄱ. 두 반응은 자발적으로 일어나는 반응이므로 전체 엔트로피($\Delta S_{\text{전체}} > 0$)는 증가하는 반응이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 질산 암모늄의 용해 반응은 이온이 형성되므로 계의 엔트로피가 증가($\Delta S_{\text{계}} > 0$)하는 반응이지만, 철의 산화 반응은 생성물이 고체 상태이므로 계의 엔트로피가 감소($\Delta S_{\text{계}} < 0$)하는 반응이다.

ㄷ. 질산 암모늄의 용해 반응은 흡열 반응이므로 엔탈피가 증가하는 반응이지만, 철의 산화 반응은 발열 반응이므로 엔탈피가 감소하는 반응이다.

9. 반응의 자발성과 자유 에너지

[정답맞히기] A. 반응이 일어나는 실린더는 물질의 출입은 없고, 온도와 압력이 일정하게 유지되면서 열에너지의 출입이 있으므로 닫힌계이다. **정답①**

[오답피하기] B. 반응은 기체의 분자 수가 감소하는 반응이므로 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이다. 또한 자발적으로 일어나는 반응이므로 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이다. 따라서 발열 반응이므로 반응이 일어나면 주위의 엔트로피는 증가하게 되는 반응이다.

C. 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이다.

10. 동적 평형

진공 상태인 강철 용기에 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 을 넣으면 H_2O 은 기화하여 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 과 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가 평형 상태가 될 때까지 기화가 일어나게 된다.

[정답맞히기] ㄴ. t_3 에서 강철 용기의 온도를 $a^\circ\text{C}$ 로 올리면 증기 압력이 증가하게 되므로 기화가 일어나야 한다. 따라서 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 분자 수가 증가하게 되어 $\frac{\text{H}_2\text{O}(l)\text{의 몰수}}{\text{H}_2\text{O}(g)\text{의 몰수}}$ 는 감소한다.

ㄷ. 에탄올을 25°C 에서 증기 압력이 x 기압보다 크다. 따라서 25°C 에서 진공 상태인 강철 용기에 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 을 넣어 상평형에 도달하면 용기 내 기체의 압력은 x 기압보다 크다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. t_2 일 때는 더 이상 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 부피 변화가 일어나지 않는 것으로 보아 동적 평형에 도달한 것이다. 동적 평형 상태에서는 기화와 액화가 동시에 일어나서 더 이상 반응이 일어나지 않는 것처럼 보이게 된다.

11. 헨리 법칙

헨리 법칙에 따르는 기체는 기체의 부분 압력이 증가하면 일정량의 용매에 용해되는 기체의 질량이 증가한다.

[정답맞히기] 온도 T 에서 $A(g)$ 와 $B(g)$ 의 압력이 각각 1기압일 때 물에 대한 용해도 (g/L)가 a 와 b 이므로 평형 I에서 물분율이 부분 압력과 같아서 $A:B=0.2:0.8$ 이고, 평형 II에서 물분율이 부분 압력과 같아서 $A:B=0.4:0.6$ 이다. 물의 증발은 무시한다고 하였으므로 평형 I과 II에서 1L에 용해된 기체의 총 질량이 물분율과 관계한다고 생각하면

$$\text{I에서 } 0.2a + 0.8b = 0.6$$

$$\text{II에서 } 0.4a + 0.6b = 1.0\text{임을 알 수 있다.}$$

두 식을 연립하면 $a=2.2$, $b=0.2$ 이므로 $\frac{a}{b}=11$ 이다.

정답④

12. 용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. 63%의 $\text{HNO}_3(aq)$ 20g에는 (0.63×20) g의 HNO_3 가 들어 있다. 따라서 (가)에서 $\text{HNO}_3(aq)$ 의 % 농도는 $\frac{0.63 \times 20}{126} \times 100 = 10\%$ 이다. 따라서 $a=10$ 이다.

ㄴ. (나)의 수용액에는 물만 넣게 되므로 HNO_3 의 몰수에는 변화가 없다. HNO_3 의 몰수는 $\frac{0.63 \times 20}{63} = 0.2$ 몰이다. 농도가 1M이므로 수용액의 총 부피는 $0.2\text{L} = 200\text{mL}$ 이어야 한다. 1M $\text{HNO}_3(aq)$ 의 밀도가 $d\text{g/mL}$ 이므로 수용액의 총 질량은 $200d$ g이다. (가)에서 수용액의 질량은 126g이므로 더 넣어줄 $x = 200d - 126$ g이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (다)에서도 HNO_3 의 몰수는 0.2몰이므로 0.1m 수용액에는 2kg의 물이 들어 있어야 한다. 따라서 물의 총 질량은 (가)에서 $(0.37 \times 20) + 106$ g이고, (나)에서 x , (다)에서 y 이므로 $x + y + 106 + (0.37 \times 20) = 2000$ 이다. 따라서 $x + y < 1900$ 이다.

13. 반응 지수와 평형 상수

(가)에서는 $Q < K$, (나)에서는 $Q = K$ (평형 상태), (다)에서는 $Q > K$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서는 B의 몰분율이 (나)에서보다 작으므로 정반응이 더 진행될 수 있는 상태이다. 따라서 반응 지수(Q)는 0.08보다 작다.

ㄴ. 2몰의 A가 반응하였으므로 평형 상수 $K = \frac{(\frac{2x}{50})^2}{\frac{2-x}{50}} = 0.08$ 이다. $\frac{4x^2}{2-x} = 4$ 이므로

$x=1$ 이다. 따라서 A는 1몰, B는 2몰이므로 A의 몰분율은 $\frac{1}{3}$ 로 0.5보다 작다.

ㄷ. (다)에서는 평형 상태보다 B의 몰분율이 크므로 역반응이 자발적으로 진행되기 때문에 정반응은 비자발적인 반응이다. 따라서 정반응의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 크다. 정답⑤

14. 기체의 성질

[정답맞히기] $PV = nRT$ 에서 $\frac{P}{T} = \frac{n}{V}R$ 이다. $\frac{P}{T}$ 는 $A:B = \frac{1}{1} : \frac{4}{2} = 1:2$ 이므로 부피가 5L

이면서 몰수가 큰 ㉠이 B에 해당하고, A가 ㉡임을 알 수 있다. $PV = \frac{w}{M}RT$ 로부터

$1 \times 2 = \frac{w}{M_A}R \times 1$, $4 \times 5 = \frac{w}{M_B}R \times 2$ 이므로 $M_A = \frac{wR}{2}$, $M_B = \frac{wR}{10}$ 이 되어 $\frac{M_B}{M_A} = \frac{1}{5}$ 이

다. 정답②

15. 기체의 확산 속도

기체의 확산 속도는 분자량의 제곱근에 반비례한다.

[정답맞히기] A와 B의 두 기체는 1기압으로 압력이 일정하고, 온도도 일정하므로 기체의 몰수가 부피에 비례한다. 초기 부피 비가 A:B=1:2이므로 몰수를 A는 1몰, B는 2몰이 있는 것으로 생각할 수 있다. 두 기체를 분출시킨 후 평형 상태에서 부피 비가 A:B=9:16이므로 몰수는 A가 0.9몰, B가 1.6몰이라고 생각하면 분출된 몰수는 A가 0.1몰, B가 0.4몰이 되어 두 기체의 확산 속도는 A:B=1:4임을 알 수 있다. 따라서 분자량 비는 A:B=16:1이 된다. 초기 상태 B의 질량이 1.0 g이므로 분자량 비 A:B=16:1인 것과 부피 비가 A:B=1:2임에 따라 A의 질량은 8 g이 된다. 분출된 몰수가 B가 A의 4배이므로 분출된 A의 질량은 0.8 g으로 $x=7.2$ 이다.

정답④

16. 엔탈피와 엔트로피

(가)는 반응 후 기체 분자 수가 증가하므로 $\Delta S_1 > 0$ 이고, (나)는 반응 후 기체 분자 수가 감소하므로 $\Delta S_2 < 0$ 이다. $\Delta S_{\text{전체}} > 0$ 인 반응은 자발적인 반응이므로 $\Delta G < 0$ 인 반응이다. 따라서 온도가 높아지면서 자발적($\Delta G < 0$)으로 변하는 반응은 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에 따라 $\Delta S > 0$ 인 반응이고 ㉠이 이에 해당한다. 따라서 ㉠은 (가)이고, ㉡은 (나)이다.

[정답맞히기] ㄴ. T_2 에서 $\Delta S_{\text{전체}}$ 가 같으므로 ΔG 도 같다. 따라서 $\Delta H_1 - T_2\Delta S_1 = \Delta H_2 - T_2\Delta S_2$ 이고, $T_2(\Delta S_1 - \Delta S_2) = \Delta H_1 - \Delta H_2$ 이다. $\Delta S_1 > 0$, $\Delta S_2 < 0$ 이므로 $T_2 = \frac{\Delta H_2 - \Delta H_1}{2\Delta S_2}$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)는 ㉡이므로 T_1 에서 (나)는 $\Delta S_{\text{전체}} > 0$ 이므로 자발적인 반응이다. 따라서 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.

ㄷ. $|\Delta S_1| = |\Delta S_2|$ 이므로 더 낮은 온도에서 $\Delta S_{\text{전체}} = 0$ 이 되는 ΔH_2 의 크기가 ΔH_1 보다 작음을 알 수 있다. 따라서 $|\Delta H_1| > |\Delta H_2|$ 이다.

17. 평형의 원리

실험 I에서 반응 지수 $Q = \frac{0.6 \times 0.3}{0.6^2} = \frac{1}{2} < K$ 이고, 실험 II에서 반응 지수 $Q = \frac{0.5 \times 0.5}{0.5^2} = 1 > K$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 반응 초기에 정반응 속도가 더 빠르다가 시간이 지날수록 정반응과 역반응 속도가 같아지는 반응이므로 반응 지수 $Q < K$ 인 실험 I에서 일어나는 반응에 대한 α 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 실험 II에서는 반응 지수 $Q > K$ 이므로 역반응 쪽으로 반응이 진행된다. 따라서 $\alpha < 1$ 이다.

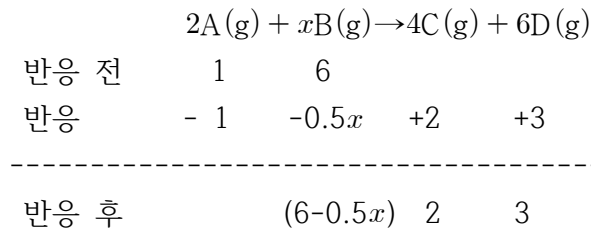
ㄷ. 실험 I에서 온도를 $2T$ 로 높이면 흡열 반응 쪽으로 반응이 진행하므로 정반응 쪽으로 반응이 진행하게 되고, 평형 상수 K 도 증가하게 된다. 따라서 A의 몰분율은 x 보다 감소하게 된다.

18. 기체의 성질

[정답맞히기] (나)에서 콕 a를 열었다가 충분히 시간이 지난 후 닫으면 용기 II에서 $A(g)$ 의 압력은 $P_A \times 8 = 1 \times 2$ 이므로 $P_A = 0.25$ 기압이다.

(다)에서 콕 b를 열어 충분한 시간이 지나면 $B(g)$ 의 압력은 $P_B \times 9 = 3 \times 3$ 이므로 $P_B = 1$ 기압이다. $A(g)$ 도 혼합되므로 $P_A' \times 9 = 0.25 \times 6$ 에서 $P_A' = \frac{1}{6}$ 기압이다.

(라) 용기 II에 존재하는 A의 몰수는 $PV = nRT$ 에서 $n_A = \frac{1}{300R}$, B의 몰수는 $n_B = \frac{6}{300R}$ 이다. 반응 과정에서 몰수 변화를 나타내면 다음과 같다. ($\frac{1}{300R}$ 은 나중에 곱하여 나타낸다.)



반응 후 기체의 몰수는 $\frac{11-0.5x}{300R}$ 인데, 온도가 400K으로 달라졌으므로 $PV = nRT$ 식

에 대입하면 $\frac{5}{3} \times 6 = \frac{11-0.5x}{300R} \times R \times 400$ 이다. 이 식을 풀어내면 $x = 7$ 이다. 정답④

19. 헨리 법칙과 증기 압력 내림

A가 첨가되어 수용액이 되면 $H_2O(l)$ 의 증기 압력은 줄어들지만, $He(g)$ 의 용해는 이루어지지 않으므로 A를 녹인 이후에도 $He(g)$ 의 몰수가 일정함을 이용하면 증기 압력 내림을 통해 A의 몰분율을 구할 수 있다.

[정답맞히기] (가)에서 $H_2O(l)$ 의 증기 압력이 0.2기압이므로 $He(g)$ 의 부분 압력은 0.8기압이고 두 기체의 부피는 81V라고 나타낼 수 있다. $PV = nRT$ 식에 대입하여 $He(g)$ 의 몰수를 구하면 $n_{He} = \frac{0.8 \times 81V}{RT}$ 이다. A가 녹았을 때에도 이 몰수는 그대로 유지되

므로 (나)에서 $He(g)$ 의 압력은 $P_{He} \times 80V = \frac{0.8 \times 81V}{RT} RT$ 에서 $P_{He} = 0.81$ 기압이다. 따

라서 $P_{\text{H}_2\text{O}(g)} = 0.19$ 기압이 된다. 증기 압력 내림은 A의 몰분율에 비례하므로 $0.01 = 0.2 \times \chi_A$ 에서 $\chi_A = \frac{1}{20}$ 이다. 정답㉔

20. 평형의 원리

$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ 의 반응은 $\Delta S > 0$ 인 반응이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이고, $\Delta G = 0$ 인 평형에 도달하므로 $\Delta H > 0$ 인 반응이다. B의 질량 백분율을 통해 평형 I에서 질량비를 $A:B=8:2$ 라고 하면 질량 보존 법칙에 따라 평형 II에서 질량비는 $A:B=5:5$ 가 된다. 따라서 평형 I에서 II로 이동하면서 변화된 질량비는 $A:B=3:3$ 인데 화학 반응식의 계수 비가 $A:B=1:2$ 이므로 분자량 비는 $A:B=2:1$ 이다.

(질량비)	$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$		
평형 I	8	2	몰수 A 4n B 2n
반응	-3	+3	
평형 II	5	5	몰수 A 2.5n B 5n

[정답맞히기] 나. 평형 I에서 몰수 비는 $A:B=2:1$ 이므로 A의 몰분율은 $\frac{2}{3}$ 이다.

다. 평형 상수 K 는 농도로 정의되고, 압력이 일정하므로 전체 기체의 몰수가 전체 기체의 부피가 된다. 평형 I에서 A의 몰 농도는 $\frac{4n}{6n}$, B의 몰 농도는 $\frac{2n}{6n}$ 이므로

$$K_1 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^2}{\left(\frac{2}{3}\right)} \frac{P}{RT_1} = \frac{1}{6} \frac{P}{RT_1} \text{ 이고, 평형 II에서 A의 몰 농도는 } \frac{2.5n}{7.5n}, \text{ B의 몰 농도는}$$

$$\frac{5n}{7.5n} \text{ 이므로 } K_2 = \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^2}{\left(\frac{1}{3}\right)} \frac{P}{RT_2} = \frac{4}{3} \frac{P}{RT_2} \text{ 이다. 따라서 } \frac{K_2}{K_1} = \frac{8T_1}{T_2} \text{ 이다. } \quad \text{정답㉕}$$

[오답피하기] 가. 평형 II에서가 I에서보다 B의 질량 백분율이 크므로 반응이 정반응 쪽으로 진행된 것이다. 따라서 온도는 평형 II에서가 I에서보다 높아서 $T_2 > T_1$ 이다.

2018학년도 7월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

과학탐구 영역

화학 II 정답

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

화학 II 해설

- [출제의도] 계와 엔트로피에 대해 이해하기**
우주는 주위와 물질 및 에너지 교환을 못하므로 고립계이며, 공간이 팽창하여 경우의 수가 늘어나면 전체 엔트로피는 증가한다.
- [출제의도] 물의 특성 탐구하기**
모세관 현상으로 인해 종이를 이루는 섬유와 미세한 틈을 따라 물 분자가 올라가기 때문에 접은 종이가 퍼진다.
- [출제의도] 엔탈피와 엔트로피 변화 분석하기**
고무줄을 잡아당기는 과정에서 온도는 높아지므로 $\Delta H < 0$ 이고, 분자는 이전보다 규칙적으로 배열되므로 $\Delta S < 0$ 이다.
- [출제의도] 평형 이동 법칙 탐구 수행하기**
(가)의 퍼센트 농도는 $\frac{18}{18+50} \times 100(\%)$ 이다.
(가)에 진한 HCl(aq)을 넣으면 Cl⁻(aq)의 농도가 증가하여 NaCl(s)이 생성된다. 평형 상태에 있는 화학 반응에서 생성물의 농도를 증가시키면 역반응이 우세한 반응이 일어난다.
- [출제의도] 고체 결정의 단위 세포 탐구하기**
A는 단순 입방 구조, B는 면심 입방 구조이다. B를 만들기 위해 쌓는 순서는 II-I-II이다. B의 단위 세포에 포함된 구는 $\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4$ 개이다. A의 금속 결정에서 하나의 원자에 가장 인접한 원자의 수는 6이다.
- [출제의도] 분자간 힘 분석하기**
X는 기준 끓는점, Y는 쌍극자 모멘트이다. C₂H₆은 무극성 분자이다. 수소 결합을 하는 물질은 CH₃NH₂이다.
- [출제의도] 평형 상수 적용하기**
반응 모형을 통해 A, B, C는 각각 □, ●, ▲이며 b는 2이다. $K = \frac{0.2^2}{0.1 \times 0.1^2} = 40$ 이고 $\frac{K}{b} = 20$ 이다.
- [출제의도] 기체의 용해도 이해하기**
(가)에서 (나)로 될 때 온도가 높아지므로 X(g)의 용해도는 감소하여 분자 수는 증가한다. H₂O의 증발 속도는 빨라지며 증기 압력은 증가한다. 대기압은 일정하므로 X(g)의 부분 압력은 감소한다.
- [출제의도] 용액의 농도 이해하기**
용질의 분자량을 M이라 할 때

수용액	(가)	(나)
용질의 몰수(몰)	$\frac{2a}{M}$	$\frac{3a}{M}$
용매의 질량(kg)	W ₁	W ₂

(가)는 $\frac{2a}{W_1} = 2(m)$ 이므로 $W_1 = \frac{a}{m}$ 이고,
(나)는 $\frac{3a}{W_2} = 1(m)$ 이므로 $W_2 = \frac{3a}{m}$ 이다.
(가)와 (나)를 혼합한 수용액의 몰랄 농도는
 $\frac{2a}{M} + \frac{3a}{M} = \frac{5}{4}(m)$ 이다.

- [출제의도] 열화학 반응식 분류하기**
영역 I은 $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$, 영역 II는 $3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g)$, 영역 III은 $2HgO(s) \rightarrow 2Hg(l) + O_2(g)$ 이 속한다. 따라서 영역 I은 1가지이다. 영역 II에 속하는 반응은 $\Delta H > 0$ 와 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이므로 항상 $\Delta G > 0$ 이고 모든 온도에서 비자발적이다. 영역 III의 반응은 $\Delta S_{\text{계}} > 0$, $\Delta S_{\text{주위}} < 0$ 이므로 $|\Delta S_{\text{계}}| > |\Delta S_{\text{주위}}|$ 일 때 $\Delta S_{\text{전체}} > 0$ 이므로 자발적으로 일어난다.
- [출제의도] 반응 지수와 평형 상수 이해하기**
 $K=3$ 이므로 강철 용기에서 몰수 비는 A:B=1:3이다. 따라서 $\chi_B = \frac{3}{4}$ 이다. ㉠과 ㉡의 Q는 각각 4와 1이다. ㉡의 Q는 $\frac{1}{2}$ 이고, K보다 작으므로 $\Delta G < 0$ 이다.
- [출제의도] 헤스 법칙과 에너지 보존 이해하기**
헤스 법칙에 의해 $\Delta H_1 = \frac{1}{2}(\Delta H_3 - \Delta H_2)$ 이다.
(가)는 SO₂(g)이고 (가)와 O₂(g)가 반응하여 SO₃(g)가 되면 엔탈피가 낮아지므로 발열 반응이다. $\Delta H_3 = (\text{반응물의 결합 에너지 합}) - (\text{생성물의 결합 에너지 합}) < 0$ 이므로 반응물이 생성물보다 결합 에너지의 총합이 작다.
- [출제의도] 화학 전지 자료 분석하기**
표준 전지 전위는 I이 0.93V, II는 (a+0.76)V이다. a < 0이므로 표준 전지 전위는 I이 II보다 크다. Pb과 B로 전지를 구성하면 Pb이 (+)극, B가 (-)극이 되므로 B에서 산화 반응이 일어나고 전극의 질량은 감소한다. $2A^+(aq) + B(s) \rightarrow 2A(s) + B^{2+}(aq)$ 반응의 표준 전지 전위는 (0.80-a)V이다.
- [출제의도] 용해 평형을 활용한 상평형 그림 분석하기**
T₁에서 반응 H₂O(s) → H₂O(l)은 자발적으로 일어나므로 $\Delta G < 0$ 이다. 1기압에서 T₂는 녹는점에 해당하므로 $\Delta G = \Delta H_{\text{융해}} - T_2 \Delta S_{\text{융해}} = 0$ 이다. 따라서 $T_2 \Delta S_{\text{융해}} = \Delta H_{\text{융해}}$ 이다. A는 액체만 존재하고, B는 고체와 액체가 공존하므로 A 상태의 물이 B 상태로 변할 때 엔트로피는 감소한다.
- [출제의도] 묽은 용액의 증기 압력 내림 결론 도출하기**
몰랄 농도 비는 A:B:C=6:3:8이고, 용액의 증기 압력은 B > A > C이다. 증기 압력이 (가) > (나) > (다)이므로 (가)에는 B가, (나)에는 A가, (다)에는 C가 들어 있다. 용매의 몰분율은 B가 가장 크다. A에 물 50g과 Y 1g을 첨가하면 농도가 감소하여 증기 압력은 증가하고 h₁은 감소한다.
- [출제의도] 산과 염기의 중화 반응 결론 도출하기**
(가)에서 $10^{-3} = a \times 0.01$, 산의 농도 a=0.1M이다. (나)에 0.05M NaOH(aq) $\frac{3}{2}$ mL를 혼합하면 초기 HB 몰수 중 $\frac{3}{4}$ 이 반응하게 되고,

$K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]} = 8 \times 10^{-5}$, $[B^-] : [HB] = 3 : 1$
이므로 $[H_3O^+] = \frac{8}{3} \times 10^{-5} M$ 이다. $\frac{b}{a} = \frac{8}{3} \times 10^{-4}$ 이다.

- [출제의도] 불순물이 포함된 구리의 전기 분해 분석하기**
 $x < 0.34$ 이다. Y는 산화되지 않고 금속으로 존재하므로 E°가 0.34V보다 크고 $Cu^{2+}(aq) + Y(s) \rightarrow Cu(s) + Y^{2+}(aq)$ 반응의 $\Delta G^\circ > 0$ 이다. 1F의 전하량을 흘려주면 (-)극에서 0.5몰의 구리가 석출된다.
- [출제의도] 기체의 반응에 따른 압력 변화 분석하기**
일정 온도 조건에서 $n = PV \times N$ (N은 상수)이다.
 $2X(g) + Y(g) \rightarrow 2Z(g)$
(가)

10N	4N	0
반응	-8N	-4N
(라)	2N	0
		8N

(라)에서 총 몰수가 10N이므로 1기압에서 전체 부피는 10L, 실린더 부피는 3L이고, Z의 부분 압력은 0.8기압이다. 따라서 (다)에서 Z의 부분 압력은 0.08기압이고 실린더에서 일어나는 기체 몰수의 변화는 다음과 같다.
 $2X(g) + Y(g) \rightarrow 2Z(g)$
처음

a	0.48N	0
반응	-a	-0.5a
나중	0	0.48N-0.5a
		a

각 기체의 몰수는 부분 압력에 비례하므로 (0.48N-0.5a):a=0.92:0.08이고 a=0.04N이다. 남은 Y는 0.46N, Z는 0.04N이므로 실린더의 부피는 0.5L이다. (나)에서 용기 A의 압력은 $\frac{10-0.04}{5}$ 기압이다. 실린더의 부피 비는 (다):(라)=0.5:3=1:6이다.
- [출제의도] 온도에 따른 평형 이동 법칙 적용하기**
㉠의 몰수 비만 감소하고 나머지의 몰수 비는 증가하였으므로 ㉡은 C이다. 온도를 높이면 역반응이 진행되므로 $\Delta H < 0$ 이다. A의 농도는 $\frac{n_A}{V}$
 $= \frac{P_A}{RT} = \frac{\chi_A P}{RT}$ 이고, T에서 K는 $\frac{[C]}{[A][B]} = \frac{\chi_C}{\chi_A \chi_B} \frac{RT}{P}$ 이다. 평형 (가)에서의 $K = 8 \frac{RT}{P}$, (나)에서의 $K = 3 \frac{R(2T)}{P}$ 이다.
- [출제의도] 이온화 반응식 이해하기**
10xM HB(aq)에서 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-3}$ 이고, $\frac{[HB]}{[B^-]} = 1 \times 10^3$ 이므로 $K_a = 1 \times 10^{-6}$ 이다.
 $K_a = \frac{(10^{-3})^2}{10x} = 1 \times 10^{-6}$ 이므로 x=0.1이다.
 $B^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HB(aq) + OH^-(aq)$
초기

0.1	0	0
변화	-y	+y
평형	0.1-y	y

 $K_b = \frac{y^2}{0.1} = 1 \times 10^{-8}$ 이고, $[OH^-]^2 = 1 \times 10^{-9}$ 이므로 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = 1 \times 10^5$ 이다. A⁻(aq)의 $K_b = 1 \times 10^{-9}$, HA(aq)의 $K_a = 1 \times 10^{-5}$ 이다. HA(aq)+B⁻(aq) ⇌ HB(aq)+A⁻(aq) 반응의 $K = \frac{10^{-5}}{10^{-6}} = 10$ 이다.

2019학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ① 02. ⑤ 03. ⑤ 04. ③ 05. ④ 06. ② 07. ⑤ 08. ③ 09. ① 10. ③
 11. ③ 12. ④ 13. ② 14. ① 15. ⑤ 16. ② 17. ③ 18. ④ 19. ③ 20. ⑤

1. 에너지 전환

[정답맞히기] 태양열 에너지가 집열판에 모이면 열교환기를 거쳐 증기 터빈을 돌리면서 운동 에너지로 전환되고, 증기 터빈이 발전기를 돌리면 전기 에너지가 생산된다.
정답④

2. 분자 간 힘

[정답맞히기] L. 0°C, 1기압에서 밀도는 물이 얼음보다 크다. 따라서 단위 부피당 질량은 액체인 물이 고체인 얼음보다 큰 것이므로 액체 상태의 H₂O 분자 수가 고체 상태의 분자 수보다 크다.

D. 물이 끓어 수증기가 되면 액체 상태에서 분자 사이에 작용하던 인력인 수소 결합이 끊어지고 기체 상태가 된다.
정답⑤

[오답피하기] G. 결합 a는 공유 결합이고, 결합 b는 수소 결합이다.

3. 분자 간 힘과 증기 압력

증기 압력은 분자 간의 인력이 작을수록 크다. 주어진 자료의 증기 압력은 A > NO > B이다.

[정답맞히기] G. A는 분자 간 인력이 가장 작은 것이므로 무극성 분자인 N₂이다.

L. NO는 분자가 극성을 띠므로 액체 상태에서 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재한다.

D. B 분자는 NH₃로 분산력과 수소 결합이 존재한다.
정답⑤

4. 엔탈피와 엔트로피

자발적인 반응은 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이다. 자유 에너지 변화 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이다.

[정답맞히기] G. 반응 후 기체의 부피가 감소하는 것으로 보아 계의 엔트로피 변화 $\Delta S < 0$ 이다.

D. 반응이 자발적으로 일어났으므로 전체 엔트로피(계+주위)는 증가한다. **정답③**

[오답피하기] L. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 기체 분자 수가 감소하므로 $\Delta S < 0$ 이고, 자발적 반응이므로 $\Delta G < 0$ 이다. 따라서 $\Delta H < 0$ 이어야 하므로 계의 엔탈피는 감소한다.

5. 어는점 내림

[정답맞히기] 어는점 내림 $\Delta T_f = k_f \cdot m$ 이다. 각 비커에 물 1 kg이 들어 있으므로 m 은 용질의 몰수와 같다. 용질 A의 분자량이 60이므로 3 g의 몰수는 $\frac{1}{20}$ 몰이므로 $t = k_f \cdot \frac{1}{20}$ 에서 $k_f = 20t$ 이다. 따라서 B 9 g의 몰수는 $\frac{1}{20}$ 몰이므로 $x = 180$ 이다.

정답④

6. 용액의 농도

[정답맞히기] X(aq) 500 mL에 들어 있는 용질의 몰수는 $\frac{15}{60} = 0.25$ 몰이다. 따라서 몰 농도는 $\frac{0.25}{0.5} = 0.5$ M이고, $a = 0.5$ 이다. X(aq) 200 mL의 질량은 밀도가 1.01 g/mL이므로 202 g이다. X(aq) 200 mL에서 X의 몰수는 $0.5 \text{ M} \times 0.2 \text{ L} = 0.1$ 몰이고, 화학식량이 60이므로 X의 질량은 6 g이다. 물 b g을 첨가한 수용액의 % 농도가 2%이므로 $2 = \frac{6}{202+b} \times 100$ 이고, $b = 98$ 이다. 따라서 $a \times b = 49$ 이다.

정답②

7. 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. 같은 조건에서 온도가 높을수록 반응 속도가 빠르므로 실험 II에서 I에서보다 반응 속도가 빠른 것으로 보아 $T_2 > T_1$ 이다.

ㄴ. 같은 농도의 A일 때 생성되는 B의 농도가 II에서 I에서보다 크므로 반응 속도 상수는 $II > I$ 이다.

ㄷ. 촉매가 있는 III이 I보다 반응 속도가 빠르므로 정촉매를 사용하여 활성화 에너지가 작은 것이다. 따라서 활성화 에너지는 I에서 III에서보다 크다.

정답⑤

8. 엔탈피와 엔트로피

(가)는 연소 반응이므로 $\Delta H < 0$ 이고, 반응 후 기체 분자 수가 증가하는 반응이므로 $\Delta S > 0$ 이다. 따라서 그래프에서 ㉠이 (나)에 해당한다. (나)는 기체 분자 수가 감소하는 반응이므로 $\Delta S < 0$ 이다. 그래프에서 $\Delta S < 0$ 인 반응은 ㉡ 뿐이므로 (나)는 ㉡에 해당한다. (다)는 기체 분자 수가 증가하므로 $\Delta S > 0$ 이고 흡열 반응으로 $\Delta H > 0$ 이므로 ㉢에 해당한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 C_3H_8 의 연소 반응이므로 발열 반응이다.

ㄷ. (다)는 ㉢에 해당하므로 $\Delta S < \frac{\Delta H}{T_1}$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T_1 \Delta S$ 에서 T_1 으로 나누면

$\frac{\Delta G}{T_1} = \frac{\Delta H}{T_1} - \Delta S$ 이므로 $\frac{\Delta G}{T_1} > 0$ 이다. 따라서 (다)의 자유 에너지 변화 $\Delta G > 0$ 이다.

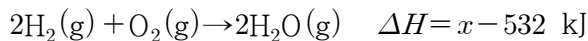
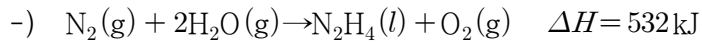
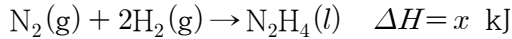
정답③

[오답피하기] ㄴ. \ominus 은 $\Delta S < 0$, $\frac{\Delta H}{T_1} < 0$ ($\Delta H < 0$)이므로 (가)에 해당한다.

9. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답맞히기] $N_2H_4(l)$ 의 표준 생성 엔탈피는 다음 화학 반응식으로부터 구할 수 있다. $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(l) \quad \Delta H = x \text{ kJ}$

이 반응식에서 주어진 반응식을 빼면 수증기의 생성 반응을 얻을 수 있다.



따라서 결합 에너지로부터 이 반응의 반응 엔탈피를 구하면 $2(H-H) + (O=O) - 4(O-H)$ 에서 $(2 \times 436) + 498 - (4 \times 463) = x - 532$ 이므로 $x = 50$ 이다.

정답①

10. 고체 결정 구조

(가)는 단위 세포에 A의 양이온이 모서리에 12개이므로 $12 \times \frac{1}{4} = 3$ 개, 체심에 1개이므로 총 4개의 A의 양이온이 있다. B의 음이온은 꼭지점에 8개이므로 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 개, 면심에 6개이므로 $6 \times \frac{1}{2} = 3$ 개이므로 총 4개의 B의 음이온이 있다. 따라서 (가)의 단위 세포에 포함된 A의 양이온과 B의 음이온의 수는 같다. (나)는 C의 양이온이 체심에 1개, D의 양이온이 꼭지점에 8개이므로 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 개, B의 음이온이 면심에 6개이므로 $6 \times \frac{1}{2} = 3$ 개이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 A의 양이온과 B의 음이온은 1:1의 입자 수 비로 존재하므로 화학식은 AB이다.

ㄴ. (가)의 결정에서 B의 음이온은 6개의 A의 양이온에 둘러싸여 있다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 단위 세포당 양이온 수는 (나)에서가 2개, (가)에서가 4개이므로 (가)가 (나)의 2배이다.

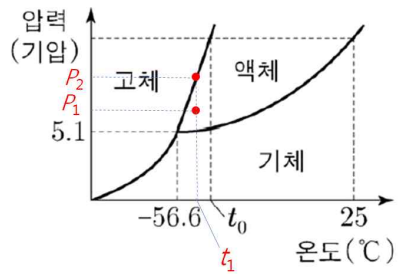
11. 상평형 그림

t_1 , P_1 기압에서 안정한 상이 액체이고, $t_1 < t_0$ 이므로 $-56.6 < t_1 < t_0$ 이고, t_1 , P_2 기압에서 안정한 상이 액체와 고체이므로 용해 곡선 위의 상태이다.

[정답맞히기] ㄱ. $t_1 > -56.6$ 이면서 안정한 상이 액체이므로 $P_1 > 5.1$ (삼중점의 압력)이다.

ㄴ. 25°C, P_1 기압에서 CO_2 의 안정한 상은 기체 상태
 이므로 $\text{CO}_2(l) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ 반응은 자발적으로 일어난다.
 따라서 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이다.

정답③



[오답피하기] ㄷ. 압력은 $P_1 < P_2$ 이다.

12. 자유 에너지 변화

물질 X의 반응 $X(l) \rightarrow X(g)$ 는 흡열 반응($\Delta H > 0$)이고, 엔트로피가 증가($\Delta S > 0$)하는 반응이다. 자유 에너지 변화 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 T_1 에서 T_2 로 가면서 ΔG 가 증가하므로 $T_1 > T_2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물질 X의 반응 $X(l) \rightarrow X(g)$ 는 에너지를 흡수하는 반응이므로 흡열 반응($\Delta H > 0$)이다. 따라서 $a > 0$ 이다.

ㄷ. X의 끓는점은 $\Delta G = 0$ 인 온도이다. 주어진 자료에서는 T_1 보다 높은 온도가 되어야 $\Delta G = 0$ 이 된다. 따라서 X의 끓는점은 T_1 보다 높다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 인 반응에서 T_1 보다 T_2 에서 ΔG 가 크므로 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

13. 표준 전지 전위

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$ 이므로 B와 H^+ 이 반응하는 반응은 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 인 자발적인 반응이다. 따라서 주어진 자료에서 금속의 이온화 경향은 $\text{B} > (\text{H}) > \text{A}$ 이고, 표준 환원 전위는 A가 $E^\circ = +0.34 \text{ V}$ 이며, B가 $E^\circ = -0.76 \text{ V}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)의 전지에서 A의 반쪽 전지에서 전자가 나와서 이동하므로 산화 반응이 일어난다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 이온화 경향은 $\text{B} > \text{A}$ 이므로 B^{2+} 과의 반응에서 A가 산화되는 반응은 비자발적이다. 따라서 반응 $\text{A}(s) + \text{B}^{2+}(aq) \rightarrow \text{A}^{2+}(aq) + \text{B}(s)$ 의 자유 에너지 변화 $\Delta G > 0$ 이다.

ㄷ. (가)의 전지에서 A의 반쪽 전지가 (-)극이므로 이온화 경향은 $\text{A} > \text{C}$ 임을 알 수 있다. 따라서 3가지 금속의 이온화 경향은 $\text{B} > (\text{H}) > \text{A} > \text{C}$ 이다. 표준 환원 전위는 A가 $E^\circ = +0.34 \text{ V}$ 이고, B가 $E^\circ = -0.76 \text{ V}$ 이므로 B와 A의 반쪽 전지로 이루어진 전지의 전압이 $E^\circ = +0.34 - (-0.76) = 1.10 \text{ V}$ 이므로 이온화 경향의 차이가 큰 B와 C 사이의 반응이 일어나는 전지의 표준 전지 전위 $E^\circ = 1.10 \text{ V}$ 보다 크다.

14. 헨리 법칙

(가)와 (나)에서 물의 증기 압력이 0.2기압이므로 A와 B의 부분 압력은 각각 1, 0.8기압이다.

[정답맞히기] ㄱ. 부분 압력의 법칙에 따라 (가)에서 수증기압은 0.2기압, A의 부

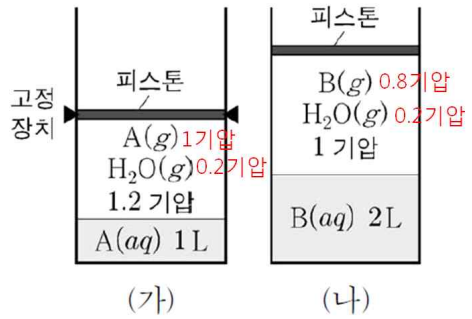
분 압력은 1기압이다.

정답①

[오답피하기] L. (가)에서 A는 1기압에서 용해도가 1 L에서 w g이고, (나)에서 B는 0.8기압에 2 L의 수용액에서 $2w$ g이므로 각 기체의 부분 압력이 1기압일 때 물에 대한 용해도는 A가 w g/L이고, B가 $1.25w$ g/L로 B가 A보다 크다.

ㄷ. (가)에서 고정 장치를 제거하면 기체의 전체 압력은 1기압이 된다. 이때 수증기압은 변하지 않고 0.2기압을 유지하게 되므로 A의 부분 압력은 0.8기압이 된다. 따라서 새로운

평형에서 $\frac{A(g)의\ 부분\ 압력}{H_2O(g)의\ 부분\ 압력} = 4$ 이다.



15. 기체의 성질

[정답맞히기] 기체의 몰수는 압력과 부피의 곱에 비례한다. 따라서 A는 $2n$ 몰, B는 Pn 몰, C는 n 몰이 반응 전에 존재한다. 콕 a를 열어 반응이 완결된 후 콕 b를 열고 충분한 시간이 흐른 뒤 기체의 부피는 변하지 않았으므로 1기압에서 4 L가 된 것이다. 화학 반응에서 반응의 완결은 A가 모두 반응하거나 B가 모두 반응하는 것이므로 2가지 경우를 나누어 생각해 볼 수 있다.

	$A + 2B \rightarrow 2C$			$A + 2B \rightarrow 2C$			
반응 전	$2n$	Pn	n	반응 전	$2n$	Pn	n
반응	$-2n$	$-4n$	$+4n$	반응	$-\frac{Pn}{2}$	$-Pn$	$+Pn$
반응 후	$(P-4)n$ $5n$			반응 후	$(2-\frac{P}{2})n$ $(1+P)n$		

따라서 A가 모두 반응한 경우에는 $(P+1)n=4n$ 이므로 $P=3$ 이고, 반응 후 남은 기체의 몰수가 $B < 0$ 이 되어 모순이다. B가 모두 반응한 경우에는 $(3+\frac{P}{2})n=4n$ 이다. 따라서 반응에서는 B가 모두 반응한 것이고, $P=2$ 이다. $P=2$ 일 때 반응 후 A는 n 몰, C는 $3n$ 몰이므로 C의 몰분율을 $x = \frac{3}{4}$ 이다.

정답⑤

16. 반응 속도

[정답맞히기] 실험 I보다 실험 II에서 [A]가 2배인데, $t=3$ 분 동안 증가한 C의 농도가 실험 II에서가 실험 I에서 2배이므로 농도가 2배일 때 반응 속도가 2배가 되는 반응이므로 1차 반응이고 $v=k[A]$ 이다. 따라서 실험 I에서 $t=3$ 분 동안 $\Delta[A] = -28\text{mM}$ 이 되므로 $x=4$ 이고, $\Delta[B] = 42\text{mM}$, $\Delta[C] = 7\text{mM}$ 이므로 반응 몰수 비는 $A:B:C = 28:42:7 = 3:6:1$ 이다. 따라서 화학 반응식은 $4A \rightarrow 6B + C$ 이고, $y=84$ 이다. 실험 I에서 32mM 이었던 반응물이 $t=3$ 동안 4mM 이 되었으므로 $\frac{1}{8}$ 배가 된

것이고 이는 반감기가 3번 지난 것이다. 반응이 A의 농도에 관한 1차 반응이므로 $t=1$ 분이 반감기이고 $t=2$ 분은 반감기가 2번 지난 것이다. 따라서 $t=2$ 분일 때 I에서 $[A]=8\text{mM}$ 이고, II에서 $[A]=16\text{mM}$ 이므로 $\Delta[A]=-48\text{mM}$ 이고, 반응 계수에 따라 $\Delta[C]=12\text{mM}$ 이므로 $[C]=12\text{mM}$ 이다. 따라서 $\frac{\text{I에서 [A]}}{\text{II에서 [C]}} = \frac{2}{3}$ 이다.

정답②

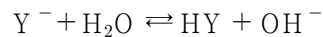
17. 중화 적정

실험 I에서 용질 HX의 몰수는 $\frac{0.63}{63}=0.01$ 몰이고, 부피가 100 mL이므로 몰 농도는 $\frac{0.01}{0.1}=0.1$ M이다. 중화점까지 가한 a M NaOH의 부피가 50 mL이므로 $a=0.2$ 이다. 따라서 실험 II에서 중화점까지 가한 0.2 M NaOH 부피가 산 수용액의 부피와 같은 100 mL이므로 HY 수용액의 몰 농도는 0.2M이고, HY의 몰수는 0.02몰이다.

[정답맞히기] ㄱ. HY 수용액의 HY 몰수가 0.02몰이므로 $\frac{1.2}{x}=0.02$ 에서 $x=60$ 이다.

ㄷ. II의 중화점에서는 Y^- 의 가수 분해 반응이 일어나므로 반응식은 $Y^- + H_2O \rightleftharpoons HY + OH^-$ 이고, $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = \frac{1}{2} \times 10^{-9}$ 이다.

$[Y^-] = \frac{0.02\text{몰}}{0.2\text{L}} = 0.1\text{M}$ 이므로 평형 상태의 몰농도는 다음과 같다.



반응 전 0.1

반응 $\quad \quad \quad -x \quad \quad \quad +x \quad \quad +x$

평형 상태 0.1-x $\quad \quad +x \quad \quad +x$

$K_b = \frac{x^2}{0.1-x} = \frac{1}{2} \times 10^{-9}$ 이므로 $x^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-10}$ 에서 $x = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 10^{-5}$ 이다. 따라서 $[OH^-]$

는 1×10^{-6} 보다 크다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. $HY(aq)$ 은 약산이므로 $K_a = C\alpha^2$ 에서 $2 \times 10^{-5} = 0.2 \times \alpha^2$ 이다. 따라서 $\alpha = 0.01$ 이므로 0.001보다 크다.

18. 반응 속도

[정답맞히기] 화학 반응식이 $A \rightarrow 2B$ 이고, 반응 속도식이 $v = k[A]$ 이므로 A의 농도에 관한 1차 반응이다. 용기에 A를 넣어 반응이 진행되었으므로 A를 n몰 넣어 반응을 진행시켰을 때 $t=10$ 분일 때, A는 $\frac{n}{2}$ 몰 반응하여 B가 n몰 생성된 반응이어야 $\frac{P_B}{P_A} =$

$\frac{n}{n - \frac{n}{2}} = 2$ 이다. 따라서 실험 I에서 $t=10$ 분이 반감기임을 알 수 있다. 실험 II에서

$t=20$ 분일 때는 A가 x 몰을 넣었을 때 A가 $\frac{15x}{16}$ 몰이 반응하여 B가 $\frac{30}{16}x$ 이 생성되는 반응이어야 A는 $\frac{x}{16}$ 몰, B가 $\frac{30}{16}x$ 이므로 $\frac{P_B}{P_A}=30$ 이다. 따라서 $t=20$ 분은 반감기가 4번 지난 반응이 되고 실험 II의 반감기는 $t=5$ 분이다. 따라서 반응 속도는 T_2 가 T_1 에서보다 큰 것이다.

ㄴ. 실험 II의 반감기는 $t=5$ 분이므로 $t=30$ 분은 반감기가 6번 지난 것이다. 따라서 A는 x 몰을 넣었을 때 $\frac{x}{64}$ 몰이고, B는 $\frac{126x}{64}$ 몰이므로 $y=126$ 이다.

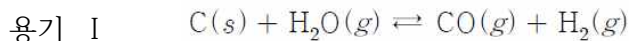
ㄷ. $t=20$ 분이면 실험 I에서는 A의 반감기가 2번 지난 것이므로 질량은 $1 \times (\frac{1}{2})^2 = 0.25$ g이다. 실험 II에서는 A의 반감기가 4번 지난 것이므로 $4 \times (\frac{1}{2})^4 = 0.25$ g이다.

따라서 용기 내 A의 질량은 $t=20$ 분일 때 I과 II에서 같다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 반응 속도는 실험 II에서가 실험 I에서보다 크므로 온도는 $T_2 > T_1$ 이다.

19. 화학 이동 법칙

용기 I에서 혼합 기체의 밀도가 평형 상태 (가)에서 8 g/L이고, 용기의 부피는 1.5 L이므로 기체의 질량은 12 g이다. H_2O , CO, H_2 의 분자량은 각각 18, 28, 2이므로 반응 후에 몰수가 각각 0.25몰이면 기체의 질량의 합이 12 g이 된다.

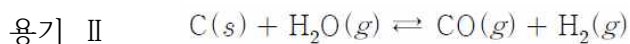


반응 전(몰)	0.5	0.5		
반응	-0.25	-0.25	+0.25	+0.25
반응 후	0.25	0.25	0.25	0.25

용기 I의 부피는 1.5 L이므로 C(s)의 몰수를 제외하여 평형 상수를 구해 보면

$$K = \frac{\left(\frac{0.25}{1.5}\right)^2}{\left(\frac{0.25}{1.5}\right)} = \frac{1}{6}$$

이다. 이로부터 용기 II의 (가)에서의 양적 관계는



반응 전(몰)			1	1
반응	+0.5	+0.5	-0.5	-0.5
반응 후	0.5	0.5	0.5	0.5

용기 II의 부피가 3 L이므로 $K = \frac{\left(\frac{0.5}{3}\right)^2}{\left(\frac{0.5}{3}\right)} = \frac{1}{6}$ 이다.

새로운 평형 상태 (나)가 일어나기 전 반응 지수 $Q = \frac{(\frac{0.75}{4.5})^2}{(\frac{0.75}{4.5})} = \frac{1}{6}$ 이므로 K 와 같다.

따라서 콧을 열어도 몰수의 변화는 없다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 용기 I에서 기체의 전체 몰수는 0.75몰이고, 부피는 1.5 L이므로 $P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.75 \times 90}{1.5} = 45$ 기압이다. 이중 $H_2O(g)$ 의 몰분율은 $\frac{1}{3}$ 이므로 $H_2O(g)$ 의 부분 압력은 15기압이다.

ㄴ. (나)의 용기 I과 II에 들어 있는 C(s)의 몰수는 0.75몰이다. 따라서 질량은 9 g이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. (나)의 혼합 기체의 몰수는 H_2O , CO, H_2 가 각각 0.75몰이므로 질량은 36 g이고, 부피가 4.5 L이므로 $x=8$ 이다.

20. 평형 상수

(가)에서 반응한 A의 몰수를 a 라고 하면 A는 $n-a$ 몰, B는 $2a$ 몰이 존재하는 것이고, A와 B의 몰수는 같으므로 $n=3a$ 가 되어 $a = \frac{1}{3}n$ 이다. 따라서 A와 B는 $\frac{2n}{3}$ 몰이다.

또한 A가 $\frac{1}{3}n$ 몰 반응할 때 B는 $\frac{2}{3}n$ 몰이 생성되므로 반응 계수 $a=1$ 이다. (가)~(다)에서 각 기체의 몰수를 나타내면 다음과 같다.

평형 상태	A의 몰수	B의 몰수
(가)	$\frac{2n}{3}$	$\frac{2n}{3}$
(나)	$\frac{4n}{5}$	$\frac{2n}{5}$
(다)	$\frac{8n}{9}$	$\frac{2n}{9}$

T_1 에서 $K = \frac{(\frac{2n}{3x})^2}{(\frac{2n}{3x})} = \frac{2n}{3x}$ 이고, T_2 에서 $K = \frac{(\frac{2n}{9y})^2}{(\frac{8n}{9y})} = \frac{n}{18y}$ 이므로 $\frac{T_2 \text{에서 } K}{T_1 \text{에서 } K} = \frac{x}{12y} = \frac{1}{3}$

이므로 $\frac{x}{y} = 4$ 이다.

정답⑤

2018학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

화학II 정답

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

해설

- [출제의도] 촉매의 역할을 이해한다.**
촉매는 반응을 촉진시킨다.
- [출제의도] 온도와 반응 속도의 관계를 이해한다.**
 $T_2 > T_1$ 이므로 반응 속도 상수는 T_2 에서 더 크다.
- [출제의도] 반응의 자발성을 이해한다.**
(가)는 자발적이므로 자유 에너지는 감소한다.
- [출제의도] 이온 결정의 구조를 이해한다.**
ㄱ, ㄴ. 단위세포에서 A 이온과 B 이온의 수는 각각 4, 8이므로 화학식은 AB_2 이다.
- [출제의도] 화학 평형의 원리를 이해한다.**
ㄱ. ㉔에서 A, B는 각각 0.2몰, 0.05몰이고 부피가 6L이므로 $K = 7.5$ 이다.
[오답풀이] ㄴ. ㉔에서 $Q > K$ 이므로 정반응의 $\Delta G > 0$ 이다.
- [출제의도] 용액의 증기 압력 내림을 이해한다.**
ㄴ. A의 분자량을 M 이라 할 때 (가)에서 몰수 비는 용매:용질 = $10:1 = \frac{75}{18} : \frac{25}{M}$ 이므로 $M = 60$ 이다.
[오답풀이] ㄴ. (나)에서 몰수 비는 용매:용질 = $10:2$ 이므로 용매의 몰분율은 $\frac{5}{6}$ 이고, $x = \frac{55}{6}$ 이다.
- [출제의도] 1차 반응의 반응 속도를 이해한다.**
반응의 진행에 따른 기체의 압력은 다음과 같다.

시간(초)	0	10	20	30
전체 압력(기압)	4.0	3.0	2.5	2.25
A의 압력(기압)	4.0	2.0	1.0	0.5
- [출제의도] 화학 반응의 자발성을 이해한다.**
ㄱ, ㄴ. 기체 몰수가 증가하는 반응은 $\Delta S > 0$ 이다.

	(가)	(나)	(다)
ΔH 의 부호	-	-	+
ΔS 의 부호	+	-	+

ㄴ. $\frac{\Delta H}{\Delta S}$ 는 $\Delta G = 0$ 일 때의 온도이다.
- [출제의도] 상평형을 이해한다.**
질량이 같을 때 가열한 시간에 따른 온도 변화는 비열에 반비례한다.
ㄱ. P_A 는 삼중점의 압력보다 작다.
[오답풀이] ㄴ. P_B 기압, T_1 K에서 H_2O 은 고체에서 액체로 상태 변화한다.
- [출제의도] 기체의 성질을 이해한다.**
화학 반응식은 $A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g)$ 이다. (가)에서 1기압일 때, 1L당 입자 수가 1이므로 (나)에서 전체 기체의 압력은 2기압이고, $x = 1$ 이다.
- [출제의도] 전기 분해를 이해한다.**

ㄱ, ㄴ. A^{2+} , B^+ 1몰을 각각 환원시키기 위해 필요한 전하량은 2F, 1F이므로 먼저 석출된 금속은 B^+ 1몰이다. 따라서 $b > a$ 이다.

- [출제의도] 기체의 성질을 이해한다.**
ㄱ. (가)에서 I과 II의 압력이 같고, I에서 He의 몰분율이 $\frac{2}{3}$ 이므로 He의 압력 비는 I : II = 2 : 3이다.
ㄴ. II의 부피 비가 (가):(나) = 4 : 3이므로 압력 비는 (가):(나) = 3 : 4이다. $PV = nRT$ 에서 몰수가 같으므로 $\frac{3}{T_1} \times 2 = \frac{4}{T_3} \times \frac{9}{4}$ 이다.

- [출제의도] 기체의 용해도를 이해한다.**
ㄴ. $A(g)$ 의 용해도는 $t^\circ C$, 0.4기압에서 2×10^{-4} 몰/L이므로 1기압에서의 용해도는 5×10^{-4} 몰/L이다.
[오답풀이] ㄱ. $A(g)$ 의 부분 압력은 (나)에서가 (가)에서의 2배이고, $A(g)$ 의 몰수는 (가) > (나)이므로 $V_1 > 2V_2$ 이다.

- [출제의도] 산 염기 중화 반응을 이해한다.**
ㄴ. H_3O^+ 의 몰수는 $[H_3O^+] \times$ 용액의 부피이다. ㄴ. $HB(aq)$ 의 pH가 3이므로 $\alpha = 0.01$ 이다. $HA(aq)$ 20 mL와 0.1 M $NaOH(aq)$ 5 mL의 혼합 용액에서 $[HA] = [A^-]$ 이므로 $[H_3O^+] = K_a = C\alpha^2 = 5 \times 10^{-6}$ M이다. 따라서 이 수용액의 pH > 5이다.
[오답풀이] ㄱ. 산의 몰농도가 같으므로 pH는 이온화도가 큰 $HB(aq)$ 이 $HA(aq)$ 보다 작다.

- [출제의도] 헤스 법칙을 이해한다.**
ㄴ. $H_2O(l)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)를 x kJ/몰이라 하면 $a = 2x + 75 - 376 - 18 = 2x - 319$ 이다.
[오답풀이] ㄴ. $H_2O_2(l)$ 의 분해 엔탈피(ΔH)는 188 kJ/몰이다.

- [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘을 이해한다.**
(가), (다), (마)는 각각 PH_3 , CH_4 , SiH_4 이고, (나), (라)는 각각 H_2O , H_2S 중 하나이다.

- [출제의도] 액체의 증기 압력을 이해한다.**
(다)와 (라)에서 I의 부피가 각각 0.2V mL, 0.6V mL이므로 $A(g)$, $B(g)$ 의 몰분율은 각각 $\frac{1}{6}$, $\frac{3}{8}$ 이고, $A(l)$, $B(l)$ 의 증기 압력은 각각 $\frac{1}{6}$ 기압, $\frac{3}{8}$ 기압이다.

- [출제의도] 용액의 어는점 내림을 이해한다.**
ㄱ, ㄴ. ㉔은 추가로 넣어 준 X의 질량이 w g일 때 ΔT_f 이 낮기 전의 2배이므로 용액 I에 해당한다. P까지 넣어 준 X의 몰수를 n 이라 하면 P에서 I, II에 들어 있는 용질의 몰수는 다음과 같다.

용액	I	II
용질의 몰수(몰)	X: $3n + n$ Y: 0	X: n Y: n

- [오답풀이] ㄴ. (나)에서 몰랄 내림 상수는 직선의 기울기에 비례한다.

- [출제의도] 화학 평형의 원리를 이해한다.**
(나)에서 A ~ C의 몰수는 각각 $0.2 - x$, x , x 이다. (가)와 (나)에서 온도와 압력이 같으므로 $0.2 : 8 = 0.2 + x : V$ 이고, $V = 40(0.2 + x)$ 이다. 평형 상수 $K = \frac{x^2}{(0.2 - x)V} = \frac{1}{50}$ 이므로 $x = \frac{2}{15}$ 이다.

- [출제의도] 0차, 1차 반응의 반응 속도를 이해한다.**
반응 $A(g) \rightarrow 2X(g)$ 은 반응 후 기체 몰수가 증가하고, 반응 $B(g) \rightarrow Y(g)$ 은 기체 몰수의 변화가 없다.

전체 기체의 몰농도의 합이 t 초마다 0.2 M씩 증가하므로 2가지 반응의 반응 속도식은 각각 $v_1 = k_1$, $v_2 = k_2[B]$ 이다. t 초마다 $[A]$ 는 0.2 M씩 감소한다. $0 \sim t$, $t \sim 2t$ 동안 감소한 $[B]$ 는 각각 0.4 M, 0.2 M이므로 B의 반감기는 t 초이다. 0초에서 $[B]$ 는 0.8 M이고 $[A]$ 는 1.2 M이므로 $2t$ 에서 물질의 농도는 $[A] = 0.8$ M, $[B] = 0.2$ M, $[X] = 0.8$ M, $[Y] = 0.6$ M이다.

2019학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ① 02. ⑤ 03. ③ 04. ④ 05. ② 06. ④ 07. ⑤ 08. ③ 09. ② 10. ①
 11. ① 12. ⑤ 13. ④ 14. ② 15. ⑤ 16. ③ 17. ③ 18. ② 19. ① 20. ⑤

1. 물의 광분해

[정답맞히기] (가)는 물을 광분해해서 얻을 수 있고, 연료 전지에서 산소와 반응하여 전기 에너지를 얻을 수 있으므로 수소(H_2)이다. 정답①

2. 분자 간 힘

[정답맞히기] ㄱ. HF는 수소 결합을 형성하므로 HCl보다 끓는점이 높다. 끓는점은 $HX > HY$ 이므로 X는 F이다.
 ㄴ. 2원자 분자는 분자 사이에 분산력만 작용하므로 분자량이 큰 $Y_2(Cl_2)$ 가 $X_2(F_2)$ 보다 끓는점이 높다. 따라서 $a < -34$ 이다.
 ㄷ. 분산력은 모든 분자에 존재하므로 액체 상태의 HX 분자 사이에도 있다. 정답⑤

3. 물의 밀도

물은 액체 상태보다 고체 상태에서 밀도가 작다. ㉠ 결합은 수소 결합이고, ㉡ 결합은 공유 결합이다.
 [정답맞히기] ㄱ. 0 °C에서 $H_2O(s)$ 의 밀도가 $H_2O(l)$ 보다 작은 것은 수소 결합으로 인해 생성된 빈 공간 때문에 부피가 증가해서이다.
 ㄷ. $H_2O(l)$ 의 밀도는 4 °C에서가 0 °C에서보다 크므로 1 g의 부피는 0 °C에서가 4 °C에서보다 크다. 정답③
 [오답피하기] ㄴ. 질량이 같으면 같은 분자 수가 존재하므로 0 °C에서 공유 결합의 수는 1 g의 $H_2O(s)$ 과 $H_2O(l)$ 이 같다.

4. 결정 구조

[정답맞히기] ㄱ. X는 꼭짓점의 4가지 입자가 단위 세포의 한 가운데 있는 입자와 인접하여 있으므로 단면에서 각 입자들은 서로 인접하지 않는다. 따라서 X는 체심 입방 구조이다.
 ㄴ. X는 체심 입방 구조이므로 꼭짓점에 1개($8 \times \frac{1}{8}$), 체심에 1개로 총 2개의 입자가 단위 세포에 포함되어 있다. 따라서 $a = 2$ 이다. 정답④
 [오답피하기] ㄷ. Y는 단순 입방 구조이므로 한 원자에 가장 인접한 원자 수가 6이다. 따라서 $b = 6$ 이다.

5. 엔트로피와 자발성

T_2 , 표준 상태에서 A는 액체이므로 T_1 은 녹는점, T_3 는 끓는점이다.

[정답맞히기] ㄴ. 주어진 그래프에서 보면 T_1 에서 $A(s) \rightarrow A(l)$ 반응의 ΔS 가 T_3 에서 $A(l) \rightarrow A(g)$ 반응의 ΔS 보다 작다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. T_1 에서 $A(s) \rightarrow A(l)$ 반응의 $\Delta S > 0$ 이다. T_1 은 녹는점이므로 $A(s) \rightarrow A(l)$ 반응의 $\Delta G = 0$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta H > 0$ 이다.

ㄷ. T_2 에서 A는 액체 상태이므로 $A(l) \rightarrow A(s)$ 반응은 비자발적($\Delta G > 0$)이다. 따라서 $\Delta H - T_2\Delta S > 0$ 이다.

6. 용액의 농도

35% $HCl(aq)$ x mL의 질량은 밀도를 곱하면 xd g이다. 이 중 HCl 의 질량은 $0.35xd$ g이다. 0.35M $HCl(aq)$ 1 L에는 0.35몰의 HCl 가 들어 있으므로 질량은 $0.35a$ g이다.

용질 HCl 의 질량은 변하지 않으므로 $0.35xd = 0.35a$ 이고, $x = \frac{a}{d}$ 이다. 정답④

7. 용액의 총괄성

[정답맞히기] ㄱ. 탐구 과정에서 물분율과 1기압에서 끓는점을 측정하고 있으므로 ㉠은 끓는점이다.

ㄴ. 자료의 T_1 은 용질의 물분율이 0.01인 $X(aq)$ 의 끓는점이므로 (가)에서 t_1 에서 끓기 시작한 온도에 해당한다. 더 가열한 t_2 에서 온도가 $T_2^\circ C$ 이고, 이때 물분율이 0.02이므로 $T_2 > T_1$ 이다.

ㄷ. 용질의 물분율이 각각 0.02인 $X(aq)$ 과 $Y(aq)$ 은 용질과 용매의 몰수 비가 같으므로 몰랄 농도가 같다. 정답⑤

8. 화학 전지

[정답맞히기] ㄱ. $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ 의 $E^\circ = -0.76V$ 로 4가지 반쪽 반응 중에서 가장 표준 환원 전위가 작으므로 Zn 반쪽 전지에서 산화 반응이 일어나고 (-)극이다.

ㄷ. $m = 3$ 일 때, 반응이 진행된다면 표준 환원 전위(E°)가 큰 반응이 먼저 일어나게 되므로 (+)극에서 $Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$ 의 반응이 일어나게 되어 (+)극에서 $[Fe^{3+}]$ 는 감소한다. (-)극에서는 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ 의 반응이 일어나므로 $[Zn^{2+}]$ 는 증가하게 된다. 따라서 $\frac{(+)\text{극에서}[Fe^{3+}]}{(-)\text{극에서}[Zn^{2+}]} < 1$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. $m = 2$ 일 때, (-)극에서는 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$, (+)극에서는 $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ 의 반응이 일어나므로 표준 전지 준위(E°)는 $0 - (-0.76) = 0.76V$ 이다.

9. 자유 에너지 변화(ΔG)와 자발성

[정답맞히기] ㄴ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 300 K, 표준 상태에서 이 반응이 자발적 ($\Delta G < 0$)이면, $1000x - 300y < 0$ 이므로 $x < \frac{3}{10}y$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 반응에서 기체의 분자 수가 감소하므로 엔트로피는 감소한다. 따라서 $y < 0$ 이다.

ㄷ. $1000x - 300y < 0$ 이고, $y < 0$ 이므로 $x < 0$ 이다. 따라서 $\Delta H < 0$ 인 발열 반응이다.

10. 용해도와 용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. 50 °C에서 포화 수용액의 질량이 A(aq)과 B(aq)이 같으므로 같은 질량의 물에 녹은 용질의 질량이 같아 용해도는 같다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 90 °C에서 A(aq)의 질량이 B(aq)보다 크므로 더 많은 용질이 녹은 A(aq)의 퍼센트 농도가 B(aq)보다 크다.

ㄷ. 포화된 B(aq)의 질량은 90 °C에서 33 g이고, 50 °C에서 27 g이므로 B(s) 6 g이 석출됨을 알 수 있다. 따라서 90 °C에서 B(aq) 55 g의 온도를 50 °C로 낮추면 B(s) 10 g이 석출된다.

11. 중화 적정

온도 T에서 HA의 이온화 상수가 HB보다 크므로 적정 전 pH는 HA가 작다. 따라서 HA(aq) 50 mL는 0.1M NaOH(aq) 30 mL을 가했을 때 중화점에 도달한 것이 된다.

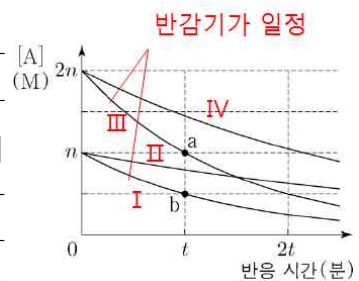
[정답맞히기] ㄱ. HA(aq)의 몰농도를 xM이라고 하면 중화점에서 $x \times 0.05 = 0.1 \times 0.03$ 이므로 $x = 0.06$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. HB(aq)은 HA(aq)과 몰농도가 같으므로 0.06M이다. HB의 이온화 상수 $K_a = 1 \times 10^{-5}$ 이므로 $K_a = 0.06 \times (\alpha)^2$ 이고, $C\alpha = 0.06 \times \sqrt{\frac{1 \times 10^{-5}}{0.06}} = 10^{-3} \sqrt{0.6}$ 이므로 pH는 3보다 작다.

ㄷ. HB의 이온화 상수 $K_a = \frac{[H^+][B^-]}{[HB]}$ 이므로, 일정한 온도에서 $10^{-5} = \frac{10^{-9} \times [B^-]}{[HB]}$ 이고 $\frac{[B^-]}{[HB]} = 1 \times 10^4$ 이다.

12. 반응 속도

실험 I 과 III에서 다른 조건은 동일하고 반응물의 농도가 2배가 되었으므로 만약 1차 반응이라면 반감기가 일정하게 나오는 그래프가 2개이어야 한다. 주어진 그래프에서 A의 농도가 서로 다르면서 반감기가 일정한 반응이 2가지 존재하므로 이 반응은 1차 반응이다. 따라서 a를 통과하는 그래프가 실험 III에 해당하고, b를 통과하는 그래프가 실험 I에 해당한다.



[정답맞히기] ㄱ. 실험 IV가 실험 III보다 반응 속도가 느리므로 III의 온도보다 낮은 온도이다. 따라서 $T_1 > T_2$ 이다.

ㄴ. X(s)를 촉매로 넣은 II의 반응 속도가 I에서보다 느리므로 X(s)는 부촉매이다.

ㄷ. t분 동안 농도 변화량이 a에서가 b에서의 2배이므로 순간 반응 속도는 a에서가 b에서의 2배이다. 정답⑤

13. 상평형

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서(25 °C) 피스톤을 들어 올려서 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 가 존재하게 되었으므로 압력은 1기압보다 작다.

ㄷ. (다)는 삼중점이므로 이후 실린더의 고정 장치를 풀고 충분한 시간이 지나면 t °C, 1기압 상태가 되어 액체 상태로 존재하게 된다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. (가)에서(25 °C, 1기압) H_2O 은 액체 상태로 존재하므로 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 의 반응은 비자발적이다.

14. 화학 평형

[정답맞히기] A(g) 1몰, B(g) 2몰이 들어 있는 상태에서 반응이 진행되어 C(g)의 몰분율이 $\frac{1}{3}$ 일 때는 A~C의 몰수가 각각 $1-x$, $2-x$, $2x$ 이어야 하고, C의 몰분율은

$$\frac{2x}{(1-x)+(2-x)+2x} = \frac{1}{3} \text{이므로 } x = 0.5 \text{이다. 따라서 A~C의 몰수는 각각 0.5몰, 1.5}$$

몰, 1몰이므로 반응 지수 $Q = \frac{1^2}{0.5 \times 1.5} = \frac{4}{3}$ 이다. $K = 3Q$ 이므로 $K = 4$ 이다. 평형 상태

에서 A~C의 몰수를 각각 $1-p$, $2-p$, $2p$ 라고 하면 $K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(2p)^2}{(1-p)(2-p)} = 4$ 이고, $p = \frac{2}{3}$ 이다. 따라서 평형 상태에서 A의 몰수는 $\frac{1}{3}$ 몰이다. 정답②

15. 자유 에너지 변화(ΔG)

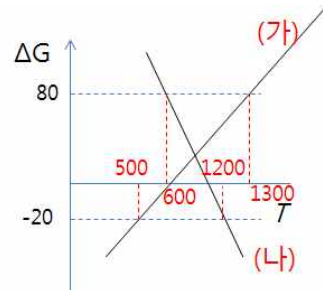
주어진 자료를 온도 T에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)로 나타내면 다음과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 $\Delta H < 0$ 이고, (나)의 $\Delta H > 0$ 이므로 ΔH 는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄴ. $|\Delta S|$ 는 기울기와 같으므로 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 (나)에서 $-20 = \Delta H - 1200\Delta S$, $80 = \Delta H - 600\Delta S$ 이다. 이를 풀면 $\Delta H = 180 \text{ kJ}$, $\Delta S = \frac{1}{6} \text{ kJ/K}$ 이다. 따라서 800 K에서

$\Delta G = 180 - \frac{800}{6} > 0$ 이므로 비자발적이다. 정답⑤

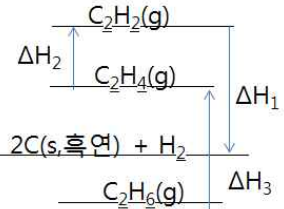


16. 표준 생성 엔탈피

표준 생성 엔탈피 비교를 그래프로 나타내면 다음과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. ΔH_2 는 엔탈피가 높아지므로 $\Delta H_2 > 0$ 이다.

ㄴ. 표준 생성 엔탈피로 비교하면 $|\Delta H_2 + \Delta H_3| > |\Delta H_1|$ 이다.



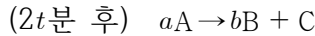
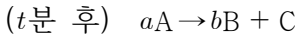
정답③

[오답피하기] ㄷ. $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ 은 반응 $C_2H_6(g) \rightarrow 2C(s, 흑연) + H_2(g)$ 의 엔탈피 변화와 같으므로 $C_2H_6(g)$ 의 분해 엔탈피와 같다.

17. 반응 속도

반응 시간에 따른 A의 농도 변화로부터 0차 반응임을 알 수 있다. 또한 시간에 따른 A의 몰분율이 감소하므로 반응 후 기체 분자 수가 늘어나는 반응임을 알 수 있다. ($b > a$)

[정답맞히기] ㄱ. 0차 반응이므로 같은 시간 동안에 반응하는 몰수가 같다. 따라서



반응 전 x

반응 전 x

반응 후 $x - a \quad b \quad 1$

반응 후 $x - 2a \quad 2b \quad 2$

t분에서 A의 몰분율은 $\frac{x-a}{x-a+b+1} = \frac{9}{13}$, 2t분에서 A의 몰분율은

$\frac{x-2a}{x-2a+2b+2} = \frac{7}{15}$ 이므로 이를 풀면 $b = 2a - 1$ 이다.

ㄴ. t분에서 A의 몰분율에 $b = 2a - 1$ 를 대입하면

$\frac{x-a}{x-a+b+1} = \frac{x-a}{x-a+(2a-1)+1} = \frac{x-a}{x+a} = \frac{9}{13}$ 이고, $a = \frac{2}{11}x$ 이다. 3t분에서는 A의 몰

수가 $x - 3a$ 이므로 $x - 3(\frac{2}{11}x) = \frac{5}{11}x$ 몰이고, 강철 용기는 1 L이므로 $[A] = \frac{5}{11}x$ M이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 0차 반응의 반응 속도식은 $[A]_t = [A]_0 - kt$ 이므로 그래프로부터

$\frac{x}{2} = x - ky$ 이고 $k = \frac{x}{2y}$ 임을 알 수 있다. 따라서 2 L인 용기에 x몰의 A를 넣어 반응

시키면 $\frac{x}{4}$ M가 될 때까지의 시간 t는 $\frac{x}{4} = \frac{x}{2} - kt = \frac{x}{2} - (\frac{x}{2y})t$ 에서 $\frac{y}{2}$ 분임을 알 수 있

다.

18. 기체의 반응

[정답맞히기] 기체의 분자 수는 압력과 부피의 곱에 비례하므로 (가)에서 A의 분자 수를 $2.5n$, He의 분자 수를 $2n$ 이라고 할 수 있다. (나) 과정 후에 A는 남아 있지 않음

므로 A는 모두 소모되었고, He과 B의 부분 압력이 같으므로 두 기체의 분자 수는 같다. 이를 양적 관계로 나타내면 다음과 같다.



반응 전 $2.5n \quad x$

$$\text{반응} \quad -2.5n \quad -\frac{2.5n}{a} \quad +\frac{7.5n}{a} \quad +\frac{10n}{a}$$

$$\text{반응 후} \quad x - \frac{2.5n}{a} \quad \frac{7.5n}{a} \quad \frac{10n}{a}$$

반응 후 기체의 온도는 400 K인데 이를 300 K으로 바꾸어 생각해 보면 부피는 7.5 L가 된다. 따라서 (나) 과정 후 1기압 300 K에서 7.5 L는 7.5n의 분자 수로 나타낼 수 있다.

$x - \frac{2.5n}{a} = 2n$ 이고, He을 포함하면 $4n + \frac{7.5n}{a} + \frac{10n}{a} = 7.5n$ 에서 $a = 5$ 이다. 따라서 반응한 B의 몰수는 $0.5n$ 이고, 남은 몰수는 $2n$ 이므로 총 몰수는 $2.5n (=n_B)$ 이다. 따라서

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{2.5n}{2.5n} = 1 \text{이다.}$$

정답②

19. 반응 속도

[정답맞히기] A의 농도에 따라 초기 반응 속도가 증가하는 것으로 보아 1차 반응이다. 따라서 $v = k[A]$ 이고, 반감기가 일정하다. 표에서 주어진 B(g)의 반응 시간에 따른 몰농도의 변화는 $2t$ 에서 $3t$ 사이에 0.5M 증가하였음을 알 수 있다. t 가 반감기라고 하면 $t \sim 2t$ 사이의 변화는 1M, $0 \sim t$ 사이의 변화는 2M이므로 $2t \sim 3t$ 의 농도 변화인 0.5M과 같은 모습을 보일 수 있다. 따라서 t 는 반감기이고, $x = 2$ 이다. T_2 에서는 T_1 보다 반응 속도가 0.5배이므로 반응 속도 상수(k)가 0.5배인 것이다. 따라서 반감기도 T_2 에서는 $2t$ 분이 되어, 1 L 강철 용기에 A 4몰($2x$)을 넣고 반응시키면 $2t$ 분 후 A(g)의 농도는 2M이다.

정답①

20. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. 평형 II에서 A의 몰수를 $2-x$ 라고 하면 B는 $2+2x$, Ne은 9몰이다. B의 몰분율이 $\frac{1}{5}$ 라고 하였으므로 $\frac{2+2x}{13+x} = \frac{1}{5}$ 에서 $x = \frac{1}{3}$ 이다. 따라서 평형 II에서 혼합 기체의 몰수는 $\frac{40}{3}$ 몰이다.

ㄴ. 평형 상수는 I과 II에서 같으므로 평형 I에서 $K = \frac{(\frac{2}{V_1})^2}{\frac{2}{V_1}} = \frac{2}{V_1}$, 평형 II에서 A

는 $\frac{5}{3}$ 몰, B는 $\frac{8}{3}$ 몰이므로 $K = \frac{(\frac{8}{3V_2})^2}{\frac{5}{3V_2}} = \frac{1}{V_2} \times \frac{64}{15}$ 이다. 따라서 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{32}{15}$ 이다.

ㄷ. 평형 I 과 II 의 온도는 같으므로 $PV = nRT$ 에서 $T = \frac{PV}{nR}$ 이고, 이를 대입하면

$\frac{PV_1}{4n} = \frac{1 \times V_2}{\frac{40}{3}n}$ 이므로 $P = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{3}{10} = \frac{16}{25}$ 이다. 정답㉕

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학II]

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

- [출제의도] 상태 변화에서의 엔탈피 변화 이해하기
물이 얼음으로 될 때 주변으로 열을 방출하므로 주위의 온도가 올라가고, H₂O의 엔탈피는 감소한다. 따라서 (가)는 방출, (나)는 감소이다.
- [출제의도] 분자 간 힘과 끓는점 관계 이해하기
분자량이 비슷할 때, 극성 분자는 무극성 분자보다 끓는점이 높다. ㄱ. (나)는 (가)보다 끓는점이 높으므로 (가)는 N₂, (나)는 NO이다. ㄴ. NH₃는 수소 결합을 하므로 끓는점이 높다. ㄷ. 분자로 이루어진 모든 물질은 액체 상태에서 분자 사이에 분산력이 작용한다.
- [출제의도] 기체의 온도, 압력, 부피 관계 이해하기
ㄱ. 분자의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례하므로 A와 B가 같다. ㄴ. 질량이 같을 때, 밀도는 부피에 반비례하므로 밀도비는 B:C=2:3이다. ㄷ. $PV = \frac{w}{M}RT$ 이고, A~C는 질량이 같으므로 $M_A:M_B:M_C = 3:1:2$ 이다. 따라서 분자량이 가장 큰 것은 A이다.
- [출제의도] 결정성 고체와 비결정성 고체 구분하기
구리는 금속 결정이고, 염화 나트륨은 이온 결정이므로 결정성 고체에 해당한다. 석영 유리는 원자의 배열이 불규칙한 비결정성 고체이다.
- [출제의도] 몰농도와 삼투압 관계 이해하기
같은 온도에서 비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 삼투압은 용질에 종류에 관계없이 몰농도에 비례한다. (다)에서 0.01M의 삼투압은 0.28기압이므로 (가)의 ㉠은 0.28이고, (라)의 ㉡은 0.03이다.
- [출제의도] 생활 속에서 ppm 농도 적용하기
 $ppm = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6$ 이므로 용액 속 카페인 농도는 $\frac{0.01g}{200g} \times 10^6 = 50ppm$ 이다.
- [출제의도] 수소 결합에 의한 H₂O의 특성 이해하기
ㄱ, ㄴ. 밀폐된 용기 속 H₂O이 상태 변화할 때, 질량은 일정하고, 밀도는 부피에 반비례하므로 밀도는 (가)>(나)이다. ㄷ. 물이 얼음이 될 때 H₂O 사이의 수소 결합 수가 증가하여 부피가 커지므로 분자당 평균 수소 결합 수는 (나)>(가)이다.
- [출제의도] 몰랄 농도 이해하기
2m A(aq)의 용매 100g에는 0.2몰의 A(s)가 녹아 있다. A의 분자량이 60이므로 용질의 질량은 12g이다. H₂O(l)을 추가하여 2m의 A(aq)을 1m로 만들기 위해서는 H₂O(l)의 질량이 2배가 되어야 하므로 x는 100이다. 2m A(aq)을 4m A(aq)으로 만들기 위해서는 용질이 2배가 되어야 하므로 y는 12이다.
- [출제의도] 고체 결정 구조 이해하기
ㄱ. 원자량은 A>B이고, 단위 세포의 질량비는 B>A이므로 단위 세포 속 원자 수는 B>A이다. (가)와 (나)의 단위 세포 속 원자 수는 각각 2, 4이므로 (가)는 A이고 (나)는 B이다. ㄴ. A는 체심 입방 구조이므로 한 원자에 가장 인접한 원자 수는 8이다.

ㄷ. 단위 세포의 질량=단위 세포 속 원자 수×원자량이므로 2×A의 원자량:4×B의 원자량=3:4이다. 따라서 원자량비는 A:B=3:2이다.

10. [출제의도] 액체의 상 변화 이해하기

ㄱ. B의 기준 끓는점은 안정한 상이 액체, 기체인 t₂°C이므로 ㉠은 t₂이다. ㄴ. 같은 질량의 액체를 동일한 열량으로 각각 가열할 때, 비열이 클수록 단위 시간당 온도 변화가 작으므로 비열은 A(l)>B(l)이다. ㄷ. A의 기준 끓는점은 t₃°C, B의 기준 끓는점은 t₂°C이고 t₃>t₂이다. 따라서 기준 끓는점은 A>B이다.

11. [출제의도] 열량계의 열용량을 이용하여 물질의 연소열 구하기

발생한 열량을 Q, 열용량을 C, 온도 변화를 ΔT라고 할 때, Q=CΔT이다. ㄱ. X의 연소열이 20kJ/g이므로 X 1g이 연소될 때 Q=20kJ=C×5°C이다. 따라서 C=4kJ/°C이다. ㄴ. Y 1g이 연소될 때 발생한 Q=4kJ/°C×10°C=40kJ이므로 Y의 연소열은 40kJ/g이다. ㄷ. III에서 발생한 열량은 I과 II에서 각각 발생한 열량의 합과 같다. 따라서 x는 15이다.

12. [출제의도] 결합 에너지로 생성 엔탈피 구하기

생성 엔탈피(ΔH_f)=(반응물의 결합 에너지 합)-(생성물의 결합 에너지 합)이다.

열화학 반응식	반응물과 생성물에 존재하는 결합
$\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}F_2(g) \rightarrow HF(g)$	H-H, F-F, H-F
$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$	N≡N, H-H, N-H
$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}F_2(g) \rightarrow NF_3(g)$	N≡N, F-F, N-F

ΔH_f를 구할 수 있는 물질은 HF(g), NH₃(g)이다.

13. [출제의도] 농도 이해하기

ㄱ. 퍼센트 농도(%)= $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$ 이므로 20% A(aq) 50g에는 용질 10g이 들어 있다. ㄴ. $\frac{10g}{\frac{A \text{의 화학식량}}{0.5L}} = 0.5M$ 이므로, A의 화학식량은 40이다. ㄷ. 밀도가 1.0g/mL인 0.5M A(aq) 100mL의 질량은 100g이므로 용질의 질량은 2g, 물의 질량(w_물)은 98g이다. (나) 과정 후 w_물은 500g이고, 용질의 몰수는 0.05몰이므로 몰랄 농도는 0.1m이다.

14. [출제의도] 헤스 법칙으로 반응 엔탈피 구하기

ㄱ. 물질이 기화할 때 열을 흡수하므로 H₂O(l)의 기화 엔탈피는 0보다 크다. ㄴ. H₂O(g)의 분해 반응의 화학 반응식은 H₂O(g)→H₂(g)+ $\frac{1}{2}$ O₂(g)이므로 H₂O(g)의 분해 엔탈피는 $\frac{1}{2}(\Delta H_2 + \Delta H_3)$ 이다. ㄷ. C(s, 흑연)의 연소 반응의 화학 반응식은 C(s, 흑연)+O₂(g)→CO₂(g)이므로 C(s, 흑연)의 연소 엔탈피는 ΔH₁+ΔH₂+ΔH₃이다.

15. [출제의도] 용액의 증기 압력과 어는점 내림 이해하기

ㄱ, ㄷ. 물의 질량은 같고, 분자량은 A>B이므로 용질의 몰수는 (나)>(가)이며, 몰랄 농도는 (나)>(가)이다. 따라서 (가)와 (나)가 같은 증기 압력을 나타내기 위한 온도는 (나)>(가)이다. 그러므로 t₂>t₁이다. ㄴ. 같은 압력에서 몰랄 농도가 클수록 어는점이 낮아지므로 기준 어는점은 (가)>(나)이다.

16. [출제의도] 농도 이해하기

(가)에서 w_{수용액}이 1000g일 때, 0.1% X(aq) 속 w_{용질}은 1g이다. (나)에서 수용액의 밀도는 1g/mL이므로 w_{수용액} 1000g은 1000mL이다. 0.1M에서

수용액 1000mL 속 n_{용질}은 0.1몰이고, 화학식량이 100이므로 w_{용질}은 10g이다. 0.1m에서 물 1000g 속 n_{용질}은 0.1몰이므로 w_{용질}은 10g이다. 따라서 (다)에서 w_{수용액} 1000g에는 용질 $\frac{1000}{101}g$ 이 들어 있다. w_{용질}을 비교하면 (나)>(다)>(가)이고, 물 ag을 넣어도 용질의 질량은 변하지 않으므로, 퍼센트 농도(%)는 (나)>(다)>(가)이다.

17. [출제의도] 기체의 분출 속도 비교하기

같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 몰수에 비례하므로, 각 과정 후 실린더에 남아 있는 기체의 부피와 질량을 통해 A의 분자량:B의 분자량=4:1이다. 분출 속도(v)는 M의 제곱근에 반비례하므로 v_A:v_B=1:2이다. 따라서 단위 시간당 분출되는 기체의 몰수(n)는 n_A:n_B=1:2이다. 나중 부피=처음 부피(x)-분출된 기체의 부피(V_t)이므로 A(g)는 x-V_t=162V, B(g)는 x-2V_t=160V이 된다. 따라서 x=164V이다.

18. [출제의도] 기체의 압력, 온도, 부피 관계 파악하기

밀도(d)= $\frac{\text{질량}(w)}{\text{부피}(V)}$ 이므로 w이 일정할 때 V_(가):V_(나):V_(다)=1: $\frac{1}{x}$: $\frac{3}{2}$ 이다. PV=nRT이므로 (가)에서 (나)로 될 때 T는 같고 P이 $\frac{3}{2}$ 배가 되므로 V는 $\frac{2}{3}$ 배이다. 따라서 x는 $\frac{3}{2}$ 이다. w이 일정할 때 $\frac{P_{(나)}V_{(나)}}{T_{(나)}} = \frac{P_{(다)}V_{(다)}}{T_{(다)}}$ 이므로 $\frac{\frac{3}{2} \times \frac{2}{3}}{200} = \frac{2 \times \frac{3}{2}}{T}$ 이다. 따라서 T는 600이고, x×T= $\frac{3}{2} \times 600 = 900$ 이다.

19. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

물의 분자량은 M_물, 용질 A 분자량은 M_A이고, 용액의 증기 압력(P_{용액})=용매의 증기 압력(P_{용매})×용매의 몰분율(X_{용매})이다. 추가한 물의 질량이 3wg일 때 X_{용매}= $\frac{4w}{M_{\text{물}} / (\frac{a}{M_A} + \frac{4w}{M_{\text{물}}})} = \frac{20}{21}$ 이다. 따라서 M_A:M_물=5a:w이다. 추가한 물의 질량이 wg일 때 X_{용매}= $\frac{2w}{M_{\text{물}} / (\frac{a}{M_A} + \frac{2w}{M_{\text{물}}})} = \frac{10}{11}$ 이므로 P_{용액}= $\frac{10}{11}P$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 부분 압력 파악하기

(나)에서 실린더 속 A(g)의 몰분율이 0.4이므로 A(g)의 부분 압력은 0.4기압이고, C(g)의 부분 압력은 0.6기압이다. (가)와 (나)에서 T는 일정하므로 강철 용기와 실린더 부피의 합(V)은 1기압×2L=0.4기압×V이므로 V=5L이다. 따라서 (나)에서 실린더의 부피(V₁)는 3L이다. (가)에서 1기압 2L에 10n몰의 기체가 있으므로 (나)에서 실린더 속 A(g)의 몰수는 6n몰, C(g)의 몰수는 9n몰이다. (다)에서 10n몰의 B(g)를 넣고 B(g)가 모두 소모될 때까지 반응시켰을 때, 몰수 변화는 다음과 같다.

	A(g)	+ bB(g)	→	2C(g)
반응 전	6n	10n		9n
반응 후	$-\frac{10n}{b}$	-10n		$+\frac{20n}{b}$
	$(6 - \frac{10}{b})n$	0		$(9 + \frac{20}{b})n$

(다)에서 A(g)의 몰분율은 $(6 - \frac{10}{b})n / (15 + \frac{10}{b})n = 0.05$ 이다. 따라서 b=2이다. (다)에서 실린더 속 A(g)의 몰수는 n몰, C(g)의 몰수는 19n몰이다. 15n몰의 기체는 실린더 3L를 차지하므로 20n몰의 기체는 실린더 4L(V₂)를 차지한다. 따라서 $\frac{V_1}{V_2} \times b = \frac{3}{2}$ 이다.

2020학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ⑤ 02. ④ 03. ① 04. ① 05. ② 06. ④ 07. ③ 08. ③ 09. ① 10. ⑤
11. ② 12. ④ 13. ③ 14. ② 15. ④ 16. ② 17. ⑤ 18. ④ 19. ③ 20. ①

1. 에너지의 전환과 보존

[정답맞히기] 학생 A : 전열 기구는 전기 에너지를 열에너지로 변환시키는 장치이다.

학생 C : 연소 반응은 발열 반응이다.

정답⑤

[오답피하기] 학생 B : 화학 반응이 일어나도 전체 에너지는 보존된다.

2. 분자 간 힘

[정답맞히기] 가. 분산력은 모든 분자에서 작용하는 힘이다.

나. (나)는 극성 분자이므로 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재한다.

정답④

[오답피하기] 다. 분자 사이의 인력이 클수록 기준 끓는점이 높으므로 분자 사이의 인력은 (가)가 가장 크다.

3. 물질의 안정한 상

아세트산은 고체 상태에서 가열하였고, 에탄올은 액체 상태에서 가열하였다. (가)는 1~10분과 20~21분 구간에서 온도가 일정한 구간이 존재하므로 고체에서 액체, 기체로 상 변화가 일어나는 물질이다. 따라서 (가)는 아세트산이고, (나)는 에탄올이다.

[정답맞히기] 가. (가)는 1~10분일 때 고체→액체의 상태 변화가 일어나므로 12분일 때 (가)는 액체 상태가 가장 안정한 상이다.

[오답피하기] 나. (나)는 10분일 때부터 78°C로 온도가 일정하므로 1가지의 상태 변화만 일어나는 에탄올이다.

다. 가열 시간이 20분이면 (가)와 (나)는 모두 끓는점에 도달한 상태이므로 대기압과 압력이 같은 1기압의 증기 압력을 갖는다.

정답①

4. 고립계의 반응

고립계에서는 계와 주위 사이에 물질과 에너지를 모두 교환할 수 없다.

[정답맞히기] 가. 반응 후 기체의 분자 수가 증가하므로 계의 엔트로피는 증가한다.

정답①

[오답피하기] 나. 에너지와 물질의 출입이 없는 고립계이므로 반응 전과 후에 에너지는 보존된다.

다. 고립계에서 물질의 출입이 없으므로 질량은 보존된다.

5. 흡열 반응

[정답맞히기] ㉠의 과정이 일어나면서 공기 중의 수증기가 물방울이 되어 맺혔으므로



주위의 온도가 낮아지는 흡열 반응임을 알 수 있다. 따라서 엔탈피 변화 $\Delta H_1 > 0$ 이다. ㉠에서는 $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ 의 반응이 일어나면서 생성물의 엔탈피가 반응물보다 작은 발열 반응이 일어난다. 따라서 엔탈피 변화 $\Delta H_2 < 0$ 이다. 정답②

6. 농도의 변환

[정답맞히기] 몰농도(M) = $\frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이다. 98% H_2SO_4 5 mL의 질량은 $5 \text{ g} \times 1.8 \text{ g/mL} = 9 \text{ g}$ 이다. 9 g에 98%는 H_2SO_4 이므로 $(9 \times 0.98) \text{ g}$ 이 H_2SO_4 의 질량이다. 용질의 몰수(mol) = $\frac{(9 \times 0.98)}{98} = 0.09 \text{ mol}$ 이고, 이를 희석하여 1 L의 수용액을 만들었으므로 몰농도는 0.09M이다. 따라서 $x = 0.09$ 이다. 정답④

7. 상변화 탐구

[정답맞히기] ㄱ. 결론 부분에 ‘탐구 결과가 가설에 어긋나므로 가설은 옳지 않다.’라고 하였으므로 $V_1 > V_2$ 의 가설이 적절하다. 따라서 ㉠으로는 ‘부피가 감소한다.’가 적절하다.

ㄷ. 탐구 결과 물이 얼음이 되면서 부피가 증가하므로 밀도가 감소함을 알 수 있고 따라서 얼음이 물에 뜨는 현상을 설명할 수 있다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. ㉠의 결과는 얼음에서가 물에서보다 분자당 수소 결합의 평균 개수가 크기 때문에 분자 사이에 빈 공간이 생겨 물이 얼음으로 되면서 부피가 증가하게 되는 이유이다.

8. 기체의 확산

같은 온도와 압력에서 기체의 확산 속도는 분자량의 제곱근에 반비례한다.

$$(v \propto \frac{1}{\sqrt{M}})$$

[정답맞히기] ㄱ. 기체가 이동한 거리는 같은 시간의 속도와 같다. 따라서 $l_A : l_B = v_A$

$$t_1 : v_B t_1 = \frac{1}{\sqrt{M_A}} : \frac{1}{\sqrt{M_B}} = 1 : a \text{ 이므로 분자량은 A가 B의 } a^2 \text{ 배이다.}$$

ㄴ. 온도가 높아지면서 분자의 운동 속도가 빨라져 C(s)가 생성되는 시간이 짧아진다. 따라서 $t_1 > t_2$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. $l_A : l_B$ 는 같은 시간 동안에 간 거리이므로 유리관의 길이가 같으면 온도가 달라져도 그 비는 같게 된다. 따라서 $a = b$ 이다.

9. 자유 에너지 변화

자유 에너지 변화 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이고, $\Delta G < 0$ 이면 자발적이고 $\Delta G > 0$ 이면 비자발



적인 반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$ 이므로 모든 온도에서 자발적($\Delta G < 0$)이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 2000 K에서 (나)의 자유 에너지 변화

$\Delta G = 280 - 2 \times (-140) = 560 \text{ kJ}$ 로 $\Delta G > 0$ 이다.

ㄷ. 300 K에서 (다)의 자유 에너지 변화 $\Delta G = -200 - 0.3 \times (-190) = -143 \text{ kJ}$ 이므로 자발적인 반응이다.

10. 상평형

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 온도를 T_1 K로 유지하면서 외부 압력을 1기압으로 변화 시키면 (나)의 A 상태에 해당하게 되므로 $\text{H}_2\text{O}(s)$ 만 존재하게 된다.

ㄷ. H_2O 이 A 상태에서 B 상태로 변화하면 $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ 의 변화가 일어나므로 H_2O 의 엔트로피는 증가하게 된다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서는 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 와 $\text{H}_2\text{O}(s)$ 이 상평형을 이루고 있으므로 삼중점 아래에 해당하는 압력이 작용해야 한다. 따라서 $P < 1$ 이다.

11. 고체 결정 구조

A는 면심 입방 구조이고, B는 단순 입방 구조이다.

[정답맞히기] ㄴ. 금속 A의 단위 세포에는 A가 면에 3개($\frac{1}{2} \times 6$), 꼭짓점에 1개($\frac{1}{8} \times 8$)

존재하므로 총 4개의 A가 들어 있다. B의 단위 세포에는 꼭짓점에 1개($\frac{1}{8} \times 8$)의 B가 들어 있다. 따라서 단위 세포에 포함된 원자 수는 A가 B보다 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 한 원자에 가장 인접한 원자 수는 A가 12, B가 6이므로 A가 B보다 크다.

ㄷ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 A와 B의 원자량을 각각 M , $8M$ 이라고 하면 밀도는 A가

$\frac{4 \times M}{(6a)^3}$, B가 $\frac{1 \times 8M}{(5a)^3}$ 이므로 $\frac{\text{B의 밀도}}{\text{A의 밀도}} = \left(\frac{6}{5}\right)^3 \times 2 = 3.456 > 3$ 이다.

12. 자발적인 반응

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 철이 산화되는 반응이므로 발열 반응이다 따라서 $\Delta H_1 < 0$ 이다.

ㄷ. (나)는 자발적인 반응이므로 $\Delta G < 0$ 인 반응이다. $\Delta H_2 > 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta S > 0$ 이어야 한다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. (가)는 자발적인 반응이므로 전체 엔트로피($\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}}$)가 증가하는 반응이다. (가)에서 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이므로 $|\Delta S_{\text{계}}| < |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다.



13. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 반응 엔탈피는 생성물의 생성 엔탈피에서 반응물의 생성 엔탈피의 차로 구할 수 있으므로 $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$ 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 $(2 \times 33) - (2 \times 91) = -116$ kJ이다.

ㄷ. 반응 엔탈피 = (반응물의 결합 에너지 합) - (생성물의 결합 에너지 합)
이므로 $2x + 498 - 2y = -116$ 이다. 따라서 $|x - y| = 307$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. $\text{N}(g)$ 의 생성 엔탈피는 반응 $\text{N}_2(g) \rightarrow 2\text{N}(g)$ 의 반응 엔탈피와 같으므로 $\text{N}_2(g)$ 의 결합 에너지를 구하는 방법과 같다. 따라서 $\text{N}(g)$ 의 생성 엔탈피는 $\frac{945}{2}$ kJ/몰이다.

14. 기체의 용해도

기체의 용해도는 용매의 종류, 온도, 압력의 영향을 받는다. 기체의 용해도는 온도가 높아지면 감소한다. 기체의 부분 압력이 커지면 기체의 용해도가 증가한다.

[정답맞히기] ㄴ. 평형 상태 I에서 온도를 높여 II에 도달하므로 기체의 용해도는 감소하게 되어 $\text{N}_2(aq)$ 의 몰농도는 감소한다. 따라서 $a_1 > a_2$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 온도가 높아지면 수증기압은 증가하게 된다. 대기압이 1기압으로 일정하므로 수증기압은 $\text{II} > \text{I}$ 이고, $\text{N}_2(g)$ 의 부분 압력은 감소하게 된다. 따라서 $P_1 > P_2$ 이다.

ㄷ. II에서 외부 압력이 2기압으로 증가하면 온도가 같아서 수증기압은 일정하므로 $\text{N}_2(g)$ 의 부분 압력은 2배보다 더 커지게 된다. 따라서 $\text{N}_2(aq)$ 의 몰농도는 $2a_2$ M보다 크다.

15. 삼투압

삼투압은 $\pi = CRT$ 이다. (C : 용액의 몰농도, R : 기체 상수, T : 절대 온도)

[정답맞히기] ㄴ. T_1 보다 T_2 에서 두 수용액의 압력 차가 커지므로 온도가 $T_2 > T_1$ 임을 알 수 있다.

ㄷ. T_1 에서 용해된 A와 B가 각각 $2w$ g이면 2배의 용질의 용해되는 것이므로 농도 차는 2배가 된다. 따라서 삼투압 차도 2배가 되어 $\Delta P = 2\Delta P_1$ 이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A와 B를 w g의 같은 질량으로 넣어 용해시켰는데 T_1 에서 측정된 압력차 $P_A - P_B = \Delta P_1 > 0$ 이므로 $P_A > P_B$ 이다. 따라서 삼투압은 $\pi = CRT$ 이므로 농도는 $A(aq) > B(aq)$ 이다. A가 B보다 용질의 몰수가 더 크므로 분자량은 $B > A$ 이다.

16. 화학 평형과 몰분율

[정답맞히기] ㄴ. $A(g)$ 의 몰분율이 II에서 $\frac{1}{4}$ 이고, 반응 전 A와 B의 몰수가 같으므로



로 평형 상태에서 A~C의 몰수는 각각 n , n , $2n$ 이다. $K = \frac{\left(\frac{2n}{2}\right)}{\left(\frac{n}{2}\right)\left(\frac{n}{2}\right)} = \frac{4}{n} = 2$ 이므로

$n = 2$ 이다. 따라서 A는 1몰에서 2몰로 증가한 것이므로 반응 초기에 역반응이 우세하게 진행한 것임을 알 수 있다.

정답②

(별해) II에서 반응한 A의 몰수를 y 라고 하면 반응 후에 평형 상태에서 A~C의 몰수는 각각 $1-y$, $1-y$, $a+y$ 이다. A의 몰분율은 $\frac{1-y}{2+a-y} = \frac{1}{4}$ 이므로 $a = 2 - 3y$ 이다. 평

형 상수는 온도가 같으므로 $K = \frac{\left(\frac{a+y}{2}\right)}{\left(\frac{1-y}{2}\right)^2} = \frac{\left(\frac{2-2y}{2}\right)}{\left(\frac{1-y}{2}\right)^2} = \frac{1}{\frac{1-y}{4}} = \frac{4}{1-y} = 2$ 이고, $y = -1$ 이

다. 따라서 II의 반응 초기에는 역반응이 우세하게 일어남을 알 수 있다.

[오답피하기] ㄱ. I에서 정반응이 진행하여 C가 생성될 것이므로 반응한 A의 몰수를 x 라고 하면 반응 후에 평형 상태에서 A~C의 몰수는 각각 $2-x$, $2-x$, x 이다. A의 몰분율은 $\frac{2-x}{4-x} = \frac{1}{3}$ 이므로 $x = 1$ 이다. 따라서 A~C의 몰수는 각각 1, 1, 1 몰이고

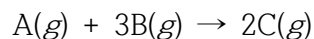
용기의 부피는 2 L이므로 평형 상수 $K = \frac{[C]}{[A][B]} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)}{\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)} = 2$ 이다.

ㄷ. II에서 반응 후 평형 상태에서 A~C의 몰수가 각각 2, 2, 4이므로 A와 B는 각각 1몰씩 증가하였고, C는 1몰이 감소한 것이다. 따라서 반응 전 C의 몰수 $a = 5$ 이다.

17. 기체의 성질

온도가 일정하면 기체의 몰수는 기체의 압력과 부피의 곱에 비례한다.

[정답맞히기] (가)에서 실린더 내 기체 A의 몰수는 $(1 \text{ 기압} \times 1 \text{ L}) \propto n$ 몰, B의 몰수는 $(3 \text{ 기압} \times 3 \text{ L}) \propto 9n$ 몰이다. (나)에서 콕 a 를 열어 반응시키면 반응 후 기체의 몰수는 다음과 같다.



반응 전(몰)	n	$9n$	
반응(몰)	$-n$	$-3n$	$+2n$
(나) 반응 후(몰)	$6n$	$2n$	

콕 b 를 열어 반응시키는 과정 (다) 이후 C(g)만 존재하므로 남은 B(g)는 모두 반응하게 된다. 따라서 가장 바깥 용기에 들어 있는 A(g)의 몰수는 $2n$ 이어야 하고, 반응 전 압력은 2기압이었음을 알 수 있다. (나) 과정에서 외부 압력 1기압이 작용하므로 (나) 이후 기체의 몰수는 $8n$ 몰이고, 전체 용기의 부피는 8 L가 되어야 한다. B가 들어 있던 용기는 3 L이므로 실린더 속 혼합 기체의 부피 $V_1 = 5L$ 이다. (다) 과정 후 C(g)만 남아 있는 기체의 몰수는 $2n + 4n = 6n$ 몰이므로 전체 기체의 부피는 1 기압에서 6 L



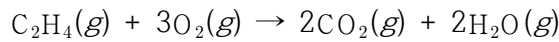
이어야 하므로 $V_2 = 2$ L이다. 따라서 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{5}{2}$ 이다.

정답⑤

18. 기체의 성질

반응물과 생성물이 모두 기체라고 하였으므로 반응식은 $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$ 이다.

[정답맞히기] 반응 전 $C_2H_4(g)$ 0.1몰, $O_2(g)$ 0.4몰이 존재하고 반응 후에도 기체의 총 몰수는 변화가 없다.



반응 전(몰)	0.1	0.4		
반응(몰)	-0.1	-0.3	+0.2	+0.2
반응 후(몰)		0.1	0.2	0.2

(다) 과정 후 $He(g)$ 의 부피는 2 L로 2배가 되었으므로 기체의 압력은 $\frac{1}{2}P_1$ 기압이다.

이는 고정 장치 오른쪽에도 같이 적용되므로 오른쪽 혼합 기체의 부피는 4 L에 $\frac{1}{2}P_1$ 기압이다. 과정 (나)에서 혼합 기체의 부피는 5 L이므로 이때의 압력은 몰수가 일정하므로 보일 법칙에 따라 $P \times 5 = \frac{1}{2}P_1 \times 4$ 이고, $P = \frac{2}{5}P_1$ 이다. 이 중 $CO_2(g)$ 의 몰분율은 $\frac{2}{5}$ 이므로 $CO_2(g)$ 의 부분 압력 $P_2 = \frac{2}{5} \times \frac{2}{5}P_1 = \frac{4}{25}P_1$ 기압이다. 따라서 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{25}{4}$ 이

정답④

19. 평형 상수

[정답맞히기] ㄱ. 용기 I에서 평형 상태이므로 $K = \frac{(0.5)(0.5)}{(1)^2} = \frac{1}{4}$ 이다.

ㄴ. 반응 초기에 $B(g)$ 의 농도가 증가하므로 역반응이 자발적($\Delta G < 0$)으로 진행하게 된다. 따라서 정반응의 자유 에너지 변화 $\Delta G > 0$ 이다.

[오답피하기] ㄷ. 반응한 B의 몰수를 x 라고 하면 평형 상태에서 A~C의 몰수는 각각 $1+2x$, $2.5-x$, $0.5-x$ 이다.

평형 상수 $K = \frac{1}{4}$ 이므로 $K = \frac{(\frac{2.5-x}{2})(\frac{0.5-x}{2})}{(\frac{1+2x}{2})^2} = \frac{(2.5-x)(0.5-x)}{(1+2x)^2} = \frac{1}{4}$ 이다. 따라서

$x = \frac{1}{4}$ 이고 A~C의 몰수는 각각 1.5, 2.25, 0.25이므로 $B(g)$ 의 몰분율은 $\frac{2.25}{4} = \frac{9}{16}$ 이므로 $\frac{1}{2}$ 보다 크다.

정답③



20. 기체의 성질

초기 상태에서 $A(g)$ 1몰이 들어 있다가 평형 상태 I로 되었을 때 $A(g)$ $\frac{2}{3}$ 몰이 존재하므로 $A(g)$ $\frac{1}{3}$ 몰이 반응하여 $B(g)$ $\frac{2}{3}$ 몰이 생성된 것이다. 따라서 평형 상태 I에는 혼합 기체 $\frac{4}{3}$ 몰이 T_1 K에 존재하고, 이때 부피가 V L이다. 이상 기체 방정식에 따라 $1\text{기압} \times V = \frac{4}{3} \times R \times T_1$ 이므로 $T_1 = \frac{3V}{4R}$ 이다. 평형 상태 II에서는 $A(g)$ 가 $\frac{3}{4}$ 몰, $B(g)$ 가 $\frac{2}{4}$ 몰 존재하므로 혼합 기체는 $\frac{5}{4}$ 몰이고, 온도가 T_2 K, 부피가 $\frac{3}{4}V$ L이다. 따라서 $T_2 = \frac{3V}{5R}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $T_1 : T_2 = \frac{3V}{4R} : \frac{3V}{5R} = 5 : 4$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. $T_1 > T_2$ 이므로 평형 I에서 온도를 낮추었더니 $A(g)$ 의 몰수가 증가하는 역반응이 우세하게 진행하여 평형 II에 도달한 것이므로 정반응은 온도가 높아져야 진행하게 된다. 따라서 정반응의 반응 엔탈피 $\Delta H > 0$ 이다.

ㄷ. T_1 K에서 $A(g)$ 의 초기 몰수가 $\frac{1}{2}$ 몰이므로 평형 I에서보다 $\frac{1}{2}$ 배로 반응하게 되어 $A(g)$ $\frac{1}{3}$ 몰, $B(g)$ $\frac{1}{3}$ 몰이 존재하면 총 부피도 $\frac{1}{2}V$ 가 되어 평형 상태 I에서의 평형 상

수 $K = \frac{(\frac{2}{3V})^2}{(\frac{2}{3V})} = \frac{2}{3V}$ 와 같게 된다. 따라서 평형 상태에서 $B(g)$ 의 몰수는 $\frac{1}{3}$ 몰이다.



화학 II 정답

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

화학 II 해설

1. [출제의도] 용해 평형 이해하기

포화 용액은 용해 평형 상태이다. 용해 평형은 동적 평형 상태로 ΔG 는 0이다.

2. [출제의도] 분자 사이의 힘 분석하기

㉠은 CH_3OH , ㉡은 H_2S 이다. 모든 분자 사이에는 분산력이 작용한다. O_2 는 무극성 분자이므로 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하지 않는다. 기준 끓는점은 수소 결합이 존재하는 CH_3OH 이 수소 결합이 존재하지 않는 H_2S 보다 높다.

3. [출제의도] 고체 결정 구조 인식하기

A~C 이온의 위치는 각각 단위세포의 꼭짓점, 중심, 면의 중심이다. ○은 C 이온, ●은 B 이온이다. A 이온은 단순입방격자 구조를 형성한다. A 이온에 가장 인접한 B 이온 수는 8이다.

4. [출제의도] 물의 특성 탐구하기

해안 지역에서 낮에 해풍이 부는 현상은 물의 비열과 관련이 있다. 겨울철에 물이 표면부터 어는 것은 물의 밀도와 관련이 있다. 물방울 모양이 동그란 것은 물의 표면장력과 관련이 있다.

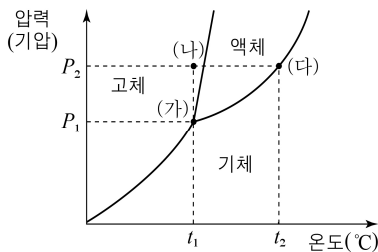
5. [출제의도] 반응 지수와 평형 상수 이해하기

[A]와 [B]가 1 M씩 감소하는 동안 [C]는 2 M 증가하였으므로 $c = 2$ 이다. t_1 에서는 정반응이 우세하게 진행되므로 $Q < K$ 이다. t_2 에서 C(g)를 추가로 넣어주면 역반응이 우세하게 진행되어 $[A] > 1 \text{ M}$ 이다.

6. [출제의도] 헤스 법칙을 통한 반응 엔탈피 분석하기

$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3$ 이므로 $\Delta H_2 = 104 \text{ kJ}$ 이다. O-H의 결합 에너지를 $x \text{ kJ/몰}$, O-O의 결합 에너지를 $y \text{ kJ/몰}$, O=O의 결합 에너지를 $z \text{ kJ/몰}$ 이라고 하면, $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 의 ΔH 는 $4x + 2y - (4x + z) = -212$ 이다. 따라서 $z = 2y + 212$ 이다. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = -106 \text{ kJ}$ 이고, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ 에서는 H_2O 의 액화 엔탈피만큼 더 방출된다.

7. [출제의도] 상평형 그림에서 정보 도출하기



용해 곡선의 기울기가 양의 값이므로 X는 CO_2 이다.

8. [출제의도] 기체의 성질 이해하기

(가)에서 $\frac{P_X}{P_Y} = \frac{1}{5}$ 이므로 몰수 비는 (가)와 (나) 모두 $X : Y = 1 : 5$ 이다. 질량이 (나)가 (가)의 2배이므로 몰수는 (나)가 (가)의 2배이고, 부피는 $\frac{3}{2}$ 배이다.

로 (나)의 전체 압력은 $\frac{4}{3}$ 기압이다. $P_{X,(가)} = \frac{1}{6}$ 기압, $P_{X,(나)} = \frac{2}{9}$ 기압이다. (가)에 Y(g) 1 g을 더 넣으면 부피는 $\frac{11}{6} \text{ VL}$ 가 된다.

9. [출제의도] 상변화에서 반응의 자발성 분석하기
절대 온도 T, 1 기압에서 X의 증기 압력이 1 기압이므로 T는 기준 끓는점이고, $\Delta H - T\Delta S = 0$ 이다. T보다 높은 온도에서 $X(l) \rightarrow X(g)$ 반응은 자발적이다.

10. [출제의도] 묽은 용액의 성질 이해하기
 $\Delta T_b = K_b \times m$ 이고, 분자량의 비가 A : B = 1 : 3이므로 용매의 질량은 (가)가 (나)의 2배이다. 따라서 % 농도는 (가)가 (나)보다 작다. (가)와 (나)의 ΔT_b 가 같으므로 몰랄 농도가 같고, 용질의 몰 분율도 같다. (나)와 (다)를 혼합한 용액의 ΔT_b 는 $\frac{5}{3} \text{ k}^\circ\text{C}$ 이다.

11. [출제의도] 약산의 이온화 평형 분석하기
 $\text{HB}(\text{aq})$ 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = C\alpha$ 이므로 $10^{-4} = 0.1x \times \alpha$ 이고 $x\alpha = 10^{-3}$ 이다. $\text{HA}(\text{aq})$ 에서 $K_a = C\alpha^2$ 이므로 $10^{-5} = x\alpha^2$ 이고, 이를 정리하면 $\alpha = 0.01$, $x = 0.1$ 이다. $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = \frac{1}{\alpha}$ 이므로 $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \times x = 10$ 이다.

12. [출제의도] 용액의 농도 탐구하기
녹아 있는 용질의 양은 (다)의 용액은 $x \text{ g}$, (마)의 용액은 $15x \text{ g}$ 이다. (마)에서 만든 A(aq)이 0.3 M이므로 $\frac{x + 14x}{0.5 \text{ L}} = 0.3 \text{ M}$ 이고 $x = 1$ 이다. (가)에서 만든 A(aq)은 $\frac{0.02 \text{ 몰}}{0.1 \text{ kg}} = 0.2 \text{ m}$ 이다. (나)에서 만든 A(aq)은 $\frac{0.02 \text{ 몰}}{0.25 \text{ L}} = 0.08 \text{ M}$ 이다.

13. [출제의도] 헤스 법칙으로 반응 엔탈피 구하기
 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 의 생성 엔탈피($\Delta H = -\Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3 = 3\Delta H_2 - \Delta H_3$)는 0보다 크다. $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 의 $\Delta H = -\Delta H_1 + \Delta H_2 < 0$ 이므로 결합 에너지의 총합은 생성물이 반응물보다 크다. 단히계에서 $\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 이 일어날 때 $\Delta H = \frac{\Delta H_1 + \Delta H_3}{2} < 0$ 이므로 주위의 온도는 높아진다.

14. [출제의도] 온도에 따른 반응의 자발성 이해하기
(가)에서 온도가 높아질수록 ΔG 가 증가하므로 ΔH 와 ΔS 는 모두 0보다 작다. T_1 에서 $\Delta G < 0$ 이므로 $\frac{|\Delta H|}{T_1} > |\Delta S|$ 이다. (나)에서 온도가 높아질수록 ΔG 가 감소하므로 ΔH 와 ΔS 는 모두 0보다 크다. $\frac{\Delta H}{\Delta S}$ 는 ΔG 가 0일 때의 온도와 같으므로 (가)는 T_2 보다 크고, (나)는 T_1 이다.

15. [출제의도] 화학 전지 자료 분석하기
 E° 를 비교하면 Ag 전극은 (+)극이 된다. $n = 1$ 일 때, (-)극에서는 $\text{Cu}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + e^-$ 이 일어나므로 Cu^+ 의 수는 감소한다. $n = 2$ 일 때, (-)극에서는 $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ 이 일어나므로 $E^\circ_{\text{전지}} = +0.80 - (+0.34) = +0.46(\text{V})$ 이다.

16. [출제의도] 중화 반응 결론 도출하기
(가)는 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1$ 이므로 산의 $\frac{1}{2}$ 이 중화된 지점이다. $x = 0.1$, $K_a = 1 \times 10^{-5}$ 이다. $2x \text{ M HA}(\text{aq})$ 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{0.2 \times 10^{-5}}$ 이므로 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{10^{-14}} =$

2×10^8 이다. (나)는 중화점으로 $\text{A}^-(\text{aq})$ 의 가수 분해가 일어난다. $[\text{A}^-] = 0.1$, $K_b = 1 \times 10^{-9}$ 이므로 $[\text{OH}^-] = \sqrt{0.1 \times 10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}$ 이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-9}$ 이다. $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 이므로 $y = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1 \times 10^4$ 이다.

17. [출제의도] 전기 분해 자료 분석하기
(나)에서 금속 이온을 환원시키는데 필요한 전하량은 $\text{A}^+ : \text{B}^{2+} = 1 : 2$ 이다. 사용된 전하량이 a와 $(3a - a)$ 이므로 먼저 석출된 금속은 A이다. A^+ 0.2 몰이 환원되는데 필요한 전하량은 $0.2F$ 이므로 $a = 0.2 \times 96500$ 이다. 석출된 금속의 질량은 $w_A = 21.6 \text{ g}$, $w_B = 12.8 \text{ g}$ 이므로, A와 B의 원자량은 각각 108과 64이다. A가 먼저 석출되었으므로 $\text{B}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{A}(\text{s}) \rightarrow \text{B}(\text{s}) + 2\text{A}^+(\text{aq})$ 의 $\Delta G^\circ > 0$ 이다.

18. [출제의도] 화학 반응을 통해 기체의 성질 도출하기

$PV \propto n$ 이므로 (나)에서 반응은 다음과 같다.

	$x \text{ A}(\text{g})$	$+ \text{B}(\text{g})$	$\rightarrow 2 \text{C}(\text{g})$
반응 전	$4n$	Pn	0
반응	$-4n$	$-\frac{4}{x}n$	$+\frac{8}{x}n$
반응 후	0	$(P - \frac{4}{x})n$	$\frac{8}{x}n$

$\chi_B = \frac{(P - \frac{4}{x})n}{(P - \frac{4}{x})n + \frac{8}{x}n} = \frac{P - \frac{4}{x}}{P + \frac{4}{x}} = 0.2$ 이다. (다)에서 $\frac{P_B}{P_{\text{He}}} = \frac{n_B}{n_{\text{He}}} = \frac{n_B}{2n} = 0.25$ 이므로 $n_B = 0.5n$ 이다. 따라서 $(P - \frac{4}{x})n = 0.5n$ 이므로 위 식과 연결하면 $x = 4$, $P = 1.5$ 이다.

19. [출제의도] 묽은 용액의 성질 인식하기
(가)에서 (나)로 될 때 기체의 부피가 감소하였으므로 총 기체 분자 수가 감소한 것을 알 수 있고, n_{He} 는 일정하므로 $n_{\text{H}_2\text{O}}$ 가 감소한 것이다. $P_{\text{전체}} = P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{He}} = 1$ 에서 묽은 용액에서 증기 압력 내림으로 인해 $P_{\text{H}_2\text{O},(가)} > P_{\text{H}_2\text{O},(나)}$ 이므로 $P_{\text{He},(가)} < P_{\text{He},(나)}$ 이다. 증발 속도는 증가하지 않는다. $\chi_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - \chi_{\text{He}} = 1 - \frac{n_{\text{He}}}{n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{He}}}$ 이므로 $\chi_{\text{H}_2\text{O}}$ 는 감소한다.

20. [출제의도] 평형 이동 자료 분석하기

C(g)가 x만큼 반응하여 평형 (가)에 도달했을 때 각 기체의 몰수를 구하면,

	$\text{A}(\text{g})$	$+ \text{B}(\text{g})$	$\rightleftharpoons \text{C}(\text{g})$
반응 전	0	0	1
반응	$+x$	$+x$	$-x$
반응 후	x	x	$(1-x)$

$\chi_C = \frac{2}{3}$ 이므로 $x = 0.2$ 이고, $n_A = n_B = 0.2$, $n_C = 0.8$ 이다. 같은 방법으로 평형 (나)에서 $n_A = n_B = 0.6$, $n_C = 0.4$ 이다. 정반응은 발열 반응이다. $V = \frac{nRT}{P}$ 이므로 $V_1 = 1.2 \times 25 = 30$ 이다. 같은 방법으로 $V_2 = 60$ 이다. $K_{(가)} = \frac{0.8}{\frac{0.2 \times 0.2}{30 \times 30}} = 600$ 이고, $K_{(나)} = \frac{600}{9}$ 이다.

01. ② 02. ④ 03. ③ 04. ② 05. ⑤ 06. ③ 07. ④ 08. ① 09. ④ 10. ⑤
 11. ② 12. ⑤ 13. ① 14. ③ 15. ④ 16. ① 17. ③ 18. ⑤ 19. ⑤ 20. ②

1. 물의 광분해

[정답맞히기] 수소 연료 전지로부터 전기 에너지를 얻으려면 수소와 산소를 반응시켜야 하고, 물의 광분해에서는 수소와 산소가 생성된다. 따라서 (가)는 산소이다. **정답②**

2. 수소 결합

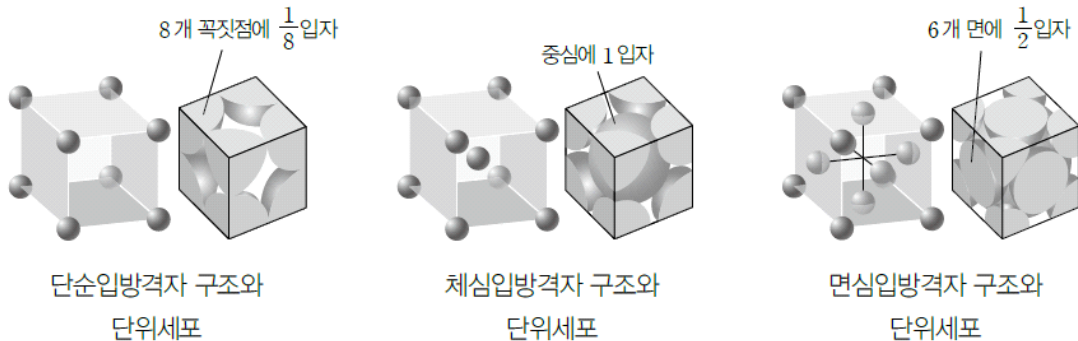
수소 결합은 전기 음성도가 큰 F, O, N에 결합된 H 원자와 이웃하는 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 인력이다.

[정답맞히기] (나)와 (다)에는 O와 결합한 H 원자가 있으므로 수소 결합을 한다.

정답④

[오답피하기] (가)는 H원자가 C와 결합해 있으므로 수소 결합을 할 수 없다.

3. 고체 결정의 구조



[정답맞히기] ㄱ. (가)는 단위 세포의 꼭짓점에만 입자가 존재하는 구조이므로 단순 입방 격자 구조이다.

ㄴ. 면심 입방 격자 구조는 꼭짓점에 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개, 면에 $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 개의 입자가 있으므로 총 4개의 입자가 있다. 체심 입방 격자 구조는 꼭짓점에 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개, 체심에 1개의 입자가 있으므로 총 2개의 입자가 있다. 따라서 ㉠으로 '단위 세포에 포함된 입자 수가 3이상인가?'는 적절하다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 1개의 입자에 가장 인접한 입자 수는 (가)의 단순 입방 격자 구조가 6개, (나)의 체심 입방 격자 구조가 8개이므로 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

4. 촉매와 반응 속도

[정답맞히기] 촉매의 유무 외에는 다른 조건은 모두 동일해야 하므로 A와 C를 비교하면 촉매가 반응 속도에 미치는 영향을 비교할 수 있다. **정답②**



5. 자유 에너지 변화

[정답맞히기] A(g)와 B(g)가 자발적으로 반응한다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. 반응 전과 후에 기체의 몰수가 감소하였으므로 엔트로피 변화 $\Delta S < 0$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이고, $\Delta G < 0$, $\Delta S < 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이다. 정답⑤

6. 상평형

[정답맞히기] ㄱ. 온도 T에서 H₂O(l)의 양이 더 이상 변하지 않는 상태이므로 동적 평형 상태이다. 따라서 H₂O(g)의 압력은 변하지 않는다.

ㄴ. 동적 평형 상태이므로 증발 속도와 응축 속도는 같다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 용기 안 온도를 T보다 낮추면 H₂O(g)의 분자 수가 감소하게 되므로 H₂O(g)의 질량은 감소한다.

7. 계의 엔트로피

엔트로피는 무질서도의 척도로 기체 상태가 액체 상태보다 크며, 기체 분자 수가 클수록 엔트로피는 크다.

[정답맞히기] (가)에서 A₂는 액체 상태 1몰이고, (나)에서 A₂는 기체 상태 1몰이며, (다)에서는 (나)와 온도가 같으면서 분자 수가 2배이므로 계의 엔트로피는 (다)>(나)>(가)이다. 정답④

8. 엔탈피 변화

주어진 그림의 $\Delta H > 0$ 이므로 a~d는 모두 (+)값이다.

[정답맞히기] ㄱ. 반응 H₂O(l) → H₂O(g)의 엔탈피 변화 $\Delta H = d$ kJ이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. H₂O(l)의 생성 엔탈피는 반응 H₂(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) → H₂O(l)의 엔탈피 변화 $\Delta H = -(c+d)$ kJ/몰이다.

ㄷ. 결합 에너지는 기체 상태의 물질을 구성하는 두 원자 간의 공유 결합 1몰을 끊어 기체 상태의 원자로 만드는 데 필요한 에너지이므로 O-H의 결합 에너지는 반응 H₂O(g) → 2H(g) + O(g)의 엔탈피 변화의 절반에 해당하므로 $\frac{(a+b+c)}{2}$ kJ/몰이다.

9. 물의 가열 곡선

[정답맞히기] ㄴ. H₂O 1몰을 용해시키는 데 필요한 열량은 6 kJ, 기화시키는 데 필요한 열량은 40 kJ이다. 따라서 $\frac{\text{H}_2\text{O의 기화열}}{\text{H}_2\text{O의 용해열}} = \frac{40}{6} = \frac{20}{3}$ 이다.

ㄷ. P에서 열량을 가하여 Q가 되므로 에너지를 흡수한 것이다. 따라서 H₂O 1몰의 엔트로피는 P에서가 Q에서보다 작다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 비열은 물질 1 g의 온도를 1 °C올리는 데 필요한 열량이다. H₂O(s)



은 온도를 25 °C 높이는 데 1 kJ의 열량을 가했고, H₂O(l)은 온도를 100 °C 높이는 데 8 kJ의 열량을 가했으므로 $\frac{\text{H}_2\text{O}(s)\text{의 비열}}{\text{H}_2\text{O}(l)\text{의 비열}} = \frac{\frac{1}{25}}{\frac{8}{100}} = \frac{1}{2}$ 이다.

10. 상평형

70 °C, 0.5기압에서 A와 B의 안정한 상은 각각 액체와 기체이므로 증기 압력은 B>A이다.

[정답맞히기] ㄱ. 증기 압력은 B>A이므로 기준 끓는점은 A가 B보다 높다.

ㄴ. 70 °C, 0.5기압에서 A의 안정한 상은 액체이므로 A(g) → A(l) 반응은 자발적으로 일어난다. 따라서 ΔG < 0이다.

ㄷ. 80 °C, 0.5기압에서 A는 액체와 기체가 공존하는 상태이고, B는 기체가 안정한 상이므로 안정한 상의 수는 A가 B보다 크다. 정답⑤

11. 자유 에너지 변화

ΔH의 단위는 kJ이고, ΔS의 단위는 J/K임을 참고하여 계산시 두 값의 단위를 맞추어야 한다.

[정답맞히기] ㄴ. T = $\frac{1000}{3}$ K에서 A(α) → A(β)의 ΔG = ΔH - TΔS = x - $\frac{1000}{3}(3x) \cdot \frac{1}{1000}$ = 0 kJ이므로 자유 에너지는 A(α)와 A(β)가 같다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. T = 300 K에서 반응 A(α) → A(β)의 자유 에너지 변화 ΔG = ΔH - TΔS = x - 300(3x) $\frac{1}{1000}$ = 0.1x kJ이므로 비자발적이다.

ㄷ. T = 350 K에서 반응 A(α) → A(β)의 자유 에너지 변화 ΔG = ΔH - TΔS = x - 350(3x) $\frac{1}{1000}$ = -0.05x kJ이므로 자발적이다. 따라서 A의 안정한 상은 β이다.

12. 라울 법칙

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 같은 질량의 X를 넣었을 때 증기 압력이 같으므로 증기 압력이 감소한 정도는 A가 B보다 크다. 이는 X의 몰수는 같고 A의 몰수가 B보다 작기 때문이므로 분자량은 A>B이다.

ㄷ. (가)에서 B(g)의 압력은 순수한 B(l)의 증기 압력이고, (나)에서 B(g)의 압력은 용질 X가 용해된 B(l)의 증기 압력이므로 증기 압력 내림이 있다. 따라서 B(g)의 압력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 증기 압력은 A>B이므로 분자 사이의 인력은 B(l)>A(l)이다.

13. 화학 전지

[정답맞히기] ㄱ. X가 A인 전지의 반응이 진행된다면 Cu 전극이 (-)극, A 전극이 (+)



극이 되므로 Cu는 Cu^{2+} 으로 되고 A^+ 은 A로 석출될 것이다. 따라서 $[\text{A}^+]$ 는 감소한다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. X가 B인 전지의 반응이 진행되면 B 전극은 (-)극 Cu 전극은 (+)극이 되므로 전자는 B에서 나와 도선을 통해 Cu로 이동하게 된다.

ㄷ. X가 A일 때 $E_{\text{전지}}^{\circ} = 0.80 - 0.34 = 0.46 \text{ V}$ 이고, X가 B일 때 $E_{\text{전지}}^{\circ} = 0.34 - (-0.76) = 1.10 \text{ V}$ 이므로 표준 전지 전위는 X가 B일 때가 A일 때보다 크다.

14. 중화 적정

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 강산과 강염기의 혼합 용액이므로 1.0M $\text{HA}(aq)$ 100 mL에 들어 있는 0.1몰의 H_3O^+ 이 0.25 M $\text{NaOH}(aq)$ 100 mL에 들어 있는 0.025몰의 OH^- 과 반응하여 혼합 용액에는 0.075몰의 H_3O^+ 이 총 200 mL의 수용액에 들어 있는 것이다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{0.075 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = \frac{3}{8} \text{ M}$ 이다.

ㄷ. (다)는 약산 $\text{HB}(aq)$ 과 강산 NaOH 의 혼합 용액으로 중화점에서 $[\text{B}^-] = \sqrt{C \times K_b}$ 에서 $C = \frac{0.1 \text{ 몰}}{0.5 \text{ L}} = 0.2 \text{ M}$, $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-7}} = \frac{1}{2} \times 10^{-7}$ 이므로 $[\text{B}^-] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-10} \text{ M}$ 이다. 따라서 $y < 2 \times 10^{-10}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에서는 HB 0.1몰과 NaOH 0.075몰이 반응한 것이므로 HB는 0.025몰 B^- 은 0.075몰이 존재한다. 따라서 $\frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = 3$ 이다.

15. 용해도

[정답맞히기] 포화 수용액 $\text{A}(aq)$ w_1 g과 포화 수용액 $\text{B}(aq)$ w_2 g에 각각 넣어준 $\text{A}(s)$ 와 $\text{B}(s)$ 의 질량이 x g으로 같으므로 주어진 자료의 T_2 와 T_1 에서의 용해도 차를 같게 하여 초기 수용액을 정하면 된다. T_2 와 T_1 에서의 용해도 차는 $\text{A}(s)$, $\text{B}(s)$ 가 각각 90.40이므로 $\text{A}(aq)$ 의 양은 T_1 에서 4배, $\text{B}(aq)$ 의 양은 T_1 에서 9배를 하면 넣어준 A와 B의 질량이 360 g으로 같아지게 된다. 따라서 T_1 에서 $\text{A}(aq)$ 의 질량은 $(50+100) \times 4 = 600 \text{ g}$, $\text{B}(aq)$ 의 질량은 $(100+100) \times 9 = 1800 \text{ g}$ 이므로 $\frac{w_2}{w_1} = 3$ 이다.

정답④

16. 농도의 변환

[정답맞히기] (가)에서 $\text{NaOH}(s)$ 의 질량은 6 g이고 물의 질량은 54 g이다. (나)에서 $\text{NaOH}(aq)$ 의 밀도는 1.02 g/mL이므로 100 mL의 질량은 102 g이다. 몰랄 농도가 0.50m이므로 $\text{NaOH}(s)$ 의 질량은 2 g 물의 질량은 100 g이다. (가)와 (나)의 수용액을 혼합하면 $\text{NaOH}(s)$ 의 질량은 8 g이므로 0.2몰이고, 수용액의 질량은 $60+102=162 \text{ g}$ 이다. 1.2M $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피를 V L라고 하면 NaOH 의 질량은 변하지 않으므로



$\frac{8}{40} = 0.2$ 몰로 $\frac{0.2}{V} = 1.2M$ 이고, $V = \frac{500}{3}$ mL이다. 밀도가 1.05 g/mL이므로 (다)에서 수용액의 질량은 $1.05 \times \frac{500}{3} = 175$ g이다. 따라서 $x = 175 - 162 = 13$ 이다.

정답①

17. 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. 반응 전 $P = 5.0$ 기압이었고, 반응이 일어나서 A가 모두 소모되었을 때 $P = 10$ 기압이다. 따라서 반응 후 분자 수가 반응 전보다 2배이어야 하므로 $b = 3$ 이다.

ㄷ. 5분일 때 $P = 9$ 기압이므로 반응한 A의 압력을 $2x$ 라고 하면



반응 전	5		
반응	$-2x$	$+3x$	$+x$
반응 후	$5-2x$	$3x$	x

반응 후 기체의 압력 $P = 5 + 2x = 9$ 이므로 $x = 2$ 이다. 따라서 반응 후 A(g)는 1기압, B(g)는 6기압, C(g)는 2기압이므로 C의 몰 분율은 $\frac{2}{9}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 1분일 때는 반응 전보다 0.6기압 압력이 증가하였으므로 반응 후 기체의 압력 $P = 5 + 2n = 5.6$ 기압에서 $n = 0.3$ 이다. 따라서 A는 0.6기압이 감소한 것이다. 4분일 때는 3분일 때보다 1.0기압 증가하였으므로 A는 1.0기압이 감소한 것이다. 따라서 $\frac{1분일\ 때의\ 순간\ 반응\ 속도}{4분일\ 때의\ 순간\ 반응\ 속도} = \frac{3}{5}$ 이다.

18. 평형 이동

[정답맞히기] 화학 반응식이 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 이므로 (가)와 (나)에서 부피가 감소하고, 온도가 증가하여도 기체의 몰수에는 변화가 없다. (가)에서 A(g)가 x 몰, B(g)가 y 몰 있다고 하면 평형 상수 $K = \frac{2^2}{x \times y} = \frac{16}{5}$ 이므로 $xy = \frac{5}{4}$ 이다. (나)에서는 (가)에서보다 온도가 2배, 부피가 0.5배이므로 $PV = nRT$ 에서 압력은 4기압이다. (나)에서 C는 1몰이 감소하였으므로 A는 $(x+0.5)$ 몰, B는 $(y+0.5)$ 몰이 존재하는 것이고 평형 상수 $K = \frac{1^2}{(x+0.5)(y+0.5)} = \frac{1}{3}$ 이다. 식을 풀면 $xy + \frac{1}{2}(x+y) + \frac{1}{4} = 3$ 이고, $x+y=3$ 이다. (나)에서 전체 압력은 4기압이고 A와 B의 몰수 합은 $x+y+1=4$ 몰이고, C는 1몰이므로 C의 부분 압력은 $4 \times \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$ 기압이다. 정답⑤

19. 반응 속도

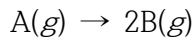
[정답맞히기] Ne의 몰수는 반응이 지나도 변하지 않으므로 실험 I에서 $t=1$ 분일 때



Ne(g)의 몰 분율이 $\frac{1}{7}$ 이므로 전체 기체의 몰수는 14몰이고, A와 B의 몰수 합은 12몰이다. 실험 I에서 시간에 따른 기체 A와 B의 몰수 합을 나타내면 다음과 같다.

실험 I	$t = 1$ 분	$t = 2$ 분	$t = 3$ 분	$t = 4$ 분
A와 B의 몰수 합	12	14		15.5

화학 반응식이 $A(g) \rightarrow 2B(g)$ 이므로 1분마다 반응이 진행하면서 A의 몰수는 감소하는데 일정한 간격으로 전체 몰수가 증가하는 양이 감소하므로 A의 농도에 반응 속도가 비례함을 알 수 있다. 따라서 반응이 A에 대한 1차 반응이고, A의 반감기가 $t = 1$ 분, 강철 용기를 1 L라고 하여 A의 초기 농도를 $x = 8M$ 이라고 하면, A와 B의 양적 관계는 다음과 같이 되어 주어진 자료를 만족하게 된다.



반응 전(M) 8

반응 -4 +8

1분 후 4 8 (A+B=12)

반응 -2 +4

2분 후 2 12 (A+B=14)

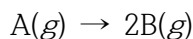
반응 -1 +2

3분 후 1 14

반응 -0.5 +1

4분 후 0.5 15 (A+B=15.5)

따라서 실험 II에서는 $3x = 24$ 몰의 A가 반응하여 2번의 반감기를 거친 $t = 2$ 분에서 양적 관계는 다음과 같다.



반응 전(M) 24

반응 -12 +24

1분 후 12 24 (A+B=36)

반응 -6 +12

2분 후 6 36 (A+B=42)

따라서 Ne(g)의 몰 분율은 $\frac{2}{42+2} = \frac{1}{22}$ 이다.

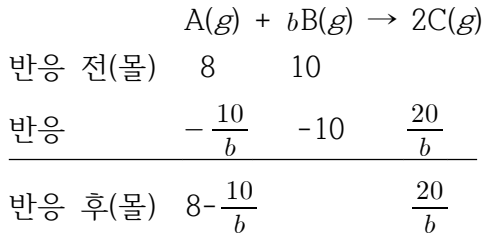
정답⑤

20. 기체의 성질

[정답맞히기] $PV \propto n$ 이므로 (가)에서 A(g) 10몰, Ar(g) 10몰이 들어 있다고 가정하면 (나)에서 콕을 동시에 잠깐 열었다가 닫았더니 $P_1 V_1 = 8$ 이므로 A(g)는 8몰이 들어 있고, 실린더의 부피는 2 L이므로 Ar(g)의 부피는 $\frac{6}{7}$ L이고 압력은 7기압이므로 Ar(g)은 6몰임을 알 수 있다. 따라서 감소한 기체의 몰수는 A가 2몰, Ar은 4몰이고, 분자



운동 속력은 Ar이 A보다 2배 크을 알 수 있다. 그레이엄 법칙에 따르면 분자량이 4배이면 분자 운동 속력이 2배이므로 A의 분자량은 Ar의 4배이다. 따라서 $x = 160$ 이다. (가)에서 $B(g)$ 의 몰수는 $4 \times \frac{5}{2} = 10$ 몰이므로 (다)에서 A가 모두 소모되면 양적 관계가 성립이 되지 않고 B가 모두 반응해야만 반응의 양적 관계가 성립하게 된다. 따라서 (다)에서는 $B(g)$ 가 모두 반응한 것이다.



(다)에서 Ar의 몰수는 6몰이므로 C의 몰 분율은 $\frac{\frac{20}{b}}{8 + \frac{10}{b} + 6} = \frac{1}{4}$ 이므로 $b = 5$ 이다.

(다)에서 전체 기체의 몰수는 16몰이고, 용기의 부피는 실린더와 강철 용기를 합해 $\frac{9}{2}$ L이므로 $P_2 = y = \frac{32}{9}$ 기압으로 $\frac{x}{y} = \frac{160}{\frac{32}{9}} = 45$ 이다. 정답②



2019학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

화학II 정답

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

해설

- [출제의도] 물의 광분해를 이해한다.**
빛에너지를 이용해 물을 광분해하면 H₂가 생성된다.
- [출제의도] 분자 사이에 작용하는 힘을 이해한다.**
H₂O과 HF는 수소 결합을 한다.
- [출제의도] 물의 성질을 이해한다.**
비열은 H₂O(l)이 H₂O(s)보다 크므로 1℃를 높이는 데 필요한 열량은 D에서가 A에서보다 크다.
- [출제의도] 촉매와 활성화 에너지를 이해한다.**
정촉매는 활성화 에너지를 감소시키는 물질이다.
- [출제의도] 화학 평형과 자유 에너지를 이해한다.**
평형 상태에서 농도비는 A : B = 3 : 2이다.
- [출제의도] 0차 반응을 이해한다.**
실험 I 과 II에서 반응 속도는 일정하므로 이 반응은 0차 반응이다. a = 0.003이고, b = 0.012이다.
- [출제의도] 기체의 용해 평형을 이해한다.**
1 기압 : w g = x 기압 : 0.1M g이므로 $x = \frac{M}{10w}$ 이다.
- [출제의도] 고체의 결정 구조를 이해한다.**
A는 체심 입방 구조, B는 면심 입방 구조이다. A와 B의 밀도 비는 $\frac{2 \times 5z}{(5y)^3} : \frac{4 \times 8z}{(4y)^3} = 4 : 25$ 이다.
- [출제의도] 화학 반응의 자발성을 이해한다.**
(다)는 $\Delta S < 0$, $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이다. (다)의 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$ 이므로 $\Delta H_1 > 0$ 이다.
- [출제의도] 반응 속도에 영향을 미치는 요인을 이해한다.**
 $T_1 > T_2$ 이고, $a > b$ 이다.
- [출제의도] 용액의 농도를 이해한다.**
(가)는 2 m이므로 1080 : 80 = 135 : w이고, w = 10이다. (나)는 $\frac{0.25 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = 1.25 \text{ M}$ 이다.
- [출제의도] 엔탈피를 이해한다.**
(나)의 생성 엔탈피가 0이므로 (나)는 흑연이다.
- [출제의도] 물질의 상평형을 이해한다.**
 $t_2 > t_1$ 이고, $P_2 > P_1$ 이다. t_2 ℃, P_1 기압에서 X의 가장 안정한 상은 기체이다.
- [출제의도] 1차 반응을 이해한다.**
A의 물분율과 반응 계수로부터 구한 실험 I, II에서 t = 10 초일 때의 물질의 몰농도는 다음과 같다.

t = 10 초	[A](M)	[B](M)	[C](M)
실험 I	0.4	0.4	0.2
실험 II	0.6	0.6	0.3

A의 초기 농도는 I에서 0.8 M, II에서 1.2 M이므로

이 반응은 1차 반응이고 반감기는 10 초이다.

- [출제의도] 화학 전지를 이해한다.**
 $a - (-0.76 \text{ V}) = +0.31 \text{ V}$ 이므로 $a = -0.45$ 이다. $b - (-0.76 \text{ V}) = +1.10 \text{ V}$ 이므로 $b = 0.34$ 이다.
- [출제의도] 용액의 증기 압력 내림을 이해한다.**
(가)에서 용질은 0.1 몰이고 증기 압력 내림(ΔP)이 $\frac{1}{51} P \text{ mmHg}$ 이므로 물은 5 몰이고, $x = 96$ 이다. (나)의 증기 압력은 $\frac{5}{5+0.2} P = \frac{25}{26} P \text{ (mmHg)}$ 이다.
- [출제의도] 화학 평형의 원리를 이해한다.**
ㄱ, ㄴ. $T_1 \text{ K}$ 에서 A(g)와 B(g)를 같은 몰수로 넣었으므로 평형 I에서 A와 B의 몰수는 같다. 평형 II에서는 I에서와 X_A 이 같으므로 A와 B의 몰수는 I에서보다 증가하고, 넣어 준 물질은 C(g)이다.
[오답풀이] ㄷ. II에서 흡열 반응인 역반응 쪽으로 평형이 이동하므로 $T_2 > T_1$ 이고, 전체 기체의 몰수는 같으므로 $P > 3$ 이다.
- [출제의도] 중화 적정을 이해한다.**
HA(aq)과 HB(aq)의 몰농도는 0.1 M로 서로 같다. HA(aq)의 중화점에서 $[A^-] = 0.05 \text{ M}$, $[OH^-] = \sqrt{0.05 \times K_b} = \sqrt{0.05 \times 1 \times 10^{-9}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 10^{-5} \text{ (M)}$ 이고 $\text{pH} = 9 - \log \sqrt{2}$ 이다. HB(aq)의 중화점에서 $[B^-] = 0.05 \text{ M}$, $[OH^-] = \sqrt{0.05 \times 1 \times 10^{-8}} = \sqrt{5} \times 10^{-5} \text{ (M)}$ 이고 $\text{pH} = 9 + \log \sqrt{5}$ 이다. 따라서 $x < 9 < y$ 이다.
- [출제의도] 화학 평형의 원리를 이해한다.**
초기에 넣어준 A(g)의 몰수를 3n 몰이라고 하면 평형 (가)에서 A(g)는 2n 몰, B(g)는 2n 몰이다. 초기 상태에서 $1 \times 3 V = 3n RT$ 이므로 평형 (가)에서는 $2 \times V_1 = 4n RT$ 이고 $V_1 = 2 V$ 이다. (가)에서 역반응 쪽으로 평형이 이동하여 평형 (나)에 도달하므로 (나)에서 $\frac{B \text{의 몰수}}{A \text{의 몰수}} = \frac{2n - 2x}{2n + x} = \frac{1}{2}$, $x = 0.4n$ 이고 A(g)는 2.4n 몰, B(g)는 1.2n 몰이다. $P \times V_2 = 3.6n RT$ 에서 $P V_2 = 3.6 V$ 이다. (가)와 (나)에서 평형 상수(K)는 같으므로 $\frac{n}{V} = \frac{0.6n}{V_2}$ 이고, $V_2 = 0.6 V$, $P = 6$ 이다. 따라서 $P \times \frac{V_1}{V_2} = 20$ 이다.
- [출제의도] 기체의 성질을 이해한다.**
(나) 과정 후 용기 II의 혼합 기체가 4n 몰이므로 용기 I의 혼합 기체는 2n 몰이다. 반응 전 A(g)는 n 몰이므로 반응 후 C(g)는 2n 몰이고, 남아 있는 B(g)는 4n 몰이다. (나)에서 꼭 a를 단았으므로 (나) 과정 후 용기 II에는 B(g) $\frac{8}{3}n$ 몰, C(g) $\frac{4}{3}n$ 몰이 들어 있다. (다) 과정 후 실린더 2L와 용기 II 2L에 들어 있는 C(g)는 0.5 기압이므로 2n 몰이다. 혼합 기체의 압력이 1 기압이므로 B(g)도 0.5 기압, 2n 몰이다. (다) 과정 후 B(g)는 $\frac{2}{3}n$ 몰이 감소하고 C(g)는 $\frac{2}{3}n$ 몰이 증가하므로 반응한 A(g)는 $\frac{1}{3}n$ 몰이다. 따라서 $x = 2$, $P_2 = \frac{1}{3}$ 이고, (다)에서 기체의 반응은 다음과 같다.

	A(g)	+ 2B(g)	→	2C(g)
반응 전(몰)	$\frac{1}{3}n$	$\frac{8}{3}n$		$\frac{4}{3}n$
반응(몰)	$-\frac{1}{3}n$	$-\frac{2}{3}n$		$+\frac{2}{3}n$
반응 후(몰)	0	2n		2n

(가)에서 B(g)는 6n 몰이므로 $P_1 = 3$ 이다. 따라서 $x \times \frac{P_1}{P_2} = 18$ 이다.

2020학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ① 02. ③ 03. ④ 04. ① 05. ⑤ 06. ② 07. ③ 08. ⑤ 09. ④ 10. ②
 11. ① 12. ⑤ 13. ③ 14. ① 15. ⑤ 16. ⑤ 17. ② 18. ③ 19. ② 20. ④

1. 인류 복지와 화학

[정답맞히기] 질병을 치료하고 통증을 줄이는 데 신약이 투입되어야 하고 그 개발 과정에 대한 설명이다. 정답①

2. 반응의 자발성

1기압, 25 °C에서 반응 $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ 이 자발적으로 일어난다고 하였다.

[정답맞히기] 학생 A. 엔탈피는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 $\text{H}_2\text{O}(s)$ 보다 크므로 반응 엔탈피($\Delta H > 0$)이다.

학생 C. 반응이 자발적으로 일어나므로 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이다. 정답③

[오답피하기] 학생 B. 액체 상태가 고체 상태보다 무질서하므로 엔트로피가 크다. 따라서 이 반응의 반응 엔트로피 $\Delta S > 0$ 이다.

3. 반응 엔트로피

[정답맞히기] 반응 $\text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$ 에서는 기체, 고체 상태의 반응물이 고체 상태의 생성물로 되어 무질서도가 감소하므로 $\Delta S_1 < 0$ 이다.

반응 $2\text{N}_2\text{O}_5(g) \rightarrow 4\text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g)$ 에서는 기체 분자 수가 증가하여 무질서도가 증가하므로 $\Delta S_2 > 0$ 이다. 정답④

4. 촉매와 반응 속도

결합 A는 공유 결합이고, 결합 B는 수소 결합이다.

[정답맞히기] ㄱ. $\text{H}_2\text{O}(s)$ 이 용해되면 공유 결합(결합 A)의 수는 변화가 없고, 수소 결합(결합 B)의 수가 감소하므로 $\frac{\text{분자당 결합 B의 평균 개수}}{\text{분자당 결합 A의 평균 개수}}$ 는 감소한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 1 g의 부피가 $\text{H}_2\text{O}(s) > \text{H}_2\text{O}(l)$ 이므로 밀도는 $\text{H}_2\text{O}(s) < \text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

ㄷ. $\text{H}_2\text{O}(l)$ 1 g의 부피는 0 °C일 때가 4 °C일 때보다 크므로 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에서 분자 사이의 평균 거리는 0 °C에서가 4 °C에서보다 멀다.

5. 분자 사이의 힘

[정답맞히기] ㄱ. Cl_2 와 O_2 는 모두 무극성 분자이고, 분자량이 $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$ 이며 끓는점이 $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$ 이므로 액체 상태에서 분산력은 $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$ 이다.

ㄴ. NO는 극성 분자이고, O_2 는 무극성 분자이므로 NO 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재하여 O_2 보다 끓는점이 높다.

ㄷ. HF는 끓는점이 가장 높으므로 액체 상태에서 분자 사이의 인력이 가장 크다. 정답⑤

6. % 농도와 몰 농도

[정답맞히기] X를 추가하기 전 수용액의 % 농도를 구하면 $C_6H_{12}O_6$ 의 몰수는 $1.2 \times 0.5 = 0.6$ 몰이고, 분자량이 180이므로 $C_6H_{12}O_6$ 의 질량은 108 g이다. 수용액의 전체 부피는 0.5 L이고, 밀도는 1.08 g/mL이므로 수용액의 질량은 $1.08 \times 500 = 540$ g이다. 따라서 X를 추가하기 전 수용액의 % 농도는 $\frac{108}{540} \times 100 = 20\%$ 이다. X를 추가하였더니 농도가 18 %가 되었으므로 넣어준 X는 % 농도를 감소시킨 $H_2O(l)$ 이다. $H_2O(l)$ 을 a g 추가한 후 농도가 18 %이므로 $\frac{108}{540+a} \times 100 = 18\%$ 에서 $a = 60$ 이다. 정답㉔

7. 자유 에너지 변화

(가)는 기체 반응물이 액체로 되는 반응이므로 반응 엔트로피 $\Delta S < 0$ 인 반응이고, (나)는 액체가 기체로 되는 상변화 반응이므로 반응 엔트로피 $\Delta S > 0$ 인 반응이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)에서 기울기가 양(+)이면 $\Delta S < 0$ 인 반응이고, 기울기가 음(-)이면 $\Delta S > 0$ 인 반응이다. 따라서 I은 (가), II는 (나)이다.

[정답맞히기] ㄱ. T_1 K에서 (가)는 $\Delta G < 0$ 이므로 자발적인 반응이다.

ㄷ. (가)에서 $b = \Delta H - T_1\Delta S$, $0 = \Delta H - T_3\Delta S$ 이므로 $\Delta S = \frac{b}{T_3 - T_1}$, (나)에서

$\Delta S = \frac{a}{T_2 - T_1}$ 이므로 $\left| \frac{\text{(가)의 반응 엔트로피}}{\text{(나)의 반응 엔트로피}} \right| = \left| \frac{b(T_2 - T_1)}{a(T_3 - T_1)} \right|$ 이다. 정답㉓

[오답피하기] ㄴ. (나)는 액체가 기체로 되는 상변화 반응이므로 열에너지를 흡수하는 흡열 반응이다.

8. 화학 전지

전극 A에서 $HCOOH(aq)$ 이 반응하여 $CO_2(g)$ 이 생성되고, 전극 B에서 $O_2(g)$ 가 반응하여 $H_2O(l)$ 이 생성되는 반응이 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. 전극 A에서 일어나는 반응은 C의 산화수가 +2에서 +4로 증가하는 반응이므로 산화 반응이다.

ㄴ. 첫 번째 반응식에서 C의 산화수는 +4에서 +2로 변하므로 이동한 전자 수인 $x = 2$ 이다. 두 번째 반응식에서 O의 산화수는 0에서 -2로 변하는데 O의 원자 수가 2이므로 이동한 전자 수인 $y = 4$ 이다. 따라서 $x + y = 6$ 이다.

ㄷ. 전체 반응은 $2HCOOH \rightarrow 2CO_2 + 4H^+ + 4e^-$ 과 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ 의 합이다. 따라서 전체 반응식은 $2HCOOH + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ 이다. 정답㉕

9. 고체 결정 구조

[정답맞히기] A와 B의 원자량을 비교하기 위해서는 단위 세포를 이루는 원자의 개수

와 질량을 알아야 한다. 밀도 = $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 단위 세포의 질량 비는 $A : B = 15 : 28$ 이다. A는 체심 입방 구조이므로 단위 세포에 A가 2개 있고, B는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 B가 4개 있다. 따라서 $\frac{A \text{의 원자량}}{B \text{의 원자량}} = \frac{(15/2)}{(28/4)} = \frac{15}{14}$ 이다. 정답④

10. 평형의 이동

[정답맞히기]

ㄷ. A 1몰과 C 3몰을 추가하면 평형이 이동하기 전 A는 2몰, B는 2몰, C는 7몰이 되므로 반응 지수 $Q = \frac{7}{2 \times 2^2} = \frac{7}{8}$ 로 평형 상수 $K = 1$ 보다 작다. 따라서 정반응 쪽으로 평형이 이동하게 되어 A는 2몰보다 작아지게 된다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. T K에서 $K = \frac{x}{1 \times 2^2} = 1$ 이므로 $x = 4$ 이다.

ㄴ. $\text{He}(g)$ 1몰을 첨가하면 강철 용기의 내부 압력이 증가하지만 각 기체의 몰수의 변화가 없다. 따라서 B의 몰 농도는 2 M과 같게 된다.

11. 기체의 용해

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 온도를 높이면 $\text{O}_2(g)$ 의 용해도가 감소하므로 $\text{O}_2(aq)$ 의 몰 농도는 감소한다. 정답①

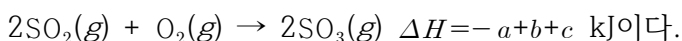
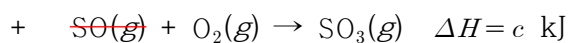
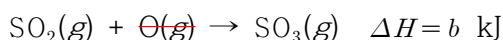
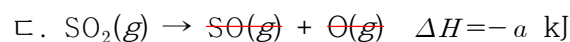
[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)의 온도는 300 K이므로 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 압력은 같다. 따라서 $\text{O}_2(g)$ 의 압력은 (나)에서가 (가)에서의 2배보다 크다. $\text{O}_2(g)$ 의 용해는 헨리의 법칙을 따른다고 하였으므로 $\text{O}_2(aq)$ 의 몰 농도는 (나)에서가 (가)에서의 2배보다 크다.

ㄷ. 온도를 300 K로 유지하면서 (나)의 실린더에 $\text{He}(g)$ 을 첨가하면 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 압력은 변화 없고, $\text{O}_2(g)$ 의 부분 압력이 감소하게 된다. 따라서 $\text{O}_2(aq)$ 의 몰 농도는 감소한다.

12. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 25 °C에서 $\text{O}_2(g)$ 의 표준 생성 엔탈피가 0이므로 $\text{SO}_3(g)$ 의 생성 엔탈피 - $\text{SO}(g)$ 의 생성 엔탈피)는 3번째 반응식으로부터 c kJ/몰임을 알 수 있다.

ㄴ. 반응 엔탈피(ΔH)가 $a+b$ kJ인 반응은 $\text{SO}(g) + 2\text{O}(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$ 이고, 반응 엔탈피(ΔH)가 c kJ인 반응은 $\text{SO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$ 이다. 반응물의 엔탈피는 $2\text{O}(g)$ 가 $\text{O}_2(g)$ 보다 크므로 $c > a+b$ 이다.



정답⑤

13. 라울 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 증기 압력 내림(ΔP)= $P_{\text{용매}} \times x_{\text{용질}}$ 이므로 $p = (1+p)x_{\text{용질}}$ 에서 X의 몰분율은 $\frac{p}{1+p}$ 이다.

ㄴ. 끓는점 오름(ΔT_b)= $K_b \times a$ 이므로 $(t-100)=K_b \times a$ 이다. 따라서 1기압에서 2am X(aq)의 끓는점 오름은 2배가 되어 $2t-200$ 이고, 끓는점은 $2t-200+100=2t-100^\circ\text{C}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. am X(aq)의 증기 압력 내림이 p이므로 2am X(aq)은 증기 압력 내림은 2p가 되어 증기 압력은 $(1-p)$ 기압이다.

14. 1차 반응

화학 반응식에서 A와 B의 반응 계수가 같고, T_1 에서 A(g)의 반감기는 t초이므로 A(g)에 대한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도는 [A]에 비례하므로 T_2 에서 T_1 에보다 반응 속도가 빠르다는 것을 알 수 있고, 온도는 $T_2 > T_1$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 온도는 $T_2 > T_1$ 이므로 반응 초기에 활성화 에너지(E_a)보다 큰 에너지를 갖는 A(g) 분자는 T_2 에서 T_1 에서보다 많다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. A(g)에 대한 1차 반응이므로 반응 속도식은 $v = k[A]$ 이다. 따라서 T_1, T_2 에서 초기 속도의 상댓값을 각각 $2v, 3v$ 라고 하면 $2v = k_1 \cdot a, 3v = k_2 \cdot a$ 이므로 $\frac{k_2}{k_1} = \frac{3}{2}$ 이다.

ㄷ. T_1 에서 A(g)의 반감기는 t초이므로 반응 시간이 2t초이면 농도는 다음과 같다.

$$2A \rightarrow 2B + C$$

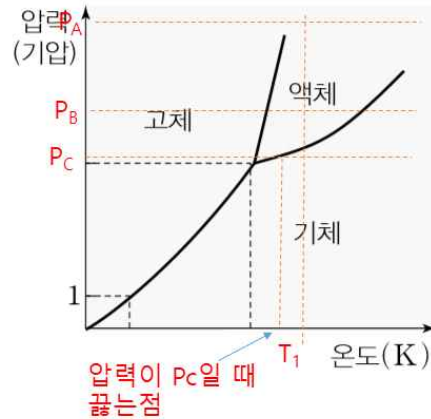
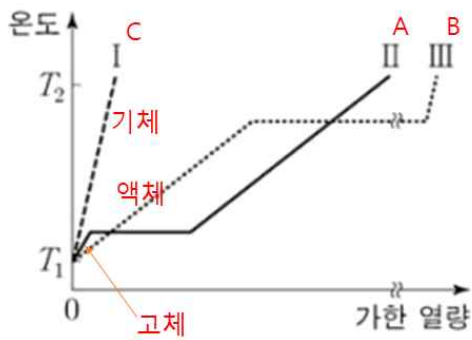
t=0일 때 농도	a		
반응 농도	$-\frac{1}{2}a$	$+\frac{1}{2}a$	$+\frac{1}{4}a$
t초일 때	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{4}a$
반응 농도	$-\frac{1}{4}a$	$+\frac{1}{4}a$	$+\frac{1}{8}a$
2t초일 때	$\frac{1}{4}a$	$\frac{3}{4}a$	$\frac{3}{8}a$

따라서 2t초일 때 $[C] = \frac{3}{8}a \text{ M}$ 이다.

15. 상평형

시료 A와 B는 T_1 에서 각각 고체, 액체 상태의 압력에 존재하므로 열량을 가하면 상태 변화가 일어날 것이다. 하지만 시료 C는 이미 기체 상태이므로 열량을 가해도 상태 변화가 일어나지 않을 것이므로 (나)에서 I이 시료 C이고, III은 열량이 가해진 후 상태가 I과 같은 기울기를 보이므로 액체에서 기체로 상태 변화가 일어나는 물질

임을 알 수 있다. 따라서 I은 C, II는 A, III은 B에 해당한다.



[정답맞히기] ㄱ. II는 고체에서 액체로의 상태 변화가 일어나는 물질이므로 시료 A이다.

ㄴ. T_2 에서 $\text{CO}_2(l)$ 는 이미 기체 상태로 존재하게 되므로 증기 압력은 P_B 보다 크다.

ㄷ. 압력이 P_C 이고, 온도가 T_1 일 때 CO_2 는 기체 상태이므로 끓는점은 T_1 보다 낮다.

정답⑤

16. 반응 속도

화학 반응식이 $A \rightarrow 2B + C$ 이므로 A가 a 몰 반응하면 B는 $2a$ 몰 생성된다. 따라서 A 1몰을 넣어 반응시켰을 때 $\frac{P_B}{P_A} = \frac{2a}{1-a}$ 이고, 각 반응 시간에 $A(g)$ 의 몰수는 $1-a$ 가 되므로 정리하면 다음과 같다.

반응 시간(분)	1	2	3	4	5
$\frac{P_B}{P_A}$	6	30	62	126	254
$A(g)$ 의 몰수	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$

따라서 A에 대한 1차 반응이고 2분까지는 반감기가 0.5분, 2분 뒤에는 반감기가 1분이다.

[정답맞히기] ㄴ. 반응 시간이 1.5분이면 반감기를 3번 거친 것으로 $A(g)$ 는 $\frac{1}{8}$ 몰,

$B(g)$ 는 $\frac{7}{4}$ 몰이 존재하여 $\frac{P_B}{P_A} = 14$ 이다.

ㄷ. 2~3분 동안에는 반감기가 1분이므로 X는 반응 속도를 감소시키는 물질이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. $A(g)$ 의 양이 0.5몰이 되는 데 걸린 시간은 0.5분이다.

17. 산 염기 평형

[정답맞히기] ㄴ. (나)는 x M $\text{HB}(aq)$ 50 mL에 0.2 M $\text{NaOH}(aq)$ 50 mL를 넣어 만든 혼합 수용액으로 $[\text{B}^-]=2[\text{HB}]$ 이므로 몰수 비 $\text{HB} : \text{B}^- = 1 : 2$ 로 중화점의 $\frac{2}{3}$ 지점에 도달하게 된 것이다. 따라서 $x = 0.2 \times \frac{3}{2} = 0.3$ 이다. 정답②

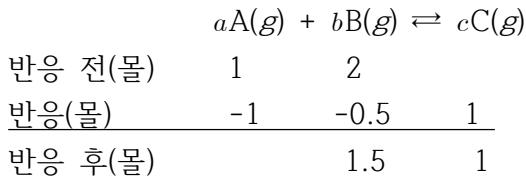
[오답피하기] ㄱ. (가)는 0.4 M $\text{HA}(aq)$ 50 mL에 0.2 M $\text{NaOH}(aq)$ 50 mL를 넣어 만든 혼합 수용액이므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1$ 인 용액이다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a$ 이므로 $a = 10^{-5}$ 이다.

ㄷ. (나)에서 $x = 0.3$ 이므로 0.2 M $\text{NaOH}(aq)$ 25 mL를 추가하면 중화점에 도달하게 된다. 이때 $[\text{B}^-] = \frac{0.3 \times 0.05}{0.125} = \frac{3}{25} = 0.12\text{M}$ 이므로 $[\text{OH}^-] = \sqrt{C \times K_a} = \sqrt{0.12 \times 1.2 \times 10^{-7}} = 1.2 \times 10^{-4}$ 이고, pH는 $14 - 4 + \log 1.2 = 10 + \log 1.2$ 로 11보다 작다.

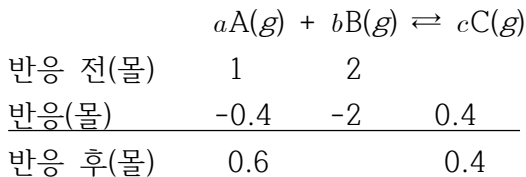
18. 평형 이동

[정답맞히기] 반응 전 $\text{A}(g)$ 1몰, $\text{B}(g)$ 2몰, TK 의 압력이 1기압이므로 반응이 진행되어 완결된 후 TK 에서 혼합 기체의 압력이 $\frac{5}{6}$ 기압이면 $P \propto n$ 에서 혼합 기체의 몰수가 2.5몰임을 알 수 있다. 또한 온도를 $2TK$ 로 높였을 때 전체 기체의 압력은 $\frac{5}{3}$ 기압이고 그 중 C 의 부분 압력이 $\frac{2}{3}$ 기압이므로 남은 기체와 C 의 몰수 비는 3:2이다. 이를 양적 관계로 나타내면 다음과 같다.

만약 A 가 모두 반응하였다고 하면 양적 관계는 다음과 같다.



만약 B 가 모두 반응하였다고 하면 다양한 예가 가능하고 그 중 한가지를 나타내면 다음과 같다.



이 경우 반응식의 계수가 3 이하인 조건을 만족하지 못한다. 따라서 $a = 2, b = 1, c = 2$ 로 $a + b + c = 5$ 이다. 정답③

19. 화학 평형

[정답맞히기] 초기 상태의 온도가 T K인데 온도를 낮추어 $\frac{T}{2}$ K로 하였을 때 혼합 기체의 부피가 $\frac{V}{2}$ L이므로 기체의 몰수는 변화가 없는 평형 이동이 일어난 것임을 알 수 있다. 따라서 $a=b=1$ 이고, I에서 C의 양은 1몰이므로 양적 관계는 다음과 같다.

$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$$

초기(몰)	1	2	3
반응	+1	+1	-2
평형 I	2	3	1
B 추가		+x	
	2	3+x	1
반응	-n	-n	+2n
평형 II	2-n	3+x-n	1+2n

II에서 $A(g)$ 의 양은 $\frac{5}{3}$ 몰이므로 $n = \frac{1}{3}$ 이고, B는 $\frac{8}{3} + x$ 몰, C는 $\frac{5}{3}$ 몰이다. 평형 I과

II의 온도가 같아서 평형 상수가 같으므로 $K = \frac{(\frac{1}{V/2})^2}{(\frac{2}{V/2})(\frac{3}{V/2})} = \frac{(\frac{5/3}{V/2})^2}{(\frac{5/3}{V/2})(\frac{8/3+x}{V/2})} = \frac{1}{6}$ 이

다. 따라서 $x = \frac{22}{3}$ 이다.

정답㉔

20. 반응 속도

반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$A(g) \rightarrow 2B(g)$	$C(g) \rightarrow 2D(g)$
반응 전(몰)	x	y
반응	-a +2a	-γ +2γ
반응 후(몰)	$x-a$ $2a$	$y-\gamma$ 2γ

(가)에서 $A(g)$ x 몰 중에서 a 몰이 반응하였다고 하면 $B(g)$ 는 $2a$ 몰이 존재하므로 $2t$ 초에서 반응물의 몰분율은 $\frac{x-a}{x-a+2a} = \frac{x-a}{x+a} = \frac{1}{7}$ 이고, $a = \frac{3}{4}x$ 이다. $3t$ 초에서 반응물의 몰분율이 $\frac{1}{15}$ 이므로 x 몰 중에서 β 몰이 반응하였다고 하면 $\beta = \frac{7}{8}x$ 몰이다. (나)에서

$\frac{y-\gamma}{y-\gamma+2\gamma} = \frac{y-\gamma}{y+\gamma} = \frac{1}{3}$ 이므로 $\gamma = \frac{y}{2}$ 이다. 따라서 (나)의 반응에서 $2t$ 초에 반응한 y 는 $\frac{y}{2}$ 몰이다.

[정답맞히기] ㄱ. 시간 t 초 동안 반응하는 양이 절반으로 감소하므로 반감기가 t 초로 일정한 1차 반응이다.

ㄷ. (나)의 반응은 t 초 동안 C $\frac{y}{4}$ 몰씩 반응하는 것이므로 t 초일 때는 C가 $\frac{3}{4}y$ 몰, D가 $\frac{y}{2}$ 몰이 존재하고 반응물의 몰분율 $a = \frac{3}{5}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. $2t$ 초와 $3t$ 초에서 $[A]=[C]$ 이므로 몰수는 같은 것이다. (가)에서 $2t$ 초에는 A가 $\frac{x}{4}$ 몰, $3t$ 초에는 A가 $\frac{x}{8}$ 몰 있고 (나)의 $2t$ 초에서는 C가 $\frac{y}{2}$ 몰이 있어야 하므로 $\frac{x}{4} = \frac{y}{2}$ 의 관계가 성립하여 $x = 2y$ 이다. 이때 $3t$ 초에는 C가 $\frac{y}{4}$ 몰이 있어야 하므로 t 초마다 C가 $\frac{y}{4}$ 몰씩 감소하는 반응이다.

2020학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

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

1. [출제의도] 수소 결합에 의한 물의 특성 이해하기

물 분자 사이에는 수소 결합이 존재하여 액체의 표면적을 작게 하려는 힘인 표면 장력이 크다.

2. [출제의도] 분자 사이 힘과 끓는점의 관계 이해하기

분자량이 비슷할 때, 극성 분자로 이루어진 물질은 무극성 분자로 이루어진 물질보다 끓는점이 높다. (나)는 극성 분자로 이루어진 물질이면서 수소 결합을 하고, (다)는 극성 분자로 이루어진 물질이며, (가)는 무극성 분자로 이루어진 물질이므로 기준 끓는점은 (나)>(다)>(가)이다.

3. [출제의도] 기체의 압력, 부피, 온도 관계 파악하기

$PV = nRT$ 에서 n 이 일정할 때 $PV \propto T$ 이므로 $x = 0.5$, $y = 800$ 이다. 따라서 $x \times y = 400$ 이다.

4. [출제의도] 결정성 고체와 비결정성 고체 이해하기

γ. 염화 리튬은 결정성 고체이다. ㄴ. 유리는 비결정성 고체이므로 녹는점이 일정하지 않다. ㄷ. 철은 금속 결정이고 염화 리튬은 이온 결정이므로, 고체 상태에서 전기 전도성은 철이 염화 리튬보다 크다.

5. [출제의도] 몰랄 농도, 몰 농도 이해하기

몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다. (가)에서 수용액의 밀도가 1g/mL이므로 수용액의 질량은 101g, A의 질량은 1g, 물의 질량은 100g이다. A의 화학식량이 M_A 일 때, $0.1m = \frac{A \text{의 양(mol)}}{0.1\text{kg}}$ 이고, A의 양 = $0.01\text{mol} = \frac{1\text{g}}{M_A}$ 이므로 M_A 는 100이다. 따라서 (나)에서 몰 농도는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}} = \frac{0.02\text{mol}}{0.25\text{L}} = 0.08\text{M}$ 이므로 $x = 0.08$ 이다.

6. [출제의도] 액체의 증기 압력 곡선 해석하기

γ. ㄴ. 같은 온도에서 증기 압력이 $A > B$ 이므로 기준 끓는점은 $A < B$ 이고, 액체 상태에서 분자 사이의 인력은 $A < B$ 이다. 따라서 A는 $^1\text{H}_2\text{O}$ 이다. ㄷ. 기준 끓는점에서의 증기 압력은 대기압으로 모두 같다.

7. [출제의도] 용액 제조하기

실험 I에서 용질의 양 = 0.1mol 이고 $1m = \frac{0.1\text{mol}}{\text{㉠} \times 10^{-3}\text{kg}}$ 이므로 ㉠은 100이다. 실험 II에서 퍼센트 농도는 $\frac{18\text{g}}{1000\text{g}} \times 100 = 1.8\%$ 이므로 ㉡은 1.8이다.

8. [출제의도] 용매의 몰랄 내림 상수 구하기

어는점 내림(ΔT_f) = 용매의 어는점 - 용액의 어는점 = $K_f \times m$ 이다. $\Delta T_f = 1.5^\circ\text{C}$ 이고, 몰랄 농도는 $\frac{0.025\text{mol}}{0.5\text{kg}} = 0.05m$ 이므로 $K_f = 30^\circ\text{C}/m$ 이다.

9. [출제의도] 기체의 분자량 구하기

$T = 300\text{K}$, $P = 1\text{기압}$, $w_1 - w_2 = 0.2\text{g}$, $V = 0.15\text{L}$ 이므로 $M = \frac{(w_1 - w_2)RT}{PV} = \frac{0.2\text{g} \times R \times 300\text{K}}{1\text{기압} \times 0.15\text{L}} = 400R$ 이다.

10. [출제의도] 고체의 결정 구조 이해하기

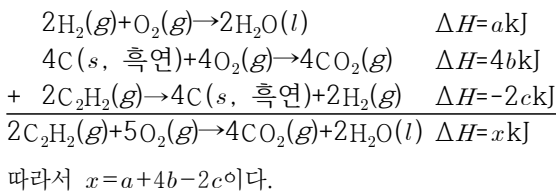
γ. A의 결정 구조는 단위 세포의 중심과 꼭짓점에 입자가 있는 구조이므로 체심 입방 구조이다. ㄴ. (나)의 단위 세포에 포함된 A의 양이온 수는 1이고, B의 음이온 수는 1이다. 따라서 (나)의 화학식은 AB이다. ㄷ. (가)의 단위 세포에 포함된 A의 수는 2이므로, A의 수는 B의 음이온 수의 2배이다.

11. [출제의도] 끓는점 오름 이해하기

γ. 끓는점 오름(ΔT_b) = $K_b \times m$ 이고 ΔT_b 는 (나) > (가)이므로 물 100g에 녹아 있는 용질의 양(mol)은 (나) > (가)이다. ㄴ. A, B의 분자량이 각각 M_A , M_B 일 때, 수용액 (가), (나)의 ΔT_b 는 각각 0.15°C , 0.30°C 이며 몰랄 농도는 (가):(나) = $1:2 = \frac{\frac{3a}{M_A}}{\frac{2a}{M_B}}$ 이므로, $M_A = 3M_B$ 이다. 따라서 분자량비는 $A:B = 3:1$ 이다. ㄷ. 몰랄 농도는 (가):(나):혼합 수용액 = $\frac{a}{0.1} : \frac{2a}{0.1} : \frac{3a}{0.2}$ 이므로 혼합 수용액의 기준 끓는점은 100.30°C 보다 낮다.

12. [출제의도] 헤스 법칙을 이용하여 반응 엔탈피 구하기

$2\text{C}_2\text{H}_2(g) + 5\text{O}_2(g) \rightarrow 4\text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 반응 엔탈피(ΔH)는 주어진 열화학 반응식과 헤스 법칙을 이용해 다음과 같이 구할 수 있다.



13. [출제의도] 화학 반응에서 에너지 출입 파악하기

응축기에서 냉매는 액화하는 과정에서 주변으로 열을 방출하므로 냉매의 엔탈피는 감소하고, 증발기에서 냉매는 주변의 열을 흡수하여 기화한다.

14. [출제의도] 표준 생성 엔탈피 이해하기

$\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 25°C , 표준 상태에서 1mol의 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가 생성될 때의 엔탈피 변화($\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$, $\Delta H_f^\circ = -242\text{kJ/mol}$)이다. 반응 엔탈피는 물질의 양에 비례하므로 $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(g)$ 에서 반응 엔탈피(ΔH)는 -484kJ 이다.

15. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

γ. 용액의 증기 압력($P_{\text{용액}}$) = 용매의 증기 압력($P_{\text{용매}}$) × 용매의 몰 분율($X_{\text{용매}}$)이다. 수용액의 증기 압력은 (나) > (가)이므로 $X_{\text{용매}}$ 는 (나) > (가)이다. 용매의 질량은 (가)와 (나)가 같으므로 녹아 있는 A의 질량은 (가) > (나)이다. ㄴ. $t^\circ\text{C}$ 에서 $47a = P_{\text{용매}} \times \frac{94}{95}$ 이므로 $P_{\text{용매}} = \frac{95}{2}a$ 이다. ㄷ. $45a = \frac{95}{2}a \times \text{㉠}$ 이므로 ㉠은 $\frac{18}{19}$ 이다.

16. [출제의도] 농도 변환 이해하기

γ. 1m A(aq) 1040g에는 물 1000g에 A 1mol(40g)이 녹아 있다. 따라서 1m A(aq) 52g에 녹아 있는 A의 질량을 ag 이라고 하면, 용액의 질량:용질의 질량 = $(1000+40):40 = 52:a$ 이므로 $a = 2$ 이고, 물의 질량은 50g이다. ㄴ. (나)에 녹아 있는 A의 양은 $0.5\text{M} \times 0.1\text{L} = 0.05\text{mol}$ 이다. ㄷ. (나)에 녹아 있는 A의 질량은 $2\text{g} (= 0.05\text{mol} \times 40\text{g/mol})$ 이므로 (다)에서 용액의 질량은 200g이고, A의 질량은 4g이다.

따라서 퍼센트 농도는 $\frac{4\text{g}}{200\text{g}} \times 100 = 2\%$ 이다.

17. [출제의도] 삼투압 이해하기

γ. $\Pi = CRT$ 에서 T 가 일정할 때, $\Pi \propto C$ 이므로 몰 농도는 B(aq)이 A(aq)보다 크다. ㄴ. A(aq)과 B(aq)은 w , R , T , V 가 일정하므로 $M \propto \frac{1}{\Pi}$ 이다. 따라서 $M_A:M_B = \frac{1}{0.02} : \frac{1}{0.03} = 3:2$ 이다. ㄷ. V , T 가 일정할 때, A 2wg는 A wg보다 양(mol)이 2배이므로 Π 도 2배이다. 따라서 외부 압력은 0.04기압이다.

18. [출제의도] 결합 에너지로 반응 엔탈피 구하기

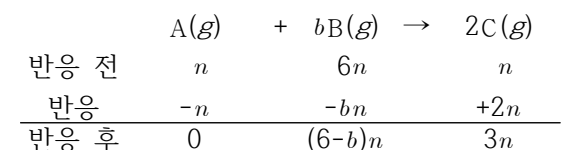
반응 엔탈피(ΔH) = (반응물의 결합 에너지 합 - 생성물의 결합 에너지 합)이므로 $\Delta H = \{((N \equiv N \text{의 결합 에너지}) + 3 \times (F - F \text{의 결합 에너지})) - (6 \times (N - F \text{의 결합 에너지}))\} = -230\text{kJ}$ 이다.

19. [출제의도] 이상 기체 방정식 이해하기

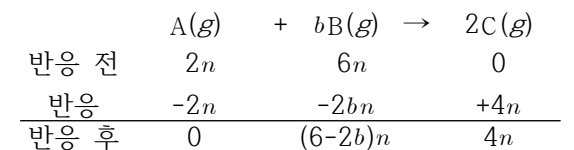
γ. $PV = nRT$ 에서 V , T 가 일정할 때 $P \propto n$ 이므로 (가) 과정 후 실린더 속 기체의 압력은 $\text{H}_2(g)$: $\text{He}(g) = \frac{x}{2} : \frac{2x}{4} = 1:1$ 이다. ㄴ. (가) 과정 후 강철 용기 속 $\text{H}_2(g)$ 의 압력(=1기압) = $\frac{\frac{3x}{2}\text{mol} \times R \times 200\text{K}}{1\text{L}} = 300xR$ 이고, (나) 과정 후 $\text{H}_2(g)$ 의 압력 = $\frac{\frac{4x}{2}\text{mol} \times R \times 300\text{K}}{2\text{L}} = 300xR$ 이다. 따라서 (나) 과정 후 실린더 속 $\text{H}_2(g)$ 의 압력은 1기압($300xR$)이다. ㄷ. (다) 과정 후 실린더 속 $\text{H}_2(g)$ 와 $\text{He}(g)$ 의 P , T 가 같으므로 $V \propto n$ 이다. 실린더 속 $\text{H}_2(g)$ 의 양은 $\frac{2x}{2} = x\text{mol}$ 이고, $\text{He}(g)$ 의 양은 $\frac{2x}{4} = 0.5x\text{mol}$ 이므로 실린더 속 $\text{He}(g)$ 의 부피는 $2\text{L} \times \frac{0.5x}{1.5x} = \frac{2}{3}\text{L}$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 몰 분율, 부분 압력 이해하기

γ. T 가 일정할 때, $PV \propto n$ 이고, X가 C(g)일 때 (나) 과정 후 B(g)의 몰 분율(X_B)이 $\frac{1}{3}$ 이므로 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.



$X_B = \frac{(6-b)n}{(9-b)n} = \frac{1}{3}$ 에서 $b = 4.5$ 로 b 는 3 이하의 자연수가 아니다. 따라서 X는 A(g)이다. 그러므로 (나) 과정에서 기체 양(mol)의 변화는 다음과 같다.



$X_B = \frac{(6-2b)n}{(10-2b)n} = \frac{1}{3}$ 에서 $b = 2$ 이다. ㄴ. (나) 과정 후 B(g), C(g)의 양(mol)은 각각 $2n$, $4n$ 이며, P , T 가 일정하고 $V \propto n$ 이므로 기체가 차지하는 전체 부피는 6L이다. 따라서 실린더 속 혼합 기체의 부피는 2L이다. ㄷ. (나) 과정 후 C(g)의 부분 압력(P_C)은 $\frac{2}{3}$ 기압이므로 실린더 속 C(g)의 양 = $\frac{P_C \times V}{RT} = \frac{4}{99}\text{mol}$ 이다.

01. ⑤ 02. ③ 03. ⑤ 04. ② 05. ④ 06. ③ 07. ② 08. ① 09. ⑤ 10. ⑤
 11. ④ 12. ④ 13. ③ 14. ③ 15. ① 16. ③ 17. ⑤ 18. ① 19. ② 20. ④

1. 물의 성질

[정답맞히기] 물은 분자 사이에 수소 결합이 작용하므로 분자 사이의 인력이 커서 표면 장력이 크다. 따라서 물방울의 모양이 둥근 것은 표면 장력이 크게 작용하기 때문이다. **정답⑤**

2. 흡열 반응

[정답맞히기] 학생 A : 반응 엔탈피는 생성물의 엔탈피에서 반응물의 엔탈피를 뺀 값이다.
 학생 C : 정반응의 반응 엔탈피 $\Delta H = a$ 이므로 역반응의 반응 엔탈피는 값은 같고 부호만 반대가 된다. 따라서 역반응의 반응 엔탈피 $\Delta H = -a$ 이다. **정답③**

[오답피하기] 학생 B : 흡열 반응이므로 $\Delta H > 0$ 이다. 따라서 $a > 0$ 이다.

3. 고체의 종류

[정답맞히기] ㄱ. NaCl은 이온 결합 물질이므로 ㉠으로 ‘양이온과 음이온으로 이루어져 있는가?’는 적절하다.

ㄴ. A는 Cu이므로 금속 결정으로 이루어진 물질이다. 따라서 전기 전도성이 있다.

ㄷ. B는 H₂O이고 1 atm에서 액체 상태이므로 고체 상태인 NaCl(s)보다 녹는점이 낮다. **정답⑤**

4. 분자 사이의 인력

[정답맞히기] ㄴ. HF 분자는 H와 결합한 F을 갖고 있고, 분자량이 작은데도 기준 끓는점이 높으므로 수소 결합이 존재하는 물질이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. CH₄ 분자는 무극성 분자이므로 분산력만 작용한다.

ㄷ. SiH₄는 무극성 분자이므로 분산력만 작용하는데 분산력은 분자량에 비례하므로 $a > -161$ 이다.

5. 용액의 농도

[정답맞히기] (가)에서 용질의 질량은 6 g이고, 분자량이 60이므로 용질의 양은 0.1 mol이다. 수용액의 밀도는 d g/mL이므로 부피는 $\frac{100}{d}$ mL = $\frac{1}{10d}$ L이다. 따라서 몰농도(M)는 $\frac{0.1}{1/10d} = d$ M이다. (나)에서 용질의 양은 0.1 mol이고, 몰랄 농도는 1 m이

므로 용매의 질량은 0.1 kg=100 g이다. (가)에서 용매의 양은 94 g이므로 $x=6$ 이다.

정답④

6. 증기압과 끓는점

[정답맞히기] 외부 압력이 100 mmHg일 때 끓는점이 $A < B$ 이므로 증기 압력은 $A > B$ 이다. 따라서 60°C에서 증기압은 $A > B$ 이고, 증기압이 350 mmHg인 온도는 $A < B$ 이다.

정답③

7. 기체의 성질

[정답맞히기] ㄴ. (다)에서는 온도가 (나)에서와 같고 부피가 0.5배가 되었으므로 압력은 2배가 된 것이다. (가)에서와 (나)에서의 압력은 서로 같으므로 A(g)의 압력은 (다)에서가 (가)에서의 2배이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)에서는 압력은 대기압으로 일정하고, A(g)의 양도 같으므로 온도가 2배가 되어 기체의 부피가 2배가 된 것이다. 따라서 $T_2 = 2T_1$ 이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 대기압을 P 기압이라고 하면, (다)에서의 압력이 (나)에서의 2배이므로 온도를 T_2 K로 유지하면서 (다)의 추 1개를 제거하면 압력이 $1.5P$ 가 된다. A(g)의 양은 변화 없고, 온도도 T_2 K으로 같으므로 $PV \propto n$ 이다. 따라서 $P \times 2 = 1.5P \times x$ 에서 $x = \frac{4}{3}L$ 이다.

8. 증기압 내림과 끓는점 오름

[정답맞히기] ㄱ. 탐구 결과 증기압 내림(ΔP)이 큰 X(aq)이 끓는점 오름(ΔT_b)이 더 크므로 't °C에서 수용액에 증기압 내림이 클수록 기준 끓는점은 높다'의 가설은 적절하다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 증기압 내림이 크면 몰랄 농도가 큰 것이므로 용질의 양(mol)이 큰 것이다. 따라서 같은 질량을 넣은 수용액에서 용질의 양(mol)은 $X(aq) > Y(aq)$ 이므로 화학식량은 $Y > X$ 이다.

ㄷ. 증기 압력 내림 $\Delta P = P \times X$ 의 몰분율이므로 X w g을 물 100 g에 녹였을 때 X의 몰분율은 $\frac{n_x}{100g \text{ 물의 몰수} + n_x}$ 인데 X 2w g을 물 100 g에 녹이면 X의 몰분율은 $\frac{2n_x}{100g \text{ 물의 몰수} + 2n_x}$ 이므로 X의 몰분율은 2배보다 작게 된다. 따라서 ΔP 는 t °C에서 2a atm보다 작다.

9. 상평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 3가지 상이 모두 존재하므로 삼중점에 해당하는 온도와 압력이다. 따라서 압력은 P_1 이다.

ㄴ. 고정 장치를 풀고 온도 T_1 에서 충분한 시간이 흐르면 외부 압력인 P_2 와 압력이

같아지게 되므로 H₂O의 안정한 상은 액체 1가지이다.

ㄷ. 고정 장치를 풀고 온도 T₂에서 충분한 시간이 흐르면 외부 압력인 P₂와 압력이 같아지게 되므로 H₂O은 용해 곡선에 존재하는 고체와 액체 상태가 공존하는 상태가 된다. **정답⑤**

10. 염의 가수분해

[정답맞히기] ㄱ. NaX는 염성이 중성이므로 강염기인 NaOH와 강산인 HX로부터 생성된 염임을 알 수 있다.

ㄴ. (나)의 NaF은 강염기인 NaOH와 약산인 HF로부터 생성된 염이므로 F⁻이 가수분해 반응하여 OH⁻이 수용액에 존재하게 된다. 따라서 pH>7이다.

ㄷ. (다)에서 NH₄X를 이루는 이온 중 NH₄⁺는 가수분해 반응 NH₄⁺ + H₂O ⇌ NH₃ + H₃O⁺을 하므로 X⁻보다 이온의 양(mol)이 작게 된다. 따라서 $\frac{[NH_4^+]}{[X^-]} < 1$ 이다. **정답⑤**

11. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답맞히기] a + b - 2c는 [H₂의 결합 에너지 + Cl₂의 결합 에너지 - HCl 2몰의 결합 에너지]이므로 반응 H₂ + Cl₂ → 2HCl의 반응 엔탈피와 같다. 따라서 $\Delta H = \frac{-426 + (-75) - (-135)}{2} = -183\text{kJ}$ 이다. **정답④**

12. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. 온도가 T₂가 되었을 때 T₁보다 부피가 증가하였으므로 기체의 양(mol)이 증가하는 반응이 일어난 것이다. 정반응이 흡열 반응이므로 온도는 T₂ > T₁이다.

ㄷ. II에서 온도를 T₂ K로 일정하게 유지하면서 피스톤 위에 추를 올리면 압력이 증가하므로 기체의 양(mol)이 감소하는 역반응 쪽이 우세하게 평형이 이동하게 된다. 따라서 B의 질량은 감소한다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. III에서는 II에 He(g)이 추가되면서 기체의 양(mol)이 증가하지만 부피를 일정하게 하였으므로 He(g)의 양 만큼 전체 압력이 증가하게 된다. 따라서 A~C 기체의 부분 압력에는 변화가 없으므로 평형 이동은 없고 같은 부피 안에 전체 기체의 분자 수만 증가하게 되므로 몰 분율은 III에서가 II에서보다 작다.

13. 삼투압

[정답맞히기] ㄱ. 용질의 질량이 2배가 되면 V L인 X(aq)의 몰농도가 2배가 되므로 삼투압은 2배가 된다. 따라서 a = 2이므로 a > 1이다.

ㄴ. h의 상대값이 2배이면 몰농도가 2배인 것이므로 같은 질량의 용질을 녹였을 때 몰농도가 2배인 Y의 화학식량이 X의 0.5배이다. **정답③**

[오답피하기] $\pi = CRT$ 이므로 300 K에서 $Y(aq)$ 의 삼투압을 2라고 하면 $2 = CR300$ 이므로 $C = \frac{2}{300R}$ 이고 T K에서 $Y(aq)$ 에 대한 h 의 상댓값이 삼투압이므로 $\pi = \frac{2}{300R}RT$ 에서 $\pi = \frac{T}{150}$ 이다.

14. 완충 용액

[정답맞히기] γ . 완충 용액은 약산+짜염기, 약염기+짜산으로 이루어진 용액이므로 (가)는 강산+강염기의 혼합 용액으로 완충 용액이 아니고, (나)와 (다)는 완충 용액이다.

δ . (가)는 완충 용액이 아니고, (다)는 완충 용액이므로 강염기를 넣었을 때 pH 변화는 (가)가 (다)보다 크다. 정답③

[오답피하기] λ . (나)는 완충 용액이므로 소량의 $HCl(aq)$ 을 가하면 짜염기인 $HCOO^-$ 이 HCl 과 반응하여 $HCOOH$ 이 되므로 그 양이 감소한다.

15. 기체의 성질

[정답맞히기] 반응 후 $C(g)$ 의 질량이 2.5 g이므로 반응 물 중에 남는 물질의 질량은 0.5 g이다. 질량 보존 법칙이 성립하는 화학 반응식의 양적 관계에서 A 또는 B가 모두 반응하는 것을 생각하면 질량 관계는 다음과 같다.

	$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$				$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 전(g)	2.0	1.0		반응 전(g)	2.0	1.0	
반응(g)	-1.5	-1.0	+2.5	반응(g)	-2.0	-0.5	+2.5
반응 후(g)	0.5		2.5	반응 후(g)		0.5	2.5

B가 모두 반응하는 경우에는 A와 B의 몰 비가 2:1이므로 분자량 비는 $A:B=0.75:1$ 이 되어 분자량이 $A>B$ 라는 조건에 맞지 않게 된다. 따라서 A가 모두 반응하는 반응이고, 분자량은 A가 B의 2배이다. 따라서 두 강철 용기에는 같은 양(mol)의 기체가 들어 있고, $P_1 = 1$ 이다. 분자량 비는 $B:C=2:5$ 이므로 반응 후 몰 비는 $B:C=1:2$ 이다. 반응 전보다 반응 전 기체의 총 양(mol)을 $2n$ mol이라고 하면 반응 후에는 $1.5n$ mol이 된다. 용기의 전체 부피는 변하지 않으므로 반응 후 전체 압력을 P 라고 하면 $P \times 2V = 1.5nRT$ 이고, 반응 전 $A(g)$ 의 압력은 1 atm이므로 $1 \times V = nRT$ 이므로 $P = \frac{3}{4}$ atm이다. C의 몰분율이 $\frac{2}{3}$ 이므로 C의 부분압력 $P_2 = \frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{2}$ atm이다. 따라서 $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}$ atm이다. 정답①

16. 산의 이온화 상수

[정답맞히기] ㄱ. 산의 이온화 상수 $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ 이므로 HX의 $K_a = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{0.2 - (2 \times 10^{-3})}$ 에서

분모를 0.2로 할 수 있으므로 $K_a = 2 \times 10^{-5}$ 이고, HY의 $K_a = \frac{(4 \times 10^{-3})^2}{1.6 - (4 \times 10^{-3})}$ 에서 분모를 1.6

으로 할 수 있으므로 $K_a = 1 \times 10^{-5}$ 이다. 따라서 K_a 는 $HX > HY$ 이다.

ㄴ. $HX(aq)$ 에서 $[HX] = 0.2 - (2 \times 10^{-3})$ M이고, $[X^-] = 2 \times 10^{-3}$ M이므로

$$\frac{[X^-]}{[HX]} = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.2 - (2 \times 10^{-3})} > 2 \times 10^{-3} \text{이다}$$

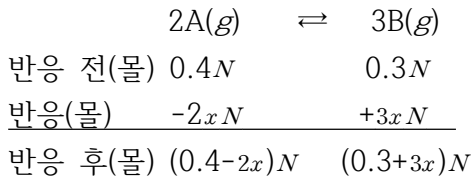
정답③

[오답피하기] ㄷ. HY의 $[H_3O^+] = x$ M이라고 하면 $K_a = \frac{x^2}{0.2 - x} = 1 \times 10^{-5}$ 에서

$x^2 = 2 \times 10^{-6}$ 이므로 $x = \sqrt{2} \times 10^{-3}$ 이고, $pH = 3 - \log \sqrt{2}$ 이므로 3보다 작다.

17. 평형 상수

(가)에서 A(g)의 부분 압력이 0.4 atm이므로 B(g)의 부분 압력은 0.3 atm이다. 용기의 부피와 온도가 같으므로 부분 압력이 몰 비와 같다. 반응 전보다 반응 후에 기체의 압력이 증가하였으므로 정반응 쪽으로 반응이 우세하게 진행한 것이다. 따라서 화학 반응의 양적 관계에 따라



에서 $(0.4 - 2x) + (0.3 + 3x) = 0.8$ 이므로 $x = 0.1$ 이다. 따라서 반응 후 A(g)의 압력은 0.2 atm, B(g)의 압력은 0.6 atm이다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 A의 부분 압력은 0.2 atm B의 부분 압력은 0.6 atm이므로 B(g)의 몰분율은 $\frac{3}{4}$ 이다.

ㄴ. A(g)의 부분 압력은 (가)에서 0.4 atm (나)에서 0.2 atm이므로 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.

ㄷ. (나)에서 A의 농도는 (가)에서의 $\frac{1}{2}$ 배이고, (나)에서 B의 농도는 (가)에서의 2배이

므로 $K = Q \times \frac{2^3}{(\frac{1}{2})^2} = 32Q$ 이다. ($Q = \frac{(0.3N)^3}{(0.4N)^2}$ 이고, $K = \frac{(0.6N)^3}{(0.2N)^2}$ 이므로 $K = 32Q$ 이다.)

정답⑤

18. 평형 상수

화학 반응식이 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ 이고 평형 상수 $K = \frac{1}{x}$ 이므로 평형 상태에서 $[A] =$

$\frac{x}{4}$ M, $[B]=x$ M, $[C]=c$ M라고 하면 $K=\frac{c}{\frac{x}{4}\times x}=\frac{1}{x}$ 이고, $c=\frac{x}{4}$ 이다. 따라서 반응한 A와

B의 양은 $\frac{x}{4}$ mol이고, 반응 전 A의 양은 $\frac{x}{2}$ mol, B의 양은 $\frac{5x}{4}$ mol이다.

[정답맞히기] ㄴ. A의 반응 전 몰 수는 $\frac{x}{2}$ mol이고, A의 분자량은 a , 질량은 2 g이므로 $\frac{x}{2}=\frac{2}{a}$ 이다. 따라서 $x=\frac{4}{a}$ 이다. **정답**

①

[오답피하기] ㄱ. 평형 상태에서 총 $\frac{3x}{2}$ mol, T K일 때 부피가 1 L이므로 반응식에서도 알 수 있듯이 반응 전에는 반응 후보다 기체의 양(mol)이 많으므로 부피가 1 L보다 커질 것이다. 따라서 A의 양은 $\frac{x}{2}$ mol이지만 부피가 1 L보다 클 것이므로 초기 상태에서 A(g)의 몰농도는 $\frac{x}{2}$ M보다 크다. 반응 전 혼합 기체의 부피는 $\frac{7}{6}$ L이고, A의 양은 $\frac{x}{2}$ mol이므로 $[A]=\frac{3}{7}$ M이다.

ㄷ. 반응 전 B의 양은 $\frac{5x}{4}$ mol이고, B의 질량은 2 g이므로 B의 분자량을 M_B 라고 하면 $\frac{2}{M_B}=\frac{5x}{4}$ 이고, $M_B=\frac{8}{5x}$ 이다. 화학 반응식에서 몰 비는 A:B:C=1:1:1이므로 C의 분자량은 A와 B의 분자량 합과 같으므로 C의 분자량= $a+\frac{8}{5x}=a+\frac{8}{5\times\frac{4}{a}}=a+\frac{2a}{5}=\frac{7a}{5}$ 이다.

19. 기체의 성질

(가)에서 Ne과 Ar의 질량이 같으므로 몰 비는 Ne:Ar=2:1이다. 분자량이 주어졌으므로 (가)에 있는 기체의 양은 $\frac{x}{20}+\frac{x}{40}=\frac{3x}{40}$ mol이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)와 (나)의 부피가 같으므로 $n=\frac{PV}{RT}$ 로부터 (가)와 (나)의 몰 비는 $\frac{1.5\times V}{300a}:\frac{2\times V}{400a}=1:1$ 이다. 따라서 양(mol)이 같고 Ne의 질량이 x 로 같으므로 X의 몰분율도 (가)의 Ar과 같이 $\frac{1}{3}$ 이다. 따라서 (나)에서 X의 부분 압력은 $2\times\frac{1}{3}=\frac{2}{3}$ 기압이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 혼합 기체의 밀도는 $\frac{2x}{\text{부피}}$ 로부터 구할 수 있으므로 혼합 기

체의 부피를 구해야 한다. $V=\frac{nRT}{P}=\frac{\frac{3x}{40}\times a\times 300}{1.5}=15xa$ 이므로 $d=\frac{2x}{15xa}=\frac{2}{15a}$ g/L이다.

ㄷ. X의 분자량을 M_X 라고 하면 $PV=\frac{w}{M}RT$ 에서 $M_X=\frac{y\times a\times 400}{\frac{2}{3}\times V}$ 이다. (가)에서 $V=1.5xa$

이므로 $M_x = \frac{y \times a \times 400}{\frac{2}{3} \times 15 \times x \times a} = \frac{40y}{x}$ 이다.

20. 기체의 반응

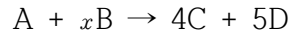
[정답맞히기] (나) 과정 후 기체에서 D(g)의 몰 분율이 0.5이고 화학 반응식의 계수 비가 C:D=4:5이므로 만약 (나)과정 후 D(g)가 $5n$ mol이 생성되었다면 C(g)의 양은 $4n$ mol이 되고, A(g) 또는 B(g)가 n mol 남아 있어야 한다. (다)과정 후 C의 부분 압력이 0.6 atm이므로 전체 압력을 P atm이라고 하면 C의 부분 압력은 전체 압력에서 C의 몰분율을 곱한 것과 같으므로 $P \times \frac{4}{10} = 0.6$ 이다. 따라서 (다) 과정 후 전체 압력은

$P = 1.5$ atm이다. (가)에서는 T K이었고, (다)과정 후에는 $\frac{5}{3}T$ K이며 He(g)의 양(mol)은 변하지 않으므로 (다)에서의 He(g) 부피를 통해 혼합 기체의 부피를 구할 수 있다.

따라서 (가)에서 He(g)의 양(mol)은 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.6 \times 3}{RT}$ 이고, (다)에서도 이와 같으므로 $\frac{0.6 \times 3}{RT} = \frac{1.5 \times V}{R \times \frac{5}{3}T}$ 에서 (다)과정 후 He의 부피는 $v = 2$ L이고, 혼합 기체의 부피는 10

L이고 압력은 1.5 atm인 상태가 된다. (가)에서 A(g), B(g)의 혼합 기체의 양(mol)은 $n = \frac{0.9 \times 9}{RT}$ 이고, (다)에서 혼합 기체의 양(mol)은 $n = \frac{1.5 \times 10}{R \times \frac{5}{3}T}$ 이므로 몰 비는 (가):

(다)=9:10이다. 화학 반응식은 $A + xB \rightarrow 4C + 5D$ 이므로 반응 전 A는 모두 반응하고 B가 남는 걸로 생각할 수 있다. 따라서 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



반응 전(mol)	n	$8n$		
반응(mol)	$-n$	$-7n$	$+4n$	$+5n$
반응 후(mol)		n	$4n$	$5n$

따라서 반응 계수 $x = 7$ 이다.

정답④

화학 II 정답

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

화학 II 해설

1. [출제의도] 광촉매 특징 이해하기

촉매는 활성화 에너지를 변화시켜 반응 속도를 조절한다. 광촉매는 빛을 차단하여 반응을 멈출 수 있으며 TiO₂은 대표적인 광촉매이다.

2. [출제의도] 분자 사이 힘 분석하기

분산력은 모든 분자 사이에 존재하며, 쌍극자쌍극자 힘은 모든 극성 분자 사이에 존재한다. H₂O에는 수소 결합이 존재하므로 H₂S보다 끓는점이 높다.

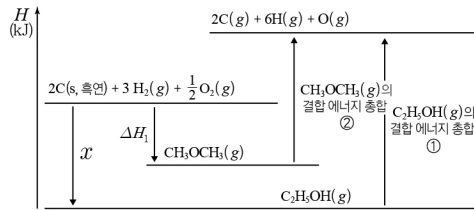
3. [출제의도] 묽은 용액 성질 결론 도출하기

증기 압력이 가장 작은 (다)의 기준 끓는점이 가장 높다. (가)와 (다)를 비교하면 용매의 몰 분율이 (가) > (다)이므로 용질의 화학식량은 X > Y이다. 몰의 증기 압력을 P라고 하면 2 × {(1-a)P - (1-b)P} = (1-b)P - (1-c)P, 2a + c = 3b이다.

4. [출제의도] 물의 특성의 탐구 설계 및 수행하기

표면 장력이 클수록 표면적이 작다. 질량이 증가하면 물질의 열용량이 커지므로 기울기는 작아진다. 물의 표면 장력이 더 크고, 끓는점이 더 높으므로 분자 사이 힘은 물이 에탄올보다 크다.

5. [출제의도] 결합 에너지와 생성 엔탈피 적용하기



C₂H₅OH(g)의 표준 생성 엔탈피(x) = CH₃OCH₃(g)의 생성 엔탈피(ΔH₁) + CH₃OCH₃(g)의 결합 에너지 총합 - C₂H₅OH(g)의 결합 에너지 총합, x = ΔH₁ + ② - ① = ΔH₁ + (6b + 2c) - (a + 5b + c + d) = ΔH₁ - a + b + c - d

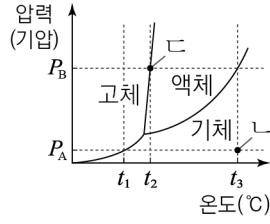
6. [출제의도] 용액 농도 탐구 설계 및 수행하기

II의 용액에 0.3 × 0.5 = 0.15(몰)의 용질이 들어 있고, (나)에는 용질 0.1 몰이 녹아 있어 (가)에는 0.05 몰의 용질이 있어야 하므로 $x \times \frac{4}{100} \times \frac{1}{40} = 0.05$, x = 50이다. III의 용액에는 0.5 몰의 용질이 필요하므로 y = 14이다.

7. [출제의도] 기체의 성질 자료 분석하기

밀도 = $\frac{w}{V} = \frac{PM}{RT}$ 이다. (가)의 압력을 P₁, (다)의 압력, 부피를 P₂, V₃라 하면 $\frac{w_x}{V_1} = \frac{P_1 M_x}{RT}$, $\frac{w_x}{V_3} = \frac{P_2 M_x}{RT}$ = 4이므로 P₁ : P₂ = 3 : 4이다. P₁V₃ = P₂V₂이므로 V₃ : V₂ = 4 : 3이고, a = 8이다. V₁ : V₃ = 4 : 3이고 V₁ : V₂ = 16 : 9이다. (가), (나)에서 $M_x = \frac{w_x RT}{P_1 V_1}$, $M_y = \frac{w_y RT}{P_1 V_3}$ 이므로 M_x : M_y = 1 : 2이다.

8. [출제의도] 상평형 결론 도출 및 평가하기



9. [출제의도] 삼투압 자료 분석 및 해석하기

삼투 현상으로 온도가 높을수록 h는 커진다. (나)의 포도당 수용액의 농도(M) = $\frac{6}{180} \times \frac{1}{0.4} = \frac{1}{12}$, P = $\frac{300}{12}R = 25R$ (기압)이다.

10. [출제의도] 고체 결정 구조 인식 및 가설 설정하기

(가)의 A는 면심 입방 구조로 단위 세포에 포함된 입자 수는 4이다. (나)에서 단위 세포에 포함된 입자 수는 4 + 8 = 12이다. (가)에서 한 원자에 가장 인접한 원자 수는 12이고, (나)에서 B 이온에 가장 인접한 A 이온 수는 4이다.

11. [출제의도] 기체 반응의 결론 도출 및 평가하기

평형 (나)	A(g)	+ B(g)	⇌	2C(g)
초기	2	2		4+x
반응	+y	+y		-2y
평형	2+y	2+y		4+x-2y

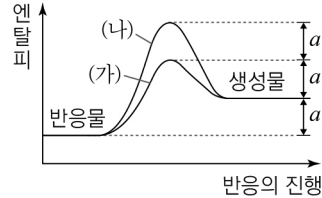
1 × 1.5V = nRT이고, n = 12, x = 4이다. 또한 K_(가) = K_(나) = 4이므로 y = 1이다.

평형 (다)	A(g)	+ B(g)	⇌	2C(g)
초기	3	3		6
반응	+z	+z		-2z
평형	3+z	3+z		6-2z

$\frac{6-2z}{12} = \frac{1}{3}$ 이고, z = 1, K_(다) = 1이다. B(g)의 부분 압력은 (나)에서는 $\frac{1}{4}$ 기압, (다)에서는 $\frac{2}{3}$ 기압이다.

12. [출제의도] 활성화 에너지 개념 적용하기

활성화 에너지는 0보다 크므로 a > 0이고, 흡열 반응이다.



13. [출제의도] 헤스 법칙으로 반응 엔탈피 결론 도출 및 평가

N₂H₄(l)의 생성 엔탈피(ΔH₂) > 0이므로, 분해 엔탈피(ΔH) < 0이다. 따라서 발열 반응이다. ΔH₁ - ΔH₂ = ΔH₃ < 0이므로 ΔH₁ < ΔH₂이다. a ~ c는 각각 2, 1, 4이므로 ΔH = $\frac{1}{4}(\Delta H_1 + 2\Delta H_2 + \Delta H_3)$ 이다.

14. [출제의도] 평형 원리에 관한 자료 분석 및 해석하기

[A]가 1만큼 증가할 때 [B]가 0.5만큼 감소하였으므로 a : b = 2 : 1이고, x = $\frac{1}{4}$ 이다. t₂에서 역반응이 우세하므로 t₁에서 온도가 높아졌고, t₂에서 반응 지수는 (나)에서 평형 상수보다 크다.

15. [출제의도] 완충 용액 자료 분석 및 해석하기

수용액 X는 산을 첨가해도 pH의 변화가 거의 없으므로 완충 용액이고, HA는 약산, A⁻은 짝염기이다. 수용액 X에 OH⁻을 첨가하면 HA + H₂O ⇌ H₃O⁺ + A⁻에서 정반응으로 평형 이동하여 [HA]는 감소한다. 1M NaA(aq)에서 A⁻은 H₂O를 가수 분해하여 OH⁻을 생성하므로 pH > 7이다.

16. [출제의도] 반응 속도 결론 도출 및 평가하기

1차 반응이므로 온도가 같을 때 반감기는 일정하여 x = 2t이다. T₁에서 반감기는 2t초, T₂에서 반감기는 1.5t초이다. 초기 반응 속도가 실험 III이 실험 II보다 크므로 T₁ < T₂이다.

17. [출제의도] 반응 속도 자료 분석 및 해석하기

반응 시간(분)	0	1	2	3
A의 몰 농도(M)	0.8	0.4	0.2	0.1

A에 대한 1차 반응이며 반감기가 1분이므로 x = (0.8 - 0.1) × $\frac{1}{2}$ = 0.35 (M)이다. y = $\frac{0.3}{0.5} = \frac{3}{5}$ 이고, x × y = $\frac{35}{100} \times \frac{3}{5} = \frac{21}{100}$ 이다.

18. [출제의도] 기체 반응 문제 인식 및 가설 설정

	A(g)	+ 2B(g)	→	2C(g)
반응 전	VN	PVN		0
반응	-0.5PVN	-PVN		+PVN
반응 후	(1-0.5P)VN	0		PVN

반응 후 남아 있는 기체의 양은 (1 + 0.5P)VN몰이다. 반응 후 실린더의 부피를 V'라 하면 1 × (V' + V) = (1 + 0.5P)V이고, h₁ : h₂ = V : V' = 7 : 4이므로 P = $\frac{8}{7}$ 이다. C의 몰 분율은 $\frac{PVN}{(1+0.5P)VN} = \frac{8}{11}$ 이므로 C의 부분 압력은 $\frac{8}{11}$ 기압이다. M_A = $\frac{wRT}{V}$, M_B = $\frac{wRT}{PV}$ 이며 $\frac{M_B}{M_A} = \frac{1}{P} = \frac{7}{8}$ 이다.

19. [출제의도] 산과 염기 개념 적용하기

(나)에서 pH = 11이므로 [OH⁻] = 1 × 10⁻³(M)이다. Y의 K_b = $\frac{[YH^+][OH^-]}{[Y]} = 1 \times 10^{-6}$ 이므로 $\frac{[YH^+]}{[Y]} = 1 \times 10^{-3}$ 이다. (가)에서 K_a = 2 × 10⁻⁵이고 몰 농도는 0.2 (M)이므로, [H₃O⁺] = 2 × 10⁻³(M)이다. 부피는 0.1 L이므로 H₃O⁺ = 2 × 10⁻⁴(몰)이다. (나)에서 H₃O⁺ = 0.2 × 1 × 10⁻¹¹ = 2 × 10⁻¹²(몰)이다. 따라서 H₃O⁺의 양(몰)은 (가)가 (나)의 10⁸배이다. 25°C 1M NaX(aq)에서 X⁻의 K_b = $\frac{K_w}{K_a} = 5 \times 10^{-10}$ 이다. [OH⁻] = $\sqrt{5} \times 10^{-5}$ (M)이므로 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}$ = 5 × 10⁴이다.

20. [출제의도] 평형 이동 이해하기

He을 첨가하면 전체 부피가 증가하여 평형은 정반응 쪽으로 이동하므로 a < $\frac{2}{3}$ 이다.

초기 상태의 $\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}} = 8$ 이고, 분자량 비는 2 : 1이므로 A와 B의 양(몰) 비는 4 : 1이다.

(가)에서	A(g)	⇌	2B(g)
반응 전	4n		n
반응	-x		+2x
반응 후	4n-x		n+2x

$\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}} = \frac{8n-2x}{n+2x} = 2$, x = n이고, (가)에서 A는 3n몰, B는 3n몰이며, 부피 V' = 1.2V(L)이다.

(나)에서	A(g)	⇌	2B(g)
반응 전	3n		3n
반응	-y		+2y
반응 후	3n-y		3n+2y

$\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}} = \frac{6n-2y}{3n+2y} = \frac{2}{3}$, y = 1.2n이다. 따라서 부피 V'' = 1.8V(L)이다. K_(가) = $\frac{n}{0.4V}$, K_(나) = K_(다) = $\frac{9n}{V} \cdot \frac{K_{(다)}}{K_{(가)}} = \frac{18}{5}$ 이다.

2021학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ② 02. ④ 03. ④ 04. ③ 05. ② 06. ① 07. ④ 08. ⑤ 09. ③ 10. ③
 11. ① 12. ⑤ 13. ① 14. ③ 15. ② 16. ① 17. ⑤ 18. ⑤ 19. ② 20. ①

1. 수소 산소 연료 전지

[정답맞히기] ② 외부에서 수소와 산소를 계속 공급하여 전기 에너지를 생산하는 화학 전지는 수소 연료 전지이다. **정답②**

[오답피하기] ① 이온화 경향이 다른 두 금속을 묶은 황산에 담그고 도선으로 두 금속판을 연결한 전지이다.

③ 리튬 이온을 이용한 전지이다.

④ 두 금속판을 각각 금속염 수용액에 담근 다음 두 전해질 수용액을 염다리로 연결하고, 도선으로 두 금속판을 연결한 전지이다.

⑤ 니켈과 카드뮴을 이용한 전지이다.

2. 활성화 에너지

활성화 에너지는 반응물이 충돌하여 화학 반응을 일으키는 데 필요한 최소한의 에너지이며, 활성화 상태에 있는 불안정한 화합물을 활성화물이라고 한다. 활성화 에너지는 활성화물의 엔탈피에서 반응물 또는 생성물의 엔탈피를 뺀 값과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. 정반응이 진행될 때 엔탈피가 낮아지므로 정반응은 발열 반응이다. ㄴ. 정반응의 활성화 에너지는 $(a-b)$ 이다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. 역반응의 활성화 에너지는 $(a-c)$ 이다.

3. 결정 구조

[정답맞히기] ㄴ. I_2 는 분자이고 $I_2(s)$ 는 I_2 분자 사이의 인력에 의해 형성된 결정이므로 분자 결정이다.

ㄷ. $C(s, \text{흑연})$ 은 자유 전자가 있어 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. (가)는 면의 중심과 꼭짓점에 Cu 원자가 있으므로 면심 입방 구조이다.

4. 분자 사이의 힘

A는 CH_4 , B는 SiH_4 , C는 H_2O , D는 HF이다.

[정답맞히기] ㄱ. 전기 음성도가 큰 N, O, F의 수소 화합물은 액체 상태에서 수소 결합을 한다.

ㄷ. 액체 상태에서 분자 사이의 인력은 기준 끓는점이 높을수록 크다. 따라서 기준 끓는점은 $C > B$ 이므로 액체 상태에서 분자 사이의 인력은 C가 B보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. A와 B는 모두 무극성 분자이므로 분자 사이에 분산력만 작용한다. 따라서 B가 A보다 기준 끓는점이 높은 주된 이유는 분산력 때문이다.

5. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄴ. $\text{NO}(g)$ 2mol이 생성될 때 반응 엔탈피(ΔH)는 182kJ이므로 $\text{NO}(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)는 91kJ/mol이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 제시된 반응은 흡열 반응이므로 반응이 진행될 때 엔탈피가 낮아진다. 따라서 반응물의 엔탈피 합은 생성물의 엔탈피 합보다 작다.

ㄷ. $\text{NO}(g)$ 2mol이 분해되어 $\text{N}_2(g)$ 1mol과 $\text{O}_2(g)$ 1mol이 생성되는 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 제시된 반응의 역반응의 반응 엔탈피(ΔH)와 같으므로 -182kJ이다.

6. 전기 분해

$\text{NaCl}(l)$ 을 전기 분해하면 (+)극에서 산화 반응이, (-)극에서 환원 반응이 일어난다. 따라서 (가)는 (-)극에서 (나)는 (+)극에서 일어나는 반응이며 ㉠은 Cl^- 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가) 반응은 환원 반응이므로 (-)극에서 일어난다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (나) 반응이 일어날 때 ㉠인 Cl^- 은 전자를 잃으므로 산화된다.

ㄷ. 전기 분해가 일어나는 동안 이동하는 전자의 양(mol)은 같으므로 0~ t_s 동안 생성되는 물질의 양(mol)의 비는 $\text{Na}:\text{Cl}_2 = 2:1$ 이다.

7. 촉매가 반응 속도에 미치는 영향

정촉매는 반응의 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 하고 부촉매는 반응의 활성화 에너지를 높여 반응 속도를 느리게 한다.

[정답맞히기] ㄴ. 실험Ⅱ에서 촉매를 첨가했을 때 $\text{A}(g)$ 의 초기 농도와 같은 실험Ⅰ에서보다 초기 반응 속도가 크므로 촉매 X(s)는 정촉매이다.

ㄷ. 실험Ⅰ과 Ⅲ을 비교해 보면 $\text{A}(g)$ 의 초기 농도가 2배일 때 초기 반응 속도도 2배이므로 이 반응은 1차 반응이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 활성화 에너지는 반응물의 농도나 온도의 영향을 받지 않으며 촉매에 의해서 변한다. 실험Ⅰ과 Ⅲ의 온도는 같고 촉매를 첨가하지 않았으므로 정반응의 활성화 에너지는 같다. 따라서 ㉠ = ㉡이다.

8. 반응 지수와 평형 상수

[정답맞히기] ㄱ. 용기에 2mol의 $\text{A}(g)$ 를 넣었으므로 평형에 도달하기 전까지 정반응이 우세하게 진행된다.

ㄴ. 반응 초기 $[\text{A}]=2\text{M}$ 이므로 $[\text{A}]=1\text{M}$ 일 때 반응한 $[\text{A}]=1\text{M}$, 생성된 $[\text{B}]=0.5\text{M}$, $[\text{C}]=1\text{M}$ 이다. 반응 지수는 $\frac{[\text{B}][\text{C}]^2}{[\text{A}]^2} = \frac{0.5 \times 1^2}{1^2} = \frac{1}{2}$ 이므로 $Q < K$ 인 평형 상태이다. 따라서 $[\text{A}]=1\text{M}$ 일 때 정반응의 속도와 역반응의 속도는 같다.

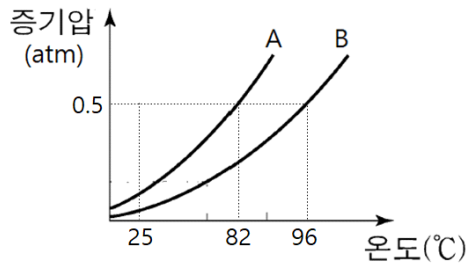
ㄷ. $[C]=0.4M$ 일 때 반응한 $[A]=0.4M$, 생성된 $[B]=0.2M$ 이므로 용기 속 $[A]=1.6M$ 이다.
따라서 반응 지수는 $\frac{[B][C]^2}{[A]^2} = \frac{0.2 \times 0.4^2}{1.6^2} = \frac{1}{20}$ 이므로 $Q < K$ 이다. 정답⑤

9. 증기 압력

[정답맞히기] 일정한 온도에서 증기압이 높을수록 분자 사이의 인력이 작으므로 기준 끓는점이 낮다. 따라서 $t^\circ C$ 에서 $P_A > P_B$ 이므로 기준 끓는점은 $B(l)$ 가 $A(l)$ 보다 높다.
용질 C 를 녹인 용액에서 $P_{\text{용액}} = (\text{용매의 몰분율}) \times P_{\text{용매}}$ 이다. C 의 몰분율이 $0.1, 0.25$ 일 때 각각 용매 A 의 몰분율은 $0.9, 0.75$ 이므로 $x = 0.9P_{\text{용매}}, y = 0.75P_{\text{용매}}$ 이므로
 $\frac{x}{y} = \frac{0.9P_{\text{용매}}}{0.75P_{\text{용매}}} = \frac{6}{5}$ 이다. 정답③

10. 상평형

제시된 자료를 바탕으로 증기압 곡선에 나타내면 다음과 같다.

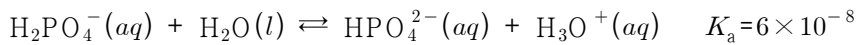


[정답맞히기] ㄱ. $82^\circ C$ 일 때 $A(l)$ 의 증기압이 $0.5atm$ 이므로 $70^\circ C$ 에서 $A(l)$ 의 증기압은 $0.5atm$ 보다 낮다.

ㄴ. 증기압이 $0.5atm$ 일 때 $A(l)$ 의 온도는 $82^\circ C$, $B(l)$ 의 온도는 $96^\circ C$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. $90^\circ C, 0.25atm$ 에서 A 의 안정한 상은 기체 1가지이다.

11. 완충 용액



산 염기 염기 산

[정답맞히기] ㄱ. 이 반응에서 $H_2PO_4^-$ 는 산이고 그 짝염기는 HPO_4^{2-} 이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ. $K_a = \frac{[HPO_4^{2-}][H_3O^+]}{[H_2PO_4^-]} = 6 \times 10^{-8}$ 이다. 수용액에서 $\frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]} = 1$ 이므로

$[H_3O^+] = K_a = 6 \times 10^{-8} < 10^{-7}M$ 이다. 따라서 $pH = 8 - \log 6 > 7$ 이다.

ㄷ. 수용액에 소량의 $NaOH(s)$ 을 가하면 H_3O^+ 의 농도가 감소하므로 정반응 쪽으로 반응이 진행하여 $H_2PO_4^-$ 의 양(mol)은 감소한다.

12. 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서는 $t_1^\circ\text{C}$ 에서 $X(g)$ 와 $X(l)$ 이 평형을 이루고 있으므로 (나)로부터 압력이 1atm 보다 작음을 알 수 있다.

ㄴ. 고정 장치를 풀면 외부 압력이 1 atm이 되므로 $t_1^\circ\text{C}$, 1 atm에서 가장 안정한 상은 액체이다.

ㄷ. 고정 장치를 풀고 온도를 $t_2^\circ\text{C}$ 로 높이면 외부 압력과 같은 1atm이 되면서 액체와 기체의 2가지 상이 안정한 상태가 된다. 정답⑤

13. 용액의 농도

[정답맞히기] 1M $A(aq)$ 10mL에 들어 있는 A의 양은 0.01mol이므로 질량은 $0.01 \times 100 = 1\text{g}$ 이고, 수용액의 밀도는 1.1g/mL이므로 수용액의 질량은 11g이다. 따라서 1M $A(aq)$ 10mL에서 A의 질량은 1g, 물의 질량은 10g이다. 20% $A(aq)$ $x\text{g}$ 에서 용매의 질량은 $0.8x$ 이고, A의 양은 $\frac{0.2x}{100} = 0.002x\text{mol}$ 이다. 따라서 두 수용액을 혼합하여 2m의 $A(aq)$ 이 되어야 하므로 $\frac{0.01 + 0.002x}{\frac{10 + 0.8x}{1000}} = 2$ 이므로 $x = 25$ 이다. 정답①

14. 기체의 압력과 부피

이상 기체 방정식은 $PV = nRT$ 이고, $n = \frac{w}{M}$ 이므로 $PV = \frac{w}{M}RT$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $M = \frac{wRT}{PV}$ 이므로 X의 분자량은 $M_X = \frac{wRT}{p \times \frac{1}{2a}}$ 이고, Y의 분자량은

$M_Y = \frac{wRT}{2p \times \frac{1}{a}}$ 이다. 따라서 분자량은 X:Y=4:1이다.

ㄴ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 (나)에서 Y(g)의 밀도 = $\frac{w \times a}{w \times 2a} = \frac{1}{2}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (나)에서 압력을 유지하며 Y(g)의 온도를 2TK으로 높이면 $V \propto T$ 이므로 부피는 2배가 된다. (나)에서 Y(g)의 부피는 $\frac{1}{a}\text{L}$ 이므로 2TK에서 부피는 $\frac{2}{a}\text{L}$ 이다.

15. 염기의 이온화 상수

[정답맞히기] $x\text{M NH}_3(aq)$ 100mL에 0.06M $\text{HCl}(aq)$ 250mL를 첨가하였을 때 반응 $\text{NH}_3(aq) + \text{HCl}(aq) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ 이 일어난다. $\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = 1$ 이므로 중화점의 절반의 부피를 가한 것이 되므로 $x\text{M NH}_3(aq)$ 100mL에 들어 있는 NH_3 의 양은 0.06M $\text{HCl}(aq)$ 250mL의 HCl 의 양(mol)의 2배가 된다. 따라서 $x \times 0.1 = 2(0.06 \times 0.25)$ 에서 $x = 0.3$ 이다. 0.06M $\text{HCl}(aq)$ 250mL를 추가로 첨가하면 중화점에 도달하므로 NH_4^+ 의

양은 $0.3 \times 0.1 = 0.03 \text{ mol}$ 이 된다. 이때 수용액의 부피는 600 mL 이므로 $[\text{NH}_4^+] = \frac{0.03}{0.6} = 0.05 \text{ M}$ 이다. 이때 $\text{NH}_4^+(aq) + \text{H}_2\text{O}(aq) \rightleftharpoons \text{NH}_3(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$ 이 일어나고 $[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = n$ 이라 하면 $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{n^2}{0.05} = \frac{1}{2} \times 10^{-9}$ 이므로 $n = 5 \times 10^{-6}$ 이다. 따라서 $y = \frac{0.05}{5 \times 10^{-6}} = 10^4$ 이고 $x \times y = 0.3 \times 10^4 = 3000$ 이다. 정답②

16. 반응 엔탈피와 결합 에너지

반응 엔탈피는 (반응물의 결합 에너지 합 - 생성물의 결합 에너지 합)으로부터 구할 수 있다. $\text{CO}_2(g)$ 의 생성 엔탈피는 -394 kJ/mol 이므로 반응 $\text{C}(s, \text{흑연}) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ $\Delta H = -394 \text{ kJ/mol}$ 이고 이를 결합 에너지로부터 나타내면 $x + d - 2b = -394$ 이다. 따라서 $x = 2b - d - 394$ 이다.

반응 $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 반응 엔탈피(ΔH)는 $a \text{ kJ}$ 이므로 이를 결합 에너지로 나타내면 $4y + 2d - 2b - 4c = a$ 이다. 따라서 $y = \frac{a}{4} + \frac{b}{2} + c - \frac{d}{2}$ 이다. 정답①

17. 반응 속도

A의 1차 반응이므로 반감기가 일정한 반응이다. 실험 I과 II에서 A의 농도가 $\frac{1}{2}$ 배 되는 데 걸리는 시간이 반감기에 해당하므로 반감기는 $4s$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 1차 반응에서 반감기가 $4s$ 로 같으므로 온도는 $T_1 = T_2$ 이다.

ㄴ. 실험 I의 반감기는 $4s$ 이고 $4s$ 일 때 $[A] = \frac{a}{3} \text{ M}$ 이므로 A의 초기 농도 $[A]_0 = \frac{2a}{3} \text{ M}$ 이다. $0 \sim 8s$ 동안 감소한 농도는 $\frac{2a}{3} - \frac{a}{3} = \frac{a}{3} \text{ M}$ 이고, 시간은 $8s$ 이므로 평균 반응 속도는 $\frac{a}{3} \text{ M} \div 8s = \frac{a}{24} \text{ M/s}$ 이다.

ㄷ. 실험 II에서 $8s$ 일 때 $[A] = \frac{a}{3} \text{ M}$ 이므로 A의 초기 농도 $[A]_0 = \frac{4a}{3} \text{ M}$ 이다. 화학 반응식은 $\text{A}(g) \rightarrow 2\text{B}(g)$ 이므로 $4s$ 일 때 감소한 $[A] = \frac{2a}{3} \text{ M}$ 이고, 이때 생성된 $[\text{B}] = \frac{4a}{3} \text{ M}$ 이므로 $5s$ 일 때 $[\text{B}]$ 는 $\frac{4a}{3} \text{ M}$ 보다 크다. 정답⑤

18. 반응 속도

[정답맞히기] 반응 초기 A의 몰분율이 $\frac{4}{5}$ 이므로 A(g)는 0.4 M , C(g)는 0.1 M 가 들어 있음을 알 수 있다. 반응이 계속 진행할수록 B의 몰분율은 $\frac{4}{9}$ 에 수렴해 가고, $[\text{A}] + [\text{C}] = 0.5 \text{ M}$ 로 일정하므로 반응 후 $[\text{B}] = 0.4 \text{ M}$, $[\text{C}] = 0.1 \text{ M}$ 이어야 한다. 따라서 A의 양

이 모두 C가 되는 것이고, B의 양은 A와 같은 양으로 생성되므로 $a=c=1$ 이고, 화학 반응식은 $A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$ 임을 알 수 있다. 이 반응을 A의 1차 반응이라고 하고 반감기를 3분이라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.

시간(분)	0	3	6	9	12
[A(g)] (M)	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025
[B(g)] (M)	0	0.2	0.3	0.35	0.375
[C(g)] (M)	0.1	0.3	0.4	0.45	0.475
A의 몰분율	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{7}(=x)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{17}$	
B의 몰분율		$\frac{2}{7}(=x)$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{17}$	

따라서 $x=\frac{2}{7}$ 이고 12분일 때 $[A]+[B]+[C]=\frac{7}{8}M$ 이므로 $y=12$ 이고, $\frac{y}{x}=\frac{12}{\frac{2}{7}}=42$ 이다.

정답⑤

19. 평형 반응

[정답맞히기] $Ar(g)$ 은 반응에 참여하지 않으므로 $K_I = K_{II}$ 이다. 따라서 평형 I에서

기체의 부피를 $3V$ 라고 하면 $K_{II} = \frac{3}{\left(\frac{3}{3V}\right)^2} = V$ 이다. $\frac{K_{III}}{K_{II}} = 16$ 이므로 $K_{III} = 16V$ 이다. 평

형 II에서 $Ar(g)$ 의 부분 압력이 $\frac{4}{15}x \text{ atm}$ 이라고 하였고, 전체 양(mol)은 $(6+x)$ mol이

므로 전체 압력은 $\frac{4x}{15} : x = P_{II} : (6+x)$ 로부터 $P_{II} = \frac{4}{15}(6+x)$ 이다. 따라서 평형 II에

서 A와 B의 압력은 $P_A = P_B = \frac{4}{15}(6+x) \times \frac{3}{(6+x)} = \frac{4}{5} \text{ atm}$ 이다. 이로부터 평형 III에서

의 기체의 양을 구하면 $n \propto \frac{PV}{T}$ 이므로 평형 II에서보다 평형 III에서는 온도가 $\frac{1}{2}$ 배,

압력은 $\frac{5}{4}$ 배, 부피는 $\frac{4}{3}$ 배이므로 $n \propto \frac{\frac{5}{4} \times \frac{4}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{10}{3}$ 이므로 평형 II에서보다 평형 III에

서의 기체의 양은 $\frac{10}{3}$ 배가 되어 10mol임을 알 수 있다. $K_{III} > K_I$ 이므로 평형 II에

서 III으로 이동하면서 A의 양은 감소하고 B의 양은 증가한 것이고, A의 양은 $3-2n$,

B의 양은 $3+n$ 이고, 전체 기체의 양은 10mol이므로 Ar의 양은 $4+n$ 이 된다.

$K_{III} = \frac{\left(\frac{3+n}{4V}\right)}{\left(\frac{3-2n}{4V}\right)^2} = 4V$ 에서 $n=1$ 이다. 따라서 (다)에서 Ar의 양은 5mol이다. 평형 II

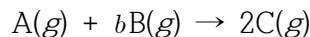
에서 $[B]=\frac{3}{3V}M$ 이고, 평형 III에서 $[Ar]=\frac{5}{4V}M$ 이므로 $\frac{\text{평형 II에서 } [B]}{\text{평형 III에서 } [Ar]}=\frac{4}{5}$ 이다. 정답②

20. 기체의 반응

[정답맞히기] (가)에서 $A(g)$ wg 을 n mol이라고 하면 $B(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{2}{3}$ atm이므로 $B(g)$ 는 $2n$ mol이다. 꼭지가 닫힌 상태이므로 강철 용기의 $A(g)$ 도 실린더에 들어 있는 질량과 같아서 n mol이다. 실린더 내 기체의 양은 $3n$ mol이므로 $PV=nRT$ 에서 $1 \times 3 = 3nRT$ 이므로 $R = \frac{1}{nT}$ 이다.

(나)에서 꼭지를 열었고 두 기체가 반응하지 않았으므로 기체의 양은 $4n$ mol이 되고 압력은 $1atm$ 이므로 이때의 부피는 $V_{(나)}$ 라고 하면 $1 \times V_{(나)} = 4n \times R \times \frac{3}{2} T$ 에서 $R = \frac{1}{nT}$ 이므로 $V_{(나)} = 6L$ 이다. 따라서 실린더의 부피는 $4L$, 강철 용기의 부피는 $2L$ 이므로 강철 용기에 $A(g)$, $B(g)$ 는 각각 $\frac{2n}{3}$, $\frac{2n}{3}$ mol이 들어 있게 된다.

(다)에서 온도를 $2TK$ 으로 올렸을 때 반응 후 기체의 압력이 $\frac{4}{5}$ atm이므로 반응 후 강철 용기 속 기체의 양은 $\frac{4}{5} \times 2 = n_{(다)} \times R \times 2T$ 이므로 $n_{(다)} = \frac{4n}{5}$ mol이다. 반응 전 기체의 총 양은 $\frac{4n}{3}$ mol이므로 반응 후에 기체의 양이 감소한 것이므로 $b > 1$ 이고 강철 용기에서 $B(g)$ 가 모두 반응한 것임을 알 수 있다. 이로부터 화학 반응식의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



$$\text{반응 전(mol)} \quad \frac{2n}{3} \quad \frac{2n}{3}$$

$$\text{반응(mol)} \quad -\frac{2n}{3b} \quad -\frac{2n}{3} \quad +\frac{4n}{3b}$$

$$\text{반응 후(mol)} \quad \frac{2n}{3} - \frac{2n}{3b} \quad \frac{4n}{3b}$$

$\frac{2n}{3} + \frac{2n}{3b} = \frac{4n}{5}$ 에서 $b = 5$ 이고 (다) 과정 후 강철 용기 속 $A(g)$ 의 양은 $\frac{8n}{15}$ mol이다. 따라서 (가) 과정의 실린더에서 $[A] = \frac{n \text{ mol}}{3L}$ 이고, (다) 과정 후 강철 용기에서 $[A] =$

$$\frac{\frac{8n}{15} \text{ mol}}{2L} \text{이므로 } \frac{\text{(가) 과정의 실린더에서 } [A]}{\text{(다) 과정 후 강철 용기에서 } [A]} = \frac{5}{4} \text{이다.}$$

정답①

2020학년도 10월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

● 과학탐구 영역 ●

화학II 정답

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

해설

1. {출제의도}

촉매와 활성화 에너지를 이해한다.

촉매는 반응의 활성화 에너지를 변화시킨다.

2. {출제의도}

물의 성질을 수소 결합을 통해 이해한다.

물은 수소 결합을 하여 분자 간 힘이 크다.

3. {출제의도}

고체 결정의 종류와 성질을 이해한다.

아이오딘은 분자 결정, 칼륨은 금속 결정이다.

4. {출제의도}

분자 간 상호 작용을 이해한다.

(가)~(라)는 각각 NH₃, CH₄, PH₃, SiH₄이다.

{오답풀이}

ㄷ. (가)~(라)는 모두 액체 상태에서 분자 사이에 분산력이 존재한다.

5. {출제의도}

수소 연료 전지의 원리를 이해한다.

ㄱ. $x = 2$, $y = 4$ 이다.

{오답풀이}

ㄷ. (나)에서 환원 반응이 일어난다.

6. {출제의도}

결합 에너지를 이해한다.

$\Delta H = 410 + b + 2 \times 440 - (3 \times 410 + a + 2 \times 390) = -160$ 이므로 $b - a = 560$ 이다.

7. {출제의도}

화학 전지의 원리를 이해한다.

화학 전지에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 $A(s) + B^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + B(s)$ 이다. 전자의 이동 방향은 ㉠이고 금속의 이온화 경향은 $A > B$ 이다.

8. {출제의도}

용액의 증기 압력 내림을 이해한다.

용액의 증기 압력은 용매의 물 분율에 비례한다. $A(aq)$ 과 $B(aq)$ 에서 물의 물 분율을 각각 a , b 라 하면 $a : b = 1 : ① = 1 - p : 1$ 이므로 ① = $\frac{1}{1-p}$ 이다.

9. {출제의도}

물질의 상평형을 이해한다.

ㄱ. T_1 K, P_2 atm에서 X의 안정한 상은 기체이므로 $P_1 > P_2$ 이다.

{오답풀이}

ㄴ. P_2 atm이 삼중점의 압력보다 작으므로 P_2 atm에서 X는 액체로 존재할 수 없다.

10. {출제의도}

엔탈피를 이해한다.

a , b , c 는 모두 음수이다.

{오답풀이}

ㄷ. $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ 반응의 반응 엔탈피 자료가 없으므로 주어진 반응의 ΔH 를 구할 수 없다.

11. {출제의도}

1차 반응을 이해한다.

주어진 반응의 반감기는 5 s이다. (가)에서 5 s 후 A의 몰 분율이 0.25이므로 $[B] + [C] = 1.5$ M이고 $a = 1$ 이다. (나)에서 10 s 후 $[A] \sim [C]$ 는 각각 0.5 M, 1.5 M, 3 M이므로 $x = 0.5$, $y = 0.1$ 이다.

12. {출제의도}

전기 분해를 이해한다.

ㄷ. 생성된 $O_2(g)$ 가 1 mol일 때 이동한 전자는 4 mol이므로 석출된 $Cu(s)$ 는 2 mol이다.

13. {출제의도}

용액의 농도를 이해한다.

수용액에 녹아 있는 A의 질량을 x g이라고 하면 퍼

센트 농도와 몰랄 농도 비는 $\frac{x}{160} \times 100 : \frac{\frac{x}{40}}{\frac{160-x}{1000}}$

$= 15a : 4a$, $x = 10$ 이다.

14. {출제의도}

화학 반응에서 반응 지수를 구한다.

$A(g)$, $B(g)$, $C(g)$ 는 각각 \square , \triangle , \blacktriangle 이다. $K = \frac{[C]}{[A][B]^2} = \frac{1}{4}$, $[B] = 2$ M이다. (나)에서 $Q = \frac{0.5}{0.5 \times 1^2} = 1$ 이다.

15. {출제의도}

완충 용액을 이해한다.

ㄱ, ㄴ. (가)에서 0.02 mol의 CH_3COOH 이 중화되어 $[CH_3COO^-] = 0.1$ M이므로 $a = 0.2$ 이다. (나)에서 CH_3COONa 은 0.04 mol이므로 ㉠ = 0.2이다.

{오답풀이}

ㄷ. (가), (나)에는 모두 약산과 약산의 짝염기가 있으므로 (가), (나)는 모두 완충 용액이다.

16. {출제의도}

1차 반응을 이해한다.

ㄴ. I에서 10 s 지날 때마다 증가하는 기체의 압력은 P atm, $\frac{1}{2}P$ atm이고, 반응물의 농도가 2배인 II에서의 초기 반응 속도가 I에서의 2배이므로 이 반응은 반감기가 10 s인 1차 반응이다. III에서 반감기는 5 s이므로 반응 속도 상수 비 $k_1 : k_2 = 1 : 2$ 이다.

{오답풀이}

ㄱ. I에서 10 s일 때 생성물의 양(mol)은 소모된 반응물의 양(mol)의 1.5배이므로 $b + c = 3$ 이다. ㄷ.

㉠ = $11P$, ㉡ = $\frac{47}{4}P$ 이다.

17. {출제의도}

산의 이온화 평형을 이해한다.

ㄱ. $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ 이므로 $\frac{[A^-]}{[HA]} = 0.01$ 이다.

ㄷ. 물을 추가하면 산의 이온화 반응에서 정반응 쪽으로 평형이 이동하므로 A^- 의 양(mol)이 증가한다.

{오답풀이}

ㄴ. (나)에서 용액의 부피는 200 mL이고 H_3O^+ 의 양(mol)은 2×10^{-4} mol보다 크므로 $pH < 3$ 이다.

18. {출제의도}

평형 이동의 원리를 이해한다.

I, II에서 기체의 양(mol)은 다음과 같다.

평형	A(g)(mol)	B(g)(mol)	C(g)(mol)
I	0.1	0.5	1.0
II	0.4	0.2	0.7

ㄱ. I에서 $K = \frac{[B][C]}{[A]} = \frac{0.5 \times 1.0}{0.1} = 5$ 이다.

{오답풀이}

ㄷ. 이상 기체 방정식에서 일정한 V 일 때 $\frac{P}{n}$ 는 T 에 비례하므로 $T_1 > T_2$ 이다. 온도가 낮아질 때 역반응이 우세하므로 정반응은 흡열 반응이다.

19. {출제의도}

용액의 어는점 내림을 이해한다.

ㄱ. (가)의 몰랄 농도를 $2a$ 라고 하면 (나), (다), (라)의 몰랄 농도는 각각 a , a , $2a$ 이다. ㄴ. 어는점은 (가)가 (나)보다 0.9 °C만큼 낮고, (라)가 (다)보다 1.8 °C만큼 낮으므로 용매의 K_f 는 B가 A의 2배이다. ㄷ. 용매의 기준 어는점은 A가 $(t + 1.8)$ °C이고, B가 $(t + 18.4)$ °C이다.

20. {출제의도}

기체의 성질을 이해한다.

(가)에서 $A(g)$ 의 양을 $4n$ mol이라고 하면 $B(g)$, $He(g)$ 의 양은 각각 $3P_1n$ mol, $3n$ mol이다. (나) 과정 후 $B(g)$, $C(g)$ 는 각각 $(3P_1 - 2)n$ mol, $4n$ mol이다. (다) 과정 후 혼합 기체와 $He(g)$ 의 몰 비는 $(3P_1 - 2)n + 4n : 3n = 2 : 1$, $P_1 = \frac{4}{3}$ 이다.

(나) 과정 후 $B(g)$ 는 $2n$ mol이고, $P_2 = \frac{2}{5}$ 이다.

따라서 $P_1 \times P_2 = \frac{8}{15}$ 이다.

2021학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

01. ① 02. ④ 03. ① 04. ③ 05. ⑤ 06. ④ 07. ① 08. ③ 09. ⑤ 10. ⑤
11. ② 12. ② 13. ③ 14. ① 15. ② 16. ④ 17. ⑤ 18. ④ 19. ② 20. ①

1. 촉매

[정답맞히기] 촉매는 반응 속도를 조절하는 물질이며 정촉매는 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 한다. 따라서 (가)는 반응 속도, (나)는 정촉매이다. 정답①

2. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄴ. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 0보다 크므로 1mol의 엔탈피(H)는 $H_2O(l) < H_2O(g)$ 이다.

ㄷ. $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ 반응은 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 반응의 역반응이므로 반응 엔탈피(ΔH)는 -44 kJ이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 기화는 액체에서 기체로 상태가 변화하는 것이다. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하므로 $H_2O(l)$ 의 기화는 흡열 반응이다.

3. H_2O 의 상평형

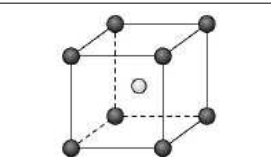
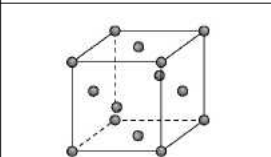
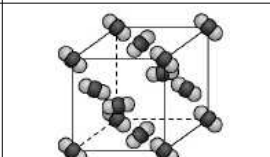
[정답맞히기] ㄱ. 1atm에서 H_2O 의 어는점은 $0^\circ C$ 이고, 끓는점은 $100^\circ C$ 이므로, 0.8 atm에서 H_2O 의 어는점은 $0^\circ C$ 보다 높고, 끓는점은 $100^\circ C$ 보다 낮다. 따라서 $a > 0$, $b < 100$ 이므로 $b - a < 100$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. $0^\circ C$, 1atm에서 H_2O 은 고체에서 액체로 상태가 변화되므로 $a^\circ C$, 1 atm에서 H_2O 의 안정한 상은 액체이다.

ㄷ. H_2O 의 끓는점은 외부 압력이 낮을수록 낮아지므로 0.7 atm에서 H_2O 의 끓는점은 $b^\circ C$ 보다 낮다.

4. 분자의 구조

제시된 3가지 고체의 결정 구조를 각각 (가)~(다)라고 할 때

고체	(가)	(나)	(다)
결정 구조			

(가)는 구성 입자의 종류가 2가지이므로 $CsCl(s)$ 의 결정 구조이고 (나)는 구성 입자의 종류가 1가지이므로 $Ag(s)$ 의 결정 구조이다. 또한 (다)의 구성 입자는 분자이므로 $CO_2(s)$ 의 결정 구조이다.

[정답맞히기] ㄱ. $Ag(s)$, $CO_2(s)$, $CsCl(s)$ 중 이온 결정은 $CsCl(s)$ 이므로 X는 $CsCl(s)$

이다.

ㄷ. Z는 $\text{CO}_2(s)$ 이므로 분자 결정이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. $\text{Ag}(s)$ 은 금속 결정이므로 Y는 $\text{Ag}(s)$, Z는 $\text{CO}_2(s)$ 이다. Y의 결정 구조는 (나)이므로 Y의 결정 구조는 면심 입방 구조이다.

5. 분자 사이의 힘

$PV=nRT$ 에서 압력이 같을 때 $n \propto \frac{V}{T}$ 한다. $A(g) \sim C(g)$ 의 질량은 같고 $\frac{V}{T}$ 는 $C(g) > B(g) > A(g)$ 이므로 기체의 양(n)은 $C(g) > B(g) > A(g)$ 이다. 질량이 같을 때 기체의 양(n)은 화학식량에 반비례하므로 화학식량은 $A > B > C$ 이다. 따라서 A는 F_2 , B는 H_2S , C는 H_2O 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 화학식량은 $A > B$ 이다.

ㄴ. $\text{B}(\text{H}_2\text{S})$ 는 극성 분자이므로 $\text{B}(l)$ 분자 사이에 쌍극자·쌍극자 힘이 존재한다.

ㄷ. A는 F_2 , C는 H_2O 이며 H_2O 의 화학식량이 F_2 보다 작는데 기준 끓는점이 높은 주된 이유는 $\text{C}(l)$ 분자 사이에 수소 결합이 존재하기 때문이다.

정답⑤

6. 기체의 성질

[정답맞히기] 기체의 화학식량을 M , 질량을 w , 밀도를 d 라고 가정할 때, $PV=nRT$ 에서 $PV = \frac{w}{M}RT$ 이고 $M = \frac{w}{V} \frac{RT}{P} = \frac{dRT}{P}$ 이다. 따라서 $x = \frac{3aRT}{1}$, $y = \frac{2aRT}{2}$ 이므로 $\frac{x}{y} = 3$ 이다.

정답④

7. 화학 전지

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 Zn은 산화되고 Fe^{2+} 은 환원되므로 이온화 경향 크기는 $\text{Zn} > \text{Fe}$ 이다. (나)에서 Cu^{2+} 은 환원되고 Fe은 산화되므로 이온화 경향 크기는 $\text{Fe} > \text{Cu}$ 이다. 따라서 금속의 이온화 경향 크기 순서는 $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 Zn은 산화되므로 Zn^{2+} 은 환원되지 않는다.

ㄷ. (나)에서 Cu^{2+} 이 환원되어 Cu로 석출되므로 $\text{Cu}(s)$ 전극의 질량은 증가한다.

8. 액체의 증기압

액체의 증기압은 수은 기둥의 높이차 h 에 비례하고 액체의 증기압은 온도가 높을수록 크다.

[정답맞히기] ㄱ. $X(l)$ 에서 h 는 $t_1^\circ\text{C}$ 일 때가 $t_3^\circ\text{C}$ 일 때보다 크므로 $t_1 > t_2 > t_3$ 이다.

ㄷ. 탐구 결과로부터 온도에 따른 액체의 증기압을 나타낼 수 있으므로 같은 온도에서 $X(l)$ 와 $Y(l)$ 의 증기압을 비교할 수 있다. 같은 온도에서 액체의 증기압은 $X(l) < Y(l)$ 이므로 같은 온도에서 증기압이 낮은 액체가 기준 끓는점이 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 '같은 온도에서 증기압이 낮은 액체일수록 기준 끓는점은 높다'는

㉠으로 적절하다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. $Y(l)$ 의 기준 끓는점이 78°C 이므로 78°C 에서 $Y(l)$ 의 증기압은 76cmHg 이다.

9. 완충 용액

[정답맞히기] ㄱ. $K_a = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = \frac{3}{5} \times [\text{H}_3\text{O}^+] = 6 \times 10^{-8}$ 이다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.

ㄴ. (가)에 $0.1\text{M HCl}(aq)$ 1mL 를 가하면 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 의 농도가 증가하여 역반응으로 평형이 이동하므로 $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ 는 증가하고 $[\text{HPO}_4^{2-}]$ 는 감소하므로 $\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} < \frac{3}{5}$ 이다.

ㄷ. (가)는 완충 용액으로 $0.1\text{M NaOH}(aq)$ 1mL 를 가하면 H_3O^+ 과 반응하여 중화되어 pH 변화가 작다. 그러나 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에 $0.1\text{M NaOH}(aq)$ 1mL 를 가하면 pH가 급격히 증가한다. 따라서 (가) 10mL 와 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 10mL 에 각각 $0.1\text{M NaOH}(aq)$ 1mL 를 가하면 pH 변화는 (가)에서가 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에서보다 작다.

정답⑤

10. 전기 분해

[정답맞히기] ㄴ. 전기 분해에서 (+)극에서 산화 반응이 일어나고 (-)극에서 환원 반응이 일어난다.

ㄷ. $\text{NaCl}(aq)$ 의 (-)극에서 $\text{Na}^+(aq)$ 과 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 중 전자를 얻기 쉬운 경향이 큰 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 환원되므로 환원 전극에서 $2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$ 반응이 일어난다. 따라서 환원 전극에서 $\text{H}_2(g)$ 가 생성된다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 화학 에너지가 전기 에너지로 전환하는 장치는 화학 전지이다. 전기 분해에서는 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.

11. 용액의 농도

[정답맞히기] $A(aq)$ 의 퍼센트 농도가 10% 이고, 용액의 질량이 100g 이므로 $A(aq)$ 속 물의 질량은 90g 이고, A 의 질량은 10g 이다. 화학식량은 B 가 A 의 3 배이므로 A 와 B 의 화학식량을 각각 M , $3M$ 이라고 하면 $x = \frac{10}{M}$ 이다. $B(aq)$ 속 B 의 질량을 $3My \text{ g}$ 으로 나타내면 용매의 질량은 $(300 - 3My) \text{ g}$ 이고, 두 수용액의 몰랄 농도가 같다고 하였으므로 $\frac{x}{90} = \frac{1}{9M} = \frac{y}{300 - 3My}$ 이다. 따라서 $y = \frac{25}{M}$ 이고, $\frac{y}{x} = \frac{25}{M} / \frac{10}{M} = \frac{5}{2}$ 이다.

정답②

12. 반응 속도

[정답맞히기] ㄴ. $0 \sim t_1$ 동안 감소한 $[A]$ 는 (가) : (나) = $2 : 1$ 이므로 평균 반응 속도는

(가)에서가 (나)에서의 2배이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 화학 반응식의 계수 비는 A : B = 1 : 2이므로 (가)에서 $t_1 \sim t_2$ 동안 $-\frac{\Delta[B]}{\Delta[A]} = 2$ 이다.

ㄷ. 순간 반응 속도는 그 지점에서 기울기의 크기와 같으므로 P에서가 Q에서보다 크다.

13. 산의 이온화 상수

[정답맞히기] ㄱ. 온도가 일정하고, HB에서 $[H_3O^+] = 0.5 \times 10^{-3} M$ 일 때 $\frac{[B^-]}{[HB]} = 2$ 이므로

$K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]}$ 에서 HB의 $K_a = 1 \times 10^{-5}$ 이다.

ㄷ. HB는 약산이므로 $[HB] = 0.1 M$ 일 때 $K_a = 0.1 \times \alpha^2 = 1 \times 10^{-5}$ 이고, $\alpha = 10^{-2}$ 이므로 $[H_3O^+] = 0.1 \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-3} M$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. P에서 $[H_3O^+] = 3 \times 10^{-3} M$ 이고, HA의 $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = 4 \times 10^{-5}$ 이므로

로 $\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{4}{3}$ 이다. Q에서 $[H_3O^+] = 2 \times 10^{-3} M$ 이고, HB의 $K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]} = 1 \times 10^{-5}$ 이

므로 $\frac{[B^-]}{[HB]} = \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 P에서 $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 는 Q에서 $\frac{[B^-]}{[HB]}$ 의 $\frac{8}{3}$ 배이다.

14. 끓는점 오름

[정답맞히기] 끓는점 오름 $\Delta T_b = k \times m$ 이므로 용매의 질량이 2배가 될 때 ΔT_b 는 0.5배 감소하게 된다. (가)에서 ΔT_b 은 가한 물의 질량이 100g일 때가 500g일 때의 2배이므로 400g을 가했을 때 ΔT_b 이 0.5배가 됨을 알 수 있다. 따라서 가한 물의 질량이 100g일 때 총 물의 질량은 400g이 되고, 이때 몰랄 농도는 $0.2m$ 이므로 $0.2 = \frac{n_{(가)}}{0.4}$ 에

서 $n_{(가)} = 0.08 \text{ mol}$ 이다. 따라서 A $8wg$ 의 양(mol)은 0.08 mol 이다. (나)에서 ΔT_b 은 가한 물의 질량이 100g일 때 몰랄 농도가 0.5배로 감소하므로 초기 물의 질량은 100g임을 알 수 있고 이때 몰랄 농도는 $0.4m$ 이다. 따라서 용질의 양(mol)은 $\frac{n_{(나)}}{0.1} = 0.4$ 에서 $n_{(나)} = 0.04 \text{ mol}$ 이다. 화학식량은 B가 A의 3배이므로 같은 질량의 양

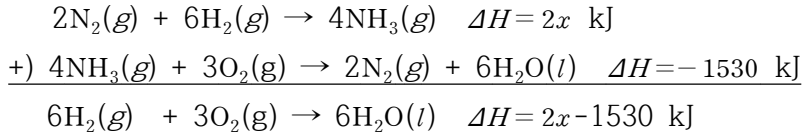
(mol)은 A가 B의 3배이다. 따라서 (나)에서 A의 양은 0.03 mol , B의 양은 0.01 mol 이다. (가)에서 A $8wg$ 의 양(mol)은 0.08 mol 이므로 (나)에서 A 0.03 mol 의 질량은 $8w \times \frac{3}{8} = 3wg$ 이고, $x = 3w$ 이다.

정답①

15. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답맞히기] $H_2O(l)$ 의 생성 엔탈피는 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ 의 반응 엔탈피와

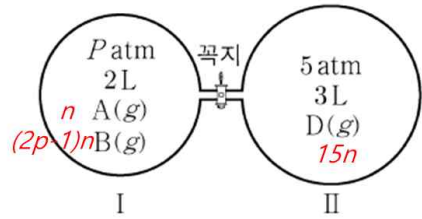
같은으로 이 반응은 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \quad \Delta H = x$ 과 주어진 반응식을 이용하여 나타낼 수 있다.



따라서 x 를 결합 에너지로부터 구하면 $x = 945 + (2 \times 435) - (2 \times 3 \times 390) = -90 \text{ kJ}$ 이므로 $H_2O(l)$ 의 생성 엔탈피는 $\frac{-180 - 1530}{6} = -285 \text{ kJ/mol}$ 이다. 정답②

16. 기체의 성질

[정답맞히기] 온도가 일정하므로 기체의 양(mol)은 PV 에 비례한다. 그림과 같이 반응 전 기체의 양(mol)을 나타낼 수 있다. I 에서 반응물 중 하나가 모두 소모되었고, 이후 D(g)가 모두 소모될 때까지 반응시켰으므로 I 에서 모두 소모된 것은 A(g)이다. 화학 반응식의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



	$A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$		$B(g) + 5D(g) \rightarrow 2E(g)$
반응 전(mol)	$n \quad (2P-1)n$	반응 전(mol)	$(2P-2)n \quad 15n$
반응(mol)	$-n \quad -n \quad +2n$	반응(mol)	$-3n \quad -15n \quad +6n$
반응 후(mol)	$0 \quad (2P-2)n \quad 2n$	반응 후(mol)	$(2P-5)n \quad 6n$

반응이 완결된 후 C(g), B(g), E(g)가 존재하므로 E(g)의 몰분율 $\frac{6n}{(2P-5)n + 6n + 2n} = \frac{2}{3}$ 로부터 $P = 3$ 이다. 정답④

17. 평형 상수

A는 고체 상태이므로 평형 상수 $K = \frac{[C]^2}{[B]}$ 이다.

[정답맞히기]

- ㄴ. 용기 II 에서 $[B] = \frac{x}{20} \text{ M}$, $[C] = \frac{1}{20} \text{ M}$ 이고, $K = \frac{1}{20}$ 이어야 하므로 $x = 1$ 이다. 온도는 일정하고, 용기 내부의 압력에는 기체 상태의 물질만 관여하므로 $P \propto \frac{n}{V}$ 이며, 기체의 양(mol)은 I 과 II 에서 각각 4.5 mol, 2 mol 이므로 $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{2}{20}\right) / \left(\frac{4.5}{15}\right) = \frac{1}{3}$ 이다.
- ㄷ. 꼭지를 열기 전 He(g)의 부피와 압력은 II 에서와 같으므로 양(mol)은 2 mol 임을 알 수 있다. 두 꼭지를 동시에 열면 B(g)와 C(g)의 부피가 증가하므로 농도가 감소하게 되어 평형은 기체 분자 수가 증가하는 방향인 정반응 쪽으로 진행하게 된다. 꼭지

를 열기 전 B(g)와 He(g)의 양(mol)은 각각 4 mol, 2 mol이므로 꼭지를 연 후 도달한 새로운 평형에서는 B(g)의 양(mol)은 감소하게 된다. 따라서 $\frac{B \text{의 부분 압력}}{He \text{의 부분 압력}} < 2$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 용기 I에서 $[B] = \frac{3 \text{ mol}}{15 \text{ L}} = \frac{1}{5} \text{ M}$, $[C] = \frac{1.5 \text{ mol}}{15 \text{ L}} = \frac{1}{10} \text{ M}$ 이므로

$$K = \left(\frac{1}{10}\right)^2 / \frac{1}{5} = \frac{1}{20} \text{이다.}$$

18. 반응 속도

[정답맞히기] 반응 시간이 6 min, 12 min일 때 C의 양(mol)은 각각 4 mol, 5 mol 증가한 것이다. 이때의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

$A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$				$A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$			
반응 전(mol)	x	y	2	반응 전(mol)	x	y	2
반응(mol)	-4	+4	+4	반응(mol)	-5	+5	+5
반응 후(mol)	$x-4$	$y+4$	6	반응 후(mol)	$x-5$	$y+5$	7

C의 몰분율은 $\frac{6}{x+y+6} = \frac{1}{2}$ 이므로 $x+y=6$ 이다. A의 1차 반응이므로 반감기가 일정한 반응이다. 만약 6 min을 반감기라고 하면 $x=8$ 이므로 $x+y=6$ 의 조건에 맞지 않는다. 만약 3 min을 반감기라고 하면 $(x-4):(x-5) = 4:1$ 이므로 $x = \frac{16}{3}$ 이고, 6 min 동안 감소한 A의 양(mol)은 $\frac{12}{3} = 4 \text{ mol}$ 이므로 주어진 조건에 맞게 된다. 따라서 $y = \frac{2}{3}$ 이고, $\frac{x}{y} = 8$ 이다.

정답④

19. 반응 속도

A(g)의 양(mol)을 $n \text{ mol}$ 이라고 하고, 실험 I에서 반감기를 16 min이라고 하면 $t = 16 \text{ min}$ 일 때와 $t = 48 \text{ min}$ 일 때의 양적 관계는 다음과 같다.

$t = 16 \text{ min}$ $2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$				$t = 48 \text{ min}$ $2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$			
반응 전(mol)	n			반응 전(mol)	n		
반응(mol)	$-\frac{1}{2}n$	$+\frac{1}{2}n$	$+\frac{1}{4}n$	반응(mol)	$-\frac{7}{8}n$	$+\frac{7}{8}n$	$+\frac{7}{16}n$
반응 후(mol)	$\frac{1}{2}n$	$\frac{1}{2}n$	$\frac{1}{4}n$	반응 후(mol)	$\frac{1}{8}n$	$\frac{7}{8}n$	$\frac{7}{16}n$

기체의 압력은 용기의 부피가 일정하고 온도가 같아 기체의 양(mol)에 비례하므로 $\frac{P_B + P_C}{P_A}$ 는 $t = 16 \text{ min}$, $t = 48 \text{ min}$ 일 때 각각 $\frac{3}{2}$, $\frac{21}{2}$ 이고 주어진 조건에 맞게 된다.

실험 II에서는 $\frac{P_B+P_C}{P_A}$ 가 더 빠른 속도로 증가하므로 반감기가 빨라졌음을 알 수 있다. 실험 II에서 반감기를 $t=8$ min이라고 하면 $t=16$ min일 때와 $t=32$ min일 때의 양적 관계는 다음과 같다.

$t=16$ min	$2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$			$t=32$ min	$2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$		
반응 전(mol)	n			반응 전(mol)	n		
반응(mol)	$-\frac{3}{4}n$	$+\frac{3}{4}n$	$+\frac{3}{8}n$	반응(mol)	$-\frac{15}{16}n$	$+\frac{15}{16}n$	$+\frac{15}{32}n$
반응 후(mol)	$\frac{1}{4}n$	$\frac{3}{4}n$	$\frac{3}{8}n$	반응 후(mol)	$\frac{1}{16}n$	$\frac{15}{16}n$	$\frac{15}{32}n$
$\frac{P_B+P_C}{P_A} = \frac{9}{2}$				$\frac{P_B+P_C}{P_A} = \frac{45}{2}$			

따라서 $\frac{P_B+P_C}{P_A}$ 가 5배가 되는 조건에 맞게 된다.

[정답맞히기] $\therefore a = \frac{3}{2}, b = \frac{9}{2}$ 이므로 $\frac{b}{a} = 3$ 이다.

정답②

[오답피하기] \neg . I에서 반감기는 16 min이다.

\square . I에서 $t=16$ min일 때 몰 비는 A:B:C=2:2:1이고, $\frac{C\text{의 질량}}{B\text{의 질량}} = \frac{4}{5}$ 이므로 분자량 비는 B:C=5:8이다. 화학 반응식이 $2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$ 이므로 분자량 비는 A:B:C=9:5:8이다. 따라서 II에서 $t=16$ min일 때 몰 비는 A:C= $\frac{1}{4}:\frac{3}{8}=2:3$ 이므로 $\frac{C\text{의 질량}}{A\text{의 질량}} = \frac{3 \times 8}{2 \times 9} = \frac{4}{3}$ 이다.

20. 기체의 반응

[정답맞히기] 화학 반응식으로부터 분자량 비는 A:B=1:2이다. ㉠과 ㉡에서 질량비는 A:B=1:2이고, 몰비는 A:B=1:1이다. A(g) w g의 양(mol)을 n mol이라고 하면 ㉠과 ㉡에서 기체의 양은 A(g), B(g)가 각각 $\frac{1}{3}n, \frac{1}{3}n$ 이다. P_1, T_2 에서 질량비는 A:B=3:2이므로 몰비는 A:B=3:1이고 기체의 양은 A(g), B(g)가 각각 $\frac{3}{5}n, \frac{1}{5}n$ 이다. ㉠과 ㉡에서 기체의 부피를 각각 $V_{\text{㉠}}, V_{\text{㉡}}$ 이라고 하면 $\frac{V_{\text{㉠}}}{V_{\text{㉡}}} = 4$ 이고, P_1, T_2 에서 부피를 V' 이라고 하면 $P_1 \times V_{\text{㉠}} = \frac{2}{3}nRT_1, P_1 \times V' = \frac{4}{5}nRT_2$ 이므로 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{6} \times \frac{V'}{V_{\text{㉠}}}$ 임을 알 수 있다. ㉢(P_2, T_2)에서 $[A]=[B]=\frac{n}{3V_{\text{㉢}}}$ 이고, P_2, T_2 에서 $[A]=\frac{3n}{5V'}, [B]=\frac{n}{5V'}$ 이고, 온도가 같아서 평형 상수는 같으므로 $K = \frac{3V_{\text{㉢}}}{n} = \frac{5V'}{9n}$ 에서 $\frac{V_{\text{㉢}}}{V'} = \frac{5}{27}$ 임을 알 수 있다. 따라서

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{6} \times \frac{V'}{V_{\ominus}} = \frac{5}{6} \times \frac{27}{5} \times \frac{V_{\ominus}}{V_{\ominus}} = \frac{5}{6} \times \frac{27}{5} \times \frac{1}{4} = \frac{9}{8} \text{이다.}$$

정답①

2021학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

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

1. [출제의도] 수소 결합에 의한 물의 특성 이해하기

수소 결합이 존재하는 물은 분자 사이의 인력을 끊는데 많은 에너지가 필요하므로 일반적으로 다른 액체에 비해 비열이 커서 온도 변화가 작다.

2. [출제의도] 기체의 압력, 부피, 양(mol) 관계 파악하기

T 가 일정할 때, $PV \propto n$ 이고, $n \propto w$ 이다. $P \propto \frac{w}{V}$ 이므로 (나)에서의 $X(g)$ 의 압력(atm) = $\frac{4w/2V}{w/V} = 2$ 이다.

3. [출제의도] 결정의 종류 분류하기

γ, λ, $I_2(s)$, $Li(s)$, $NaCl(s)$ 은 각각 분자 결정, 금속 결정, 이온 결정이다. 따라서 (가)는 $Li(s)$, (나)는 $NaCl(s)$, (다)는 $I_2(s)$ 이다. c. 전기 전도성은 $Li(s) > NaCl(s)$ 이다.

4. [출제의도] 화학 반응에서 열의 출입 파악하기

λ. 소금이 물에 용해될 때 열을 흡수하므로 흡열 반응이다. c. 수증기가 물이 되는 과정은 열을 방출하므로 ΔH 는 0보다 작다.

5. [출제의도] 액체의 증기 압력과 끓는점 관계 이해하기

기온 끓는점이 높을수록, 같은 온도에서 증기 압력이 작을수록 분자 간 인력이 크다. 따라서 분자 간 인력은 $A > B > C$ 이다.

6. [출제의도] ppm 농도 이해하기

ppm 농도(ppm) = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6$ 이다.

7. [출제의도] 분자 간 인력과 끓는점의 관계 이해하기

물질	HF(l)	F ₂ (l)	OF ₂ (l)
분산력	있음	있음	있음
수소 결합	있음	없음	없음
쌍극자·쌍극자 힘	있음	없음	있음
결수의 합	6	1	4

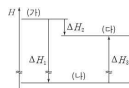
OF₂는 F₂보다 분자량이 크고, 쌍극자·쌍극자 힘이 존재하므로 기준 끓는점이 높다.

8. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기

몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다. 포도당의 양은 $\frac{45g}{180g/mol} = 0.25mol$ 이고 물의 질량은 (x-45)g이므로 $\frac{0.25mol}{(x-45)/1000g} = 2.5m$ 이다. 따라서 x=145이다.

9. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기

주어진 3가지 반응의 ΔH 는 오른쪽 그림과 같다. 따라서 H는 (가) > (다) > (나)이다.



10. [출제의도] 기체의 분자량 측정 실험 이해하기

$PV = \frac{w}{M}RT$ 이고, 실험으로부터 $M = \frac{(w_1 - w_2)RT}{(P_1 - P_2)V}$ 이다. γ, λ, c. w_1 을 실제값보다 작게 측정한 경우 M은 이론값보다 작으며, V 또는 P_1 을 실제값보다

작게 측정하면 M은 이론값보다 크다.

11. [출제의도] 어는점 내림 이해하기

γ. 어는점 내림(ΔT_f) = $K_f \times \text{몰랄 농도}(m)$ 이고 A, B의 분자량이 각각 M_A , M_B 일 때, 몰랄 농도는 $A(aq) : B(aq) = \frac{(4/M_A)mol}{0.1kg} : \frac{(8/M_B)mol}{0.2kg} = M_B : M_A$ 이다. $M_A > M_B$ 이므로 기준 어는점은 $A(aq) > B(aq)$ 이다. 따라서 (가)는 $A(aq)$ 이다. λ. ΔT_f 는 $A(aq) : B(aq) = 1 : 3$ 이므로 $M_A : M_B = 3 : 1$ 이다. c. $A(aq)$ 과 $B(aq)$ 의 혼합 용액은 $\frac{(4/M_A + 8/M_B)mol}{0.3kg} = \frac{280}{3M_A} m$ 이다. $\Delta T_f \propto m$ 에서 $\frac{40}{M_A} : t = \frac{280}{3M_A} : x$ 이고, $x = \frac{7}{3}t$ 이므로 $A(aq)$ 과 $B(aq)$ 을 혼합한 수용액의 기준 어는점은 $-\frac{7}{3}t^\circ C$ 이다.

12. [출제의도] 농도 변환 이해하기

25% X(aq) 200g에는 X 50g, 물 150g이 있고, 몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다. X 40g이 추가되었을 때, $(\frac{90}{X \text{의 화학식량}})mol / 0.15kg = 6m$ 이므로 X의 화학식량은 100이다. aM X(aq)의 밀도가 1.1g/mL이므로 수용액의 부피는 200mL이고, 몰 농도(M) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 aM = $\frac{0.7mol}{0.2L} = \frac{7}{2}M$ 이다.

13. [출제의도] 고체의 결정 구조 이해하기

γ. 꼭짓점에 4개의 입자가 가운데 1개의 입자가 작은 면에 존재하는 X의 결정 구조는 체심 입방 구조이고, 한 면에 존재하는 Y의 결정 구조는 면심 입방 구조이다. λ. 면심 입방 구조에서 한 원자에 가장 인접한 원자 수는 12이다. c. 체심 입방 구조와 면심 입방 구조에서 단위 세포에 포함된 원자 수는 각각 2, 4이다.

14. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용액의 증기 압력($P_{\text{용액}}$) = 용매의 증기 압력($P_{\text{용매}}$) × 용매의 몰 분율($X_{\text{용매}}$)이다. 물 100g, A wg의 양(mol)을 각각 m, n이라고 할 때, (가)에서 $X_{\text{용매}} = \frac{m}{m+n} = \frac{4}{5}$ 이므로 $m = 4n$ 이다. (나)에서 $X_{\text{용매}} = \frac{m}{m+2n} = \frac{2}{3}$ 이므로 $x = \frac{2}{3}P$ 이다.

15. [출제의도] 용액의 끓는점 그래프 찾기

비열발성 용질이 녹아 있는 용액의 끓는점은 순수한 용매의 끓는점보다 높다. 따라서 수용액의 끓는점은 100°C보다 높으며, 물이 끓으면서 농도가 진해지므로 수용액의 끓는점은 점점 높아진다.

16. [출제의도] 반응 엔탈피로 평균 결합 에너지 구하기

반응 엔탈피(ΔH) = (반응물의 평균 결합 에너지 합 - 생성물의 평균 결합 에너지 합)이다. 두 번째 식에서 $\Delta H = 2 \times (O-H \text{의 평균 결합 에너지}) = b kJ$ 이고, 세 번째 식에서 $\Delta H = (4 \times (O-H \text{의 평균 결합 에너지})) - \{ (2 \times (H-H \text{의 평균 결합 에너지})) + (O=O \text{의 평균 결합 에너지}) \} = ckJ$ 이다. 따라서 $2 \times (H-H \text{의 평균 결합 에너지}) + (O=O \text{의 평균 결합 에너지}) = (2b - c) kJ$ 이므로, (H-H의 평균 결합 에너지) = $\frac{-a + 2b - c}{2} kJ/mol$ 이다.

17. [출제의도] 삼투 현상 이해하기

γ, λ. (나)는 동적 평형 상태이다. 반투막은 용매만 이동할 수 있고, 평형 상태인 (나)에서 A(aq)과 B

(aq)의 물 농도는 서로 같으므로 $\frac{0.02M \times 3L}{4L} = \frac{xM \times 3L}{2L}$ 이고, x=0.01이다. c. A, B의 분자량이 각각 M_A , M_B 일 때, (가)에서 A와 B의 질량이 같으므로 분자량비는 $M_A : M_B = \frac{wg}{0.02M \times 3L} : \frac{wg}{0.01M \times 3L} = 1 : 2$ 이다.

18. [출제의도] 반응 엔탈피로 생성 엔탈피 구하기

반응 엔탈피(ΔH) = (생성물의 엔탈피 합 - 반응물의 엔탈피 합)이므로 첫 번째 식에서 $\Delta H = (2 \times (NO_2 \text{의 생성 엔탈피})) - (2 \times 90) = -110 kJ$ 이고, (NO₂의 생성 엔탈피) = 35kJ이다. 두 번째 식에서 $\Delta H = (4 \times 35) + (6 \times (-290)) - (4 \times x) = -1400 kJ$ 이므로, x = -50이다.

19. [출제의도] 이상 기체 방정식 이해하기

$PV = nRT$ 에서 $n \propto \frac{PV}{T}$ 이고, (가)에서 실린더 I과 II 속 기체의 압력을 각각 $P_1 atm$, $P_2 atm$ 라 할 때, 각 과정 후 실린더와 강철 용기에 들어 있는 기체의 종류와 양(mol)은 다음과 같다.

과정 (가)	실린더 I He, $P_1 N$	강철 용기 진공	실린더 II Ne, $P_2 N$
(나)	He, $\frac{P_1 N}{3}$	He, $\frac{2P_1 N}{3}$	Ne, $P_2 N$
(다)	He, $\frac{P_1 N}{3}$	He + Ne, $\frac{2P_1 N}{3} + P_2 N$	

(라)에서 실린더 I에 들어 있는 He의 양(mol)은 $\frac{1 \times 2N}{2}$ 이다. $N = \frac{P_1 N}{3}$ 이므로 $P_1 = 3$ 이다. (라)에서 강철 용기와 실린더 II에 들어 있는 기체의 양(mol)은 $\frac{1 \times 5N}{2}$ 이고 $\frac{5}{2}N = 2N + P_2 N$ 이므로 $P_2 = \frac{1}{2}$ 이다. (다) 과정 후 Ne의 부분 압력(atm)은 $\frac{P_2}{3} = \frac{1}{6}$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기

γ. n, T가 일정할 때, PV는 일정하므로 (나)에서 He의 부분 압력이 $\frac{4}{5} atm$ 일 때, 피스톤 왼쪽 실린더의 부피는 $\frac{15}{4} L$ 이다. 오른쪽 실린더의 부피는 $\frac{5}{4} L$ 가 되므로 Ar의 압력은 $\frac{8}{5} Patm$ 이다. (나)에서 왼쪽 실린더의 전체 압력은 $\frac{12}{5} atm$ 이므로 $\frac{12}{5} = \frac{8}{5} P$ 이다. 따라서 $P = \frac{3}{2}$ 이다. λ. T가 일정할 때, $PV \propto n$ 이고, A와 B의 반응의 계수비가 1:b이다. 반응하는 B의 양(mol)이 많으므로 B가 모두 반응하며 기체의 양(mol) 변화는 다음과 같다.

	A(g)	+	bB(g)	→	2C(g)
반응 전	$\frac{3n}{3n}$		$\frac{3n}{3n}$		0
반응 후	$-\frac{3}{b}n$		-3n		$+\frac{6}{b}n$
	반응 후	$3n - \frac{3}{b}n$		0	$\frac{6}{b}n$

(다) 과정 후, He를 포함한 실린더 왼쪽과 오른쪽의 양(mol) 비는 $(6n + \frac{3}{b}n) : 3n = (2 + \frac{1}{b}) : 1$ 이다. T와 P가 일정할 때, $V \propto n$ 이므로, (다)에서 Ar의 부피는 $5 / (3 + \frac{1}{b}) L$ 이다. n, T가 일정할 때, PV는 일정하므로 Ar의 압력은 $3 \times ((3 + \frac{1}{b}) / 5) = 2 atm$ 이다. 따라서 b = 3이다. c. (다) 과정 후 C(g)의 부분 압력(P_C) = $P_{\text{전체}} \times (\text{왼쪽 실린더에서 C의 몰 분율})$ 이므로 $P_C = 2 \times \frac{2}{7} = \frac{4}{7} atm$ 이다.

2022학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ⑤ 02. ④ 03. ① 04. ⑤ 05. ② 06. ③ 07. ② 08. ④ 09. ① 10. ③
 11. ② 12. ⑤ 13. ③ 14. ② 15. ⑤ 16. ③ 17. ④ 18. ① 19. ③ 20. ⑤

1. 고체의 결정 구조

[정답맞히기] 면심 입방 구조를 갖는 금속 결정 M의 6면은 모두 같은 모양을 하고 있다. 정답⑤

2. 표면 장력

가설에서 동일한 유리컵에 최대 채울 수 있는 액체의 부피가 클수록 표면 장력이 큰 것이므로 같은 온도에서 표면 장력은 물이 에탄올보다 크다.

[정답맞히기] ㄱ. 표면 장력이 클수록 액체에 동전을 넣었을 때 쉽게 액체가 넘치지 않으므로 넣은 동전의 개수가 많을수록 표면 장력이 더 큰 액체이다. 따라서 온도가 같을 때 표면 장력은 물이 에탄올보다 크므로 $a > b$ 이다.

ㄴ. 표면 장력이 클수록 액체 방울의 모양이 구형에 가까워진다. 따라서 액체 방울의 모양은 물이 에탄올보다 더 구형에 가깝다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. 표면 장력은 물 > 에탄올이다.

3. 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ. H_2O 의 끓는점은 $P_1 atm$ 에서 $a^\circ C$ 이므로 $a > t_2$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. $t_1^\circ C$, $P_1 atm$ 에서 H_2O 의 안정한 상은 액체이다.

ㄷ. $t_1^\circ C$, $P_2 atm$ 에서 H_2O 의 상태는 고체와 액체 상태가 공존하므로, H_2O 이 응고될 때는 액체 상태에서 고체 상태로 변하므로 발열 반응이 일어난다. 따라서 H_2O 이 응고될 때 엔탈피 변화(ΔH)는 0보다 작다.

4. 분자 사이의 힘

HF는 수소 결합이 존재하고, HCl는 쌍극자·쌍극자 힘이 존재하며, F_2 는 무극성 분자이므로 분산력이 존재한다. 따라서 끓는점은 $HF > HCl > F_2$ 이다. X의 끓는점에서 Y와 Z는 각각 액체와 기체 상태로 존재하므로 끓는점은 $Y > X > Z$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. Y의 끓는점이 가장 높으므로 HF이다.

ㄴ. X는 HCl로 극성 분자이므로 분자 사이에 쌍극자·쌍극자 힘이 존재한다.

ㄷ. Z는 F_2 이고 분산력이 작용하는 물질이다. Cl_2 는 Z보다 분자량이 크므로 분산력은 $Cl_2 > Z$ 이고 기준 끓는점은 Z가 Cl_2 보다 낮다. 정답⑤

5. 열화학 반응식

[정답맞히기] ㄴ. 2mol의 $C_2H_2(g)$ 이 완전 연소될 때의 반응 엔탈피(ΔH)가 $-2600kJ$ 이

므로 1g이 연소될 때의 반응 엔탈피(ΔH)는 $\frac{-2600}{2 \times 26} = -50\text{kJ}$ 이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ 의 연소 반응의 반응 엔탈피(ΔH)가 0보다 작으므로 발열 반응이다.

ㄷ. $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ 1mol이 완전 연소 반응할 때의 반응 엔탈피(ΔH)는 -2220kJ 이고, $\text{C}_2\text{H}_2(g)$ 1mol이 완전 연소 반응할 때의 반응 엔탈피(ΔH)는 -1300kJ 이다. 따라서 1mol이 완전 연소될 때 출입한 열량은 $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ 에서가 $\text{C}_2\text{H}_2(g)$ 에서보다 많다.

6. 삼투압

5% 포도당 수용액의 농도가 무 조각보다 크므로 용매인 물은 무에서 포도당 수용액으로 이동하게 되어 무 조각의 질량은 수용액에 넣기 전보다 감소한 것이다.

[정답맞히기] ㄱ. 농도가 커지면 이동하는 물의 양이 증가하게 되므로 무 조각의 질량은 $a > b$ 이다.

ㄷ. 실험으로부터 농도가 큰 곳으로 용매가 이동함을 알 수 있으므로 소금을 뿌려놓은 배추에서 수분이 빠지는 현상을 설명할 수 있다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 포도당 수용액 대신 물을 사용하면 농도는 무가 물보다 크므로 무안으로 물이 이동하게 된다. 따라서 (나)에서 측정한 무 조각의 질량은 10g보다 크다.

7. 용액의 농도

1m에 녹아 있는 NaOH의 질량이 1g이므로 $\frac{1}{40}$ mol이 들어 있는 것이고, 물의 질량은

$\frac{1}{40}\text{kg} = 25\text{g}$ 이다. 묽힌 수용액의 농도가 400ppm이므로 용액의 질량을 $x\text{g}$ 이라고 하면

$\frac{1}{x} \times 10^6 = 400$ 에서 $x = 2500$ 이다. 따라서 $w = 2500 - 26 = 2474$ 이다.

정답②

8. 증기 압력

온도가 높아질수록 증기 압력은 커지므로 30°C 에서 증기 압력이 75mmHg인 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 의 증기 압력이 300mmHg가 되는 온도인 t_1 은 30보다 크다. $\text{CH}_3\text{COOH}(l)$ 의 증기 압력이 78mmHg일 때의 온도가 $t_1^\circ\text{C}$ 이므로 같은 온도에서 증기 압력은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) > \text{CH}_3\text{COOH}(l)$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. $t_2^\circ\text{C}$ 에서 증기 압력은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) > \text{CH}_3\text{COOH}(l)$ 이다.

ㄷ. 증기 압력이 클수록 끓는점은 낮으므로 외부 압력이 240mmHg일 때 끓는점은 $\text{CH}_3\text{COOH}(l)$ 이 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 보다 높다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 같은 온도에서 증기 압력은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) > \text{CH}_3\text{COOH}(l)$ 이므로 $t_2 > t_1 > 30$ 이다.

9. 완충 용액

A는 약산과 그 짝염기가 같은 양(mol)으로 들어 있는 완충 용액이고, B는 염산 수용액이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 사용한 $\text{CH}_3\text{COONa}(aq)$ 의 CH_3COO^- 이 가수분해하여 OH^- 을 생성되므로 수용액의 액성은 염기성이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 수용액 A에는 0.005mol의 CH_3COOH 과 CH_3COO^- 이 존재하므로 0.01mol의 $\text{NaOH}(s)$ 을 첨가하면 0.005mol은 CH_3COOH 과 중화 반응하고 0.005mol만큼의 OH^- 이 증가하게 된다.

ㄷ. A는 완충 용액이므로 0.001mol의 H_3O^+ 이 수용액에 들어와도 pH의 변화가 거의 없지만 B는 산성 수용액이므로 pH가 급격히 감소하게 된다. 따라서 pH는 B에서가 A에서보다 더 많이 감소한다.

10. 증기 압력 내림

A(aq)의 질량이 75g이고 농도가 4%이므로 A의 질량은 3g이고, H_2O 의 질량은 72g이다.

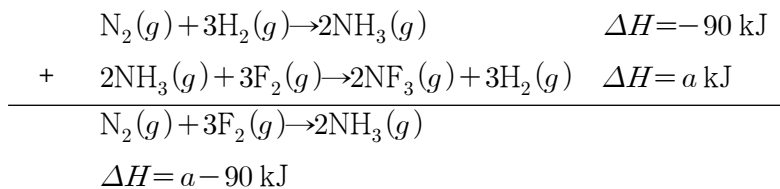
[정답맞히기] ㄱ. A의 양은 $\frac{3}{60} = \frac{1}{20}$ mol이고, H_2O 의 양은 $\frac{72}{18} = 4$ mol이므로 A의 몰분율은 $\frac{1}{81}$ 이다.

ㄴ. A(aq)의 증기 압력은 물의 증기 압력×물의 몰분율이므로 $\frac{80a}{81}$ mmHg이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. A(s) 3g을 추가로 넣으면 A의 양은 $\frac{1}{10}$ mol이 되고, A의 몰분율은 $\frac{1}{41}$ 이 된다. 따라서 증기 압력 내림은 $\frac{a}{41}$ mmHg이다.

11. 결합 에너지

[정답맞히기] 제시된 2가지 반응의 열화학 반응식을 더하면 다음과 같은 열화학 반응식이 된다.



반응 엔탈피(ΔH) = (반응물의 결합 에너지의 합) - (생성물의 결합 에너지의 합)으로 구할 수 있다. F-F 결합의 결합 에너지를 x 라고 할 때,

$$a - 90 = [(N \equiv N \text{의 결합 에너지}) + 3 \times (\text{F}-\text{F} \text{의 결합 에너지})] - 6 \times (\text{N}-\text{F} \text{의 결합 에너지})$$

$$a - 90 = (945 + 3x) - 6b \text{이므로 } x = \frac{a}{3} + 2b - 345 \text{이다.}$$

정답②

12. 기체의 성질

[정답맞히기] ㄱ. $PV=nRT$ 에서 $n=\frac{PV}{RT}$ 이다. $X(g)$ 의 부피와 압력이 $3V, 2P$ 일 때 $n=\frac{6PV}{RT}$ 이고 $Y(g)$ 의 부피와 압력이 $4V, P$ 일 때 $n=\frac{4PV}{2RT}$ 이므로 분자 수는 X 가 Y 의 3배이다.

ㄴ. 기체의 질량은 X 가 Y 의 2배이고 기체의 양(mol)은 X 가 Y 의 3배이므로 분자량은 X 가 Y 의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

ㄷ. $X(g)$ 의 온도와 압력이 $2T K, P$ 일 때 $X(g)$ 의 부피는 $12V$ 이고 $Y(g)$ 의 온도와 압력이 $T K, P$ 일 때 $Y(g)$ 의 부피는 $2V$ 이다. X, Y 의 질량을 각각 $2w, w$ 라고 할 때,

$$\frac{2TK에서 X(g)의 밀도}{TK에서 Y(g)의 밀도} = \frac{\frac{2w}{12V}}{\frac{w}{2V}} = \frac{1}{3} \text{이다.} \quad \text{정답㉑}$$

13. 산의 이온화

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 pH는 3이므로 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-3} M$ 이고 $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C}$ 이므로 $1 \times 10^{-3} = \sqrt{K_a \times 0.050}$, $K_a = 2 \times 10^{-5}$ 이다. 산의 세기는 이온화 상수(K_a)가 클수록 크므로 HB는 HA보다 더 약한 산이다.

ㄷ. 10mL의 0.025M (나)와 10mL의 0.025M NaOH(aq)을 혼합한 수용액은 NaB(aq)이므로 B^- 의 가수분해가 일어나 OH^- 이 생성된다. 따라서 혼합 수용액에서 $pH > 7.0$ 이다. 정답㉓

[오답피하기] ㄴ. HB는 약산이므로 (나)에서 $[H_3O^+] = [B^-] = x$ M일 때

$$[HB] = 0.025 - x \approx 0.025 \text{ M이고, } K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]} = \frac{x^2}{0.025} = 1 \times 10^{-7} \text{에서 } x = 5 \times 10^{-5}$$

이다. 따라서 $\frac{[B^-]}{[HB]} = \frac{5 \times 10^{-5}}{0.025} = 2 \times 10^{-2} > 1 \times 10^{-3}$ 이다.

14. 기체의 반응

$PV=nRT$ 에서 $n=\frac{PV}{RT}$ 이다.

[정답맞히기] 기체 상수를 R 이라고 할 때 꼭지를 열기 전 A의 양은 $\frac{3V_I}{480R}$ mol이고

B의 양은 $\frac{4V_{II}}{320R}$ mol인데 $V_{II} > V_I$ 이므로 기체의 양(mol)은 B가 A보다 많다. 따라서

반응 몰비가 1:1:1이므로 꼭지를 열어 반응을 완결시키면 A는 모두 반응하고 반응한

A의 양(mol) 만큼 C가 생성되므로 반응 후 용기 속 B의 양은 $(\frac{4V_{II}}{320R} - \frac{3V_I}{480R})$ mol, C의 양은 $\frac{3V_I}{480R}$ mol이다. 따라서 전체 기체의 양(mol)은 B의 양(mol)과 C의 양(mol)의 합과 같으므로 $\frac{4V_{II}}{320R}$ mol이다. 반응이 완결된 후 400K에서 혼합 기체의 압력은 $\frac{10}{3}$ atm이므로 용기 속 기체의 양(mol)은 $\frac{4V_{II}}{320R} = \frac{\frac{10}{3}(V_I + V_{II})}{400}$, $\frac{V_{II}}{V_I} = 2$ 이다.

정답②

15. 반응 속도

제시된 반응은 B에 대한 1차 반응이므로 A의 농도가 반응 속도에 영향을 주지 않는다. 용기 I과 II에서 진행되는 반응에서 온도가 일정할 때 초기 반응 속도는 II에서가 I에서의 2배이므로 초기 B의 농도는 II에서가 I에서의 2배이다. 용기 I에서 반응 전 혼합 기체의 양은 0.2mol이고 반응 전 B의 몰 분율은 0.2이므로 초기 B의 농도는 $\frac{0.04}{2} = 0.02$ M이다. 따라서 용기 II에서 초기 B의 농도는 0.04 M이다.

[정답맞히기] ㄱ. 용기 I에서 $a \text{ M} \cdot \text{s}^{-1} = k \times 0.02 \text{ M}$ 이므로 $k = 50a \text{ s}^{-1}$ 이다.

ㄴ. 용기 II에서 반응 전 혼합 기체의 양은 0.4mol이고 반응 전 B의 몰 분율은 x 이므로 초기 B의 농도는 $\frac{0.4x}{5}$ M이다. 초기 B의 농도는 II에서가 I에서의 2배이므로 $\frac{0.4x}{5} = 2 \times 0.02$, $x = 0.5$ 이다.

ㄷ. 용기 III에서 $y \text{ M} \cdot \text{s}^{-1} = 50a \text{ s}^{-1} \times \frac{0.3 \times 0.4}{6} \text{ M}$ 이므로 $y = a$ 이다. 정답⑤

16. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. 왼쪽 용기와 오른쪽 용기에서 온도는 일정하므로 평형 상수가 같다.

$$K = \frac{\frac{1}{4V}}{\frac{1}{4V} \times \frac{2}{4V}} = \frac{\frac{2x}{V}}{\frac{x}{V} \times \frac{x}{V}} = 2V \text{이므로 } x = 1 \text{이다.}$$

ㄴ. 온도가 일정할 때 기체의 압력은 $\frac{n}{V}$ 에 비례한다. 따라서 $\frac{4}{4V} : \frac{4x}{V} = P : 2$ 이고 $x = 1$ 이므로 $P = 0.5$ 이다. 정답③

[오답피하기] 다. 꼭지를 여는 순간 반응 지수(Q)는 $Q = \frac{\frac{3}{5V}}{\frac{2}{5V} \times \frac{3}{5V}} = 2.5V$ 이다. 꼭지

를 열기 전 B와 C의 양(mol)은 같고 $Q > K$ 이므로 꼭지를 열면 역반응이 일어나 B의 양(mol)은 증가하고 C의 양(mol)은 감소한다. 따라서 꼭지를 연 후 도달한 새로운 평형에서 $\frac{C(g)의 양(mol)}{B(g)의 양(mol)} < 1$ 이다.

17. 화학 평형

(가)에서 실린더 속 A의 양을 $2n$ mol, (가)에서 (나)로 될 때 반응한 A의 양을 x mol이라고 할 때, 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$
반응 전(mol)	$2n \qquad 0$
반응(mol)	$-x \qquad +\frac{b}{a}x$
반응 후(mol)	$2n-x \qquad \frac{b}{a}x$

(나)에서 혼합 기체의 양은 n mol이므로 $2n-x+\frac{b}{a}x=n$ 이고 A와 B의 양(mol)은 서로 같으므로 $2n-x=\frac{b}{a}x$ 이다. 따라서 $x=\frac{3}{2}n$ 이므로 $\frac{a}{b}=3$ 이다.

[정답맞히기] 나. 압력이 일정할 때 기체의 양(mol)은 $\frac{V}{T}$ 에 비례하므로 (나)와 (다)에서 혼합 기체의 몰비는 (나) : (다) = $\frac{V}{T} : \frac{3V}{2T} = 2 : 3$ 이다. (나)에서 온도를 높였을 때 기체의 양(mol)이 증가했으므로 역반응이 일어났다. 따라서 역반응은 흡열 반응이므로 정반응은 발열 반응이고 $\Delta H < 0$ 이다.

다. (나)에서 실린더 속 A, B의 양은 모두 $\frac{1}{2}n$ mol이고, (나)에서 (다)로 될 때 반응한 B의 양을 y mol이라고 할 때, 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$3A(g) \rightleftharpoons B(g)$
반응 전(mol)	$\frac{1}{2}n \qquad \frac{1}{2}n$
반응(mol)	$+3y \qquad -y$
반응 후(mol)	$\frac{1}{2}n+3y \qquad \frac{1}{2}n-y$

$\frac{1}{2}n+3y+\frac{1}{2}n-y=1.5n$ 이므로 $y=\frac{1}{4}n$ 이다. 따라서 (다)에서 실린더 속 A, B의 양은

각각 $\frac{5}{4}nmol$, $\frac{1}{4}nmol$ 이므로 A의 몰분율은 $\frac{\frac{5}{4}n}{\frac{5}{4}n + \frac{1}{4}n} = \frac{5}{6}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. $\frac{a}{b} = 3$ 이다.

18. 기체의 반응과 부분 압력

[정답맞히기] (가)에서 용기 속 기체의 양은 CH_4 이 $\frac{w}{16}mol$, O_2 가 $\frac{5w}{32}mol$ 이고 (나)에서 반응을 완결시켰을 때 양적 관계는 다음과 같다.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

반응 전(mol)	$\frac{w}{16}$	$\frac{5w}{32}$	0	0
반응(mol)	$-\frac{w}{16}$	$-\frac{2w}{16}$	$+\frac{w}{16}$	$+\frac{2w}{16}$
반응 후(mol)	0	$\frac{w}{32}$	$\frac{w}{16}$	$\frac{2w}{16}$

(다)에서 반응 후 용기 속 기체의 질량은 O_2 가 w g, CO_2 가 $\frac{w}{16} \times 44 = \frac{11w}{4}$ g이고 전

체 기체의 부피는 $(3+V)$ L이므로 기체의 밀도는 $\frac{w + \frac{11w}{4}}{3+V} = \frac{3w}{4}$ 이고 $V=2$ 이다.

또한 (다) 과정 후 $CO_2(g)$ 의 부분 압력을 x atm이라고 하면, 온도가 일정할 때

$P \propto \frac{n}{V}$ 이므로 $\frac{\frac{w}{16} + \frac{5w}{32}}{3} : \frac{w}{5} = 1 : x$, $x = \frac{6}{35}$ 이다. 정답①

19. 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 생성된 B의 몰농도 증가량이 시간 t 일 때 처음의 $\frac{1}{2}$ 배이므로

A의 몰농도가 처음의 $\frac{1}{2}$ 배가 될 때의 시간은 t 로 일정하다. 따라서 이 반응의 반감기는 t 이다.

ㄴ. (나)에서 $A(g)$ 의 초기 농도는 1.6M이고 A와 C의 반응 몰농도 비는 2:1이므로 반응 시간에 따른 $[A]$ 와 $[C]$ 는 다음과 같다.

반응 시간	0	t	$2t$	$3t$
[A] (M)	1.6	0.8	0.4	0.2
[C] (M)	0	0.4	0.6	0.7
[B]+[C] (M)	0		1.8	2.1

반응 시간이 $2t$ 일 때 $[C]=0.6M$ 이고 $[B]+[C]=1.8$ 이므로 $[B]=1.2M$ 이다. 따라서 반응
 몰농도 비는 $B:C=1.2:0.6=2:1$ 이므로 $b=2$ 이다. 정답③

[오답피하기] κ . (가)에서 $A(g)$ 의 초기 농도는 $4.8 M$ 이고 반응 시간이 $3t$ 일 때
 $[A]=4.8 \times (\frac{1}{2})^3 = 0.6 M$ 이다. $0 \sim 3t$ 동안 평균 반응 속도 비는 (가) : (나) =
 $\frac{4.2}{3t} : \frac{1.4}{3t} = 3:1$ 이므로 $0 \sim 3t$ 동안 평균 반응 속도는 (가)에서가 (나)에서의 3배이다.

20. 화학 평형

(가)와 (나)에서 $A(g)$ 의 양(mol), 온도, 부피가 같으므로 $A(g)$ 의 압력도 $1atm$ 으로 같
 다.

[정답맞히기] γ . 평형 I에서 B의 몰분율은 $\frac{6}{11}$ 이므로 용기 속 A와 B의 몰비는 5:6
 이다. (가)에서 반응한 A의 양을 xn 라고 할 때 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

$$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$$

반응 전(mol)	n	0
반응(mol)	$-xn$	$+2xn$
반응 후(mol)	$n-xn$	$2xn$

$n-xn : 2xn = 5 : 6$ 이므로 $x = \frac{3}{8}$ 이고 평형 I에서 $A(g)$ 의 양은 $\frac{5}{8}n$ mol, $B(g)$ 의 양
 은 $\frac{6}{8}n$ mol이다. 온도, 부피가 같을 때 기체의 압력은 기체의 양(mol)에 비례하므로
 $A(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{5}{8} atm$ 이다.

λ . 평형 I에서 $[A] = \frac{5}{8}n M$, $[B] = \frac{6}{8}n M$ 이므로 $K = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{9}{10}n$ 이다.

κ . (나)에서 평형 II에 도달할 때까지 반응한 A의 양을 yn mol이라고 할 때 양적
 관계는 다음과 같다.

$$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$$

반응 전(mol)	n	0
반응(mol)	$-yn$	$+2yn$
반응 후(mol)	$n-yn$	$2yn$

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 평형 II에서 혼합 기체의 양은 $(n+yn)$ mol이고 부피는 $(1+y)$ L이다. 평형 II에서

$[A] = \frac{n-yn}{1+y}$ M, $[B] = \frac{2yn}{1+y}$ M이고 온도가 일정할 때 평형 상수는 일정하므로

$$K = \frac{\frac{(2yn)^2}{(1+y)^2}}{\frac{n-yn}{1+y}} = \frac{4y^2n}{1-y^2} = \frac{9}{10}n \text{이므로 } y = \frac{3}{7} \text{이다. 따라서 II에서 혼합 기체의 부피는}$$

$\frac{10}{7}$ L이다.

정답㉔

화학 II 정답

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

화학 II 해설

1. [출제의도] 완충 용액 이해하기

완충 용액은 소량의 산이나 염기가 가해져도 pH가 크게 변하지 않는다.

2. [출제의도] 고체 결정 구조 적용하기

(가)는 CO₂(s), (나)는 C(s, 흑연), (다)는 Al(s)이다. (다)의 결정 구조는 면심 입방 구조이다.

3. [출제의도] 촉매 특징 이해하기

금속 M은 무기 촉매로 기질 특이성이 없고 정촉매이다. 촉매가 작용하지 않을 때의 활성화 에너지는 E보다 크다.

4. [출제의도] 분자 사이의 힘 자료 분석하기

A는 NO이다. B는 CH₃OH로 수소 결합이 작용하여 끓는점은 -152℃보다 높다. ㉠은 분산력으로 B(l) 분자 사이에 작용하는 힘이다.

5. [출제의도] 기체의 성질 자료 분석하기

A(g)의 부분 압력은 (가)에서 0.8 atm, (나)에서 0.96 atm이므로 (가)와 (나)에서 $\frac{0.8 \times V_1}{T} = \frac{0.96 \times V_2}{\frac{2}{3}T}$ 이고 $V_2 = \frac{5}{9}V_1$ 이다. B(g)는 $n_{(가)} : n_{(나)} = \frac{0.2 \times V_1}{T} : \frac{0.04 \times V_2}{\frac{2}{3}T}$ 이므로 $n_{(나)} = \frac{1}{30}$ (mol)이다.

6. [출제의도] 반응 속도에 영향을 주는 요인 문제 인식 및 가설 설정하기

실험을 통해 온도가 증가하면 반응 속도가 빨라진다는 것을 알 수 있다. 반응물의 양이 같으면 생성물의 양도 같다.

7. [출제의도] 헤스 법칙으로 반응 엔탈피 정보 도출하기

CH₃OH(l)의 생성 엔탈피는 (b+d) kJ/mol이다. 2CH₄(g) + O₂(g) → 2CH₃OH(l)의 반응 엔탈피는 (2a + 2b + 2c) kJ이다. H₂O(l) → H₂(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g)의 반응이 일어날 때 출입하는 에너지는 |c| kJ보다 크다.

8. [출제의도] 평형 상수와 반응 지수 적용하기

모형 1개를 n mol이라 할 때 (가)에서 Q와 (나)에서 K를 고려하면 ▲는 A, ☆는 B이다. 반응한 물 비는 A : B = 2 : 1이므로 a = 2, b = 1이다. (가)에서 $Q = \frac{4n}{(2n)^2} = 2$ 이므로 n = 0.5이다. (나)에서 A(g)와 B(g)를 각각 1 mol씩 첨가하면 Q < K이므로 정반응이 우세하게 진행된다.

9. [출제의도] 상평형 결론 도출 및 평가하기

P atm에서 승화가 일어났으므로 P < 0.006이다. 압력이 높아지면 어는점은 낮아진다. P atm, t₂℃에서 압력을 높이면 H₂O(l)을 얻을 수 있다.

10. [출제의도] 어는점 내림 분석 및 해석하기

몰랄 농도의 비가 (가) : (나) = 1 : 6이고, 용질의 몰 비는 (가) : (나) = 1 : 4이므로 용매의 질량비는 (가) : (나) = 3 : 2이다. 따라서 (가)와 (나)를 혼합한 용액의 어는점 내림은 3k℃이다.

11. [출제의도] 묽은 용액의 성질 자료 분석 및 해석하기

(가)와 (나)의 증기 압력 내림이 같으므로 용질의 몰 분율은 (가) = (나)이고 M_A : M_B = 1 : 3이다. 용질의 몰 분율은 (다)가 (가)의 2배보다 작으므로 x는 2P보다 작다. 몰랄 농도는 (가)에 B a g을 추가한 용액이 (나)에 A a g을 추가한 용액보다 작다.

12. [출제의도] 액체 특성의 탐구 설계 및 수행하기

A는 t₂℃에서 기체 상태이므로 기준 끓는점은 t₂℃보다 낮다. 같은 온도에서 기체의 압력은 A > B이므로 분자량은 A < B이다. t₁℃에서 증기 압력이 클수록 액체 분자 사이의 인력은 작다.

13. [출제의도] 용액의 농도 탐구 설계 및 수행하기

(가)에 녹아 있는 용질의 양은 0.05 mol이고, (나)에서 1200 g : 2 mol = 30 g : n mol이므로 n = 0.05이다. $a = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.2 \text{ (M)}$ 이다. 퍼센트 농도는 (나)가 $\frac{50}{3}\%$, (다)가 $\frac{5}{3}\%$ 이다.

14. [출제의도] 반응 속도 자료 분석 및 해석하기

㉠은 2t이고, 반감기는 온도가 커질수록 짧아지므로 T₁ < T₂이다. 온도와 초기 농도를 고려하면 초기 반응 속도는 Ⅲ이 가장 크다. 2t min일 때 I과 Ⅲ은 각각 반감기가 1번, 4번 진행되므로 [A]는 I : Ⅲ = $\frac{a}{2} : \frac{2a}{2^4} = 4 : 1$ 이다.

15. [출제의도] 산 염기의 평형 개념 적용하기

(가)는 [B] : [BH⁺] = 2 : 1이므로 중화점의 $\frac{1}{3}$ 지점이다. 따라서 (x × 0.6) : (0.25 × 0.4) = 3 : 1이므로 x = 0.5이다. (나)는 중화점의 $\frac{1}{2}$ 지점이므로 [B] : [BH⁺] = 1 : 1이고, K_b = 1 × 10⁻⁶이다. (가)에서 $K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = \frac{1}{2} \times [\text{OH}^-]$ 이므로 [OH⁻] = 2 × 10⁻⁶(M)이고, (나)에서 [B] = $\frac{0.15}{1.2}$ (M)이다.

16. [출제의도] 평형 원리에 관한 자료 분석 및 해석하기

	A(g)	⇌	B(g)	+	C(g)
평형 I	1		b		c
첨가					+x
반응	+1		-1		-1
평형 II	2		2		3

b = 3이다. I과 II에서 K가 동일하므로 $\frac{3 \times c}{1} = \frac{2 \times 3}{2}$ 이고 c = 1, x = 3이다. 생성물을 추가하면 역반응이 우세하게 진행된다. II에서 III으로 진행될 때 정반응이 우세하게 진행되므로 T₁ < T₂이다.

17. [출제의도] 헤스 법칙으로 반응 엔탈피 결론 도출 및 평가하기

CO₂(g) → CO(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) ΔH > 0이므로 생성 엔탈피는 CO(g)가 CO₂(g)보다 크다. C(s, 흑연) + O₂(g) → CO₂(g)의 반응 엔탈피는 -393.5 kJ이다. 자료를 이용하면 H₂(g) + 2CO(g) → H₂O₂(g) + 2C(s, 흑연) ΔH = 145 kJ
2C(s, 흑연) + O₂(g) → 2CO(g) ΔH = -221 kJ
H₂O(g) → H₂(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) ΔH = x kJ

H₂O(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) → H₂O₂(g) ΔH = (-76 + x) kJ
 $x - 76 = (460 \times 2) + \frac{498}{2} - \{180 + (460 \times 2)\}$ 이므로, H₂O(g)의 생성 엔탈피는 -145 kJ/mol이다.

18. [출제의도] 기체 반응의 결론 도출 및 평가하기

I과 II를 비교하면 B의 양과 $\frac{P_C}{P_A + P_B}$ 이 모두 증가하므로 I에서 B는 모두 반응한다.

실험 I	aA(g)	+	B(g)	→	2C(g)
반응 전	5n		pn		
반응	-apn		-pn		+2pn
반응 후	5n - apn		0		2pn

$\frac{P_C}{P_A + P_B} = \frac{2pn}{5n - apn} = 2$ 이고 5 - ap = p이다.

II에서 B가 모두 반응하는 경우 화학 반응식을 만족하는 a를 구할 수 없으므로 A가 모두 반응한다.

실험 II	aA(g)	+	B(g)	→	2C(g)
반응 전	5n		1.6pn		
반응	-5n		$-\frac{5}{a}n$		$+\frac{10}{a}n$
반응 후	0		$1.6pn - \frac{5}{a}n$		$\frac{10}{a}n$

$\frac{P_C}{P_A + P_B} = \frac{\frac{10}{a}n}{1.6pn - \frac{5}{a}n} = 10$ 이고 1.6ap = 6이다. 따라서 p = 1.25, a = 3이다.

19. [출제의도] 반응 속도 결론 도출 및 평가하기

초기 [A]를 a M라 할 때, 2t min에서 $\frac{[X]}{[A]} = x > \frac{1}{2}$ 이므로 Y는 B(g)이다. 반응 시간에 따른 [A], [B], [C]는 다음과 같다.

	[A](M)	[B](M)	[C](M)
t min	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{4}ab$	$\frac{1}{4}a$
2t min	$\frac{1}{4}a$	$\frac{3}{8}ab$	$\frac{3}{8}a$
3t min	$\frac{1}{8}a$	$\frac{7}{16}ab$	$\frac{7}{16}a$

X는 C(g)이므로 2t min에서 $x = \frac{\frac{3a}{8}}{\frac{a}{4}} = \frac{3}{2}$ 이고,

t min에서 $\frac{ab}{a} = \frac{3}{2}$ 이므로 b = 3이다. 3t min에서

$\frac{\frac{21a}{16}}{\frac{a}{8}} = \frac{3}{2}y$ 이므로 y = 7이다. $\frac{6a}{4} : z = \frac{30a}{16} : \frac{5}{2}$ 이고 z = 2이다.

20. [출제의도] 화학 평형 이동 문제 인식 및 가설 설정하기

	A(g)	+	2B(g)	⇌	2C(g)
평형 I	2		3		x
반응	+a		+2a		-2a
평형 II	2+a		3+2a		x-2a

x - 2a = 2이고, I에서 부피를 V₁이라 하면 P₁ : P₂ = $\frac{(5+x)RT}{V_1} : \frac{(5+x+a)R \times 2T}{V_1} = 8 : 17$ 이므로 a = 0.5, x = 3이다. I과 II에서 K는 각각

$\frac{(\frac{3}{V_1})^2}{\frac{2}{V_1} \times (\frac{3}{V_1})^2} : \frac{(\frac{2}{V_1})^2}{\frac{2.5}{V_1} \times (\frac{4}{V_1})^2}$ 이므로 II에서 K = $\frac{1}{5}$ 이다.

	A(g)	+	2B(g)	⇌	2C(g)
평형 II	2.5		4		2
반응	-b		-2b		+2b
평형 III	2.5-b		4-2b		2+2b

[B] = [C]이므로 b = 0.5이다. III에서 부피를 V₂라 하면 $\frac{(\frac{2}{V_2})^2}{\frac{2.5}{V_2} \times (\frac{4}{V_2})^2} = \frac{(\frac{3}{V_2})^2}{\frac{2}{V_2} \times (\frac{3}{V_2})^2}$ 이므로, V₁ : V₂ = 5 : 1 = 10 : y이고, y = 2이다.

2022학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

*수정일 : 21.09.06

01. ③ 02. ① 03. ⑤ 04. ⑤ 05. ② 06. ③ 07. ④ 08. ⑤ 09. ① 10. ③
11. ① 12. ⑤ 13. ④ 14. ② 15. ② 16. ④ 17. ① 18. ② 19. ② 20. ①

1. 전기 분해

[정답맞히기] (+)극에서 Cl^- 이 전자를 잃어 Cl_2 가 생성되므로 (가)는 산화이다. (-)극에서 Na^+ 이 전자를 얻어 Na 이 생성되므로 (나)는 환원이다. 정답③

2. 흡열 반응

[정답맞히기] 학생 A : $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 이 기화되는 반응의 $\Delta H > 0$ 이므로 흡열 반응이다. 따라서 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 은 기화될 때 열을 흡수한다. 정답①

[오답피하기] 학생 B : 에탄올의 기화는 흡열 반응이다.

학생 C : 에탄올의 기화는 흡열 반응이므로 에탄올 1mol의 엔탈피는 기체 상태가 액체 상태보다 크다.

3. 고체 결정

[정답맞히기] ㄱ. 이온 결합 물질은 결정의 종류가 이온 결정이다.

ㄴ. $\text{C}(s, \text{흑연})$ 은 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이므로 ㉠은 공유 결합이다.

ㄷ. $\text{Cu}(s)$ 는 면의 중심, 꼭지점에 입자가 위치하므로 면심 입방 구조이다. 정답⑤

4. 기준 끓는점

[정답맞히기] ㄱ. 화학식량은 SiH_4 이 CH_4 보다 크므로 분산력은 $\text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ 이다.

ㄴ. 분자 사이의 인력이 작을수록 끓는점이 낮으므로 CH_4 의 분자 사이의 인력이 가장 작다.

ㄷ. HF는 수소 결합하므로 HCl보다 분자량이 작지만 끓는점이 높다. 정답⑤

5. 반응 속도와 촉매

[정답맞히기] ㄴ. I 과 III에서는 농도 조건을 제외하고 다른 실험 조건이 같으므로 k 는 같다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. $\text{X}(s)$ 를 넣은 II에서 반응 속도가 빨라져서 t s일 때 B의 농도가 I에서보다 크므로 $\text{X}(s)$ 는 정촉매이다.

ㄷ. II에서 첨가한 $\text{X}(s)$ 는 정촉매이므로 정반응의 활성화 에너지는 I에서가 II에서보다 크다.

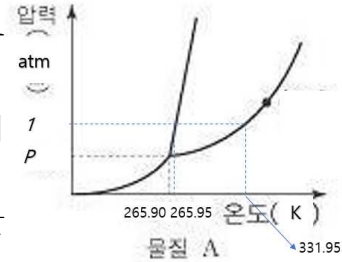
6. 상평형

[정답맞히기] ㄱ. A는 1atm에서 녹는점(265.95K)이 3중점에서 온도(265.95K)보다 높으므로 P는 1보다 작다.

ㄴ. P atm, 331.95K에서 A의 가장 안정한 상은 기체이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 1 atm, 298.15K에서 A의 가장 안정한 상은 액체이다.



7. 반응 속도

[정답맞히기] ㄴ. 시간이 갈수록 A, B의 농도의 기울기가 감소하므로 순간 반응 속도는 t일 때가 2t일 때보다 크다.

ㄷ. 평균 반응 속도는 시간이 갈수록 감소하므로 0~t 동안이 t~2t 동안보다 크다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. t 동안 감소한 A, B의 몰 농도는 각각 0.5M, 1.5M이고, 증가한 C의 몰 농도는 1M이므로 b=3, c=2이다.

8. 증기 압력

X(t)의 증기 압력은 (760+h₁) mmHg이고, Y(t)의 증기 압력은 (760-h₃) mmHg이다.

[정답맞히기] ㄱ. 증기 압력은 X(t) > Y(t)이므로 기준 끓는점은 Y>X이다.

ㄴ. Y(t)의 증기압 + h₃ mmHg = 760 mmHg이므로 Y(t)의 증기압은 (760-h₃) mmHg이다.

ㄷ. 증기 압력은 X > Y이므로 두 액체의 증기 압력 차이인 h₂ = (760+h₁) - (760-h₃) = h₁ + h₃ mmHg이다.

정답⑤

9. 화학 전지

[정답맞히기] ㄱ. 이온화 경향은 Zn > Cu이므로 Zn 전극에서 Zn²⁺이 생성되는 산화 반응이 일어난다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 화학 전지에서 전자는 (-)극에서 (+)극으로 이동하므로 산화되는 전극인 Zn 전극에서 Cu 전극 쪽으로 이동한다. 따라서 전자의 이동 방향은 ㉠이다.

ㄷ. 반응이 진행됨에 따라 Zn²⁺의 양(mol)은 증가하고, Cu²⁺의 양(mol)은 감소하므로 $\frac{Cu^{2+}(aq)에서의 [Cu^{2+}]}{Zn^{2+}(aq)에서의 [Zn^{2+}]}$ 는 감소한다.

10. 라울 법칙

[정답맞히기] ㄱ. X(aq), Y(aq)의 종류와 관계없이 몰랄 농도가 같으면 어느점 내림이 같으므로 '몰랄 농도가 같은 수용액은 용질의 종류와 관계없이 어느점 내림(ΔT_f)이 같다.'는 가설로 적절하다.

ㄴ. $0.1m$ $X(aq)$ 의 어는점 내림이 a °C이므로, $0.05m$ $X(aq)$ 의 어는점 내림(ΔT_f)은 $0.5a$ °C이다.

[오답피하기] ㄷ. 수용액의 어는점 내림(ΔT_f)이 $2a$ °C이므로 몰랄 농도는 $0.2m$ 이다.

Y의 화학식량을 M_Y 라고 하면 $\frac{y}{M_Y} = 0.2$ 이므로 $M_Y = 100y$ 이다. 정답③

11. 완충 용액

[정답맞히기] ㄱ. (가)에 $NaOH(aq)$ 을 가하면 $H_2A^- + OH^- \rightarrow HA^{2-} + H_2O$ 의 반응이 일어나므로 ㉠은 HA^{2-} 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 $K_a = \frac{[HA^{2-}][H_3O^+]}{[H_2A^-]} = 6 \times 10^{-8}$ 이고 $\frac{[HA^{2-}]}{[H_2A^-]} = 2$ 이므로

$[H_3O^+] = 3 \times 10^{-8}$ M이다. 따라서 (가)에서 $pH > 7.0$ 이다.

ㄷ. (가)에 $NaOH(aq)$ 을 가하면 $[H_2A^-]$ 는 감소하고 $[HA^{2-}]$ 는 증가하므로 $\frac{[HA^{2-}]}{[H_2A^-]} > 2$ 이다. 따라서 $y > 2$ 이다.

12. 기체의 성질

(가)~(다)에 들어 있는 $X(g)$ 의 양(mol)은 같다.

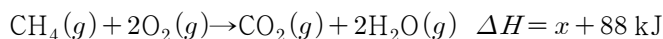
[정답맞히기] ㄱ. $PV = nRT$ 에서 $P = \frac{dRT}{M}$ 이다. 온도가 일정할 때 기체의 밀도는 압력에 비례하므로 (나)에서 $X(g)$ 의 밀도는 $\frac{3}{2} dg/L$ 이다.

ㄴ. (나)와 (다)에서 부피가 일정할 때 기체의 압력은 기체의 절대 온도에 비례하므로 (다)에서 $X(g)$ 의 압력은 $\frac{9}{4} P atm$ 이다.

ㄴ. (다)에서 고정 장치를 제거한 후, 온도를 $\frac{3}{2} TK$ 로 유지하는 것은 (나)에서 온도를 $\frac{3}{2} TK$ 로 높여 유지하는 것과 같다. 따라서 일정량의 기체의 부피는 $\frac{T}{P}$ 에 비례하는데, (다)에서 고정 장치를 제거한 후, 온도를 $\frac{3}{2} TK$ 로 유지하며 평형에 도달하면 (가)와 (다)에서 $\frac{T}{P}$ 는 같아지므로 (다)에서 $X(g)$ 의 부피는 $V L$ 가 된다. 정답⑤

13. 반응 엔탈피와 결합 에너지

[정답맞히기] 메테인의 연소 반응에서 $H_2O(g)$ 의 액화 반응의 계수에 2를 곱하여 빼주면 다음과 같은 열화학 반응식이 된다.



반응 엔탈피는 반응물의 결합 에너지의 합에서 생성물의 결합 에너지의 합을 뺀 것과

같다.

$$\Delta H = [4 \times (\text{C-H의 결합 에너지}) + 2 \times (\text{O=O의 결합 에너지}) - [2 \times (\text{C=O의 결합 에너지}) + 4(\text{H-O의 결합 에너지})]$$

따라서 $x + 88 = (4 \times 410 + 2 \times 498) - (2 \times 799 + 4 \times 460)$, $x = -890$ 이다.

정답④

14. 산 염기 평형

[정답맞히기] (가)에서 혼합 전 B^- 의 양은 x mol, H^+ 의 양은 $0.5\text{M} \times 0.01\text{L} = 0.005$ mol이고 혼합 후 $\frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = 1$ 이므로 B^- 과 HB 의 양은 모두 0.005mol이다. 따라서

$x = 0.01$ 이다. 또한 (가)에서 $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$, $\frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = 1$ 이므로 $K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$ 이고,

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-9}\text{M}$ 이므로 $K_a = 1 \times 10^{-9}$ 이다. $\frac{\text{HA의 } K_a}{\text{HB의 } K_a} = \frac{1}{4} \times 10^4$ 이므로 $\text{HA의 } K_a$

$= \frac{1}{4} \times 10^4 \times 1 \times 10^{-9} = \frac{1}{4} \times 10^{-5}$ 이다.

(나)에서 0.1M $\text{HA}(aq)$ 1L와 0.1mol $\text{NaOH}(s)$ 를 혼합했을 때 중화점에 해당되므로 0.1M $\text{NaA}(aq)$ 1L에 해당된다. A^- 의 $K_b = \frac{1 \times 10^{-14}}{\frac{1}{4} \times 10^{-5}} = 4 \times 10^{-9}$ 이고 A^- 가 가수분해되

어 생성되는 $[\text{OH}^-] = z\text{M}$ 일 때 $\frac{z^2}{0.1} = 4 \times 10^{-9}$, $z = 2 \times 10^{-5}$ 이다. (나)에서

$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = 5 \times 10^{-10}\text{M}$ 이므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{\frac{1}{4} \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-10}} = 5000$ 이다.

따라서 $x = 0.01$, $y = 5000$ 이므로 $x \times y = 50$ 이다.

정답②

15. 용액의 농도

[정답맞히기] (가)에 들어 있는 요소의 양은 $\frac{27\text{g}}{60\text{g/mol}} = \frac{9}{20}$ mol이며 물의 질량이 $w\text{g}$

일 때 $\frac{\frac{9}{20}\text{mol}}{\frac{w}{1000}\text{kg}} = \frac{1}{4}m$, $w = 1800$ 이고 물의 양은 $\frac{1800\text{g}}{18\text{g/mol}} = 100\text{mol}$ 이다. 요소의 양

(mol)은 (다)에서가 (가)에서의 2배이므로 (나) $x\text{mL}$ 에 들어 있는 요소의 양은

$\frac{9}{20}$ mol이고, $x = \frac{\frac{9}{20}}{0.5} \times 1000 = 900(\text{mL})$ 이다. (나) 900mL의 질량은 $900 \times 1.02 = 918\text{g}$ 이고 요소의 질량은 27g이므로 물의 질량은 891g이다. (가)와 (다)에서 요소의 몰 분율은 같으므로 물의 질량은 (다)에서가 (가)에서의 2배이므로 $y = 1800 - 891 = 909$ 이다. 따라서 $x = 900$, $y = 909$ 이므로 $y - x = 9$ 이다.

정답②

16. 화학 평형

온도가 일정할 때 기체의 양(mol)은 압력과 부피의 곱에 비례한다. 압력과 부피의 곱은 (가)에서가 (나)에서의 4배이므로 (가)에 들어 있는 혼합 기체의 양은 4mol이고 $x = 2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 반응 전 A와 B의 농도는 모두 2M이고 평형 I에 도달할 때까지 반응한 A와 B의 농도를 a M이라고 할 때 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$		
반응 전(M)	2	2	0
반응 (M)	$-a$	$-a$	$+a$
반응 후(M)	$2-a$	$2-a$	a

$K = \frac{a}{(2-a)^2} = 1$ 이므로 $a = 1$ 또는 $a = 4$ 인데 $a = 4$ 일 수 없으므로 $a = 1$ 이다.

따라서 평형 I에서 A~C의 양은 모두 1 mol이므로 C의 몰분율은 $\frac{1}{3}$ 이다.

ㄷ. 평형 I에서 꼭지를 열면 전체 기체의 양은 4mol이고 반응 지수는

$$Q = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{2}{3} \times \frac{1}{3}} = \frac{3}{2}$$

이므로 반응 지수가 평형 상수보다 크다. 따라서 평형 I에서 꼭지를 열면 역반응이 일어나므로 평형 II에서 (가)와 (나) 속 전체 기체의 양은 $2x = 4$ mol보다 크다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. $x = 2$ 이다.

17. 온도가 반응 속도에 미치는 영향

[정답맞히기] 1차 반응은 반감기가 일정하므로 반감기를 지나는 횟수가 같으면 초기 농도에 관계없이 반응물의 몰 분율은 같다.

실험 I과 II에서 초기 A(g)의 질량이 같으므로 반응 초기 A(g)의 몰농도(M)가 16M일 때 반감기를 지나는 횟수에 따른 A~C의 농도와 A의 몰 분율을 구하면 다음과 같다.

반감기 횟수	반응 초기	1	2	3	4
[A] (M)	32M	16M	8M	4M	2M
[B] (M)	0	16M	24M	28M	30M
[C] (M)	0	8M	12M	14M	15M
A의 몰 분율	1	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{11}$	$\frac{2}{23}$	$\frac{2}{47}$

온도 T_1 에서 $t = 20$ min일 때 A의 몰 분율이 $\frac{2}{11}$, $t = 40$ min일 때 A의 몰 분율이 $\frac{2}{47}$

일 때 $\frac{t = 40\text{min 일 때 A의 몰 분율}}{t = 20\text{min 일 때 A의 몰 분율}} = \frac{11}{47}$ 이므로 온도 T_1 에서 A의 반감기는 10min이

고 $t = 30$ min일 때 A의 몰분율은 $\frac{2}{23}$ 이므로 $x = \frac{2}{23}$ 이다.

온도 T_2 에서 $t = 20 \text{ min}$ 일 때 A의 몰 분율이 $\frac{2}{5}$, $t = 40 \text{ min}$ 일 때 A의 몰 분율이 $\frac{2}{11}$ 일

때 $\frac{t = 40 \text{ min} \text{ 일 때 A의 몰 분율}}{t = 20 \text{ min} \text{ 일 때 A의 몰 분율}} = \frac{5}{11}$ 이므로 온도 T_2 에서 A의 반감기는 20 min 이다.

$t = 20 \text{ min}$ 일 때 I에서 C의 몰농도는 $12M$ 이고 C의 질량이 $6w \text{ g}$ 이라면, $t = 20 \text{ min}$ 일 때 II에서 B의 몰농도는 $16M$ 이고 질량은 $5w \text{ g}$ 이다. $t = 20 \text{ min}$ 일 때 I에서 B의 몰농도는 $24M$ 이므로 질량은 $7.5w \text{ g}$ 이고 반응 전후 질량은 보존되므로 반응한 A의 질량은

$13.5w \text{ g}$ 이다. 따라서 $\frac{\text{A의 화학식량}}{\text{B의 화학식량}} = \frac{\frac{13.5w}{2}}{\frac{6w}{6}} = \frac{27}{24}$ 이므로

$x \times \frac{\text{A의 화학식량}}{\text{B의 화학식량}} = \frac{2}{23} \times \frac{27}{24} = \frac{9}{92}$ 이다.

정답①

18. 기체 반응

[정답맞히기] 온도가 일정할 때 기체의 양(mol)은 압력과 부피의 곱에 비례한다. (가)에서 실린더 속 혼합 기체의 양(mol)을 $3n$ 이라고 할 때 A와 He의 양(mol)의 비는 1:2이므로 실린더 속 A의 양은 $nmol$, He의 양은 $2nmol$ 이다.

(다)에서 반응을 완결시켰을 때 실린더 속 전체 기체의 부피가 $3V_L$ 로 (가)의 A(g)와 He(g) 혼합 기체의 부피와 같으므로 $a = 2$ 이고, (다)에서 B가 모두 반응했음을 알 수 있다. 또한 (다) 과정 후 전체 기체의 양은 $3nmol$, He의 양은 $2nmol$ 이고 C의 부분 압력이 $\frac{1}{3} \text{ atm}$ 이므로 A 또한 모두 반응했음을 알 수 있다. 따라서 (나)에서 강철 용기에서 실린더로 이동한 B의 양은 $\frac{n}{2} \text{ mol}$ 이고, (다) 과정 후 실린더에 C $nmol$ 이 들어 있다.

(나)에서 꼭지를 열어 B를 실린더로 이동시킨 후 강철 용기에 남아 있는 B의 양을 $y \text{ mol}$ 이라고 할 때 (라)에서 C의 몰분율은 $\frac{n}{y+3n} = \frac{2}{11}$ 이므로 $y = 2.5n$ 이고 전체 기체의 양은 $5.5nmol$ 이다. 따라서 전체 기체의 압력은 1 atm 이고 실린더의 부피가 $4V_L$ 이므로 강철 용기의 부피는 $1.5V_L$ 이다.

(가)에서 강철 용기에 들어 있는 B의 양은 $3nmol$ 이고 강철 용기의 부피는 $1.5V_L$ 이므로 B의 압력은 2 atm 이다. 따라서 $x = 2$ 이다.

정답②

19. 반응 속도

온도가 일정할 때 기체의 몰농도는 압력에 비례한다. 반응 몰비는 A:B:C=1:1:1이고 실험 I에서 $t = 10 \text{ min}$ 일 때 $P_B + P_C = 48a$ 이므로 $P_B = 24a$, $P_C = 24a$ 이다. 또한 $t = 0 \sim t = 10 \text{ min}$ 동안 증가한 B의 부분 압력은 $24a$ 이고, $t = 10 \text{ min} \sim t = 30 \text{ min}$ 동안 증가한 B의 부분 압력은 $7.5a$ 이므로 시간이 지날수록 B의 부분 압력의 증가량이 감소하고, $t = 30 \text{ min}$ 일 때 B의 부분 압력은 $31.5a$ 이므로 시간이 지날수록 B의 부분 압력은 $32a$ 로 수렴한다. 따라서 실험 I에서 반응 초기 A의 압력은 $32a$ 라고 가정할 수 있고

제시된 반응은 1차 반응이므로 반감기를 지나는 횟수에 따른 A~C의 부분 압력은 다음과 같다.

반감기 횟수	반응 초기	1	2	3	4	5	6
A의 부분 압력	$32a$	$16a$	$8a$	$4a$	$2a$	a	$0.5an$
B의 부분 압력	0	$16a$	$24a$	$28a$	$30a$	$31a$	$31.5a$
C의 부분 압력	0	$16a$	$24a$	$28a$	$30a$	$31a$	$31.5a$
B + C	0	$32a$	$48a$	$56a$	$60a$	$62a$	$63a$

이 반응의 반감기는 5min이고, 실험 I에서 $t=10$ min일 때 A의 양(mol)과 실험 II에서 $t=20$ min일 때 A의 양(mol)은 같으므로, 실험 I에서 $t=10$ min일 때는 반감기가 2번 지난 시점이고, 실험 II에서 $t=20$ min일 때는 반감기가 4번 지난 시점이다. 따라서 실험 II에서 반응 초기 A의 압력을 P_A 이라고 할 때 $8a = P_A \times \frac{1}{2^4}$ 이므로 $P_A = 128a$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 실험 I에서 $t=10$ min일 때 A의 부분 압력은 $8a$ 이다. 실험 II에서 $t=10$ min일 때 반감기를 2번 지난 시점으로 A의 부분 압력은 $128a \times \frac{1}{2^2} = 32a$ 이다.

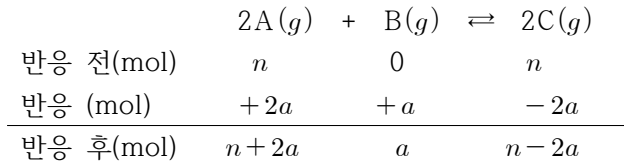
따라서 $\frac{\text{II에서 } t=10 \text{ min일 때 반응 속도}}{\text{I에서 } t=10 \text{ min일 때 반응 속도}} = \frac{32a}{8a} = 4$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 실험 I에서 $t=20$ min일 때 반감기를 4번 지난 시점이므로 $x = 60a$ 이다. B와 C의 부분 압력의 합은 실험 I에서 $t=0 \sim t=10$ min 동안 $48a$ 만큼 증가했고, $t=10 \text{ min} \sim t=20$ min 동안 $12a$, $t=20 \text{ min} \sim t=30$ min 동안 $3a$ 만큼 증가했으므로 실험 II에서도 B와 C의 부분 압력의 합은 같은 크기만큼 증가한다. 따라서 $t=10$ min일 때 B와 C의 부분 압력의 합은 $80b$ 이므로 $y = 80b - 48b = 32b$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x} = \frac{32b}{60a} = \frac{8b}{15a}$ 이다.

ㄷ. 실험 I에서 $t=0$ 일 때 A의 압력은 $32a$ 이다. 실험 I에서 $t=10$ min일 때 A의 양(mol)과 실험 II에서 $t=20$ min일 때 A의 양(mol)은 같으므로 $\frac{1}{32a} \times \frac{1}{2^2} = 32b \times \frac{1}{2^4}$, $b = 4a$ 이다. 실험 II에서 A의 부분 압력은 $128a$ 이고 B의 부분 압력은 $y = 32b = 32 \times 4a = 128a$ 이므로 전체 압력은 $128a + 128a = 256a$ 이다. 따라서 $\frac{\text{II에서 } t=0 \text{ 일 때 전체 압력}}{\text{I에서 } t=0 \text{ 일 때 전체 압력}} = \frac{256a}{32a} = 8$ 이다.

20. 반응 온도와 화학 평형

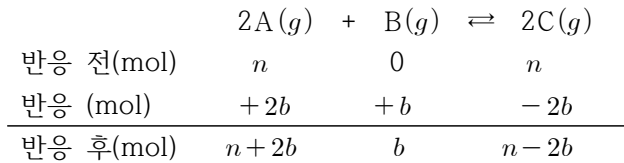
[정답맞히기] 초기 상태에서 (가)의 C(g) 1g의 부피가 1L이므로 C(g)의 양을 n mol이라고 할 때, (나)에서 혼합 기체의 부피는 2L이므로 A(g) 0.8 g의 양은 n mol이다. 온도 T 일 때 (나)에서 평형에 도달할 때까지 역반응이 일어나고 반응한 C의 양을 $2a$ mol이라고 할 때 양적 관계는 다음과 같다.



반응 전 전체 기체의 양은 $2n$ mol, 부피는 2L이고 평형에서 전체 기체의 양은 $2n+a$ mol, 부피는 $\frac{9}{4}$ L이므로 $a = \frac{1}{4}n$ 이고 평형에서 A~C의 양은 각각 $\frac{3}{2}n$ mol, $\frac{1}{4}n$ mol, $\frac{1}{2}n$

mol이고, [A]~[C]는 각각 $\frac{6}{9}nM$, $\frac{1}{9}nM$, $\frac{2}{9}nM$ 이다. 따라서 $K_1 = \frac{(\frac{2}{9}n)^2}{(\frac{6}{9}n)^2 \times \frac{1}{9}n} = \frac{1}{n}$ 이다.

온도 $\frac{5}{4}T$ 일 때 (나)에서 평형에 도달할 때까지 역반응이 일어나고 반응한 C의 양을 $2b$ mol이라고 할 때 양적 관계는 다음과 같다.



반응 전 전체 기체의 양은 $2n$ mol, 부피는 $2L \times \frac{5}{4} = \frac{5}{2}$ L이고 평형에서 전체 기체의 양은 $2n+b$ mol, 부피는 3L이므로 $b = \frac{2}{5}n$ 이고 평형에서 A~C의 양은 각각 $\frac{9}{5}n$ mol, $\frac{2}{5}n$ mol, $\frac{1}{5}n$ mol이고, [A]~[C]는 각각 $\frac{9}{15}nM$, $\frac{2}{15}nM$, $\frac{1}{15}nM$ 이다. 따라서 $K_2 =$

$$\frac{(\frac{1}{15}n)^2}{(\frac{9}{15}n)^2 \times \frac{2}{15}n} = \frac{5}{54n} \text{이고, } \frac{K_2}{K_1} = \frac{5}{54} \text{이다.}$$

온도 T 일 때 (가)에서 역반응이 일어나면 부피가 증가하므로 평형에서 (가) 속 기체의 밀도는 $1g/L$ 보다 작아야 한다. 따라서 $x < 1$ 이므로 $x \times \frac{K_2}{K_1} < \frac{4}{54}$ 이고, 선지 ①~⑤ 중

$\frac{4}{54}$ 보다 작은 값은 ①의 $\frac{5}{72}$ 이다.

정답①

● 과학탐구 영역 ●

화학Ⅱ 정답

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

해설

1. {출제의도}

수소 연료 전지를 이해한다.

수소 연료 전지에서 반응이 일어나면 물이 생성된다.

2. {출제의도}

반응 속도와 활성화 에너지를 이해한다.

촉매는 반응의 활성화 에너지를 변화시킨다.

3. {출제의도}

분자 간 상호 작용을 이해한다.

(가)~(다)는 각각 C_2H_5OH , C_2H_4 , CH_3OCH_3 이다.

{오답풀이}

ㄷ. (가)~(다)는 모두 액체 상태에서 분산력이 작용한다.

4. {출제의도}

기체의 성질을 이해한다.

ㄴ. 일정량의 $X(g)$ 의 압력은 (밀도 \times 절대 온도)에 비례하므로 $P_1 : P_2 = 2T : 3T = 2 : 3$ 이다.

5. {출제의도}

액체의 증기 압력을 이해한다.

ㄷ. 0.1 atm에서 C의 끓는점이 $-18^\circ C$ 이므로 $25^\circ C$, 0.1 atm에서 C의 안정한 상은 기체이다.

{오답풀이}

ㄴ. 기준 끓는점이 $B > C$ 이므로 분자 사이의 인력은 $B(l) > C(l)$ 이다.

6. {출제의도}

고체 결정의 종류와 구조를 이해한다.

정육면체 모양의 단위 세포 속에 포함된 원자 수가 2인 금속 M 결정은 체심 입방 구조이다.

7. {출제의도}

엔탈피와 결합 에너지를 이해한다.

ㄷ. O-H 결합의 결합 에너지를 x kJ/mol이라고 하면, $4H_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 4H_2O(g)$ 반응의 반응 엔탈피는 $(4c + 2d - 8x)$ kJ이고, $4c + 2d - 8x = a - b$ 이다.

{오답풀이}

ㄴ. $H_2O(g)$ 의 생성 엔탈피는 $\frac{a-b}{4}$ kJ/mol이다.

8. {출제의도}

1차 반응을 이해한다.

$([A] + [B])$ 의 증가량은 $0 \sim t$, $t \sim 2t$ 에서 각각 1 M, 0.5 M이므로 1차 반응이고, $x = 3.75$, $b = 2$ 이다.

9. {출제의도}

상평형 그림을 이해한다.

1 atm에서 H_2O 의 녹는점과 끓는점의 차가 100이고, P_B atm에서 녹는점($t_1^\circ C$)과 끓는점의 차가 100보다 크므로 $P_B > 1$ 이다. 이때 $t_1 < 0$ 이고, $t_1^\circ C$, P_A atm에서 H_2O 의 안정한 상은 기체이므로 $P_A < a$ 이다.

10. {출제의도}

삼투압을 이해한다.

묽은 용액의 삼투압은 (몰 농도 \times 절대 온도)에 비례한다. T_1 K에서의 삼투압 비는 (가) : (나) = 9 : 10이므로 수용액에 들어 있는 용질의 몰 비는 $A : B = 9 : 10$ 이고, 분자량 비는 $A : B = 5 : 9$ 이다. 삼투압 비는 (가) : (나) = 9 : 10 = 10 : x 이므로 $x = \frac{100}{9}$ 이다.

11. {출제의도}

산 염기 평형을 이해한다.

$25^\circ C$ 에서 NH_3 의 이온화 상수(K_b)가 2×10^{-5} 이므로 NH_4^+ 의 이온화 상수(K_a)는 5×10^{-10} 이고, 0.1 M $NH_3(aq)$ 의 pH는 11보다 크다.

12. {출제의도}

화학 전지를 이해한다.

ㄷ. 금속의 이온화 경향 크기는 $A > B$ 이므로 (가)에서 A와 B를 도선으로 연결하면 B에서 수소 기체가 발생한다.

13. {출제의도}

완충 용액을 이해한다.

첨가한 NaOH이 HA 0.02 mol과 반응하여 $[HA] = [A^-]$ 이므로, NaOH의 양은 0.01 mol 이고 $x = 0.4$ 이다. $\frac{[A^-]}{[OH^-]} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[OH^-][H_3O^+]} = \frac{K_a}{K_w} \times [HA]$ 이다.

14. {출제의도}

헤스 법칙을 이해한다.

$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ 반응의 반응 엔탈피를 x kJ이라고 하면 $a - 2x = -4b + 6c + 4d$ 이고, $x = \frac{a}{2} + 2b - 3c - 2d$ 이다.

15. {출제의도}

1차 반응을 이해한다.

반감기는 t 이고, 반응 시간에 따른 A ~ C의 양 (mol)은 다음과 같다.

반응 시간	기체의 양(mol)		
	A(g)	B(g)	C(g)
0	8	9	1
t	4	11	5
$2t$	2	12	7
$3t$	1	12.5	8

16. {출제의도}

평형 이동의 원리를 이해한다.

반응물과 생성물의 계수 합이 같으므로 전체 기체의 양(mol)은 변하지 않고, 몰 농도를 몰 분율로 대신하여 평형 상수를 구할 수 있다. 평형 상태 I 과 II에서 기체의 몰 분율과 평형 상수는 다음과 같다.

평형 상태	몰 분율			K
	A(g)	B(g)	C(g)	
I	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{4}$
II	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{25}{4}$

{오답풀이}

ㄴ. 온도는 $T_2 > T_1$ 이고, 평형 상수는 $K_2 > K_1$ 이므로 $\Delta H > 0$ 이다.

17. {출제의도}

용액의 증기 압력 내림을 이해한다.

ㄱ. 분자량은 B가 A의 3배이므로 (가)는 B(aq), (나)는 A(aq)이다. ㄴ. ㉠에서 용액의 증기 압력이 $0.9P$ atm이므로 몰 비는 $H_2O : A = 9 : 1$ 이다.

{오답풀이}

ㄷ. $x = 0.75$ 이다.

18. {출제의도}

온도와 반응 속도의 관계를 이해한다.

실험 I 과 II에서 반감기는 각각 3 min, 2 min이므로 $x = 4$ 이고, 12 min일 때 [A]는 실험 I 과 II에서 각각 $6 \times (\frac{1}{2})^4$ M, $4 \times (\frac{1}{2})^6$ M이다.

19. {출제의도}

화학 평형의 원리를 이해한다.

ㄱ, ㄴ. (가)에서 평형에 도달하였을 때 A ~ C의 양은 각각 2 mol로 같고, $K = \frac{1}{4}$ 이다.

{오답풀이}

ㄷ. (나)에서 반응 지수 $Q = \frac{4}{9}$ 이고, Q 가 K 보다 크므로 역반응이 우세하게 진행된다.

20. {출제의도}

기체의 성질을 이해한다.

실험 I에서 (다) 과정 후 C의 양(mol)을 $2n$ 이라고 하면, 반응 전 A, B의 양(mol)은 각각 $2n$, $4n$ 이다. 따라서 $\frac{PV}{6nT} = \frac{1 \times 4V}{3n \times 1.5T}$ 이고, $P = \frac{16}{3}$ 이다. 실험 II에서 (다) 과정 후 C의 양(mol)을 $2m$ 이라고 하면, 반응 전 A, B의 양(mol)은 각각 $2m$, $10m$ 이다. $\frac{16}{3} \times \frac{V}{12mT} = \frac{1 \times (2+x)V}{9m \times 1.5T}$ 이고, $x = 4$ 이다. 따라서 $\frac{x}{P} = \frac{3}{4}$ 이다.

2022학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

01. ② 02. ④ 03. ③ 04. ⑤ 05. ① 06. ⑤ 07. ② 08. ③ 09. ① 10. ④
 11. ① 12. ② 13. ④ 14. ③ 15. ⑤ 16. ③ 17. ④ 18. ① 19. ② 20. ①

1. 수소 결합

[정답맞히기] ② NH_3 는 수소 결합을 형성하는 물질이므로 분산력이 더 큰 PH_3 보다 끓는점이 높다. 정답②

2. 고체의 결정 구조

[정답맞히기] ㄱ. $\text{Na}(s)$ 는 금속 결정이므로 X는 Na이다.

ㄷ. Z는 Na^+ 과 I^- 이 이온 결합을 통해 형성된 이온 결합 물질의 결정이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. Y는 2개의 원자가 공유 결합을 통해 분자가 고체 결정을 이루므로 Y는 분자 결정이다.

3. 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. 반응 $\text{A}(g) \rightarrow \text{B}(g)$ 의 정반응의 활성화 에너지가 역반응의 활성화 에너지보다 크므로 정반응은 흡열 반응이다.

ㄴ. 초기 반응 속도 $v_2 > v_1$ 이므로 X(s)는 반응 속도를 빠르게 해주는 정촉매이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. X(s)가 정촉매이므로 II에서 반응의 활성화 에너지가 작아진다. 따라서 II에서 정반응의 활성화 에너지는 260 kJ/mol보다 작다.

4. 화학 전지

[정답맞히기] ㄱ. 금속의 이온화 경향이 $X > Y > Z$ 인데, I에서는 X(s) 전극의 질량이 감소하고, II에서는 Y(s) 전극의 질량이 감소하였으므로 ㉠으로는 ‘이온화 경향이 더 큰 금속 전극은 질량이 감소한다’가 적절하다.

ㄴ. I에서 X(s) 전극의 질량이 감소하면서 X^{2+} 이 생성되므로 X^{2+} 의 양(mol)은 증가한다.

ㄷ. II의 Z(s) 전극에서는 Z^{2+} 이 Z로 환원된다.

정답⑤

5. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가 액화 반응은 $\Delta H < 0$ 인 발열 반응이고, 9g의 H_2O 은 0.5mol이므로 9g의 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가 액화되면 $\frac{44}{2} = 22$ kJ의 열이 방출된다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. $2\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$ $\Delta H = 484$ kJ 반응의 역반응이 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성 엔탈피를 구할 수 있는 반응이고, 이때 2mol의 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가 생성되므로 H_2O

(g)의 생성 엔탈피는 $-\frac{484}{2} = -242$ kJ/mol이다.

ㄷ. 엔탈피는 $H_2O(g) > H_2O(l)$ 이므로 반응 $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ 의 반응 엔탈피는 484kJ보다 크다. 따라서 $a > 484$ 이다.

6. 전기 분해

환원되기 쉬운 경향이 $H_2O(l) > Na^+(aq)$ 이므로 (가)에서 (-)극에서는 $H_2O(l)$ 이 환원되어 $H_2(g)$ 가 생성되었음을 알 수 있다. 따라서 (가)는 $NaCl(aq)$ 의 전기 분해이고, (나)는 $NaCl(l)$ 의 전기 분해이므로 \ominus 은 $Na(s)$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 $NaCl(aq)$ 의 전기 분해이다.

ㄷ. \ominus 이 $Na(s)$ 이므로 (나)의 전기 분해 반응의 화학 반응식은 $2NaCl(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$ 이다. 따라서 생성된 양(mol)은 \ominus 이 $Cl_2(g)$ 보다 많다. **정답⑤**

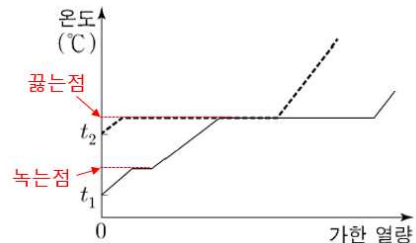
[오답피하기] ㄴ. \ominus 은 $Na(s)$ 이다.

7. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답맞히기] 두 반응식을 합하면 $2CH_4(g) + 4O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 4H_2O(g)$ $\Delta H = x - 1352$ kJ이다. 반응 $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ 의 반응 엔탈피 (ΔH)를 결합 에너지로부터 구하면 $(4 \times 410) + (2 \times 498) - (2 \times 799) - (4 \times 460) = -802$ kJ이다. 따라서 $-1604 = x - 1352$ 에서 $x = -252$ 이다. **정답②**

8. 증기 압력

외부 압력이 1atm이므로 $t_1^\circ C$ 에서 가열한 C_2H_5OH 은 녹는점과 끓는점이 나타나고, $t_2^\circ C$ 에서 가열한 C_2H_5OH 은 끓는점만 나타남을 알 수 있다.



[정답맞히기] ㄱ. $C_2H_5OH(l)$ 의 기준 어는점은 $t_2^\circ C$ 보다 낮다.

ㄷ. $t_2^\circ C$, 1 atm에서 C_2H_5OH 은 액체 상태이다. 따라서 $t_2^\circ C$, P atm에서 C_2H_5OH 이 기체 상태라면 $P < 1$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. $t_2^\circ C$ 에서 $C_2H_5OH(l)$ 은 액체 상태이므로 증기 압력은 1atm보다 작다.

9. 용액의 농도

[정답맞히기] 1 M $A(aq)$ 200mL에는 A 가 0.2 mol 들어 있는데, A 의 화학식량이 100이므로 A 의 질량은 20g이다. 이에 x g의 $A(s)$ 를 추가하였으므로 $A(aq)$ 속 A 의 질량은 $(20+x)$ g이다. 수용액의 부피가 1L이고, 밀도가 1.1g/mL이므로 $A(aq)$ 의 질량은 1100g이다. 용매의 질량은 $1100 - (20+x)$ g이고, 용질의 양(mol)은 $\frac{20+x}{100}$ 이므로 몰랄

농도는 $\frac{\frac{20+x}{100}}{\frac{1100-(20+x)}{1000}} = 1$ 에서 $x=80$ 이다.

정답①

10. 어는점 내림

어는점 내림 $\Delta T_f = k \cdot m$ 이다. 용액 I에서 기준 어는점이 5.0°C 이므로 $\Delta T_f = 0.5^\circ\text{C}$ 이고, A(l)의 몰랄 내림 상수가 $5.1^\circ\text{C}/m$ 이므로 용액 I의 몰랄 농도는 $\frac{0.5}{5.1} = \frac{5}{51}m$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 용액 I의 몰랄 농도는 $\frac{5}{51}m$ 이므로 $0.1m$ 보다 작다.

ㄷ. 용액 I에서 X의 질량은 $1g$ 이므로 몰랄 농도는 $\frac{\frac{1}{M_x}}{0.1} = \frac{5}{51}$ 이다. 따라서 $M_x = 102$ 이다.

정답④

[오답피하기]

ㄴ. 용액 II에서는 용매의 질량이 0.5배이고 X의 질량은 같으므로 몰랄 농도가 2배이다. 따라서 $\Delta T_f = 20.4 \times \frac{10}{51} = 4^\circ\text{C}$ 이므로 $a = 6.7 - 4 = 2.7$ 이다.

11. 완충 용액과 산 염기 평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 $K_a = \frac{[\text{HA}^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{A}^-]} = 1 \times 10^{-8}$ 이고 $\frac{[\text{HA}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}^-]} = 0.9$ 이므로

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-8} \times \frac{10}{9} = \frac{1}{9} \times 10^{-7}$ 이다. 따라서 (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \times 10^{-7}\text{M}$ 이므로 $\text{pH} > 7.0$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에 $0.1\text{M HCl}(aq)$ 1mL 를 첨가하면 수용액 속 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 증가하여 역반응이 일어나므로 $[\text{H}_2\text{A}^-]$ 는 증가하고 $[\text{HA}^{2-}]$ 는 감소한다. 따라서 (나)에서 $\frac{[\text{HA}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}^-]} < 0.9$ 이다.

ㄷ. (나)에 $0.1\text{M NaOH}(aq)$ 1mL 를 첨가하면 H_2A^- 과 NaOH 이 반응하므로 H_2A^- 의 양(mol)은 감소한다. 따라서 H_2A^- 의 양(mol)은 (나)에서가 (다)에서보다 많다.

12. 화학 평형

[정답맞히기] 평형 상태에서 C의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$ 이고, 외부 압력을 P_{atm} 으로 변화시켜 도달한 새로운 평형 상태에서 C의 몰 분율은 $\frac{1}{2}$ 이므로, 압력을 변화시켰을 때 정반응이 일어난다. 외부 압력을 P_{atm} 으로 변화시켰을 때 반응한 A, B의 양(mol)과 생성된 C의 양(mol)은 모두 x 이므로 새로운 평형에서 A, B의 양(mol)은 모두 $1-x$ 이고 C

의 양(mol)은 $1+x$ 이다. C의 몰 분율은 $\frac{1+x}{3-x} = \frac{1}{2}$ 이므로 $x = \frac{1}{3}$ 이다. $PV = nRT$ 에서 온도가 일정할 때 $n \propto PV$ 이므로 압력을 변화시키기 전후 전체 기체의 부피를 각각 V_1 L, V_2 L라고 할 때 온도는 일정하므로 전체 기체의 양(mol)의 비는 $3 : \frac{8}{3} = V_1 : PV_2$, $P = \frac{8}{9} \times \frac{V_1}{V_2}$ 이다. 또한 온도가 일정할 때 평형 상수는 같고, 압력을 변화시키기 전후

평형 상수는 각각 $\frac{1}{\left(\frac{1}{V_1}\right)^2} = V_1$, $\frac{4}{\left(\frac{2}{3V_2}\right)^2} = 3V_2$ 이므로 $V_1 = 3V_2$, $\frac{V_1}{V_2} = 3$ 이다. 따라서

$$P = \frac{8}{9} \times \frac{V_1}{V_2} = \frac{8}{9} \times 3 = \frac{8}{3} \text{이다.}$$

정답②

13. 증기 압력

[정답맞히기] ㄱ. h_2 mmHg은 액체의 증기 압력이므로 $760 - h_1 = h_2$ 이다. 따라서 Y(l)의 증기 압력은 140 mmHg이므로 $760 - a = 140$, $a = 620$ 이다.

ㄷ. $t^\circ\text{C}$ 에서 X(l)의 증기 압력은 300 mmHg이므로, 외부 압력이 300 mmHg일 때 X(l)는 끓게 된다. 따라서 외부 압력이 300 mmHg일 때 X(l)의 끓는점은 $t^\circ\text{C}$ 이다. $t^\circ\text{C}$ 에서 Y(l)의 증기 압력은 140 mmHg이므로, 외부 압력이 300 mmHg일 때 Y(l)는 끓지 않으며 온도를 더 높여야 끓게 된다. 따라서 외부 압력이 300 mmHg일 때 끓는점은 Y(l)가 X(l)보다 높다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. 액체의 증기 압력은 온도에 따라 달라지고 외부 압력에 의해서는 변하지 않으므로, $t^\circ\text{C}$ 에서 X(l)를 사용한 실험에서 외부 압력이 770 mmHg이어도 X(l)의 증기 압력은 300 mmHg이다. 따라서 $t^\circ\text{C}$ 에서 외부 압력이 770 mmHg일 때, X(l)를 사용한 실험에서 $h_2 = 300$ 이다.

14. 반응 속도

$t = 100\text{s}$ 일 때 B(g)와 C(g)의 부분 압력이 각각 1 atm, $\frac{1}{4}$ atm이므로 반응 몰비는 B:C=4:1이다. 따라서 $b=4$ 이다. 또한 $t=200\text{s}$ 일 때 P_C 은 $t=100\text{s}$ 일 때 $P_C \times \frac{1}{2}$ 만큼 증가했으므로 이 반응은 A에 대한 1차 반응이고, 반감기는 100s이다.

[정답맞히기] ㄱ. $t=0$ 일 때 A의 양(mol)을 $4n$ 이라고 하면 $t=100\text{s}$ 일 때 A의 양(mol)은 $2n$ 이고 $t=200\text{s}$ 일 때 A의 양(mol)은 n 이다. $t=200\text{s}$ 일 때까지 반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$2A(g) \rightarrow 4B(g) + C(g)$		
반응 전(mol)	$4n$	0	0
반응(mol)	$-3n$	$+6n$	$+\frac{3}{2}n$
반응 후(mol)	n	$6n$	$\frac{3}{2}n$

온도와 부피가 일정할 때 기체의 압력은 기체의 양(mol)에 비례한다. $t=200\text{s}$ 일 때 $P_C = \frac{3}{8} \text{ atm}$ 이고 혼합 기체의 압력을 P_t 라고 하면 $\frac{17n}{2} : \frac{3n}{2} = P_t : P_C$ 이므로 $P_t = \frac{17}{3} P_C$ 이다.

따라서 $t=200\text{s}$ 일 때 $P_t = \frac{17}{3} \times \frac{3}{8} = \frac{17}{8} \text{ atm}$ 이다.

ㄴ. 순간 속도는 A(g)의 양(mol)에 비례한다. A(g)의 양(mol)은 $t=100\text{s}$ 일 때 A의 양(mol)은 $2n$ 이고 $t=200\text{s}$ 일 때 A의 양(mol)은 n 이므로 순간 반응 속도는 $t=100\text{s}$ 일 때가 $t=200\text{s}$ 일 때의 2배이다. 정답③

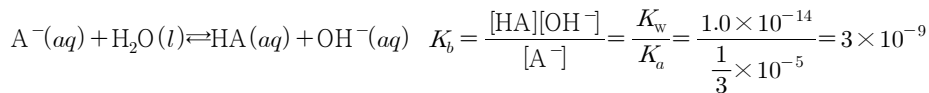
[오답피하기] ㄷ. $t=0\sim 100\text{s}$ 동안의 평균 반응 속도는 $\frac{4n-2n}{100\text{s}} = \frac{n}{50\text{s}}$ 에 비례하고, $t=0\sim 200\text{s}$ 동안의 평균 반응 속도는 $\frac{2n-n}{200\text{s}} = \frac{n}{200\text{s}}$ 에 비례한다. 따라서 평균 반응 속도는 $t=0\sim 100\text{s}$ 동안이 $t=0\sim 200\text{s}$ 동안의 4배이다.

15. 산 염기 이온화 평형

25°C 에서 $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{(1 \times 10^{-3})^2}{0.3} = \frac{1}{3} \times 10^{-5}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{(1 \times 10^{-5}) \times [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1}{3} \times 10^{-5}$ 이므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1}{3}$ 이다.

ㄷ. (나)에 $\text{NaOH}(s)$ 를 추가로 녹여 $[\text{Na}^+] = 0.3\text{M}$ 이 되면 중화점에 해당된다. 중화점에서 $[\text{A}^-] = 0.3\text{M}$ 이고, A^- 의 가수분해가 일어나며 가수분해 반응식과 K_b 는 다음과 같다.



따라서 $K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0.3} = 3 \times 10^{-9}$, $[\text{OH}^-] = 3 \times 10^{-5}\text{M}$ 이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1}{3} \times 10^{-9}\text{M}$ 이므로 $\text{pH} > 9$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 25°C 에서 $K_a = \frac{1}{3} \times 10^{-5}$ 이다.

16. 화학 평형 이동 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 초기 상태에서 역반응이 일어난 후 평형 상태 I에 도달하였을 때, 실린더 속 혼합 기체의 부피는 $\frac{5}{4}\text{L}$ 이므로 반응한 C의 양은 $\frac{1}{4}\text{mol}$ 이고 생성된 A와 B의 양은 모두 $\frac{1}{4}\text{mol}$ 이다. 평형 상태 I에서 A~C의 양은 각각 $\frac{1}{4}\text{mol}$, $\frac{1}{4}\text{mol}$, $\frac{3}{4}\text{mol}$ 이고 혼합 기체의 부피는 $\frac{5}{4}\text{L}$ 이므로 A~C의 $\frac{1}{5}\text{M}$, $\frac{1}{5}\text{M}$, $\frac{3}{5}\text{M}$ 이다. 따라서 평형 상수는

$$\frac{[\text{C}]}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{\frac{3}{5}}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{5}} = 15 \text{이다.}$$

ㄴ. 평형 상태 I에서 C의 몰 분율은 $\frac{3}{5}$ 이고 혼합 기체의 압력은 1atm 이므로 C(g)의

부분 압력은 $\frac{3}{5}$ atm이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 반응 초기 실린더에 들어 있는 C(g)의 압력은 1atm이고 부피는 1L 일 때 C의 양은 1mol이므로 용기에 들어 있는 B(g)의 압력은 $\frac{1}{5}$ atm이고 부피는 1L 이므로 B의 양은 $\frac{1}{5}$ mol이다. 평형 상태 I에서 실린더의 피스톤을 고정시키고 콕을 열 면 A~C의 양은 각각 $\frac{1}{4}$ mol, $\frac{9}{20}$ mol, $\frac{3}{4}$ mol이고 혼합 기체의 부피는 $\frac{9}{4}$ L이므로 A~C 의 몰농도는 각각 $\frac{1}{9}$ M, $\frac{1}{5}$ M, $\frac{1}{3}$ M이다. 반응 지수는 $Q = \frac{\frac{1}{9} \times \frac{1}{5}}{\frac{1}{3}} = 15$ 이므로 평형 상수 와 같다. 따라서 평형 상태 II에서 A의 양은 $\frac{1}{4}$ mol이다.

17. 1차 반응

[정답맞히기] 반응 전 A(g)의 압력은 1atm이므로 A(g)의 양(mol)을 n 이라고 할 때, 반응이 진행될 때 전체 압력이 증가하므로 $b+c > 3$ 이다. $b+c=4$ 일 때 t 에서 반응이 완 결되므로 $b+c \neq 4$ 이다. $b+c=5$ 일 때 반응한 A의 양을 $3x$ 라고 하면 양적 관계를 나타 내면 다음과 같다.

	$3A(g) \rightarrow bB(g) + cC(g)$	
반응 전(mol)	n	0
반응(mol)	$-3x$	$+5x$
반응 후(mol)	$n-3x$	$5x$

기체 n mol의 압력이 1atm이고 $n+2x$ mol의 압력은 $\frac{4}{3}$ atm이므로 $2x = \frac{1}{3}$, $x = \frac{1}{6}$ 이다. 또한 t 에서 반응 후 A의 양은 $\frac{1}{2}n$ 이므로 이 반응은 1차 반응인 조건을 만족하며 반감 기는 t 이다. $2t$ 와 $3t$ 일 때 기체의 양은 다음과 같다.

시간	0	t	$2t$	$3t$
A(g)의 양(mol)	n	$\frac{1}{2}n$	$\frac{1}{4}n$	$\frac{1}{8}n$
전체 생성물의 양(mol)	0	$\frac{5}{6}n$	$\frac{5}{4}n$	$\frac{35}{24}n$

$3t$ 에서 C(g)의 부분 압력이 $\frac{7}{24}$ atm이므로 C의 양은 $\frac{7}{24}n$ mol이고 B의 양은 $\frac{28}{24}n$ mol 이다. 따라서 반응 몰비는 B:C=4:1이므로 $b=4$, $c=1$ 이다. 또한 C의 양은 t 에서 $\frac{1}{6}$ mol, $2t$ 에서 $\frac{1}{4}$ mol이고 전체 질량은 같으므로 $2t$ 에서 C의 질량을 w g, 전체 질량을 $8w$ g이라고 할 때 C의 질량은 $2t$ 에서 t 에서의 $\frac{3}{2}$ 배이므로 t 에서 C의 질량은 $\frac{2}{3}w$ g이

다. 따라서 $x = \frac{\frac{2}{3}w}{8w} = \frac{1}{12}$ 이므로 $b \times x = 4 \times \frac{1}{12} = \frac{1}{3}$ 이다.

정답④

18. 기체의 성질

[정답맞히기] (나) 과정 후 $V_{\text{He}} = \frac{4}{5}L$ 이므로 보일 법칙에 따라 $2\text{atm} \times 1L = P_{\text{He}} \times \frac{4}{5}L$ 이므로

(나) 과정 후 $P_{\text{He}} = \frac{5}{2}\text{atm}$ 이다. (다) 과정 후 $P_{\text{He}} = \frac{5}{2}\text{atm}$ 이므로 A(g)와 B(g)가 반응할 때 전체 기체의 양은 변하지 않는다. 따라서 $a=1$ 이다. (다) 과정 후 A(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{11}$ 이므로 A(g)의 양(mol)을 n 이라고 한다면 생성된 C(g)의 양(mol)은 $10n$ 이다. (다)에서 반응한 A(g)의 양(mol)은 $5n$ 이므로 (가)에서 실린더에 들어 있는 A(g)의 양(mol)은 $6n$ 이다. 기체의 질량은 기체의 양(mol)에 비례하므로 (다) 과정 후 실린더에 들어 있는 A(g) n mol의 질량은 $\frac{1}{6}wg$ 이고 (다) 과정 후 $V_{\text{He}} = \frac{4}{5}L$ 이므로 A(g)의 부피는

$3L - \frac{4}{5}L = \frac{11}{5}L$ 이다. 따라서 (다) 과정 후 A(g)의 밀도(g/L)는 $\frac{\frac{1}{6}w}{\frac{11}{5}L} = \frac{5}{66}w$ 이다. 정답①

19. 1차 반응

[정답맞히기] L. (나)에서 반응 전 A(g)와 B(g)의 양(mol)을 각각 $2n$, n 이라고 할 때 $0 \sim 3t$ 동안 반응한 A(g)의 양(mol)이 m 이라면 반응 시간 $3t$ 에서 $\frac{B(g) \text{의 양(mol)}}{A(g) \text{의 양(mol)}} = \frac{n+m}{2n-2m} = \frac{7}{2}$ 이므로 $m = \frac{3}{4}n$ 이다. (나)에서 $3t$ 에서 A(g)와 B(g)의 양(mol)은 각각 $\frac{1}{2}n$, $\frac{7}{4}n$ 이므로 A(g)의 양(mol)은 반응 전의 $\frac{1}{4}$ 배이다. 따라서 $3t$ 일 때 반감기가 2번 지난 시점이므로 T_2 에서 반감기는 $\frac{3}{2}t$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 반응 시간 $2t$ 일 때 $\frac{B(g) \text{의 양(mol)}}{A(g) \text{의 양(mol)}} = 7$ 이므로 A(g)와 B(g)의 양(mol)을 각각 $4n$, $28n$ 이라고 가정하면 반응 시간 $3t$ 일 때 $\frac{B(g) \text{의 양(mol)}}{A(g) \text{의 양(mol)}} = \frac{29}{2}$ 이므로 A(g)와 B(g)의 양(mol)은 각각 $2n$, $29n$ 이다. 따라서 A(g)의 양(mol)은 $3t$ 에서가 $2t$ 에서의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 (가)에서 일어나는 반응의 반감기는 t 이다. (가)에서 반응 전 A(g)와 B(g)의 양(mol)이 각각 x , y 라면, 반응 시간이 $2t$ 일 때 반감기가 2번 지나는 시점이므로 $x \times (\frac{1}{2})^2 = 4n$ 이고 반응 전 A(g)의 양(mol)은 $x = 16n$ 이다. 따라서 반응 시간 $0 \sim 2t$ 동안 생성된 B(g)의 양(mol)은 $\frac{16n-4n}{2} = 6n$ 이므로 반응 전 B(g)의 양(mol)은 $y = 28n - 6n = 22n$ 이다. (가)에서 반응 전 A(g)의 몰 분율은 $\frac{16n}{16n+22n} = \frac{8}{19}$ 이다.

ㄷ. 반응 온도가 높을수록 반응 속도는 크므로 반감기는 작다. 반감기는 T_1 에서 t 이고

T_2 에서 $\frac{3}{2}t$ 이므로 $T_1 > T_2$ 이다.

20. 기체의 반응과 양적 관계

[정답맞히기] $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로 (가)에서 전체 기체의 양(mol)은 $\frac{3V}{RT}$ 이고, (나)에서 전체 기체의 양(mol)은 $\frac{2V}{RT}$ 이다. 또한 (나)에서 기체의 전체 압력은 2atm, A(g)의 부분 압력은 $\frac{2}{3}$ atm이므로 B(g)의 부분 압력은 $\frac{4}{3}$ atm이다. 따라서 (가)에서 전체 기체의 양(mol)을 $3n$ 이라고 하면 (나)에서 전체 기체의 양(mol)은 $2n$ 이고 A(g)와 B(g)의 양(mol)은 각각 $\frac{2}{3}n$, $\frac{4}{3}n$ 이다.

(가)에서 B(g)의 양(mol)을 x 라고 하고, 반응한 A의 양(mol)을 ay 라고 할 때 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$a A(g) \rightarrow B(g)$	
반응 전(mol)	$3n - x$	x
반응(mol)	$-ay$	$+y$
반응 후(mol)	$\frac{2}{3}n$	$\frac{4}{3}n$

$3n - x - ay = \frac{2}{3}n$, $x + y = \frac{4}{3}n$ 이므로 $y = \frac{n}{a-1}$ 이다. 반응 전후 전체 기체의 양(mol)은 감소하였으므로 $a \neq 1$ 이다. $a = 4$ 일 때 $x = n$, $y = \frac{1}{3}n$ 이므로 (가)에서 A의 양은 $2n$, B의 양은 n 이고 (나)에서 A의 질량은 $\frac{w}{3}$, B의 질량은 $\frac{8}{3}w$ 이다. 따라서 (나)에서 $\frac{\text{B의 질량(g)}}{\text{A의 질량(g)}} = 8$ 이다.

정답①