

기출문제 45회 ~ 59회

변리사 화학 기출문제집

PDF 무료제공 이벤트

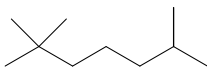
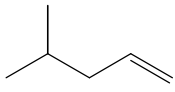
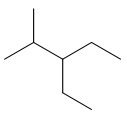
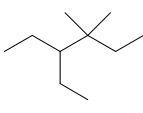
- ☑ 기출문제 풀이를 통해 2023년 변리사 화학 완벽대비
- ☑ 가장 정확하고 명료한 풀이, 이론의 빠른 리뷰와 정리
- ☑ 실전감각과 함께 문제풀이 감각 키우기

변리사 화학의 바이블, 김선민교수님과 함께하세요

★ ★ ★ 2022 김선민 화학 패키지 ★ ★ ★

COMING SOON

11. <보기>는 화합물의 구조식과 명칭을 나타낸 것이다. IUPAC 명명법에 따라 각 화합물의 명칭을 옳게 나타낸 것을 모두 고른 것은?

<보 기>	
ㄱ. 	2, 2, 6-trimethylheptane
ㄴ. 	2-methyl-4-pentene
ㄷ. 	3-ethyl-2-methylpentane
ㄹ. 	3-ethyl-4, 4-dimethylhexane



- | | |
|-----------|-----------|
| ① ㄱ, ㄴ | ② ㄱ, ㄷ |
| ③ ㄴ, ㄹ | ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ |
| ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ | |

12. VSEPR (원자가껍질 전자쌍 반발) 이론을 이용하여 다음 5 가지 화합물의 기하학적 구조를 예상할 때 나머지 4 개와 구조가 다른 화합물은?

XeF ₄	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	CH ₄	BF ₄ ⁻
------------------	------------------------------	-------------------------------	-----------------	------------------------------

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| ① XeF ₄ | ② NH ₄ ⁺ |
| ③ SO ₄ ²⁻ | ④ CH ₄ |
| ⑤ BF ₄ ⁻ | |

13. 다음 (가)와 (나)에서 산성이 더 강한 물질을 각각 고른 것으로 옳은 것은?

(가) C_5H_{10} () , C_5H_6 ()
 (나) $CH_2FCH_2CH_2COOH$, $CH_3CH_2CHFCH_2COOH$

- | <u>(가)</u> | <u>(나)</u> |
|---------------|-----------------------|
| ① C_5H_{10} | $CH_2FCH_2CH_2COOH$ |
| ② C_5H_{10} | $CH_3CH_2CHFCH_2COOH$ |
| ③ C_5H_6 | $CH_2FCH_2CH_2COOH$ |
| ④ C_5H_6 | $CH_3CH_2CHFCH_2COOH$ |
| ⑤ 서로 같다 | 서로 같다 |

14. 어떤 300 MHz 1H 핵자기공명(NMR) 스펙트럼에서 아세톤은 트라이메틸실레인 (TMS) 기준으로부터 화학적 이동 δ 값이 2.0 인 단일 공명선(single resonance line)으로 나타났다. 이 아세톤의 단일 공명선은 TMS 기준으로부터 몇 Hz 떨어져 있는가?

- | | |
|-----------|-----------|
| ① 150 Hz | ② 600 Hz |
| ③ 150 MHz | ④ 300 MHz |
| ⑤ 600 MHz | |

15. 일정한 온도와 압력에서 1 L의 P_4 기체와 6 L의 수소 기체가 완전히 반응하면 4 L의 포스핀 기체가 생성된다. 이 자료로부터 구한 포스핀 기체의 분자식은?

- | | |
|----------|----------|
| ① P_2 | ② PH_2 |
| ③ PH_3 | ④ PH_4 |
| ⑤ PH_5 | |

16. 증류수가 들어있는 용기에 a mol의 용질 A와 b mol의 용질 B를 넣고 완전히 녹였다. 다음 중 이 수용액의 몰농도(M)를 계산하려고 할 때 추가적으로 필요한 자료는? (단, A와 B는 서로 반응하지 않으며, 비휘발성인 비전해질 물질이다.)

- ① 수용액의 밀도와 질량 ② A와 B 각각의 밀도
- ③ 수용액의 온도와 질량 ④ A와 B 각각의 물질량
- ⑤ A와 B 각각의 부피

17. 어떤 방사성원소 X의 반감기는 5분이다. X가 2.0×10^5 개일 때, X의 붕괴 속도는? (단, X의 반감기 $t_{1/2} = 0.693/k$ 이고, k 는 속도 상수이다.)

- ① 231 개/초 ② 462 개/초
- ③ 924 개/초 ④ 1,848 개/초
- ⑤ 3,696 개/초

18. 다음 배위화합물 중에서 반자기성(diamagnetic) 물질은 몇 개인가? (단, Fe, Co, Cu의 원자번호는 각각 26, 27, 29이다.)

- $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$, 저스핀 상태(low spin state)
- $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$, 고스핀 상태(high spin state)
- $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, 저스핀 상태(low spin state)
- $\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{4-}$, 저스핀 상태(low spin state)
- FeF_6^{3-} , 고스핀 상태(high spin state)

- ① 1 개 ② 2 개
- ③ 3 개 ④ 4 개

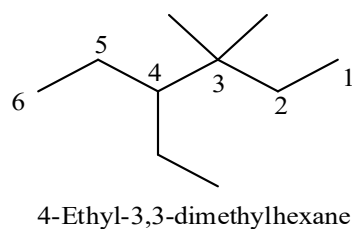
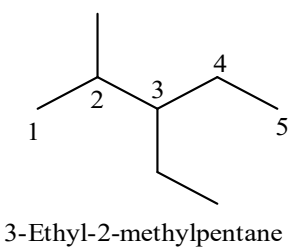
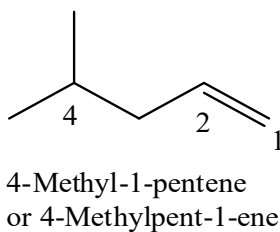
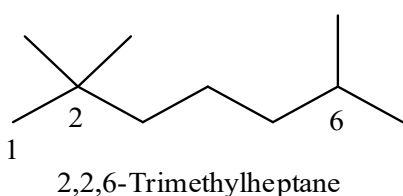
2008년도 45회 변리사 1차 화학 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

명명법의 원칙

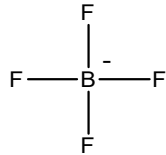
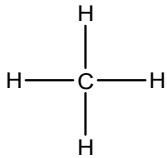
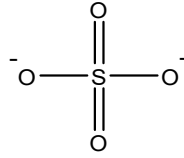
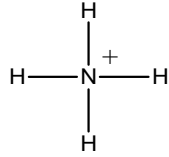
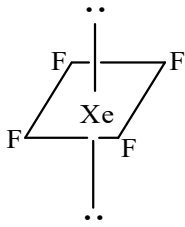
- (1) 가장 긴 체인을 찾는다. 치환기는 개수 접두어에 -yl을 붙인다.
- (2) 번호는 작게 한다. 사슬형 화합물의 경우에는 먼저 나오는 번호가 작아야 하고 첫 번째 번호가 같으면 두 번째 번호가 작아야 한다. 이중, 삼중결합이 있으면 우선순위가 높으므로 이중, 삼중결합의 번호가 작아져야 한다.
- (3) 치환기가 2개면 di, 3개면 tri, 4개면 tetra라는 접두어를 붙인다.
- (4) 알파벳 순서의 의해서 치환기를 쓰되 개수 접두사인 di, tri, tetra 혹은 secondary, tert-의 d,t,t,s,t는 알파벳에 고려하지 않는다. 단 iso의 i는 알파벳 순서에 의한다.
- (5) alkane은 개수 접두어에 ane, alkene은 ene, alkyne은 yne를 붙혀 명명한다.
- (6) 명명법상의 우선순위는 다음과 같다. $-R = -X < \text{이중결합} = \text{삼중결합} < -OH$



정답 : ②

12.

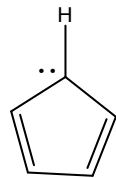
각 화합물의 루이스 구조를 그리면 아래 그림과 같으며 중심원자의 혼성 오비탈과 분자 모양을 순서대로 나타내면 Xe는 sp^3d^2 이며 평면 사각형 구조, N, S, C, B는 모두 sp^3 이며 정사면체 구조이다.



정답 : ①

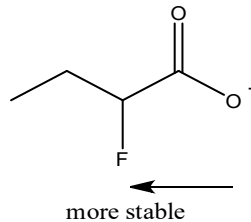
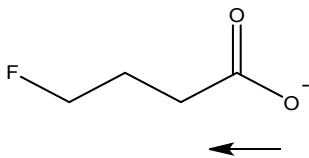
13.

(가) C_5H_6 구조가 C_5H_{10} 보다 산성이 크다. 이유는 C_5H_6 구조의 음이온(짝염기)은 방향족 화합물로서 안정하기 때문이다. 짝염기가 안정하므로 약염기이고 그 짝산은 더 강산이다. 고리형 화합물의 방향족성은 (1) 고리를 이루어야 하고 (2) 평면 구조이어야 하며 (3) π 전자의 개수는 $4n+2$ (n =정수값)를 만족하여야 한다. 아래 구조는 방향족 화합물이며 대단히 안정하다.



$4n+2 = 6$
aromatic

(나) $CH_2FCH_2CH_2COOH$ 보다 $CH_3CH_2CHFCH_2COOH$ 가 더 산성도가 크다. 그 이유는 $CH_3CH_2CHFCH_2COOH$ 의 음이온은 전기음성도가 큰 F가 카복시산의 음이온(짝염기)에 가까이 있어 전자를 잘 당겨 음이온을 안정화시킬 수 있기 때문이다. 이를 유도 효과(inductive effect)라고 한다.



정답 : ④

14.

화학적 이동은 표준물질로 $(\text{CH}_3)_4\text{Si}$ (Tetra methyl silane, TMS)을 사용하여 TMS 피크가 0이 나오도록 조정하며 자기장의 세기와 무관한 단위로 ppm을 사용하여 나타낸다. TMS에서 C는 Si보다 전기음성도가 크므로 CH_3 의 전자밀도는 커지며 전자에 의한 가리움 효과 또한 크므로 대부분의 유기화합물보다 높은 장에서 피크가 나온다. 1 δ 단위는 분광기의 작동 진동수의 백만분의 1(ppm)에 해당한다. 예를 들어 1H NMR 스펙트럼을 200MHz의 기기로 측정한다면 1 δ 는 200Hz이다. 마찬가지로 600MHz기기로 측정한다면 1 δ =600Hz이다.

$$\text{화학적 이동}(\delta, \text{ppm}) = \frac{\text{신호의 위치} - \text{TMS피크의 위치}}{\text{분광기 주파수}} \times 10^6$$

$$\text{화학적 이동}(\delta, \text{ppm}) = \frac{\text{TMS로부터 낮은 장 영역으로의 전이(Hz)}}{\text{분광계의 진동수(MHz)}}$$

1 δ 단위는 분광기의 작동 진동수의 백만분의 1(ppm)에 해당하므로 δ 값이 2.0이라면 300MHz 기기로 측정한다면 600Hz이다.

즉 TMS로부터 낮은 장 영역으로의 전이값(Hz) = 2.0ppm \times 300MHz = 600Hz이다.

정답 : ②

15.

$\text{P}_4(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{포스핀}(\text{g})$ 의 반응식에서 앞의 계수의 비는 몰수의 비 = 분자수의 비 = 부피의 비(g인 경우) 이므로 1L의 $\text{P}_4(\text{g})$ 와 6L의 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 반응하여 4L의 포스핀을 생성시킨다면 반응물에서 P는 4몰, H는 12몰이며 생성물에서도 원자 몰수는 같아야 하므로 포스핀의 구조식은 $\text{PH}_3(\text{g})$ 이어야 한다. 즉 $\text{P}_4(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{PH}_3(\text{g})$ 이다.

정답 : ③

16.

몰농도는 용액 1000ml속에 들어있는 용질의 몰 수이다. 몰농도를 알아내기 위해서는 수용액의 부피를 알아야 하는데 수용액의 부피는 수용액의 밀도와 질량으로부터 알아낼 수 있다. 즉 $d = \frac{m}{V}$ 이므로 $V = \frac{m}{d}$ 로 수용액의 부피를 알아낼 수 있고 용질의 몰수는 a, b몰로 제시되어 있으므로 몰농도를 계산할 수 있다.

정답 : ①

17.

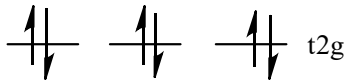
문제에서 $t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$ 가 주어졌으므로 이는 1차 반응이라는 것을 의미한다. 즉 $k =$

$$\frac{0.693}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{300\text{s}} \text{ 이다. 1차 반응이므로 } v = k[X] = \frac{0.693}{300\text{초}} \times 2.0 \times 10^5 = 462\text{개/초 이다.}$$

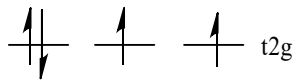
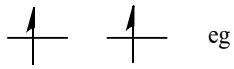
정답 : ②

18.

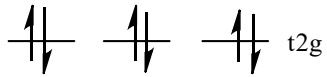
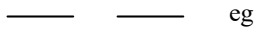
반자기성 물질은 홀전자를 가지고 있지 않은 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ Fe^{2+} : d^6 (저스핀 상태)이다
 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ Cu^{2+} : d^9 (저스핀 상태)



$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ Fe^{2+} : d^6 (고스핀 상태)

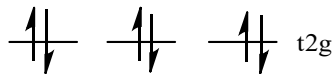
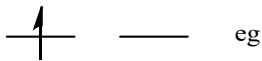


$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ Fe^{2+} : d^6 (저스핀 상태)

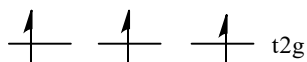


strong field ligand = low spin

$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$ Co^{2+} : d^7 (저스핀 상태)



$[\text{FeF}_6]^{3-}$ Fe^{3+} : d^5 (고스핀 상태)



정답 : ①

19.

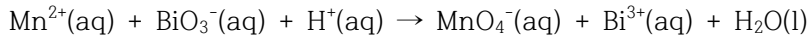
표준환원 전위 값이 작은 전지가 산화 전극이 되고 큰 전지가 환원 전극이 된다. 그러므로 표준 환원 전위(E°)의 순서는 $B < A, A < E, D < B, E < C$ 이므로 전체적인 순서는 다음과 같다. $D < B < A < E < C$ 이다. 그러므로 표준 환원 전위가 가장 큰 금속은 C이다.

정답 : ③

20.

산화수법으로 반응식을 완결해보면 다음과 같다.

(1) 산화되고 환원되는 화학종의 원자수를 맞춘다.

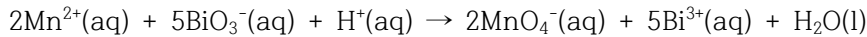


(2) 산화수를 맞춘다.

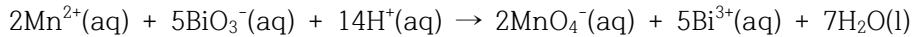
Mn : +2 \rightarrow +7 (5증가)

Bi : +5 \rightarrow +3 (2증가)

Mn에 2를 곱하고 Bi에는 5를 곱한다.



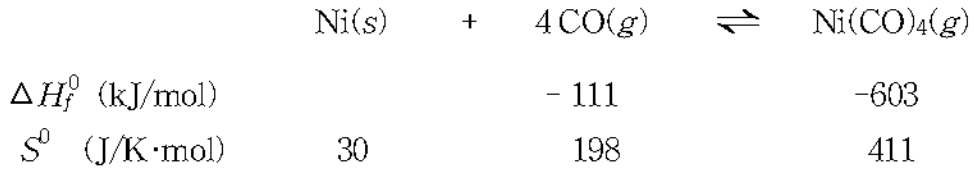
(3) O는 H_2O 로 H는 H^+ 으로 맞춘다.



$a=2, b=5, c=14, d=2, e=5, f=7$ 이며 $\frac{c}{a} = \frac{14}{2} = 7$ 이다.

정답 : ④

13. 다음은 Ni의 Mond공정에 이용되는 반응식과 열역학 자료이다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 엔탈피 값은 온도에 무관하다.)

< 보 기 >

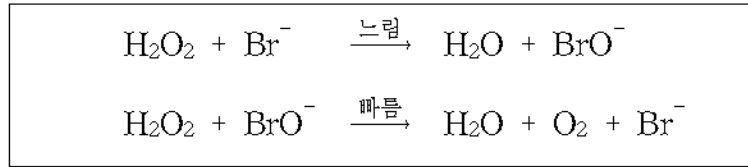
ㄱ. 평형상수는 298 K보다 400 K에서 작다.
 ㄴ. 정반응으로 진행될 때 반응 엔트로피는 감소한다.
 ㄷ. 정반응의 자발성은 298 K보다 400 K에서 작다.

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄷ | ③ ㄱ, ㄴ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

14. 배위화합물 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2\text{Cl}_2]^+$ 에서 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2(\text{en})$ 은 강한장 리간드이며, Co의 원자번호는 27이다. 이 화합물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 중심금속 Co의 산화수는 +3이다.
- ② 이 배위화합물은 반자성(diamagnetic)을 띤다.
- ③ 이 배위화합물의 시스(cis)-이성질체는 광학이성질체를 갖는다.
- ④ 이 배위화합물의 트랜스(trans)-이성질체는 자신의 거울상과 겹쳐지지 않는다.
- ⑤ $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2(\text{en})$ 은 두 자리 리간드로 Co와 배위공유결합하여 킬레이트(chelate)를 형성한다.

17. 다음은 과산화수소 분해반응의 반응메커니즘을 나타낸 것이다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

	<보 기>	
ㄱ. Br^- 은 촉매로 작용한다.		
ㄴ. BrO^- 은 반응중간체이다.		
ㄷ. 반응속도는 $[\text{H}_2\text{O}_2]^2$ 에 비례한다.		

- | | | |
|--------|-----------|--------|
| ① ㄱ | ② ㄷ | ③ ㄱ, ㄴ |
| ④ ㄴ, ㄷ | ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ | |

18. 유기 화합물의 분석 자료와 각 자료로부터 얻을 수 있는 화합물의 정보를 짝지은 것으로 옳지 않은 것은?

- ① 질량 스펙트럼 — 분자량
- ② X선 회절 — 탄소원자의 핵 스핀
- ③ 적외선(IR) 스펙트럼 — 작용기
- ④ ^1H 핵자기 공명(NMR) 스펙트럼 — 수소의 화학적 환경
- ⑤ 자외선/가시광선 스펙트럼 — π 결합의 컨쥬게이션(conjugation)

2009년도 46회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

ㄱ. 그림을 보면 질량수 79인 Br의 동위원소와 질량수 81인 Br 동위원소가 1:1의 비로 존재함을 알 수 있다. 그러므로 평균 원자량은 $79 \times \frac{1}{2} + 81 \times \frac{1}{2} = 80$ 이며 문제에서는 브롬의 평균 분자량을 물었으므로 Br₂의 평균분자량은 160g/mol이다.

ㄴ. ⁷⁹Br-⁷⁹Br (분자량 158), ⁷⁹Br-⁸¹Br, ⁸¹Br-⁷⁹Br (분자량 160), ⁸¹Br-⁸¹Br (분자량 162)로 존재할 수 있으므로 분자량이 다른 3종류의 Br₂ 분자가 존재하며 그 존재비는 1:2:1이다.

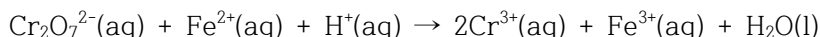
ㄷ. 분자량이 가장 큰 브롬 분자의 분자량은 162이며 가장 작은 브롬 분자의 분자량은 158이므로 질량수의 차이는 4이며 동위원소는 양성자수는 동일하되 중성자수가 다른 것을 의미하므로 질량수 차이 4는 중성자수의 차이이며 4이다.

정답 : ①

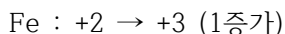
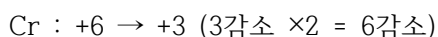
12.

산화수법으로 반응식을 완결해보면 다음과 같다.

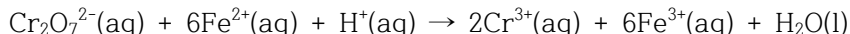
(1) 산화되고 환원되는 화학종의 원자수를 맞춘다.



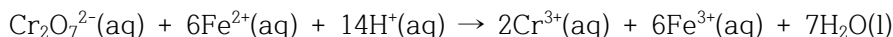
(2) 산화수를 맞춘다.



Cr에 1을 곱하고 Fe에는 6을 곱한다.



(3) O는 H₂O로 H는 H⁺으로 맞춘다.



① Cr₂O₇²⁻(aq)는 환원되었으므로 산화제이다.

② Fe²⁺(aq)는 산화되었으므로 환원제이다.

③ H⁺(aq)은 산화제도 아니며 환원제도 아니다. 산화 환원되지 않았기 때문이다.

④ c : d = 2 : 6 = 1 : 3이다.

⑤ a = 6, b = 14이고 c = 2, d = 6, e = 7이므로 (a + b = 20)값은 (c + d + e = 15)값보다 크다.

정답 : ④

13.

주어진 데이터를 이용해서 주어진 반응의 ΔH° 와 ΔS° 를 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ(\text{생성물}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{반응물}) \\ &= (1\text{mol} \times -603\text{kJ/mol}) - (4\text{mol} \times -111\text{kJ/mol}) = -159\text{kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta S^\circ &= \sum \Delta S^\circ(\text{생성물}) - \sum \Delta S^\circ(\text{반응물}) \\ &= (1\text{mol} \times 411\text{J/K mol}) - \{(1\text{mol} \times 30\text{J/K mol}) + (4\text{mol} \times 198\text{J/K mol})\} \\ &= -411\text{J/K}\end{aligned}$$

ㄱ. $\Delta H^\circ = -159\text{kJ}$ 로서 정반응의 반응열이 (-)이므로 정반응은 발열반응이다. 발열반응에서는 온도를 증가시키면 평형 상수는 작아지게 되므로 평형 상수는 298K보다 400K에서 작다.

ㄴ. $\Delta S^\circ = -411\text{J/K}$ 로서 표준 반응 엔트로피 값도 (-)이다. 그러므로 정반응으로 진행될 때 반응 엔트로피는 감소한다. 또한 반응식에서 4몰의 CO(g)가 1몰의 Ni(CO)₄(g)로 변화되므로 기체의 몰수가 감소되는 반응으로서 정반응으로 진행될 때 반응 엔트로피는 감소한다.

ㄷ. Ni(s) + 4CO(g) → Ni(CO)₄(g) 반응은 $\Delta H^\circ < 0$ 이고 $\Delta S^\circ < 0$ 인 반응이므로 저온에서 자발적으로 일어난다. 즉 온도가 높아지면 정반응의 자발성은 작아진다. 그러므로 정반응의 자발성은 298K보다 400K에서 작다.

참고적으로 자발적으로 일어날 수 있는 최대의 온도를 계산해보면 다음과 같다.

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = 0$ 인 온도보다 저온에서 자발적으로 일어나게 된다.

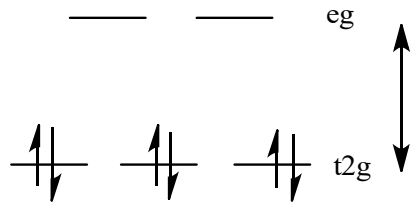
$$T = \frac{\Delta H^\circ}{\Delta S^\circ} = \frac{159\text{kJ}}{0.411\text{kJ/K}} = \text{약 } 387\text{K}$$

정답 : ⑤

14.

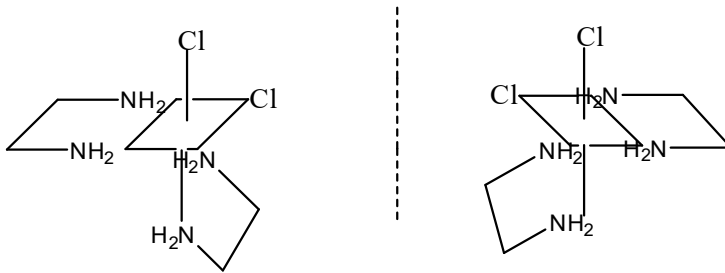
① 착이온의 전하 = 중심금속의 전하 + 리간드의 전하이므로 $+1 = x + (-1) \times 2$ 이므로 $x = +3$ 으로 중심금속 Co의 산화수는 +3이다.(Cl⁻은 전하가 -1이며 en은 중성이므로 전하가 0이기 때문이다.)

② Co³⁺의 전자배치는 [Ar]3d⁶이며 리간드인 en이 강한장 리간드라는 단서가 주어졌으므로 low spin(저스핀) 착이온을 형성한다. d⁶ low spin은 홀전자가 없는 반자기성이다.

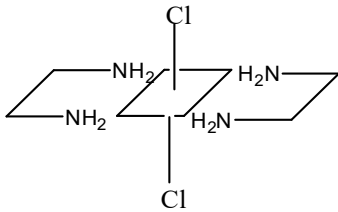


strong field ligand = low spin

③ $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ 의 시스 이성질체는 자신의 거울상과 겹치지 않으므로 광학활성을 가지고 광학이성질체(거울상 이성질체)가 존재한다.



④ $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ 의 트랜스 이성질체는 분자 내에 대칭면이 있고 자신의 거울상과 겹치며 광학활성이 없고 광학이성질체(거울상 이성질체)가 존재하지 않는다.

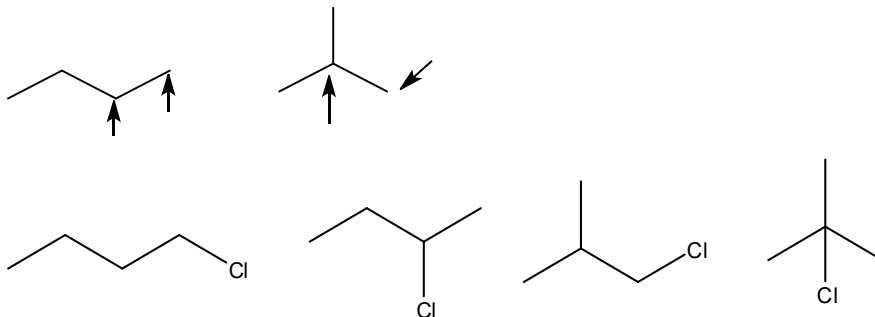


⑤ en은 중성의 두 자리 리간드로서 en과 같은 여러 자리 리간드를 킬레이트라고 한다.

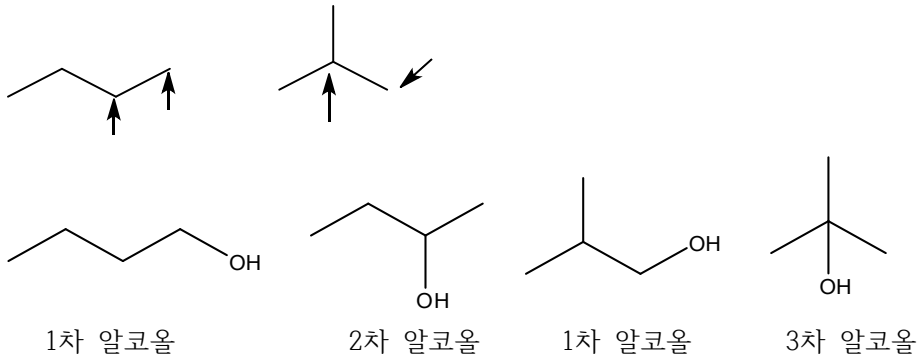
정답 : ④

15.

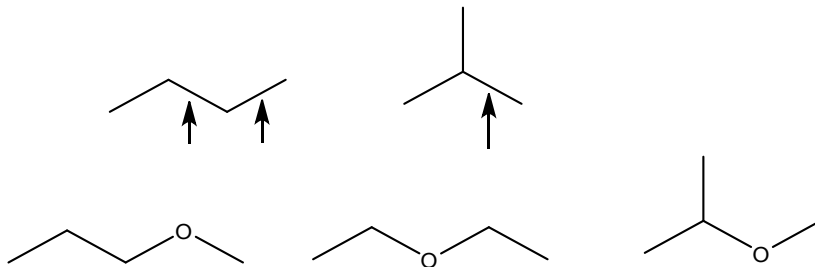
구조 이성질체는 분자식은 같으나 구조와 성질이 다른 화합물을 말한다. 이런 유형의 문제를 해결함에 있어서는 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ 의 불포화도는 0이므로 단일결합 화합물임을 의미한다는 것에 착안점을 두고 해결할 수 있다. 즉 가능한 C_4H_{10} 의 구조는 다음 2개이며 가능한 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ 의 구조는 아래 그림에서 화살표가 있는 탄소에 Cl이 붙은 4개가 있다. 그러므로 a=4이다.



$C_4H_{10}O$ 의 불포화도는 0이므로 단일결합 화합물임을 의미한다는 것에 착안점을 두고 해결할 수 있다. 즉 가능한 C_4H_{10} 의 구조는 다음 2개이며 가능한 알코올의 구조는 아래 그림에서 화살표가 있는 탄소에 OH가 붙은 4개가 있다.

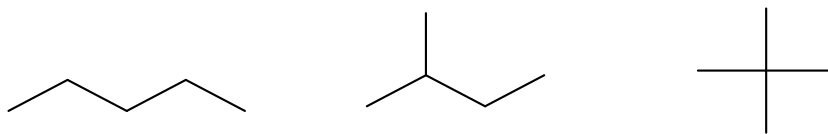


$C_4H_{10}O$ 의 구조 이성질체 중에는 ether 화합물도 가능하다. 마찬가지로 C_4H_{10} 의 구조에서 화살표가 있는 곳에 O가 끼어 들어간 구조가 가능하며 가능한 ether의 개수는 3개이다.



그러므로 $C_4H_{10}O$ 의 총 구조 이성질체의 개수 $b=7$ 이다.

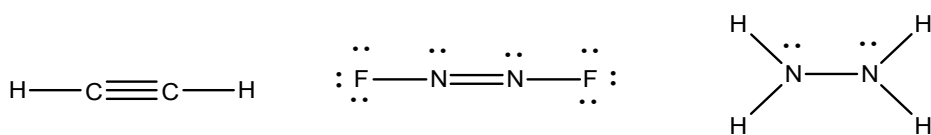
C_5H_{12} 의 구조 이성질체는 다음 3개이며 $c=3$ 이다.



정답 : ③

16.

각 화합물의 루이스 구조를 그려보면 다음과 같다.



ㄱ. 각 화합물의 중심 원자(C, N)의 혼성 오비탈은 차례대로 sp , sp^2 , sp^3 이다. 그러므로 결합 각은 180° , 약 120° , 약 109.5° 를 가지므로 결합각이 가장 작은 것은 N_2H_4 이다.

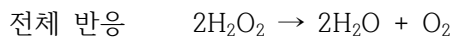
ㄴ. 결합에너지가 크다는 의미는 결합이 강하다는 의미이다. 즉 삼중결합은 이중결합보다 결합이 강하고 이중결합은 단일결합보다 결합이 강하므로 중심원자 간 결합에너지는 C_2H_2 가 N_2H_4 보다 크다.

ㄷ. 혼성 오비탈이 sp 인 C_2H_2 는 직선형 분자이므로 모든 원자는 동일 평면에 존재하며, 혼성 오비탈이 sp^2 인 N_2F_2 도 평면 삼각형 분자이므로 모든 원자는 동일 평면에 존재하나 혼성 오비탈이 sp^3 인 N_2H_4 는 정사면체 구조이므로 모든 원자는 동일 평면에 존재할 수 없다.

정답 : ③

17.

주어진 반응 메카니즘은 1단계가 느리며 속도 결정 단계(r.d.s)이므로 반응 속도식은 1단계의 반응물의 농도로 표시할 수 있으므로 반응 속도식과 전체 반응을 쓰면 다음과 같다.



ㄱ. Br^- 은 1단계에서 들어갔다가 2단계에서 회수되고 있으며 반응 속도식에는 나타날 수 있으나 전체 반응식에는 나타나지 않으므로 촉매이다.

ㄴ. BrO^- 은 1단계에서 나타났다가 2단계에서 사라지며 반응 속도식에도 전체 반응식에도 나타나지 않는 중간체이다.

ㄷ. 반응 속도식을 보면 반응 속도는 $[H_2O_2]$ 에 1차로 의존하므로 반응 속도는 $[H_2O_2]^2$ 에 비례하는 것이 아니라 $[H_2O_2]$ 에 비례한다.

정답 : ③

18.

① 질량 스펙트럼은 분자의 분자량에 대한 정보를 제공해준다.

② X선 회절 방법으로는 고체의 결정구조에 대한 정보를 제공해준다. 탄소 원자의 핵스핀은 ^{13}C NMR이며 라디오파의 주파수를 이용하여 알아낼 수 있다.

③ IR 스펙트럼으로는 분자의 작용기를 알아낼 수 있다.

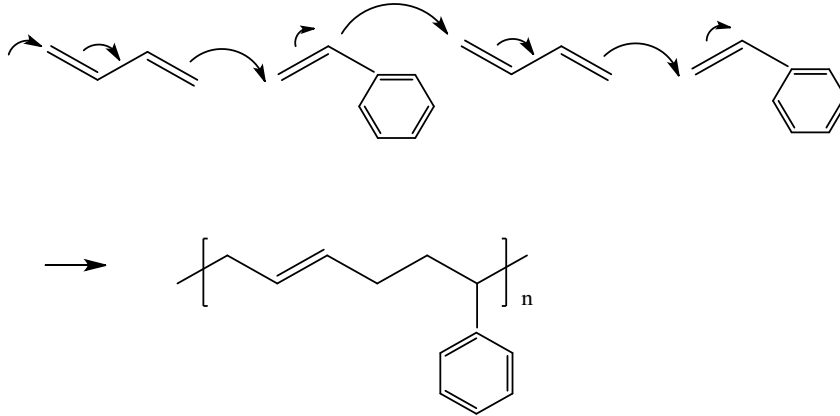
④ 1H NMR로는 수소의 화학적 환경 혹은 자기적 환경에 대한 정보를 제공해준다.

⑤ 자외선/가시광선 스펙트럼으로는 conjugation 이중결합에 대한 정보를 제공해준다.

정답 : ②

19.

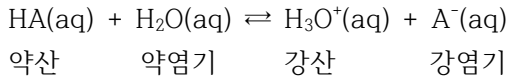
공중합이란 서로 다른 단량체를 이용하여 고분자 화합물을 생성시키는 것을 말하며 음이온 중합반응으로 SBR 공중합이 일어나는 과정을 대략적으로 그리면 다음과 같다.



정답 : ①

20.

ㄱ. $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ 이며 $K < 1$ 이므로 반응물이 우세하여 생성물이 강산, 강염기 반응물이 약산, 약염기가 된다. 그러므로 A^- 은 H_2O 보다 강염기이다.



ㄴ. 헨더슨 하셀바흐 식을 이용하여 풀어보면 다음과 같다.

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$5 = 4.75 + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \text{ 이므로 } \frac{[A^-]}{[HA]} > 1 \text{ 이다. 그러므로 } \frac{[HA]}{[A^-]} < 1 \text{ 이다.}$$

다른 방법으로는 K_a 식을 이용해서 해결할 수 있다.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \text{ 이며 } \frac{[HA]}{[A^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} = \frac{10^{-5}}{1.8 \times 10^{-5}} < 1 \text{ 이다.}$$

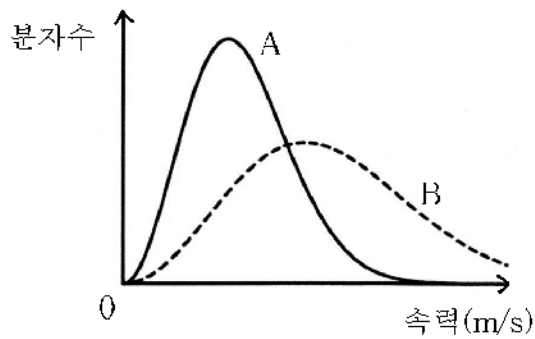
ㄷ. 해리백분율(α) = $\sqrt{\frac{K_a}{C}}$ 이므로 K_a 값이 크면 크고 농도가 묽어지면 커진다. 즉 수용액에 물을 첨가하여 희석시키면 HA의 이온화도(해리백분율)는 증가한다.

정답 : ⑤

11. 다음 중 기하 이성질체가 가능한 화합물은?

- ① 1,2-dichloroethane
- ② 1,2-dichloroethene
- ③ 1,2-dichloroethyne
- ④ 1,2-dimethylcyclohexene
- ⑤ 1-chloro-2-methylcyclohexene

12. 그림은 500 K에서 같은 몰수로 존재하는 기체 A와 B의 속력 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

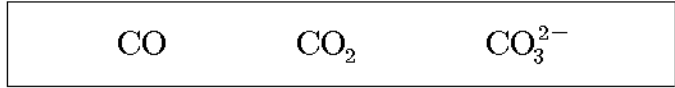
ㄱ. 기체 A의 모든 분자는 운동에너지가 같다.

ㄴ. 분자량은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 평균 운동에너지는 A와 B가 같다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

13. 다음은 탄소와 산소로 이루어진 세 가지 화학종이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, C와 O의 원자번호는 각각 6과 8이다.)

- ① CO의 탄소원자는 *sp* 혼성화 되어 있다.
- ② CO₂의 영구 쌍극자 모멘트는 0이다.
- ③ CO₃²⁻은 사면체 구조이다.
- ④ CO₃²⁻은 공명구조를 갖는다.
- ⑤ 세 가지 화학종은 모두 반자기성이다.

14. 이원자 분자 AB는 2주기 원소 A와 B로 구성되며, A와 B의 원자가전자 수의 합은 11이다. 다음은 AB의 분자궤도함수를 에너지 준위가 증가하는 순서로 나타낸 것이다.

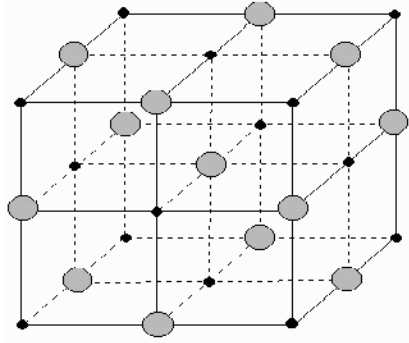


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소이고, AB는 바닥상태 중성 분자이다.)

<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>
< 보 기 >	
<p>ㄱ. 결합길이는 AB가 AB⁺보다 짧다.</p> <p>ㄴ. AB의 결합차수는 2.5이다.</p> <p>ㄷ. AB⁺과 일산화탄소는 등전자 화학종이다.</p>	

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 그림은 NaCl 결정구조를 나타낸 것이다.



NaCl 결정에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보 기> —

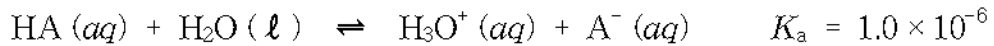
- ㄱ. Na^+ 에 가장 근접한 Na^+ 의 개수는 Na^+ 에 가장 근접한 Cl^- 의 개수와 같다.
- ㄴ. 가장 근접한 두 Na^+ 사이의 핵간 거리는 가장 근접한 Na^+ 와 Cl^- 사이의 핵간 거리의 $\sqrt{2}$ 배이다.
- ㄷ. 단위세포 당 Cl^- 의 개수는 4개이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 분자식이 C_xH_y 인 기체 1.16 g은 0°C , 1기압에서 부피가 1L이고, 질량 구성비는 C = 92.4%, H = 7.6%이다. $x+y$ 값은? (단, C_xH_y 는 이상기체이고, C와 H의 원자량은 각각 12.0과 1.0이다.)

- ① 2
- ② 3
- ③ 4
- ④ 5
- ⑤ 6

17. 다음은 약산 HA 수용액의 평형 반응식과 이온화상수(K_a)이다.



HA 수용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 1.0 M 수용액의 pH는 3이다.
- ㄴ. 0.01 M 수용액의 해리백분율은 1%이다.
- ㄷ. 해리백분율은 0.01 M 수용액이 1.0 M 수용액보다 작다.

- ① ㄷ
- ② ㄱ, ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 배위 화합물 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}]\text{Cl}$ 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ${}_{30}\text{Zn}$ 은 12족 원소이고, 물의 어는점 내림 상수는 $K_f = 1.9 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$ 이다.)

<보 기>

- ㄱ. 배위수는 4이다.
- ㄴ. 착이온의 구조는 평면 사각형이다.
- ㄷ. 1.0 몰랄(m) 농도 수용액의 어는점은 $-1.9 \text{ }^\circ\text{C}$ 이다.
- ㄹ. 1몰이 녹아있는 수용액에 과량의 AgNO_3 을 녹이면 1몰의 $\text{AgCl}(s)$ 이 석출된다.

- ① ㄱ, ㄹ
- ② ㄴ, ㄷ
- ③ ㄷ, ㄹ
- ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

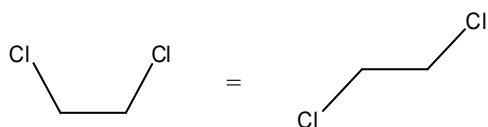
2010년도 47회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

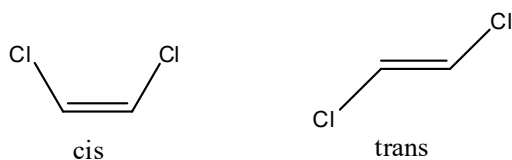
11.

기하 이성질체는 이중결합 화합물과 고리형 화합물에서 가능할 수 있다. 구체적으로는 큰 치환기가 이중결합이나 고리의 같은 쪽에 존재할 때에는 cis라고 하고 반대편에 존재할 때에는 trans라고 한다.

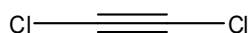
① 1,2-dichloroethane : 아래의 두 구조는 기하 이성질체가 아니라 같은 구조이다. 단일결합은 자유롭게 회전이 가능하기 때문이다.



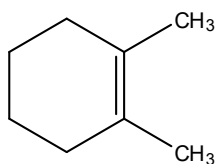
② 1,2-dichloroethene : 아래의 두 구조가 기하 이성질체이다. 두 화합물은 물리적 성질도 다르다. 구체적으로는 cis는 극성을 띄므로 끓는점이 높고, trans는 결정에 잘 쌓이므로 녹는점이 더 높다.



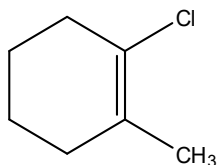
③ 1,2-dichloroethyne : 삼중결합 화합물에도 기하 이성질체는 존재하지 않는다.



④ 1,2-dimethylcyclohexene : 이중결합 화합물이나 기하 이성질체는 존재하지 않는다.



⑤ 1-chloro-2-methylcyclohexene : 기하 이성질체는 존재하지 않는다.



정답 : ②

12.

ㄱ. 그림은 속력 분포를 나타낸 것이다. 속력 분포를 보면 속력이 너무 작은 분자와 너무 큰 분자의 분자수는 많지 않고 적당한 속력을 가진 분자가 가장 많이 분포되어 있다는 것을 알 수 있다. 즉 기체의 속력은 모두 동일하지 않으며 기체마다 다르긴 하나 대략적으로는 그 온도에서 적당한 속력을 가진 분자가 가장 많이 분포되어 있음을 의미한다. 또한 기체 분자의 운동에너지는 다음의 식으로 표현될 수 있다.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT \quad (m : \text{질량}, v : \text{속력}, k : \text{볼츠만 상수}, T : \text{절대온도})$$

즉 기체 A의 모든 분자는 속력이 모두 동일하지는 않으므로 모든 기체의 운동에너지도 같지 않다.

ㄴ. 기체의 속력은 다음의 식으로 표현할 수 있다.

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

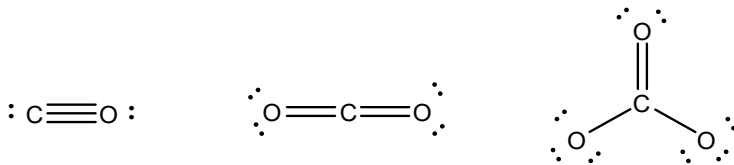
기체의 분자량은 속력과 반비례 관계에 있으므로 기체의 분자량이 크면 속력이 느리다. 그림에서 A는 B보다 속력이 느리므로 분자량은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 평균 운동 에너지 $E = \frac{3}{2}RT$ 이므로 평균 운동에너지는 온도에만 의존한다. 위 그림은 500K에서 A, B의 속력 분포이므로 온도가 동일하여 평균 운동 에너지는 A와 B가 같다.

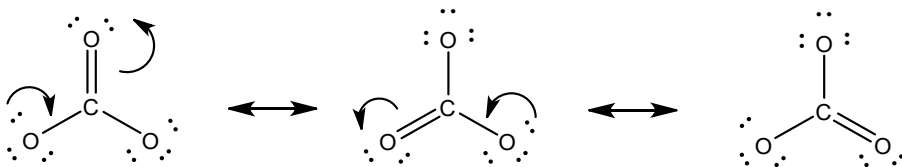
정답 : ⑤

13.

모든 화합물의 전자쌍을 포함한 루이스 구조를 그리면 다음과 같다.



- ① CO의 탄소원자는 SN=2이므로 sp 혼성화 되어 있다.
- ② CO₂는 전기음성도가 큰 산소가 양쪽에서 동일한 힘으로 전자를 당기므로 벡터합이 상쇄되어 영구 쌍극자 모멘트가 0인 비극성 분자이다.
- ③ CO₃²⁻은 SN=3인 평면 삼각형 구조이며 중심원자 C의 혼성 오비탈은 sp²이다.
- ④ CO₃²⁻의 공명 구조는 다음과 같다.



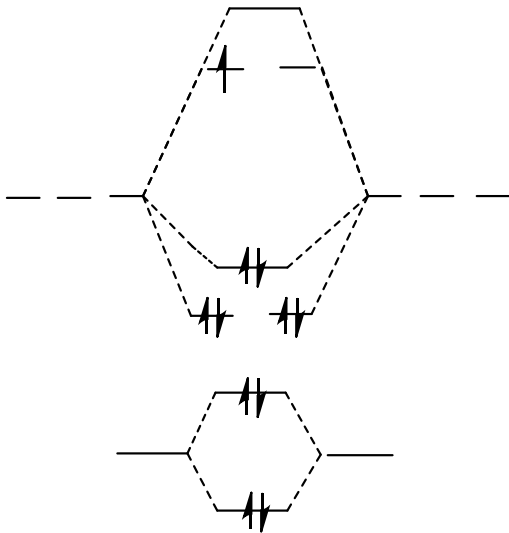
⑤ 세 가지 화학종 모두 홀전자를 가지고 있지는 않고 전자가 모두 쌍을 이루고 있으므로 반

자성이다.

정답 : ③

14.

A, B의 원자가 전자수의 합은 11이라고 했으므로 주어진 정보대로 MOT 그림을 그리면 다음과 같다. (단, 문제에서 A, B의 전기음성도가 주어지지 않았으므로 A, B의 원자 에너지는 무시하고 그림을 그렸다. 실제로는 전기음성도가 더 큰 원자의 에너지가 더 낮게 그려져야 한다.)



ㄱ. L. AB의 결합차수는 $\frac{\text{bonding } e - \text{antibonding } e}{2} = \frac{8-3}{2} = 2.5$ 이고 AB⁺의 결합차수는 $\frac{8-2}{2} = 3$ 이므로 결합차수는 AB⁺이 더 크다. 결합차수가 크다는 의미는 결합이 강하며 결합 길이는 짧고 기준 진동수가 크다는 것을 의미하므로 결합길이는 AB가 AB⁺보다 길다.

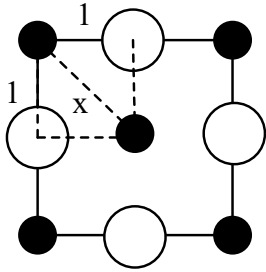
ㄷ. AB⁺의 결합차수도 3이고 CO의 결합차수도 3이며 MOT 그림의 형태도 동일하므로 등전자 화학종이다.

정답 : ④

15.

ㄱ. Na⁺에 가장 근접한 Na⁺의 개수는 Na⁺만으로도 면심입방 결정격자(f.c.c)이므로 f.c.c의 배위수인 12이다. Na⁺에 가장 근접한 Cl⁻의 개수는 6개이다. NaCl 결정은 Na⁺의 배위수도 6이고 Cl⁻의 배위수도 6이다.

ㄴ. NaCl 결정 구조를 윗면에서 내려다본 단면도를 그려보면 다음과 같다. 이 때 Na⁺은 Cl⁻보다 사이즈가 작으므로 Na⁺은 꼭지점과 면에 위치하고 Cl⁻이 모서리에 위치하는 그림을 나타낸 것이다.



가장 근접한 두 Na^+ 사이의 핵간거리는 위 그림에서 x 이며 가장 근접한 Na^+ 과 Cl^- 사이의 핵간 거리를 1이라고 하면 $x = \sqrt{2}$ 이다.

ㄷ. 주어진 그림에서는 사이즈가 큰 원이 Cl^- 이므로 Cl^- 은 모서리와 체심에 위치하고 있음을

알 수 있으며 단위세포당 Cl^- 의 개수는 $N_{\text{체심}} + \frac{N_{\text{면심}}}{2} + \frac{N_{\text{모서리}}}{4} + \frac{N_{\text{꼭지점}}}{8} =$

$$1 + \frac{0}{2} + \frac{12}{4} + \frac{0}{8} = 4 \text{이다.}$$

참고적으로 Cl^- 이 면심입방 결정격자로 꼭지점과 면에 존재하고 Na^+ 은 모서리와 체심에 존재한다고 단순하게 암기한 수험생은 Cl^- 도 면심입방 결정격자이고 Na^+ 만으로도 면심입방 결정격자가 되므로 그림처럼 거꾸로 나타내 주어도 무방하다는 사실을 알아두기 바란다.

정답 : ④

16.

주어진 정보를 이용하여 이 기체의 분자량을 구해보면 다음과 같다. 이 기체는 0°C , 1기압 (STP)에서 1.16g이 1L라고 하였으므로 이 기체의 밀도는 1.16g/L이며 STP에서 밀도를 알면 분자량은 쉽게 구할 수 있다.

$$d = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} = \frac{\text{분자량}}{22.4L} \text{ 이므로 분자량} = d \times 22.4L = 1.16\text{g/L} \times 22.4L = 26\text{g/mol이다.}$$

또 다른 방법으로는 $PV = nRT = \frac{w}{M}RT$ 식에 각각을 대입하여 분자량을 구할수도 있다.

$$M = \frac{wRT}{PV} = \frac{1.16 \times 0.082 \times 273}{1 \times 1} = 26\text{g/mol}$$

또한 각각의 질량 구성비가 C : H = 92.4% : 7.6%로 제시되어 있으며 이 질량 구성비를 몰 비로 바꾸려면 해당 원자의 원자량으로 나누어 준다. 즉 C : H(몰비) = $\frac{92.4}{12} : \frac{7.6}{1} = 1:1$ 이므로 이 화합물의 실험식은 CH이다.

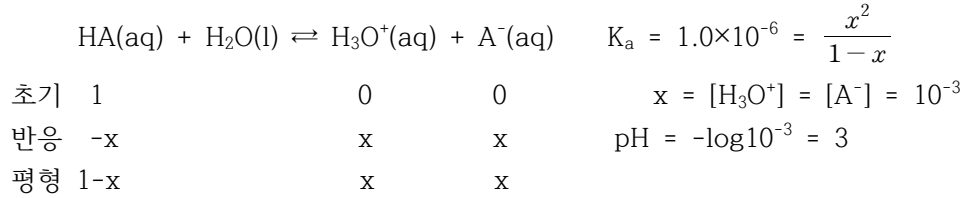
실험식에 정수배를 한 것이 분자식이며 분자량이 주어져 있으므로 다음이 성립한다.

$$(\text{CH})_n = 26, (13)_n = 26, n=2 \text{이므로 분자식은 } \text{C}_2\text{H}_2 \text{이고 } x+y \text{값은 } 4 \text{이다.}$$

정답 : ③

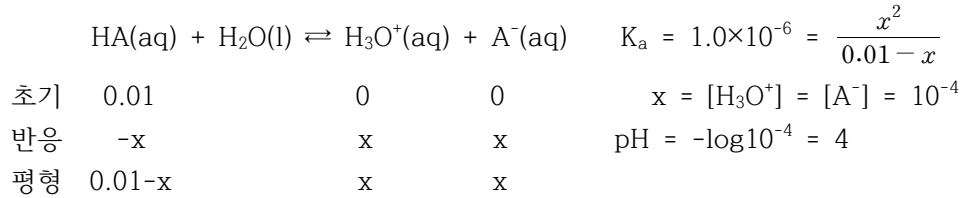
17.

ㄱ. K_a 식을 이용하여 pH를 계산할 수 있다.



또 다른 방법으로 $[H_3O^+] = \sqrt{C K_a} = \sqrt{1.0 \times 1.0 \times 10^{-6}} = 10^{-3}$, $pH = -\log 10^{-3} = 3$ 이다.

ㄴ. 해리백분율(α) = $\frac{[\text{해리된 농도}]}{[\text{초기 농도}]} = \frac{[H_3O^+]}{[\text{초기 농도}]}$ 이므로 0.10M 수용액의 $[H_3O^+]$ 를 구해보면 다음과 같다.



해리백분율(α) = $\frac{[\text{해리된 농도}]}{[\text{초기 농도}]} = \frac{[H_3O^+]}{[\text{초기 농도}]} = \frac{10^{-4}}{0.01} \times 100 = 1\%$

또 다른 방법으로는 해리백분율(α) = $\sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{10^{-6}}{10^{-2}}} \times 100 = 1\%$ 이다.

ㄷ. 해리백분율(α) = $\sqrt{\frac{K_a}{C}}$ 이므로 K_a 값이 크면 크고 농도가 묽어지면 커진다. 그러므로 0.01M 수용액이 1.0M 수용액보다 해리백분율이 더 크다.

정답 : ㉔

18.

ㄱ. $[Zn(H_2O)_3Cl]Cl \rightarrow [Zn(H_2O)_3Cl]^+ + Cl^-$ 으로 해리된다. Zn^{2+} 에는 리간드로서 H_2O 이 3개 Cl^- 이 1개가 배위되어 $[Zn(H_2O)_3Cl]^+$ 착이온을 형성하며 배위수는 4이다.

ㄴ. Zn^{2+} , Cd^{2+} 이 4개의 리간드와 결합하여 착이온을 생성시킬 때 보통 정사면체 구조를 만든다. 다만 이것을 꼭 암기하여야만 이 문제를 해결할 수 있는 것은 아니다. 이 지문을 몰라도 보기의 지문에서 해결할 수 있으므로 단순 암기용 문제는 아니다.

ㄷ. $[Zn(H_2O)_3Cl]Cl \rightarrow [Zn(H_2O)_3Cl]^+ + Cl^-$ 으로 해리된다. 배위 화합물이 물속에서 해리되므로 해리되는 정도를 고려하면 반트호프 factor(i)를 고려하여 어는점 내림값을 구하여야 한다. 이 문제에서 정확하게 얼마나 해리되는지에 대한 단서가 없으므로 100% 해리된다고 가정하여

도 문제가 되지 않는다. 즉 반트호프 factor(i)=2이다. 그러면 어는점 내림은 다음과 같다.

$$\Delta T_f = K_f \times m \times i = 1.9^\circ\text{C kg/mol} \times 1.0 \text{ mol/kg} \times 2 = 3.8^\circ\text{C}$$

순수한 물의 어는점은 0°C 이므로 1.0m 농도 수용액의 어는점은 -3.8°C 이다.

ㄹ. $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}]\text{Cl} \rightarrow [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}]^+ + \text{Cl}^-$ 으로 해리되며 착이온의 상대이온인 Cl^- 은 Ag^+ 과 $\text{AgCl}(\text{s})$ 침전물을 석출시킨다. 그러므로 이 배위화합물 1몰이 녹아있는 수용액은 1몰의 Cl^- 이 생성되므로 과량의 AgNO_3 을 녹여도 1몰의 $\text{AgCl}(\text{s})$ 이 석출된다.

정답 : ①

19.

ㄱ. 그림에서 A는 초기농도 4M에서 평형상태의 농도인 2M로 2M만큼 줄어든 때 B는 초기 0에서 평형상태의 농도인 3M로 3M만큼 증가 되었음을 알 수 있다. 이것은 반응식의 앞의 계수비를 의미한다. 즉 $a\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons b\text{B}(\text{g})$ 에서 $a=2, b=3$ 임을 의미한다. 그러면 반응식은 $2\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{B}(\text{g})$ 이며 이 반응의 평형 상수는 $K = \frac{[\text{B}]^3}{[\text{A}]^2} = \frac{3^3}{2^2} = \frac{27}{4}$ 이다.

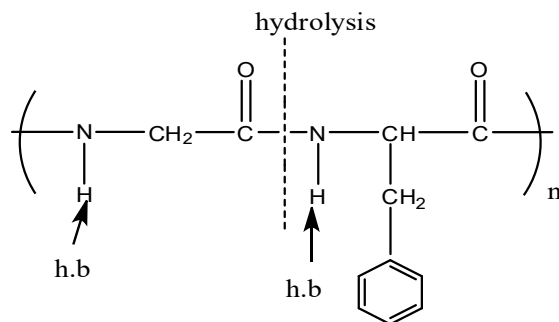
$$K = \frac{[\text{B}]^3}{[\text{A}]^2} = \frac{3^3}{2^2} = \frac{27}{4}$$

ㄴ. 평형상수는 농도와 압력의 변화에 의해서는 변화되지 않으며 오직 온도가 변하면 변하므로 A의 초기농도가 4M일 때와 8M일 때의 평형상수는 동일하다.

ㄷ. $2\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{B}(\text{g})$ 반응의 반응열은 $\Delta H < 0$ 이므로 이 반응은 정반응은 발열 반응이다. 온도를 높이면 흡열 반응쪽으로 평형이 이동하므로(르샤틀리에의 원리) 200°C 로 온도를 높이면 역반응인 흡열 반응쪽으로 평형이 이동하여 새로운 평형에서의 A의 농도는 2M보다 크다.

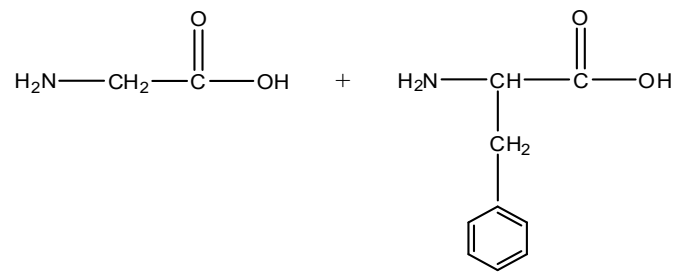
정답 : ⑤

20.



ㄱ. 수소결합은 N, O, F에 수소가 바로 붙어 있는 화합물일 때 분자 간의 결합을 말하며 그림에서 화살표로 표시된 수소는 N에 수소가 바로 붙어 있으므로 수소결합(hydrogen bonding, h.b)이 가능한 수소이며 분자 간의 결합이다.

ㄴ. 아래 2가지 아미노산이 물 분자가 빠져나가며 고분자 화합물이 생성되며 작은 분자(물 분자)가 빠져나가며 진행되는 반응이므로 축합중합 고분자 화합물이다.



ㄷ. 위 그림에서 점선으로 표시된 부분에서 가수분해(hydrolysis)반응이 일어날 수 있으며 가수분해 반응이 일어나면 2개의 아미노산으로 분리될 수 있다.

정답 : ⑤

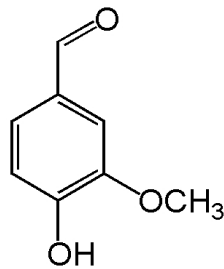
11. 다음은 임의의 중성 원자 A~D의 각 전자 껍질에 채워진 전자의 수를 나타낸 것이다.

A : K(2) L(8)
 B : K(2) L(8) M(1)
 C : K(2) L(8) M(7)
 D : K(2) L(8) M(8) N(1)

기체 상태인 바닥 상태의 원자 A~D에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, K, L, M, N은 전자 껍질이다.)

- ① 음이온이 되기 가장 쉬운 것은 A이다.
- ② 양이온이 되기 가장 쉬운 것은 D이다.
- ③ 원자 반지름은 B가 C보다 작다.
- ④ B와 C에 존재하는 홀전자수는 다르다.
- ⑤ B와 D는 같은 주기 원소이다.

12. 다음은 바닐린(vanillin)의 구조식이다.



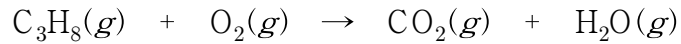
바닐린에 포함되어 있는 작용기로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 알데하이드(aldehyde)	ㄴ. 케톤(ketone)
ㄷ. 에스터(ester)	ㄹ. 에테르(ether)
ㅁ. 알코올(alcohol)	

- ① ㄱ, ㄹ
- ② ㄴ, ㄷ
- ③ ㄱ, ㄹ, ㅁ
- ④ ㄴ, ㄷ, ㅁ
- ⑤ ㄷ, ㄹ, ㅁ

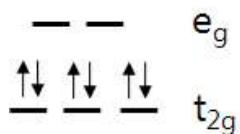
13. 다음은 계수를 맞추지 않은 프로페인(C₃H₈)의 연소 반응식이다.



273°C, 1 atm에서 0.2 mol의 프로페인을 완전히 연소시키기 위해 필요한 산소의 최소 부피는? (단, 산소는 이상 기체 방정식을 따르고, 0°C에서 $RT = 22.4 \text{ L} \cdot \text{atm/mol}$ 이다.)

- ① 11.2 L ② 22.4 L ③ 33.6 L ④ 44.8 L ⑤ 56.0 L

14. 다음은 저스핀인 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 에서 Co^{3+} 이온의 바닥 상태에서의 d-전자 배치와 d-d 전이의 흡수선 파장을 나타낸 것이다.

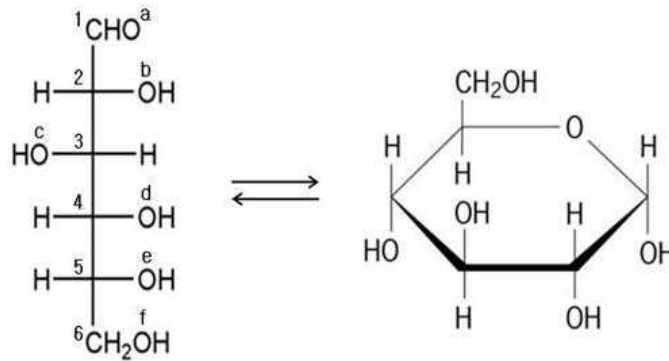
착이온	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$
d-전자 배치	
흡수선 파장	220 nm

고스핀인 CoF_6^{3-} 에서 Co^{3+} 이온의 바닥 상태에서의 홀전자수와 d-d 전이의 흡수선 파장을 옳게 나타낸 것은?

홀전자수 흡수선 파장

- ① 0 220 nm보다 길다.
 ② 2 220 nm보다 짧다.
 ③ 2 220 nm보다 길다.
 ④ 4 220 nm보다 짧다.
 ⑤ 4 220 nm보다 길다.

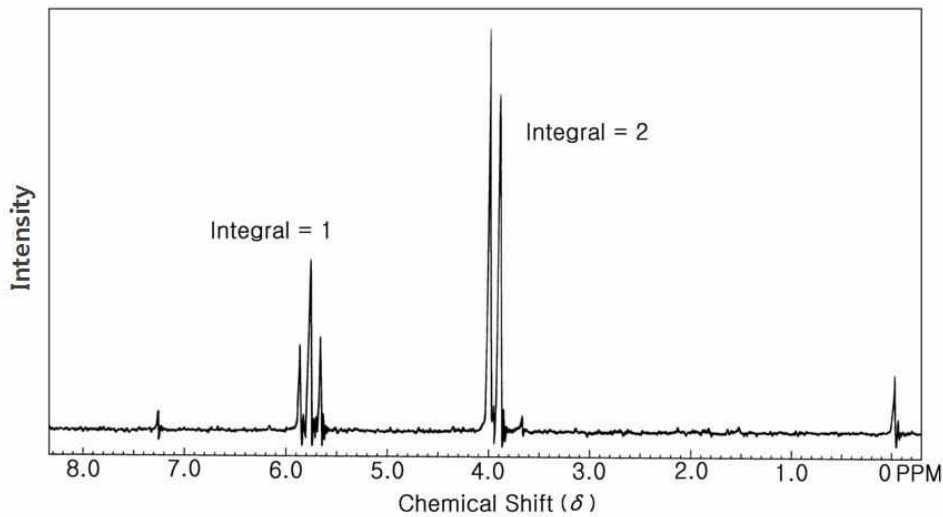
15. 수용액에서 포도당(D-glucose)은 그림과 같이 사슬형과 고리형으로 존재할 수 있다.



수용액에서 사슬형 포도당이 고리형으로 바뀌면서 새로운 화학 결합이 만들어질 때, 결합하는 탄소(번호)와 산소(알파벳)로 옳은 것은?

- ① 탄소 - 1, 산소 - e ② 탄소 - 2, 산소 - f ③ 탄소 - 4, 산소 - b
- ④ 탄소 - 5, 산소 - a ⑤ 탄소 - 6, 산소 - c

16. 다음은 에테인의 수소가 염소로 치환된 어떤 화합물의 ^1H NMR 스펙트럼이다.

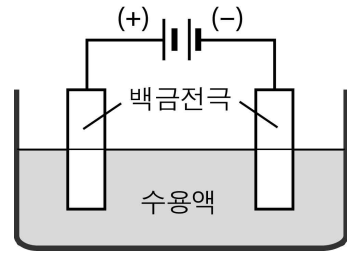


이에 해당하는 화합물로 옳은 것은?

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ② CHCl_2CH_3 ③ $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$
- ④ $\text{CHCl}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ⑤ $\text{CHCl}_2\text{CHCl}_2$

17. 표는 25°C에서 세 가지 물질의 1.0 M 수용액을 각각 그림과 같이 전기 분해하였을 때 각 전극에서 얻어진 물질을 나타낸 것이다.

물질 \ 전극	(+)전극	(-)전극
ASO ₄	(가)	A
BCl	Cl ₂	H ₂
B ₂ SO ₄	O ₂	H ₂



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 금속 원소이다.)

————— <보 기> —————

ㄱ. (가)는 O₂이다.
 ㄴ. 표준 환원 전위는 A가 B보다 크다.
 ㄷ. BCl 수용액을 전기 분해하면 수용액의 pH가 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 다음은 25°C에서 옥살산 칼슘(CaC₂O₄)의 용해 평형과 관련된 반응식과 평형 상수이다.

$\text{CaC}_2\text{O}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(aq)$	$K_{\text{sp}} = 1.3 \times 10^{-8}$
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(aq) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{HC}_2\text{O}_4^-(aq)$	$K_{\text{a1}} = 5.4 \times 10^{-2}$
$\text{HC}_2\text{O}_4^-(aq) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(aq)$	$K_{\text{a2}} = 5.4 \times 10^{-5}$

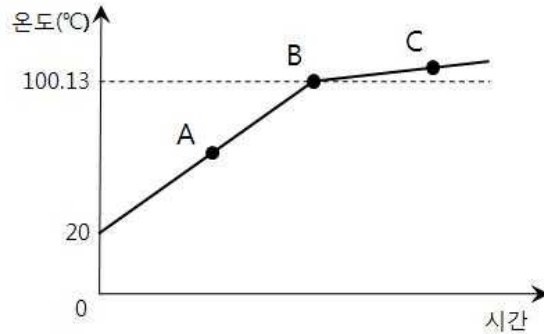
과량의 고체 옥살산 칼슘으로 포화된 수용액에서 옥살산 칼슘의 용해도에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용해도의 단위는 mol/L이다.)

————— <보 기> —————

ㄱ. 물을 첨가하면 용해도가 증가한다.
 ㄴ. Na₂C₂O₄을 첨가하면 용해도가 증가한다.
 ㄷ. 묽은 질산을 첨가하면 용해도가 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

19. 그림은 포도당 수용액 500 g을 1 atm 상태에서 가열할 때 시간에 따른 수용액의 온도 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 몰랄 오름 상수 K_b 는 $0.52^\circ\text{C}/m$ 이다.)

— <보 기> —

ㄱ. 수용액의 % 농도는 상태 A 에서보다 상태 C 에서 더 크다.
 ㄴ. 상태 B 에서 수용액의 증기 압력은 1 atm보다 크다.
 ㄷ. 가열 전 수용액의 몰랄 농도는 $0.5 m$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 다음은 산화철(III)(Fe_2O_3)을 열분해하여 철(Fe)을 얻는 화학 반응식과 그와 관련된 열화학 자료이다.



	표준 생성 엔탈피 ΔH_f° (kJ/mol)	표준 엔트로피 S° (J/K · mol)
Fe(s)	0	30
Fe ₂ O ₃ (s)	- 810	90
O ₂ (g)	0	200

이 자료로부터 산화철(III)을 열분해하여 철(Fe)을 얻을 수 있는 가장 낮은 온도는? (단, 온도에 따른 표준 생성 엔탈피와 표준 엔트로피의 변화는 무시한다.)

- ① 1500 K ② 2000 K ③ 2500 K ④ 3000 K ⑤ 3500 K

2011년도 48회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

K 껍질은 주양자수(n)이 1이고 L 껍질은 2, M 껍질은 3, N 껍질은 4이므로 A~D의 전자배치와 해당 원자는 다음과 같다.

A : $1s^2 2s^2 2p^6$ (Ne)

B : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (Na)

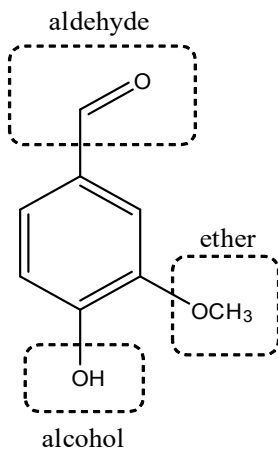
C : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (Cl)

D : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (K)

- ① 음이온이 되기 가장 쉬운 것은 원자가 전자가 7개여서 1가 음이온이 되려는 경향성이 있는 C(Cl)이다.
- ② 양이온이 되기 가장 쉬운 것은 원자가 전자가 1개인 B(Na)와 D(K)가 있는데 이 중에서 금속성이 더 큰 원자는 K이므로 양이온이 되기 가장 쉬운 것은 D(K)이다. 참고적으로 주기율표에서 금속성은 좌로 갈수록 아래로 갈수록 커진다.
- ③ B(Na)와 C(Cl)의 원자반지름을 비교해보면 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 핵의 전하가 증가하여 원자반지름이 감소 되므로 $B(Na) > C(Cl)$ 이다.
- ④ B(Na)와 C(Cl)의 홀전자 수는 모두 1개로 같다.
- ⑤ B(Na)와 D(K)는 같은 1족 원소이다.

정답 : ②

12.



몇 가지 작용기를 정리해보면 다음과 같다.

ROH : 알코올(alcohol) , ROR : 에테르(ether) , $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ 알데하이드(aldehyde)

$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$ 케톤(ketone), $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 카복시산(carboxylic acid),

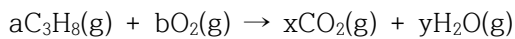
$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}$ 에스터(ester), $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2(\text{NHR}, \text{NR}_2)$ 아마이드(amide)

$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{X}$ 아실 할라이드(acyl halide), $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$ 산무수물(anhydride)

정답 : ③

13.

미정계수법을 이용하여 반응식을 완결시키면 다음과 같다.

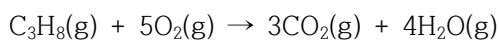


C에 대해 : $3a = x$

H에 대해 : $8a = 2y$

O에 대해 : $2b = 2x + y$

$a=1$ 이라면 $x=3, y=4, b=5$ 이므로 대입하면 반응식이 완결된다.



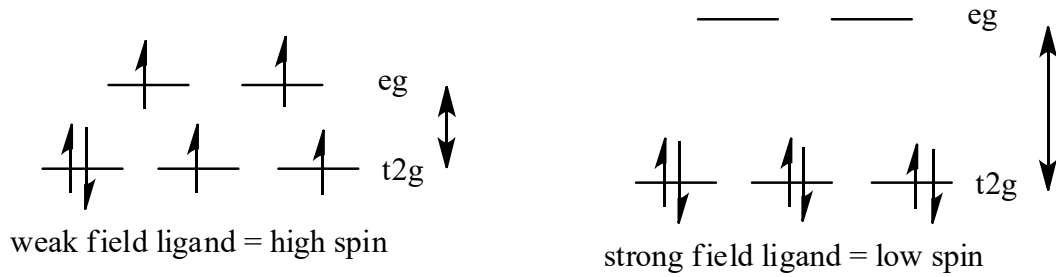
$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) : \text{O}_2(\text{g}) = 1 : 5$ (몰비) = $0.2\text{mol} : 1\text{mol}$ 이므로 $\text{O}_2(\text{g})$ 1몰의 부피를 구한다.

문제에서 $0^\circ\text{C}(273\text{K})$ 에서 $RT = 22.4\text{L atm/mol}$ 이라고 주어졌으며 $273^\circ\text{C}(546\text{K})$ 에서는 $RT=44.8\text{L atm/mol}$ 이다. (온도가 2배가 되었으므로)

그러므로 $V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 44.8}{1} = 44.8\text{L}$ 이다.

정답 : ④

14.

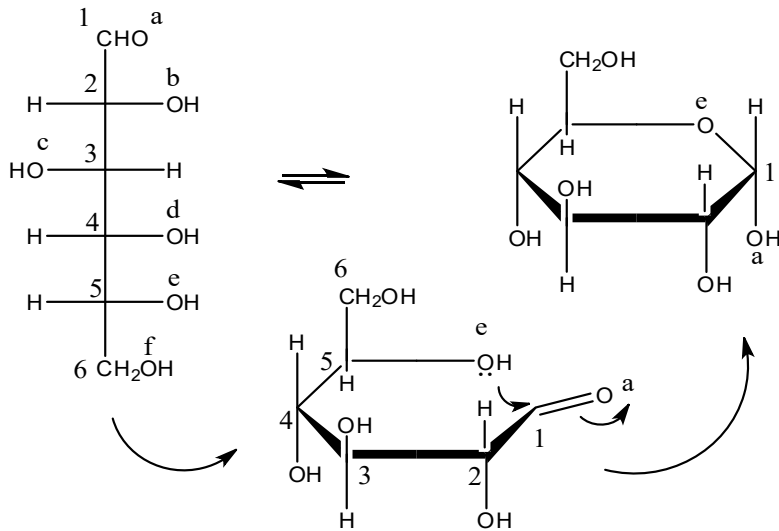


Co³⁺([Ar] 3d⁶)에 NH₃같은 강한장 리간드가 결합되면 t_{2g}와 e_g사이의 간격(결정장 갈라짐 에너지)이 넓어지며 low spin(저스핀)을 선호하나 F⁻같은 약한장 리간드가 결합되면 t_{2g}와 e_g사이의 간격(결정장 갈라짐 에너지)이 좁아지며 high spin(고스핀)을 선호한다. d⁶에서 high spin(고스핀)에서의 홀전자의 개수는 4개이며 강한장 리간드가 결합되어 결정장 갈라짐 에너지가 클 때 220nm의 파장을 흡수한다고 했으므로 약한장 리간드가 결합되어 결정장 갈라짐 에너지가 작은 경우에는 220nm보다 긴 파장의 빛을 흡수하여도 전자전이가 일어날 수 있다.

정답 : ⑤

15.

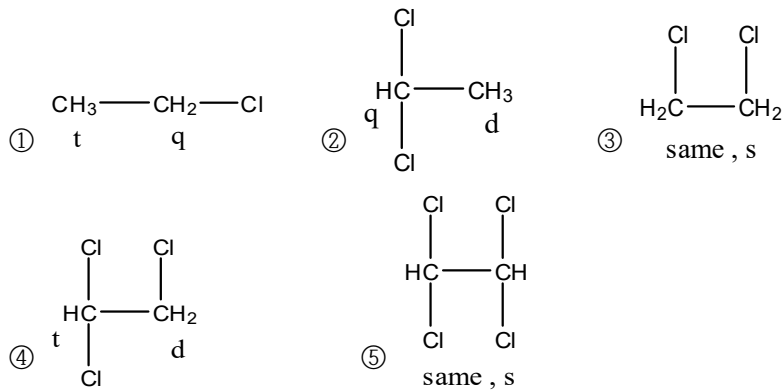
탄소 1번에 산소 e가 첨가되어 고리형 hemiacetal을 생성시킨 결과물이다.



정답 : ①

16.

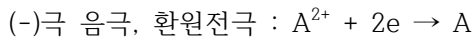
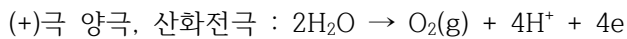
화학적 이동(chemical shift, δ)값이 약 4.0 근방에서 이중선의 봉우리는 integral=2이며 화학적 이동(chemical shift, δ)값이 약 6.0 근방에서 삼중선의 봉우리는 integral=1로 나타나 있다. 이는 수소의 개수비가 2:1임을 의미한다. 그러므로 수소의 개수비가 2:1이 되지 않는 ① ②, ③, ⑤번 화합물은 정답이 되지 못한다. 참고적으로 각 화합물에 대한 splitting 패턴을 나타내보면 다음과 같다.



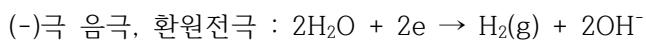
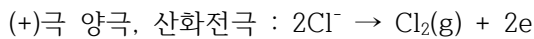
정답 : ④

17.

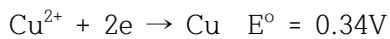
ㄱ. (+)전극에서는 산화 반응이 일어나며 SO_4^{2-} 보다 산화가 쉬운 물이 산화되는 반응이 일어난다. 즉 (+) 전극에서는 산소기체가 생성된다.



ㄴ. BCl을 전기분해 했을 때 각 전극에서의 반응은 다음과 같다.

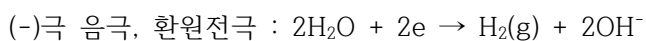
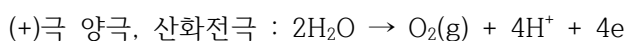


ASO_4 를 전기분해 했을때에는 환원 전극에서 A^{2+} 이 환원되었으나 BCl을 전기분해 했을때에는 B^+ 이 환원되지 않고 물이 환원되었으므로 표준환원 전위 값은 A가 B보다 크다는 것을 알 수 있다. 구체적으로 A는 Cu이고 B는 Na라면 표준환원 전위값을 쉽게 비교할 수 있다.



ㄷ. BCl 수용액을 전기 분해하면 (-)극에서 물이 환원되며 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 발생 되고 용액 내에는 OH^- 이 생성되므로 BCl 수용액을 전기 분해하면 수용액의 pH는 증가한다.

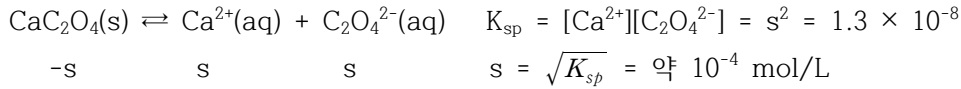
참고적으로 B_2SO_4 를 전기분해 했을 때 각 전극에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



정답 : ⑤

18.

ㄱ. 물에서의 용해도는 다음과 같다.



주의해야 할 점은 용해도는 세기 성질이므로 물을 첨가하여 물의 양이 증가 되어도 용해도는 변하지 않는다. 물의 양이 증가 되면 용해되는 양은 증가하나 용해도는 1L에 몇 몰이 녹는가를 기준으로 한 값이므로 물의 양에 영향을 받지 않는다.

ㄴ. $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 의 평형 반응식에서 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 를 첨가하면 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 의 양이 증가되므로 역반응으로 진행하게 되어 용해도는 감소한다.(공통이온효과)

ㄷ. 약산의 짝염기는 강염기이므로 pH에 따라 용해도가 영향을 받게 된다. $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 의 평형 반응식에서 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 는 약산의 짝염기이므로 질산이 첨가되어 H^+ 이 증가하게 되면 $\text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{HC}_2\text{O}_4^-$ 또는 더 나아가 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 로 변화되므로 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 의 양이 감소하게 되어 평형 반응식에서 정반응이 진행하고 용해도는 증가한다.

정답 : ②

19.

ㄱ. 상태 C에서는 끓는점이 올라가고 있다. 그 이유는 용액이 끓으면서 물이 기화되어 용액의 농도가 점점 진해지므로 끓는점이 일정하지 않고 상승하기 때문이다. 그러므로 수용액의 % 농도는 상태 A에서보다 상태 C에서 더 크다.

ㄴ. 상태 B는 100.13°C에서 용액이 끓기 시작하는 상태이다. 끓는다는 개념은 용매던 용액이던 그 증기압이 대기압과 같을 때 끓는 것이므로 포도당 수용액은 100.13°C에서의 증기압이 대기압인 1atm이다.

ㄷ. $\Delta T_b = K_b \times m$ (비전해질 용질인 포도당이므로 반트 호프 factor i 는 1이다.)
 $(100.13^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = 0.13 = 0.52 \times m$, $m = 0.25\text{m}$ 이다.

정답 : ①

20.

주어진 데이터를 이용해서 주어진 반응의 ΔH° 와 ΔS° 를 구하면 다음과 같다.

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{생성물}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{반응물})$$
$$= 0 - (-2\text{mol} \times 810\text{kJ/mol}) = 1620\text{kJ}$$

$$\Delta S^\circ = \sum \Delta S^\circ(\text{생성물}) - \sum \Delta S^\circ(\text{반응물})$$

$$\begin{aligned} &= (4\text{mol} \times 30\text{J/K mol} + 3\text{mol} \times 200\text{J/K mol}) - (2\text{mol} \times 90\text{J/K mol}) \\ &= 540\text{J/K} = 0.54\text{kJ/K} \end{aligned}$$

$2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow 4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ 반응은 $\Delta H^\circ > 0$ 이고 $\Delta S^\circ > 0$ 인 반응이므로 고온에서 자발적으로 일어난다. 즉 다음의 관계가 성립한다.

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = 0$ 인 온도보다 고온에서 자발적으로 일어나게 된다.

$$T = \frac{\Delta H^\circ}{\Delta S^\circ} = \frac{1620\text{kJ}}{0.54\text{kJ/K}} = 3,000\text{K}$$

즉 3,000K보다 고온이면 $\Delta G^\circ < 0$ 이므로 자발적 반응이 되며 산화철을 열분해하여 Fe를 얻을 수 있는 가장 낮은 온도는 3,000K이다.

정답 : ④

11. 표는 탄화수소 (가)~(다)의 화학식과 각 화합물의 sp^2 혼성 탄소 수를 나타낸 것이다.

탄화수소	(가)	(나)	(다)
화학식	C_3H_6	C_3H_4	C_4H_6
sp^2 혼성 탄소 수	0	2	4

탄화수소 (가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)는 라디칼이 아니다.)

<보 기>

ㄱ. (가)에서 C-C-C 결합각은 109.5° 보다 작다.
 ㄴ. (나)는 방향족 화합물이다.
 ㄷ. 화합물의 종류가 가장 많은 것은 (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

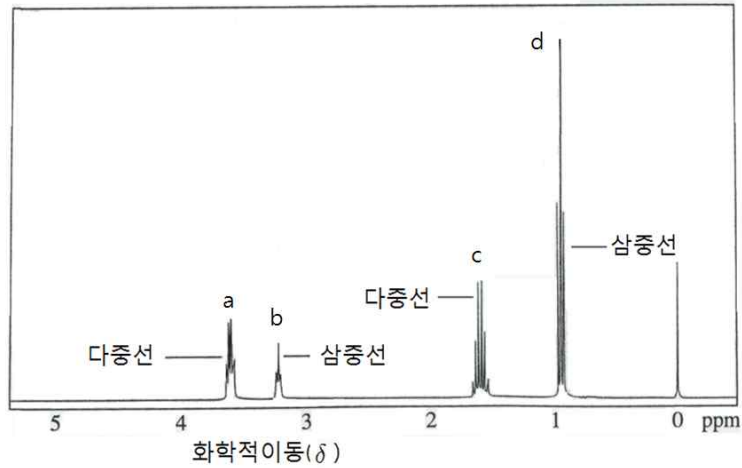
12. 어떤 고체 A 100 g을 용매 B 100 g에 용해시켰을 때, 용액의 밀도가 1.0 g/mL이었다. 이 용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B의 화학식량은 각각 100과 50이고, A와 B는 서로 반응하지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. 용질의 몰분율은 $\frac{1}{3}$ 이다.
 ㄴ. 용액의 몰농도는 1 M이다.
 ㄷ. 용액의 % 농도는 10%이다.
 ㄹ. 용액의 몰랄농도는 10 m이다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄹ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

13. 그림은 화학식이 C_3H_8O 인 알코올의 1H NMR 스펙트럼이고, a, b, c, d의 상대면적(integral) 비는 2:1:2:3이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 이 화합물은 1차 알코올이다.
 ㄴ. b는 OH 작용기의 수소이다.
 ㄷ. c는 a, d와 상호 작용(spin-spin coupling)을 한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄷ

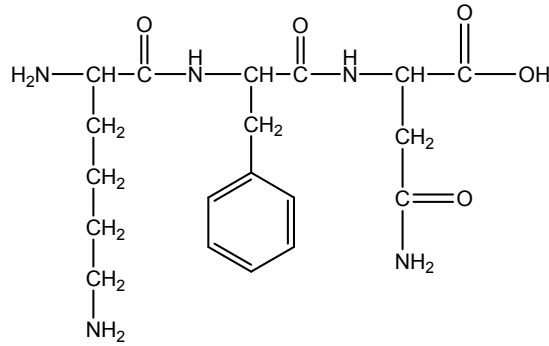
14. 다음은 산화·환원 반응에 대한 불균형 화학 반응식이다.



균형 화학 반응식을 완성하였을 때, 반응물의 반응계수 합(A)과 생성물의 반응계수 합(B)의 비(A:B)는?

- ① 1:2 ② 2:3 ③ 3:4 ④ 4:5 ⑤ 5:6

15. 그림은 어떤 펩타이드의 구조를 나타낸 것이다.

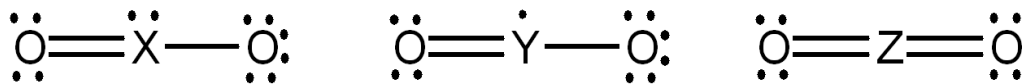


이 펩타이드에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 세 개의 카이랄(chiral) 중심이 있다.
 ㄴ. 두 개의 아마이드(amide) 결합을 갖는다.
 ㄷ. 완전히 가수분해하면 세 종류의 아미노산이 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16. 다음은 세 가지 분자의 루이스 점 구조식을 나타낸 것이다.



X~Z에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, X~Z는 각각 C, N, O 중의 하나를 나타내는 임의의 원소 기호이다.)

- ① 전기음성도는 Y가 가장 크다.
 ② 원자 반지름은 X가 Z보다 크다.
 ③ 제1이온화 에너지는 X가 Y보다 크다.
 ④ 바닥상태에서 홀전자 수는 X와 Z가 동일하다.
 ⑤ 이원자 분자 XO, YO, ZO 중 결합차수는 YO가 가장 크다.

17. 표는 배위화합물 (가)~(다)의 구조식과 착이온의 입체 구조를 나타낸 것이다.

배위화합물	(가)	(나)	(다)
구조식	$K_2[MnCl_4]$	$Ca[Ni(CN)_4]$	$[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$
착이온의 입체 구조	사면체	평면 사각형	팔면체

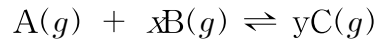
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Mn, Co, Ni의 원자번호는 각각 25, 27, 28이고, 수용액에서 (가)~(다)는 완전히 이온화된다.)

—<보 기>—

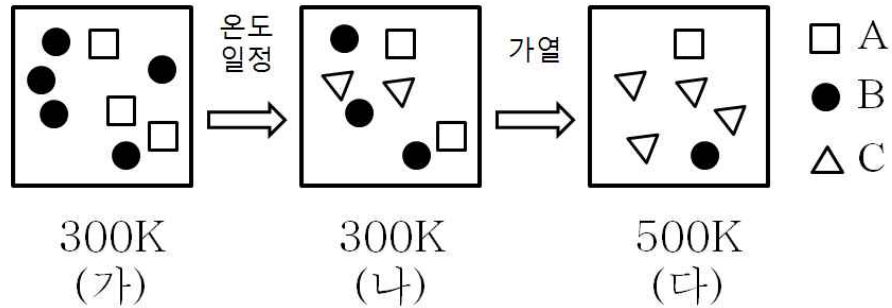
- ㄱ. 중심 금속의 산화수는 (다)가 가장 크다.
- ㄴ. 중심 금속의 홀전자 수는 (가)가 가장 많다.
- ㄷ. 같은 몰수의 화합물을 물에 녹였을 때 수용액의 전체 이온수는 (가)가 가장 많다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄷ

18. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 화학 반응식이고, x 와 y 는 반응계수이다.



(가)는 반응 시작 전에 용기에 들어 있는 기체 A, B, C의 입자수를, (나)와 (다)는 반응이 진행되어 평형 상태에 도달하였을 때의 입자수를 각각 모형으로 나타낸 것이다.

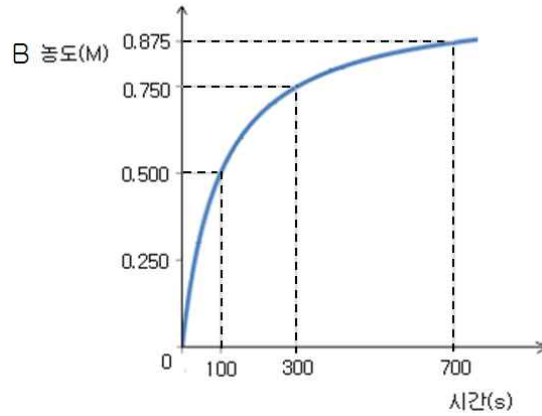


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 반응에서 용기의 부피는 동일하다.)

- <보 기> —
- ㄱ. 정반응은 흡열 반응이다.
- ㄴ. (나)의 평형 상수는 $\frac{1}{3}$ 이다.
- ㄷ. (다)에서 용기의 부피를 $\frac{1}{2}$ 로 줄이면 정반응이 우세해진다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄷ

19. 그림은 단일단계 반응 $2A \rightarrow B$ 에서, A의 초기 농도가 2.00 M일 때 시간에 따른 생성물 B의 농도를 나타낸 것이다.



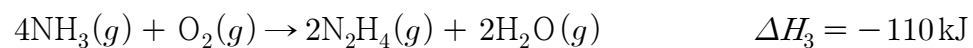
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 정반응의 반응 차수는 2차이다.
 ㄴ. 반응속도상수 k 는 $1.25 \times 10^{-3} \text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$ 이다.
 ㄷ. A가 0.10 M에서 0.05 M로 감소하는데 필요한 시간은 1500초이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄷ

20. 다음 열화학 반응식에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

- ㄱ. $\text{NH}_3(g)$ 의 생성열은 -92 kJ/mol 이다.
 ㄴ. $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성열은 -242 kJ/mol 이다.
 ㄷ. $\text{N}_2\text{H}_4(l)$ 의 생성열은 95 kJ/mol 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

2012년도 49회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

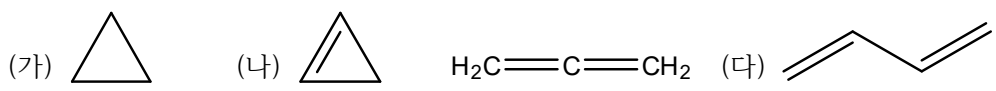
수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

(가)의 분자식은 C_3H_6 는 일반식으로 C_nH_{2n} 이며 불포화도는 1이다. 불포화도가 1인 구조는 이중결합이 하나 있거나 고리가 하나 있어야 하는데 이중결합이 존재하면 sp^2 혼성 탄소가 존재하게 된다. 그런데 sp^2 혼성 탄소 수가 없다고 하였으므로 (가)는 고리형 화합물이며 cyclopropane이다.

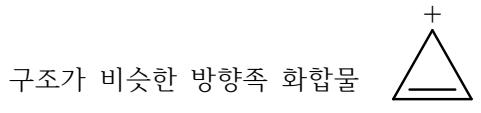
(나)의 분자식은 C_3H_4 는 일반식으로 C_nH_{2n-2} 이며 불포화도는 2이다. 불포화도 2가 되기 위해서는 삼중결합 1개, 고리 2개, 이중결합 2개, 고리 1개+이중결합 1개이어야 한다. 그런데 삼중결합이 존재하면 혼성 오비탈이 sp 가 되므로 sp^2 혼성 탄소 수가 2개가 되지 못하며, 고리 2개이면서 탄소의 개수가 3개인 구조는 불가능하므로 (나)는 고리 1개+이중결합 1개인 구조이거나 이중결합 2개인 구조이다.

(다)의 분자식은 C_4H_6 이므로 일반식으로 C_nH_{2n-2} 이며 불포화도는 2이다. 불포화도 2가 되기 위해서는 삼중결합 1개, 고리 2개, 이중결합 2개, 고리 1개+이중결합 1개이어야 한다. 이중 sp^2 혼성 탄소 수가 4개이므로 이중결합이 2개 있는 구조이어야 한다.



ㄱ. (가)의 탄소는 sp^3 로서 이론적인 각도는 109.5° 이기는 하나 고리를 이루고 있으므로 C-C-C 결합각은 약 60° 정도로서 109.5° 보다는 작다.

ㄴ. 위 화합물에는 방향족 화합물이 존재하지 않는다. 이 문제를 출제한 교수님의 의도는 아래 화합물(삼각고리 양이온)은 방향족 화합물이며 이와 구조가 비슷하게 생겼으므로 유기화학 지식이 얕은 수험생들에게 혼동을 주기 위함이다. 방향족 화합물이란 고리를 이루어야 하고, 평면 구조이어야 하며 그 고리 내에 존재하는 π 전자의 개수가 $4n+2$ ($n=$ 정수)를 가지는 화합물이어야 한다.



ㄷ. (가), (다)는 화합물이 1개밖에 없으나 (나)는 2개가 가능하므로 화합물의 종류가 가장 많은 것은 (나)이다.

정답 : ③

12.

고체 A 100g = 1몰(화학식량이 100이므로)

용매 B 100g = 2몰(화학식량이 50이므로)

$$\gamma. X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{1}{1 + 2} = \frac{1}{3}$$

ㄴ. 몰농도는 용액 1,000mL 속에 들어있는 용질의 몰수이다.

용매 100g : 용질 100g = 용액 200g : 용질 100g = 용액 1,000g : 용질 500g = 용액 1,000mL(용액의 밀도가 1g/mL이므로) : 용질 500g = 용액 1,000mL : 용질 5몰(용질의 질량을 화학식량 100으로 나누어 준값) → 5M

ㄷ. %농도는 용액 100g 속에 들어있는 용질의 질량이다.

용매 100g : 용질 100g = 용액 200g : 용질 100g = 용액 100g : 용질 50g → 50%

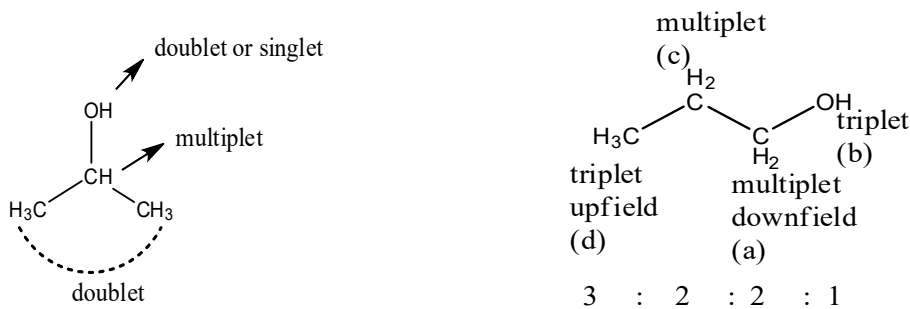
ㄹ. 몰랄농도는 용매 1,000g 속에 들어있는 용질의 몰수이다.

용매 100g : 용질 100g = 용매 1,000g : 용질 1,000g = 용매 1,000g : 용질 10몰 → 10m

정답 : ③

13.

화학식이 C₃H₈O인 알코올이라고 하였으므로 가능한 화합물은 propan-1-올과 propan-2-올이다. 그런데 propan-2-올의 경우에는 NMR에서 peak가 3개 나와야 하며 splitting pattern도 다르다. 그러므로 해당 NMR 데이터에 부합하는 구조는 propan-1-올이다.



ㄱ. propan-1-올은 1차 알코올이다.

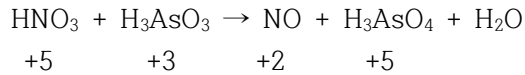
ㄴ. b는 OH 작용기의 수소로서 이웃한 CH₂와 coupling하여 삼중선으로 관측되었다. -OH의 H는 이웃한 탄소의 수소와 coupling을 할 수도 있고 하지 않을 수도 있다.

ㄷ. c는 a, d와 상호작용(spín-spin coupling)을 하므로 다중선으로 관측된다.

정답 : ②

14.

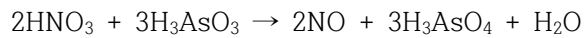
산화수법에 의해 반응식을 완결해본다. 산화되고 환원되는 화학종을 찾기 위해 초기 반응식에서 N과 As의 산화수를 구해보면 다음과 같다.



N의 산화수 : +5 → +2(3감소)

As의 산화수 : +3 → +5(2증가)

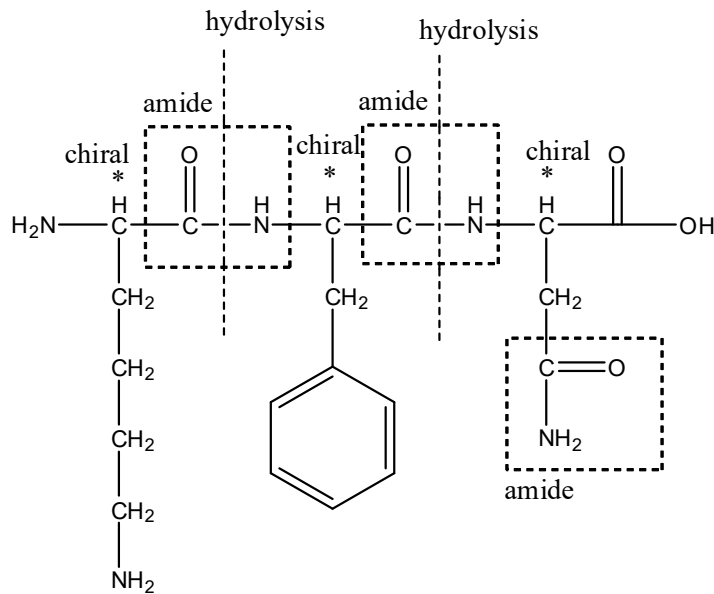
N이 존재하는 화학종에는 2를 곱하고 As가 존재하는 화학종에는 3을 곱하면 다음과 같다.



최종적인 검토로 N, As, O(좌측 15, 우측 15), H(좌측 11, 우측 11)의 양변의 개수를 비교해보면 위 반응식은 완결되었음을 알 수 있으며 반응물의 반응계수의 합은 5이고 생성물의 반응계수 합은 6이다.

정답 : ⑤

15.



ㄱ. 위의 화합물 구조 그림에서 *로 표시된 탄소가 카이랄(chiral)중심이며 3개가 존재한다. 주의할 점은 카이랄(chiral)중심은 어떤 원자 주위에 4개의 치환기가 모두 다르다면 존재할 수 있는데 얼핏 보면 아마이드의 NH의 2개의 질소도 카이랄(chiral)중심이 될 것처럼 보인다. 그러나 그것은 카이랄 중심의 내용과 구조를 파악하지 못하는 오류이다. 아마이드 질소의 비공유 전자쌍은 p 오비탈에 위치하여 아마이드의 카보닐과 공명을 이루고 있으므로 카이랄 중심이 되지 못한다. 카이랄(chiral)중심이 되기 위해서는 혼성 오비탈이 sp^3 이어야 하는데 아마이드의 질소는 sp^2 혼성 오비탈이기 때문이다.

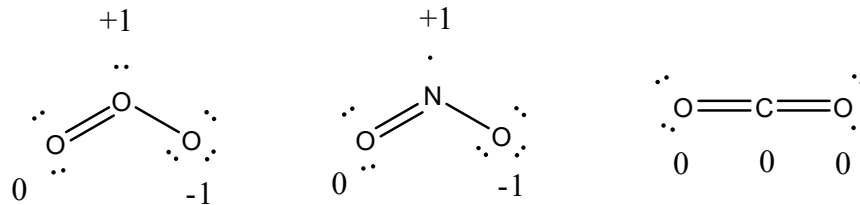
ㄴ. 위 화합물 구조 그림에 아마이드(amide)결합을 점선 네모 박스로 표시해 놓았으며 3개의 아마이드(amide)결합을 갖는다.

ㄷ. 가수분해 반응(hydrolysis)이란 물과 반응시키는 것을 말하며 완전히 가수분해(hydrolysis)되면 위 그림에서 점선에서 hydrolysis라고 표시된 부분이 절단되어 아마이드 작용기가 카복시산 작용기로 변화되는 반응이 일어난다. 그러므로 완전히 가수분해되면 탄소에 카복시산 작용기(-COOH), 아민(-NH₂), 수소(H), R(알킬기) 4개가 붙어 있는 아미노산이 된다. 생성되는 아미노산은 3종류이다.

정답 : ③

16.

원소 X, Y, Z가 C, N, O 중 어느 하나에 해당하는지를 판단함에 있어서 Y는 N이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 왜냐하면 N은 원자가 전자가 5개로서 홀수개의 원자가 전자를 가진 화합물을 생성시킬 수 있으므로 Y에 홀전자를 보고 Y=N임을 쉽게 판단할 수 있다. 또한 Z는 C라는 것도 판단할 수 있는데 Z가 C이어야 CO₂의 구조가 되며 C, O 모든 원자의 형식전하가 0이 되며 전체 전하는 0이 되는 화합물이기 때문이다. 그렇다면 X=O, Y=N, Z=C이다. 화합물의 구조와 각 원자의 형식전하는 다음과 같다.



① 전기음성도는 X = O가 가장 크다.

② 원자반지름은 같은 주기에서는 원자번호가 증가할수록 감소하므로 Z=C > Y=N > X=O 순서이다.

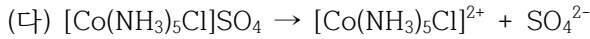
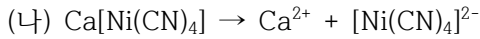
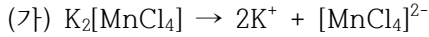
③ 제1이온화 에너지의 순서는 Y=N > X=O > Z=C이며 질소의 이온화 에너지는 산소보다 큰 예외이다.

④ 바닥상태에서 홀전자 수는 X=O는 2개, Z=C도 2개로서 동일하다.

⑤ 이원자 분자 XO=O₂의 결합 차수는 2이고 YO=NO의 결합 차수는 2.5이며 ZO=CO의 결합 차수는 3이므로 ZO=CO가 가장 크다.

정답 : ④

17.



ㄱ. (가)의 착이온은 $[MnCl_4]^{2-}$ 이므로 중심금속인 Mn의 산화수는 +2이고 (나)의 착이온은 $[Ni(CN)_4]^{2-}$ 이며 Ni의 산화수도 +2이고 (다)의 착이온은 $[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$ 이며 중심금속인 Co의 산화수는 +3이다. 착이온의 전하는 중심금속의 전하에 리간드의 전하를 더한 값이기 때문이다. 그러므로 중심금속의 산화수는 (다)가 가장 크다.

ㄴ. (가)의 Mn^{2+} 의 전자배치는 $[Ar] 3d^5$ 이므로 홀전자수는 5개이고 (나)의 Ni^{2+} 은 $[Ar] 3d^8$ 이므로 홀전자수는 2개이고 (다)의 Co^{3+} 은 $[Ar] 3d^6$ 이므로 홀전자 수는 4개이다. 이 문제에서는 리간드에 따라 high spin, low spin을 고려해주지 않아도 홀전자수는 (가)가 가장 많다는 것을 알 수 있다. 만약 high spin, low spin까지 고려해준다면 (가)의 Cl^- 리간드는 약한장 리간드이므로 high spin을 선호하게 되어 홀전자 수는 5개이고 (나)의 CN^- 리간드는 강한장 리간드이므로 low spin을 선호하게 되어 홀전자 수는 2개이며 (다)의 NH_3 도 강한장 리간드이므로 low spin을 선호하게 되어 홀전자 수는 0이나 만약 high spin이라고 할지라도 홀전자 수는 4개가 되어 (가)보다는 적다.

ㄷ. (가) 화합물 1몰이 물에 녹으면 3몰의 이온이 생성되고 (나), (다)는 1몰이 물에 녹으면 2몰의 이온이 생성된다. 그러므로 같은 몰수의 화합물을 물에 녹였을 때 수용액의 전체 이온수는 (가)가 가장 많다.

정답 : ㉔

18.

$A(g) + xB(g) \rightleftharpoons yC(g)$ 의 반응이 일정 부피에서 일어난 경우이며 (가)와 (나)를 비교해보면 온도를 일정하게 하고 반응시켰을 때 A가 1개 줄었을 때 B는 2개가 줄고 C는 2개가 늘었음을 확인할 수 있다. 즉 반응식의 앞의 계수는 1 : 2 : 2이며 반응식은 $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 이다.

ㄱ. (나)와 (다)를 비교해보면 가열시켰을 때 A는 1개가 줄었을 때 B는 2개가 줄고 C는 2개가 늘었음을 확인할 수 있다. 이것은 정반응으로 반응이 진행하였음을 의미하며 온도를 높혔을 때 정반응으로 진행하였으므로 정반응은 흡열반응이다.

ㄴ. $K = \frac{[C]^2}{[A][B]^2}$ 에서 부피가 일정하다고 하였으므로 부피를 1L로 놓는다면 각 기체의 개수를 몰농도로 볼 수 있으므로 $K = \frac{2^2}{2 \times 3^2} = \frac{2}{9}$ 이다.

ㄷ. (다)에서 용기의 부피를 $\frac{1}{2}$ 로 줄이면 압력과 몰농도는 2배가 되며 압력을 높이면 기체의 몰수가 줄어드는 정반응으로 진행하게 된다. 또한 반응 지수는 $Q_c = \frac{[C]_t^2}{[A]_t[B]_t^2}$ 인데 각 기체의 몰농도가 2배가 되면 분모의 증가비율은 분자의 증가비율보다 커지게 되어 $Q_c < K_c$ 이므로 정반응이 우세해진다.

정답 : ③

19.

ㄱ. 100초 후 A의 농도가 2M에서 1M 되었을 때 B는 0.5M이므로 반감기는 100s이다.

	$2A \rightarrow B$	
초기 농도	2	0
반응	-1	0.5
100초 후 농도	1	0.5

초기에서 300s 지났을 때(한번 반감한 후 200s 후) B가 0.75M이므로 반감기는 200s이다.

	$2A \rightarrow B$	
초기 농도	1	0.5
반응	-0.5	0.25
300초 후 농도	0.5	0.75

초기에서 700s가 지났을 때(두번 반감한 후 400s) B가 0.875M이므로 반감기는 400s이다.

	$2A \rightarrow B$	
초기 농도	0.5	0.75
반응	-0.25	0.125
700초 후 농도	0.25	0.875

초기농도가 절반이 되면 반감기가 2배가 되므로 정반응의 반응 차수는 2차이다.

ㄴ. $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$, $k = \frac{1}{t_{1/2}[A]_0} = \frac{1}{100 \times 2} = 5 \times 10^{-3} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ 이다.

ㄷ. $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0} = \frac{1}{0.005 \times 0.1} = 2,000\text{s}$

또는 $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$ 의 식에 대입하여 해결할 수 있다.

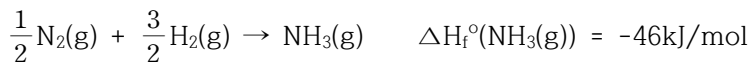
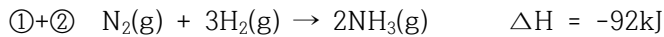
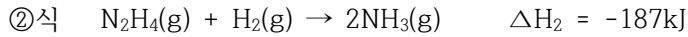
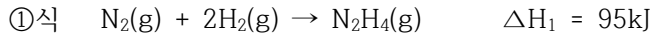
$\frac{1}{0.05} = 0.005 \times t + \frac{1}{0.1}$ 에서 $t = 2,000\text{s}$ 이다.

정답 : ①

20.

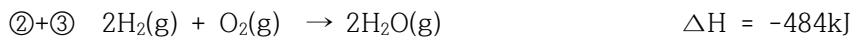
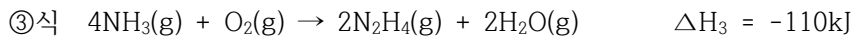
ㄱ. $\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3(\text{g}))$ 는 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소($\text{N}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$)에서 $\text{NH}_3(\text{g})$ 1몰을 생성시키는 과정의 엔탈피 변화이므로 다음 반응식을 쓸 수 있다. $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$

주어진 정보를 이용하여 이 반응식에 해당하는 값을 구하면 -46kJ/mol 이다.



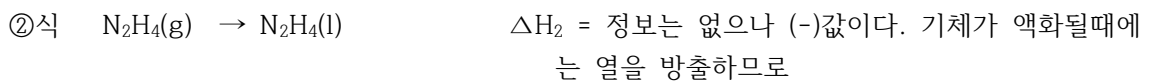
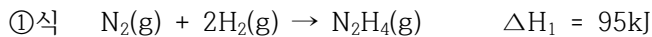
ㄴ. $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))$ 는 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소($\text{O}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$)에서 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 1몰을 생성시키는 과정의 엔탈피 변화이므로 다음 반응식을 쓸 수 있다. $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

주어진 정보를 이용하여 이 반응식에 해당하는 값을 구하면 -242kJ/mol 이다.



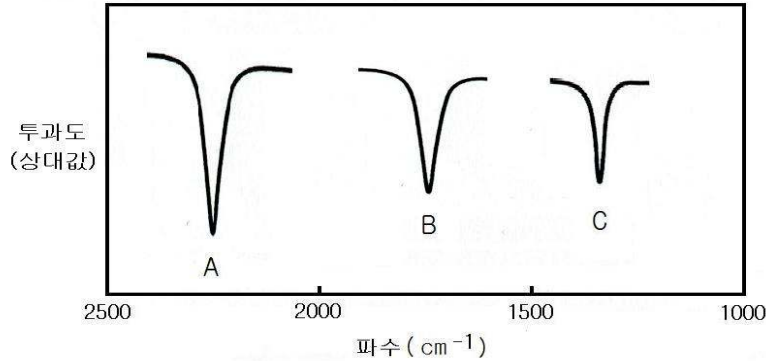
ㄷ. $\Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}))$ 는 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소($\text{N}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$)에서 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$ 1몰을 생성시키는 과정의 엔탈피 변화이므로 다음 반응식을 쓸 수 있다. $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$

주어진 정보를 이용하여 이 반응식에 해당하는 값을 계산할 수는 없으나 95kJ/mol 보다는 작다는 것을 확인할 수 있다.



정답 : ⑤

13. 그림은 3가지 화합물 디에틸에터($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$), 아세톤(CH_3COCH_3), 일산화탄소(CO)에 대하여 탄소(C)와 산소(O) 결합의 신축(stretching) 진동의 저분해능 적외선 분광스펙트럼(low resolution IR spectrum)을 각각 도식적으로 나타낸 것이다.



스펙트럼 A, B, C에 해당하는 화합물을 순서대로 옳게 나열한 것은?
(단, 파수(cm^{-1})는 파장의 역수이다.)

- ① 아세톤-디에틸에터-일산화탄소 ② 디에틸에터-아세톤-일산화탄소
 ③ 디에틸에터-일산화탄소-아세톤 ④ 일산화탄소-아세톤-디에틸에터
 ⑤ 일산화탄소-디에틸에터-아세톤

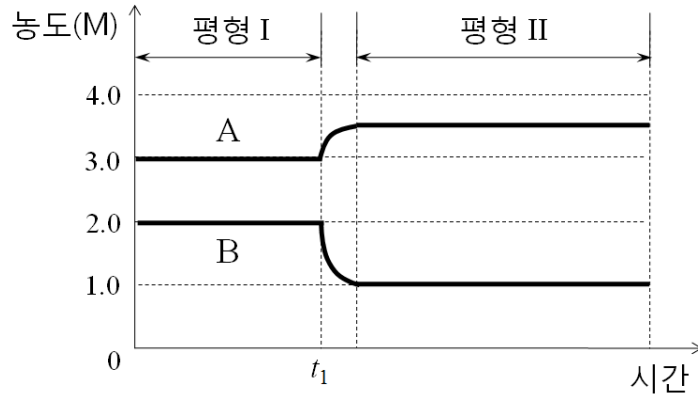
14. 배위화합물 A, B, C는 각각 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 중 하나이고, 표는 각 배위화합물 1 mol의 실험 결과를 나타낸 것이다.

배위화합물	색깔	수용액에서 AgNO_3 와 반응할 때 침전되는 AgCl 의 mol 수
A	보라색	3 mol
B	청록색	2 mol
C	진녹색	1 mol

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, Cr의 원자 번호는 24이다.)

- ① A는 6개의 동일한 리간드를 갖는다.
 ② B의 Cr은 3개의 d전자를 지닌다.
 ③ C는 기하이성질체를 갖는다.
 ④ 수용액에서 전기 전도도는 A가 B보다 크다.
 ⑤ 결정장 갈라짐 에너지(Δ_o)는 A가 C보다 작다.

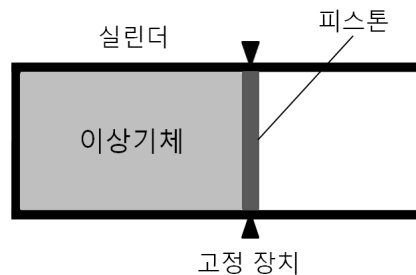
15. 그림은 온도 T 에서 $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$ 반응을 강철 용기에서 진행시켜 평형 상태에 도달한 후, t_1 에서 온도를 2배($2T$)로 증가시켜 새로운 평형에 도달할 때의 시간에 따른 A와 B의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, a 와 b 는 반응 계수이다.)

- ① $a = 2b$ 이다.
- ② 평형 II에서 평형 상수는 $\frac{2}{7}$ 이다.
- ③ 정반응은 흡열 반응이다.
- ④ 평형 I에서 A를 첨가하면 정반응의 활성화에너지가 증가한다.
- ⑤ 평형 I에서 아르곤(Ar)을 첨가하면 정반응이 우세해진다.

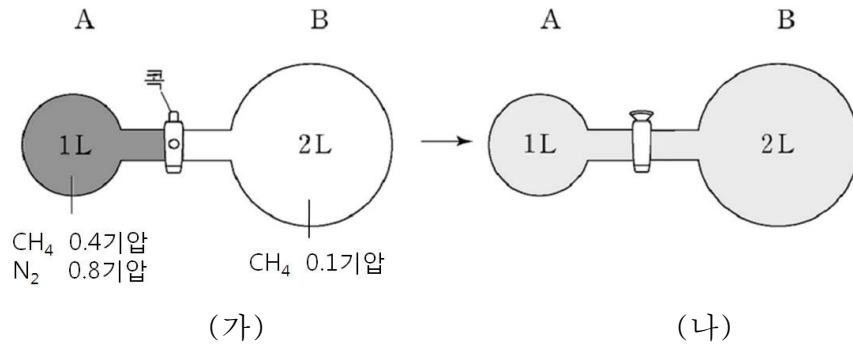
16. 일정한 외부압력에서 그림과 같은 단열 장치에 이상기체가 들어 있다.



고정 장치를 풀었더니 이상기체가 팽창하여 피스톤이 오른쪽으로 이동하였다. 이 과정에서 이상기체의 w , ΔT , ΔS , ΔU , ΔG 로 옳은 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다. w 는 이상기체가 한 일, T 는 절대 온도, S 는 엔트로피, U 는 내부 에너지, G 는 깁스 자유 에너지이다.)

- ① $w = 0$ ② $\Delta T = 0$ ③ $\Delta S < 0$ ④ $\Delta U < 0$ ⑤ $\Delta G > 0$

17. 그림 (가)는 메테인(CH₄)과 질소(N₂)가 각각 0.4기압과 0.8 기압인 1 L의 강철 용기 A와 CH₄의 압력이 0.1 기압인 2 L의 강철 용기 B가 콕으로 연결된 것을, (나)는 (가)의 콕을 열어 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.

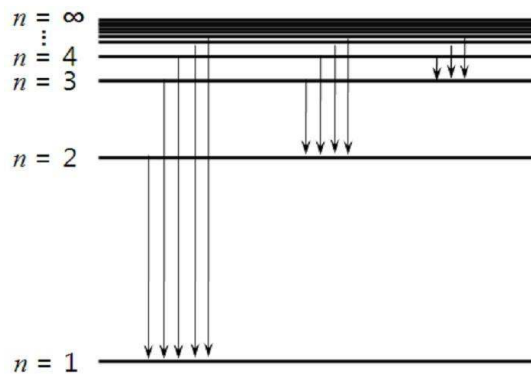


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 기체는 이상 기체이며, 연결관과 콕의 부피는 무시하고 온도 변화는 없다.)

- < 보 기 > —
- ㄱ. (나)에서 CH₄의 부분 압력은 0.2 기압이다.
 - ㄴ. N₂의 몰분율은 (가)에서가 (나)에서의 3배이다.
 - ㄷ. CH₄ 분자의 평균 속력은 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄷ

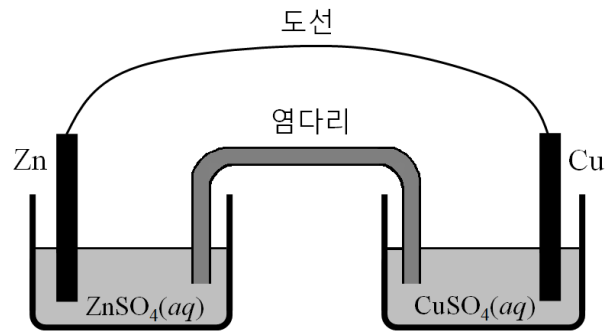
18. 그림은 수소 원자의 에너지 준위와 전자 전이를 나타낸 것이다.



수소 원자의 바닥상태 전자가 이온화하는데 필요한 에너지의 크기를 E_i 라고 할 때, 첫 번째 들뜬 상태에서 두 번째 들뜬 상태로 전자가 전이할 때 흡수하는 에너지는?

- ① $\frac{5}{36}E_i$ ② $\frac{1}{6}E_i$ ③ $\frac{4}{9}E_i$ ④ $\frac{1}{2}E_i$ ⑤ $\frac{3}{4}E_i$

19. 그림은 갈바니 전지를 나타낸 것이고, 표는 25 °C에서 전극 금속과 관련된 반쪽반응의 표준 환원 전위(E^0)이다.

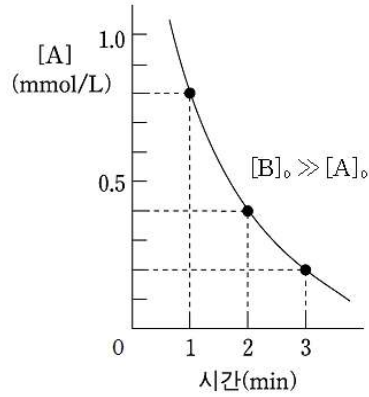


환원 반쪽 반응	표준 환원 전위 (E^0)
$\text{Cu}^+(aq) + e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$	0.52 V
$\text{Cu}^{2+}(aq) + e^- \rightarrow \text{Cu}^+(aq)$	0.16 V
$\text{Zn}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Zn}(s)$	- 0.76 V

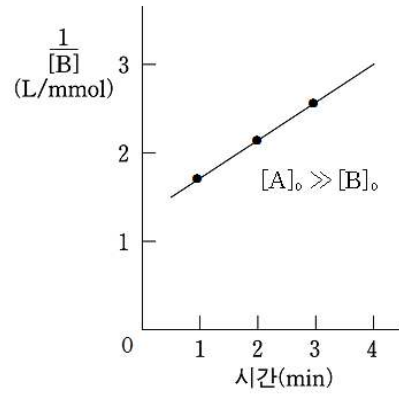
전지가 작동할 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, Cu와 Zn의 원자량은 각각 63과 65이다.)

- ① 전지가 작동할수록 환원 전극이 들어있는 용액의 푸른색이 옅어진다.
- ② 환원 전극의 표준 환원 전위는 0.36 V이다.
- ③ 전지의 표준 전위는 1.10 V이다.
- ④ 염다리를 통해 이동하는 양이온의 총전하량과 음이온의 총전하량의 각 절댓값은 같다.
- ⑤ 산화 전극에서 감소한 금속의 질량은 환원 전극에서 석출된 금속의 질량보다 크다.

20. 일정한 온도에서 $A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$ 반응의 실험을 수행하였다. 그림(가)는 $[B]_0 \gg [A]_0$ 일 때 시간에 따른 $[A]$ 를, (나)는 $[A]_0 \gg [B]_0$ 일 때 시간에 따른 $\frac{1}{[B]}$ 를 나타낸 것이다. $[A]_0$ 와 $[B]_0$ 는 각각 A와 B의 초기 농도이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① A의 반감기는 2분(min)이다.
- ② B에 대하여 1차 반응이다.
- ③ B의 반감기는 B의 농도에 반비례한다.
- ④ C의 생성 속도는 A의 소멸 속도의 $\frac{1}{2}$ 이다.
- ⑤ 전체 반응의 반응 차수는 2이다.

21. 인슐린과 관련된 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. 인슐린의 주요 표적세포는 이차에 있다.

ㄴ. 인슐린은 글루카곤과의 길항작용을 통해 혈당을 조절한다.

ㄷ. 인슐린 수용체에 기능 결손 돌연변이가 생기면 돌연변이 발생 이전보다 오줌의 양이 증가한다.

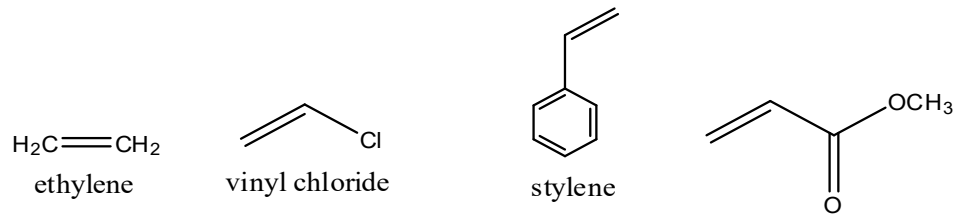
- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

2013년도 50회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

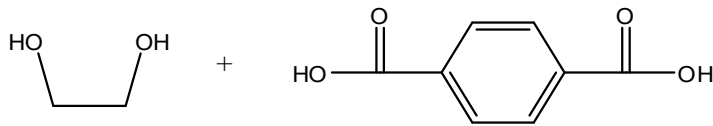
수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

폴리에틸렌, 폴리염화비닐, 폴리스티렌, 폴리아세트산비닐은 모두 단량체가 다음과 같다.



이 단량체들은 모두 이중결합을 가지고 있으며 이 이중결합이 첨가중합반응을 일으키며 고분자 화합물을 형성하게 된다. 그러나 폴리에스터의 각 단량체는 다음과 같으며 이중결합이 없고 첨가 중합이 아닌 물 분자가 빠져나오면서 반응하는 축합중합 고분자 화합물이다.



정답 : ⑤

12.

카이랄 중심(chiral center)은 어떤 원자 주위에 4개의 치환기가 모두 다른 중심을 말하며 카이랄 중심이 있으면 분자 내에 대칭면이 없으므로 광학 활성을 가진다. 비슷한 극성이거나 비극성 분자간의 끓는점은 분자량이 클수록 크고 분산력이 큰 넓은 모양의 분자가 끓는점도 높다.

① 카이랄 중심은 1개 존재하나 분자량이 작아 끓는점이 낮다.

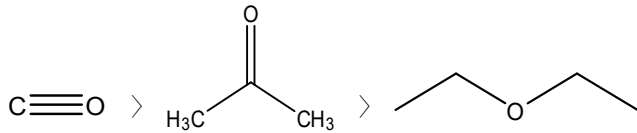
② ⑤ 카이랄 중심이 존재하지 않는다.

③ 카이랄 중심이 1개 존재하며 분자량도 ④와 같으나 ④번 화합물의 분자 모양은 표면적이 넓은 모양을 가지고 있으므로 분산력이 커서 ④번 화합물의 끓는점이 가장 높다.

정답 : ④

13.

IR의 진동수 $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$ (k : 힘 상수, μ : 환산 질량)이다. 원자간의 결합이 강할수록 힘 상수 k 값이 크며 k 값이 크면 진동수 ν 도 크다. 진동수 ν 가 크면 에너지 E 도 크고 파장 λ 는 짧다. 파수는 파장의 역수이므로 파장이 짧으면 파수는 크다. 보기에서 일산화탄소는 CO 간의 결합이 삼중결합이고 아세톤은 이중결합이며 디에틸에터는 단일결합이므로 삼중결합이 가장 힘 상수도 크고 진동수도 크고 에너지도 크고 파장은 짧으며 파수는 크다.



정답 : ④

14.

수용액에서 AgNO_3 와 반응할 때 침전되는 AgCl 의 몰 수로 배위 화합물 A, B, C 각각을 구분할 수 있다. 배위 화합물 A는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ 이며 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{Cl}^-$ 으로 해리되므로 Ag^+ 과 반응하면 3몰의 AgCl 이 생성된다. 배위 화합물 B는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ 이며 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+} + 2\text{Cl}^-$ 으로 해리되므로 Ag^+ 과 반응하면 2몰의 AgCl 이 생성된다. 배위 화합물 C는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 이며 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+ + \text{Cl}^-$ 으로 해리되므로 Ag^+ 과 반응하면 1몰의 AgCl 이 생성된다.

① 화합물 A는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ 이며 동일한 H_2O 리간드 6개를 갖는다.

② 화합물 B는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ 이며 중심금속 Cr의 산화수는 +3이고 Cr^{3+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^3$ 이므로 3개의 d전자를 지닌다.

③ 화합물 C는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 이며 MA_2B_4 형태이므로 cis, trans 기하이성질체를 갖는다.

④ 화합물 A는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3 \rightarrow [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{Cl}^-$ 으로 해리되므로 1몰이 해리되면 4몰의 이온이 생성되고 화합물 B는 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \rightarrow [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+} + 2\text{Cl}^-$ 으로 해리되므로 1몰이 해리되면 3몰의 이온이 생성되어 수용액에서 전기 전도도는 이온의 개수가 많은 A가 B보다 크다.

⑤ 화합물 A의 색깔은 보라색이므로 그 보색인 노란색 계통의 빛을 흡수하였고, 화합물 B는 청록색이므로 그 보색인 주황색 계통의 빛을 흡수하였고, 화합물 C는 진녹색이므로 그 보색인 빨간색 계통의 빛을 흡수하였음을 알 수 있다. 빛의 파장은 노란색이 가장 짧고 그 다음이 주황색 가장 긴 파장이 빨간색 계통의 빛이므로 A가 가장 짧은 파장의 빛을 흡수한 것이며 결정장 갈라짐 에너지가 가장 크다. 그러므로 결정장 갈라짐 에너지의 크기는 $A > B > C$ 이다. 색으로 판단하는 방법 외에는 H_2O 와 Cl^- 리간드의 분광학적 계열을 암기하고 있으면 쉽게

해결할 수 있는 문제이다. H₂O는 Cl⁻보다 강한장 리간드이므로 결정장 갈라짐 에너지가 크며 A가 가장 H₂O가 많고 그 다음이 B이고 C가 가장 적으므로 결정장 갈라짐 에너지의 크기는 A > B > C이다.

정답 : ⑤

15.

① t₁에서 온도를 2배로 증가시켰을 때 A의 농도는 3.0M에서 3.5M로 0.5M 증가할 때 B의 농도는 2.0M에서 1.0M로 1.0M만큼 감소하게 되므로 aA(g) ⇌ bB(g)의 반응식에서 계수 a, b 값은 각각 1, 2임을 알 수 있다. 즉 반응식은 A(g) ⇌ 2B(g)이므로 b=2a이다.

② 평형 II에서 평형상수는 평형상수식에 각각의 평형농도를 대입하면 $K_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{1^2}{3.5} = \frac{2}{7}$ 이다.

③ t₁에서 온도를 2배로 증가시켰을 때 A의 농도는 3.0M에서 3.5M로 0.5M 증가할 때 B의 농도는 2.0M에서 1.0M로 1.0M만큼 감소하게 되므로 역반응이 진행하였음을 의미하며 온도를 증가시켰을 때 역반응으로 진행하였으므로 역반응은 흡열반응이고 정반응은 발열 반응이다.

④ 평형 I에서 A를 첨가하면 반응은 정반응으로 진행하나 반응물을 추가하였다고 하여 정반응의 활성화에너지가 증가하거나 감소하지 않는다. 반응의 활성화에너지는 촉매를 사용하여 변화시킬 수 있을 뿐이지 농도나 온도에 의해서는 변화되지 않는다.

⑤ 평형 I에서 아르곤(Ar)을 첨가하면 강철용기에서 Ar을 첨가시킨 것이므로 부피 변화는 없으므로 각 기체의 압력에 Ar의 압력이 추가되므로 전체압은 증가된다. 그러나 A, B의 부분 압은 변동이 없다. 즉 Q_p = K_p이므로 평형은 이동하지 않는다.

정답 : ②

16.

이상기체의 단열가역 팽창(압축)

$$q = 0, \Delta E = w, w = -P\Delta V, \Delta E(\text{내부에너지변화}) = nC_{vm}\Delta T, \Delta H = nC_{pm}\Delta T$$

이상기체의 단열 팽창에서는 온도가 낮아진다. 즉 ΔT < 0 이다.

$$\Delta S_{\text{계}} = 0 \quad \Delta S_{\text{주위}} = 0 \quad \Delta S_{\text{전체}} = 0$$

① w = -PΔV에서 부피가 팽창하므로 w < 0이다.

② ΔE = w = nC_{vm}ΔT이며 w < 0이므로 이상기체의 단열 팽창에서는 온도가 낮아진다. 즉

$\Delta T < 0$ 이다.

③ 단열 팽창에서는 계, 주위, 전체 엔트로피 변화는 모두 0이다. 그러므로 $\Delta S=0$ 이다.

④ ΔU (내부에너지 변화) = $nC_{vm}\Delta T$ 이므로 $\Delta T < 0$ 이므로 $\Delta U < 0$ 이다.

⑤ 고정 장치를 풀어서 자발적으로 기체가 팽창하여 피스톤이 오른쪽으로 이동하였다고 하였으므로 자발적 과정에서는 $\Delta G < 0$ 이다.

정답 : ④

17.

기체 문제에서 각 기체가 반응하지 않으며 온도의 변화가 없는 경우이다. 기체가 반응하지 않는다는 것은 기체 몰수의 변화가 없다는 의미이다. 즉 $PV=nRT$ 에서 n, T 가 일정하므로 PV 가 일정한 보일의 법칙이 적용된다. 그러므로 $P_1V_1 = P_2V_2$ 이다.

ㄱ. 콕을 열여 (나) 평형에 도달하면 각 기체의 부분압은 다음과 같다.

$$N_2 : P_1V_1 = P_2V_2 \text{이므로 } 0.8\text{기압}\times 1L = x\text{기압}\times 3L, x=N_2 \text{의 부분압} = \frac{0.8}{3} \text{atm}$$

$$CH_4 : \text{왼쪽 } P_1V_1 = P_2V_2 \text{이므로 } 0.4\text{기압}\times 1L = x\text{기압}\times 3L, x=\text{왼쪽 } CH_4 \text{부분압} = \frac{0.4}{3} \text{atm}$$

$$\text{오른쪽 } P_1V_1 = P_2V_2 \text{이므로 } 0.1\text{기압}\times 2L = x\text{기압}\times 3L, x=\text{오른쪽 } CH_4 \text{부분압} = \frac{0.2}{3} \text{atm}$$

그러므로 전체 CH_4 의 부분 압력은 $\frac{0.6}{3} = 0.2\text{atm}$ 이다.

ㄴ. (가)에서는 왼쪽 구에만 N_2 가 있으며 N_2 의 몰분율 = $\frac{N_2 \text{의 부분압}}{\text{전체압}}$ 이므로 N_2 의 몰분율 = $\frac{0.8}{0.4+0.8} = \frac{2}{3}$ 이다.

(나)에서는 N_2 는 양쪽 구에 퍼져 있으며 N_2 의 몰분율 = $\frac{\frac{0.8}{3}}{\frac{0.6}{3} + \frac{0.8}{3}} = \frac{4}{7}$ 이다. 그러므로 N_2

의 몰분율은 (가)에서가 (나)에서의 $\frac{7}{6}$ 배이다.

ㄷ. 분자의 근 평균 제곱 속력은 $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ 이다. 평균속력은 온도의 제곱근에 비례하는데 (가)와 (나)에서는 온도의 변화가 없으므로 CH_4 의 평균 속력은 (가)=(나)이다.

정답 : ①

④ 염다리는 전하균형을 맞추기 위해 존재하며 양이온은 환원 전극으로 들어오고 음이온은 산화 전극으로 들어오는데 각 이온의 총전하량이 같아야 전하균형이 맞을 수 있으므로 그 절대값은 같다.

⑤ 산화 전극에서는 아연이 녹아내리고 아연 1몰이 녹아내리면 65g이 감소되는데 환원 전극에서는 Cu가 석출되며 Cu 1몰이 석출되면 63g이 증가하므로 산화 전극에서 감소한 금속의 질량이 환원 전극에서 석출된 금속의 질량보다 크다.

정답 : ②

20.

그림 (가)는 $[B]_0 \gg [A]_0$ 에서 시간에 따른 $[A]$ 의 농도를 나타낸 그림이며 $[B]$ 의 농도는 $[A]$ 의 농도에 비해 현격히 크므로 $[B]$ 의 농도는 상수 취급할 수 있고 $[A]$ 의 농도만으로 속도식을 판단한다는 의미이다. 또한 그림 (나)에서는 $[A]_0 \gg [B]_0$ 이므로 $[B]$ 의 농도만으로 속도식을 판단한다는 의미이다.

① 그림 (가)를 보면 $[A]$ 가 0.8mmol/L에서 0.4mmol/L로 반으로 줄어들 때 걸리는 시간이 1분이고 0.4mmol/L에서 0.2mmol/L로 줄어드는 데 걸리는 시간도 1분이므로 반응 속도는 A에 대해서는 1차이며 반감기는 1분이다.

② 그림 (나)를 보면 $\frac{1}{[B]}$ 와 시간에 대한 그림이 양의 기울기를 가지는 직선이 나오므로 B에서 대해서는 2차 반응이다.

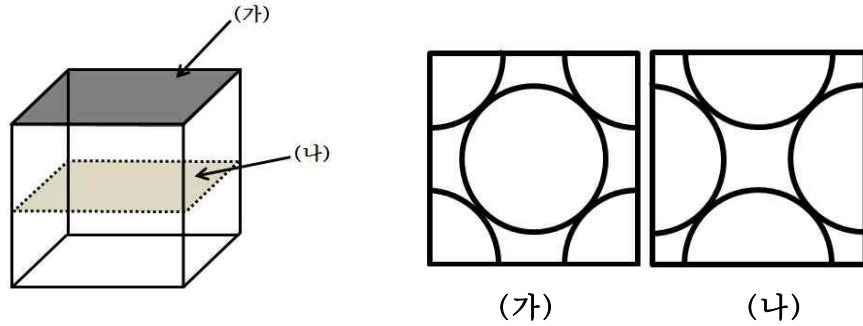
③ 2차 반응의 반감기는 $t_{1/2} = \frac{1}{k[B]_0}$ 이므로 B의 반감기는 B의 초기농도에 반비례한다.

④ 반응식을 보면 $A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$ 의 반응식이며 이 반응 속도는 $-\frac{d[A]}{dt} = -\frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[C]}{dt}$ 이므로 C의 생성속도는 A의 소멸속도의 2배이다. 반응식만 보더라도 A가 1개 없어질 때 C는 2개 생성되어야 하므로 C의 생성속도는 A의 소멸속도의 2배임을 알 수 있다.

⑤ 전체 반응은 $v=k[A][B]^2$ 이며 전체 반응의 반응 차수는 3이다.

정답 : ③

11. 그림은 입방 격자 구조를 갖는 알루미늄(Al)의 단위세포에서 두 단면 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



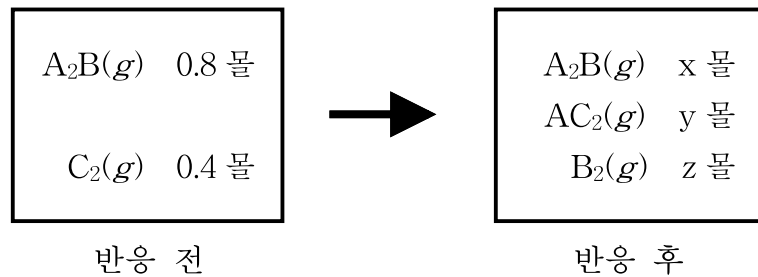
이 단위세포에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. 단위세포 당 원자 수는 4이다.
 ㄴ. 단위세포에서 원자의 배위수는 4이다.
 ㄷ. 단위세포에는 두 종류의 구멍(hole)이 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

12. 그림은 밀폐된 용기에서 일어나는 A_2B 와 C_2 의 반응에서 반응 전후의 화학종의 종류와 양을 나타낸 것이다.



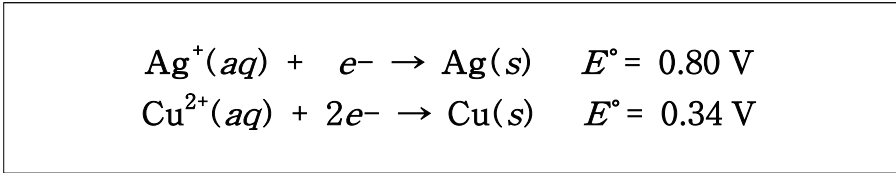
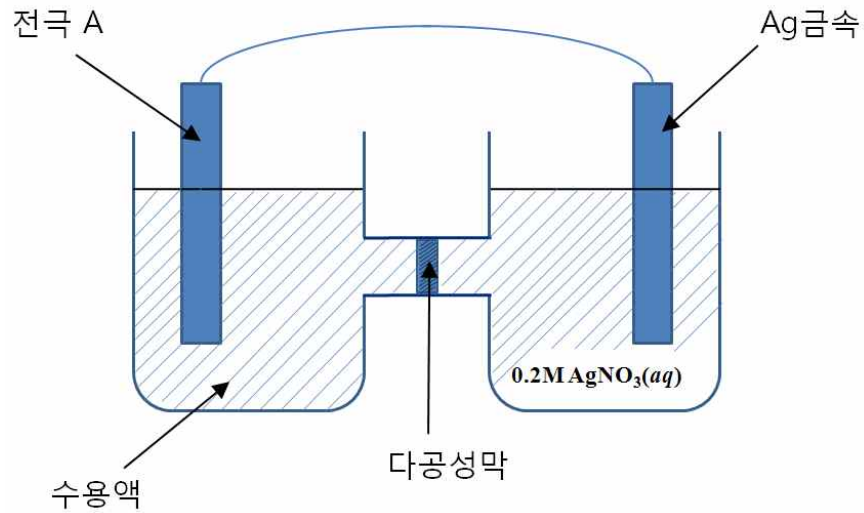
이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하고, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

- ① 이 반응의 한계 반응물은 A_2B 이다.
 ② 반응 후 A_2B 의 몰 수 x는 0.4이다.
 ③ 반응 후 y : z는 4 : 1이다.
 ④ 반응 후 몰 수가 가장 큰 물질은 B_2 이다.
 ⑤ 반응이 진행하면 용기내의 압력은 증가한다.

13. 분자식이 $C_4H_{10}O$ 이고 알코올인 구조 이성질체의 수와 1차 알코올의 수를 순서대로 옳게 나열한 것은?

- ① 2, 2 ② 3, 1 ③ 3, 2 ④ 4, 1 ⑤ 4, 2

14. 그림은 미완성 갈바니 전지를, 표는 25°C 에서 표준 환원 전위를 나타낸 것이다.



25°C 에서 전극 A가 산화 전극으로 작동하는 전지를 구성하려 할 때, 산화 전극 쪽에 사용할 수 있는 전극과 수용액으로 적당한 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

- < 보 기 >
- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| ㄱ. 전극 A: $Ag(s)$, | 수용액: $0.02\text{ M } AgNO_3(aq)$ |
| ㄴ. 전극 A: $Cu(s)$, | 수용액: $0.1\text{ M } Cu(NO_3)_2(aq)$ |
| ㄷ. 전극 A: $Cu(s)$, | 수용액: $0.2\text{ M } Cu(NO_3)_2(aq)$ |

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

15. 다음은 착이온 $[\text{CoCl}_2\text{L}_2]^+$ 에 대한 자료이다.

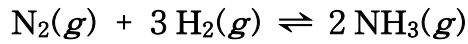
- 환전자 수: 0
- 입체 구조: 정사면체나 정팔면체 중 하나
- L: 중성 분자

$[\text{CoCl}_2\text{L}_2]^+$ 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, Co의 원자 번호는 27이다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. L은 두 자리 리간드이다. ㄴ. L은 강한 장 리간드이다.
- ㄷ. 기하 이성질체가 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄷ

16. 다음은 암모니아 합성에 대한 화학 반응식이다. 25 °C에서의 $\text{NH}_3(g)$ 의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f^\ominus)와 표준 생성 자유 에너지(ΔG_f^\ominus)는 각각 -46 kJ/mol, -16 kJ/mol 이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 25 °C, 표준 상태에서 정반응은 발열 반응이다.
- ② 25 °C, 표준 상태에서 반응의 평형상수는 1 보다 작다.
- ③ 온도가 올라갈수록 반응의 평형상수는 감소한다.
- ④ 25 °C, 표준 상태에서 정반응은 자발적이다.
- ⑤ 25 °C, 표준 상태에서 정반응의 엔트로피는 감소한다.

17. 다음은 이원자 분자 A~C에 대한 자료이며, A~C는 CO, NO, O₂ 중 하나이다.

- 결합 차수: $A > B$
- π^* 분자 궤도함수에 들어 있는 전자 수: $C > B$

분자 궤도함수 이론에 근거하여 A~C를 설명한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A의 환전자 수는 1이다. ㄴ. B⁻와 C는 등전자 화학종이다.
- ㄷ. 결합 길이는 $B^+ > B^-$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

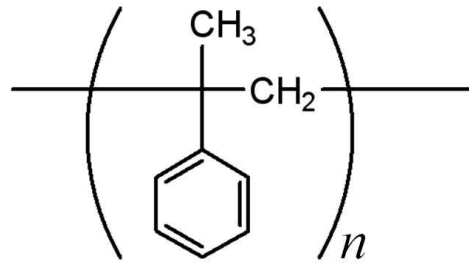
18. 다음은 분자식이 $C_4H_8O_2$ 인 어떤 화합물의 1H NMR 스펙트럼 특성이다.

- 1개의 단일선, 1개의 삼중선, 1개의 사중선이 나타난다.
- 화학적 이동(δ)의 크기 순서는 단일선 > 사중선 > 삼중선 이다.

이 화합물로 적절한 것은?

- ① $CH_3OC(=O)CH_2CH_3$ ② $CH_3CH_2OCH_2CH=O$ ③ $CH_3COCH_2CH_3$
- ④ $CH_3C(=O)CH_2OCH_3$ ⑤ $CH_3C(=O)CH_2CH_2OH$

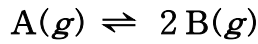
19. 그림은 단량체 A로부터 합성된 중합체의 구조를 나타낸 것이다.



A에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 분자식은 C_9H_{12} 이다.
- ② 카이랄 탄소를 가지고 있다.
- ③ 모든 탄소는 sp^2 혼성궤도 함수를 가진다.
- ④ Br_2 첨가 반응을 한다.
- ⑤ H_2O 가 제거되는 축합반응에 의해 중합체를 형성한다.

20. 다음은 부피가 일정한 용기에서 기체 A로부터 B가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 온도 25°C와 50°C에서 A의 초기 농도와 반응의 평형상수를 나타낸 것이다.

온도(°C)	A의 초기 농도 (M)	평형상수
25	1	2
50	2	4

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 25°C에서 A의 평형 농도는 0.5 M이다.
- ② 흡열 반응이다.
- ③ A의 평형 농도는 50°C에서가 25°C에서의 2배이다.
- ④ 25°C에서 촉매를 넣어 주면 평형상수는 2보다 크다.
- ⑤ 25°C의 평형 상태에서 용기에 A를 첨가하면 평형은 정반응 방향으로 이동한다.

21. 인간 염색체가 복제될 때 필요한 단백질이 아닌 것은?

- ① RNA primase
- ② single strand binding protein
- ③ restriction endonuclease
- ④ DNA helicase
- ⑤ DNA polymerase

22. 광합성에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 자색세균(purple bacteria)은 이산화탄소와 물을 이용하여 포도당과 산소를 생성한다.
- ② 남조류(cyanobacteria)는 광합성을 할 때 물을 분해하여 산소를 발생시킨다.
- ③ 암반응에서 NADPH와 ATP가 합성된다.
- ④ 캘빈회로에서 사용되는 Rubisco는 이산화탄소보다 산소에 대해 기질친화력이 더 크다.
- ⑤ 산화적 인산화 과정에 의해 ATP가 생성된다.

23. 다음 중 진핵세포는 갖고 있으나 고세균은 갖고 있지 않은 것은?

< 보 기 >		
ㄱ. 미토콘드리아	ㄴ. 리보솜	ㄷ. 히스톤
ㄹ. 핵	ㅁ. RNA 중합효소	

- ① ㄱ, ㄴ, ㄹ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄱ, ㄹ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄹ, ㅁ

2014년도 51회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

(가),(나)그림에서는 AI입자가 꼭지점과 면의 중심에 존재하고 체심에는 입자가 없으므로 AI은 면심입방 결정격자(f.c.c)임을 알 수 있다.

$$\text{ㄱ. 결정의 단위세포속의 입자수} = N_{\text{체심}} + \frac{N_{\text{면심}}}{2} + \frac{N_{\text{모서리}}}{4} + \frac{N_{\text{꼭지점}}}{8} = \frac{6}{2} + \frac{8}{8} = 4\text{이다.}$$

ㄴ. AI 결정은 f.c.c이고 결정의 쌓이는 모습으로는 입방 최조밀 쌓임(c.c.p)이므로 단위세포에서 원자의 배위수는 12이다.

ㄷ. 면심입방 결정격자(f.c.c)에는 8개의 사면체 구멍(hole)과 4개의 팔면체 구멍(hole)이 존재한다. 그러므로 두 종류의 구멍(hole)이 존재한다.

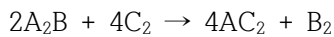
정답 : ③

12.

$aA_2B + bC_2 \rightarrow xAC_2 + yB_2$ 의 반응식이므로 미정계수법을 이용하여 반응식을 완결하면 다음과 같다.

A에 대해 : $2a=x$ B에 대해 : $a=2y$ C에 대해 : $2b=2x$

$a=1$ 이라면 $x=2, y=\frac{1}{2}, b=2$ 이다. 양변에 2를 곱하면 반응식이 완결된다.



	$2A_2B$	$+ 4C_2$	\rightarrow	$4AC_2$	$+ B_2$
반응 전	0.8	0.4		0	0
반응 후	-0.2	-0.4		0.4	0.1
반응 후	0.6	0		0.4	0.1

① 반응이 진행하여 C_2 가 모두 소모되었으므로 이 반응의 한계 반응물은 C_2 이다.

② 반응 후 A_2B 의 몰수는 $x=0.6$ 이다.

③ 반응 후 $x=0.6, y=0.4, z=0.1$ 이므로 $y:z=4:1$ 이다.

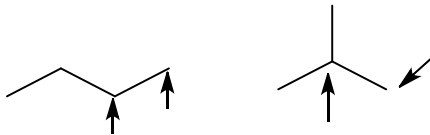
④ 반응 후 몰수가 가장 큰 물질은 0.6몰이 남아있는 A_2B 이다.

⑤ 밀폐된 용기이므로 V는 일정하고 문제의 단서에서 T가 일정하다고 하였으므로 $PV=nRT$ 에서 $P \propto n$ 이다. 그러므로 반응 전 총 몰수는 1.2몰이었다가 반응이 진행된 후 총 몰수는 1.1몰로 몰수가 감소되므로 반응이 진행하면 용기내의 압력은 감소한다.

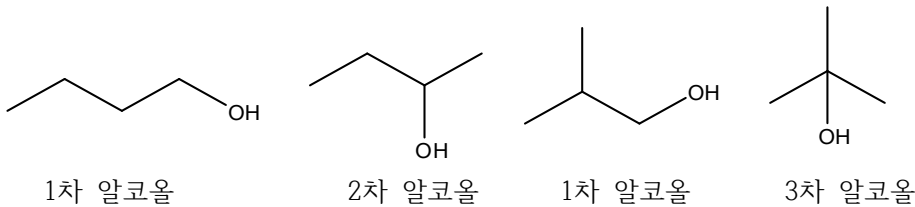
정답 : ③

13.

구조 이성질체는 분자식은 같으나 구조와 성질이 다른 화합물을 말한다. 또한 1차 알코올은 OH가 붙어 있는 탄소 바로 옆의 탄소의 개수가 1개인 알코올을 말한다. 이런 유형의 문제를 해결함에 있어서는 $C_4H_{10}O$ 의 불포화도는 0이므로 단일결합 화합물임을 의미한다는 것에 착안점을 두고 해결할 수 있다. 즉 가능한 $C_4H_{10}O$ 의 구조는 다음 2개이며 가능한 알코올의 구조는 아래 그림에서 화살표가 있는 탄소에 OH가 붙은 4개가 있다.



이 4개의 알코올 중 1차 알코올은 다음의 2개이다.



정답 : ⑤

14.

농도차 전지를 통해 전극을 구성할 경우 산화 전극은 농도가 묽어야 하고 환원 전극은 농도가 진해야 한다. 그래야 산화 전극은 녹아내리며 농도가 진해지고 환원 전극에서는 금속이 석출되며 농도가 묽어지기 때문에 자발적 화학반응으로 일어나게 되며 갈바니 전지가 구성될 수 있다.

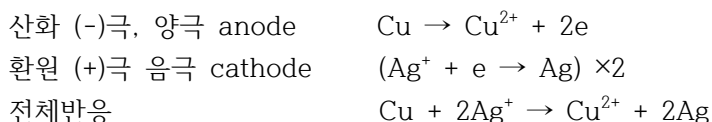
농도차 전지가 아닌 경우에는 산화 전극의 표준환원 전위값이 환원 전극의 표준환원 전위보다 작아야 한다. 그래야 산화 환원 전체 반응의 기전력이(E)가 (+)값이 되며 자발적 반응으로 일어날 수 있기 때문이다.

ㄱ. 농도차 전지이며 산화 전극의 농도가 0.02M이므로 환원 전극의 농도인 0.2M보다 묽으므로 산화 전극으로 사용할 수 있다. 이 경우 기전력은 Nernst식을 이용해서 구할 수 있다.

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{1} \log \frac{0.02}{0.2} = 0.0592V$$

ㄴ. ㄷ 농도차 전지가 아니므로 농도는 중요치 않으며 표준환원 전위값이 환원 전극의 값인

0.80V보다 작으므로 Cu 전극은 산화 전극으로 사용할 수 있다. 갈바니 전지의 산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응 및 전체 반응을 표시하면 다음과 같다.



정답 : ②

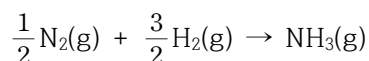
15.

착이온 $[\text{CoCl}_2\text{L}_2]^+$ 의 중심금속인 Co는 산화수가 +3이어야 Co^{3+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^6$ 로서 리간드가 강한장 리간드일 때에는 low spin을 선호하므로 홀전자 수가 0이 되고 리간드가 약한장 리간드일 때에는 high spin을 선호하므로 홀전자 수가 4개가 되는데 문제의 단서에서 홀전자 수가 0이라고 했으므로 착이온 $[\text{CoCl}_2\text{L}_2]^+$ 는 정팔면체 구조이며 L은 중성의 2자리 리간드이어야 전체 전하가 +1이 되고 강한장 리간드라는 것을 알 수 있다. 또한 착이온 $[\text{CoCl}_2\text{L}_2]^+$ 는 cis, trans 기하이성질체를 가진다. 참고적으로 이중 cis 이성질체는 거울상 이성질체를 가지며 총 입체이성질체의 개수는 3개이다.

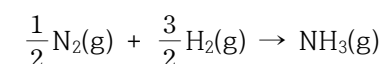
정답 : ②

16.

$\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3(\text{g})) = -46\text{kJ/mol}$ 는 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소($\text{N}_2(\text{g}), \text{H}_2(\text{g})$)에서 $\text{NH}_3(\text{g})$ 1몰을 생성시키는 과정의 엔탈피 변화이므로 다음 반응식을 쓸 수 있다.



$\Delta G_f^\circ(\text{NH}_3(\text{g})) = -16\text{kJ/mol}$ 는 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소($\text{N}_2(\text{g}), \text{H}_2(\text{g})$)에서 $\text{NH}_3(\text{g})$ 1몰을 생성시키는 과정의 깁스 함수의 변화이므로 다음 반응식을 쓸 수 있다.



① $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 반응의 ΔH° 는 $\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3(\text{g})) = -46\text{kJ/mol}$ 의 2배이므로 $\Delta H^\circ = -92\text{kJ}$ 로서 25°C 표준상태에서 정반응은 발열 반응이다.

② $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 반응의 ΔG° 는 $\Delta G_f^\circ(\text{NH}_3(\text{g})) = -16\text{kJ/mol}$ 의 2배이므로 $\Delta G^\circ = -32\text{kJ}$ 이며 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$ 식에서 25°C 표준상태에서 $K > 1$ 이다.

③ $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H^\circ = -92\text{kJ}$ 로서 정반응은 발열반응이며 온도를 높이면 발열 반응에서는 평형상수 값은 감소한다.

④ $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta G^\circ = -32\text{kJ}$ 이며 표준 깁스함수의 변화가 (-)이므로 25°C 표준상태에서 정반응은 자발적이다.

⑤ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ 반응은 4몰의 기체 반응물이 반응하여 2몰의 기체가 생성되므로 반응이 진행하면 기체의 몰수가 감소되어 엔트로피는 감소한다.

정답 : ②

17.

CO, NO, O₂의 결합 차수를 순서대로 나열하면 CO(3) > NO(2.5) > O₂(2)의 순서이다. 또한 MOT에서 π^* 분자 궤도함수에 들어있는 전자 수도 순서대로 나열하면 O₂(2개) > NO(1개) > CO(0개)이다. 이 두 순서를 조합해보면 A=CO, B=NO, C=O₂임을 알 수 있다.

ㄱ. A(CO)의 홀전자 수는 0이다.

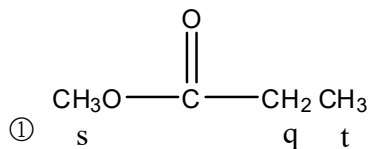
ㄴ. B(NO)와 C(O₂)는 π^* 분자 궤도함수에 2개의 전자가 들어있는 등전자 화학종이다.

ㄷ. 결합길이는 결합 차수가 작을수록 길기 때문에 B(NO) 결합 차수 3) < B(NO) 결합 차수 2)이다.

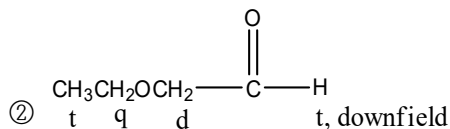
정답 : ④

18.

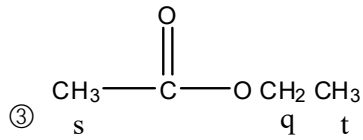
각각의 수소에 해당하는 splitting을 단일선(singlet, s), 이중선(doublet, d), 삼중선(triplet, t), 사중선(quartet, q)으로 표시하고 화학적 이동(δ)을 개략적으로 표시하면 다음과 같다.



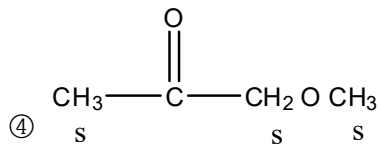
단일선은 전기음성도가 큰 O옆의 탄소의 수소이므로 가장 전자가 부족하여 화학적 이동(δ)이 가장 크고 그 다음은 사중선이고 삼중선이 가장 화학적 이동이 작으며 정답이다.



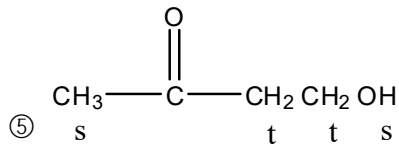
알데히드의 수소가 가장 화학적 이동이 크고 가장 왼쪽의 삼중선의 수소가 가장 화학적 이동이 작으며 주어진 정보에 적합하지 않은 화합물이다.



전기음성도가 큰 O원자 옆의 사중선이 가장 화학적 이동이 크고 그 다음은 카보닐 옆의 탄소의 수소인 단일선에 해당하는 수소이며 삼중선의 수소가 가장 화학적 이동이 작다. 그러므로 화학적 이동의 크기 순서는 사중선 > 단일선 > 삼중선으로 주어진 정보에 적합하지 않은 화합물이다.



모두 단일선으로 나타나야 하므로 주어진 정보에 적합하지 않은 화합물이다.

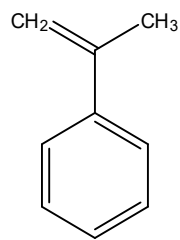


-OH가 spin-spin splitting을 하지 않는 경우의 splitting은 그림과 같으므로 주어진 정보에 적합하지 않은 화합물이다.

정답 : ①

19.

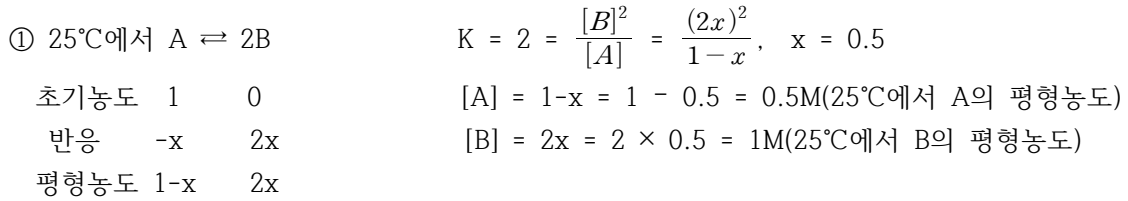
단량체의 구조는 다음과 같다.



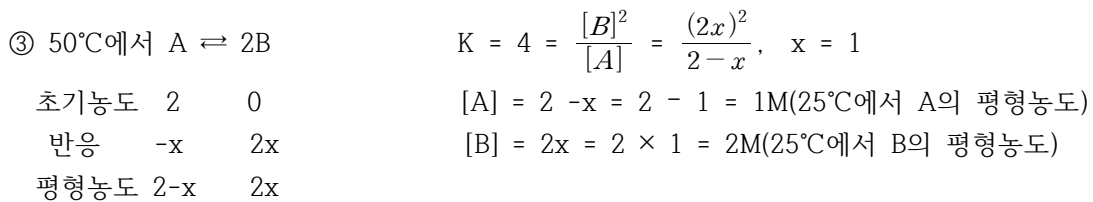
- ① 분자식은 C₉H₁₀이다.
- ② 탄소원자 주위에 4개의 치환기가 모두 다른 카이랄 탄소는 가지고 있지 않는다.
- ③ -CH₃ 탄소의 혼성 오비탈은 sp³이다.
- ④ 이중결합을 가지고 있으므로 Br₂와 첨가반응을 한다.
- ⑤ 이중결합이 첨가중합을 하여 중합체를 형성한다.

정답 : ④

20.



② 25°C에서 $K=2$ 이고 50°C에서 $K=4$ 이므로 온도를 높혔더니 평형 상수값이 증가되었음을 알 수 있다. 흡열반응에서는 온도를 높이면 평형상수는 증가하므로 정반응은 흡열 반응이다.



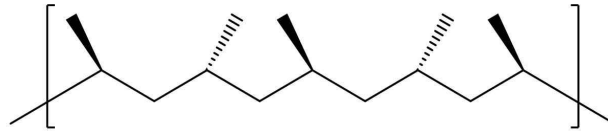
A의 평형농도는 50°C에서는 1M 이고 25°C에서는 0.5M이므로 2배이다.

④ 촉매는 활성화 에너지에 영향을 주어 반응 속도를 빠르게 하거나(정촉매) 느리게 하는(부촉매) 역할을 할 뿐 평형상수에 영향을 주지 않는다.

⑤ 25°C의 평형 상태에서 용기에 A를 첨가하면 A의 몰수를 감소시키는 방향인 정반응으로 평형은 이동한다.

정답 : ④

11. 그림은 분자식이 C_3H_6 인 단량체가 반응하여 생성된 고분자의 구조 일부를 나타낸 것이다.



이 고분자에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

ㄱ. 열경화성이다.
 ㄴ. 첨가 중합 반응으로 형성된다.
 ㄷ. 단량체는 프로필렌(CH_3CHCH_2)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 다음은 3가지 유기산의 구조이다.

(가) (나) (다)

이 유기산의 산성도 세기를 비교한 것으로 옳은 것은?

- ① (가) > (나) > (다) ② (가) > (다) > (나) ③ (나) > (가) > (다)
 ④ (나) > (다) > (가) ⑤ (다) > (가) > (나)

13. 다음의 25℃ 수용액 중에서 이온화 백분율(%)이 가장 작은 것은? (단, 25℃ 수용액에서 CH_3COOH 과 $HCOOH$ 의 산 이온화 상수(K_a)는 각각 1.8×10^{-5} , 1.7×10^{-4} 이다.)

- ① 0.01 M HCl ② 0.01 M HCOOH ③ 0.01 M CH_3COOH
 ④ 0.10 M HCOOH ⑤ 0.10 M CH_3COOH

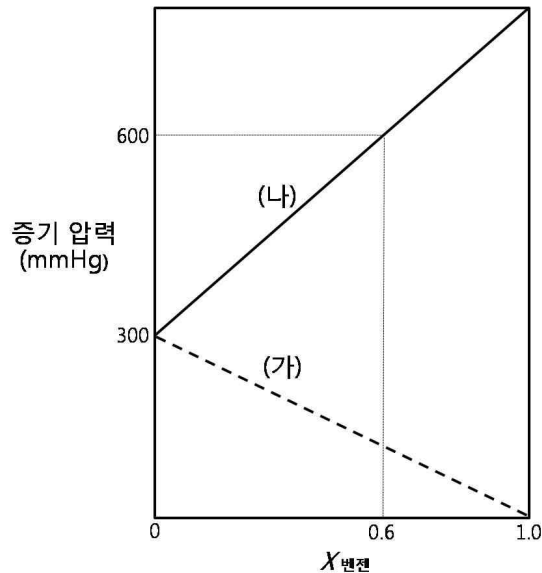
14. 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

1																	18
H	2											13	14	15	16	17	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca				Cr	Mn											Kr

이에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 전기음성도는 C가 O보다 크다.
- ② 이온 반지름은 Na^+ 이 F^- 보다 크다.
- ③ 제1차 이온화 에너지는 O가 N보다 크다.
- ④ 최외각 전자가 느끼는 유효 핵전하는 Al이 Cl보다 크다.
- ⑤ 바닥 상태 원자에서 홀전자의 수는 Cr이 Mn보다 크다.

15. 그림은 어떤 온도에서 벤젠의 몰분율($X_{\text{벤젠}}$)에 따른 용액의 증기 압력을 나타낸 것이다. (가)는 톨루엔의 증기 압력을, (나)는 벤젠과 톨루엔의 혼합 용액의 전체 증기 압력($P_{\text{벤젠}} + P_{\text{톨루엔}}$)을 나타낸 것이다. 벤젠과 톨루엔의 혼합 용액은 이상 용액이다.

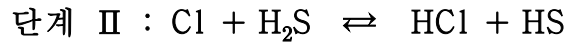
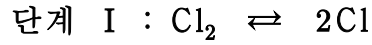


벤젠의 몰분율($X_{\text{벤젠}}$)이 0.6인 혼합 용액에서 벤젠의 부분 증기 압력(mmHg)은?

- ① 180 ② 300 ③ 360 ④ 480 ⑤ 540

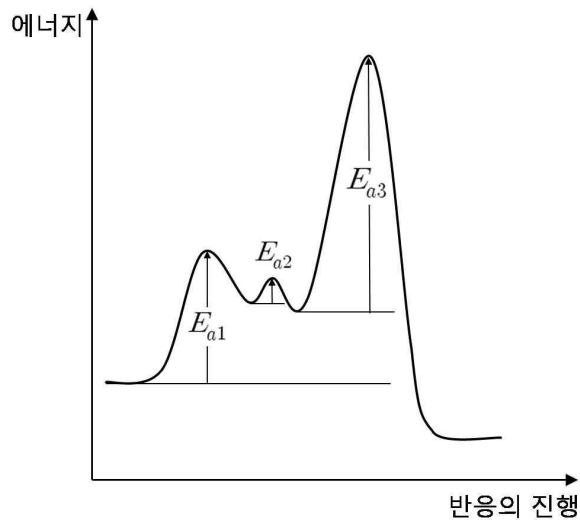
16. 자료는 Cl_2 와 H_2S 가 반응하여 S과 HCl 가 형성될 때 제안된 반응 메카니즘과 전체 반응의 반응 속도 법칙(v)이다. 그림은 반응 진행에 따른 에너지를 나타낸 것이며, E_{a1} , E_{a2} , E_{a3} 는 각각 단계 I, II, III의 활성화 에너지이다.

[반응 메카니즘]



[반응 속도 법칙]

$v = k[\text{Cl}_2][\text{H}_2\text{S}]$ (k 는 반응 속도 상수)



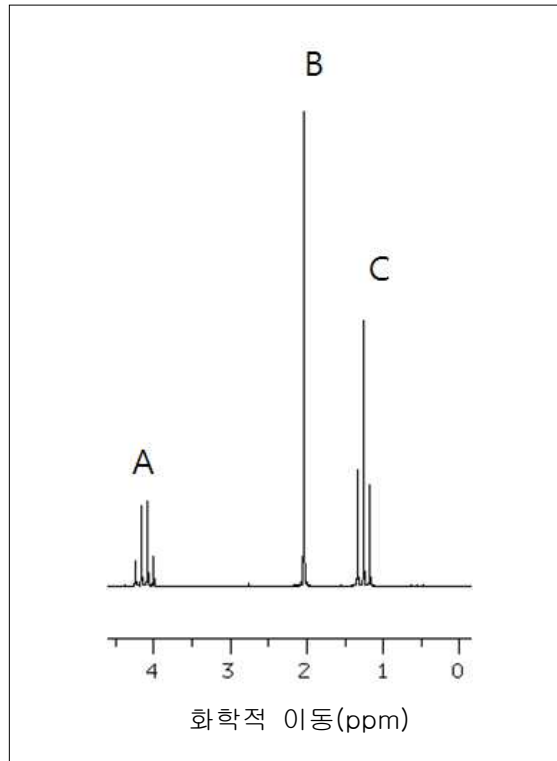
전체 반응에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. 중간체는 2종류이다.
- ㄴ. 속도 결정 단계는 단계 III이다.
- ㄷ. H_2S 에 대해 반응 차수는 1이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 그림은 C, H, O로 구성된 어떤 화합물(분자량 = 88 g/mol)의 $^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼을 나타낸 것이다. 스펙트럼 봉우리의 면적비는 A : B : C = 2 : 3 : 3 이다.



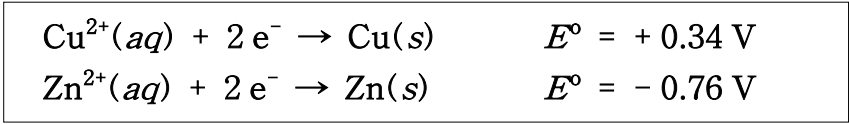
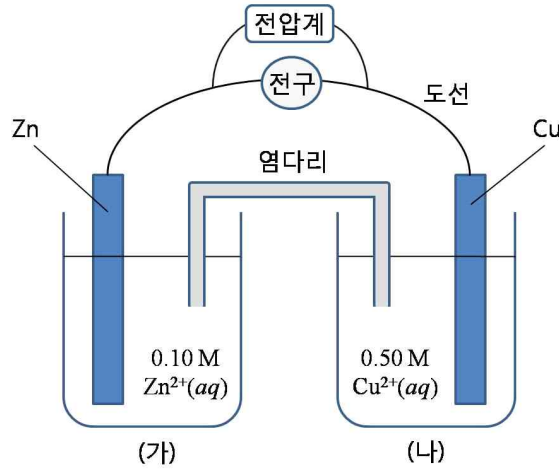
이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

- ㄱ. 봉우리 A와 C의 수소는 서로 커플링(coupling) 되어 있다.
- ㄴ. 봉우리 B의 수소가 결합한 탄소는 수소가 없는 탄소와 인접해 있다.
- ㄷ. 봉우리 C는 3개로 갈라져 있으므로 CH_3 이다.
- ㄹ. $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 의 스펙트럼이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

18. 그림은 $Zn | Zn^{2+}(0.10M) || Cu^{2+}(0.50M) | Cu$ 전지를 나타낸 것이고, 자료는 이 전지와 관련된 반응의 표준 환원 전위(E°)이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것은? (단, Cu와 Zn의 원자량은 각각 64와 65이다.)

- ① 이 전지의 초기 전압은 1.10 V보다 작다.
- ② (가)의 Zn 전극의 전자는 염다리를 통하여 이동한다.
- ③ (나)의 용액에 0.50 M EDTA를 소량 첨가하면 전지 전압이 감소한다.
- ④ 전지를 사용하면 (나)의 용액 색은 파랑색이 진해진다.
- ⑤ 전지를 사용하면 두 금속 전극의 질량의 합은 증가한다.

19. 다음은 백금 배위 화합물의 합성 과정이다.

(가) 사염화백금 포타슘(K_2PtCl_4) 수용액에 적당량의 암모니아수를 첨가하여 시스 이성질체인 배위 화합물 A를 합성한다.
 (나) A 수용액에 충분한 양의 암모니아수를 첨가하여 배위 화합물 B를 합성한다.
 (다) B 수용액에 적당량의 $HCl(aq)$ 를 첨가하여 트랜스 이성질체인 배위 화합물 C를 합성한다.

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

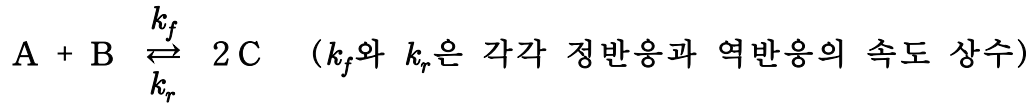
< 보 기 >

ㄱ. 배위 화합물 A는 항암 효과가 있다.
 ㄴ. 배위 화합물 B의 구조는 정사면체이다.
 ㄷ. 배위 화합물 C는 $K_2[Pt(NH_3)_3Cl]$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 다음은 어떤 평형 반응식과 아레니우스(Arrhenius) 식이다.

[평형 반응식]

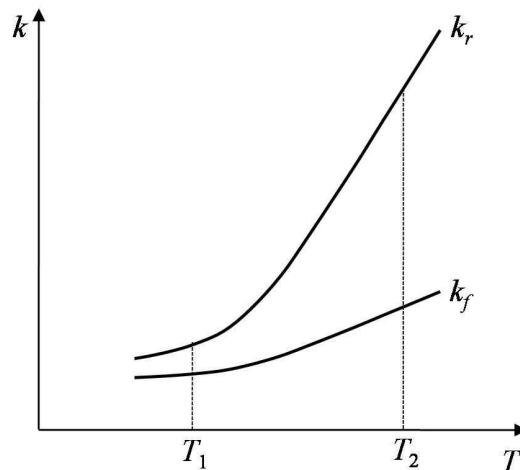


[아레니우스 식]

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

k 는 반응 속도 상수, A 는 아레니우스 상수, E_a 는 활성화 에너지, R 는 기체 상수, T 는 절대 온도이다.

그림은 아레니우스 식을 이용하여 절대 온도(T)에 따른 k_f 와 k_r 를 나타낸 것이다.



이에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

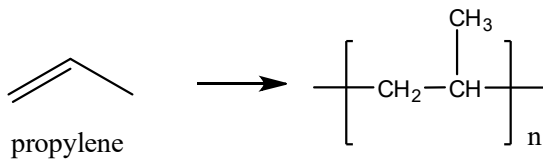
- ① T_1 에서 평형 상수는 1보다 작다.
- ② 평형 상수는 T_1 에서가 T_2 에서보다 크다.
- ③ 활성화 에너지는 정반응이 역반응보다 크다.
- ④ $\frac{1}{T}$ (x 축)에 따른 $\ln k_f$ (y 축)을 도시하였을 때 직선의 기울기값은 $-E_{a\text{정반응}}/R$ 이다.
- ⑤ 정반응의 표준 깃스 자유 에너지 변화(ΔG°)는 T_2 에서가 T_1 에서보다 크다.

2015년도 52회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

위 구조는 propylene이 첨가 중합을 하여 생성된 구조이며 입체 화학적으로 교대배열 (syndiotactic)을 한 구조 그림을 나타낸 것이다.



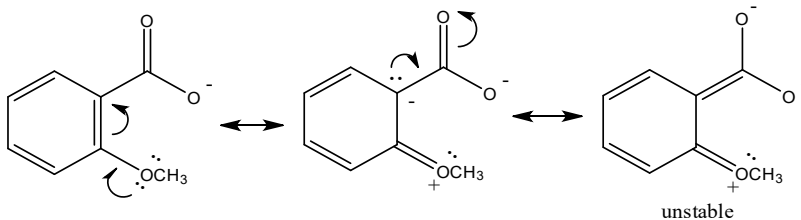
ㄱ. 온도를 가하면 부드러워지고 적당한 조건에서 주물을 이용하여 성형할 수 있는 고분자 화합물을 열가소성 수지라고 하며 가교를 이룬 3차원적 구조로서 가열에 의해 분해되고 용융되지 않는 고분자 화합물을 열경화성 수지라 한다. 우리가 알고 있는 대부분의 고분자 화합물은 열가소성이며 위 고분자 화합물도 열가소성이다.

ㄴ. ㄷ. 단량체인 propylene이 첨가 중합을 하여 생성된다. 보통 propylene 같은 경우에는 양이온 중간체를 거쳐가는 양이온 중합 반응을 통해 고분자 화합물을 생성시킬 수 있다.

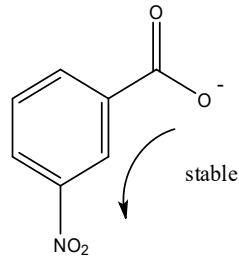
정답 : ④

12.

(가)는 ortho 위치에 있는 $-OCH_3$ 의 비공유 전자쌍이 벤젠 고리쪽으로 넘어올 수 있으므로 카복시산의 음이온이 불안정해진다. 즉 전자를 주는 치환기(Electron donating group, EDG)인 $-OCH_3$ 에 의해 카복시산의 음이온(짝염기)이 불안정해지고 음이온이 불안정하므로 강염기이고 그 짝산은 가장 약산이다.



(나)의 meta 위치에 전자를 당기는 치환기(Electron withdrawing group, EWG)인 $-NO_2$ 가 있으므로 카복시산의 음이온은 전자를 당김을 받을 수 있고(유도효과, inductive effect라 한다.) 음이온은 전자 당김을 받으면 안정화된다. 그러므로 카복시산의 음이온(짝염기)는 안정해지고 음이온이 안정하므로 약염기이고 그 짝산은 가장 강산이다.



(다) 전자를 당기는 치환기가 있는 (나)보다는 약산이나 전자를 주는 치환기가 있는 (가)보다는 강산이다.

정답 : ④

13.

이온화 백분율 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ 로서 K_a (산 이온화 상수)값이 크면 이온화 백분율도 크고 농도(C)가 묽으면 이온화 백분율도 크다. 보기에서 0.01M HCl의 경우 HCl은 강산이므로 100% 이온화되어 이온화 백분율 $\alpha = 100\%$ 이다. 또한 $\text{CH}_3\text{COOH}(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$ $\text{HCOOH}(K_a = 1.7 \times 10^{-4})$ 에서 K_a 가 큰 HCOOH의 이온화 백분율은 같은 농도의 CH_3COOH 보다 크다. 그러므로 이온화 백분율이 가장 작은 것은 0.01M CH_3COOH 와 0.10M CH_3COOH 중 농도가 진한 0.10M CH_3COOH 이다.

정답 : ⑤

14.

① 전기음성도는 O(3.5)가 C(2.5)보다 크다.

② Na^+ , F^- 의 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^6$ 로서 동일하다. 즉 전자껍질은 동일하다. 그러나 Na^+ 은 원자번호가 11번으로서 양성자수가 F^- 의 양성자수인 9보다 크다. 즉 핵의 전하가 Na^+ 이 크므로 전자를 당기게 되어 이온반지름이 작아진다. 즉 $\text{Na}^+ < \text{F}^-$ 이다.

③ 제1차 이온화 에너지는 원칙적으로 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 커져야 한다. 그러나 Be보다는 B가 작고 N보다는 O가 작은 예외가 있다. O는 p 오비탈의 짝진 전자의 반발력으로 쉽게 전자를 내보낼 수 있기 때문이다.

④ 유효핵전하는 같은 주기에서는 원자번호가 증가할수록 같은 족에서도 원자번호가 증가할수록 커지며 예외가 없다. 그러므로 최외각 전자가 느끼는 유효핵전하는 Al이 Cl보다 작다.

⑤ ^{24}Cr 의 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ 의 전자배치를 가지며 홀전자수는 6개이다. ^{25}Mn 의 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ 이며 홀전자수는 5개이다.

정답 : ⑤

15.

$X_{\text{벤젠}} = 0$ 일 때 증기압력이 300mmHg 이므로 이 300mmHg는 순수한 톨루엔의 증기압이다.
즉 $P^{\circ}_{\text{톨루엔}} = 300\text{mmHg}$ 또한 $X_{\text{벤젠}} = 0.6$ 일 때 (나)에 해당하는 증기압이 600mmHg 이므로 이는 전체 증기압이다. 휘발성 용질에 대한 라울의 법칙을 적용하면 다음과 같다.

$$P = X_{\text{벤젠}} P^{\circ}_{\text{벤젠}} + X_{\text{톨루엔}} P^{\circ}_{\text{톨루엔}}$$

$$600 = 0.6P^{\circ}_{\text{벤젠}} + 0.4 \times 300 \text{ (벤젠의 몰분율이 0.6이면 톨루엔의 몰분율은 0.4이므로)}$$

$$\text{그러므로 } P^{\circ}_{\text{벤젠}} = 800\text{mmHg}$$

벤젠의 몰분율이 0.6인 용액에서 벤젠의 부분 증기압력은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{\text{벤젠}} = X_{\text{벤젠}} P^{\circ}_{\text{벤젠}} = 0.6 \times 800 = 480\text{mmHg}$$

다른 풀이 방법

$P^{\circ}_{\text{톨루엔}} = 300\text{mmHg}$ 이며 벤젠의 몰분율이 0.6이면 톨루엔의 몰분율은 0.4이고 톨루엔의 부분 증기압력은 $P_{\text{톨루엔}} = X_{\text{톨루엔}} P^{\circ}_{\text{톨루엔}} = 0.4 \times 300 = 120\text{mmHg}$

벤젠의 몰분율이 0.6일 때 전체 증기압은 600mmHg 이므로

$$P = P_{\text{벤젠}} + P_{\text{톨루엔}}$$

$$600\text{mmHg} = P_{\text{벤젠}} + 120\text{mmHg}, \quad P_{\text{벤젠}} = 480\text{mmHg} \text{이다.}$$

정답 : ④

16.

ㄱ. 중간체는 각 단일단계 반응에서 어느 단계에서 나타났다가 어느 단계에서 사라지는 화학종을 말한다. 반응 메커니즘을 보면 Cl은 단계 I에서 나타났다가 단계 II에서 사라지므로 중간체이고 HS는 단계 II에서 나타났다가 단계 III에서 사라지므로 중간체이다. 그러므로 중간체는 2종류이다.

ㄴ. 반응의 진행과 에너지 그림을 보면 가장 활성화 에너지가 가장 큰 것은 E_{a3} 임을 알 수 있다. 활성화 에너지가 크다는 것은 속도상수(k)가 작다는 것을 의미하며 속도가 느리다는 것을 의미한다. 그러므로 속도결정단계는 가장 느린 단계 III이다.

ㄷ. 반응 속도 법칙을 보면 $v = k[\text{Cl}_2][\text{H}_2\text{S}]$ 이다 이것은 Cl_2 에 대해 1차 H_2S 에 대해서도 1차 반응임을 의미한다.

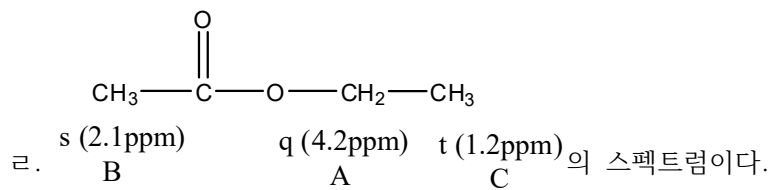
정답 : ⑤

17.

ㄱ. 봉우리 A는 이웃한 C의 수소 3개에 의해 갈라져 사중선(n+1 rule)이 나타나고 있으며 봉우리 C는 이웃한 A의 수소 2개에 의해 갈라져 삼중선(n+1 rule)이 나타나고 있으므로 A와 C의 수소는 서로 커플링(coupling)되어 있다.

ㄴ. 봉우리 B는 단일선으로 나타나고 있으므로 B의 수소가 결합한 탄소는 수소가 없는 탄소와 인접해 있음을 알 수 있다.

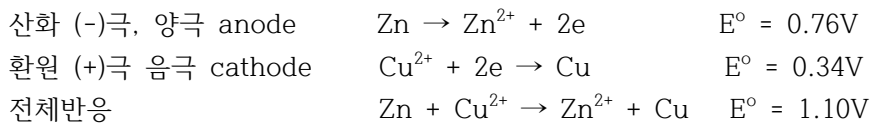
ㄷ. 봉우리 C는 3개로 갈라져 있으므로 이웃에 -CH₂- 가 있음을 알 수 있다.



정답 : ④

18.

갈바니 전지의 산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응 및 전체 반응을 표시하면 다음과 같다.



① 비표준 상태이므로 기전력은 Nernst식을 이용해서 계산할 수 있다.

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} = 1.1\text{V} - \frac{0.0592}{2} \log \frac{0.1}{0.5} \text{ 이므로 } E > E^\circ \text{이다. 그러므로 이 전지의 초기 전압은 } 1.10\text{V} \text{보다 크다.}$$

② (가)의 Zn 전극의 전자는 도선을 통해서 Cu 전극으로 이동한다. 염다리는 전하균형을 맞추기 위해 존재하고 아연 전극쪽으로는 음이온이 구리 전극쪽으로는 양이온이 들어오며 전하 균형을 맞추어 준다.

③ (나) 용액에 0.50M EDTA를 소량 첨가하면 Cu²⁺이 EDTA와 착물을 형성하게 되어 반응물인 Cu²⁺이 감소되므로 역반응으로 진행하고 전지 전압은 감소한다.

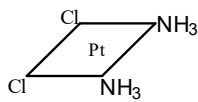
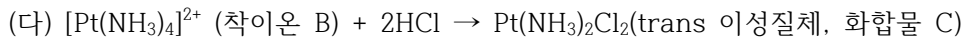
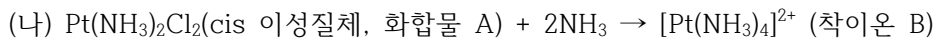
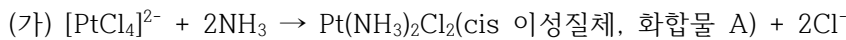
④ 전지를 사용하면 (나)전극에서는 Cu²⁺ + 2e → Cu 반응이 일어나며 파랑색인 Cu²⁺이 사라지므로 파랑색이 없어진다.

⑤ 산화 전극에서는 아연이 녹아내리고 아연 1몰이 녹아내리면 65g이 감소되는데 환원 전극에서는 Cu가 석출되며 Cu 1몰이 석출되면 64g이 증가하므로 산화 전극에서 감소한 금속의 질량이 환원 전극에서 석출된 금속의 질량보다 크다. 그러므로 전지를 사용하면 두 금속 전극의 질량의 합은 감소한다.

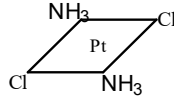
정답 : ③

19.

K_2PtCl_4 는 $2K^+ + PtCl_4^{2-}$ 으로 해리되며 각 반응식을 나타내면 다음과 같다.



cis A



trans C

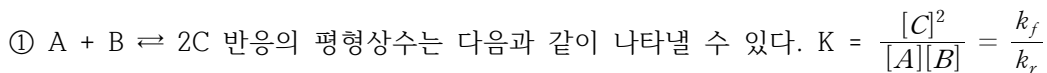
ㄱ. cis플라틴이라고 부르는 화합물 A는 항암효과가 있음이 알려져 있으나 주어진 내용으로는 확인할 수 없는 지문이다. 이 지문을 몰라도 지문에서 정답을 고르는 데에는 문제가 되지 않는다.

ㄴ. 배위 화합물 A, B, C 모두 평면사각형이다. 그래야 cis, trans 기하이성질체가 생성되는 것을 설명할 수 있다. 정사면체에는 기하이성질체가 존재하지 않기 때문이다.

ㄷ. 화합물 C는 $Pt(NH_3)_2Cl_2$ (trans 이성질체)이다.

정답 : ①

20.



T_1 에서던 T_2 에서던 k_f (정반응의 속도상수)는 k_r (역반응의 속도상수)보다 작으므로 (그림 참조) K는 1보다 작다.

② 온도가 증가 되면 속도상수(k)는 항상 증가하는데 활성화 에너지가 더 큰 반응의 속도상수가 더 큰 폭으로 증가하게 된다.(아레니우스 식의 $\ln k$ 와 $\frac{1}{T}$ 에 대한 그림 참조) 그림에서 T와 k에 대한 그림을 보았을 때 k_r (역반응의 속도상수)는 온도 증가에 따라 더 큰 폭으로 증가 되는 것을 볼 수 있다. 이는 역반응의 활성화 에너지가 정반응의 활성화 에너지보다 더 크다는

것을 의미하며 정반응은 발열반응이라는 것을 의미한다. 발열반응에서는 온도를 증가시키면 평형상수는 감소하므로 평형상수는 T_1 에서가 T_2 에서보다 크다.

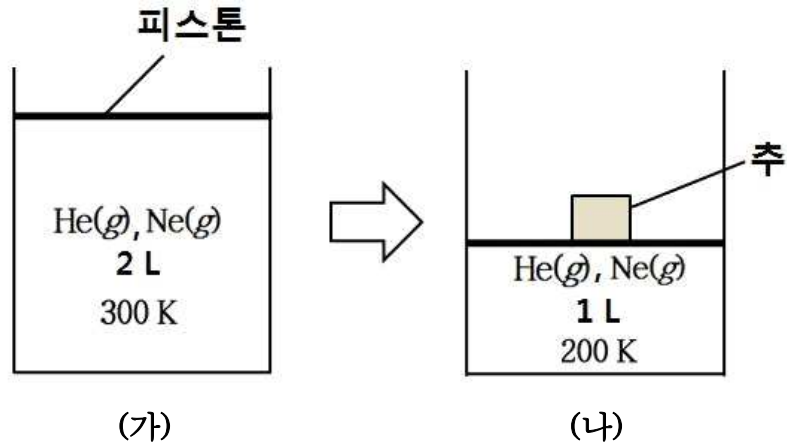
③ 활성화 에너지는 정반응이 역반응보다 작다.

④ $\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A$ 식에서 $\ln k$ (y축) $\frac{1}{T}$ (x축)을 도시하였을 때 음의 기울기를 가지는 직선이 나오며 직선의 기울기는 $-E_{a(\text{정반응})}/R$ 이고 y절편은 $\ln A$ 이다.

⑤ $\Delta G_1^\circ = -RT_1 \ln K_1$ 와 $\Delta G_2^\circ = -RT_2 \ln K_2$ T_1 에서의 평형상수 값인 K_1 이 T_2 에서의 평형상수 값인 K_2 보다 크므로 정반응의 표준 깃스 자유에너지 변화(ΔG°)는 T_2 에서가 T_1 에서보다 크다. 즉 $\Delta G_1^\circ = -RT_1 \ln K_1 < \Delta G_2^\circ = -RT_2 \ln K_2$ 이다.

정답 : ③

11. 그림 (가)는 온도가 300 K인 실린더에 He(g)과 Ne(g)이 들어있는 것을, (나)는 (가)의 피스톤에 추를 올려놓고 200 K로 낮춘 것을 나타낸 것이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, He과 Ne의 원자량은 각각 4와 20이다. 대기압은 일정하고 피스톤의 질량과 마찰은 무시하며, 모든 기체는 이상 기체로 거동한다.)

< 보 기 >

- ㄱ. He의 부분 압력은 (가) < (나)이다.
- ㄴ. (가)에서 평균 운동 에너지는 He 과 Ne 이 같다.
- ㄷ. 제곱 평균근 속력(root mean square speed)은 (가)의 Ne 이 (나)의 He 보다 빠르다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 표는 25°C 에서 에틸렌글리콜($C_2H_6O_2$)과 물(H_2O)을 혼합하여 만든 부동액 (가)~(다)에 관한 자료이다. 25°C 에서 $C_2H_6O_2$ 와 H_2O 의 밀도는 각각 1.1g/mL 와 1.0 g/mL 이다.

부동액	조성	
	$C_2H_6O_2$	H_2O
(가)	100 mL	500 mL
(나)	100 g	500 g
(다)	100 mL	550 mL

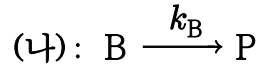
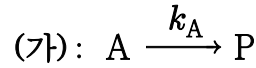
25°C 의 용액 (가)~(다)에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에틸렌글리콜은 비전해질, 비휘발성이고, (가)~(다)는 이상 용액 으로 거동한다.)

< 보 기 >

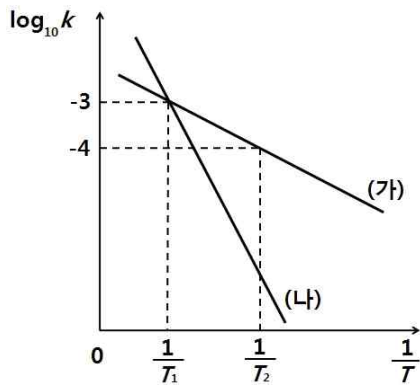
- ㄱ. 몰랄 농도(m)는 (가)가 (나)의 1.1배이다.
- ㄴ. 용액의 증기압은 (가)가 (다)보다 작다.
- ㄷ. 어는점은 (나)와 (다)가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 다음은 반응차수가 각각 1차 반응인 (가)와 (나)의 화학 반응식이고, k_A 와 k_B 는 반응 속도 상수이다.



그림은 절대 온도의 역수($\frac{1}{T}$)에 따른 반응 속도 상수($\log_{10}k$)를, 표는 서로 다른 실험 조건 I ~ III을 나타낸 것이다.



실험	반응	온도	초기 농도
I	(가)	T_2	$[A]_0 = 0.10 M$
II	(가)	T_1	$[A]_0 = 0.10 M$
III	(나)	T_1	$[B]_0 = 0.20 M$

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. 활성화 에너지는 (나)가 (가)보다 크다.
- ㄴ. 반응의 반감기는 II가 I의 $\frac{4}{3}$ 배이다.
- ㄷ. 반응이 시작되고 1분 동안 생성된 P의 양은 III > II > I이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 원자의 오비탈은 주양자수(n), 각운동량 양자수(l), 자기 양자수(m_l)로 표시할 수 있다. 바닥상태 원자 A에 $n + l = 3$ 인 전자 수가 7일 때, A에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 2주기 원소이다.
- ② 홀전자 수는 2이다.
- ③ $n + l = 2$ 인 전자 수는 3이다.
- ④ $m_l = 0$ 인 전자 수는 7이다.
- ⑤ 전자가 채워져 있는 오비탈 중 가장 큰 n 은 4이다.

15. 다음은 착이온 $[\text{CoL}_n(\text{NH}_3)\text{Cl}]^{2+}$ 에 관한 설명이다.

- 정팔면체 또는 정사면체 입체 구조 중 하나이다.
- L은 중성의 두자리 리간드이다.
- 반자기성이다.

이에 관한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, Co의 원자번호는 27이며, n은 자연수이다.)

- ① Co의 산화수는 +3이다.
- ② n = 2이다.
- ③ 기하 이성질체가 있다.
- ④ 배위수는 6이다.
- ⑤ 고스핀 착물이다.

16. 다음은 SCN^- (싸이오사이안산 이온)의 서로 다른 3가지 루이스 점 구조식 (가)~(다)에 관한 설명이다.

- (가)에는 단일 결합이 없다.
- (나)에서 C의 형식 전하는 0이다.
- (다)에서 S의 형식 전하는 -1이다.

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.)

< 보 기 >

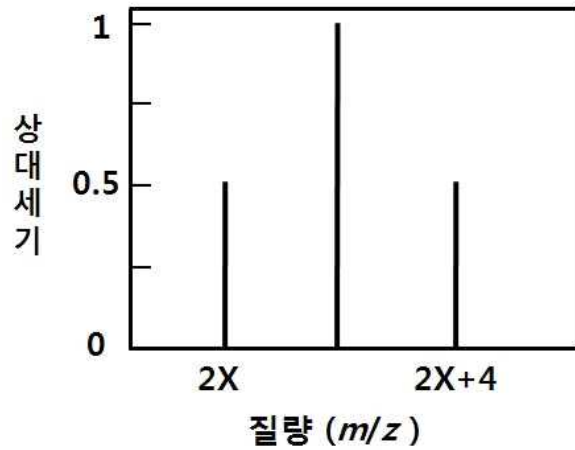
- ㄱ. (가)에서 S의 형식 전하는 -1이다.
- ㄴ. 가장 안정한 구조는 (나)이다.
- ㄷ. (가), (나), (다) 모두에서 C의 혼성 궤도함수는 sp 혼성 궤도함수이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

17. 분자식이 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ 인 화합물의 구조 이성질체 중 2차 알코올의 개수는?

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4

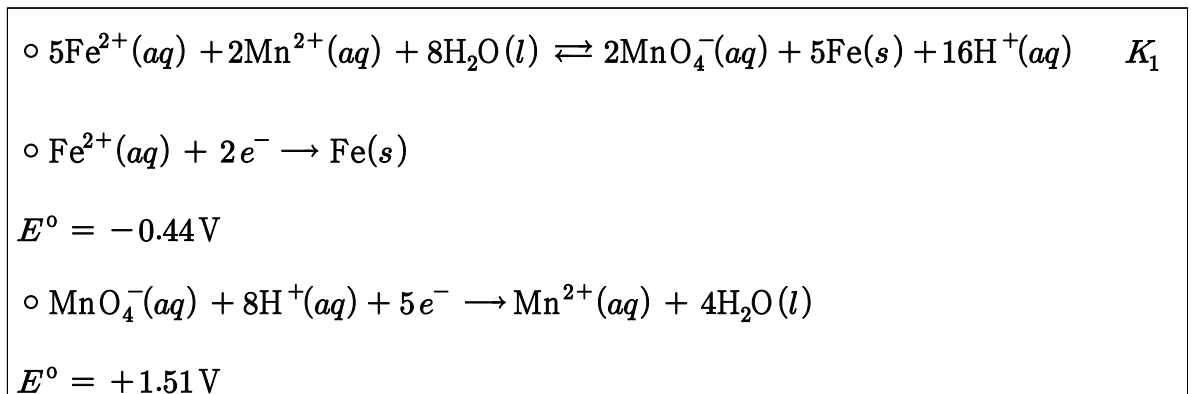
18. 그림은 동위원소 ${}^X\text{A}$ 와 ${}^Y\text{A}$ 로 구성된 A_2 의 전자 이온화 질량 스펙트럼을 나타낸 것이다.



A의 평균 원자량은? (단, 자연계에 존재하는 A의 동위원소는 ${}^X\text{A}$ 와 ${}^Y\text{A}$ 뿐이다.)

- ① $X + 0.5$ ② $X + 1$ ③ $X + 1.5$ ④ $X + 2$ ⑤ $X + 2.5$

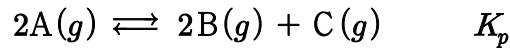
19. 다음은 평형 반응의 반응식과 평형 상수(K_1), 관련된 반쪽 반응의 25°C에서의 표준 환원 전위(E°)이다.



25°C에서 K_1 은? (단, 25°C에서 $\frac{RT}{F} = a(\text{V})$ 이고, F 는 패러데이 상수이다.)

- ① $e^{-52.2/a}$ ② $e^{-19.5/a}$ ③ $e^{-9.75/a}$
- ④ $e^{19.5/a}$ ⑤ $e^{52.2/a}$

20. 다음은 온도 T 에서 기체 A의 화학 반응식과 압력으로 정의되는 평형 상수(K_p)이다.



표는 피스톤이 달린 실린더에 기체 A를 넣은 초기 상태와 반응이 진행된 후 평형 상태에 관한 자료이다.

	온도(K)	실린더 속 기체 부피(L)	A(g)의 몰분율
초기 상태	T	V	1
평형 상태	T	$\frac{5}{4}V$	x

온도 T 에서 $\frac{K_p}{x}$ 의 값은? (단, 대기압은 1atm으로 일정하고 피스톤의 질량과 마찰은 무시하며, 모든 기체는 이상 기체로 거동한다.)

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{5}{8}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ 1 ⑤ $\frac{5}{4}$

21. 다음 중 진행세포의 세포골격을 구성하는 단백질은?

- ① 콜라겐 ② 미오신 ③ 디네인 ④ 키네신 ⑤ 액틴

22. 세포에서의 물질 수송에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. 삼투는 세포막을 통한 용질의 확산이다.
 ㄴ. 폐포로부터 대기로의 CO₂ 이동은 세포막을 통한 능동수송에 의해 일어난다.
 ㄷ. 세포 안의 물질을 막으로 싸서 세포 밖으로 내보내는 작용을 세포외배출 작용(exocytosis)이라고 한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2016년도 53회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

(가)와 (나)에서 He(g)과 Ne(g)의 몰수는 변동이 없으므로 각 기체의 몰수를 1mole로 놓고 문제를 쉽게 해결할 수 있다.

ㄱ. He, Ne의 몰수를 1몰로 놓고 (가)와 (나)에서 He의 부분압을 구해보면 다음과 같다.

$$(가) P_{He} = \frac{n_{He}RT}{V} = \frac{1R300}{2} = 150R$$

$$(나) P_{He} = \frac{n_{He}RT}{V} = \frac{1R200}{1} = 200R \text{ 그러므로 He의 부분압력은 (가) < (나)이다.}$$

다른 풀이방법

He, Ne의 몰수를 1몰로 놓았으므로 각 기체의 몰분율은 $X_{He} = X_{Ne} = \frac{1}{2}$ 이다.

$$(가) P_{He} = X_{He} P = \frac{1}{2} \times 1atm(\text{외부압이 } 1atm\text{이라면})$$

$$(나) P_{He} = X_{He} P = \frac{1}{2} \times (1atm + \text{추의 무게})$$

(나)의 전체압이 크기때문에 He의 부분압도 (가) < (나)이다.

ㄴ. 평균운동에너지 = $\frac{3}{2}RT$ 이므로 평균운동에너지는 기체의 종류에 상관없이 오직 온도에만 의존한다. (가)에서 평균 운동에너지는 He, Ne이 온도가 같으므로 같다.

$$ㄷ. v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$(가)의 Ne \quad v_{rms} = \sqrt{\frac{3R300}{20}} = \sqrt{45R}$$

$$(나)의 He \quad v_{rms} = \sqrt{\frac{3R200}{4}} = \sqrt{150R} \text{ 이므로 (가)의 Ne < (나)의 He이다.}$$

정답 : ③

12.

ㄱ. (가)의 몰랄농도

용매 500mL : 용질 100mL

= 용매 500g : 용질 110g(용매는 물의 밀도 1g/mL, 용질의 밀도 1.1g/mL로 변환)

= 용매 1,000g : 용질 220g

= 용매 1,000g : 용질 $\frac{220g}{\text{용질의 분자량}} \text{ mol} \rightarrow \frac{220g}{\text{용질의 분자량}} \text{ m}$ 이다.

(나)의 몰랄농도

$$\begin{aligned} & \text{용매 } 500\text{g} : \text{용질 } 100\text{g} \\ = & \text{용매 } 1,000\text{g} : \text{용질 } 200\text{g} \\ = & \text{용매 } 1,000\text{g} : \text{용질 } \frac{200\text{g}}{\text{용질의 분자량}} \text{mol} \rightarrow \frac{200\text{g}}{\text{용질의 분자량}} \text{m} \end{aligned}$$

그러므로 몰랄농도(m)은 (가)가 (나)의 1.1배이다.

ㄴ. (다)의 몰랄농도

$$\begin{aligned} & \text{용매 } 550\text{mL} : \text{용질 } 100\text{mL} \\ = & \text{용매 } 550\text{g} : \text{용질 } 110\text{g} \text{ (용매는 물의 밀도 } 1\text{g/mL, 용질의 밀도 } 1.1\text{g/mL로 변환)} \\ = & \text{용매 } 1,000\text{g} : \text{용질 } 200\text{g} \\ = & \text{용매 } 1,000\text{g} : \text{용질 } \frac{200\text{g}}{\text{용질의 분자량}} \text{mol} \rightarrow \frac{200\text{g}}{\text{용질의 분자량}} \text{m} \end{aligned}$$

(가)용액의 몰랄농도도 (다)용액보다 1.1배 크고 농도가 진하므로 용액의 증기압은 더 낮아진다. 그러므로 (가)용액의 증기압은 (다)보다 작다.

ㄷ. $\Delta T_f = K_f \times m$ (K_f : 용매의 종류에 의존하는 어는점 내림상수, m : 몰랄농도)

(나) 용액과 (다) 용액은 몰랄농도가 같고 용매도 물로 동일하므로 어는점 내림 상수값도 같다. 그러므로 어는점 내림도 같다. 그러므로 어는점은 (나)와 (다)가 같다.

정답 : ⑤

13.

ㄱ. 아레니우스 식은 $\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A$ 이며, $\ln X = 2.303 \log X$ 이므로 자연로그를 상용로그

그로 바꾸면 다음과 같다. $\log k = -\frac{E_a}{2.303RT} + \log A$ 이고 $\log k$ (y축) $\frac{1}{T}$ (x축)을 도시하였을 때 음의 기울기를 가지는 직선이 나오며 직선의 기울기는 $-E_a(\text{정반응})/2.303R$ 이므로 기울기가 급하면 E_a 도 크다. 그림에서 (나)의 기울기가 (가)의 기울기보다 크므로 활성화 에너지도 (나)가 (가)보다 크다.

ㄴ. 실험 II는 반응 (가)에 대한 그림이고 T_1 에서 $\log k = -3$ 이며 $k=10^{-3}$ 이다. (가)반응 (나)반응 모두 반응차수는 1차라고 문제에서 알려주었으므로 1차 반응의 반감기는 속도상수와 다음의 관계가 있다. $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{\ln 2}{10^{-3}}$ 이다.

실험 I은 반응 (가)에 대한 그림이고 T_2 에서 $\log k = -4$ 이며 $k=10^{-4}$ 이다. (가)반응 (나)반응 모두 반응차수는 1차라고 문제에서 알려주었으므로 1차 반응의 반감기는 속도상수와 다음의 관계가 있다. $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{\ln 2}{10^{-4}}$ 이다. 그러므로 반응의 반감기는 II가 I의 $\frac{1}{10}$ 배이다.

ㄷ. 이 문제를 푸는 요령은 1분 후 생성물 P의 양을 직접 계산하려면 반감기의 수치가 복잡하여 직접적인 계산에 어려움이 있으므로 실험 I, II, III의 속도가 빠르면 생성물 P의 양도 많을

것이므로 실험 I, II, III의 속도를 비교하면 생성물 P의 양을 비교할 수 있다는 요령으로 해결할 수 있다.

실험 III은 반응 (나)에 대한 그림이고 T_1 에서 $\log k = -3$ 이며 $k=10^{-3}$ 이다.

$$\text{실험 I} : v = k[A]_0 = 10^{-4} \times 0.10 = 10^{-5}$$

$$\text{실험 II} : v = k[A]_0 = 10^{-3} \times 0.10 = 10^{-4}$$

$$\text{실험 III} : v = k[B]_0 = 10^{-3} \times 0.20 = 2 \times 10^{-4}$$

속도는 실험 III > 실험 II > 실험 I 이므로 반응이 시작되고 1분 동안 생성된 P의 양도 III > II > I 이다.

더 간단하게는 실험 I, II, III의 속도를 비교함에 있어서 T_1 은 T_2 보다 고온이므로(그림 참조) 실험 II의 속도 > 실험 I 속도이며 실험 III은 온도도 고온인 T_1 에서의 반응이고 반응물의 농도도 가장 큰 0.20M에서 반응한 것이므로 가장 속도가 빠르다는 것을 추론할 수 있다. 그러므로 속도는 실험 III > 실험 II > 실험 I 이므로 반응이 시작되고 1분 동안 생성된 P의 양도 III > II > I 임을 쉽게 추론할 수 있다.

정답 : ③

14.

바닥상태 원자 A에 $n+1=3$ 인 경우라면 $n=2$, $l=1$ 인 2p 오비탈과 $n=3$, $l=0$ 인 3s 오비탈이 있으며 이 오비탈에 전자수가 7개라고 했으므로 $2p^6 3s^1$ 인 ${}_{11}\text{Na}$ 이다.

① Na는 3주기 원소이다.

② Na의 홀전자 수는 3s에 존재하는 1개이다.

③ $n+1=2$ 인 오비탈은 2s 밖에 없으며 Na는 2s에 전자가 2개 있다.

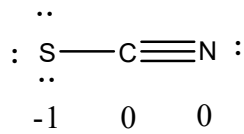
④ Na의 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이며 $m_l = 0$ 인 전자는 1s에 2개 2s에 2개 2p에 2개 3s에 1개가 존재하여 도합 7개가 있다. s 오비탈은 자기 양자수가 모두 0이며 p 오비탈은 자기 양자수가 +1, 0, -1이기 때문이다.

⑤ 전자가 채워져 있는 오비탈 중 가장 큰 n은 $3s^1$ 이므로 3이다.

정답 : ④

15.

L이 중성의 2자리 리간드라고 했으므로 가능한 착이온의 구조는 $[\text{CoL}(\text{NH}_3)\text{Cl}]^{2+}$ 과 $[\text{CoL}_2(\text{NH}_3)\text{Cl}]^{2+}$ 이다. 착이온이 $[\text{CoL}(\text{NH}_3)\text{Cl}]^{2+}$ 라면 Co^{3+} 의 배위수가 4이므로 정사면체 구조이고 Co^{3+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^6$ 이며 정사면체에서는 high spin을 선호하므로 홀전자 수가 4개



(다)

(가)에는 단일결합이 없다고 했으므로 모두 이중결합 구조이며 SCN의 형식전하가 0,0,1인 구조가 (가)이다.

(다)에서 S의 형식전하는 -1이라고 했으므로 S와 C가 단일결합이고 C와 N이 삼중결합인 구조가 (다)이다.

ㄱ. (가)에서 S의 형식전하는 0이다.

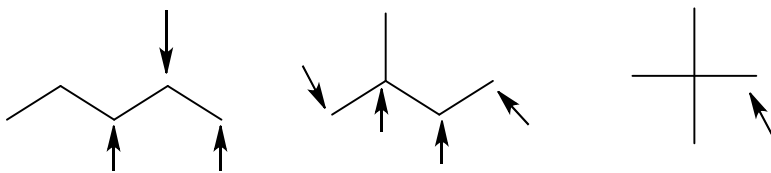
ㄴ. 가장 안정한 구조는 형식전하가 가장 적게 생기고 전기음성도가 큰 N에 -1의 형식전하를 가진 (가)이다. 가장 불안정한 구조는 (나)로서 S에 형식전하가 +1, N에 형식전하가 -2가 생기는 구조이다.

ㄷ. (가), (나), (다) 모두에서 C의 혼성 궤도함수는 SN=2이기 때문에 sp 혼성 궤도함수이다.

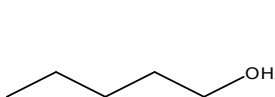
정답 : ②

17.

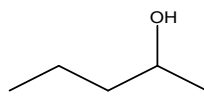
구조 이성질체는 분자식은 같으나 구조와 성질이 다른 화합물을 말한다. 또한 2차 알코올은 OH가 붙어 있는 탄소 바로 옆의 탄소의 개수가 2개인 알코올을 말한다. 이런 유형의 문제를 해결함에 있어서는 C₅H₁₂O의 불포화도는 0이므로 단일결합 화합물임을 의미한다는 것에 착안점을 두고 해결할 수 있다. 즉 가능한 C₅H₁₂O의 구조는 다음 3개이며 가능한 알코올의 구조는 아래 그림에서 화살표가 있는 탄소에 OH가 붙은 8개가 있다.



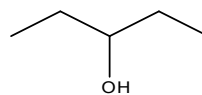
이 8개의 알코올 중 2차 알코올은 다음의 3개이다.



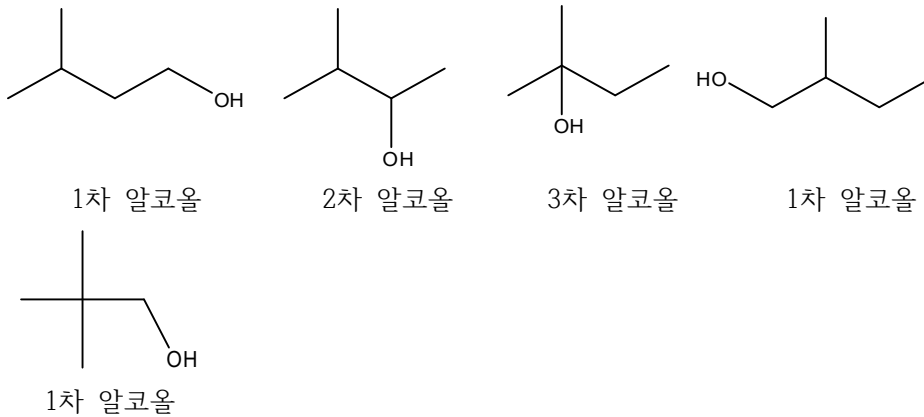
1차 알코올



2차 알코올



2차 알코올



정답 : ④

18.

질량이 $2X : 2X+2 : 2X+4$ 인 동위원소의 상대세기의 비는 $2X : 2X+2 : 2X+4 = 1 : 2 : 1$ 이다. 질량비가 $2X : 2X+2 : 2X+4$ 이며 상대세기의 비가 $1 : 2 : 1$ 로 나타난다는 의미는 동위원소 간에는 질량의 차이는 2이며 그 존재비는 1 : 1의 존재비라는 것을 의미한다. 예를 들어 $^{79}\text{Br} : ^{81}\text{Br} = 1 : 1$ 로 자연계에 존재한다면 Br_2 의 질량비는 $(79+79 = 2x) : (79+81, 81+79, 2x+2) : (81+81, 2x+4)$ 일 것이며 그 존재비 즉 상대 세기의 비는 $((\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}) : (\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{4}) : (\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4})) = 1 : 2 : 1$ 이기 때문이다.

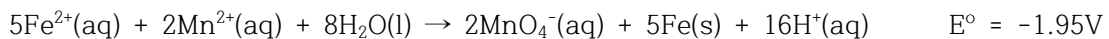
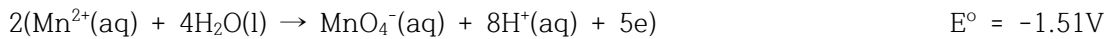
Br 의 평균 원자량은 동위원소의 존재비를 고려하여야 하므로 $(79 \times \frac{1}{2} + 81 \times \frac{1}{2} = 80)$ 인 것처럼 A 의 평균 원자량은 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$(X \times \frac{1}{2} + (X+2) \times \frac{1}{2}) = X + 1 \text{이다.}$$

정답 : ②

19.

산화 반응과 환원 반응의 표준환원 전위와 주어진 전체 반응의 기전력을 구하면 다음과 같다.



$$E^{\circ} = \frac{RT}{nF} \ln K_1$$

$$-1.95 = \frac{a}{10} \ln K_1$$

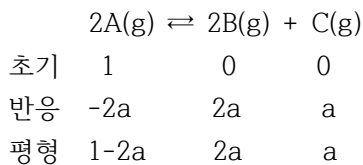
$$\ln K_1 = -\frac{19.5}{a}, K_1 = e^{-\frac{19.5}{a}} \text{ 이다.}$$

정답 : ②

20.

자료 해석을 먼저 해보면 다음과 같다. 초기 상태에서 A(g)의 몰분율이 1이므로 이는 초기에는 A만 존재함을 의미하고 초기 상태와 평형 상태는 온도는 동일하고 피스톤이 달린 실린더에서 반응시켰으므로 외부압과 내부압은 동일할 것이므로 내부압도 외부압인 1atm으로 일정하게 유지된다. 즉 $PV=nRT$ 에서 P동일, T동일이므로 $V \propto n$ 이 되어 부피가 초기 V에서 평형상태 $\frac{5}{4}V$ 가 되었으므로 몰수도 초기 몰수가 1몰이었다면 평형에서의 몰수는 $\frac{5}{4}$ 몰이다.

x값을 구하기 위해 다음의 반응식을 쓸 수 있으며 초기 A의 몰수는 1몰로 가정한다.



평형에서의 전체 몰수는 $(1-2a) + 2a + a = 1+a = \frac{5}{4}$ 몰, $a = \frac{1}{4}$

평형에서의 A(g)의 몰분율 $x = \frac{A \text{의 몰수}}{\text{전체 몰수}} = \frac{1-2a}{1+a} = \frac{2}{5}$ 이다.

$K_p = \frac{P_B^2 P_C}{P_A}$ 이므로 각 기체의 부분압을 구하여야 한다. (이 때 $X_A = X_B = \frac{2}{5}$, $X_C = \frac{1}{5}$)

$$P_A = X_A \times P = \frac{2}{5} \times 1\text{atm} = \frac{2}{5}\text{atm}$$

$$P_B = X_B \times P = \frac{2}{5} \times 1\text{atm} = \frac{2}{5}\text{atm}$$

$$P_C = X_C \times P = \frac{1}{5} \times 1\text{atm} = \frac{1}{5}\text{atm}$$

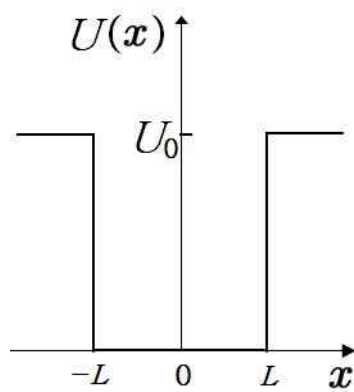
각각의 부분압을 평형 상수 식에 대입하면

$$K_p = \frac{P_B^2 P_C}{P_A} = \frac{\left(\frac{2}{5}\right)^2 \frac{1}{5}}{\left(\frac{2}{5}\right)^2} = \frac{1}{5}$$

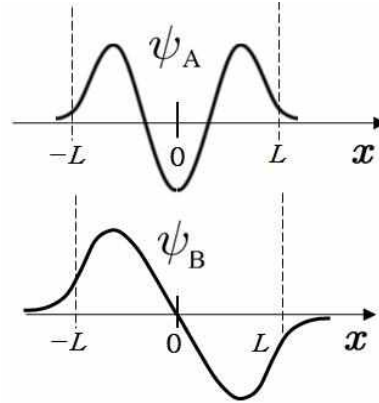
그러므로 $\frac{K_p}{x} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{2}{5}} = \frac{1}{2}$ 이다.

정답 : ①

10. 그림 (가)는 우물 깊이가 U_0 이고 폭이 $2L$ 인 일차원 유한 우물 퍼텐셜 $U(x)$ 를 위치 x 에 따라 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 퍼텐셜에 속박된 입자 Y의 파동함수 ψ_A 와 ψ_B 를 각각 나타낸 것이다. ψ_A , ψ_B 는 에너지가 각각 E_A , E_B 인 Y의 고유상태함수이다.



(가)



(나)

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. Y가 ψ_B 인 상태에 있을 때 $x=0$ 에서 Y를 발견할 확률은 0이다.
 ㄴ. E_A 는 E_B 보다 크다.
 ㄷ. Y가 (가)에서 가질 수 있는 바닥상태의 에너지는 E_B 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 다음은 $AB_3(g)$ 가 분해되는 반응의 화학 반응식이다.



2.0 L 밀폐 용기에 $AB_3(g)$ 0.10 mol을 넣어 분해 반응시켰더니, $AB_3(g)$ 가 20% 분해되어 평형에 도달하였다. 이 평형 상태에 관한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 기체는 이상 기체로 거동하며, 온도는 T 로 일정하고 $RT = 80 \text{ L} \cdot \text{atm/mol}$ 이다.)

- ① $B_2(g)$ 의 몰분율은 $\frac{1}{6}$ 이다. ② $AB(g)$ 의 부분 압력은 0.8 atm이다.
 ③ $[AB_3]$ 는 0.04 M이다. ④ 평형 상수 K_p 는 0.2이다.
 ⑤ 평형 상수 K_c 는 $\frac{1}{200}$ 이다.

12. 다음은 298 K에서 반응 $2A(g) \rightarrow B(g)$ 에 관한 자료이다.

표준 반응 엔탈피(ΔH_r°)	-110 kJ/mol
B(g)의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)	-10 kJ/mol
A(g)의 표준 연소 엔탈피(ΔH_c°)	-750 kJ/mol

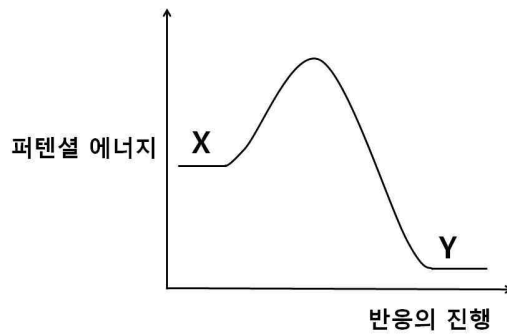
298 K에서 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, q_P 와 q_V 는 각각 일정 압력과 일정 부피에서 진행되는 반응의 열이고, 기체는 이상 기체로 거동한다.)

< 보 기 >

- ㄱ. A(g)의 표준 생성 엔탈피는 50 kJ/mol이다.
- ㄴ. B(g)의 표준 연소 엔탈피는 -1390 kJ/mol이다.
- ㄷ. A(g) 2 mol이 등은 반응하여 B(g) 1 mol이 생성되었을 때, $q_P > q_V$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 그림은 반응 $X \xrightleftharpoons[k_r]{k_f} Y$ 에 대한 퍼텐셜 에너지를 나타낸 것이다. 정반응과 역반응은 각각 X와 Y의 1차 반응이며, k_f 와 k_r 은 각각 정반응과 역반응의 속도 상수이다.



이 반응에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, k_f 와 k_r 은 아레니우스 식을 만족하며 정반응과 역반응의 아레니우스 상수 A 는 서로 같다.)

< 보 기 >

- ㄱ. 평형 상수(K_C)는 1보다 작다.
- ㄴ. 온도를 높이면 k_f 은 커진다.
- ㄷ. 온도를 높이면 K_C 는 작아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

14. 분자식이 C_6H_{14} 인 탄화수소의 구조 이성질체 개수는?

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

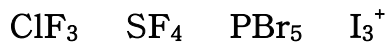
15. 원자의 유효 핵전하에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. $1s$ 전자의 유효 핵전하는 헬륨이 수소의 2배이다.
ㄴ. $2p$ 전자의 유효 핵전하는 산소가 질소보다 크다.
ㄷ. 플루오르에서 $1s$ 전자의 유효 핵전하는 $2p$ 전자의 유효 핵전하보다 크다.

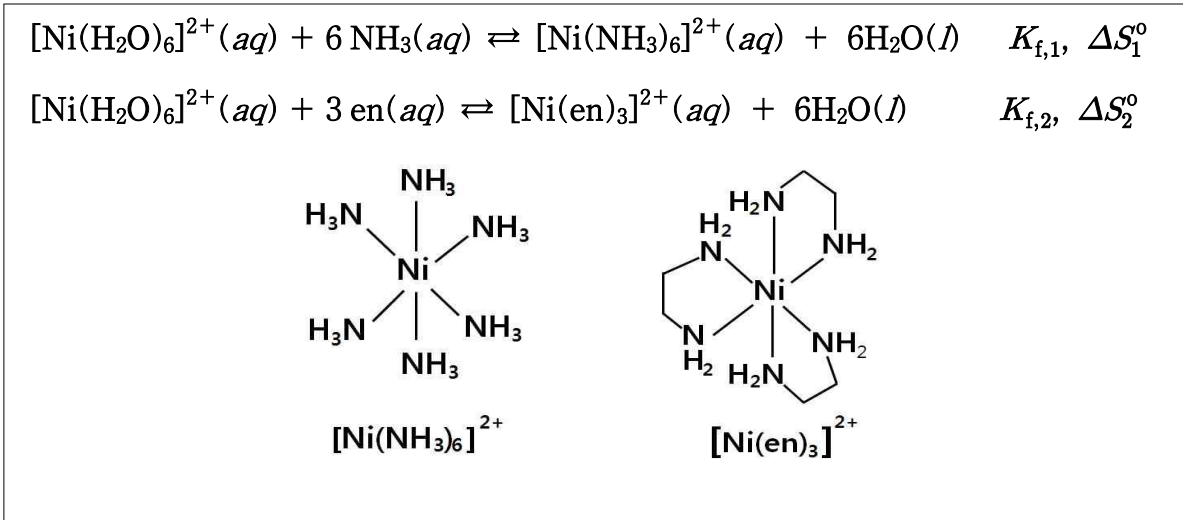
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 다음 화학종에 관한 설명으로 옳은 것은?



- ① ClF_3 는 삼각 평면 구조이다.
② SF_4 는 정사면체 구조이다.
③ PBr_5 은 사각뿔 구조이다.
④ I_3^+ 은 굽은 구조이다.
⑤ 중심 원자는 모두 같은 혼성 오비탈을 사용한다.

17. 다음은 Ni^{2+} 이 암모니아(NH_3), 에틸렌디아민(en)과 각각 6배위 착화합물을 생성하는 반응의 화학 반응식과 착화합물의 구조를 나타낸 것이다. K_f 와 ΔS° 는 각각 25 °C에서의 생성 상수와 표준 반응 엔트로피이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >

ㄱ. $K_{f,1} < K_{f,2}$ 이다.

ㄴ. $\Delta S_2^\circ > 0$ 이다.

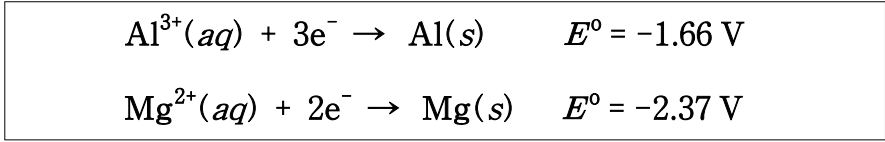
ㄷ. $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$ 은 2 가지 광학 이성질체로 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 다음 혼합 수용액 중 완충 용량이 가장 큰 것은?

- ① 0.2 M $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 1 L + 0.2 M $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq})$ 1 L
- ② 0.1 M $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 5 L + 0.1 M $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq})$ 5 L
- ③ 0.2 M $\text{HCl}(\text{aq})$ 1 L + 0.2 M $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq})$ 1 L
- ④ 0.1 M $\text{HCl}(\text{aq})$ 5 L + 0.1 M $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq})$ 5 L
- ⑤ 0.2 M $\text{HCl}(\text{aq})$ 1 L + 0.2 M $\text{NaCl}(\text{aq})$ 1 L

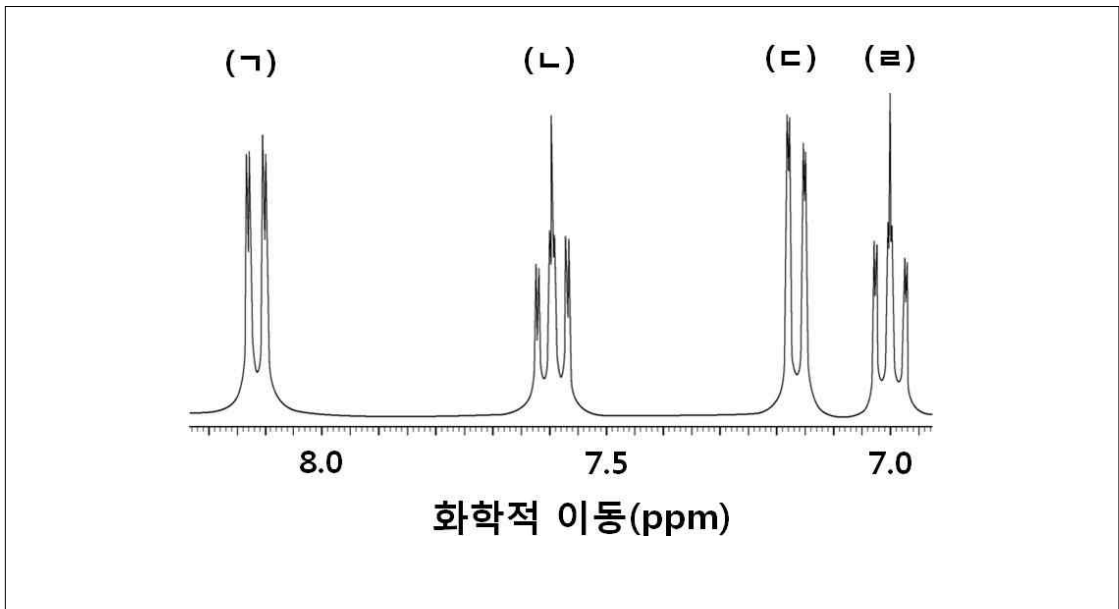
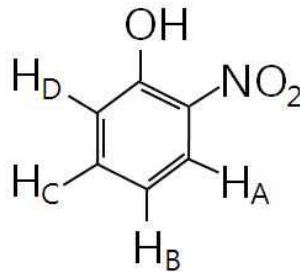
19. 다음은 2 가지 금속과 관련된 반응의 25 °C에서의 표준 환원 전위(E^0)이다.



25 °C에서 반응 $2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Mg}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ 의 표준 자유 에너지 변화(ΔG^0)는? (단, 패러데이 상수 $F = a \text{ J/V} \cdot \text{mol}$ 이다.)

- ① $-0.71 a \text{ J/mol}$ ② $-1.42 a \text{ J/mol}$ ③ $-2.13 a \text{ J/mol}$
 ④ $-3.79 a \text{ J/mol}$ ⑤ $-4.26 a \text{ J/mol}$

20. 다음은 어떤 화합물의 구조와 $^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼을 나타낸 것이다.



스펙트럼에서 $\text{H}_A \sim \text{H}_D$ 에 해당하는 봉우리를 골라 $\text{H}_A, \text{H}_B, \text{H}_C, \text{H}_D$ 순서로 옳게 나열한 것은?

- ① ㄱ - ㄴ - ㄷ - ㄹ ② ㄱ - ㄷ - ㄴ - ㄹ ③ ㄴ - ㄷ - ㄹ - ㄱ
 ④ ㄷ - ㄹ - ㄴ - ㄱ ⑤ ㄹ - ㄷ - ㄴ - ㄱ

2017년도 54회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

2.0L 밀폐 용기에 $AB_3(g)$ 0.10mol이 있으므로 1.0L 속에는 0.05mol이 존재할 것이며 초기 몰농도는 0.05M이다. 20% 분해되어 평형에 도달했을 때 각 평형 농도는 ICE 법으로 구할 수 있다.

		$AB_3(g) \rightleftharpoons AB(g) + B_2(g)$	
초기농도 I	0.05	0	0
반응 C	-0.01	0.01	0.01
평형농도 E	0.04	0.01	0.01

평형에서의 각 기체의 몰수는 0.08몰 : 0.02몰 : 0.02몰이다. (2.0L 용기이므로 몰농도에 2를 곱해준 값)

① $B_2(g)$ 의 몰분율 = $\frac{B_2 \text{의 몰수}}{\text{전체 몰수}} = \frac{0.02}{0.12} = \frac{1}{6}$ 이다.

② AB의 부분압(P_{AB}) = $\frac{n_{AB}RT}{V} = \frac{0.02 \times 80}{2} = 0.8\text{atm}$ 이다.

또는 $P_{AB} = [AB]RT = 0.01 \times 80 = 0.8\text{atm}$

③ $[AB_3]$ 즉 평형에서의 AB_3 의 몰농도는 0.04M이다.

④ $K_p = \frac{P_{AB}P_{B_2}}{P_{AB_3}} = \frac{0.8 \times 0.8}{3.2} = 0.2$ 이다.

각각의 부분압을 구해보면 다음과 같다.

$$P_{AB_3} = \frac{n_{AB_3}RT}{V} = \frac{0.08 \times 80}{2} = 3.2\text{atm}$$

$$P_{AB} = \frac{n_{AB}RT}{V} = \frac{0.02 \times 80}{2} = 0.8\text{atm}$$

$$P_{B_2} = \frac{n_{B_2}RT}{V} = \frac{0.02 \times 80}{2} = 0.8\text{atm}$$

또는 $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = \frac{1}{400} (80)^1 = 0.2$ 로 풀어도 된다. ($\Delta n = 1$ 이므로)

⑤ $K_c = \frac{[AB][B_2]}{[AB_3]} = \frac{0.01 \times 0.01}{0.04} = \frac{1}{400}$ 이다.

정답 : ⑤

12.

문제에 오류가 있으므로 해설 없음

13.

ㄱ. 정반응의 활성화 에너지(E_a)는 역반응의 활성화 에너지(E_a')보다 작으므로 정반응의 속도상수(k_f)는 역반응의 속도상수(k_r)보다 크다는 것을 알 수 있다.

평형 상수는 속도상수와 다음의 관계식이 성립한다. $K = \frac{k_f}{k_r}$

정반응의 속도상수(k_f)는 역반응의 속도상수(k_r)보다 크므로 K 는 1보다 크다.

ㄴ. 온도를 높이면 속도상수는 항상 증가한다. 이때 역반응의 활성화 에너지가 정반응의 활성화 에너지보다 크므로 온도를 높이면 k_f 는 적은 폭으로 증가하고 k_r 은 큰 폭으로 증가한다.

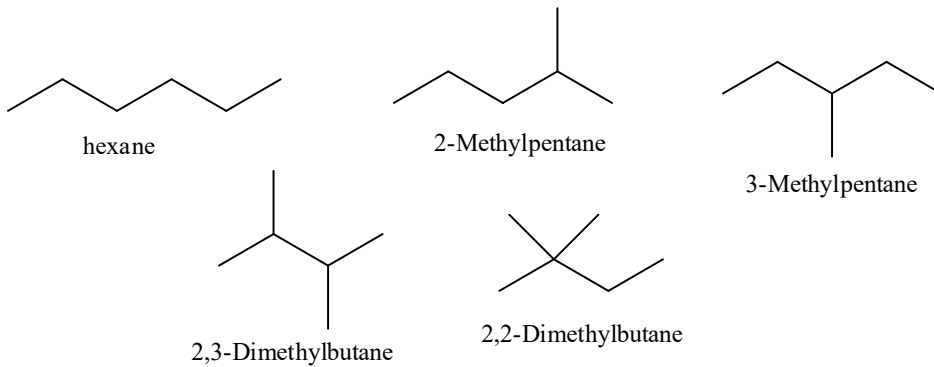
(아레니우스 식 $\ln k$ (y축)과 $\frac{1}{T}$ (x축) 그래프 참조)

ㄷ. 그림에서 정반응은 발열반응이며 역반응은 흡열반응임을 알 수 있다. 온도를 높이면 발열 반응에서는 평형상수는 작아지므로 온도를 높이면 K_c 는 작아진다.

정답 : ⑤

14.

C_6H_{14} 는 일반식으로 C_nH_{2n+2} 이므로 포화 탄화수소이며 불포화도는 0이다. 그러므로 이 화합물은 탄소의 개수는 6개이며 이중결합, 삼중결합, 고리가 없는 화합물이라는 것을 알 수 있다. 가능한 구조 이성질체는 5개이다.



정답 : ③

15.

ㄱ. $Z_{eff} = Z_{실제} - \text{전자가리움}$ 이다. He의 실제 전하는 H의 2배이나(양성자수가 2배이므로) He은 전자 간의 반발력으로 인하여 전자가리움 효과가 있으므로 Z_{eff} (유효 핵전하)는 2배보다는 작다.

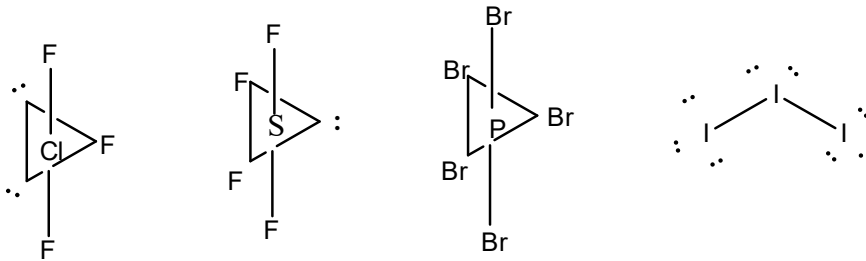
ㄴ. 유효 핵전하는 같은 주기에서는 원자번호가 증가할수록 같은 족에서도 원자번호가 증가할수록 커지며 예외가 없다. 그러므로 2p 전자의 유효 핵전하는 O가 N보다 크다.

ㄷ. 전자가리움 효과가 크면 유효 핵전하는 작다. F의 2p 전자는 안쪽 껍질인 1s 오비탈의 전자에 의해서 가리워지므로 유효 핵전하가 작다. 그러므로 F에서 1s 전자의 유효 핵전하는 2p 전자의 유효 핵전하보다 크다.

정답 : ④

16.

ClF₃, SF₄, PBr₅, I₃⁺의 루이스 구조를 그리면 다음과 같다.



① ClF₃는 T자형 구조이다.

② SF₄는 시소형 구조이다.

③ PBr₅는 삼각쌍뿔 구조이다.

④ I₃⁺은 중심원자 I에 비공유 전자쌍이 2개 존재하므로 굽은형 구조이다.

⑤ ClF₃, SF₄, PBr₅의 중심원자의 혼성 오비탈은 SN=5로서 모두 sp³d 이나 I₃⁺의 I의 혼성 오비탈은 SN=4이므로 sp³이다.

정답 : ④

17.

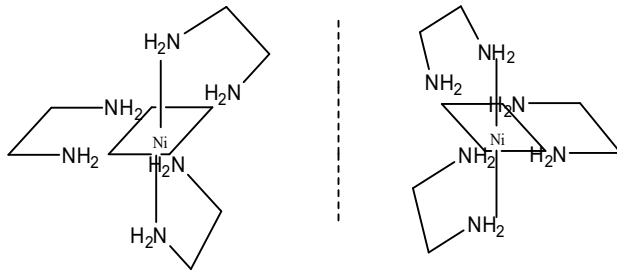
ㄱ. [Ni(H₂O)₆]²⁺(aq) + 6NH₃(aq) ⇌ [Ni(NH₃)₆]²⁺(aq) + 6H₂O(l) K_{f,1}인 반응식과

[Ni(H₂O)₆]²⁺(aq) + 3en(aq) ⇌ [Ni(en)₃]²⁺(aq) + 6H₂O(l) K_{f,2}인 반응식을 비교해보면 K_{f,2} > K_{f,1}이다. 그 이유는 NH₃보다는 en은 더 강한장 리간드이므로 착이온을 생성시킬 때 더 강한 결합을 형성시키므로 착이온의 형성상수값(K_f)이 더 크다. 또 다른 이유로는 반응 1은 반응물 7몰이 반응하여 7몰의 생성물이 생성되나 반응 2는 반응물 4몰이 반응하여 7몰의 생성물이 생성되므로 엔트로피 효과상 더 합리적이므로 착이온의 반응 2가 착이온의 형성상수값(K_f)이

더 크다.

ㄴ. $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq}) + 3\text{en}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 는 반응물 4몰이 반응하여 7몰의 생성물이 생성되므로 분자수가 증가하는 반응이므로 $\Delta S_2^\circ > 0$ 이다.

ㄷ. $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$ 은 2가지 광학 이성질체로 존재하며 각각의 구조는 다음과 같다.



정답 : ⑤

18.

① 수용액에 존재하는 용질의 몰수와 종류는 0.2mole CH_3COOH 와 0.2mole CH_3COO^- 의 혼합 용액이다. 약산과 그 짝염기가 섞여 있는 완충용액이다.

② 수용액에 존재하는 용질의 몰수와 종류는 0.5mole CH_3COOH 와 0.5mole CH_3COO^- 의 혼합 용액이다. 약산과 그 짝염기가 섞여 있는 완충용액이며 약산과 그 짝염기의 몰수가 크므로 완충 용량이 가장 큰 용액이다.

③ 반응식을 완결하면 다음과 같다.

	HCl	+	CH_3COO^-	\rightleftharpoons	CH_3COOH	+	Cl^-
초기	0.2몰		0.2몰		0		
반응	-0.2몰		-0.2몰		0.2몰		
평형	0		0		0.2몰		

반응 완결 후에는 CH_3COOH 만 남게 되므로 완충용액이 아니다.

④ 반응식을 완결하면 다음과 같다.

	HCl	+	CH_3COO^-	\rightleftharpoons	CH_3COOH	+	Cl^-
초기	0.5몰		0.5몰		0		
반응	-0.5몰		-0.5몰		0.5몰		
평형	0		0		0.5몰		

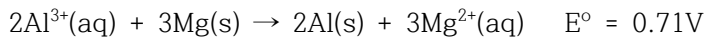
반응 완결 후에는 CH_3COOH 만 남게 되므로 완충용액이 아니다.

⑤ HCl 와 Cl^- 이 섞여 있는 용액은 강산과 그의 짝염기가 섞여 있는 용액이므로 완충용액이 아니다.

정답 : ②

19.

주어진 표준 환원 전위값에서 구하고자 하는 반응의 기전력을 구하면 다음과 같다.

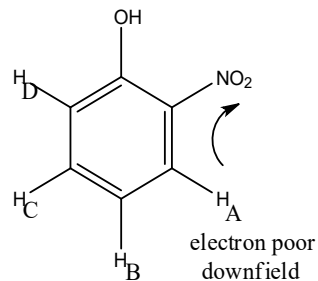


$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ = -6 \times a \times 0.71 = -4.26a \text{ J/mol}$$

정답 : ⑤

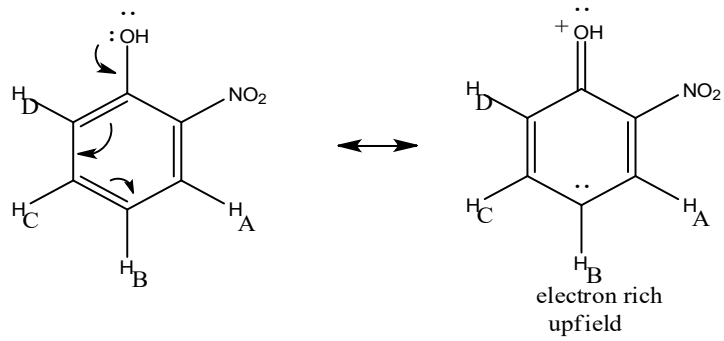
20.

붕우리 (ㄱ)에 해당하는 수소는 H_A 이다. H_A 는 이웃한 탄소에 붙어 있는 H_B 1개에 의해 갈라지므로 이중선으로 나타나며 전자를 당기는 치환기(Electron withdrawing group, EWG)인 $-\text{NO}_2$ 가 ortho 위치에 있으므로 전자를 많이 빼앗기게 되어 수소 원자핵 주위에는 전자가 부족해지고 가장 화학적 이동값이 큰 downfield에서 붕우리가 나타나기 때문이다.



붕우리 (ㄷ)에 해당하는 수소는 H_D 이다. (ㄱ)을 제외하고 이중선으로 나타나고 있는 모습을 보면 쉽게 판단할 수 있다. H_D 는 이웃한 탄소에 붙어 있는 H_C 1개에 의해 갈라지므로 이중선으로 나타난다.

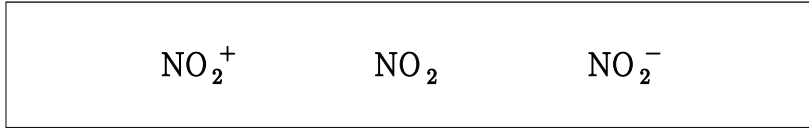
붕우리 (ㄹ)에 해당하는 수소는 H_B 이다. H_B 는 이웃한 탄소에 붙어 있는 H_A , H_C 에 의해 갈라지므로 삼중선(엄밀하게는 이중선의 이중선 피크)으로 나타나며 para 위치에 있는 전자를 주는 치환기(Electron donating group, EDG)인 $-\text{OH}$ 에 의해 전자를 제공받게 되고 수소 원자핵 주위에 전자밀도가 많아지고 가장 화학적 이동 값이 작은 upfield에서 붕우리가 나타나기 때문이다.



나머지 봉우리 (L)에 해당하는 수소는 H_C 이며 이웃한 탄소에 붙어 있는 H_D , H_B 에 의해 삼중선(엄밀하게는 이중선의 이중선 피크)으로 나타난다.

정답 : ②

11. 다음은 질소(N)와 산소(O)로 이루어진 세 가지 화학종이다.



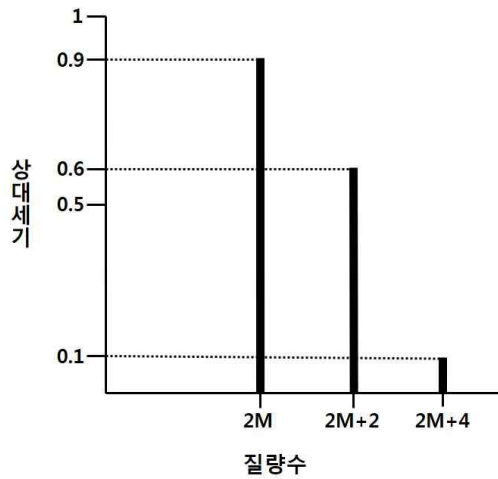
이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, N와 O의 원자 번호는 각각 7과 8이다.)

< 보 기 >

ㄱ. NO_2^+ 의 질소 원자는 sp 혼성화 되어 있다.
 ㄴ. 결합각($\angle \text{O}-\text{N}-\text{O}$)이 큰 순서는 $\text{NO}_2^+ > \text{NO}_2 > \text{NO}_2^-$ 이다.
 ㄷ. 세 가지 화학종은 모두 반자기성이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

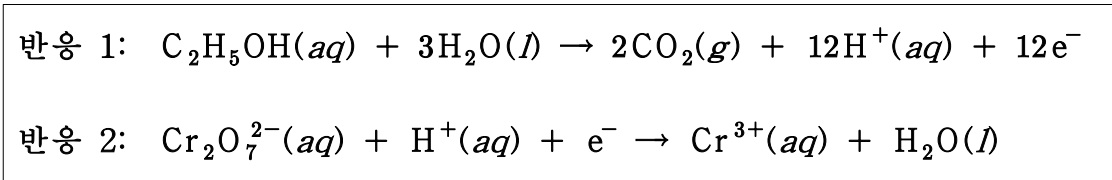
12. 그림은 이원자 분자 A_2 의 전자 이온화 질량스펙트럼 중 어미 피크(parent peak) 부분을 나타낸 것이다. 이 때, M은 질량수가 작은 동위원소 A의 원자량이다.



이 질량스펙트럼에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① A의 동위원소는 2가지이다.
 ② A의 동위원소 중 자연계 존재량이 많은 것은 질량수가 작은 동위원소이다.
 ③ A의 평균 원자량은 $\left\{ M \times \frac{3}{4} + (M+2) \times \frac{1}{4} \right\}$ 이다.
 ④ A의 동위원소 간 질량수 차는 2이다.
 ⑤ (2M+2)에 해당하는 피크는 질량수가 같은 A의 동위원소에서 발생한 것이다.

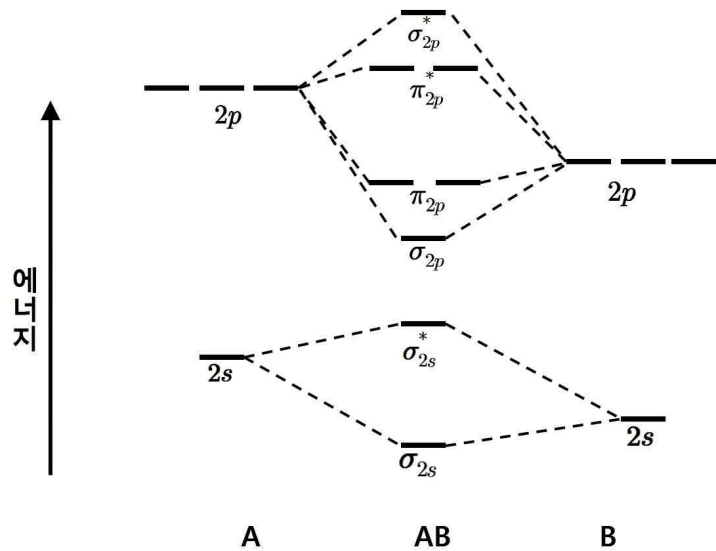
13. 다음은 에탄올(C₂H₅OH)이 분해되는 반응의 반쪽 반응식이다.



혈장 시료 50.0g에 함유된 C₂H₅OH을 적정하는 데, 0.050M K₂Cr₂O₇ 40.0mL가 소모되었다. 혈장 시료 속의 C₂H₅OH 무게 %는? (단, 이 적정에서 반응 1과 2만 고려하며, 반응 2는 균형이 이루어지지 않았다. 반응 온도는 일정하고, 에탄올의 분자량은 46.0 g/mol이다.)

- ① 0.023 ② 0.046 ③ 0.069 ④ 0.092 ⑤ 0.13

14. 그림은 AB 분자의 분자 오비탈 에너지 준위의 일부를 나타낸 것이며, A와 B의 원자가 전자(valence electron) 수의 합은 11이다.

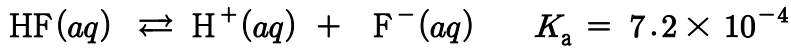
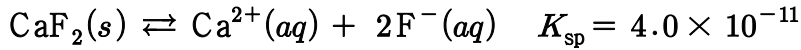


이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 전기음성도는 A가 B보다 작다.
 ㄴ. AB 분자는 상자기성이다.
 ㄷ. 결합 길이는 AB가 AB⁺보다 길다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 수용액 (가)는 0.10 몰 $\text{CaF}_2(s)$ 를 순수한 물에 녹인 용액 1.0 L로, $\text{Ca}^{2+}(aq)$ 의 평형 농도는 $x\text{M}$ 이다. 수용액 (나)는 0.10 몰 $\text{CaF}_2(s)$ 를 $[\text{H}^+] = 5.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 인 산성 완충 용액에 녹인 용액 1.0 L로, $\text{Ca}^{2+}(aq)$ 의 평형 농도는 $y\text{M}$ 이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T 로 일정하고 수용액 (가)에서 F^- 가 염기로 작용하는 것은 무시하며, 주어진 평형 반응만 고려한다.)

< 보 기 >

- ㄱ. $y > x$ 이다.
- ㄴ. $x < 1.0 \times 10^{-4}$ 이다.
- ㄷ. 수용액 (가)에 0.010 몰 NaF를 녹이면 CaF_2 의 몰 용해도는 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

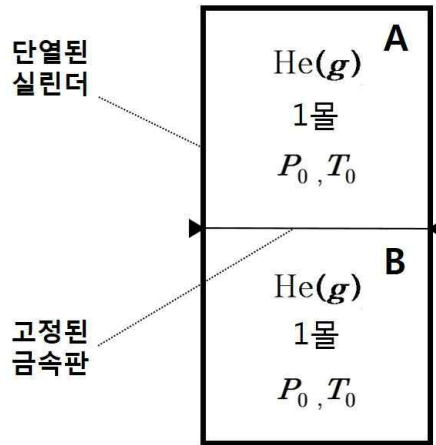
16. 결정장 이론에 근거한 착이온들에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Cr, Co, Ni의 원자 번호는 각각 24, 27, 28이다.)

< 보 기 >

- ㄱ. z 축 상에 중심 금속이온과 리간드들이 놓여 있는 선형 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 에서 d_{z^2} 궤도 함수가 d_{xz} 궤도 함수보다 낮은 에너지 준위에 있다.
- ㄴ. 평면 사각형 구조를 가지는 $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 는 반자기성이다.
- ㄷ. 정팔면체 $\text{Cr}(\text{CN})_6^{4-}$ 와 사면체 CoCl_4^{2-} 에 대하여 바닥 상태 전자 배치에서 각각의 홀전자 수는 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 그림은 1몰의 $\text{He}(g)$ 이 열이 잘 전달되는 금속판으로 분리된 실린더 A와 B에 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이고, A와 B에서 기체의 압력(P_0)과 절대 온도(T_0)는 같다. 실린더 B에 열량 q 를 서서히 가하여 평형에 도달하였을 때, 실린더 B의 기체 압력은 $\frac{5}{3}P_0$ 가 되었다.



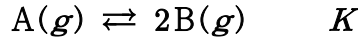
$\frac{q}{RT_0}$ 는? (단, 고정된 금속판의 두께, 열용량은 무시하고 휘어짐은 없다. 기체는 이상 기체로 거동하고 기체의 몰 정적열용량(C_V)은 $\frac{3}{2}R$ 이며, R 는 기체 상수이다.)

- ① 1 ② $\frac{4}{3}$ ③ $\frac{3}{2}$ ④ 2 ⑤ $\frac{5}{2}$

18. 온도 T 에서 산 HA의 농도가 $1 \times 10^{-4} \text{M}$ 인 수용액 1000mL가 있다. 온도 T 일 때, 평형 상태의 수용액에서 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1}{4}$ 이 되기 위해 제거(증발)시켜야 할 물의 부피(mL)는? (단, HA는 비휘발성이며, 온도 T 에서 HA의 해리 상수는 $K_a = \frac{5}{4} \times 10^{-5}$ 이다.)

- ① 200 ② 300 ③ 400 ④ 500 ⑤ 600

19. 다음은 A(g)가 B(g)를 생성하는 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.



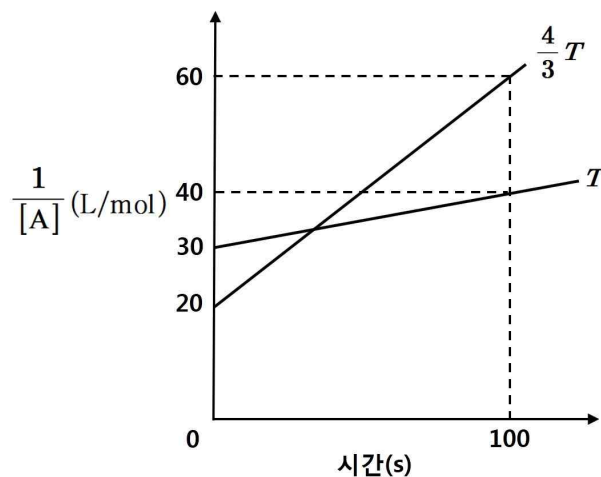
표는 피스톤이 있는 실린더에 기체 A와 B가 들어 있는 초기 상태와 평형 상태 1과 2에 대한 자료이다.

상태	온도(K)	$\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}}$	평형 상수(K)
초기	T_1	14	
평형 1	T_1	4	K_1
평형 2	T_2	$\frac{2}{3}$	$12K_1$

$\frac{T_2}{T_1}$ 는? (단, 대기압은 일정하고 피스톤의 질량과 마찰은 무시하며, 모든 기체는 이상 기체로 거동한다.)

- ① $\frac{9}{8}$ ② $\frac{6}{5}$ ③ $\frac{5}{4}$ ④ $\frac{4}{3}$ ⑤ $\frac{3}{2}$

20. 그림은 A(g)가 B(g)를 생성하는 반응에서 반응 시간에 따른 $\frac{1}{[A]}$ 의 변화를 절대 온도 T 와 $\frac{4}{3}T$ 에서 나타낸 것이다. 이 반응의 활성화 에너지(kJ/mol)는? (단, R 는 기체 상수이고, $RT = 2.5 \text{ kJ/mol}$, $\ln 2 = 0.70$ 이다.)



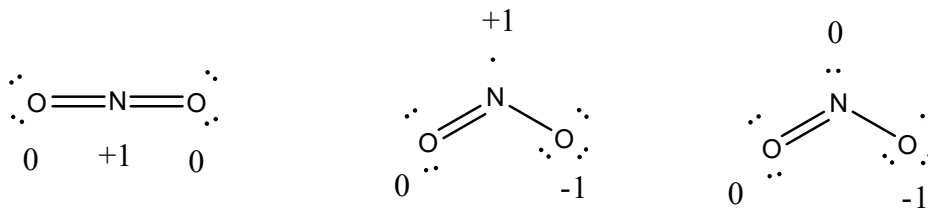
- ① 7 ② 10 ③ 12 ④ 14 ⑤ 21

2018년도 55회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

NO_2^+ , NO_2 , NO_2^- 의 루이스 구조와 각 원자의 형식전하를 표시하면 다음과 같다.



ㄱ. NO_2^+ 의 질소 원자는 $\text{SN}=2$ 이므로 sp 혼성화 되어 있다.

ㄴ. 결합각은 NO_2^+ 은 180° , NO_2 는 결합전자의 반발력이 크므로 sp^2 혼성 오비탈의 각도인 120° 보다 각도가 큰 134° , NO_2^- 은 비공유 전자쌍의 반발력으로 120° 보다 각도가 작아진 115° 정도의 값을 가진다. 그러므로 $\text{NO}_2^+ > \text{NO}_2 > \text{NO}_2^-$ 의 순서이다.

ㄷ. 중성 NO_2 에는 질소에 홀전자를 가지고 있으므로 상자기성이다.

정답 : ③

12.

질량이 $2M : 2M+2 : 2M+4$ 인 동위원소의 상대세기의 비는 $2M : 2M+2 : 2M+4 = 9 : 6 : 1$ 이다. 질량비가 $2M : 2M+2 : 2M+4$ 이며 상대세기의 비가 $9 : 6 : 1$ 로 나타난다는 의미는 동위원소 간에는 질량의 차이는 2이며 그 존재비는 3 : 1이라는 것을 의미한다. 예를 들어 $^{35}\text{Cl} : ^{37}\text{Cl} = 3 : 1$ 로 자연계에 존재한다면 Cl_2 의 질량비는 $(35+35 = 2M) : (35+37, 37+35, 2M+2) : (37+37, 2M+4)$ 일 것이며 그 존재비 즉 상대 세기의 비는 $(\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}) : (\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{6}{16}) : (\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}) = 9 : 6 : 1$ 이기 때문이다.

① A의 동위원소는 2가지이어야 질량이 $2M : 2M+2 : 2M+4$ 인 A_2 가 가능하다.

② A의 동위원소 중 자연계 존재량이 많은 것은 질량수가 작은 동위원소이어야 $2M : 2M+2 : 2M+4 = 9 : 6 : 1$ 이 가능하다.

③ Cl의 평균 원자량은 동위원소의 존재비를 고려하여야 하므로 $(35 \times \frac{3}{4} + 37 \times \frac{1}{4})$ 인 것처럼 A의 평균 원자량은 다음의 식으로 구할 수 있다.

$(M \times \frac{3}{4} + (M+2) \times \frac{1}{4})$ 이다.

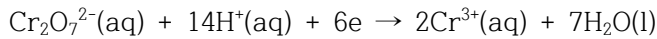
④ A의 동위원소간 질량 차이는 2이어야 질량이 2M : 2M+2 : 2M+4인 A₂가 가능하다.

⑤ (2M+2)에 해당하는 피크는 Cl처럼 (35+37, 37+35, 2M+2) 질량수가 다른 A의 동위원소에서 발생한 것이다.

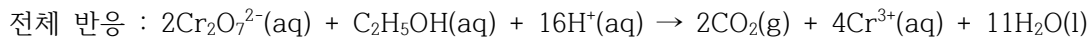
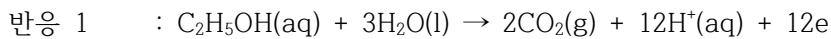
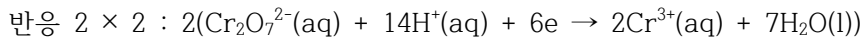
정답 : ⑤

13.

먼저 반응 2를 완결지으면 다음과 같다.



이 식을 반응 1과 결합하여 전체 반응식을 만들면 다음과 같다.



0.050M K₂Cr₂O₇ 40.0mL에는 Cr₂O₇²⁻(aq)이 2mmole이 들어있으며 반응식을 보면 2몰의 Cr₂O₇²⁻(aq)는 1몰의 C₂H₅OH(aq)과 반응한다는 것을 알 수 있으므로 반응한 C₂H₅OH(aq)의 몰수는 1mmole이다. C₂H₅OH(aq)의 분자량은 46g/mole로 주어져 있으므로 다음의 비례식이 성립한다.

1mole : 46g = 1mmole : 46×10⁻³g 그러므로 혈장 50g에 함유된 C₂H₅OH(aq)의 무게 %는 $\frac{46 \times 10^{-3}}{50} \times 100 = 0.092\%$ 이다.

정답 : ④

14.

A와 B의 원자가 전자(valence electron)수의 합은 11이라고 했으므로 σ_{2s}부터 전자 11개를 채워나가면 (σ_{2s})² (σ*_{2s})² (σ_{2p})² (π_{2px})² (π_{2py})² (π*_{2px})¹이다.

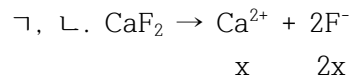
ㄱ. 전기음성도는 B가 A보다 크다. MOT 그림에서 B의 원자 오비탈의 에너지가 A보다 낮기 때문이다. 전기음성도가 크면 원자 오비탈의 에너지가 낮아진다.

ㄴ. AB 분자는 (π*_{2px})¹에 홀전자가 있으므로 상자기성이다.

ㄷ. AB의 결합 차수는 2.5이고 AB⁺의 결합 차수는 3이므로 결합 차수가 작은 AB의 결합길이 가 더 길다.

정답 : ⑤

15.

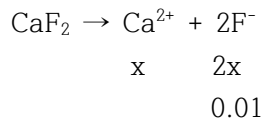


$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = x(2x)^2 = 4x^3 = 4 \times 10^{-11}, x = 10^{-3.66}$$

그러므로 $x > 1.0 \times 10^{-4}$ 이다.

산성 용액에서는 $\text{F}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HF}$ 로 변화되므로 F^- 이 없어지게 되어 정반응으로 진행하기 때문에 CaF_2 의 용해도는 증가한다. 즉 약산의 짝염기가 포함되어 있는 난용성염은 산성 용액에서 용해도가 증가된다.

ㄷ. 0.01M NaF 용액에서 CaF_2 의 용해도를 구하면 다음과 같다.



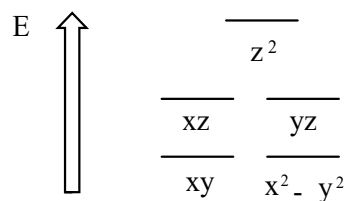
$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = x(0.01 + 2x)^2 = 4 \times 10^{-11}$, 계산할 때 2x는 무시한다. $x = 4 \times 10^{-7}$
0.01M NaF 용액에서 CaF_2 의 용해도는 감소한다. CaF_2 의 균형 반응식에서 F^- 의 농도가 증가하게 되어 역반응이 진행되는 공통이온효과 때문이다.

정답 : ①

16.

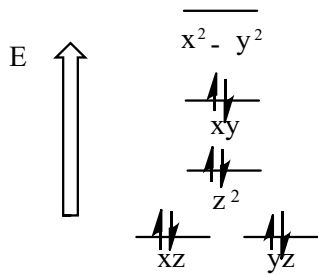
ㄱ. z축 상에 중심 금속이온과 리간드들이 놓여 있는 선형 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 에서 d_{z^2} 궤도함수가 d_{xz} 궤도함수보다 d오비탈의 전자와 리간드의 반발력이 크므로 더 높은 에너지 준위에 있다.

선형 구조의 d 오비탈의 splitting pattern

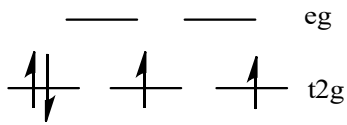


ㄴ. 평면 사각형 구조를 가지는 $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 에서 Ni^{2+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^8$ 이며 홀전자가 없으므로 반자기성이다.

평면 사각형 구조의 d 오비탈의 splitting pattern과 전자배치

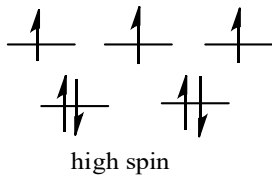


ㄷ. 정팔면체 $\text{Cr}(\text{CN})_6^{4-}$ 의 중심금속 Cr의 산화수는 +2이며 Cr^{2+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^4$ 이고 CN^- 은 강한장 리간드이므로 low spin(저스핀)을 선호한다. 그러므로 홀전자의 개수는 2개이다.



strong field ligand = low spin

반면, CoCl_4^{2-} 의 중심금속 Co의 산화수는 +2이며 Co^{2+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^7$ 이고 정사면체 구조이므로 high spin(고스핀)을 선호한다. 그러므로 홀전자의 개수는 3개이다.



정답 : ㉔

17.

$PV=nRT$ 에서 기체의 몰수가 일정하고 부피가 일정하므로 $P \propto T$ 이다. 즉 초기압력 P_0 에서 $\frac{5}{3}P_0$

로 압력이 증가되었으므로 온도도 초기온도 T_0 에서 $\frac{5}{3}T_0$ 로 증가된다. ($\Delta T = \frac{5}{3}T_0 - T_0 = \frac{2}{3}T_0$)

실린더 B에 가해진 열량은 A실린더 내부의 He(g) 1몰의 온도도 $\frac{2}{3}T_0$ 만큼 증가시키고 실린더

B 내부의 He(g) 1몰의 온도도 $\frac{2}{3}T_0$ 만큼 증가시킨다. 즉 기체의 몰수는 2몰이다.

그러므로 $q = nC_{V,m}\Delta T = 2 \times \frac{3}{2}R \times \frac{2}{3}T_0 = 2RT_0$ 이다.

$$\frac{q}{RT_0} = \frac{2RT_0}{RT_0} = 2$$

(주의할 점) 실린더 B에 열이 전달되었다고 하여 He의 몰수는 1몰로 하여서는 안된다. 왜냐하면 금속판을 통해 열이 A로도 전달되기 때문에 A의 온도도 $\frac{2}{3}T_0$ 만큼 증가되고 압력도 $\frac{2}{3}P_0$ 만큼 증가되기 때문이다.

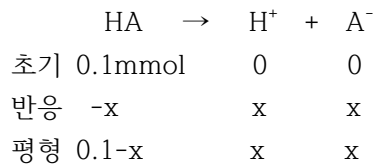
정답 : ④

18.

평형 상태의 수용액에서 $\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{1}{4}$ 이 되기 위한 $[H^+]$ 을 구해보면 다음과 같다.

$$K_a = \frac{5}{4} \times 10^{-5} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = [H^+] \frac{1}{4}, [H^+] = 5 \times 10^{-5} M \text{이어야 한다.}$$

초기에 산 $1 \times 10^{-4} M$, 1,000mL에는 0.1mmole의 산이 존재하므로 평형 반응식은 다음과 같다.



$$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{1}{4} = \frac{x}{0.1-x}, x = 0.02 \text{mmole 즉 } H^+ \text{의 몰수는 } 0.02 \text{mmole} \text{ 이어야 한다.}$$

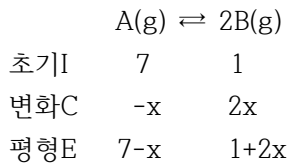
$[H^+] = 5 \times 10^{-5} M$ 은 용액 1,000mL : 용질 $5 \times 10^{-5} \text{mol} =$ 용액 400mL : 용질 $2 \times 10^{-5} \text{mole}$ 이므로 용액 400mL에 H^+ 이 $2 \times 10^{-5} \text{mole}$ 이 존재하면 $[H^+] = 5 \times 10^{-5} M$ 이고 $\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{1}{4}$ 이다. 그러므로 1,000mL에서 600mL의 물을 제거하여야 한다.

정답 : ⑤

19.

$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ 반응식을 보면 A의 분자량은 B의 분자량의 2배임을 알 수 있다. 왜냐하면 1몰의 A(g)가 분해되어 B(g)가 2몰 생성되므로 질량 보존의 법칙에 따라 A의 분자량은 B의 분자량의 2배이다. 문제를 해결하는 요령으로 $M_A = 2, M_B = 1$ 로 놓고 문제를 해결할 수 있다.

초기 상태에서(온도 T_1) $\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}} = 14$ 이므로 A의 질량을 14g으로 B의 질량을 1g으로 가정하고 문제를 해결할 수 있다. 그러므로 A : B의 초기 질량비는 14 : 1이고 초기 몰비는 각각의 분자량으로 나누어준 7 : 1이다.



평형에서의 몰비 A : B = (7-x) : (1+2x)

평형1에서의 질량비 A : B = 2(7-x) : (1+2x) 몰비에 각 기체의 분자량을 곱하여 질량비 구함

평형 1(T_1)에서 $\frac{A \text{의 질량}}{B \text{의 질량}} = 4$ 이므로 평형1에서의 질량비 A : B = 2(7-x) : (1+2x) = 4 : 1

x 값을 계산해보면 $x = 1$ 이다.

그러므로 평형에서의 몰비 $A : B = (7-x) : (1+2x) = 6 : 3 = 2 : 1$ 이다.

대기압을 1atm으로 일정하게 놓으면 피스톤이 있는 실린더에서의 반응이므로 내부압과 외부 압은 일정하게 1atm으로 유지될 것이므로 각 기체의 부분압은 각 기체의 몰분율에 전체압을 곱하여 구할 수 있다.

$$P_A = X_A \times P = \frac{2}{3} \times 1\text{atm} = \frac{2}{3}\text{atm}$$

$$P_B = X_B \times P = \frac{1}{3} \times 1\text{atm} = \frac{1}{3}\text{atm}$$

각 기체의 부분압을 구하였으므로 압력평형상수 $K_p = \frac{P_B^2}{P_A} = \frac{1}{6}$ 이다. 문제에서 제시된 평형 상수는 농도 평형상수 K_c 이며 $K_p = K_c(RT_1)^{\Delta n}$ 식으로 구할 수 있다.

$$K_p = K_c(RT_1)^{\Delta n} (\Delta n = 1, K_p = \frac{1}{6})$$

$$K_1 = \frac{1}{6RT_1} \text{이다.}$$

위 과정을 평형 2(T_2)에서 한번 더 반복해본다.

	$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$	
초기I	7	1
변화C	-x	2x
평형E	7-x	1+2x

평형에서의 몰비 $A : B = (7-x) : (1+2x)$

평형2에서의 질량비 $A : B = 2(7-x) : (1+2x)$ 몰비에 각 기체의 분자량을 곱하여 질량비 구함

평형 2(T_2)에서 $\frac{A\text{의 질량}}{B\text{의 질량}} = \frac{2}{3}$ 이므로 평형2에서의 질량비 $A : B = 2(7-x) : (1+2x) = 2 : 3$

x 값을 계산해보면 $x = 4$ 이다.

그러므로 평형에서의 몰비 $A : B = (7-x) : (1+2x) = 3 : 9 = 1 : 3$ 이다.

대기압을 1atm으로 일정하게 놓으면 피스톤이 있는 실린더에서의 반응이므로 내부압과 외부 압은 일정하게 1atm으로 유지될 것이므로 각 기체의 부분압은 각 기체의 몰분율에 전체압을 곱하여 구할 수 있다.

$$P_A = X_A \times P = \frac{1}{4} \times 1\text{atm} = \frac{1}{4}\text{atm}$$

$$P_B = X_B \times P = \frac{3}{4} \times 1\text{atm} = \frac{3}{4}\text{atm}$$

각 기체의 부분압을 구하였으므로 압력평형상수 $K_p = \frac{P_B^2}{P_A} = \frac{9}{4}$ 이다. 문제에서 제시된 평형 상수는 농도 평형 상수 K_c 이며 $K_p = K_c(RT_2)^{\Delta n}$ 식으로 구할 수 있다.

$$K_p = K_c(RT_2)^{\Delta n} (\Delta n = 1, K_p = \frac{9}{4})$$

$$K_2 = 12K_1 = \frac{9}{4RT_2} \text{이다.}$$

$$\frac{9}{4RT_2} = 12 \frac{1}{6RT_1} \text{ 이므로 } \frac{T_2}{T_1} = \frac{9}{8} \text{이다.}$$

또 다른 방법

$PV = nRT$ 에서 압력이 일정하므로 $T \propto \frac{V}{n}$ 이다.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{V_2}{n_2}}{\frac{V_1}{n_1}} \text{ 이므로 } n_1, n_2, V_1, V_2 \text{ 각각의 값을 구하면 해결할 수 있다. } n_1, n_2 \text{는 온도}$$

T_1, T_2 에서 기체의 몰수이므로 $n_1 = 9$ 몰, $n_2 = 12$ 몰로 놓을 수 있다. (위 해설 중 평형1 에서의 몰비 $A : B = (7-x) : (1+2x) = 6 : 3$ 이므로 전체 몰수는 9몰, 평형2 에서의 몰비 $A : B = (7-x) : (1+2x) = 3 : 9$ 이므로 전체 몰수는 12몰로 놓을 수 있다.)

$$K_1 = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{\left(\frac{3}{V_1}\right)^2}{\frac{6}{V_1}} = \frac{3}{2V_1} \text{ 이므로 } V_1 = \frac{3}{2K_1} \text{이다.}$$

$$K_2 = 12K_1 = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{\left(\frac{9}{V_2}\right)^2}{\frac{3}{V_2}} = \frac{27}{V_2} \text{ 이므로 } V_2 = \frac{27}{12K_1} \text{이다.}$$

$$\text{그러므로 } \frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{V_2}{n_2}}{\frac{V_1}{n_1}} = \frac{\frac{27}{12K_1}}{\frac{3}{2K_1}} = \frac{9}{8} \text{이다.}$$

정답 : ①

20.

2차 반응의 적분속도법칙은 $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$ 이므로 $\frac{1}{[A]}$ 와 t (시간)에 대한 그림을 그리면 양의 기울기를 가지는 직선이 나오며 직선의 기울기는 속도상수(k)이고 y 절편은 $\frac{1}{[A]_0}$ 이다.

또한 속도상수(k)는 온도가 증가하면 증가하며 그림에서 온도 T와 $\frac{4}{3}T$ 에서의 기울기를 구할 수 있다. T에서의 기울기(k_1 이라 하자)는 $\frac{10}{100} = 0.1$ 이고 $\frac{4}{3}T$ 에서의 기울기(k_2 라 하자)는 $\frac{40}{100} = 0.4$ 이다.

온도 2개 (T, $\frac{4}{3}T$) 속도상수값 2개(0.1, 0.4)를 얻을 수 있으므로 아레니우스 식에 대입하면 활성화 에너지를 구할 수 있다.

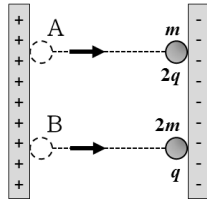
$$\ln k_1 - \ln k_2 = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln 0.1 - \ln 0.4 = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{\frac{4}{3}T} - \frac{1}{T} \right)$$

$$-\ln 4 = -2\ln 2 = -1.4 = -\frac{E_a}{4RT}, E_a = 1.4 \times 4 \times 2.5 = 14 \text{kJ/mol}$$

정답 : ④

9. 그림과 같이 물체 A, B가 각각 다른 시간에 양극판에서 수직으로 출발해 음극판을 향해 등가속도 직선 운동을 하여 동시에 음극판에 도달하였다. 두 극판은 평행하고 두 극판 사이의 전기장은 일정하다. A, B의 질량은 각각 m , $2m$ 이고 전하량은 각각 $2q$, q 이다.



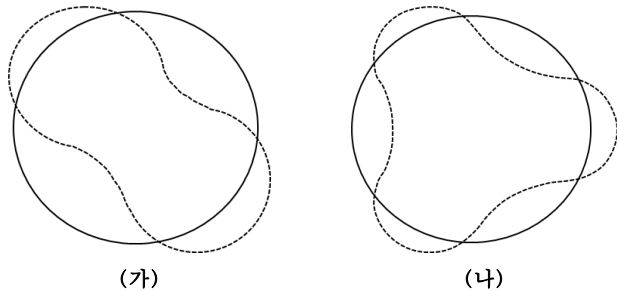
A와 B가 음극판에 도달한 순간, 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기와 상대론적 효과는 무시한다.)

< 보 기 >

ㄱ. 양극판에서 음극판까지 이동하는데 걸린 시간은 B가 A보다 길다.
 ㄴ. A의 운동에너지는 B의 운동에너지보다 크다.
 ㄷ. 드브로이 파의 파장은 A와 B가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 그림 (가)와 (나)는 보어(Bohr)의 수소 원자 모형에서 전자의 원운동 궤도와 물질파 파형을 각각 실선과 점선을 이용하여 모식적으로 나타낸 것이다. 전자의 주양자수 $n(=1, 2, 3, \dots)$ 에 따른 에너지 준위는 $E_n = -\frac{|E_1|}{n^2}$ 이다.



전자가 (나)의 상태에서 (가)의 상태로 전이할 때 방출되는 광자의 에너지는?

- ① $\frac{5}{36}|E_1|$ ② $\frac{3}{16}|E_1|$ ③ $\frac{3}{4}|E_1|$ ④ $\frac{8}{9}|E_1|$ ⑤ $\frac{15}{16}|E_1|$

11. 다음은 25 °C에서 산소에 대한 자료이다.

○ $O_2(g)$ 의 결합 엔탈피: 498 kJ/mol
 ○ $O_2(g) + O(g) \rightarrow O_3(g)$ $\Delta H^\circ = -106$ kJ

이 자료로부터 구한 25 °C에서의 $O_3(g)$ 의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f° , kJ/mol)는?

- ① 90 ② 102 ③ 143 ④ 286 ⑤ 392

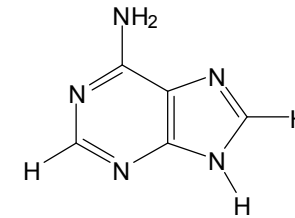
12. 분자식이 $C_5H_{12}O$ 인 에테르(ether)의 구조 이성질체 개수는?

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

13. 포타슘의 동위원소 $^{39}_{19}K$ 에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 원자 번호는 19이다.
 ② 질량수는 39이다.
 ③ 원자 당 양성자의 개수는 19이다.
 ④ 원자 당 중성자의 개수는 20이다.
 ⑤ 중성 원자에서 원자 당 전자의 개수는 20이다.

14. 그림은 아데닌($C_5H_5N_5$)의 구조식이다.



아데닌 한 분자에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

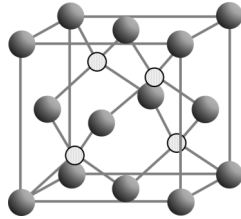
ㄱ. 고립(비공유) 전자쌍은 5개이다.
 ㄴ. 시그마(σ) 결합은 12개이다.
 ㄷ. sp^2 혼성 궤도함수를 결합에 사용하는 탄소 원자는 5개이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 다음은 약산 HA의 해리 반응식과 25°C에서의 산 해리 상수이다.

$$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+ \quad K_a = 1.0 \times 10^{-4}$$
 25°C에서 0.1 M HA와 0.05 M NaA를 포함하는 수용액의 pH는? (단, $\log 2 = 0.3$ 이다.)
 ① 2.3 ② 3.7 ③ 4.0 ④ 4.3 ⑤ 5.0

16. 그림은 M과 X의 이온으로 이루어진 이온 화합물의 결정 구조이다. 그림에서 ○는 M의 양이온을, ●는 X의 음이온을 나타낸다.



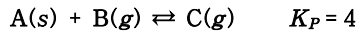
이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, M, X는 임의의 원소 기호이다.)

< 보 기 >

ㄱ. 화학식은 M_2X_7 이다.
 ㄴ. 양이온의 배위수는 4이다.
 ㄷ. 음이온은 면심 입방체의 격자점을 차지하고 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

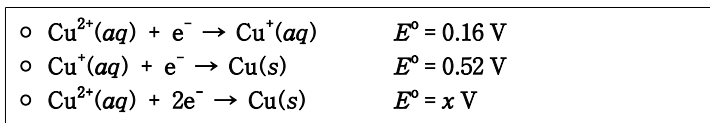
17. 다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서 압력으로 정의되는 평형 상수(K_P)이다.



진공 용기에 A(s) 1몰과 B(g) 1몰을 넣어 반응시켜 도달한 평형 상태에서 용기 속 기체의 온도는 T이고 압력은 5기압이다. 평형 상태에서 용기 속 A(s)의 몰수는? (단, 기체는 이상 기체로 거동하고, A(s)의 증기 압력은 무시한다.)

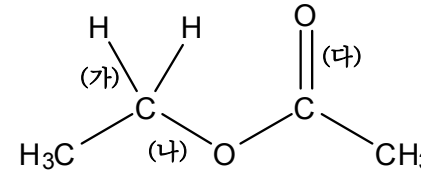
- ① 0.2 ② 0.3 ③ 0.4 ④ 0.5 ⑤ 0.6

18. 다음은 25°C에서 구리와 관련된 반응의 표준 환원 전위(E°)이다. x는?



- ① 0.34 ② 0.42 ③ 0.60 ④ 0.68 ⑤ 1.34

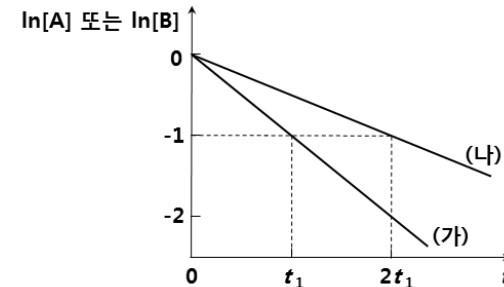
19. 다음 화합물의 적외선 흡수 스펙트럼에서 (가), (나), (다)에 해당하는 봉우리의 파수(wavenumber)를 비교한 것으로 옳은 것은?



(가): CH_2 의 C-H 신축운동
 (나): C-O 신축운동
 (다): C=O 신축운동

- ① (가) > (나) > (다) ② (가) > (다) > (나) ③ (나) > (다) > (가)
 ④ (다) > (가) > (나) ⑤ (다) > (나) > (가)

20. 그림은 반응 (가) $A \rightarrow X$ 와 반응 (나) $B \rightarrow 2Y$ 의 반응 시간 t에 따른 $\ln[A]$ 또는 $\ln[B]$ 를 나타낸 것이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

< 보 기 >

ㄱ. (가)는 1차 반응이다.
 ㄴ. (가)의 반응 속도 상수는 (나)의 2배이다.
 ㄷ. t_1 일 때 X의 생성 속도는 $2t_1$ 일 때 Y의 생성 속도의 2배이다.

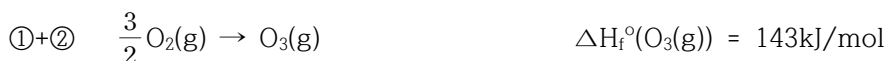
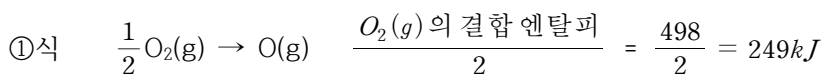
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2019년도 56회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

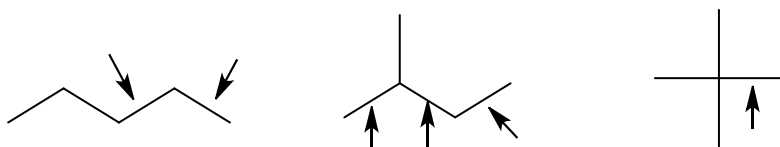
$\Delta H_f^\circ(\text{O}_3(\text{g}))$ 는 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소 $\text{O}_2(\text{g})$ 에서 $\text{O}_3(\text{g})$ 1몰을 생성시키는 과정의 엔탈피 변화이므로 다음 반응식을 쓸 수 있다. $\frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{O}_3(\text{g})$ 이 반응의 엔탈피 변화를 주어진 자료를 이용하여 구해보면 다음과 같다.



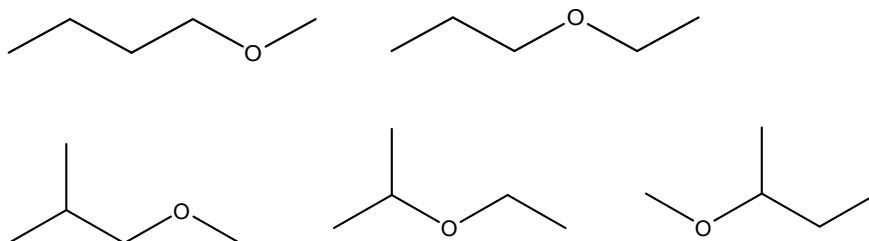
정답 : ③

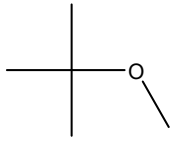
12.

구조 이성질체는 분자식은 같으나 구조와 성질이 다른 화합물을 말한다. ether는 ROR의 일반식을 가진 화합물을 말한다. 이런 유형의 문제를 해결함에 있어서는 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ 의 불포화도는 0이므로 단일결합 화합물임을 의미한다는 것에 착안점을 두고 해결할 수 있다. 즉 가능한 C_5H_{12} 의 구조는 다음 3개이며 화살표 부분에 산소가 끼어 들어간 구조를 그리면 쉽게 해결할 수 있다.



가능한 ether의 구조 이성질체는 6개이다.





정답 : ④

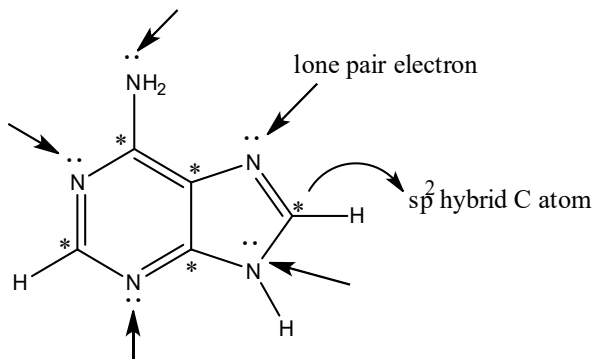
13.

원자번호 = 양성자수 = 전자수(중성원자) 이므로 원자번호 19번 K는 양성자수 19개, 중성 원자일 때 전자의 개수도 19개이다.

질량수 = 양성자수 + 중성자수 이므로 질량수 39이고 중성자수는 20이다.

정답 : ⑤

14.



ㄱ. 고립(비공유) 전자쌍은 그림에서 화살표로 표시된 lone pair electron으로 5개이다.

ㄴ. 이중결합은 하나는 σ 결합 하나는 π 결합이며 모든 단일결합은 σ 결합이므로 16개이다.

ㄷ. sp^2 혼성 궤도함수를 결합에 사용하는 탄소 원자는 위 그림에서 별표로 표시한 5개이다.

정답 : ③

15.

전형적인 Henderson-Hasselbalch식을 이용한 풀이 방법이 적용되는 예이다.

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = 4 + \log \frac{0.05}{0.1} = 4 - \log 2 = 3.7$$

정답 : ②

16.

결정구조 그림에서 X의 음이온은 면심입방 결정격자를 가지고 있고 M의 양이온은 사면체 구멍(hole)을 채우고 있음을 알 수 있다. 참고적으로 면심입방 결정격자에는 사면체 구멍은 8개가 있으며 이 중 4개만 점유한 구조이므로 사면체 구멍의 점유 비율은 $\frac{4}{8} \times 100 = 50\%$ 이다.

ㄱ. X의 음이온이 면심입방 결정 격자이므로 결정의 단위 세포속의 입자수는 4개이고, M의 양이온이 사면체 구멍(hole)에 4개 들어있는 구조이므로 $M^+ : X^- = 4 : 4$ 이므로 MX이다.

ㄴ. 양이온은 사면체 구멍(hole)에 들어있으므로 주위에 X의 음이온이 4개가 둘러싸고 있으며 배위수는 4이다.

ㄷ. 음이온은 면심입방 결정격자이다.

정답 : ④

17.

화학 반응식과 평형 농도는 다음과 같다.

	$A(s) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$		
초기	1	1	0
반응	-x	-x	x
평형	1-x	1-x	x

평형에서의 B(g)의 몰수는 $1-x$ 이고 C(g)의 몰수는 x 이며 두 기체의 몰수를 더하면 1몰이고 이 기체들 1몰이 나타내는 압력이 전체압인 5atm이다.

몰분율은 해당물질의 몰수를 전체(고체, 액체, 기체 상관하지 않음)몰수로 나눈 값이므로 전체 몰수는 A(s)의 몰수($1-x$), B(g)의 몰수($1-x$), C(g)의 몰수(x)를 모두 더한 $2-x$ 이다.

$$P_B = X_B \times P = \frac{1-x}{2-x} \times 5\text{atm}$$

$$P_C = X_C \times P = \frac{x}{2-x} \times 5\text{atm}$$

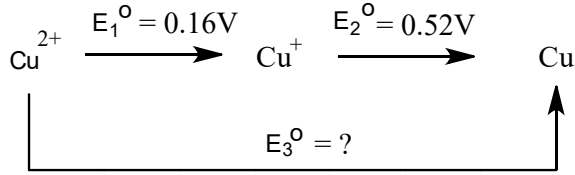
$$K_p = 4 = \frac{P_C}{P_B} = \frac{\frac{5x}{2-x}}{\frac{5(1-x)}{2-x}} = \frac{x}{1-x}, \quad x = \frac{4}{5}$$

$$\text{그러므로 평형에서의 A(s)의 몰수} = 1-x = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} = 0.2\text{몰}$$

정답 : ①

18.

라티머 도표에서 환원 전위값은 깃스 함수의 가산성으로 구할 수 있다.



$$\Delta G_1^{\circ} = -nFE_1^{\circ} = -F \cdot 0.16$$

$$\Delta G_2^{\circ} = -nFE_2^{\circ} = -F \cdot 0.52$$

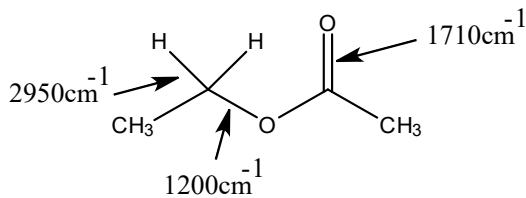
$$\Delta G_3^{\circ} = -nFE_3^{\circ} = -2 F x, \quad x = 0.34\text{V이다.}$$

정답 : ①

19.

sp^3 C - H 결합의 신축 진동의 파수는 약 2950cm^{-1} 이며 가장 큰 값을 가진다. 그 다음은 카보닐 C=O결합이며 파수는 약 1710cm^{-1} 정도의 값을 가진다. 가장 작은 값은 sp^3 C-O 결합이며 약 1200cm^{-1} 정도의 값을 가진다. 만약 파수를 대략적으로 암기하고 있다면 간단하게 해결할 수 있는 문제이나 파수를 암기하고 있지 못하다면 최소한 내용적으로 다음의 사항을 알고 있어야 한다.

힘 상수 k 값이 크면 진동수 ν 도 크다. 진동수 ν 가 크면 에너지 E 도 크고 파장 λ 는 짧다. 파수는 파장의 역수이므로 파장이 짧으면 파수는 크다. 보기에서 C=O은 이중결합이며 C-O는 단일결합이므로 이중결합이 힘 상수도 크고 파수도 크다.



정답 : ②

20.

ㄱ. 1차 반응의 적분속도 법칙은 $\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$ 혹은 $\ln[B] = -kt + \ln[B]_0$ 이며 (가)반응과 (나) 반응이 $\ln[A]$ 또는 $\ln[B]$ 를 y축으로 하고 시간(t)를 x축으로 놓고 도시하였을 때 직선이 나오므로 (가)반응이던 (나)반응이던 모두 1차 반응이다.

ㄴ. 그림에서의 기울기가 속도상수를 의미한다.

$$(가)의 \text{기울기} = -\frac{1}{t_1} = -k, \quad k(가) = \frac{1}{t_1}$$

(나)의 기울기 = $-\frac{1}{2t_1} = -k$, $k(\text{나}) = \frac{1}{2t_1}$ 이므로 (가)의 속도상수는 (나)의 2배이다.

ㄷ. (가) $A \rightarrow X$ 이므로 반응속도(v) = $-\frac{d[A]}{dt} = \frac{d[X]}{dt}$ 이므로 A의 소멸속도와 X의 생성속도는 같다. 그러므로 A의 소멸속도를 구해보면 다음과 같다.

$$v = k[A] = \frac{1}{t_1}e^{-1} \quad (t_1\text{에서 } \ln[A] = -1 \text{ 이므로 } [A] = e^{-1})$$

(나) $B \rightarrow 2Y$ 이므로 반응속도(v) = $-\frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[Y]}{dt}$ 이므로 Y의 생성속도는 B의 소멸속도의 2배이다. 그러므로 $2t_1$ 일 때 B의 소멸속도를 구해보면 다음과 같다.

$$v = k[B] = \frac{1}{2t_1}e^{-1} \quad (2t_1\text{에서 } \ln[B] = -1 \text{ 이므로 } [B] = e^{-1})$$

Y의 생성속도는 B의 소멸속도의 2배이므로 $2t_1$ 일 때 Y의 생성속도는 $\frac{1}{2t_1}e^{-1} \times 2 = \frac{1}{t_1}e^{-1}$

그러므로 t_1 일 때 X의 생성속도는 $2t_1$ 일 때 Y의 생성속도와 같다.

정답 : ③

9. 어떤 레이저가 $4.0 \times 10^5 \text{ W}$ 의 출력으로 $1.0 \times 10^{-7} \text{ s}$ 동안 빛 에너지를 방출한다. 레이저 파장이 500 nm 일 때, 방출되는 총 광자 수(개)는? (단, 플랑크 상수는 $6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 이고, 광속은 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 이다.)

- ① 1.0×10^{16} ② 5.0×10^{16} ③ 1.0×10^{17} ④ 5.0×10^{17} ⑤ 1.0×10^{18}

10. 폭이 각각 $L, 2L$ 인 일차원 무한 퍼텐셜 우물에 전자 A, B가 각각 어떤 양자상태로 갇혀있다. A는 바닥상태에 있고, A와 B의 에너지는 같다. 이때 B의 드브로이 파장(λ)은?

- ① $\frac{L}{4}$ ② $\frac{L}{2}$ ③ L ④ $2L$ ⑤ $4L$

11. 다음은 원자 및 이온의 바닥상태 전자배치를 나타낸 것이다. 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. ${}_{24}\text{Cr}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ ㄴ. ${}_{25}\text{Mn}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ ㄷ. ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ ㄹ. ${}_{29}\text{Cu}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

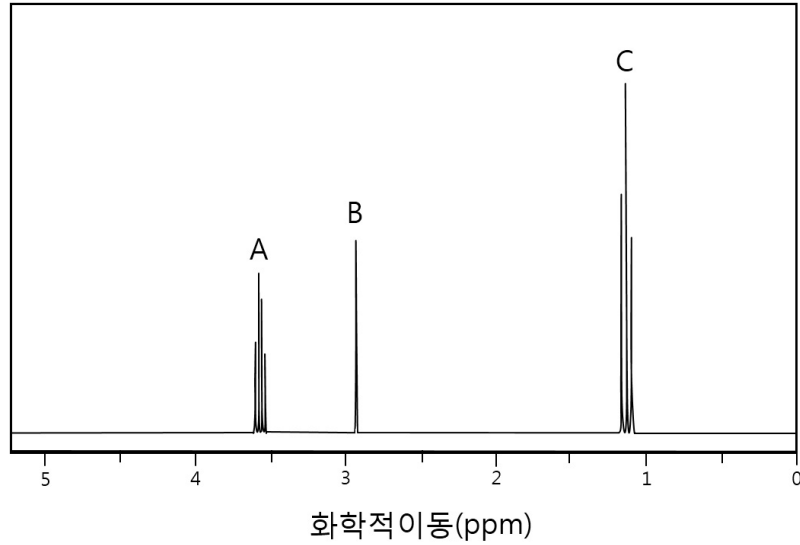
12. 배위화합물 A는 $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 이고, 배위화합물 B는 $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$ (en = ethylenediamine, $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$)이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. A는 기하이성질체와 광학이성질체를 가진다. ㄴ. B는 광학이성질체만 가진다. ㄷ. 결정장 갈라짐 에너지(Δ_0)는 A가 B보다 크다.
--

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 다음은 분자식이 C_2H_6O 인 유기 화합물의 ^1H-NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다. 스펙트럼 봉우리의 면적비는 $A : B : C = 2 : 1 : 3$ 이다.



이 화합물과 스펙트럼의 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. 물에 잘 혼합된다.
 ㄴ. 아세트산과 반응하여 에스터를 형성한다.
 ㄷ. 봉우리 A와 C의 수소는 커플링(coupling)되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

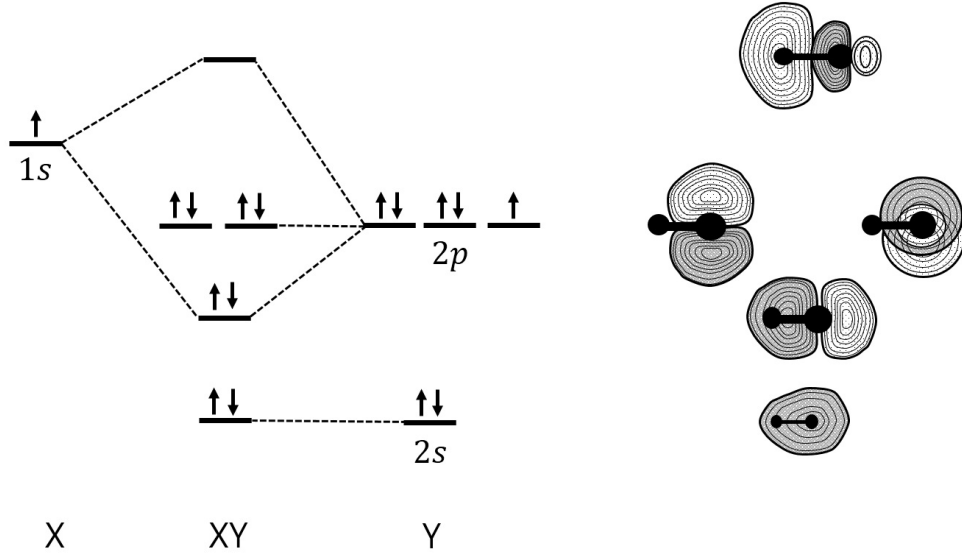
14. 분자식이 C_4H_8 인 탄화수소의 구조 이성질체에 관한 설명이다. 다음 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. 고리형 탄화수소는 2가지이다.
 ㄴ. 불포화 탄화수소는 2가지이다.
 ㄷ. sp 혼성 궤도함수를 가지는 탄소가 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 그림은 이핵 이원자 분자 XY의 바닥상태 분자 궤도함수를 나타낸 것이다. 바닥상태의 XY 화합물에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① XY 결합차수는 1이다.
- ② 반자성이다.
- ③ 쌍극자 모멘트가 있다.
- ④ 전기음성도는 X가 Y보다 작다.
- ⑤ 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)는 반결합(antibonding) 분자 궤도함수이다.

16. 순가닥의 은(Ag) 전기도금에서 순가닥은 환원 전극으로, 순수 은(Ag) 조각은 산화 전극으로 작용한다. 이 둘을 시안화은(AgCN) 용액 속에 담그고 9.65A의 전류를 흐르게 하여 표면적이 54cm²인 순가닥의 표면을 40μm의 평균 두께로 도금하였다. 전기도금 하는데 소요된 시간(초)은? (단, 은의 밀도는 10g/cm³으로 가정하고 원자량은 108g/mol이다. 패러데이 상수는 F=96500 C/mol, 1μm = 10⁻⁴cm이다.)

- ① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400 ⑤ 500

17. 다음은 탄소(C)와 $\text{CO}_2(g)$ 가 반응하여 $\text{CO}(g)$ 를 생성하는 평형 반응식과 압력으로 정의되는 평형 상수이다.

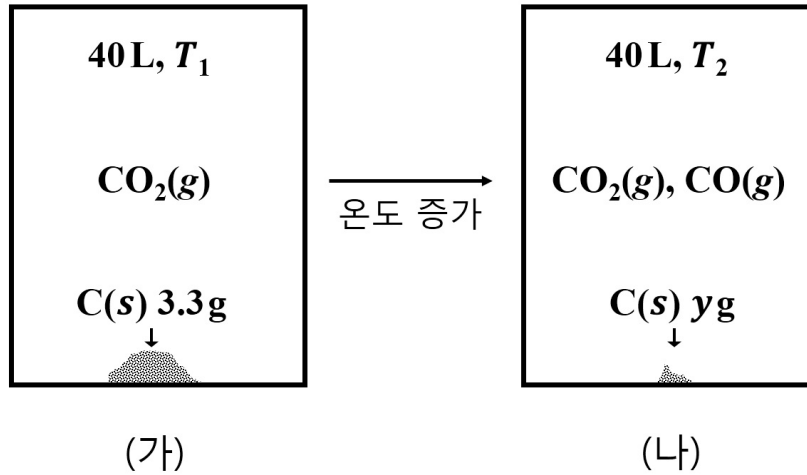
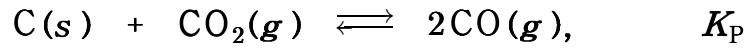


그림 (가)는 온도 T_1 에서 부피가 40 L로 일정한 진공용기에 탄소 가루($\text{C}(s)$)와 $\text{CO}_2(g)$ 를 넣은 반응 초기 상태를, (나)는 온도를 T_2 로 올려 반응이 진행된 후 평형에 도달한 상태를 나타낸다. 표는 (가)와 (나)에서의 자료이다.

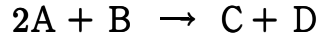
상태	온도(K)	용기 안의 $\text{C}(s)$ 질량(g)	용기 안의 기체 밀도(g/L)	평형 상수(K_p)
(가)	T_1	3.3	0.550	
(나)	T_2	y	0.625	x

$\frac{x}{y}$ 는?

(단, 모든 기체는 이상 기체와 같은 거동을 하고 $RT_2 = 84 \text{ atm} \cdot \text{L/mol}$ 로 주어진다. CO_2 의 분자량은 44 g/mol 이고 CO 의 분자량은 28 g/mol 이다. $\text{C}(s)$ 의 부피와 증기압은 무시한다.)

- ① 7 ② 8 ③ 9 ④ 10 ⑤ 12

18. 다음은 A와 B가 반응하여 C와 D를 생성하는 화학 반응식이다.



표는 반응 차수가 1차인 반응물 B의 서로 다른 초기 농도([B]₀)에서 반응 시간(초)에 따른 반응물 A의 농도 변화를 나타낸 실험 I과 II의 자료이다. 실험 I에서 [B]₀ = 10.0M이고, 실험 II에서는 [B]₀ = 20.0M이다. 반응이 진행되는 동안 B의 농도는 일정하다고 가정한다.

시간(초)	실험 I	실험 II
	[A] (mM)	[A] (mM)
0	10.0	10.0
10	6.67	5.00
20	5.00	3.33
30	4.00	2.50
40	3.33	2.00
50	2.86	1.67
60	2.50	1.43

실험 I에서, 반응 시간 30초일 때 C의 생성속도($\text{mmol L}^{-1}\text{s}^{-1}$)는? (단, 온도는 일정하다. $1\text{mM} = 10^{-3}\text{M}$ 이고 $1\text{mmol} = 10^{-3}\text{mol}$ 이다.)

- ① 1.0×10^{-2} ② 2.0×10^{-2} ③ 4.0×10^{-2} ④ 8.0×10^{-2} ⑤ 1.0×10^{-1}

19. 다음에서 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. SF₄는 비극성이다.

ㄴ. PCl₅는 사각 피라미드 구조를 가진다.

ㄷ. I₃⁻의 중심 원자는 dsp³ 혼성 궤도 함수를 가진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. $T^{\circ}\text{C}$ 에서 부피가 일정한 용기에 두 휘발성 액체 A와 B로만 구성된 혼합 용액이 기체-액체 평형을 이루고 있다. $T^{\circ}\text{C}$ 의 평형 상태에서, 기체상에서 A의 몰분율은 액체상에서 A의 몰분율의 2배이다. $T^{\circ}\text{C}$ 의 평형 상태에서 순수한 A의 증기압은 400 torr이고 순수한 B의 증기압은 150 torr이다. $T^{\circ}\text{C}$ 평형 상태에서, 액체상에서 B의 몰분율은? (단, 온도는 $T^{\circ}\text{C}$ 로 일정하고, 혼합 용액은 라울의 법칙을 따른다.)
- ① 0.5 ② 0.6 ③ 0.7 ④ 0.8 ⑤ 0.9

21. 동물세포의 생체막에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 유동모자이크 모형으로 설명된다.
 ② 선택적 투과성을 갖는다.
 ③ 인지질은 친수성 머리와 소수성 꼬리로 구성된다.
 ④ 인지질 이중층은 비대칭적 구조이다.
 ⑤ 포화지방산의 '꺾임(kink)'은 느슨하고 유동적인 막을 만든다.

22. 리보솜에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. RNA와 단백질로 이루어져 있다.
 ㄴ. 단백질 합성이 일어나는 장소이다.
 ㄷ. 거대분자를 단량체로 가수분해 시킨다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

23. 질소순환에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 식물은 질소(N_2)를 직접 흡수한다.
 ② 질산화(nitrification)는 질산이온(NO_3^-)을 질소(N_2)로 환원시키는 과정이다.
 ③ 질소고정(nitrogen fixation)은 토양의 암모늄이온(NH_4^+)을 아질산이온(NO_2^-)으로 전환시키는 과정이다.
 ④ 식물의 뿌리는 질산이온(NO_3^-)과 암모늄이온(NH_4^+) 형태로 흡수한다.
 ⑤ 암모니아화(ammonification)는 공기중의 질소(N_2)를 암모니아(NH_3)와 암모늄이온(NH_4^+)으로 전환하는 과정이다.

2020년도 57회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

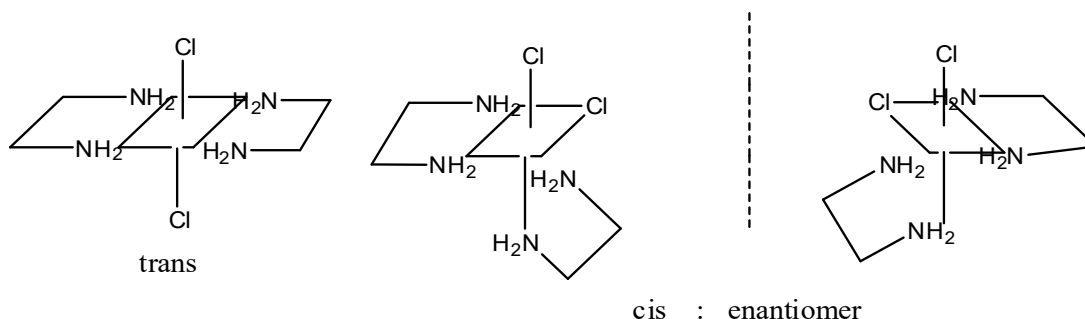
11.

전이원소의 전자배치는 축조원리, 파울리 배타원리, 훈트의 규칙이 모두 적용되며 전이원소만의 독특한 원리인 d 오비탈에 홀전자가 많거나 짝차게 채운다는($_{24}\text{Cr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$, $_{29}\text{Cu} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ 이 예외) 원리가 작용하고 first in, first out 원리도 적용되어 전이원소 양이온은 3d 오비탈보다 4s 오비탈에서 전자를 먼저 내보내게 된다. $_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ 에서 Fe^{2+} 은 4s에서 먼저 전자를 내보내게 되므로 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ 이다. 모두 옳은 전자배치이다.

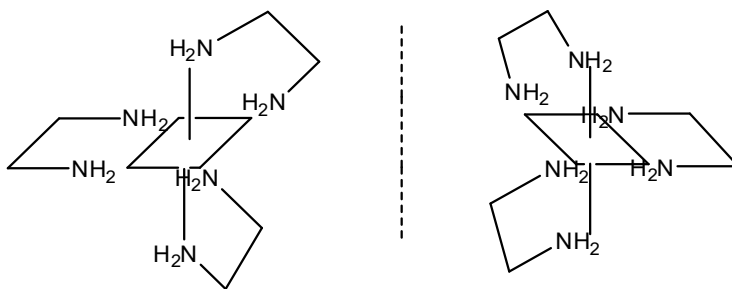
정답 : ⑤

12.

ㄱ. $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl} \rightarrow [\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+ + \text{Cl}^-$ 이며 중심금속 Co의 산화수는 +3이고 착이온 $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ 는 2개의 기하이성질체가 있고 그 중 cis 이성질체는 광학 이성질체를 가진다.



ㄴ. $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3 \rightarrow [\text{Co}(\text{en})_3]^{3+} + 3\text{Cl}^-$ 이며 중심금속 Co의 산화수는 +3이고 착이온 $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ 는 기하이성질체는 존재하지 않고 광학 이성질체만 가진다.

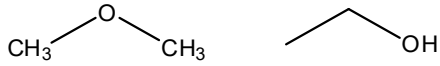


ㄷ. $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ 와 $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ 에서 리간드를 비교해보면 A의 Cl보다는 B의 en이 더 강한 장 리간드이므로 결정장 갈라짐 에너지(Δ_o)는 B가 A보다 크다.

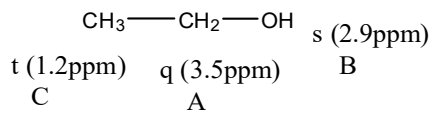
정답 : ③

13.

C_2H_6O 는 C_nH_{2n+2} 의 일반식을 가지고 있으므로 불포화도는 0이다. 그러므로 가능한 구조는 다음 2가지이다.

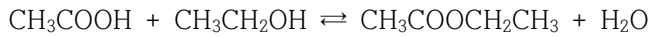


이 중에서 ether는 주어진 오직 1개의 봉우리만이 보일 것이므로 NMR data에 부합하지 않는다. 그러므로 제시된 NMR data에 부합하는 화합물은 에탄올이다.



ㄱ. 에탄올은 물과 잘 혼합된다.

ㄴ. 에탄올은 아세트산과 반응하여 에스터(Ethyl acetate)를 형성한다. 이 반응을 Fisher esterification이라 한다.

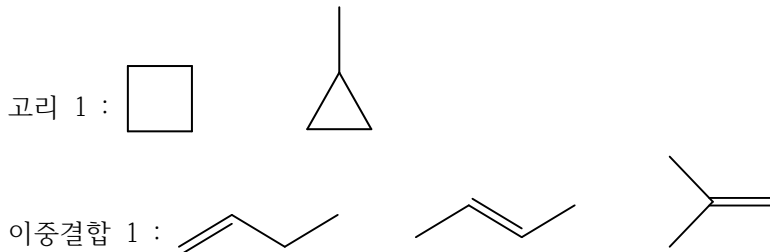


ㄷ. 봉우리 A는 C의 수소 원자 3개에 의해 사중선으로 갈라지고 봉우리 C는 A의 수소 원자 2개에 의해 삼중선으로 갈라지므로 봉우리 A와 C의 수소는 커플링(coupling)되어 있다.

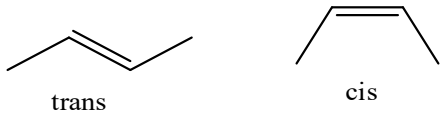
정답 : ⑤

14.

분자식 C_4H_8 은 일반식으로 쓰면 C_nH_{2n} 으로 불포화도는 1이다. 불포화도가 1이므로 가능한 구조는 고리가 1개 있거나 이중결합이 1개 있는 구조이어야 하며 가능한 구조 이성질체는 총 5개가 있다.



참고적으로 기하이성질체까지 포함하면 총 6개의 이성질체가 있다.



ㄱ. 고리형 탄화수소는 cyclobutane과 methylcyclopropane 2가지이다.

ㄴ. 불포화 탄화수소는 3가지이다.

ㄷ. 고리형 탄화수소의 탄소의 혼성 오비탈은 sp^3 이며 이중결합 탄소의 혼성 오비탈은 sp^2 이므로 sp 혼성 오비탈을 가지는 탄소는 없다.

정답 : ①

15.

X는 1s에 전자가 한 개 있으므로 H이고 Y는 바닥 상태에서 $2s^2 2p^5$ 전자배치를 가지므로 F이다. 그림은 HF 분자의 MOT이다.

① 결합차수는 $\frac{\text{bonding 전자} - \text{antibonding 전자}}{2}$ 이므로 $\frac{2-0}{2}=1$ 이다.

② XY는 분자오비탈에 전자들이 모두 짝을 이루고 있으므로 반자기성이다.

③ XY=HF는 H와 F의 전기음성도가 차이가 나므로 쌍극자 모멘트를 가지는 극성 분자이다.

④ 전기음성도는 X=H=2.1이고 Y=F=4.0으로 X가 Y보다 작다. 또한 MOT에서 X의 1s와 Y의 2p가 상호작용을 할 수 있으므로 Y의 전기음성도가 커서 원자 오비탈의 에너지가 낮아짐을 보고 전기음성도의 크기를 추론할 수도 있다.

⑤ 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)는 결합을 형성하지 못하는 비결합성(nonbonding) 분자 궤도함수이다.

정답 : ⑤

16.

표면적이 54cm^2 이고 두께가 $40\mu\text{m}$ 이므로 도금한 부피는 $54\text{cm}^2 \times 40\mu\text{m} = 0.216\text{cm}^3$ 이다. 은의 밀도는 10g/cm^3 로 주어졌으므로 도금된 은의 질량은 밀도를 이용하여 계산할 수 있다.

$$d = \frac{m}{V}, \quad m = d \times V = 10\text{g/cm}^3 \times 0.216\text{cm}^3 = 2.16\text{g}$$

은이 도금되는 환원 반응은 다음과 같으며 반응식을 보면 1몰의 은이 도금되기 위해 얼마만큼의 전하량이 필요한지를 알 수 있으며 2.16g의 은 도금을 위한 전하량을 계산할 수 있다.



패러데이의 1법칙에서 $Q = i \times t$, $1,930C = 10A \times t$, $t = 200s$ 이다.

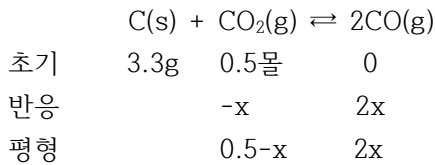
정답 : ②

17.

초기 상태 (가)에서는 용기 안의 밀도가 0.550g/L로 제시되어 있는데 초기에 기체는 $\text{CO}_2(\text{g})$ 밖에 없으므로 이 밀도는 기체인 $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 밀도이다. 이 밀도를 이용하여 초기 $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 몰수를 구할 수 있다.

$$d = 0.550\text{g/L} = \frac{m}{V} = \frac{m}{40L}, \quad m=22\text{g} = 0.5\text{몰}(\text{CO}_2 \text{ 분자량이 } 44\text{g/mol이므로})$$

C(s)를 제외한 평형 반응식은 다음과 같다.



평형에서의 $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 몰수는 (0.5-x)몰이고 평형에서의 $\text{CO}(\text{g})$ 의 몰수는 2x몰이다.

온도를 올려 평형에 도달한 (나)에서는 용기 안의 밀도가 0.625g/L로 제시되어 있는데 용기 내에는 반응 후 남은 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 생성된 $\text{CO}(\text{g})$ 가 있으므로 이 밀도는 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 $\text{CO}(\text{g})$ 의 밀도이며 이 밀도를 이용하여 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 CO 의 질량을 구할 수 있다.

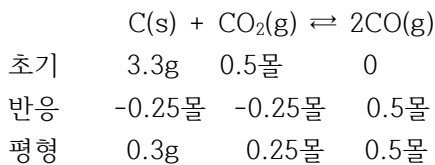
$$d = 0.626\text{g/L} = \frac{m}{V} = \frac{m}{40L}, \quad m=25\text{g}(\text{CO}_2 \text{와 } \text{CO} \text{의 질량})$$

위에서 구한 평형에서의 각 기체의 몰수에 분자량을 곱해주면 질량이 나오게 되므로 다음 관계식이 성립한다.

$$(0.5-x) \times 44 + 2x \times 28 = 25 \text{ 계산하면 } x = \frac{1}{4} \text{이다.}$$

그렇다면 평형에서의 $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 몰수는 (0.5-x)=0.5-0.25=0.25몰이고 평형에서의 $\text{CO}(\text{g})$ 의 몰수는 $2x=2 \times 0.25=0.5$ 몰이다.

이제 C(s)를 포함한 평형 반응식은 다음과 같다.



C(s)의 원자량은 12이며 0.25몰은 3g이므로 C(s)는 초기 3.3g에서 0.25몰(3g)을 뺀 0.3g이 반응 후 남아있다. 그러므로 용기 안의 C(s)의 질량 y는 0.3이다.

이제 K_p 를 구하기 위해 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 $\text{CO}(\text{g})$ 의 부분압을 구해보면 다음과 같다.

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}RT}{V} = \frac{0.25 \times 84}{40} = \frac{21}{40}$$

$$P_{CO} = \frac{n_{CO}RT}{V} = \frac{0.5 \times 84}{40} = \frac{42}{40}$$

$$K_p = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} = \frac{\left(\frac{42}{40}\right)^2}{\frac{21}{40}} = 2.1 \text{ 이므로 } x = 2.1 \text{ 이다.}$$

$$\text{그러므로 } \frac{x}{y} = \frac{2.1}{0.3} = 7 \text{ 이다.}$$

정답 : ①

18.

실험 I 에서 A의 농도변화를 보면 10mM에서 5mM(반감)로 줄어드는데 20초(반감기)가 걸리고 5mM에서 2.5mM로 또 반으로 줄어드는데 40초가 걸린다는 것을 알 수 있다. 즉 초기농도에 반감기가 반비례하게 되므로 A에 대해서는 2차 반응임을 의미한다. 또한 문제에서 B에 대해서는 1차 반응이라는 단서를 제시해 주었으나 표의 data에서 B에 대해서는 1차임을 알 수 있다. 실험 I 에서(B의 초기농도 10.0M) 10mM에서 5mM(반감)로 줄어드는데 20초(반감기)가 걸리는데 실험 II(B의 초기농도 20.0M)에서는 10mM에서 5mM(반감)로 줄어드는데 10초(반감기)가 걸리게 되므로 B의 농도를 2배 올리니 속도가 2배가 된 것을 알 수 있으므로 B에 대해서는 1차임을 알 수 있다. 즉 A의 소멸속도의 속도식은 다음과 같다.

$$v = - \frac{d[A]}{dt} = k[A]^2[B], [B] \text{는 농도가 } [A] \text{에 비해 크므로 반응이 진행되는 동안 일정하므로}$$

$$v = k'[A]^2 \quad (k' = k[B]) \text{ 유사 2차 반응}$$

2차 반응이므로 속도상수는 다음과 같다.

$$k' = \frac{1}{t_{1/2}[A]_0} = \frac{1}{20 \times 10mM} = 5 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \text{ 그러므로 속도상수 } k \text{는 다음과 같다.}$$

$$k = \frac{k'}{[B]} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ M}^{-2}\text{s}^{-1} \text{ 이다.}$$

실험 I 에서 반응 시간 30초일 때 A의 소멸속도는 다음과 같다.

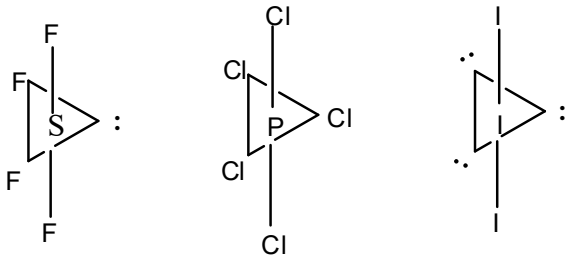
$$v = - \frac{d[A]}{dt} = k[A]^2[B] = 0.5 \text{ M}^{-2}\text{s}^{-1} \times (4 \times 10^{-3}\text{M})^2 \times 10\text{M} = 8 \times 10^{-5} \text{ M s}^{-1} = 8 \times 10^{-2}\text{mM s}^{-1}$$

반응식에서 $2A + B \rightarrow C + D$ 이므로 반응 속도는 $-\frac{1}{2} \frac{d[A]}{dt} = \frac{d[C]}{dt}$ 이므로 A의 소멸속도는 C의 생성속도의 절반이므로 C의 생성속도는 $4 \times 10^{-2} \text{ mM s}^{-1} = 4 \times 10^{-2} \text{ mmolL}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 이다.

정답 : ③

19.

$\text{SF}_4, \text{PCl}_5, \text{I}_3^-$ 의 루이스 구조를 그리면 다음과 같다.



ㄱ. SF₄는 비공유 전자쌍이 존재하여 각 원자의 벡터합이 0이 되지 못하므로 극성이다.

ㄴ. PCl₅는 삼각쌍뿔 분자구조를 가진다.

ㄷ. I₃⁻의 중심원자는 SN=5이므로 dsp³ 혹은 sp³d 혼성 궤도 함수를 가진다.

정답 : ②

20.

$P_A^\circ = 400 \text{ torr}$, $P_B^\circ = 150 \text{ torr}$, X_A' (기체상에서 A의 몰분율) = $2X_A$ (액체상에서 A의 몰분율), X_B (액체상에서 B의 몰분율), X_B' (기체상에서 B의 몰분율)이므로 휘발성 용질에 관한 라울의 법칙을 적용하면 다음과 같다.

$$P = X_A P_A^\circ + X_B P_B^\circ$$

$$X_A' = \frac{P_A(A \text{의 부분압})}{P(\text{전체압})} = \frac{X_A P_A^\circ}{X_A P_A^\circ + X_B P_B^\circ} = 2X_A \text{ 이 식을 정리하면 다음과 같다.}$$

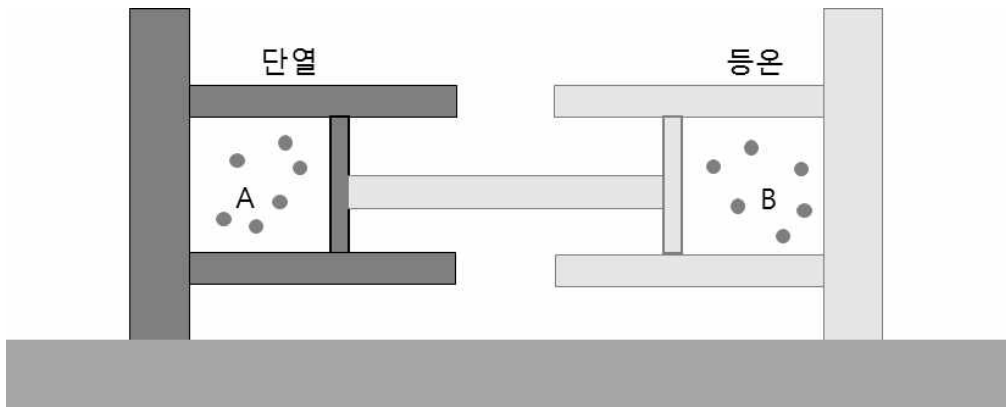
$$X_A P_A^\circ + X_B P_B^\circ = \frac{P_A^\circ}{2}$$

$$(1 - X_B) \times 400 + X_B \times 150 = 200$$

$$X_B = \frac{4}{5} = 0.8$$

정답 : ④

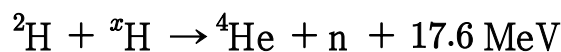
9. 그림은 힘의 평형을 이루며 정지해 있는 연결된 피스톤과 단원자 이상기체 A와 B가 각각 실린더에 들어 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 압력, 부피, 절대 온도는 각각 P, V, T 로 같다. A가 들어 있는 실린더는 단열되어 있고, B가 들어 있는 실린더는 외부와 열적 평형을 이룬다. 이때 A에 열량 $Q_{in}(>0)$ 을 서서히 공급하면, A의 나중 온도는 $4T$ 가 되고 B에서 열량 $Q_{out}(>0)$ 이 외부로 방출된다.



열량의 차($Q_{in} - Q_{out}$)는? (단, 외부의 온도는 T 로 일정하고, 대기압은 일정하며 마찰은 무시한다.)

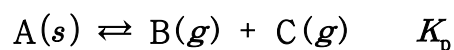
- ① $\frac{1}{2}PV$ ② $\frac{3}{2}PV$ ③ $\frac{5}{2}PV$ ④ $\frac{7}{2}PV$ ⑤ $\frac{9}{2}PV$

10. 다음의 핵융합 반응식에서 x 에 해당하는 것은? (단, n 은 중성자이다.)



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

11. 다음은 온도 T 에서 $A(s)$ 분해 반응의 화학 반응식과 압력으로 정의되는 평형 상수(K_p)이다.



T 에서, 1기압의 $B(g)$ 가 들어 있는 용기에 $A(s)$ 를 넣은 후 $A(s)$ 의 분해 반응이 일어나 도달한 평형 상태의 전체 기체 압력이 2기압이었다. K_p 는? (단, 기체는 이상 기체로 거동하고, $A(s)$ 의 증기 압력은 무시한다.)

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ 1 ⑤ $\frac{5}{4}$

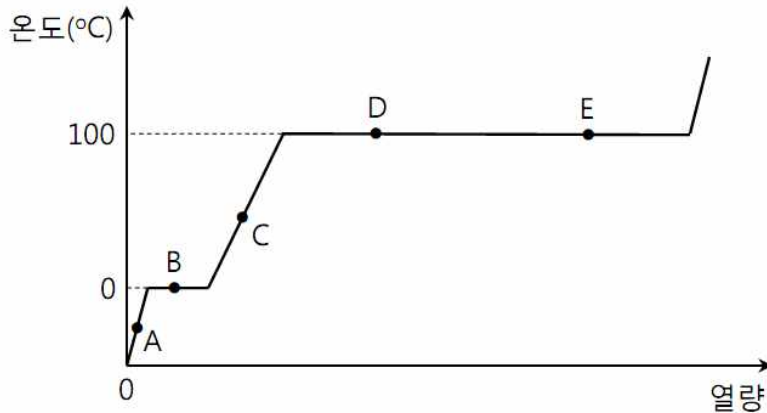
12. 표는 기체의 분해 반응 (가)~(다)의 반응 속도 실험 자료이다.

반응	화학 반응식	온도	초기($t=0$) 농도	속도 법칙
(가)	$2A \rightarrow 4B + C$	T_1	$[A]_0 = 1M$	$-\frac{d[A]}{dt} = 1h^{-1}[A]$
(나)	$2D \rightarrow 2E + F$	T_2	$[D]_0 = 1M$	$-\frac{d[D]}{dt} = 1M^{-1}h^{-1}[D]^2$
(다)	$2G \rightarrow 3H + I$	T_3	$[G]_0 = 1M$	$-\frac{d[G]}{dt} = 0.8Mh^{-1}$

$t=1h$ 일 때 C, E, I의 농도를 비교한 것으로 옳은 것은? (단, $\ln 2 = 0.69$ 이고, 반응 용기의 부피는 일정하다.)

- ① $[C] < [E] < [I]$ ② $[C] < [I] < [E]$ ③ $[E] < [C] < [I]$
 ④ $[E] < [I] < [C]$ ⑤ $[I] < [C] < [E]$

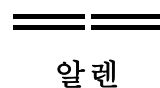
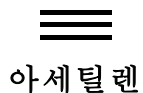
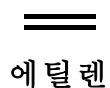
13. 그림은 1기압에서 1몰 H_2O 의 가열 곡선이다.



상태가 A~E인 1몰 H_2O 에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 열용량은 $A > C$ 이다. ② 내부 에너지는 $B > C$ 이다.
 ③ 엔트로피는 $C > D$ 이다. ④ 깁스 자유 에너지는 $D = E$ 이다.
 ⑤ 엔탈피는 A가 가장 크다.

14. 다음은 3가지 탄화수소의 구조식이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

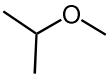

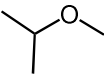
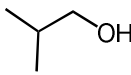
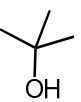
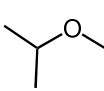
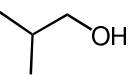
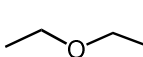
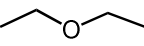

ㄱ. sp 혼성 궤도함수를 갖는 탄소가 포함된 탄화수소는 2가지이다.
 ㄴ. H의 질량 백분율이 가장 큰 것은 에틸렌이다.
 ㄷ. 알렌에서 모든 원자는 같은 평면에 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

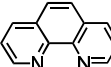
15. 표는 화학식이 $C_4H_{10}O$ 인 두 이성질체 A와 B의 적외선(IR)과 ^{13}C 핵자기 공명(NMR) 분광학 자료이다.

	IR 주요 특성 봉우리 ($\tilde{\nu}$, cm^{-1})	^{13}C NMR 봉우리 (δ , ppm)
A	2950, 1130	80, 57, 22
B	3368, 2973, 1202	69, 31

A와 B의 구조식을 순서대로 옳게 나타낸 것은?

- ①   ②  
- ③   ④  
- ⑤  

16. 다음은 H_2O , Br^- , 두 자리 리간드 phen이 배위 결합한 정팔면체 Co(III) 착이온

(가)와 (나)의 화학식이다. phen은 이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. (가)의 모든 기하이성질체는 광학 비활성이다.
 ㄴ. 기하이성질체의 수는 (나)가 (가)보다 크다.
 ㄷ. (나)의 기하이성질체 중 광학 비활성인 것이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 표는 원자 X의 오비탈 A와 B에 관한 자료이다.

오비탈	주양자수	방사 방향 마디 수	각마디 수
A	n	0	x
B	$n+1$	0	2

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

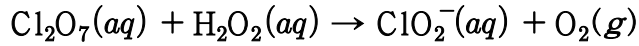
ㄱ. $x = 1$ 이다.
 ㄴ. $n = 3$ 이다.
 ㄷ. A의 각운동량 양자수(ℓ)는 0이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 분자 궤도함수 이론에 근거하여 바닥 상태 이원자 분자에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① Li_2 의 결합 차수는 1이다.
- ② C_2 는 반자기성이다.
- ③ O_2 에는 2개의 홀전자가 있다.
- ④ N_2 의 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)는 σ 궤도함수이다.
- ⑤ B_2 의 최저 비점유 분자 궤도함수(LUMO)는 이중 축퇴된 한 쌍의 반결합성 궤도함수이다.

19. 다음의 산화 환원 반응을 염기성 용액에서 균형을 맞추었을 때 $\text{OH}^-(aq)$ 의 반응 계수는 a , $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 반응 계수는 b 이다. $\frac{b}{a}$ 는?



- ① $\frac{3}{2}$ ② 2 ③ $\frac{5}{2}$ ④ 3 ⑤ $\frac{7}{2}$

20. 25°C에서 $1.0 \times 10^{-8} \text{M}$ 염산($\text{HCl}(aq)$)에 들어 있는 H^+ , OH^- , Cl^- 의 농도를 비교한 것으로 옳은 것은? (단, 25°C에서 H_2O 의 이온곱 상수(K_w)는 1.0×10^{-14} 이다.)

- ① $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-] < [\text{Cl}^-]$ ② $[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] < [\text{OH}^-]$ ③ $[\text{OH}^-] = [\text{Cl}^-] < [\text{H}^+]$
 ④ $[\text{OH}^-] < [\text{Cl}^-] < [\text{H}^+]$ ⑤ $[\text{Cl}^-] < [\text{OH}^-] < [\text{H}^+]$

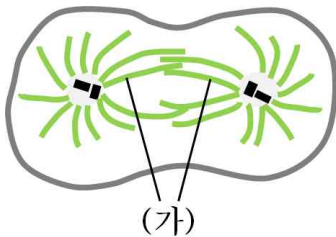
21. 식물에서 일어나는 광합성에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. NAD^+ 가 전자운반체 역할을 한다.
 ㄴ. 암반응에서 탄소고정이 일어난다.
 ㄷ. 배출되는 O_2 는 CO_2 에서 유래된 것이다.
 ㄹ. 광계 II에서 얻은 에너지는 ATP 생성에 이용된다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

22. 그림은 분열 중인 동물세포를 나타낸 것이다. (가)는 중심체로부터 뻗어 나온 섬유이다.



(가)의 단량체는?

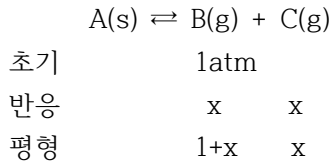
- ① 액틴 ② 튜불린 ③ 라미닌 ④ 미오신 ⑤ 케라틴

2021년도 58회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

평형 반응식은 다음과 같다.



A는 고체이므로 압력에 영향을 주지 않으며 평형에서의 전체압은 B의 부분압(1+x)와 C의 부분압(x)를 더한 값이며 문제에 2atm으로 제시해 주었다. 그러므로 $(1+x) + x = 1+2x = 2\text{atm}$, $x = \frac{1}{2}$ 이다.

$$P_B = 1+x = 1+\frac{1}{2} = \frac{3}{2}\text{atm}$$

$$P_C = x = \frac{1}{2}\text{atm}$$

$$\text{그러므로 } K_p = P_B \times P_C = \frac{3}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \text{이다.}$$

정답 : ③

12.

(가) 반응은 1차 반응임을 속도 법칙에서 알 수 있다.

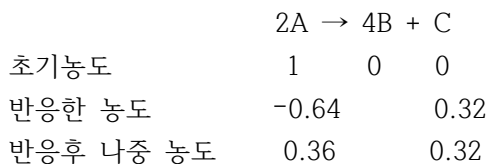
$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A] = 1h^{-1}[A], \quad k = 1\frac{1}{h} \text{ 1차 반응의 초기농도와 속도상수 값이 주어져 있으므로}$$

다음의 적분 속도 법칙으로 $t=1h$ 일 때 [A]의 농도를 구할 수 있다.

$$\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$$

$$= -1\frac{1}{h} \times 1h + \ln 1 = -1, \quad [A] = e^{-1} = \text{약 } 0.36$$

$t=1h$ 일 때 [C]의 농도는 반응식에서 구할 수 있다.



그러므로 $t=1h$ 일 때 [C] = 약0.32M 이다.

위 해결방법에는 $e^{-1} = \text{약 } 0.36$ 의 값을 알아야 해결할 수 있으므로 다른 방법으로 풀어본다.

1차 반응의 반감기는 다음의 관계식이 있으며 반감기는 약 0.69h임을 알 수 있다.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.69}{1} = 0.69$$

즉 A가 초기농도 1M에서 반으로 줄어드는데 약 0.7시간 정도가 걸린다는 것을 의미한다. 그렇다면 대략적으로 1시간 후의 [A]는 0.5M 보다는 작고 또 한번 반감한 시간인 1.4시간 후의 농도인 0.25M보다는 큰 값을 가지게 될 것이다. 그렇다면 대략적으로 나중 [A]=0.4M 정도로 놓는다면 가능한 추론일 수 있다.

	$2A \rightarrow 4B + C$		
초기농도	1	0	0
반응한 농도	-0.6		0.3
반응후 나중 농도	0.4		0.3

그러므로 t=1h일 때 [C] = 약0.3M이다.

(나) 반응은 2차 반응임을 속도 법칙에서 알 수 있다.

$$-\frac{d[D]}{dt} = k[D]^2 = 1M^{-1}h^{-1}[D]^2, \quad k = 1 \frac{1}{Mh}$$

2차 반응의 초기농도와 속도상수 값이 주어져 있

으므로 다음의 적분 속도 법칙으로 t=1h일 때 [D]의 농도를 구할 수 있다.

$$\frac{1}{[D]} = kt + \frac{1}{[D]_0} = 1 \frac{1}{Mh} \times 1h + \frac{1}{1M}, \quad [D] = \frac{1}{2}M$$

t=1h일 때 [E]의 농도는 반응식에서 구할 수 있다.

	$2D \rightarrow 2E + F$		
초기농도	1	0	0
반응한 농도	-0.5	0.5	0.25
반응후 나중 농도	0.5	0.5	0.25

그러므로 t=1h일 때 [E] = 0.5M이다.

(다) 반응은 0차 반응임을 속도 법칙에서 알 수 있다.

$$-\frac{d[G]}{dt} = k[G]^0 = 0.8Mh^{-1}, \quad k = 0.8Mh^{-1}$$

0차 반응의 초기농도와 속도상수 값이 주어져 있으

므로 다음의 적분 속도 법칙으로 t=1h일 때 [G]의 농도를 구할 수 있다.

$$[G] = -kt + [G]_0 = 0.8Mh^{-1} \times 1h + 1M, \quad [G] = 0.2M$$

t=1h일 때 [I]의 농도는 반응식에서 구할 수 있다.

	$2G \rightarrow 3H + I$		
초기농도	1	0	0
반응한 농도	-0.8		0.4
반응후 나중 농도	0.2		0.4

그러므로 t=1h일 때 [I] = 0.4M이다.

그러므로 [C] < [I] < [E]이다.

정답 : ②

13.

A점에서는 H₂O는 고체 상태이고 B점에서는 고체가 액체로 상변화가 일어나는 녹는점이며 C점에서는 H₂O는 액체상태이고 D, E 지점은 액체가 기체로 상태변화가 일어나고 있는 끓는점이다.

① 열용량이 클수록 열을 가해줄 때 온도가 덜 올라가게 되어 온도와 열량에 대한 그림의 기울기가 완만하다. A 지점보다 C 지점에서 기울기가 완만하므로 열용량은 A < C이다.

② B 지점보다 C 지점의 온도가 높다. 내부에너지는 온도가 높을수록 크기 때문에 내부에너지는 B < C이다. 또한 내부에너지는 계의 모든 입자가 가진 운동에너지와 위치에너지의 총합으로 정의되므로 B 지점은 고체가 액체로 상변화를 일으키는 지점이고 C 지점은 액체상태이므로 액체상태에서는 고체상태보다 회전운동 혹은 진동운동이 더 자유롭기 때문에 내부에너지가 더 크다.

③ C 지점은 액체상태이고 D 지점은 액체가 기체로 변화되고 있는 지점이므로 기체의 엔트로피는 액체의 엔트로피보다 크기 때문에 엔트로피는 C < D이다. 또한 C 지점보다는 D 지점이 온도도 높기때문에 온도가 높으면 엔트로피가 크다는 것으로도 설명할 수 있다.

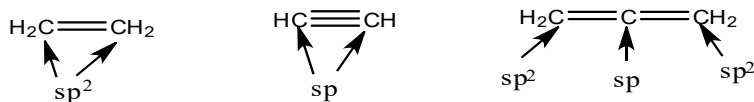
④ D 지점과 E 지점은 모두 액체에서 기체로 상태변화가 일어나고 있는 지점이다. 상태변화가 일어날 때에는 액체와 기체가 평형을 이루고 있는 지점이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$ 이 되어 D 지점과 E 지점의 깁스 자유 에너지는 같다. 이 지점들에서는 $\Delta S = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$ 식이 성립한다.

⑤ A 지점은 고체이고 온도가 가장 낮으므로 가장 작은 엔탈피를 가진다. 참고적으로 동일한 온도일지라도 H₂O(s) 보다는 H₂O(l)에서 엔탈피가 더 크다. 왜냐하면 H₂O(s)를 H₂O(l)로 바꾸어 주기 위해서는 용융열만큼의 열을 가해주어야 하기 때문이다. 같은 이유로 H₂O(g)의 엔탈피가 가장 크다.

정답 : ④

14.

ㄱ. 각 탄소의 혼성 궤도함수는 다음과 같으며 sp 혼성 궤도함수를 갖는 탄소가 포함된 탄화수소는 아세틸렌과 알렌 2가지이다.

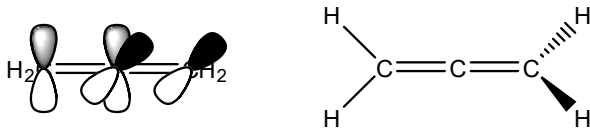


ㄴ. H의 질량 백분율이 가장 큰 것은 분자량에 비해 수소의 개수가 가장 많은 에틸렌이다.

에틸렌 : $\frac{4}{28} = \frac{1}{7} \times 100 = 14.3\%$, 아세틸렌 : $\frac{2}{26} = \frac{1}{13} \times 100 = 7.7\%$

알렌 : $\frac{4}{40} = \frac{1}{10} \times 100 = 10\%$

ㄷ. 알렌 구조를 오비탈적 표현으로 그리게 되면 다음과 같다. 알렌 구조는 양쪽 끝의 수소는 서로 90° 이므로 모든 원자가 같은 평면에 존재하지 않는다.

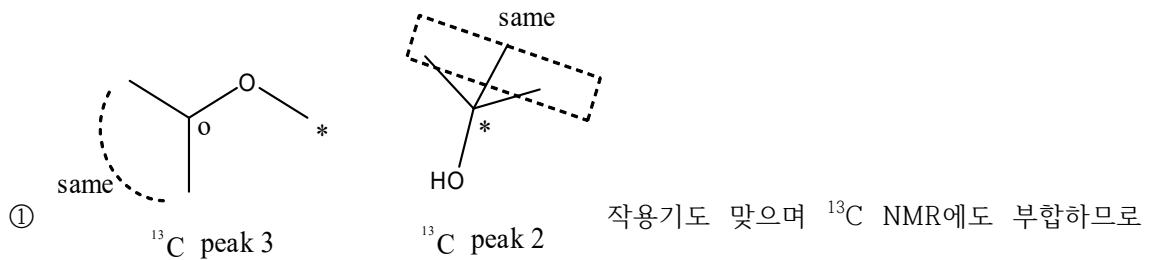


정답 : ③

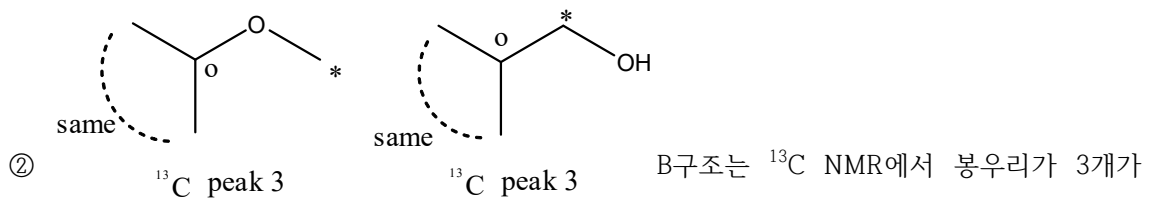
15.

A 화합물의 IR 스펙트럼에서 특성 봉우리를 보면 sp^3 C-H 봉우리인 2950cm^{-1} 와 sp^3 C-O 결합으로 추론할 수 있는 1130cm^{-1} 의 봉우리가 보이므로 A 화합물은 알코올이 아니라 ether이다. 또한 ^{13}C NMR에서 봉우리가 3개가 나오므로 자기적 환경이 다른 탄소가 3종류가 존재함을 나타내고 있다.

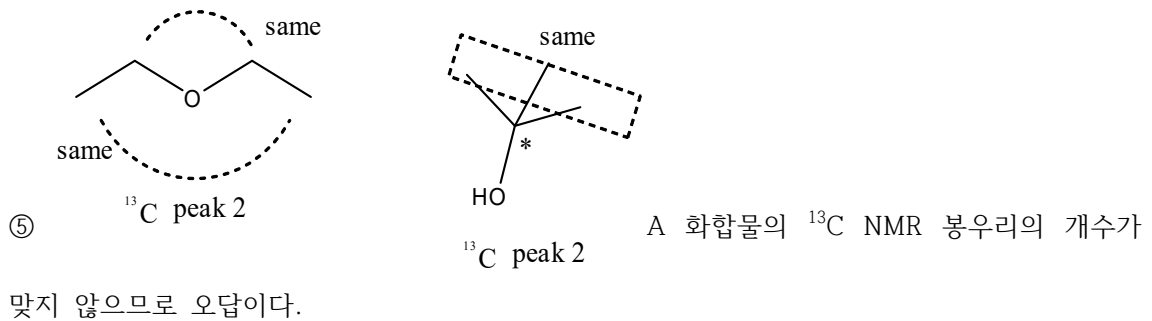
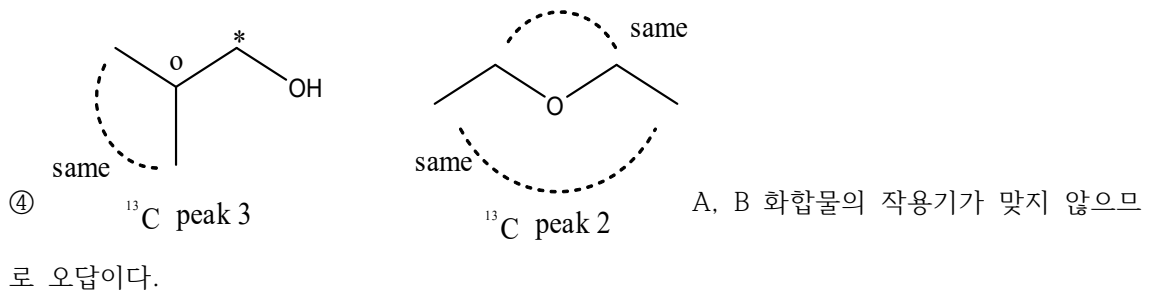
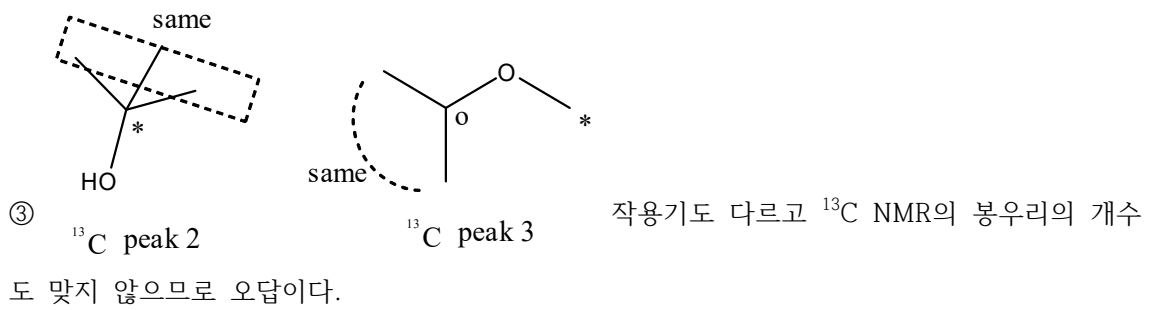
B 화합물의 IR 스펙트럼에서는 특성 봉우리가 알코올의 -OH인 3368cm^{-1} , sp^3 C-H인 2973cm^{-1} , sp^3 C-O인 1202cm^{-1} 에서 봉우리가 보이므로 B 화합물은 알코올이다. 또한 ^{13}C NMR에서 봉우리가 2개가 나오므로 자기적 환경이 다른 탄소가 2종류가 존재함을 나타내고 있다.



정답이다.



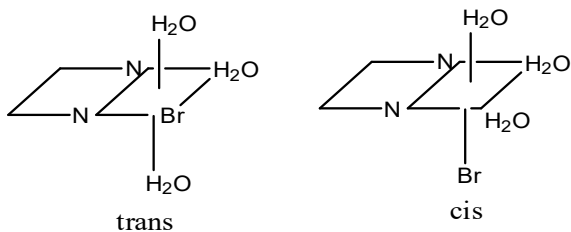
나와야 하므로 오답이다.



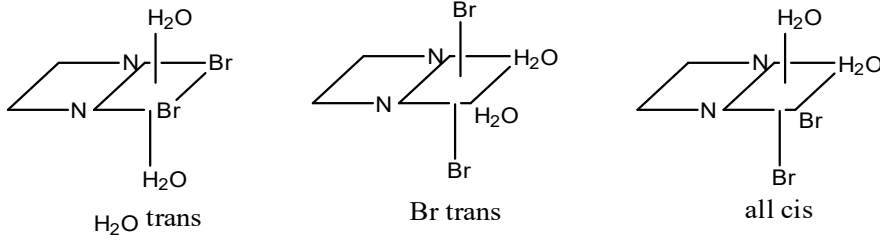
정답 : ①

16.

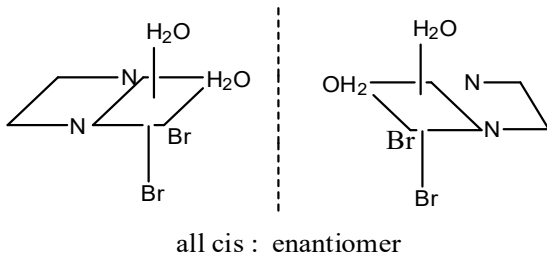
ㄱ. Phen은 2자리 중성 리간드이며 (가)는 cis와 trans 2가지 기하이성질체가 있으며 둘 다 분자 내에 대칭면을 가지고 있으므로 광학 비활성이다. 즉 광학 이성질체가 존재하지 않는다.



ㄴ. $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{phen})\text{Br}_2]^+$ 의 기하이성질체의 개수는 H_2O 가 trans인 구조, Br이 trans인 구조, 모두 cis인 구조 3개가 가능하다.



ㄷ. (나)의 기하이성질체 중 H_2O 만 trans인 구조와 Br만 trans 구조는 분자 내에 대칭면이 있으므로 광학 비활성이고 all cis인 구조만 분자 내에 대칭면이 없으며 광학 활성을 가지고 광학(거울상) 이성질체를 가진다.



정답 : ⑤

17.

s 오비탈은 $(n-1)$ 개의 방사 방향 마디+0개의 각마디를 가지고 p 오비탈은 $(n-2)$ 개의 방사 방향 마디+1개의 각마디를 가지며 d 오비탈은 $(n-3)$ 개의 방사 방향 마디+2개의 각마디를 가진다. 표의 자료에서 B 오비탈은 각마디 수가 2이므로 d 오비탈임을 알 수 있고 방사 방향 마디 수는 0이므로 3d 오비탈임을 알 수 있다. 그렇다면 $n=2$ 가 되어야 한다. A는 $n=2$ 이고 방사 방향 마디가 없으므로 p 오비탈이고(2p) 각마디 수 $x=1$ 이어야 한다.

ㄱ. $x = 1$ 이다.

ㄴ. $n = 2$ 이다.

ㄷ. A는 2p 오비탈이므로 각운동량 양자수(부양자수, l)는 1이다.

정답 : ①

18.

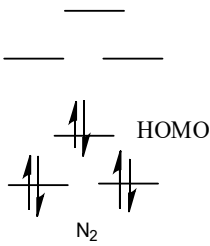
	Li ₂	C ₂	N ₂	O ₂	B ₂
결합차수	1	2	3	2	1
자기적성질	반자기성	반자기성	반자기성	상자기성	상자기성

① Li₂의 결합차수는 $\frac{4-2}{2}=1$ 이다.

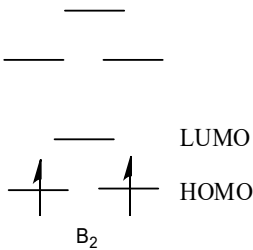
② C₂는 HOMO에서 $(\pi_{2px})^2 (\pi_{2py})^2$ 에 전자가 모두 쌍을 이루고 있으므로 반자기성이다.

③ O₂는 HOMO인 $(\pi^*_{2px})^1 (\pi^*_{2py})^1$ 에 홀전자를 2개 가지고 있으며 상자성이다.

④ N₂는 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)는 σ_{2p} 이다.



⑤ B₂의 최저 비점유 분자 궤도함수(LUMO)는 σ_{2p} 이다.

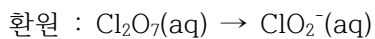
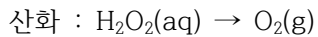


정답 : ⑤

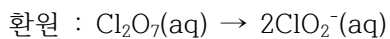
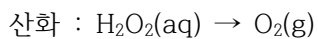
19.

반쪽 반응식을 이용하여 반응식을 완결해보면 다음과 같다.

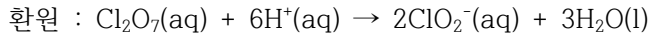
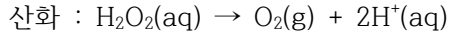
(1) 산화 환원 반쪽 반응으로 나누어준다.



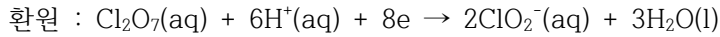
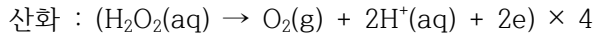
(2) 산화되고 환원되는 화학종의 원자수를 맞춘다.



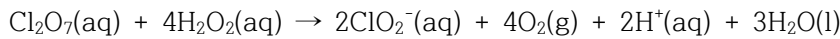
(3) O는 H₂O로 H는 H⁺으로 개수를 맞춘다.



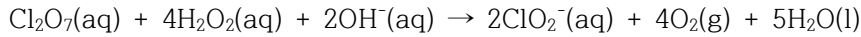
(4) 전자는 최소공배수로 맞춘다.



(5) 산화 환원 두 반응식을 더한다.



(6) 염기성 용액이므로 양변에 2OH⁻를 더하여 2H⁺을 H₂O로 변화시킨다.



OH⁻(aq)의 반응계수는 2이고 H₂O(l)의 반응계수는 5이므로 $\frac{b}{a} = \frac{5}{2}$ 이다.

정답 : ③

20.

염산은 강산이므로 농도에 관계없이 항상 100% 해리된다. 즉 이온화도(α)는 1이다. 그러므로 물의 자동이온화 반응을 고려하지 않은 염산의 평형 반응은 다음의 식이 성립한다.

	HCl	→	H ⁺	+	Cl ⁻
초기	1.0×10 ⁻⁸ M		0		0
반응	-1.0×10 ⁻⁸ M		1.0×10 ⁻⁸ M		1.0×10 ⁻⁸ M
평형	0		1.0×10 ⁻⁸ M		1.0×10 ⁻⁸ M

그러므로 [Cl⁻] = 1.0×10⁻⁸M이다.

[H⁺]은 물의 자동이온화 반응으로 1.0×10⁻⁷M는 생성되므로 [H⁺] = 1.0×10⁻⁷M + 1.0×10⁻⁸M = 1.1×10⁻⁷M이다.

[OH⁻]는 다음의 식으로 구할 수 있다. $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.1 \times 10^{-7}} = 9.09 \times 10^{-8} M$

그러므로 [Cl⁻] < [OH⁻] < [H⁺]이다.

정답 : ⑤

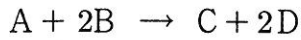
11. 표는 X(l)와 Y(l)에 대하여 절대 온도(K)의 역수($\frac{1}{T}$)에 따른 $P_{\text{증기}}$ 값을 자연 로그의 음수 값($-\ln P_{\text{증기}}$)으로 나타낸 것이다. $P_{\text{증기}}$ 는 평형 증기압(atm)이다.

$\frac{1}{T} (\text{K}^{-1})$	$-\ln P_{\text{증기}}$	
	X(l)	Y(l)
4a	-2b	-4b
5a	0	-3b
6a	2b	-2b
7a	4b	-b
8a	6b	0
9a	8b	b
10a	10b	2b

정상 끓는점(normal boiling point)에서 $\frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(\text{X})}{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(\text{Y})}$ 는? (단, 액체의 표준 증발 엔탈피($\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}$)는 온도에 무관하고, $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(\text{X})$ 와 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(\text{Y})$ 는 각각 X(l)와 Y(l)의 표준 증발 엔트로피(J/K · mol)이다. a와 b는 양수이다.)

- ① $\frac{5}{4}$ ② $\frac{4}{3}$ ③ $\frac{3}{2}$ ④ $\frac{5}{3}$ ⑤ 2

12. 다음은 A와 B가 반응하여 C와 D를 생성하는 화학 반응식과 반응 속도 법칙이다.



$$\frac{-d[A]}{dt} = k[A][B]^m \quad (k \text{는 반응 속도 상수, } m \text{은 반응 차수})$$

표는 두 강철 용기에서 온도와 반응물의 초기 농도를 달리하여 반응 시켰을 때, 반응 시간(min)에 따른 B의 농도 변화를 나타낸 자료이다.

온도(K)	[A] ₀ (M)	[B](mM)						
		0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min
T ₁	20.0	20.0	13.3	10.0	8.00	6.67	5.72	5.00
T ₂	10.0	10.0	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.43

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응이 진행되는 동안 A의 농도는 각 반응의 초기 농도([A]₀)로 일정하다고 가정한다. 반응에서 온도는 T₁과 T₂로 각각 일정하다.)

< 보 기 >

ㄱ. $m = 2$ 이다.

ㄴ. $\frac{T_2 \text{에서 반응속도상수}(k_2)}{T_1 \text{에서 반응속도상수}(k_1)} = 4$ 이다.

ㄷ. $\frac{T_1 \text{에서 2 min일 때 C의 생성 속도(M/s)}}{T_2 \text{에서 4 min일 때 D의 생성 속도(M/s)}} = \frac{25}{4}$ 이다.

① ㄱ

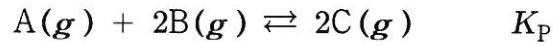
② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 평형 반응식과 압력으로 정의되는 평형 상수(K_p)이다.



표는 반응 전 C(g) 1mol만이 들어 있는 피스톤이 달린 실린더에서 반응이 일어날 때, 서로 다른 온도에서 도달한 평형에 대한 자료이다.

평형 상태	온도 (K)	실린더 속 혼합 기체의 부피 (L)	K_p
I	T	8V	1
II	$\frac{4}{5}T$	6V	a

a 는? (단, 대기압은 1 atm으로 일정하고 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다. 모든 기체는 이상 기체와 같은 거동을 한다.)

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

14. 분자식이 C_5H_{10} 인 탄화수소의 구조 이성질체 중 고리형 탄화수소의 개수는?

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

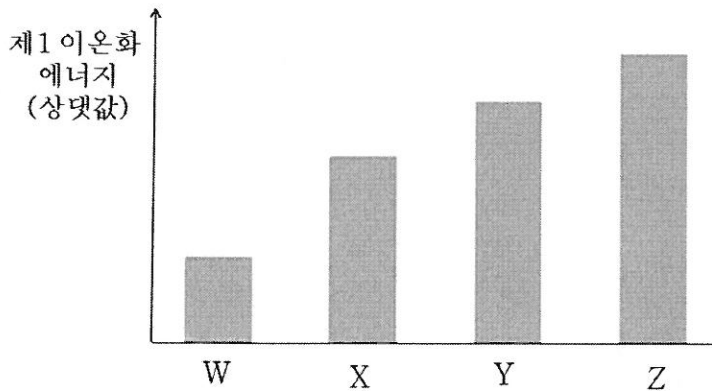
15. 다음은 4가지 분자 (가)~(라)를 나타낸 것이다.

(가)	(나)	(다)	(라)
NH ₃	CS ₂	CH ₂ O	SiH ₄

루이스 구조와 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론에 근거하여 이에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① $\frac{\text{공유 전자쌍수}}{\text{비공유 전자쌍수}}$ 는 (가)가 (나)의 3배이다.
- ② 분자의 쌍극자 모멘트는 (가)가 (나)보다 크다.
- ③ 모든 원자가 같은 평면에 존재하는 분자는 (가)와 (다)이다.
- ④ 다중 결합을 갖는 분자는 (나)와 (다)이다.
- ⑤ 결합각은 (나)가 (라)보다 크다.

16. 그림은 원자 W~Z의 제 1 이온화 에너지(상댓값)를 나타낸 것이다. W~Z는 C, N, F, Na 중 하나이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

< 보 기 >

ㄱ. 원자 반지름은 $W > X$ 이다.

ㄴ. $2p$ 전자의 유효 핵전하는 $Y > Z$ 이다.

ㄷ. 제 2 이온화 에너지는 $W > Z$ 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 표는 분자 궤도함수 이론에 근거한 바닥상태의 두 가지 화학종에 관한 자료이다. X와 Y는 N과 O 중 하나이다.

	XY^+	Y_2
결합 차수	3	(가)
자기적 성질	(나)	상자기성

분자 궤도함수 이론에 근거한 다음 화학종에 관한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, 모든 화학종은 바닥상태이다.)

- ① Y_2^+ 의 결합 차수는 (가)보다 크다.
- ② (나)는 반자기성이다.
- ③ X_2 와 XY^+ 은 등전자이다.
- ④ Y_2^- 에서 $\frac{\pi_{2p}^*$ 에 채워진 홀전자 수}{ π_{2p} 에 채워진 전자 수} = $\frac{1}{4}$ 이다.
- ⑤ XY^- 의 홀전자 수는 1이다.

18. 표는 결정장 이론에 근거한 바닥상태의 3가지 착이온 (가)~(다)에 관한 자료이다. 각 착이온의 배위 구조는 정사면체, 사각 평면, 정팔면체 중 하나이다.

	(가)	(나)	(다)
화학식	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$[\text{CoCl}_4]^{2-}$	$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$
홀전자 수	0	3	0

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Fe, Co, Ni의 원자 번호는 26, 27, 28이다.)

< 보 기 >

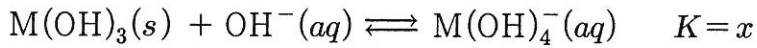
ㄱ. (나)에서 Co 이온의 $3d_{z^2}$ 오비탈에 전자가 2개 있다.

ㄴ. (다)에서 Ni 이온의 에너지 준위는 $3d_{xy} > 3d_{z^2}$ 이다.

ㄷ. 중심 금속이온의 $3d_{xy}$ 오비탈에 있는 전자 수는 (가) > (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

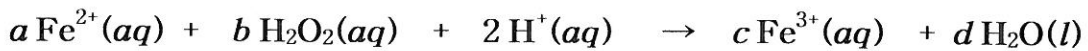
19. 다음은 $T\text{ }^\circ\text{C}$ 의 염기 완충 수용액에서 $\text{M}(\text{OH})_3(s)$ 의 용해 평형과 관련된 평형 반응식이고, $T\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 K_{sp} 와 K 는 각각 용해도곱 상수와 평형 상수이다.



$T\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 10.0$ 인 염기 완충 수용액에서 $\text{M}(\text{OH})_3(s)$ 의 용해도(S)가 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 일 때, x 는? (단, 온도는 $T\text{ }^\circ\text{C}$ 로 일정하고, $T\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1.0×10^{-14} 이다. $\text{M}(\text{OH})_3(s)$ 의 용해는 주어진 평형 반응들만 고려하며, M 은 임의의 금속이다.)

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50

20. 다음은 산성 수용액에서 산화 환원 반응의 균형 화학 반응식이다. $a \sim d$ 는 반응 계수이다.



이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. $a + b < c + d$ 이다.

ㄴ. O의 산화수는 증가한다.

ㄷ. Fe^{2+} 1 mol이 반응할 때 전자 2 mol을 잃는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

2022년도 59회 변리사 1차 화학 기출 해설(변리사 스쿨 화학 전임 김선민)

수험생 여러분들의 합격을 기원하며 수험생 여러분들의 수험공부외에 영리목적의 무단복제를 금합니다.

11.

증기압의 온도 의존성을 나타내는 Clausius-Clapeyron식은 다음과 같다.

$\ln P_{\text{증기}} = -\frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{RT} + \frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이 식을 문제에서 제시한 $-\ln P_{\text{증기}}$ 로 바꾸면 다음과 같다.

$-\ln P_{\text{증기}} = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{RT} - \frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이 식에서 $-\ln P_{\text{증기}}$ 를 y축으로 $\frac{1}{T}$ 을 x축으로 놓으면 기울기는 $\frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이다.

또한 정상 끓는점이란 1atm하에서의 끓는점을 말하며 정상 끓는점에서는 $-\ln P_{\text{증기}} = 0$ 이므로

$$\Delta S_{\text{증발}}^{\circ} = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{T} \text{ 이 된다.}$$

표에서 X(l)는 $\frac{1}{T} = 5a$ 일 때 $-\ln P_{\text{증기}} = 0$ 이므로 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(X) = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(X)}{T}$

= $\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(X) \times 5a$ 이고 X(l)의 기울기는(문제의 표에서 제시된 직선의 방정식으로부터 구할

수 있음) $\frac{2b}{a} = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이므로 $\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(X) = \frac{2b}{a} \times R$ 이며 이식을 대입하면 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(X) =$

$$\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(X) \times 5a = \frac{2b}{a} \times R \times 5a = 10bR \text{ 이다.}$$

또한 Y(l)는 $\frac{1}{T} = 8a$ 일 때 $-\ln P_{\text{증기}} = 0$ 이므로 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(Y) = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(Y)}{T}$

= $\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(Y) \times 8a$ 이고 Y(l)의 기울기는 $\frac{b}{a} = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이므로 $\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(Y) = \frac{b}{a} \times R$ 이며

이식을 대입하면 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(Y) = \Delta H_{\text{증발}}^{\circ}(Y) \times 8a = \frac{b}{a} \times R \times 8a = 8bR$ 이다.

따라서 $\frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(X)}{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(Y)} = \frac{10bR}{8bR} = \frac{5}{4}$ 이다.

또 다른 풀이방법)

$-\ln P_{\text{증기}} = \frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{RT} - \frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이 식에서 $-\ln P_{\text{증기}}$ 를 y축으로 $\frac{1}{T}$ 을 x축으로 놓으면 기울기

는 $\frac{\Delta H_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이며 y절편 값은 $-\frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}}{R}$ 이므로 각 액체의 직선의 방정식에서 y절편 값을

구해보면 다음과 같다.

X(l)의 y절편 값은 $-10b$ 이므로 $-\frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(X)}{R} = -10b$ 이며 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(X) = 10bR$ 이다. 또한

$Y(l)$ 의 y 절편 값은 $-8b$ 이므로 $-\frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(Y)}{R} = -8b$ 이며 $\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(Y) = 8bR$ 이다.

따라서 $\frac{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(X)}{\Delta S_{\text{증발}}^{\circ}(Y)} = \frac{10bR}{8bR} = \frac{5}{4}$ 이다.

정답 : ①

12.

ㄱ. 온도 $T_1(K)$ 에서 $[A]_0 = 20.0M$ 로 일정할 때 B의 농도변화를 보면 초기 20.0mM에서 10.0mM로 반으로 줄어드는데 걸리는 시간(반감기)은 2 min인데 10.0mM에서 5.00mM로 줄어드는데 걸리는 시간(반감기)는 4 min으로 초기농도가 반으로 줄어드니 반감기가 2배가 된다는 것을 알 수 있으며 이는 B에 대해서는 2차 반응임을 의미한다. 따라서 $m=2$ 이다.

ㄴ. A의 소멸속도 = $\frac{-d[A]}{dt} = k[A][B]^2$ 에서 A의 농도는 초기농도 $[A]_0$ 로 일정하므로 다음과 같은 유사 2차 반응식이 얻어진다.

A의 소멸속도 = $\frac{-d[A]}{dt} = k[A][B]^2 = k'[B]^2$ ($k' = k[A]$) 이 반응은 2차 반응이므로 속도상

수 $k' = \frac{1}{t_{1/2}[B]_0} = \frac{1}{2 \text{ min} \times 20mM} = 25/\text{min } M$ 이다. 따라서 T_1 에서 반응속도상수 $k_1 =$

$$\frac{k'}{[A]} = \frac{25/\text{min } M}{20M} = 1.25/\text{min } M^2 \text{이다.}$$

T_2 에서의 반응속도상수 k_2 를 구하기 위해 유사 2차 반응식을 이용해보면 다음과 같다.

$k' = \frac{1}{t_{1/2}[B]_0} = \frac{1}{1 \text{ min} \times 10mM} = 100/\text{min } M$, 따라서 T_2 에서 반응속도상수 $k_2 =$

$$\frac{k'}{[A]} = \frac{100/\text{min } M}{10M} = 10/\text{min } M^2 \text{이다. 따라서}$$

$$\frac{T_2 \text{에서 반응속도상수}(k_2)}{T_1 \text{에서 반응속도상수}(k_1)} = \frac{10}{1.25} = 8 \text{이다.}$$

ㄷ. $A + 2B \rightarrow C + 2D$ 의 반응식이므로 A의 소멸속도는 C의 생성속도와 같고 D의 생성속도는 A의 소멸속도의 2배이다. 그러므로

$$T_1 \text{에서 } 2 \text{ min} \text{일 때 } C \text{의 생성속도} = T_1 \text{에서 } 2 \text{ min} \text{일 때 } A \text{의 소멸속도} = \frac{-d[A]}{dt} = k[A][B]^2 \\ = 1.25 \times 20.0 \times (10.0mM)^2$$

T_2 에서 4min일 때 D의 생성속도 = T_2 에서 4min일 때 A의 소멸속도의 2배이며

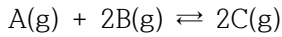
$$A \text{의 소멸속도} = \frac{-d[A]}{dt} = k[A][B]^2 = 10 \times 10.0 \times (2.00mM)^2$$

$$\text{그러므로 } \frac{T_1 \text{에서 } 2 \text{ min} \text{일 때 } C \text{의 생성속도}}{T_2 \text{에서 } 4 \text{ min} \text{일 때 } D \text{의 생성속도}} = \frac{1.25 \times 20 \times (10mM)^2}{2 \times 10 \times 10 \times (2mM)^2} = \frac{25}{8} \text{이다.}$$

정답 : ①

13.

먼저 평형에 도달했을 때 평형에서의 각각의 몰수를 구해보면 다음과 같다.



$$I \quad 0 \quad 0 \quad 1$$

$$C \quad x \quad 2x \quad -2x$$

$$E \quad x \quad 2x \quad (1-2x) \quad \text{따라서 전체 몰수는 } x + 2x + (1-2x) = 1 + x \text{이다.}$$

각 기체의 부분압은 전체압 $P = 1\text{atm}$ 이므로 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$P_A = X_A P = \frac{x}{1+x} \times 1\text{atm} = \frac{x}{1+x}$$

$$P_B = X_B P = \frac{2x}{1+x} \times 1\text{atm} = \frac{2x}{1+x}$$

$$P_C = X_C P = \frac{1-2x}{1+x} \times 1\text{atm} = \frac{1-2x}{1+x} \quad \text{각 기체의 부분압을 } K_p \text{식에 대입하면 다음과 같다.}$$

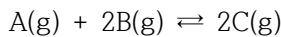
$$K_p = \frac{P_C^2}{P_A P_B^2} = \frac{\left(\frac{1-2x}{1+x}\right)^2}{\frac{x}{1+x} \left(\frac{2x}{1+x}\right)^2} = \frac{(4x^2 - 4x + 1)(x+1)}{4x^3} = \frac{4x^3 - 3x + 1}{4x^3} = 1, \quad x = \frac{1}{3} \text{이므로}$$

평형 상태 I에서의 전체 몰수는 $1 + x = \frac{4}{3}$ 몰이다.

$$\text{평형 상태 II에서는 온도는 } \frac{4}{5} T \text{이고 부피는 } \frac{3}{4} V \text{이므로 전체 몰수 } n = \frac{PV}{RT} = \frac{P \frac{3}{4} V}{R \frac{4}{5} T} =$$

$$\frac{15}{16} \frac{PV}{RT} \text{로서 평형 상태 I에서의 전체 몰수 } \frac{4}{3} \text{의 } \frac{15}{16} \text{배이다. 즉 } n = \frac{4}{3} \times \frac{15}{16} = \frac{5}{4} \text{몰이다.}$$

또한 평형 상태 II에서의 평형 반응식을 고려하면 다음과 같다.



$$I \quad 0 \quad 0 \quad 1$$

$$C \quad x \quad 2x \quad -2x$$

$$E \quad x \quad 2x \quad (1-2x) \quad \text{따라서 전체 몰수는 } x + 2x + (1-2x) = 1 + x = \frac{5}{4} \text{이므로 } x = \frac{1}{4}$$

이며 각 기체의 부분압은 다음과 같다.

$$P_A = X_A P = \frac{x}{1+x} \times 1\text{atm} = \frac{x}{1+x} = \frac{1}{5} \text{atm}$$

$$P_B = X_B P = \frac{2x}{1+x} \times 1\text{atm} = \frac{2x}{1+x} = \frac{2}{5} \text{atm}$$

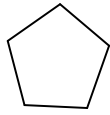
$$P_C = X_C P = \frac{1-2x}{1+x} \times 1\text{atm} = \frac{1-2x}{1+x} = \frac{2}{5} \text{atm} \quad \text{따라서 } K_p \text{는 다음과 같다.}$$

$$K_p = \frac{P_C^2}{P_A P_B^2} = \frac{\left(\frac{2}{5}\right)^2}{\frac{1}{5} \left(\frac{2}{5}\right)^2} = 5$$

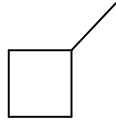
정답 : ②

14.

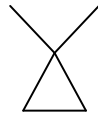
$C_5H_{10} = C_nH_{2n}$ 이므로 불포화도는 1이다. 불포화도 1은 고리 1개 아니면 이중결합 1개인 화합물이며 이중 고리형 탄화수소는 5개로서 다음과 같다.



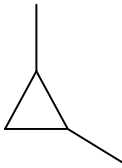
Cyclopentane



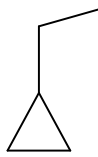
Methylcyclobutane



1,1-Dimethylcyclopropane



1,2-Dimethylcyclopropane

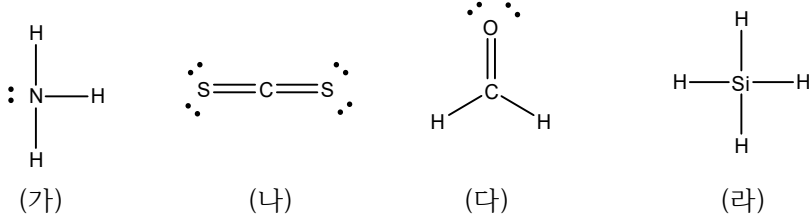


Ethylcyclopropane

정답 : ④

15.

각 화합물의 루이스 구조를 그리면 다음과 같다.



① (가)의 $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{3}{1}$ 이고 (나)의 $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{4}{4} = 1$ 이므로

$\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$ 는 (가)가 (나)의 3배이다.

② (가)분자는 극성 분자이므로 쌍극자 모멘트는 0보다 크나 (나)는 비극성 분자이므로 쌍극자 모멘트가 0이며 분자의 쌍극자 모멘트는 (가)가 (나)보다 크다.

③ 모든 원자가 같은 평면에 존재하는 분자는 중심원자 C의 혼성 오비탈이 sp 이고 직선형 분자인 (나)와 중심원자 C의 혼성 오비탈이 sp^2 이고 평면삼각형 분자인 (다)이다.

④ 다중 결합을 갖는 분자는 위 루이스 구조에서 볼 수 있듯이 (나)와 (다)이다.

⑤ (나)는 중심원자 C는 혼성 오비탈이 sp 이므로 직선형 구조로서 결합각은 180° 이나 (라)의 중심원자인 Si는 혼성 오비탈이 sp^3 이며 정사면체 구조로서 결합각은 109.5° 이므로 결합각은 (나)가 (라)보다 크다.

정답 : ③

16.

제1 이온화 에너지는 같은 족에서는 원자번호가 증가할수록 작아지고 같은 주기에서는 원자번호가 증가할수록 커지나 예외가 있다. C, N, F, Na 중에서 제1 이온화 에너지가 가장 작은 원소는 3주기 원소인 Na이고, 같은 2주기 원소에서는 원자번호가 증가할수록 이온화 에너지는 커지므로 C보다 N이 이온화 에너지가 크고 N보다 F가 이온화 에너지가 크다. 따라서 $W=Na$, $X=C$, $Y=N$, $Z=F$ 이다.

ㄱ. 원자 반지름은 Na는 3주기 원소이므로 2주기 원소인 C보다 크므로 원자 반지름은 $W > X$ 이다.

ㄴ. 최외각 전자의 유효 핵전하는 같은 주기에서는 원자번호가 증가할수록 커지고 같은 족에서도 원자번호가 증가할수록 커지며 예외가 없으므로 2p 전자의 유효 핵전하는 N보다는 F가 더 크다. 따라서 $Y < Z$ 이다.

ㄷ. 제2 이온화 에너지는 1족 원소인 Na가 가장 크므로 $W > Z$ 이다.

정답 : ③

17.

X와 Y는 N과 O중 하나라고 하였으므로 XY^+ 은 NO^+ 이며 Y_2 는 N_2 (반자기성) 아니면 O_2 (상자기성)인데 표에서 Y_2 가 상자기성이라고 하였으므로 Y_2 는 O_2 이다. 따라서 $X=N$ 이고 $Y=O$ 이다.

① $Y_2^+ = O_2^+$ 의 결합 차수는 2.5이므로 $Y_2=O_2$ 의 결합 차수인 2보다 크다.

② $XY^+ = NO^+$ 이고 NO^+ 의 자기적 성질은 반자기성이므로 (나)는 반자기성이다.

③ $X_2 = N_2$ 와 $XY^+ = NO^+$ 은 둘 다 결합 차수가 3인 등전자이다.

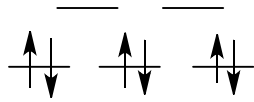
④ $Y_2^- = O_2^-$ 의 전자배치는 $(\sigma_{2s})^2 (\sigma_{2s}^*)^2 (\sigma_{2p})^2 (\pi_{2px})^2 (\pi_{2py})^2 (\pi_{2px}^*)^2 (\pi_{2py}^*)^1$ 이므로 $Y_2^- = O_2^-$ 의 $\frac{\pi_{2p}^* \text{에 채워진 홀전자수}}{\pi_{2p} \text{에 채워진 전자수}} = \frac{1}{4}$ 이다.

⑤ $XY^- = NO^-$ 의 전자배치는 $(\sigma_{2s})^2 (\sigma_{2s}^*)^2 (\pi_{2px})^2 (\pi_{2py})^2 (\sigma_{2p})^2 (\pi_{2px}^*)^1 (\pi_{2py}^*)^1$ 이므로 홀전자수는 2이다.

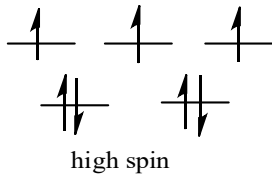
정답 : ⑤

18.

(가) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 의 중심금속 Fe의 산화수는 +2이며 $\text{Fe}^{2+} : [\text{Ar}]3d^6$ 이고 리간드가 6개이므로 정팔면체 구조이고 홀전자 수가 0이므로 전자배치는 다음과 같다. 아래 구조에서 전자가 쌍을 이룬 오비탈은 $3d_{xy}$, $3d_{yz}$, $3d_{xz}$ 이다.

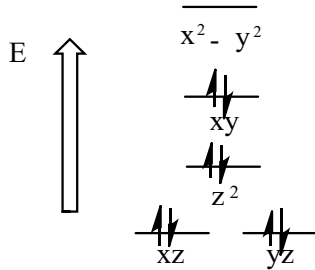


(나) $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 의 중심금속 Co의 산화수는 +2이며 Co^{2+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^7$ 이고 정사면체 구조이므로 high spin(고스핀)을 선호한다. 또한 홀전자의 개수는 3개이므로 전자배치는 다음과 같다. 아래 구조에서 전자가 쌍을 이룬 오비탈은 $3d_z$ 과 $3d_{x^2-y^2}$ 이다.



(다) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 에서 Ni^{2+} 의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^8$ 이며 홀전자가 없으므로 평면 사각형 구조를 가지는 반자기성이다.

평면 사각형 구조의 d 오비탈의 splitting pattern과 전자배치는 다음과 같다.



ㄱ. (나)에서 Co 이온에는 $3d_z$ 과 $3d_{x^2-y^2}$ 에 전자가 2개씩 존재한다.

ㄴ. (다)에서 Ni 이온의 에너지 준위는 위 그림의 전자배치에서 알 수 있듯이 $3d_{xy} > 3d_z$ 이다.

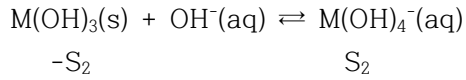
ㄷ. 중심 금속이온의 $3d_{xy}$ 오비탈에 있는 전자 수는 (가)는 2개이고 (나)는 1개이므로 (가) > (나)이다.

정답 : ⑤

19.

첫 번째 반응식인 $M(OH)_3(s) \rightleftharpoons M^{3+}(aq) + 3OH^-(aq)$ 식에서 pH=10.0인 염기 완충 수용액에서의 $M(OH)_3(s)$ 의 용해도는 $K_{sp} = [M^{3+}][OH^-]^3 = S_1 (10^{-4})^3 = 2.0 \times 10^{-32}$, $S_1 = 2.0 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$ 이다.

두 번째 반응식에서 pH = 10.0인 염기 완충 수용액에서 $M(OH)_3(s)$ 의 용해도를 나타내는 식은 다음과 같다.



이 반응에서의 용해도를 S_2 라고 하면 전체 용해도는 $S_1 + S_2 = 4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 이고 $S_2 = 4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ (첫 번째 반응식에서의 용해도 S_1 은 너무 작으므로 무시 가능하다. 용해도(S_2)가 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 이므로 $[M(OH)_4^-] = 4.0 \times 10^{-3}$ 이다.

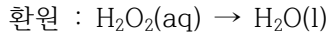
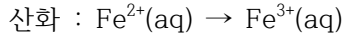
그러므로 $K = \frac{[M(OH)_4^-]}{[OH^-]} = \frac{4 \times 10^{-3}}{10^{-4}} = 40$ 이다.

정답 : ④

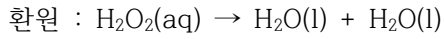
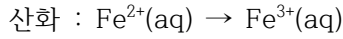
20.

반쪽 반응방법을 이용하여 반응식을 완결하면 다음과 같다.

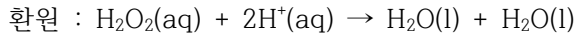
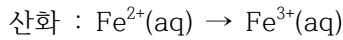
(1) 산화 환원 반쪽 반응으로 나누어준다.



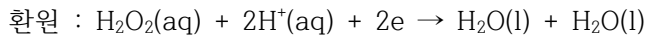
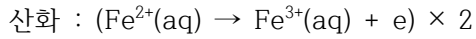
(2) 산화되고 환원되는 화학종의 원자수를 맞춘다.



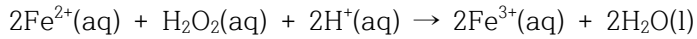
(3) O는 H₂O로 H는 H⁺으로 개수를 맞춘다.



(4) 전자는 최소공배수로 맞춘다.



(5) 산화 환원 두 반응식을 더한다.



산성 용액에서의 반응이므로 H⁺(aq)가 존재하여 반응식이 완결되었다.

ㄱ. $a+b=3$ 이고 $c+d=4$ 이므로 $a+b < c+d$ 이다.

ㄴ. H₂O₂(aq)에서의 O의 산화수는 -1이고 H₂O(l)에서의 O의 산화수는 -2이므로 O의 산화수는 감소한다.

ㄷ. 산화 반쪽 반응식을 보면 Fe²⁺ 1mol이 반응할 때 전자 1mol을 잃음을 알 수 있다.

정답 : ①