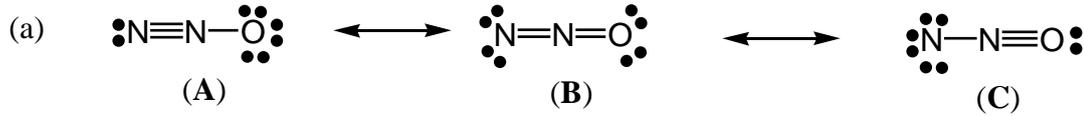


1. (10점) X: d,e,i O: a, b, c, f, g, h, j (각 1점씩)

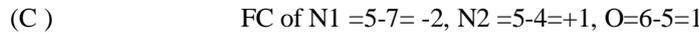
2. (10점) a) total valence electrons =  $2 \times 5 + 6 = 16$

1. electrons needed for octet =  $3 \times 8 = 24$
2. bonding electrons to share =  $24 - 16 = 8$ , need 4 bonds
3. assign  $8(=16-8)$  electrons to terminal atoms to have octet electrons



(4점)

(b)(3점) 실제의 N-N 길이 (112 pm)는 이중결합에서의 길이 (120 pm)보다는 짧고 삼중결합에서의 길이 (110 pm)보다는 길다. 따라서 위의 3가지 구조 가운데 (C)의 구조를 우선 제거 (rule out) 시킬 수 있을 것이다. (3점)



C의 경우 A, B 구조와 비교하여 전하차이가 크며 전기음성도 작은 N에 -2, 큰 O에는 +1의 형식전하가 있게 됨으로 C의 구조는 A,B에 비하여 덜 안정함으로 위 결론은 타당함.(3점)

3. (10점)

(a) (4점)

$$p = \frac{(0.1 \text{ mol})(0.1 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(500 \text{ K})}{1 \text{ L}} = 5 \text{ atm}$$

Van der Waals 기체

$$p = \frac{(0.1 \text{ mol})(0.1 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(500 \text{ K})}{1 \text{ L}} - (5 \text{ atm} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}) \frac{(0.1 \text{ mol})^2}{(1 \text{ L})^2} = 4.95 \text{ atm}$$

(b) (3점)  $z = PV/nRT = 1 - an/VRT$  T가 커지면 2<sup>nd</sup> term  $\ll 1$ ,  $z \sim 1$ , 즉  $PV \sim nRT$

(c) (3점)  $P = nRT/(V-nb) - a(n/V)^2$

$P \sim 1/(V-nb)$ 이므로  $nb$ 가 커지면 기체의 압력은 증가, 즉, repulsive interaction으

로 작용함

#### 4.(총4점)

두 화합물 모두 수소결합이 가능하다. 그런데 A 화합물에서는 분자내 (intra-molecular) 수소결합이 주요하게 일어나고 B에서는 분자구조의 입체적인 장애 때문에 이러한 분자내 수소결합 대신에 분자간 (inter-molecular) 수소결합만이 가능하다(2점). 분자간 수소결합은 분자내의 결합에 비하여 분자사이의 힘 (force)가 더 강하고 질서정열한 분자 packing을 가지므로 B 화합물의 융점이 A에 비하여 높게 된다.(2점)

#### 5.(6점)

(a) (2점) B:HCl

(b) (2점) A: van der Waals force, or London force, or induced dipole-induced dipole force:

Thermal energy ( $RT = 300K \times 8.31 = 2.48kJ$ ) 가 Ar-Ar 결합에너지(well depth  $\sim 1kJ/mol$ ) 크므로 기체상태로 존재

(c) (2점) D:  $-1/R$ 에 비례하는데 반해 다른 Potential curve는  $-1/R^n$ 에 비례( $n > 2$ )

#### 6. (10점)

(a) (4점)  $m = \Delta T_f / K_f = 1.32 \text{ }^\circ\text{C} / (5.12 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0.258 \text{ mol/kg}$

$\text{mol unknown} = 0.01560 \text{ kg} \times (0.258 \text{ mol unknown/kg}) = 4.02 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$\text{molar mass of unknown} = 1.22 \text{ g} / (4.02 \times 10^{-3} \text{ mol}) = 303 \text{ g/mol}$

따라서 이 결과를 바탕으로 하여 이 화합물은 cocaine이라고 추정할 수 있다.

(b) (2점) 온도측정에 있어서의 불확정도 (Uncertainty in temperature) =  $(0.04/1.32) \times 100 = 3\%$  이다. 이는 molar mass에 있어서 다음과 같은 불확정성을 갖게 된다.

즉,  $(303 \text{ g/mol}) \times (\pm 0.03) = \pm 9 \text{ g/mol}$ 이 된다.

따라서 측정된 값은 사실상 294 ~ 312 g/mol의 범위 안에 있는 불확정도를 갖게 되어 cocaine(303.35 g/mol) 과 codeine(299.36 g/mol) 모두가 이 범위내에 들어가므로 위에서 결론을 내린 cocaine 화합물이라는 결론은 것은 유보되어야 한다.

(c) (4점) Benzene보다  $K_f$ 값이 큰 용매를 사용하거나, 용액의 농도가 더 진한 (예: 10배) 조건을 사용토록 한다. (둘 중 하나만 써도 됨)

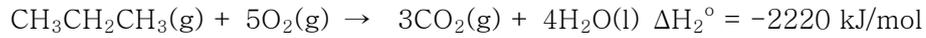
#### 7. (10점)

(a) (3점)  $P_{\text{tot}} = X_A P_A^0 + X_B P_B^0 = 0.25 \times 20.9 + 0.75 \times 45.2 = 39.1 \text{ torr}$

(b) (3점)  $Y_B = P_B / P_{\text{tot}} = 0.75 \times 45.2 / 39.1 = 0.87$

(c) (4점) 증기압은 크다. 극성분자(아세톤)와 비극성분자(CS<sub>2</sub>)사이의 상호작용(인력) 보다 자기들끼리의 상호작용이 더 크기때문.

8.(10점)



따라서,  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3(\text{g}) + 9/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 에 대한 과정의  $\Delta H_3^\circ = ?$  은  $\Delta H_3^\circ = \Delta H_1^\circ + \Delta H_2^\circ - \Delta H_f^\circ$  의 식에서부터 구할 수 있다.

즉,  $\Delta H_3^\circ = \Delta H_1^\circ + \Delta H_2^\circ - \Delta H_f^\circ = (+124 - 2220) - 285.8 \text{ kJ/mol} = -2382 \text{ kJ/mol}$ 이다.

(c) (2점)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3(\text{g}) + 9/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 의 반응에서  $\Delta n_{\text{gas}} = 3 - 1 - 9/2 = -5/2$ 이다. 따라서  $\Delta E = \Delta H - \Delta nRT = -2382 \text{ kJ/mol} - (-5/2) \times (2.48 \text{ kJ/mol}) = -2376 \text{ kJ/mol}$ 이다.

9.(10점)

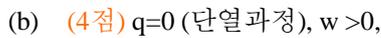


$E = (3/2)nRT \quad \Delta E = (3/2)nR\Delta T = 0$  (등온이므로  $\Delta T = 0$ )

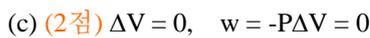
$\Delta E = 0 = q + w,$

$q = -w = P\Delta V < 0$

$\Delta H = \Delta E + \Delta(PV) = nC_p\Delta T = 0$



$\Delta E = q + w = w > 0, \quad \Delta H = \Delta E + \Delta(PV) > 0$



발열 반응인데 계의 최종 온도는 초기온도와 같으므로 계의 열은 외부로 방출되었다.

따라서,  $q < 0,$

$\Delta E = q + w = q < 0$

$\Delta H = \Delta E + \Delta(PV) = \Delta E < 0$

10.(12점)



$ve = 3 + 4 \times 7 + 1 = 32$

$oe = 5 \times 8 = 40$

$be = 40 - 32 = 8, 4 \text{ bonds}$

$SN = \# \text{ of atom} + \# \text{ of lone pairs} = 4,$

따라서, Tetrahedral (사면체) (3점)



1.  $ve = 5 + 4 \times 7 + 1 = 34$

1.  $oe = 5 \times 8 = 40$
2.  $be = 40 - 34 = 6$ , only 3 bonds, need expanded octet
4. needs at least 4 bonds, total, 8 electrons
4. remaining electrons =  $34 - 8 = 26$
5. assign 24 electrons to terminal atoms to have octet electrons
6. 2 electrons go to center atom
7.  $SN = \# \text{ of atom} + \# \text{ of lone pairs} = 4 + 1 = 5$ ,
8. 따라서, trigonal bipyramidal (삼각쌍뿔)
9. lone pair electrons go to equatorial position:  
따라서, see saw type geometry 시소형 (3점)



1.  $ve = 5 + 2 \times 7 - 1 = 18$
2.  $oe = 3 \times 8 = 24$
3.  $be = 24 - 18 = 6$ , 3 bonds
4. remaining electrons =  $18 - 6 = 12$   
 $\text{Cl}-\text{Sb}=\text{Cl}$
5. assign 10 electrons to terminal atoms to have octet electrons
6. 2 electrons go to center atom
7.  $SN = \# \text{ of atom} + \# \text{ of lone pairs} = 2 + 1 = 3$ ,
8. bent structure (3점)



1.  $ve = 3 + 2 \times 7 - 1 = 16$
9.  $oe = 3 \times 8 = 24$
10.  $be = 24 - 16 = 8$ , 4 bonds
11. remaining electrons =  $16 - 8 = 8$
12.  $\text{Cl}=\text{Ga}=\text{Cl}$
13. assign 8 electrons to terminal atoms to have octet electrons
14.  $SN = \# \text{ of atom} + \# \text{ of lone pairs} = 2$ : linear

따라서,  $(\text{SbCl}_2^+)(\text{GaCl}_4^-)$  형태의 화합물

(3점)

### 11.(8점)

(a) (4점)  $w = -P_{\text{ext}}\Delta V = -2.00(10.00 - 6.00) = -8.00 \text{ Latm} = -811 \text{ J}$

$$\Delta E = q + w = 500 - 811 \text{ J} = -311$$

(b) (4점)  $\Delta E$  는 상태함수(state function) 이므로 경로(path)에 상관없이 같다. 따라서

$$\Delta E = -311$$

$$w = \Delta E - q = -311 + 0 = -311 \text{ J}$$

**12.(10점)**

$$4\pi\epsilon_0 V = q_1 q_2 / r [1/(1+\epsilon) - 2 + 1/(1-\epsilon)] \quad \epsilon = \ell/r$$
$$\cong 2\mu_1 \mu_2 / r^3$$

**13. (10점)**

지시약은 그 짝염기와 다른 색깔을 가지는 하나의 약한 유기산이다. 적은 양으로도 강한 색깔을 가져야 한다. 지시약의 분자가 용액의 pH에 거의 영향을 주지 않아야 한다. 지시약의 색깔 변화는 용액에 존재하는 다른 산과 염기의 영향을 반영하는 것이어야 한다.



$$\text{pH} = \text{pKInd} + \log [\text{Ind}^-]/[\text{HInd}]$$

**14. (10점)**

14번 답과 모범 정답은 학부 1호관 게시판에 공고하였습니다.

일반화학 100점 만점

고급화학 130점 만점