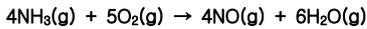


이름: _____ 학번: _____ 학과: _____

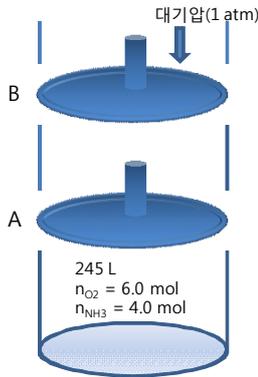
- 시험시간: 3:00 PM - 5:00 PM
- 휴대전화는 끌 것
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음
- 답은 반드시 각 문제에 주어진 네모 안에 적을 것. 네모의 크기와 답의 길이는 상관관계가 없음
- 답의 단위가 주어졌을 경우 반드시 단위에 맞추어 답을 적을 것
- 각 문항에서 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임. 빈 공간의 크기와 풀이의 길이는 상관관계가 없음.
- 시험에 필요한 상수나 데이터는 맨 뒤에 있음.
- 문제수: 13
- Page 수: 4
- 만점: 265점

1. (10+20=30점) 질산을 공업적으로 만드는 방법인 Oswald 과정의 첫 단계는 암모니아를 일산화질소로 산화시키는 것이다.



이 반응을 다음과 같은 용기(245 L, 피스톤의 위치 A)에 $\text{NH}_3(\text{g})$ 4.0 mol과 $\text{O}_2(\text{g})$ 6.0 mol을 넣고 반응시켰다. 반응이 완결된 후 내부에너지의 변화량 (ΔE)을 구하여라.

- 피스톤은 대기압(1 atm)이 누르고 있고 자유롭게 움직일 수 있다.
- 용기는 단열재로서 외부로부터 열의 출입이 없고 용기의 열용량은 10.0 kJ/°C 이다.
- 반응이 완결된 후 피스톤의 위치는 B로 바뀌는데 B는 A보다 위 또는 아래에 위치할 수 있다.
- 반응 전에 용기의 온도는 25 °C 이었다.
- NO는 N=O 이중결합으로 생각하여 풀 것



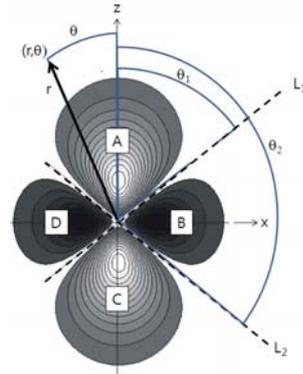
(a) 평균결합에너지를 이용하여 위 반응의 반응열을 구하여라.

kJ

(b) 내부에너지의 변화량(ΔE)을 구하여라.

kJ

2. (8+10+15=33점) 다음은 $3d_{z^2}$ 오비탈의 전자분포 모양을 xz 평면에 투영한 것이다.



(a) 주양자수(n), 각운동량양자수(l), 방사방향마디(radial node)의 개수, 각방향마디(angular node)의 개수, A, B, C, D 영역에서 오비탈의 위상을 적어라.

오비탈	n 값	l 값	radial node의 개수	angular node의 개수	A 영역에서의 위상	B 영역에서의 위상	C 영역에서의 위상	D 영역에서의 위상
$3d_{z^2}$								

(b) 위 그림에서 점선 L_1 과 L_2 는 마디를 나타낸다. $3d_{z^2}$ 오비탈의 파동함수는 다음과 같이 주어진다.

$$\psi_{3d_{z^2}}(r, \theta) = Ar^2 e^{-Br} (3\cos^2\theta - 1)$$

여기서 A와 B는 상수, r은 원점(핵)으로부터의 거리, θ 는 z-축과의 각도(위 그림에서 화살표와 z-축 사이의 각도)를 나타낸다. 일정한 거리 r_0 에서 전자가 발견될 확률이 가장 큰 각도는 몇 도(°) 인가?

°

(c) z-축과 점선 L₁ 사이의 각도(θ_1), z-축과 점선 L₂ 사이의 각도(θ_2)를 구하여라.[답은 도(°)의 단위로 표시할 것. $\pi = 3.14159$]

(C) 위 이온 중 가장 작은 이온화에너지(위 이온에서 전자를 하나 더 떼기 위하여 필요한 에너지)를 가지고 있는 것은 어느 것 인가 써라. 그리고 그 이온을 빛을 쬐어 이온화 시킬 때, 이온화 시킬 수 있는 빛의 최대 파장은 몇 nm인가? (Z_{eff} 는 양성자의 수로 생각하여 풀 것)

θ_1	θ_2
°	°

이온		최대 파장	nm
----	--	-------	----

3. (8점) 어떤 한 원자에서 다음의 양자수를 가질 수 있는 전자의 최대 개수는?

양자수	전자의 최대 개수
$n = 3$	
$n = 2, l = 0$	
$n = 2, l = 2, m_l = 0$	
$n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = 1/2$	

4. (8점) 다음의 원자는 바닥상태(ground state)에서 아래 표에 주어진 양자수를 가지고 있는 전자가 있는가, 없는가?

원자	양자수	전자의 존재 ('있다' 또는 '없다'로 표시)
B	$n = 3$	
Mg	$n = 2, l = 0$	
In	$n = 2, l = 2, m_l = 0$	
S	$n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = 1/2$	

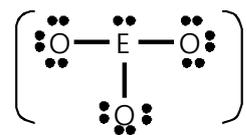
5. (5+10+20=35점) O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} 이온들은 등전자이온(isoelectronic ions)이다.

(a) 바닥상태 전자배치 써라.

(b) 위 이온 중 이온 반경이 가장 큰 것은 어느 것 인가 쓰고, 그 이유를 설명하여라.

답	
설명	

6. (5+15+15=35점) E가 미지의 원자일 때, 다음의 루이스 구조를 가지는 이온이 있다.



E는 어느 원자인가? E와 O의 형식전하는? E와 O의 산화수는? 위 이온의 구조를 원자가전자쌍반발(VSEPR) 모델을 바탕으로 자세히 설명하여라. 위 이온의 구조와 결합을 원자가결합이론(VBT)을 바탕으로 자세히 설명하여라.

E 원자	형식전하		산화수	
	E		E	
	O		O	

VSEPR을 이용한 구조설명

VBT를 이용한 구조와 결합 설명

7. (20점) 다음은 Mg의 1차, 2차 이온화에너지, O의 1차, 2차 전자친화도이다.

과정	$\Delta H(\text{kJ/mol})$
$\text{Mg(g)} \rightarrow \text{Mg}^+(\text{g}) + e^-$	735
$\text{Mg}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + e^-$	1445
$\text{O(g)} + e^- \rightarrow \text{O}^-(\text{g})$	-141
$\text{O}^-(\text{g}) + e^- \rightarrow \text{O}^{2-}(\text{g})$	878

산화마그네슘은 Mg^+O^- 로 존재하는 것이 아니라 $\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$ 로 존재한다. $\text{Mg(g)} + \text{O(g)} \rightarrow \text{Mg}^+(\text{g}) + \text{O}^-(\text{g}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + \text{O}^{2-}(\text{g}) \rightarrow \text{MgO(s)} [= \text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}]$ 과정에 대한 에너지 변화를 준위도로 그리고 $\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$ 로 존재하는 이유를 설명하여라.

8. (5+9=14점) N_2O 는 선형, 극성 분자이다.

(a) N_2O 의 구조와 성격을 설명할 수 있는 루이스 구조를 그려라.

(b) N_2O 에서 두 개의 N에 형성되는 혼성오비탈과 O에 형성되는 혼성오비탈을 적어라.

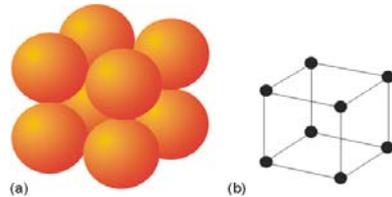
원자	N1	N2	O
혼성오비탈			

9. (15+6=21점) NO^+ , NO , NO^- 에 대하여 각각 분자궤도함수의 에너지 준위 그림을 그리고 전자배치를 화살표를 이용하여 표시하라.(궤도함수의 이름도 정확히 써라.) 각 화학종의 결합 차수를 계산하여라. 어떤 화학종이 상자기성인가?

분자궤도함수의 에너지 준위 그림		
NO^+	NO	NO^-

	NO^+	NO	NO^-
결합차수			
상자기성(O, X로 표시)			

10. (10+20=30점) 폴로늄(Po)은 단순입방격자 (simple cubic)의 결정 구조를 가지고 있고 밀도가 9.196g/cm^3 이다. 아래의 그림은 simple cubic의 단위세포 (unit cell)이다.



(a) 구가 단위세포 안에서 최대한 차지할 수 있는 부피는 단위세포 부피의 몇 %인가?

%

(b) Po 원자를 구라고 하였을 때 Po 원자의 반경 몇 m 인가?

m

11. (8+15=23점) 45°C에서 물(H₂O)의 증기압은 71.9 torr 이고 프로판올(CH₃CH₂CH₂OH)의 증기압은 74.0 torr 이다.

(a) 만일 물-프로판올 혼합용액이 이상용액이라면 물 9g과 프로판올 30g을 섞은 혼합용액의 증기압은 얼마인가?

torr

(b) 물 9g과 프로판올 30g을 섞은 혼합 용액의 증기압을 측정하여 보니 81.2 torr 였다. 물-프로판올 혼합 용액의 ΔH_{soln}(용해열)의 부호가 어떻게 되는지 예측하고 그 이유를 물-프로판올사이의 인력, 순수한 물질 사이의 인력과 연관지어 설명하여라.

ΔH _{soln} 의 부호:
설명:

13. (20점) 폼산(HCO₂H)은 수용액에서 부분적으로만 해리되는 단일 양성자 산이다. 0.10 M 폼산 용액은 4.2 %가 이온화 된다. 용액의 몰농도와 몰랄농도가 같다고 가정하고, 0.10 M 폼산 용액의 어는점과 끓는점을 계산하여라.

어는점	°C
끓는점	°C

- 기말고사 점수는 <http://bh.knu.ac.kr/~leehi>에 공고될 것임.

12. (8점) 다음 여러 물질 중 주어진 성질에 적합한 하나를 골라라.

	답
HBr, Kr, Cl ₂ : 가장 높은 끓는점	
H ₂ O, NaCl, HF: 가장 높은 어는점	
N ₂ , CO, CO ₂ : 가장 낮은 어는점	
HF, HBr, HCl: 가장 높은 끓는점	