

이름: _____ 학번: _____

- 시험시간: 7:00 PM - 9:30 PM
- 휴대전화는 끌 것
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음
- 답은 반드시 각 문제에 주어진 네모 또는 밑줄 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 별지에 있음.
- 문제수: 14
- Page 수: 4(문제) + 1(자료)
- 만점: 337점

1. (5+10+5+5=25점) O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} 이온들은 등전자이온(isoelectronic ions)이다.

(a) 바닥상태 전자배치 써라.

$1s^2 2s^2 2p^6$

(b) 위 각 이온의 2p 오비탈에 있는 어떤 하나의 전자가 느끼는 유효핵전하(Z_{eff})를 Slater rule을 이용하여 구하라. (2s 오비탈에 있는 어떤 하나의 전자가 느끼는 유효핵전하도 Slater rule에서는 2p와 같음)

(가려막기 상수) $S = 0.35 \times 7 + 0.85 \times 2 = 4.15$ (핵전하, Z) $Z(O^{2-}) = 8$ $Z(F^-) = 9$ $Z(Na^+) = 11$ $Z(Mg^{2+}) = 12$ (유효핵전하, Z_{eff}) $Z_{eff} = Z - S$ $Z_{eff}(O^{2-}) = 8 - 4.15 = 3.85$ $Z_{eff}(F^-) = 9 - 4.15 = 4.85$ $Z_{eff}(Na^+) = 11 - 4.15 = 6.85$ $Z_{eff}(Mg^{2+}) = 12 - 4.15 = 7.85$				
이온	O^{2-}	F^-	Na^+	Mg^{2+}
Z_{eff}	3.85	4.85	6.85	7.85

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

답	O^{2-}
설명	위 이온들은 모두 같은 수의 전자를 가지고 있다. 그 중에서 O^{2-} 의 원자가전자(valence electron)가 가장 작은 유효핵전하를 느낀다. 따라서 원자가전자와 핵 사이의 인력이 가장 작고 이온 반경이 가장 크다.

(d) 위 이온 중 가장 큰 이온화에너지(위 이온에서 전자를 하나 더 떼기 위하여 필요한 에너지)를 가지고 있는 것은 어느 것 인가 쓰고, 그 이유를 (b)의 결과를 바탕으로 설명하여라.

답	Mg^{2+}
설명	위 이온들은 모두 같은 수의 전자를 가지고 있다. 그 중에서 Mg^{2+} 의 원자가전자(valence electron)가 가장 큰 유효핵전하를 느낀다. 따라서 원자가전자와 핵 사이의 인력이 가장 커서, 전자를 떼어내기가 가장 어렵고 이온화에너지가 가장 크다.

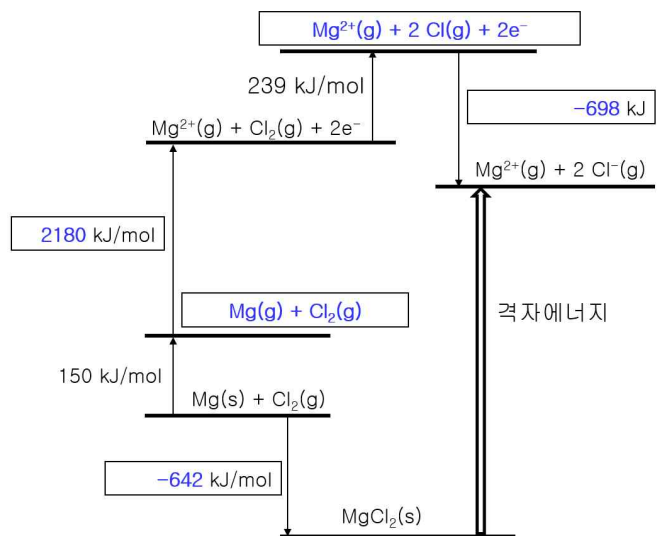
2. (15점) 원자는 원자번호가 커질수록 일반적으로 원자량이 커진다. 주기를 표를 살펴보면 이러한 일반적인 경향을 따르지 않는 것이 있다. 원자번호 1~20 사이의 원소를 살펴보고 원자번호와 원자량 사이의 관계가 반대로 되어 있는 경우를 찾고 그 이유에 대하여 추정하여 보아라.

원자번호와 원자량 사이의 관계가 반대로 되어 있는 경우	원소기호	원자번호	원자량
	Ar	18	39.948
	K	19	39.102
이유	K는 원자번호가 19, Ar은 18이므로 K는 양성자를 하나 더 가지고 있다. 그러나 중성자의 개수가 적어서 원자량이 더 작을 것이다. (주기를 표를 살펴보면 이러한 경우가 모두 세 군데 있다. [Ar, K], [Co, Ni], [Te, I])		

3. (8+10+10=28점) (a) 다음 표의 빈칸을 채워라.

원소 또는 화합물	열역학 에너지	열역학적 변화 (물질의 상태도 정확히 표시할 것)	값 (kJ/mol)
Mg	1차 이온화에너지	$Mg(g) \rightarrow Mg^+(g) + e^-$	735
	2차 이온화에너지	$Mg^+(g) \rightarrow Mg^{2+}(g) + e^-$	1445
	승화열	$Mg(s) \rightarrow Mg(g)$	150
Cl	전자전화도	$Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$	-349
	해리에너지	$Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g)$	239
$MgCl_2(s)$	형성엔탈피	$Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s)$	-642

(b) 아래 그림은 $MgCl_2$ 의 본-하버 순환(Born-haber cycle)이다. 위 표를 참고하여 빈칸을 채우시오.(화살표에 따라 부호가 정확해야 함)



(c) $MgCl_2(s)$ 의 격자에너지는 얼마인가?(부호가 정확해야 함)

$150 + 2180 + 239 - 698 - \text{격자에너지} + 642 \text{ (kJ/mol)} = 0$ $\text{격자에너지} = 2513 \text{ kJ/mol}$	
격자에너지	2513 kJ/mol

4. (15점) 평균결합에너지표를 이용하여 다음 반응의 반응엔탈피(ΔH_{rxn})를 구하여라.

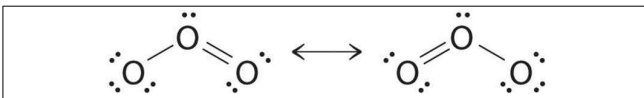


$$\begin{aligned} \Delta H_{rxn} &= [12D(\text{C-H}) + 2D(\text{C-C}) + 7D(\text{O=O})] - [8D(\text{C=O}) + 12D(\text{O-H})] \\ &= [12(413) + 2(347) + 7(495)] - [8(799) + 12(467)] \text{ kJ} \\ &= -2881 \text{ kJ} \end{aligned}$$

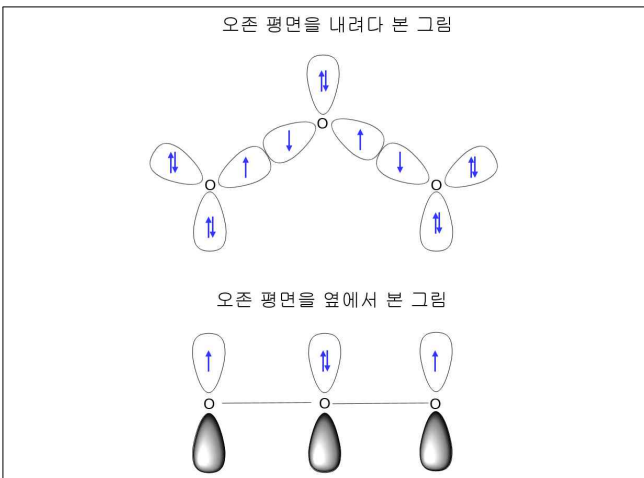
ΔH_{rxn}	-2881 kJ
------------------	----------

5. (10+10+5+14+5=44점) 오존 분자(O_3)에 대하여 다음에 답하라.

(a) 루이스(Lewis) 구조를 그려라.(공명구조가 있으면 모두 그려라.)



(b) 아래 그림은 원자결합이론(VBT)으로 오존 분자를 설명할 때 O에 형성되는 혼성오비탈과 혼성오비탈을 형성하지 않고 남아있는 p 오비탈을 나타낸 그림이다. 각 오비탈의 로브(lobe)에 전자배치를 화살표로 표시하여라.



(c) 위의 그림에서 비편재화(delocalized)되는 전자는 어느 오비탈에 있는 전자들인가?

p 오비탈

(d) 오존 분자에서 고립전자쌍, σ -결합, π -결합은 각각 몇 개 있는가? 고립전자쌍은 산소 원자의 어느 오비탈에 있는가? σ -결합은 두 산소원자에 있는 어느 오비탈과 어느 오비탈 사이의 중첩에 의해 형성되는가? π -결합은 두 산소원자에 있는 어느 오비탈과 어느 오비탈 사이의 중첩에 의해 형성되는가? 또 O-O 결합의 결합 차수는 얼마인가?

	개수	오비탈
고립전자쌍	5	sp^2
σ -결합	2	sp^2
π -결합	1	p
O-O 결합 차수	1.5	

(e) 오존 분자는 극성(polar) 분자인가 비극성(non-polar) 분자인가? (위의 전자 배치를 보고 생각할 것)

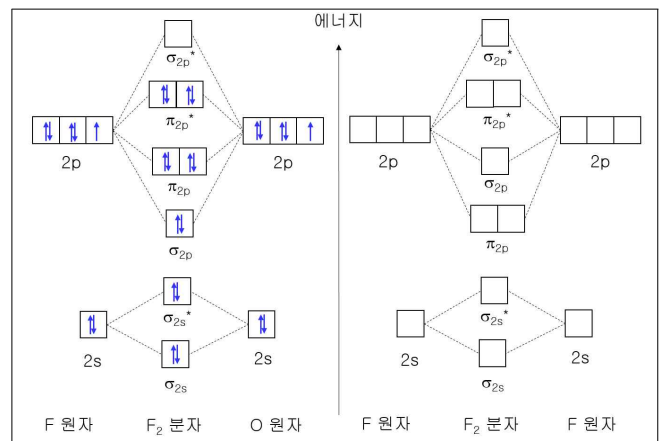
극성 분자 (dipole moment 0.53 D)

6. (5x4=20점) 다음 분자들의 Lewis 구조를 그리고 분자 구조 및 결합각을 예측하라. 그리고 중심원자의 혼성궤도함수와 형식전하는 얼마인지 적어라. (비공유전자쌍은 두개의 점으로 결합전자쌍은 실선으로 표시하라.)

분자	Lewis 구조	분자구조	결합각	혼성궤도함수	형식전하
CH_4		정사면체	H-C-H 109.5°	sp^3	0
NF_3		삼각 피라미드 (또는 삼각뿔)	F-N-F <109.5°	sp^3	0
SeF_6		정팔면체	F-Se-F 90°	d^2sp^3	0
OF_2		굽은형	F-O-F <109.5°	sp^3	0

7. (10+10+5=25점) F_2 분자를 분자오비탈(MO) 이론으로 설명하고자 한다.

(a) 다음은 F_2 분자에서 MO의 에너지 준위도이다. F 원자와 F_2 분자의 각 오비탈에 전자 배치를 화살표를 이용하여 표시하고자 한다. 네모 안에 화살표를 이용하여 전자배치를 표시하여라.(좌우 중 맞는 에너지 준위도를 선택하고 거기에만 전자배치를 표시할 것)



(b) (a)에 있는 분자오비탈 중 σ_{2p}^* 와 π_{2p}^* 오비탈의 모양을 그려라.(위상도 정확히 표시할 것. 두 점은 각 F 원자에서 핵의 위치를 나타낸다.)

분자 오비탈	그림	분자 오비탈	그림
σ_{2p}^*		π_{2p}^*	

(c) F_2 의 결합 차수는 얼마인가? F_2 는 상자기성인가 반자기성인가?

결합차수	자기적 성질
1	반자기성

8. (5+10+10=25점) 탄산 마그네슘(MgCO_3)과 탄산 칼슘(CaCO_3)의 혼합물 5.32 g 이 과량의 염산(HCl)으로 처리되었다. 반응 결과 1.51 L 의 이산화탄소(CO_2) 기체가 생성되었고 이때 기체의 온도와 압력은 각각 24°C 와 732 torr 였다.

(a) 염산과 반응 혼합물의 각 성분 사이에 일어나는 반응에 대한 균형 맞춘 화학반응식을 써라.

MgCO_3	$\text{MgCO}_3(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
CaCO_3	$\text{CaCO}_3(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(b) 생성된 이산화탄소의 몰수는 얼마인가?

$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(732\text{ torr} \times \frac{1\text{ atm}}{760\text{ torr}})(1.51\text{ L})}{(0.08206\text{ Latm/mol K})(24 + 273.15)\text{ K}} = 0.0596\text{ mol}$	
생성된 CO_2 몰 수	0.0596 mol

(c) 반응이 완전히 진행되었다고 하면 반응 혼합물에서 탄산 마그네슘의 몰분율(mole fraction)은 얼마인가?

MgCO_3, CaCO_3 몰 수를 각각 x, y 라 하면 $x + y = 0.0596\text{ mol}$ $x(\text{MgCO}_3 \text{ 몰 질량}) + y(\text{CaCO}_3 \text{ 몰 질량}) = 5.32\text{ g}$ $x(84.31\text{ g/mol}) + (0.0596\text{ mol} - x)(100.09\text{ g/mol}) = 5.32\text{ g}$ $x = \frac{5.32\text{ g} - 0.0596\text{ mol}(100.09\text{ g/mol})}{(84.31 - 100.09)\text{ g/mol}} = 0.0409\text{ mol}$ MgCO_3의 몰분율 = $0.0409\text{ mol} / 0.0596\text{ mol} = 0.686$	
MgCO_3 의 몰분율	0.686

9. (5x3=15점) N_2 기체가 들어있는 5.00 L 용기의 온도가 0°C 에서 273.15°C 로 증가하였다. 부피가 일정하게 유지된다면, 이러한 변화가 다음에 어떻게 영향을 미치는지 예측하여라.

(a) 273.15°C 에서 기체 분자의 평균운동에너지는 0°C 에서의 몇 배인가? [$\text{KE}_{\text{ave}}(273.15^\circ\text{C}) = ? \times \text{KE}_{\text{ave}}(0^\circ\text{C})$]

$0^\circ\text{C} = 273.15\text{ K}$ $273.15^\circ\text{C} = 546.30\text{ K}$ 온도가 2 배 증가 평균운동에너지는 온도에 직접적으로 비례하므로 $\text{KE}_{\text{ave}}(273.15^\circ\text{C}) = 2 \times \text{KE}_{\text{ave}}(0^\circ\text{C})$	
답	2 배

(b) 273.15°C 에서 용기 벽에 가해지는 기체 분자들의 평균충돌세기(운동량)는 0°C 에서의 몇 배인가? [충돌세기(273.15°C) = ? x 충돌세기(0°C)]

$u_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ 이므로 u_{rms} 는 $\sqrt{T}$ 에 비례 u_{rms} 가 $\sqrt{T}$ 에 비례하므로 충돌세기(운동량 = mu_{rms})도 $\sqrt{T}$ 에 비례 $mu_{\text{rms}}(273.15^\circ\text{C}) = \sqrt{2} \text{ } mu_{\text{rms}}(0^\circ\text{C})$	
답	$\sqrt{2}$ 배

(c) 기체의 압력은 기체 분자의 충돌세기와 충돌횟수에 비례한다. 273.15°C 에서 분자들이 벽과 충돌하는 1초당 총 횟수는 0°C 에서의 몇 배인가? [$f(273.15^\circ\text{C}) = ? \times f(0^\circ\text{C})$]

$PV = nRT$ 에서 P는 T에 비례한다. 충돌세기(운동량 = mu_{rms})가 $\sqrt{T}$ 에 비례하므로 충돌횟수도 $\sqrt{T}$ 에 비례해야 한다. $f(273.15^\circ\text{C}) = \sqrt{2} \text{ } f(0^\circ\text{C})$	
답	$\sqrt{2}$ 배

10. (5x4=20점) 다음은 van der Waals의 기체식이다.

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$$

여기서 P, n, T, V, R은 각각 기체의 압력, 몰수, 온도, 부피, 그리고 기체 상수를 나타내고 a와 b는 기체에 따른 상수이다. 그런데 위의 식은 잘 못 적은 것이다.

(a)올바르게 적은 식은?

$P = \frac{nRT}{V - nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$
--

(b) a와 b의 단위는?

a의 단위	b의 단위
$\frac{\text{atm} \cdot \text{L}^2}{\text{mol}^2}$	$\frac{\text{L}}{\text{mol}}$

(c) H_2 , N_2 , CH_4 , C_2H_6 중에서 b 값이 가장 크다고 예상되는 것은?

C_2H_6 (일반적으로 분자의 크기가 크면 b도 크다.) H_2, N_2, CH_4, C_2H_6 : 0.0266, 0.0391, 0.0428, 0.0638)

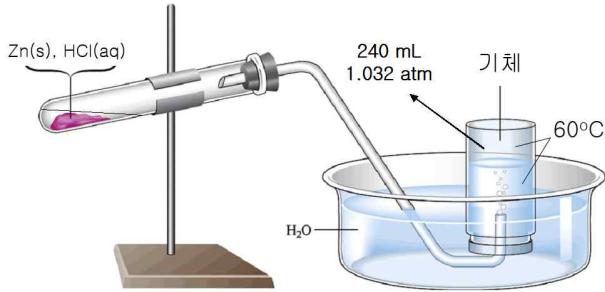
(d) H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 중에서 a 값이 가장 크다고 예상되는 것은?

Cl_2 (일반적으로 분자의 크기가 크거나 극성이 크면 a가 크다.) H_2, N_2, O_2, Cl_2 : 0.244, 1.39, 1.36, 6.49)

11. (5x2=10점) 다음은 중합체인 폴리스타이렌과 폴리염화비닐의 구조이다. 각각은 무엇을 첨가중합반응시켜서 얻은 것인지 그 구조식을 그려라,

	폴리스타이렌	폴리염화비닐
구조	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$
출발 물질의 구조식	$\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}$	$\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$

12. (5+15=20점) 아연(Zn(s))과 염산(HCl(aq))을 반응시켜 수소 기체(H₂(g))를 얻기 위하여 아래 그림의 수상포집 장치를 마련하였다. 수집병에 물을 가득 채우고 거꾸로 물에 세워놓은 후 반응을 진행시켰다. 그림과 같이 수집병에 기체의 부피가 240 mL 될 때 반응을 중단하였다. 이때 기체의 압력은 1.032 atm, 온도는 60°C 이었다.



(a) 아연(Zn(s))과 염산(HCl(aq))을 반응시킬 때 일어나는 반응의 균형잡힌 화학반응식을 써라. (물질의 상태도 정확히 나타낼 것)

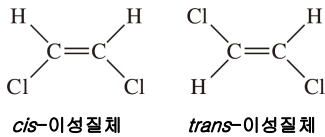


(b) 발생한 수소 기체는 몇 몰인가?

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= 1.032 \text{ atm} \\ &= P_{\text{H}_2\text{(g)}} + P_{\text{H}_2\text{O(g)}} \\ &= P_{\text{H}_2\text{(g)}} + 150 \text{ torr} \\ &= P_{\text{H}_2\text{(g)}} + 150 \text{ torr} \times (1\text{atm}/760\text{torr}) \\ &= P_{\text{H}_2\text{(g)}} + 0.197 \text{ atm} \\ \text{따라서} \\ P_{\text{H}_2\text{(g)}} &= 1.032 \text{ atm} - 0.197 \text{ atm} \\ &= 0.835 \text{ atm} \\ n_{\text{H}_2\text{(g)}} &= P_{\text{H}_2}V/RT \\ &= (0.835 \text{ atm} \times 0.240 \text{ L}) / \{0.08206 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \times 333 \text{ K}\} \\ &= 7.33 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

발생한 수소 기체의 몰 수	7.33×10^{-3} (0.00733) mol
----------------	-------------------------------------

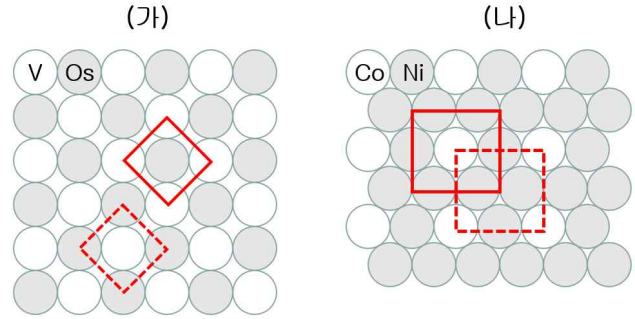
13. (15점) 평면 화합물 1,2-다이클로로에틸렌의 두 가지 이성질체는 다음과 같다.



위의 이성질체 중 한 가지는 60.3°C의 끓는점을 갖고, 다른 것은 47.5°C를 갖는다. 각 끓는점에 대한 이성질체를 결정하고 그 이유를 서술하여라.

60.3°C	cis-이성질체	47.5°C	trans-이성질체
이유 trans-이성질체는 대칭점을 가지고 있기 때문에 무극성 분자이나 cis-이성질체는 극성분자이다. 따라서 cis-이성질체는 쌍극자를 가지게 되어 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하여 끓는점이 더 높다. 쌍극자 모멘트			

14. (10x5=50점) 아래 그림과 같이 바나듐(V)과 오스뮴(Os), 코발트(Co)와 니켈(Ni)로 이루어진 가상의 2차원 고체 합금이 있다고 하자. 아래 그림은 2차원 고체 합금을 위에서 내려다 본 그림이다. 공(球)은 원자를 나타낸 것이다.



(a) 각각의 그림 위에 고체 결정의 단위세포를 그려라. (4각형 도형)

(b) (가), (나)의 합금은 각각 치환합금, 틸새합금, 불균일합금, 금속간화합물 중 어떤 것에 속하는지 밝혀라.

(가)	금속간화합물	(나)	금속간화합물
-----	--------	-----	--------

(c) (가), (나) 합금의 조성식은?

(가)	VOs	(나)	CoNi ₃
-----	-----	-----	-------------------

(d) (가) 결정의 단위세포 부피는? (V, Os의 원자 반경은 $135 \times 10^{-12} \text{ m}$ 로 같다. 위 그림은 위에서 본 그림이다. 따라서 원자 지름 만큼의 두께(높이)가 있음에 유의하라. 즉 실제 단위세포는 4각 기둥이 된다.)

구의 반지름을 r, 위 그림 단위세포 한 변의 길이를 l이라 하면
대각선의 길이 = $4r$
 $(4r)^2 = l^2 + l^2 = 2l^2 \Rightarrow l^2 = 8r^2$

단위 세포의 부피 = 정사각형 면적 x 두께(높이) = $l^2 \times 2r = 16r^3$
 $= 16 \times (135 \times 10^{-12} \text{ m})^3$
 $= 3.94 \times 10^{-29} \text{ m}^3$

단위세포의 부피	$3.94 \times 10^{-29} \text{ m}^3$
----------	------------------------------------

(e) (가) 결정의 단위세포안에 있는 원자 질량의 합은?

단위세포 안에 있는 V 원자의 개수 = 1
단위세포 안에 있는 Os 원자의 개수 = 1

단위세포 안에 있는 V, Os의 질량 합 = $(50.942 + 190.2)\text{g} / N_A$
 $= (50.942 + 190.2)\text{g} / 6.022 \times 10^{23} = 4.00 \times 10^{-22} \text{ g}$

질량 합	$4.00 \times 10^{-22} \text{ g}$
------	----------------------------------

(f) (가) 합금의 밀도는 얼마인가? g/m^3 , g/cm^3 의 두 단위에 대하여 답을 제시하라.

밀도 = 질량/부피 = $= 4.00 \times 10^{-22} \text{ g} / 3.94 \times 10^{-29} \text{ m}^3$ $= 1.02 \times 10^7 \text{ g/m}^3 = 1.02 \times 10^7 \text{ g} / (100 \text{ cm})^3$ $= 10.2 \text{ g/cm}^3$	
밀도	$1.02 \times 10^7 \text{ g/m}^3$ 10.2 g/cm^3

<상수>			
기체상수 (R)	$0.08206 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.314 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$		
Avogadro의 수(N_A)	$6.022\times 10^{23}/\text{mol}$		
Planck 상수(h)	$6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$		
빛의 속도(c)	$2.9979 \times 10^8 \text{ m/s} = \nu\lambda$ (ν = 주파수, λ = 파장)		
전자 전하량(e)	$-1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$		
수소에 대한 Rydberg 상수(R_H)	$2.18\times 10^{-18} \text{ J}$		
Bohr 반경(a_0)	$5.292 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.5292 \text{ \AA}$		
전자의 질량(m_e)	$9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$		
Faraday 상수(F)	$96,485 \text{ C}$		
<단위 변환>			
1 atm	$760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr} = 1.013\times 10^5 \text{ Pa} = 1.01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2$		
1 mile	1.6093 km		
1 Joule	$10^7 \text{ erg} = 1 \text{ C}\cdot\text{V} \text{ (coulomb} \times \text{volt)}$		
1 eV	$1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$		
K	$273.15 + ^\circ\text{C}$		
<밀도, 비열, 증발열, 녹음열>			
물의 비열($C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))$)	$1.00 \text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C}) = 4.186 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C}) = 75.29 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$		
얼음의 비열(C_p)	$0.500 \text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$		
물의 기화열, 증발열(ΔH_{vap})	$5.40\times 10^2 \text{ cal/g}$		
수증기의 비열($C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))$)	$0.484 \text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C}) = 33.58 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$		
얼음의 녹음열(ΔH_{fus})	$79.8 \text{ cal/g} = 6.02 \text{ kJ/mol}$		
C_6H_6 의 기화열, 증발열(ΔH_{vap})	31.6 kJ/mol		
CH_3OH 의 밀도	0.850 g/mL		
$\text{Al}(\text{s})$ 의 비열	$0.897 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$		
$\text{Fe}(\text{s})$ 의 비열	$0.449 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$		
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ 의 비열	$0.880 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$		
$\text{N}_2(\text{g})$ 의 비열	$1.04 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$		
<몰질량>			
MgCO_3 의 몰질량	84.31 g/mol	CaCO_3 의 몰질량	100.09 g/mol
CO_2 의 몰질량	44.01 g/mol		

PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	INERT GASES
1 H 1.00797														18 Ar 39.948	2 He 4.0026
3 Li 6.939	4 Be 9.0122													16 S 32.064	10 Ne 20.183
11 Na 22.9898	12 Mg 24.312													17 Cl 35.453	9 F 18.9984
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.905	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc [99]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.4	47 Ag 107.870	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60
55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	*57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po [210]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	†89 Ac [227]	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [262]	108 Hs [265]	109 Mt [266]	110 ? [271]	111 ? [272]	112 ? [277]				

Numbers in parenthesis are mass numbers of most stable or most common isotope.

Atomic weights corrected to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.

The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

* Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.907	60 Nd 144.24	61 Pm [147]	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.924	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
--------------------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------

† Actinide Series

90 Th 232.038	91 Pa [231]	92 U 238.03	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [249]	99 Es [254]	100 Fm [253]	101 Md [256]	102 No [256]	103 Lr [257]
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

● 평균결합에너지

TABLE 8.4 Average Bond Energies (kJ/mol)

Single Bonds						Multiple Bonds	
H—H	432	N—H	391	I—I	149	C=C	614
H—F	565	N—N	160	I—Cl	208	C≡C	839
H—Cl	427	N—F	272	I—Br	175	O=O	495
H—Br	363	N—Cl	200			C=O*	745
H—I	295	N—Br	243	S—H	347	C≡O	1072
		N—O	201	S—F	327	N=O	607
C—H	413	O—H	467	S—Cl	253	N=N	418
C—C	347	O—O	146	S—Br	218	N≡N	941
C—N	305	O—F	190	S—S	266	C≡N	891
C—O	358	O—Cl	203			C=N	615
C—F	485	O—I	234	Si—Si	340		
C—Cl	339			Si—H	393		
C—Br	276	F—F	154	Si—C	360		
C—I	240	F—Cl	253	Si—O	452		
C—S	259	F—Br	237				
		Cl—Cl	239				
		Cl—Br	218				
		Br—Br	193				

*C=O(CO₂) = 799

● Slater's rule에 따른 가려막기 상수(screening constant)

[1s] [2s,2p] [3s,3p] [3d] [4s,4p] [4d] [4f] [5s, 5p] [5d]

그룹	같은 그룹에 있는 다른 전자	주양자수=n, 부양자수<l 인 그룹의 전자	주양자수= n-1 인 그룹의 전자	주양자수< n-1 인 그룹의 전자
[1s]	0.3	N/A	N/A	N/A
[ns,np]	0.35	N/A	0.85	1
[nd] or [nf]	0.35	1	1	1

● 물의 증기압 곡선

물의 증기압 곡선

