

이름: _____ 학번: _____ 학과: _____

- 시험시간: 3:00 PM - 4:15 PM
- 휴대전화는 끌 것.
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음.
- 답은 각 문제에 주어진 네모 안 에 적을 것. 네모의 크기와 답의 길이는 상관관계가 없음.
- 각 문항에서 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임.
- 실험에 필요한 상수나 데이터는 맨 뒤에 있음.
- 문제수: 8
- Page 수: 4
- 만점: 240 점
- 최종 성적은 중간고사 (100) + 수시고사 (100 x n) + 기말고사 (100) + 출석 (10) + 리포트 (20) 합으로 계산하여 할 것임. 여기서 n은 이 시험을 포함한 수시고사의 횟수
- 최종 학점은 다음 기준으로 할 것임. 만일 평균 90점 이상을 얻은 학생이 없을 경우에는 최고 점수를 받은 학생은 점수에 상관없이 A⁺ 이고 그 외의 학생은 아래의 표에 의하여 학점이 주어질 것임.

평균점수 (100만점 환산)	학점
90	A ⁺
85	A ⁰
80	A ⁻
75	B ⁺
70	B ⁻
65	B ⁰
60	C ⁺
55	C ⁰
50	C ⁻
45	D ⁺
40	D ⁰
35	D ⁻
미만	F

1. (10점) 13°C와 압력이 568 torr인 상태에 존재하는 0.35 mol의 Ar 기체를 56°C로 가열하여 압력이 897 torr로 되었다. 이 때 부피 변화를 계산하시오.

$n = 0.35 \text{ mol}$
 $T_1 = 13^\circ\text{C} = 13 + 273 \text{ (K)} = 286 \text{ K}$
 $P_1 = 568 \text{ torr} = 568 \text{ torr} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ torr}} = 0.747 \text{ atm}$
 $V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{0.35 \text{ mol} \times 0.0821 \text{ Latm}/(\text{molK}) \times 286 \text{ K}}{0.747 \text{ atm}} = 11 \text{ L}$
 $T_2 = 56^\circ\text{C} = 56 + 273 \text{ (K)} = 329 \text{ K}$
 $P_2 = 897 \text{ torr} = 897 \text{ torr} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ torr}} = 1.18 \text{ atm}$
 $V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} = \frac{0.35 \text{ mol} \times 0.0821 \text{ Latm}/(\text{molK}) \times 329 \text{ K}}{1.18 \text{ atm}} = 8.0 \text{ L}$
 따라서
 $\Delta V = V_2 - V_1 = 3 \text{ L}$

3 L

2. (5+10+5+5=25점) 다음은 van der Waals의 기체식이다.

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

여기서 P,n,R,T,V는 각각 압력, 기체의 몰수, 기체 상수, 온도, 부피를 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 $\frac{\text{atm L}^2}{\text{mol}^2}$

b의 단위 $\frac{\text{L}}{\text{mol}}$

(c) H₂, N₂, CH₄, C₂H₆ 중에서 b 값이 가장 크다고 예상되는 것은?

C₂H₆

(d) H₂, N₂, O₂, Cl₂의 a 값은 각각 0.244, 1.39, 1.36, 6.49 이다. 이것이

의미는 것은 위의 네 분자 중에서 Cl₂ 분자들 사이의 상호인력 이(가) 가장 크다는 것을 의미한다.

3. (10+10+10+10=40점) BaO(s)와 CaO(s)가 포함되어 있는 5.14g의 혼합물을 30.0°C에서 CO₂(g)의 압력이 750torr인 1.50L의 플라스크에 넣었다. BaCO₃(s)와 CaCO₃(s)가 생성되는 반응이 완결된 뒤 남아 있는 CO₂의 압력은 230 torr였다. 혼합물에서 BaO(s)와 CaO(s)의 질량 백분율을 계산하라. (처음에 있었던 BaO(s)와 CaO(s)는 반응 후 완전히 BaCO₃(s)와 CaCO₃(s)로 되어 반응 후 남아있는 것이 없다는 의미임) 다음 순서로 풀이라.

(a) 반응 한 CO₂의 mol 수는?

반응 전

$V = 1.50 \text{ L}$
 $P_1 = 750 \text{ torr} = 750 \text{ torr} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ torr}} = 0.987 \text{ atm}$
 $T = 30.0 \text{ }^\circ\text{C} = 303.2 \text{ K}$
 따라서 처음에 있는 CO₂의 mol수
 $n_1 = \frac{P_1 V}{RT} = \frac{0.987 \text{ atm} \times 1.50 \text{ L}}{0.0821 \text{ Latm}/(\text{molK}) \times 303.2 \text{ K}} = 0.0595 \text{ mol}$

반응 후

$V = 1.50 \text{ L}$
 $P_2 = 230 \text{ torr} = 230 \text{ torr} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ torr}} = 0.303 \text{ atm}$
 $T = 30.0 \text{ }^\circ\text{C} = 303.2 \text{ K}$
 따라서 반응 후 남아있는 CO₂의 mol수
 $n_1 = \frac{P_2 V}{RT} = \frac{0.303 \text{ atm} \times 1.50 \text{ L}}{0.0821 \text{ Latm}/(\text{molK}) \times 303.2 \text{ K}} = 0.0183 \text{ mol}$

따라서 반응 한 CO₂의 mol 수는 0.0595 mol - 0.0183 mol = 0.0412 mol

0.0412 mol

(b) 위 반응의 반응식은?



(c) 처음에 있었던 BaO의 질량은?

위 (b)의 식으로부터

처음 BaO와 CaO의 mol 수의 합은 0.0412 mol

BaO의 mol 수를 b mol이라고 하면

$$\text{BaO의 질량} = b \text{ mol} \times 153.3 \text{ g/mol} = 153.3 \times b \text{ g}$$

따라서 CaO의 mol 수는 (0.0412-b) mol 이고

$$\text{CaO의 질량} = (0.0412-b) \text{ mol} \times 56.08 \text{ g/mol} = (2.31 - 56.08 \times b) \text{ g}$$

$$\text{BaO의 질량} + \text{CaO의 질량} = (153.3 \times b) \text{ g} + (2.31 - 56.08 \times b) \text{ g} = 5.14 \text{ g}$$

$$\therefore b = 0.0291$$

따라서

$$\text{BaO의 질량} = 0.0291 \text{ mol} \times 153.3 \text{ g/mol} = 4.46 \text{ g}$$

$$\text{BaO(s)의 질량} = 4.46 \text{ g}$$

(d) 혼합물에서 BaO(s)와 CaO(s)의 질량 백분율은 각각 얼마인가?

$$\text{BaO의 질량 백분율} = 4.46 \text{ g} / 5.14 \text{ g} \times 100 (\%) = 86.8 \%$$

$$\text{CaO의 질량 백분율} = 100 \% - 86.8 \% = 13.2 \%$$

$$\text{BaO(s)의 질량 백분율} = 86.8 \%$$

$$\text{CaO(s)의 질량 백분율} = 13.2 \%$$

4. (5+5+5+10=25점) 다음의 열역학값들이 있다.

	$\Delta H_f^\circ_{298.15}$ (kJ/mol)
$\text{H}_2\text{SO}_4\text{(l)}$	-814.0
HBr(g)	-36.4
$\text{H}_2\text{O(l)}$	-285.8
$\text{SO}_2\text{(g)}$	-296.8
$\text{Br}_2\text{(g)}$	30.91

(a) $\Delta H_f^\circ_{298.15}$ 에서 "°" 와 298.15가 의미하는 것은? ("°"의 의미가 298.15를 포함하고 있기도 함.)

표준상태 즉 1 atm, 25°C 인 상태

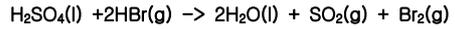
(b) $\text{H}_2\text{O(l)}$ 의 $\Delta H_f^\circ_{298.15}$ 에서 "Δ"는 변화량이라는 의미이다. 그 값 -285.8 kJ/mol 은 어떤 화학 반응의 엔탈피 변화량인가?



(c) $\text{H}_2\text{(g)}$ 의 $\Delta H_f^\circ_{298.15}$ 값은 얼마인가?

$$0 \text{ kJ/mol}$$

(d) 다음의 반응이 있다.

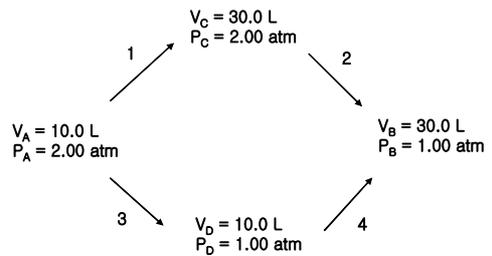


25°C에서 이 반응의 엔탈피 변화량(ΔH)을 구하라.

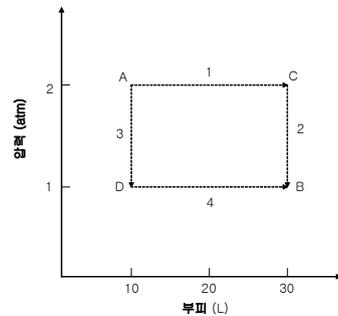
$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= 2\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O(l)}) + \Delta H_f^\circ(\text{SO}_2\text{(g)}) + \Delta H_f^\circ(\text{Br}_2\text{(g)}) - \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{SO}_4\text{(l)}) - 2\Delta H_f^\circ(\text{HBr(g)}) \\ &= 2 \times (-285.8 \text{ kJ/mol}) + (-296.8 \text{ kJ/mol}) + 30.91 \text{ kJ/mol} - (-814.0 \text{ kJ/mol}) - 2 \times (-36.4 \text{ kJ/mol}) \\ &= 49.3 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta H_r^\circ = 49.3 \text{ kJ/mol}$$

5. (10+10+10=30점) 2.00 mol의 이상기체가 다른 그림과 같이 두 가지 다른 경로를 통하여 상태 A ($P_A=2.00 \text{ atm}$, $V_A = 10.0 \text{ L}$)에서 상태 B ($P_B=1.00 \text{ atm}$, $V_B = 30.0 \text{ L}$)로 변화하였다.



위의 경로는 아래 그림과 같이 요약 할 수 있다.



(a) 위의 이상기체가 경로 A → C → B 를 통하여 A에서 B 상태로 변화하였을 때 한 일을 J의 단위로 계산하라.

$$W = -P\Delta V$$

$$\Delta V_1 = 20.0 \text{ L}$$

$$\Delta V_2 = 0 \text{ L}$$

$$W_{12} = -P_1\Delta V_1$$

$$= -2.00 \text{ atm} \times 20.0 \text{ L}$$

$$= -40.0 \text{ L atm}$$

$$= -40.0 \times (1 \times 10^{-3} \text{ m}^3) \times (1.01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2)$$

$$= -4.05 \times 10^3 \text{ Nm}$$

$$= -4.05 \times 10^3 \text{ J}$$

$$-4.05 \times 10^3 \text{ J}$$

(b) 위의 이상기체가 경로 A → D → B를 통하여 A에서 B 상태로 변화하였을 때 한 일을 J의 단위로 계산하라.

$W = -P\Delta V$
 $\Delta V_3 = 0 \text{ L}$
 $\Delta V_4 = 20.0 \text{ L}$

$W_{34} = -P_4\Delta V_4$
 $= -1.00 \text{ atm} \times 20.0 \text{ L}$
 $= -20.0 \text{ L atm}$
 $= -20.0 \times (1 \times 10^{-3} \text{ m}^3) \times (1.01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2)$
 $= -2.03 \times 10^3 \text{ Nm}$
 $= -2.03 \times 10^3 \text{ J}$

$-2.03 \times 10^3 \text{ J}$

(c) 일은 상태함수 인가? 아닌가? 위의 결과로부터 설명하여라.

위의 (a),(b)에서 보듯이 일은 경로에 따라 다르다. 따라서 일은 상태함수가 아니다.

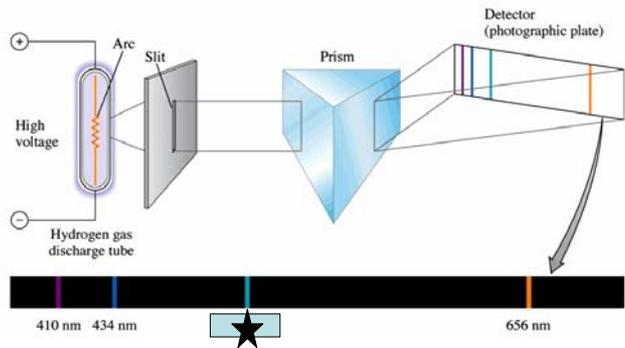
6. (5+15+10=30점) 러더포드(Rutherford)는 알파입자 산란 실험으로부터 원자는 가운데 무거운 핵이 있고 전자는 그 주위를 원형궤도를 따라 돌고 있다고 하였다.

(a) 러더포드 원자 모델의 문제점을 간단히 한 문장으로 써라.

전자는 핵으로 떨어져야 한다.

- (a)의 문제점 때문에 Bohr는 새로운 원자 모델을 제시하였다.
- 즉, 1) 전자는 핵 주위를 잘 정의된 원형 궤도를 따라 돌고 있다.
 - 2) 전자의 원형 운동은 원형 운동에 의한 빛을 내어 놓지 않는다.
 - 3) 원형 궤도들은 각 운동량에 따라 정의 되는데 n번째 원형궤도에서 전자의 각운동량은 $l = nh$ (h는 Planck 상수)로 정의 된다. ($n = 1, 2, 3, \dots$)
 - 4) 전자가 한 궤도에 다른 궤도로 전이할 때 빛을 방출하거나 흡수 한다.

위의 모델에 의한 계산을 하여 보면 각 궤도의 반경은 $r_n = n^2 \cdot a_0$ (a_0 는 Bohr의 반경)로 주어지고 각 궤도의 에너지 준위는 $E_n = -R_H \cdot Z^2/n^2$ (R_H 는 Rydberg 상수, Z는 원자번호)로 주어진다. 이는 다음 그림과 같은 수소의 선스펙트럼 실험에서 보이는 빛들을 설명할 수 있는데 즉 높은 에너지 준위의 궤도에 있는 전자가 낮은 에너지 준위의 궤도로 전이할 때 빛을 내어 놓는다.



(b) 위 그림은 Balmer 계열의 수소 스펙트럼으로서 전자가 n_2 궤도에서 n_1 궤도로 전이할 때 방출하는 빛들의 파장들 중 파장이 긴 네 개의 이다. ($n_1 = 2, n_2 > n_1$) 별표 (★) 한 빛의 파장을 구하여라. ($nm = 10^{-9} \text{ m}$) (힌트: Balmer 계열 중 두 번째로 긴 파장)

Balmer 계열의 빛
 $n_2 \rightarrow n_1$ 전이 때 빛을 방출 (이 때 $n_1 = 2, n_2 > n_1$)

따라서
 $\Delta E = R_H(1/n_1^2 - 1/n_2^2)$
 $= R_H(1/4 - 1/n_2^2)$

Balmer 계열 중 두 번째로 긴 파장이므로 $n_2 = 4$

$\Delta E = R_H(1/n_1^2 - 1/n_2^2)$
 $= R_H(1/4 - 1/16) = 3R_H/16$
 $= h\nu$
 $= hc/\lambda$
 $\therefore \lambda = 16hc/3R_H$
 $= 16 \times (6.62608 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times (2.998 \times 10^8 \text{ m/s}) / (3 \times 2.178 \times 10^{-18} \text{ J})$
 $= 4.864 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $= 486.4 \times 10^{-9} \text{ m}$
 $= 486.4 \text{ nm}$

$\lambda = 486.4 \text{ nm}$

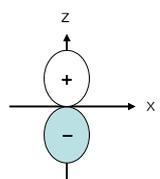
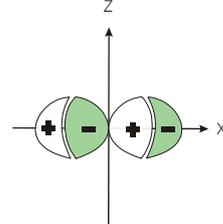
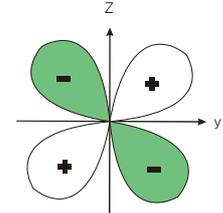
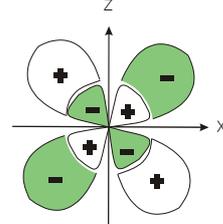
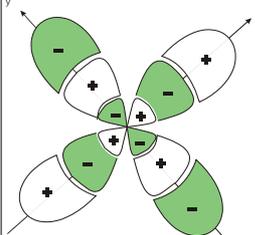
즉 보어의 원자모델은 수소 스펙트럼을 잘 설명할 수 있는 훌륭한 모델이다. 그러나 Bohr의 제자인 Heisenberg는 유명한 "Heisenberg의 불확정성의 원리"를 발표한다.

(c) "Heisenberg의 불확정성의 원리"를 식으로 나타내어라.

$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$

"Heisenberg의 불확정성의 원리"에 의하여 Bohr의 원자모델은 문제가 있음을 알게 되었고 현재는 양자역학적으로 원자를 설명하고 있다.

7. (4x10=40점) 다음의 빈칸을 채워라. (오비탈 그림은 주어진 평면에 투영한 그림을 그려라. 위상을 정확히 표시하라.) (오비탈 이름, 모양, 위상, n, l 값, radial node, angular node 수가 모두 맞아야 함. 부분점수 없음)

오비탈	그림	n 값	l 값	radial node의 수	angular node의 수
2p _z		2	1	0	1
3p _x		3	1	1	1
3d _{yz}		3	2	0	2
4d _{xz}		4	2	1	2
5d _{x2-y2}		5	2	2	2

8. 지금의 일반화학1 강의에서 좋은 점, 나쁜 점, 개선 할 점 등 강의에 대한 감상을 써라. (한 줄에 20자 이상, 10줄 이상 쓸 것. 점수 = 줄 수 x 4, 최대 점수 40점)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

- 여러 가지 상수들 -

- 1 atm=760 mmHg=760 torr=1.01325 x 10⁵ Pa = 1.01325 x 10⁵ N/m²
- R (기체상수) = 0.0821 L·atm/(mol·K) = 8.314 J/(mol·K)
- a₀ (Bohr radius) = 5.292 x 10⁻¹¹ m
- R_H (Rydberg constant) = 2.178 x 10⁻¹⁸ J
- h (Planck constant) = 6.62608 x 10⁻³⁴ J·s
- c (광속) = νλ = 2.998 x 10⁸ m/s (ν = 주파수, λ = 파장)
- BaO의 분자량 = 153.3 g/mol
- CaO의 분자량 = 56.08 g/mol

문항	만점	점수
1	10	
2	25	
3	40	
4	25	
5	30	
6	30	
7	40	
8	40	
합	240	