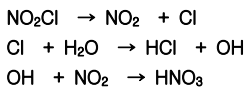


이름: _____ 학번: _____ 학과: _____
 비밀번호: _____ (4자리)

- 시험시간: 10:30 AM - 12:30 PM
- 휴대전화는 끌 것.
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음.
- 답은 각 문제에 주어진 네모 안 에 적을 것. 네모 안에 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임. 빈 공간의 길이와 풀이 과정과는 상관관계가 없음. 답을 적을 때 항상 단위로 정확히 적을 것.
- 풀이에 필요한 상수나 데이터는 맨 뒤에 있음.
- 문제수: 12
- Page 수: 5
- 만점: 300점

1. (6+4+6=16점) 다음과 같은 반응 메커니즘을 생각하여보자.



(a) 각 단일단계반응에서 분자도는 얼마인가?

단일 단계 반응	분자도
$\text{NO}_2\text{Cl} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{Cl}$	
$\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{OH}$	
$\text{OH} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$	

(b) 위 반응의 전체 반응식을 쓰시오.

(c) 반응 중간체를 모두 쓰시오.

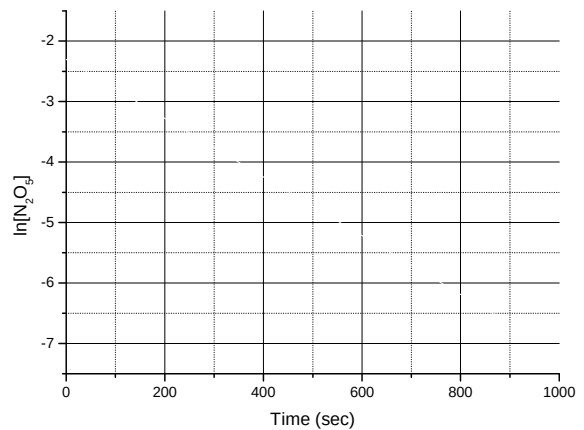
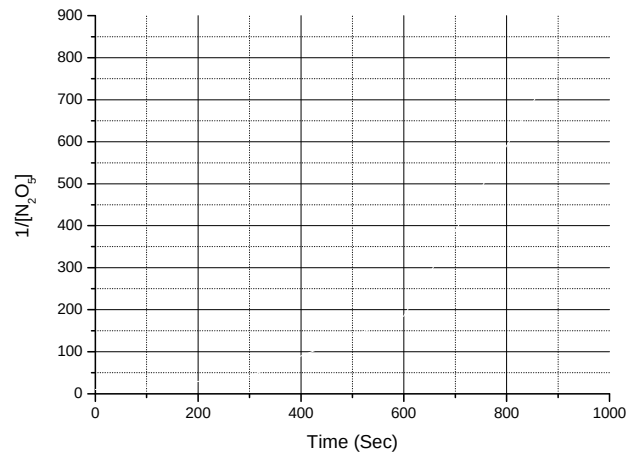
2. (5+18+5+10+5+10+15+10+15=83점) $\text{N}_2\text{O}_5(g)$ 는 분해되어 $\text{NO}_2(g)$ 와 $\text{O}_2(g)$ 로 된다. 이 분해반응의 활성화에너지를 알아내기 위하여 338 K와 318 K의 두 온도에서 실험을 하고 N_2O_5 의 농도를 시간에 따라 측정하였다.

시간(s)	$[\text{N}_2\text{O}_5] \text{ (M)}$	
	T = 338 K	T = 318 K
0	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-1}
100.	6.14×10^{-2}	9.54×10^{-2}
300.	2.33×10^{-2}	8.63×10^{-2}
600.	5.41×10^{-3}	7.43×10^{-2}
900.	1.26×10^{-3}	6.39×10^{-2}

(a) 위 분해반응의 균형잡힌 화학반응식을 쓰시오.

(b) T = 338 K의 데이터를 이용하여 다음의 빈칸에 $\frac{1}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$ 값과 $\ln [\text{N}_2\text{O}_5]$ 값을 계산하여 적어 넣고 주어진 그래프 용지 위에 $\frac{1}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$ 대 시간, $\ln [\text{N}_2\text{O}_5]$ 대 시간을 ●로 표시하시오. 점들 사이는 직선으로 연결하시오.

시간(s)	T = 338 K		
	$[\text{N}_2\text{O}_5] \text{ (M)}$	$\frac{1}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$	$\ln [\text{N}_2\text{O}_5]$
0	1.00×10^{-1}	10.0	-2.303
100.	6.14×10^{-2}		
300.	2.33×10^{-2}		
600.	5.41×10^{-3}		
900.	1.26×10^{-3}		



(c) 위 반응의 속도식 (미분 속도식)을 적으시오. (속도상수는 k로 표시할 것)

(d) T = 338 K에서 위 반응의 속도 상수를 구하시오.

속도 상수: _____

(e) T = 318 K에서 위 반응의 속도 상수를 구하시오. (아래의 표에 $\frac{1}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$ 값과 $\ln [\text{N}_2\text{O}_5]$ 값 중 속도상수를 구하는 데 필요한 계산 값을 채워 넣고 속도상수를 구할 것)

시간(s)	T = 318 K		
	$[\text{N}_2\text{O}_5] \text{ (M)}$	$\frac{1}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$	$\ln [\text{N}_2\text{O}_5]$
0	1.00×10^{-1}		
100.	9.54×10^{-2}		
300.	8.63×10^{-2}		
600.	7.43×10^{-2}		
900.	6.39×10^{-2}		

속도 상수: _____

(f) 화학반응이 일어나기 위해서는 분자들 사이의 충돌이 일어나야 한다. 이러한 이론을 충돌이론이라고 한다. Arrhenius는 반응의 속도상수(k)와 활성화에너지(Activation Energy, E_a) 그리고 온도(T)와의 관계가 다음과 같다는 것을 알아내었다.

$$k = A \exp(-E_a/RT)$$

이를 Arrhenius의 식이라고 한다. 여기서 A는 Frequency Factor(잦음률)라고 하는 상수이다.

Arrhenius의 식을 이용하여, 두 온도(T_1 , T_2)에서 속도상수(k_1 , k_2)를 알면 반응의 활성화에너지(E_a)를 알 수 있다. E_a 를 구하는 식(T_1 , T_2 , k_1 , k_2 를 포함)을 유도하여라.

초당 충돌수: _____

(i) 절대온도 T에서 기체 분자의 제곱평균 제곱평균 속도(root mean square velocity, u_{rms})는 $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$ (M:분자량)로 주어진다. 이를 이용하여 T = 338 K에서의 N_2O_5 기체의 평균 운동에너지를 구하고 N_2O_5 분해반응의 활성화에너지는 평균 운동에너지의 몇 배인지 결정하시오.

답: _____

(g) 위 반응의 활성화에너지를 구하시오.

E_a : _____

(h) Arrhenius 식에서 A는 A는 Frequency Factor(잦음률)라고 하는 것으로서 초당 충돌수(collision frequency, z)와 입체인자(steric factor, p)를 곱한 값($A=zp$)이다. 즉, 이는 유효충돌수를 나타내는 것이다. 위 반응에 대하여 입체인자를 1.00×10^{-3} 이라고 하면 T = 338 K에서 초당 충돌수는 얼마인가?

3. (12+15=27점) 900 °C에서 다음 반응의 K_p = 1.04 이다.



낮은 온도(영하 200.0 °C)에서 드라이아이스(고체 CO_2), 산화칼슘($CaO(s)$), 탄산칼슘($CaCO_3(s)$)을 50.0 L 용기에 넣고, 900.0 °C로 순식간에 가열하여 드라이아이스가 CO_2 기체로 순식간에 변하였다고 하자. 다음 표는 넣어준 산화칼슘($CaO(s)$), 탄산칼슘($CaCO_3(s)$)의 질량과 용기에서 드라이아이스가 기체로 변하였을 때의 압력이다.

실험	$CaCO_3$	CaO	P_{CO_2}
1	655 g	95.0 g	2.55 atm
2	780 g	1.00 g	1.04 atm
3	0.14 g	5000. g	1.04 atm
4	715 g	813 g	0.211 atm

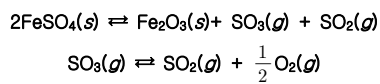
(a) 위 용기를 900.0 °C에 상당 시간 놔둔 후 평형에 도달하게 하였다. 그리고 순식간에 다시 영하 200.0 °C로 온도를 낮추었다. 이 때 드라이아이스(고체 CO_2), 산화칼슘($CaO(s)$), 탄산칼슘($CaCO_3(s)$) 양은 처음 넣어준 양과 비교하였을 때 증가, 감소, 변화 없음 중 어느 것인지 답하시오.

실험	$CaCO_3$	CaO	P_{CO_2}
1			
2			
3			
4			

(b) (a) 문제 실험 1에서 최종 CaO(s)의 질량은 얼마인가?

최종 CaO의 질량: _____

4. (15점) 황산 철(II) 시료($\text{FeSO}_4(s)$)를 진공 용기 속에 넣고 920 K로 가열 하였더니 다음 두 반응이 일어났다.

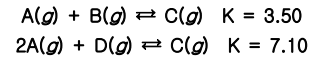


평형에 도달한 후 전체 압력은 0.836 atm 이었고, 산소의 부분 압력은 0.0275 atm 이었다. 두 반응에 대한 K_p 를 구하시오. (힌트: 첫 반응이 먼저 다 일어난 후, 그 다음에 평형에 도달했다고 생각하면 됨)

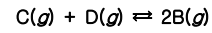
$2\text{FeSO}_4(s) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(s) + \text{SO}_3(g) + \text{SO}_2(g)$ 의 K_p : _____

$\text{SO}_3(g) \rightleftharpoons \text{SO}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g)$ 의 K_p : _____

5. (10+9+15=34점) 45°C에서 다음 두 반응의 평형상수는 다음과 같다.



(a) 45°C에서 다음 반응의 평형상수(K)는 얼마인가?



K: _____

(b) 위의 세 반응에 대한 K_p 값을 구하시오.

$\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightleftharpoons \text{C}(g)$ K_p : _____

$2\text{A}(g) + \text{D}(g) \rightleftharpoons \text{C}(g)$ K_p : _____

$\text{C}(g) + \text{D}(g) \rightleftharpoons 2\text{B}(g)$ K_p : _____

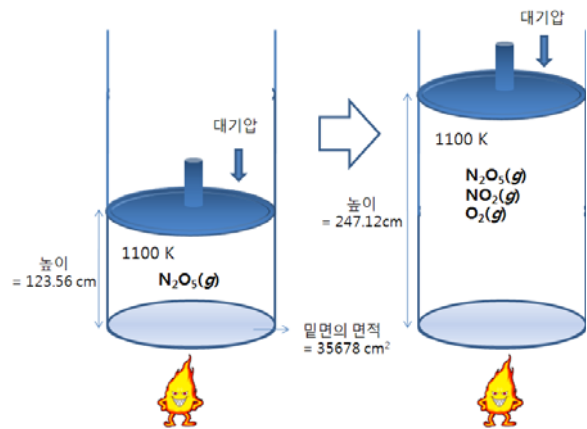
(c) 처음에 C(g)와 D(g)를 1.50 atm 만큼 넣고 반응을 시켰더니 (a)의 반응 이 일어났다. 평형에서 B(g)의 몰 분율을 구하시오.

B의 몰분율 χ_B : _____

6. (25점) 아래와 같은 1100 K 상태의 용기에 N₂O₅(g)를 넣고 처음에 피스톤의 높이를 재어보니 123.56 cm 이었다. N₂O₅(g)는 다음과 같은 분해 반응을 일으켜



평형에 도달하였을 때 실린더 안에는 N₂O₅(g), 4NO₂(g), O₂(g) 가 모두 존재하고 피스톤의 높이는 247.12 cm 로 정확히 2배가 되었다. (피스톤의 무게는 없고 피스톤과 실린더 사이의 마찰력도 없다고 가정한다.)



위 반응의 K_p와 평형상수(K)를 구하시오.(기체는 이상기체로 가정)

K_p: _____

K: _____

7. (20점) 다음 산화물이 물에 녹을 때 산성, 염기성, 중성 용액 중 어느 것이 되겠는가? 또 그러한 성질을 띠게 만드는 것은 어떠한 화합물이 만들어지기 때문인가? (중성일 경우, 만들어지는 화합물은 빈칸으로 두어도 됨)

산화물	용액의 성질	만들어지는 화합물
CaO		
SO ₂		
Cl ₂ O		
Li ₂ O		
FeCl ₃		

8. (10점) 다음의 화합물을 물에 녹여 0.10 M 용액을 만들었을 때 pH가 낮은 것에서 높은 것의 순서로 나열 하시오.

HI, HF, NaF, NaI

9. (15점) 아자이드화소듐(NaN₃)은 때때로 물에 녹여 박테리아를 죽이는 데 사용된다. 0.010 M NaN₃ 용액의 PH를 계산하여라 그리고 용액 있는 모든 화학종들의 농도를 계산하여라.(물 제외) 하드라조산(HN₃)의 K_a는 1.9 x 10⁻⁵ 이다. (힌트: N₃⁻ + H₂O ⇌ HN₃ + OH⁻)

화학종 (물 제외, 6종 이하 임)	농도(M)

10. (15점) 다음 각 반응에서 Lewis의 염기에 해당하는 것에 동그라미하여 표시하고 그 염기에서 어느 원자가 비공유(고립)전자쌍을 가지고 있는 지 쓰시오.

산-염기 반응 (화살표의 왼쪽 화합물 둘 중 염기에 표시)	비공유(고립)전자쌍을 가지고 있는 원자
$\text{B(OH)}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{B(OH)}_4^-(aq) + \text{H}^+(aq)$	
$\text{Ag}^+(aq) + 2\text{NH}_3(aq) \rightleftharpoons \text{Ag(NH}_3)_2^+(aq)$	
$\text{H}_2\text{O}(l) + \text{CN}^-(aq) \rightleftharpoons \text{HCN}(aq) + \text{OH}^-(aq)$	

11. (10점) HCl 용액 50 mL가 있다. 이 용액의 pH가 4.000 이다. 용액의 pH를 5.000로 만들기 위해서는 몇 mL의 물을 더 넣어야 하는가?

답: _____ mL

답: _____ mL

12. (30점) $K_a = 1.00 \times 10^{-6}$ 인 약산 HA 용액 50.0 mL가 있다. 이 용액의 pH가 4.000 이다. 용액의 pH를 5.000로 만들기 위해서는 몇 mL의 물을 더 넣어야 하는가?

- 상수 -

- R (기체상수) = 0.08206 L·atm/(mol·K) = 8.314 J/(mol·K)
- Arrhenius의 식: $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$
- N_2O_5 의 분자량 = 103 g/mol
- 제곱평균속도(root mean square velocity): $u_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ (M:분자량)
- 이상기체 상태방정식: $PV = nRT$
- Ca의 원자 질량 = 40.078 amu
- O의 원자 질량 = 15.999 amu