2006년도 일반화학2 기말고사 (2006년 12월 11일)

이름:_____ 학번:_____ 학과:_____

- 시험시간: 3:00 PM - 4:30 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: 12
- Page 수: 5
- 만점: 316 점

1. (5 + 10 x 3 = 35점) 농도를 모르는 아세트산 (CH_3COOH, K_a=1.8 x 10^{-5}) 용액 100 mL 에 지시약으로 페놀프탈레인 (phenolphthalein) 한 방울을 첨가하였다. 이 아세트산 용액을 1.00 M NaOH 용액으로 적정하였더니 NaOH 용액 50.0 mL를 넣었을 때 용액의 색이 무색에서 빨간색으로 바뀌었다. NaOH 용액 10.0 mL, 50.0 mL, 80.0 mL를 첨가하였을 때의 용액의 pH를 구하라.

(a) 아세트산의 농도는?

M

(b) NaOH 용액 10.0 mL를 첨가하였을 때의 전체 용액의 pH는?

pH =

(c) NaOH 용액 50.0 mL를 첨가하였을 때의 전체 용액의 pH는?

pH =

(d) NaOH 용액 80.0 mL를 첨가하였을 때의 전체 용액의 pH는?

pH =

2. (20점) 1.0 M $NaCH_3COO$ 용액 500 mL를 준비하였다. 여기에 몇 g의 HCl를 첨가해야 pH = 5.00 인 완충 용액을 만들 수 있는가? (CH_3COOH의 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)

g

3. (10 x 2 = 20점) 메탄올 (CH_3OH)을 합성하는 방법 중의 하나는 일산화탄소를 수소와 반응시키는 것이다.

$$CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(l)$$

	ΔG_f^o (kJ/mol)
$CH_3OH(l)$	−166
$H_2(g)$	0
$CO(g)$	−137

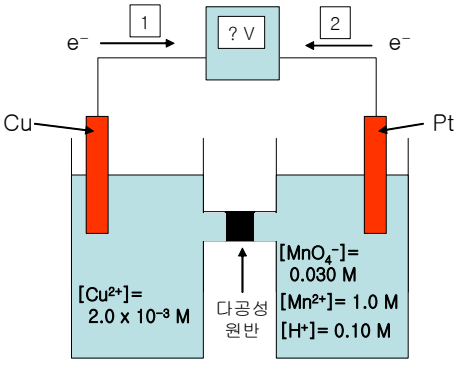
(a) 5.0 atm의 일산화탄소 기체와 3.0 atm의 수소 기체가 반응하여 액체 메탄올을 만들 때 25°C에서 위의 반응이 자발적일 것 인가? 위 반응에 대한 ΔG를 구하고 답하라.

ΔG = kJ/mol

(b) 만일 위의 반응을 시킬 때 처음에 일산화탄소 기체의 압력은 5.0 atm 으로 하고 수소 기체의 압력은 처음부터 평형에 도달할 때 까지 2.5×10^{-2} atm 으로 유지 하였다고 하자. 평형에 도달한 후 일산화탄소 기체의 압력은 얼마인가?

P_{CO} = atm

4. (10 x 4 + 5 = 45점) 25°C에서 다음과 같은 갈바니 전지를 만들었다. 기전력을 구하여 보자.



	ΔG_f^o (kJ/mol)
$H_2O(l)$	−237
$H^+(aq)$	0
$MnO_4^-(aq)$	−449
$Mn^{2+}(aq)$	−230
$Cu(s)$	0
$Cu^{2+}(aq)$	66

(a) 표준 자유에너지의 변화량 (ΔG^o)과 기전력 (E^o) 사이의 관계를 나타내는 식은 환원 또는 산화 반쪽 반응에서도 적용된다. 다음 환원 반쪽 반응에서의 <u>표준환원전위</u> (E^o) 는 얼마인가?

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

E^o = V

(b) 위의 갈비니전지에서 오른쪽 비이커 그림에 표시된 바와 같이 여러 화학종의 농도가 주어졌을 때 다음 환원 반쪽 반응의 환원전위 (E) 는 얼마인가?

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

E = V

(c) (b) 위의 갈비니전지에서 왼쪽 비이커 그림에 표시된 바와 같이 여러 화학종의 농도가 주어졌을 때 다음 환원 반쪽 반응의 환원전위 (E) 는 얼마인가?

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

E = V

(d) (b)와 (c) 에 표시한 환원 반쪽 반응을 기본으로 하여 위의 갈바니전지에서 일어나는 균형잡힌 산화-환원 반응식을 쓰고 전지의 기전력을 계산하라.

반응식:

기전력 : E = V

(e) 위 갈바니 전지에서 전자는 1과 2 중 어느 방향으로 흐르겠는가?

5. (11 + 10 = 21 점) 다음의 표를 보고답하라.

환원 반쪽 반응	표준 환원 전위 : E^o (V)
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	1.70
$VO_2^+ + 2H^+ + e^- \rightarrow VO^{2+} + H_2O$	1.00
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0.77

(a) 다음 각 화학종에서 각 원소들의 산화수를 적어라.

화학종	원소	산화수	화학종	원소	산화수
Ce^{4+}	Ce		Ce^{3+}	Ce	
VO_2^+	V		VO^{2+}	V	
	O			O	
H^+	H		H_2O	H	
				O	
Fe^{3+}	Fe		Fe^{2+}	Fe	

(b) 산성용액에 Ce^{4+}, VO_2^+, Fe^{3+} 이온이 들어있다. 위의 표에 정리된 표준 환원전위값을 사용하여 산화력의 순서를 적고 전기분해할 때 환원전극 (cathode)에서 어느 이온이 가장 낮은 전위에서 환원되어 나올지 예측하라.

산화력의 순서 : > >

전기분해시 가장 낮은 전위에서 환원되는 이온 :

6. (5 x 2 + 10 x 4 + 5 x 2 = 60점) F^-는 약한장 리간드로서 코발트(Co) 이온과 만나서 팔면체 구조를 하는 CoF_6^{3-} 착이온을 만들 수 있다. 또한 NH_3 는 강한장 리간드로서 코발트(Co) 이온과 만나서 팔면체 구조를 하는 $Co(NH_3)_6^{3+}$ 착이온을 만들 수 있다.

(a) CoF_6^{3-} 의 이름을 써라.

(b) $Co(NH_3)_6^{3+}$ 의 이름을 써라.

(c) 결정장 이론 (crystal Field Model) 에 근거하여 CoF_6^{3-} 착이온에서의 3d 궤도함수 에너지의 분리를 그림으로 표시하고 그림 위에 d-전자의 배치를 화살표로 표시하라. 홀전자 (unpaired electron)는 몇 개인가? 스핀 양자수 (S) 는 얼마인가? (오비탈의 이름도 그림위에 써라.)

그림

홀전자의 수 = , S =

(d) 결정장 이론에 근거하여 $Co(NH_3)_6^{3+}$ 착이온에서의 3d 궤도함수 에너지의 분리를 그림으로 표시하고 그림 위에 d-전자의 배치를 화살표로 표시하라. 홀전자 (unpaired electron)는 몇 개인가? 스핀 양자수 (S) 는 얼마인가? (오비탈의 이름도 그림위에 써라.)

그림

홀전자의 수 = , S =

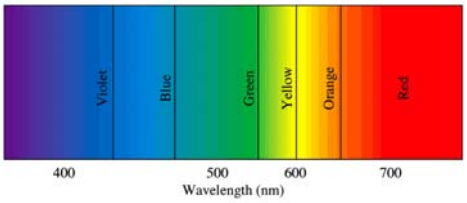
(e) CoF_6^{3-} 는 가시광선 영역의 주파수(frequency)인 3.89×10^{14} Hz 의 빛을 흡수한다. (c)의 그림을 참고로하여 CoF_6^{3-} 가 3.89×10^{14} Hz 의 빛을 흡수하였을 때의 3d 궤도함수 에너지의 분리 그림 위에 전자배치를 그려라.

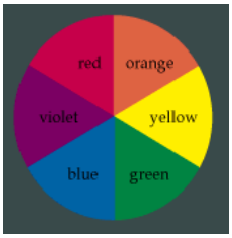
그림

(f) CoF_6^{3-} 는 몇 nm의 빛을 흡수하는가?

nm

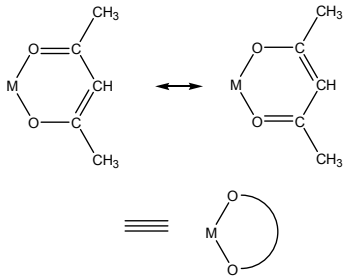
(g) CoF_6^{3-} 를 눈으로 보았을 때 어떠한 색으로 보이겠는가? 다음의 가시광선의 파장에 따른 색을 나타낸 그림과 Wheel of color 표를 참고로 하여 예측하여라.





(h) $Co(NH_3)_6^{3+}$ 는 CoF_6^{3-} 와 비교하였을 때 짧은 파장의 빛을 흡수하겠는가 긴 파장의 빛을 흡수하겠는가?

7. (15점) 아세틸아세톤 (acetylacetone, acacH) 은 두 자리 리간드이다. acacH 는 전이금속에 배위할 때 양성자를 잃고 다음 그림과 같이 $acac^-$ 의 형태로 배위한다.



$Cr(acac)_2(H_2O)_2$ 에 존재하는 기하이성질체 (geometrical isomer)를 모두 그고 광학활성 (optical activity) 을 가지고 있는 것을 표시하라.

8. (10 x 2 = 20점) 헵테인 (Heptane, C_7H_{16}) 은 모두 9개의 구조 이성질체를 가지고 있다.

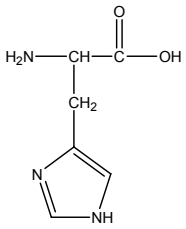
(a) 9개의 구조 이성질체 중에서 체계명이 **-헥세인 (**-hexane) 으로 되는 것은 2개가 있다. 2개의 구조를 그려라.

(b) 위의 9개의 이성질체 중에서 키랄 탄소 (chiral carbon)을 가지고 있는 것은 하나가 있다. 그것의 구조 그림을 그리고 체계적인 이름을 써라. 또 구조 그림 위에 키랄 탄소를 표시하여라.

구조

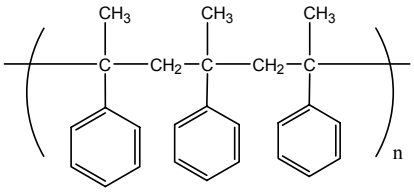
체계명 :

9. (10점) 다음 아미노산의 이름은 무엇인가?



관용명:

10. (10점) 다음의 중합체를 제조하기 위하여 필요한 단위체의 구조를 그리고 그 이름을 써라.



구조
체계명 :

11. (10 x 2 = 20점) 알데하이드 (aldehyde)를 산화시켜 카복실산 (carboxylic acid)를 얻는다. 다음의 출발 물질을 산화시켰을 때 만들어지는 생성물의 구조를 그려라.

(a) propanal (프로판알)

(b) 3-methylbenzaldehyde (3-메틸벤즈알데하이드)

13. (10 x 2 + 20 = 40 점) 다음의 (가), (나) 를 읽고 질문에 답하시오.

(가) 여러 가지 연료전지들 중에서 요즈음 수소 (H_2)를 연료로 사용하는 연료전지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 수소 연료전지는 그림1 에 나타낸 바와 같이 수소와 산소 (O_2)를 연료로 사용하여 전기를 발생시키는 장치로서 이 때 생성되는 전기를 이용하여 여러 가지에 유용하게 쓸 수 있다. 예를 들어 자동차의 모터를 돌릴 수 있고 따라서 현재의 자동차들이 가지고 있는 오염의 문제를 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다. 따라서 수소 연료전지가 실용화 되면 미래의 자동차는 휘발유통이 아닌 수소저장통을 달고 주유소가 아닌 수소저장소에서 수소를 채우면서 자동차를 운행할 것이다. (산소는 자동차 운행 중에 공기로부터 항상 얻을 수 있으므로 특별히 보관할 필요가 없다.)

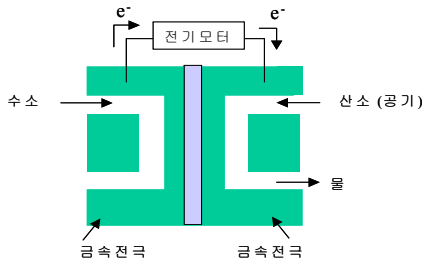


그림 1. 수소 연료 전지의 모식도

(나) 위의 수소 연료전지를 사용하려면 언급한 바와 같이 수소를 공급하여 주어야 한다. 현재 구상하고 있는 실용적 방법 중의 하나는 그림2 에 나타낸 바와 같이 물을 전기분해하여 수소를 발생시키고 이를 저장하였다가 필요할 때 사용하는 것이다.

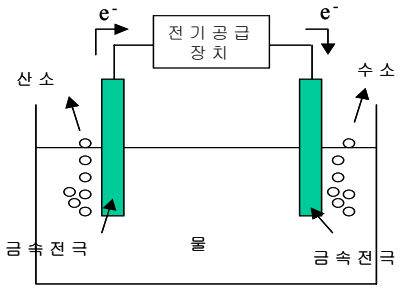


그림 2. 물의 전기분해 장치의 모식도

(a) 열역학 제 1 법칙을 기술하라.

(b) 열역학 제 2 법칙을 기술하라.

(c) 과연 수소 연료전지는 공해를 발생시키지 않는 꿈의 장치가 될 수 있을 것인가에 대하여 (가),(나),(a),(b)를 바탕으로 하여 학생의 생각을 논리적으로 기술하여라.

- 여러 가지 상수들 -

● Cu의 원자량 = 63.55 amu	● c (광속) = λν = 2.998 x 10^8 m/s
● Cl의 원자량 = 35.45 amu	● F (faraday) = 96485 C
● Na의 원자량 = 22.99 amu	● 1 Joule = 1C·V (coulomb x volt)
● O의 원자량 = 16.00 amu	● R (기체상수) = 0.0821 L•atm/(mol•K) = 8.314 J/(mol•K)
● H의 원자량 = 1.008 amu	