

이름: _____ 학번: _____ 학과: _____

- 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. 네모의 크기와 답의 길이는 상관관계가 없음.
- 각 문항에서 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임. 빈 공간의 길이와 풀이과정과는 상관관계가 없음.
- 시험에 필요한 상수나 데이터는 맨 뒤에 있음.
- 문제수: 10, 만점: 218 점
- Page 수: 4

1. (10+10=20점) 약산 HX 1.0 M 용액에 다음의 지시약(HIn) 몇 방울을 넣고 용액의 색을 관찰하였다. 다음 표는 여러 지시약의 성격과 용액에 지시약을 넣었을 때 용액의 색을 정리한 표이다.

실험	지시약	HIn의 색	In ⁻ 의 색	HIn의 pK _a	약산 HX 1.0 M 용액의 색
1	브롬페놀블루	노란색	파란색	4.0	파란색
2	브롬크레졸퍼플	노란색	진홍색	6.0	노란색
3	브롬그크레졸	노란색	파란색	4.8	초록색
4	알리자린	노란색	빨간색	6.5	노란색

(a) 약산 HX 1.0 M 용액의 pH는 대략 얼마인가?

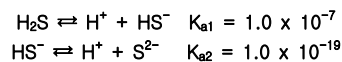
pH ≈

(b) HX의 K_a 값은 대략 얼마인지 계산하여라.

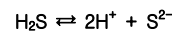
K_a ≈

2. (10+20=30점) pH = 3.0인 용액에 H₂S를 1.0 M 녹였다. 이 용액에 녹일 수 있는 Ni²⁺ 이온의 최대 농도는 얼마인지 계산하자.

(a) H₂S는 이양성자산으로서 다음의 산해리상수(K_a) 값을 가지고 있다.



다음 반응의 평형상수(K)는 얼마인가?

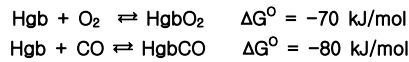


K ≈

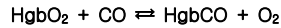
(b) NiS의 K_{sp} 값은 3.0 × 10⁻²¹ 이다. 물에 녹일 수 있는 Ni²⁺ 이온의 최대 농도는 얼마인가?

[Ni²⁺] ≈ M

3. (10+10=20점) 다음은 일산화탄소(CO)와 O₂가 헤모글로빈(Hgb)과 결합하는 반응의 표준자유에너지 변화량(ΔG°)이다.



(a) 25°C에서 다음 반응의 평형상수를 구하라.

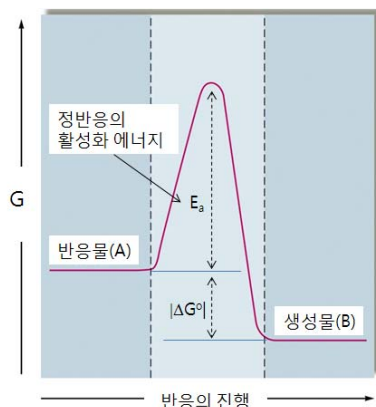


$$K =$$

(b) 공기 중에 CO가 대략 12,800 ppm (1.28 %) 정도 있으면, 사람은 두세 번 호흡으로 바로 의식 불명이 되고 3분 이내 사망에 이르게 된다. 공기 중에 CO가 대략 12,800 ppm (1.28 %) 정도 있을 때 몸 안에 있는 헤모글로빈에 결합하여 있는 O₂와 CO의 비($\frac{[\text{HgbCO}]}{[\text{HgbO}_2]}$)는 얼마인가? (공기 중에 O₂는 20 % 있다.)

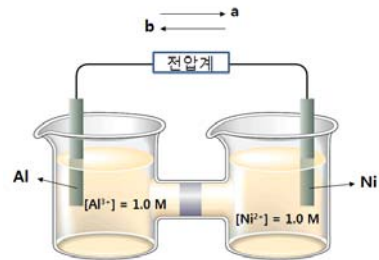
$$\frac{[\text{HgbCO}]}{[\text{HgbO}_2]} =$$

4. (15점) 단순한 한 단계 반응 $A \rightleftharpoons B$ 의 표준자유에너지 변화량을 ΔG° 이라고 하자. 다음 그림은 이 반응에 대한 자유에너지 프로파일이다.



정반응의 속도 상수를 k_f , 역 반응의 속도 상수를 k_r 이라고 할 때 $A \rightleftharpoons B$ 반응의 평형상수(K)는 $\frac{k_f}{k_r}$ 임을 보여라. (힌트: Arrhenius의 식) (주의: ΔG°의 부호)

5. (10+10+10=30점) 다음과 같은 갈바니 전지가 있다.



(a) 위 전지에 대하여 다음의 빈칸을 채워라.

기전력(E°)	V
전체 반응식	
산화전극(Al 비커, Ni 비커?)	
전자 흐름의 방향 (a, b?)	

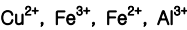
(b) 위 전지를 설치한 후 어느 정도의 시간이 흐른 후 전압계가 0 V를 나타내었다. 이때 $[\text{Al}^{3+}]^2$ 과 $[\text{Ni}^{2+}]^3$ 값의 비($[\text{Al}^{3+}]^2/[\text{Ni}^{2+}]^3$)는 얼마인가?

$$[\text{Al}^{3+}]^2/[\text{Ni}^{2+}]^3 =$$

(c) (b)에서 전압계가 0 V를 나타내었을 때까지 흐른 전자의 전하량은 몇 C 인가? (각 비커의 부피는 1 L 이다.)

C

6. (10점) Mn을 Mn^{2+} 로 산화시키지만 Ni을 Ni^{2+} 로 산화시킬 수 없는 물질은 어느 것인지 다음 중에서 고르고 그 물질과 Mn을 반응시켰을 때 일어나는 반응의 균형잡힌 화학 반응식을 써라.



7. (8+4+4+16+5=37점) $Co(CN)_6^{3-}$ 와 CoF_6^{3-} 는 6배위 팔면체 구조의 착이온이다. 그러나 $Co(CN)_6^{3-}$ 는 반자기성(diamagnetic) 물질이지만 CoF_6^{3-} 는 상자기성(paramagnetic) 물질이다.

(a) 체계명(이름)을 써라.

$Co(CN)_6^{3-}$	CoF_6^{3-}

(b) Co 이온의 산화수는?

$Co(CN)_6^{3-}$	CoF_6^{3-}

(c) 각 Co 이온에 있는 d 전자의 수는?

$Co(CN)_6^{3-}$	CoF_6^{3-}

(d) 결정장 이론(Crystal Field Model)에 근거하여 각 착이온에서의 3d 궤도 함수 에너지의 분리를 그림으로 표시하고 그림 위에 d-전자의 배치를 화살표로 표시하라. 홀전자(unpaired electron)는 몇 개인가? 스핀 양자수 (S) 는 얼마인가? (오비탈의 이름도 그림 위에 쓸 것)

	$Co(CN)_6^{3-}$	CoF_6^{3-}
그림		
홀전자의 수		
스핀 양자수 (S)		

(e) 두 착이온의 흡수 파장은 220 nm와 770 nm이다. 각 파장은 어느 착물에 해당하는가?

$Co(CN)_6^{3-}$	CoF_6^{3-}

8. (10점) $[Pt(en)_2Cl_2]^{2+}$ 의 모든 가능한 이성질체를 모두 그려라. 만일 광학 이성질체가 있을 경우 그 짝들을 표시하여라. (빈 칸은 필요 이상 주어져 있음)

- 상수 -

- R (기체상수) = $0.08206 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K}) = 8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$
- F (파라데이상수) = $96,485 \text{ C/mol}$
- Arrhenius의 식: 속도 상수 (k) = $Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$
- 표준환원전위

TABLE 17.1 Standard Reduction Potentials at 25°C (298 K) for Many Common Half-Reactions

Half-Reaction	$\mathcal{E}^\circ \text{ (V)}$	Half-Reaction	$\mathcal{E}^\circ \text{ (V)}$
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$	2.87	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	0.40
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	1.99	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0.34
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	1.82	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	0.27
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	1.78	$\text{AgCl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0.22
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	1.70	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0.20
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1.69	$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$	0.16
$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1.68	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0.00
$2\text{e}^- + 2\text{H}^+ + \text{IO}_4^- \rightarrow \text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	1.60	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.036
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1.51	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	1.50	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1.46	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.23
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1.36	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0.35
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1.33	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.40
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	1.23	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1.21	$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0.50
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	1.20	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.73
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	1.09	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76
$\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	1.00	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83
$\text{AuCl}_4^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au} + 4\text{Cl}^-$	0.99	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.18
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0.96	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66
$\text{ClO}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_2^-$	0.954	$\text{H}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}^+$	-2.23
$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	0.91	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.37
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	0.80	$\text{La}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{La}$	-2.37
$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}$	0.80	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2.71
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	0.77	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	-2.76
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	0.68	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ba}$	-2.90
$\text{MnO}_4^- + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$	0.56	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2.92
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	0.54	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0.52		