

이름: _____ 학번: _____ 학과: _____

- 시험시간: 6:30 PM - 9:00 PM
- 휴대전화는 끌 것.
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음.
- 답은 각 문제에 주어진 네모 안에 적을 것. 네모의 크기와 답의 길이는 상관관계가 없음.
- 각 문항에서 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임. 빈 공간의 길이와 풀이과정과는 상관관계가 없음.
- 실험에 필요한 상수나 데이터는 맨 뒤에 있음.
- 문제수: 15
- Page 수: 5

1. 열역학 제2법칙은 “자발적인 과정에서 우주의 엔트로피는 항상 증가한다.” 라고 기술하고 있다. 즉, 자발적인 과정에서 $\Delta S_{\text{우주}} = \Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다. 이로부터 자발적인 과정에서 계의 자유에너지 변화량($\Delta G = \Delta G_{\text{계}}$)은 음수임을 증명하시오. ($\Delta S_{\text{주위}} = -\frac{\Delta H}{T}$)

2. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}, \text{적철광})$ 로부터 $\text{Fe}(\text{s}, \text{철})$ 을 얻는 방법으로는 열분해법과 환원법을 생각해 볼 수 있다. 다음의 표를 참고하여 물음에 답하시오,

화합물	ΔH_f° (kJ/mol)	S° (J/K·mol)
Fe(s)	0	27.28
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$	-824.2	87.40
$\text{O}_2(\text{g})$	0	205.03
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285.83	69.91
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130.57
C(s)	0	5.74
$\text{CO}(\text{g})$	-110.52	197.56
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393.51	213.63

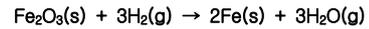
(a) $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 를 열분해하면 $\text{Fe}(\text{s})$ 가 얻어진다.



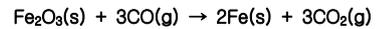
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 를 열분해하여 $\text{Fe}(\text{s})$ 를 얻을 수 있는 가장 낮은 온도는 몇 K 인가?

$$T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ K}$$

(b) $\text{H}_2(\text{g})$ 를 이용하여 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 를 환원시켜 $\text{Fe}(\text{s})$ 를 얻을 수 있다.

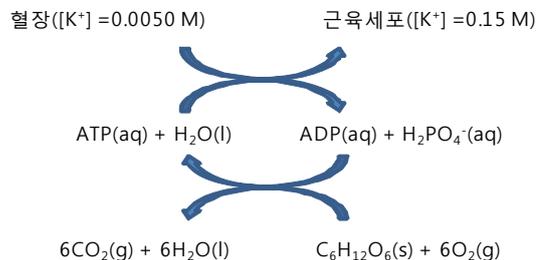


위 반응에 의하여 $\text{Fe}(\text{s})$ 를 얻을 수 있는 가장 낮은 온도는 697 K 이다. 또한 $\text{CO}(\text{g})$ 를 이용하여도 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 를 환원시켜 $\text{Fe}(\text{s})$ 를 얻을 수 있다.



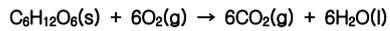
위 반응은 모든 온도에서 자발적임을 보이시오.

3. 세포의 신호전달과 생화학적 반응에는 K^+ 이온이 필요하다. 근육 세포에서 K^+ 이온의 농도는 대략 0.15 M 이고, 혈장에서 K^+ 이온의 농도는 약 0.0050 M 이다. 자연스러운 상태에서는 근육 세포에서 K^+ 이온이 혈장으로 이동하여 두 부분에서 K^+ 이온의 농도가 같아지려고 할 것이다. 그러나 우리 몸에서는 ATP(아데노신 삼인산)를 가수분해하여 얻는 에너지를 이용하여 혈장에서 근육 세포로 K^+ 이온을 강제로 이동시켜 근육 세포에서의 높은 K^+ 이온 농도를 유지한다. ATP는 가수분해되면 ADP(아데노신 이인산)이 되는데, 다시 ADP로부터 에너지 저장 물질인 ATP를 만들기 위해서 필요한 에너지는 영양소인 글루코스를 태워서 얻는다(글루코스 대사작용).



1 mol의 K⁺ 이온을 혈장에서 근육 세포로 이동시키기 위해서는 몇 mol의 글루코스 분자를 태워야 하는 지 다음의 순서로 해결하시오,

(a) 글루코스(C₆H₁₂O₆) 1 mol을 태울 때 외부에 할 수 있는(또는 외부에 줄 수 있는) 최대한의 일(또는 에너지)는 얼마인가?



화합물	ΔG_f° (kJ/mol)
C ₆ H ₁₂ O ₆ (s)	-911
H ₂ O(l)	-237
CO ₂ (g)	-394

_____ kJ

ATP(aq) + H₂O(l) ⇌ ADP(aq) + H₂PO₄⁻(aq) 반응에 대하여 $\Delta G^\circ = -30.5$ kJ/mol 이다.

(b) K⁺(혈장) ⇌ K⁺(근육세포) 의 변화에서 ΔG 를 구하시오. (체온 = 37°C)

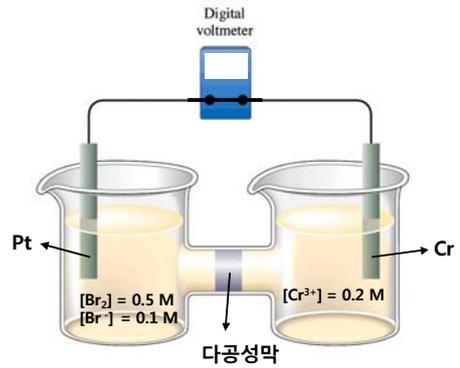
$\Delta G =$ _____ kJ/mol

(c) 1 mol의 K⁺ 이온을 혈장에서 근육 세포로 이동시키기 위해서는 몇 mol의 글루코스 분자를 태워야 하는가?

_____ mol

_____ mol

4. 다음의 갈바니 전지가 있다. 물음에 답하시오.



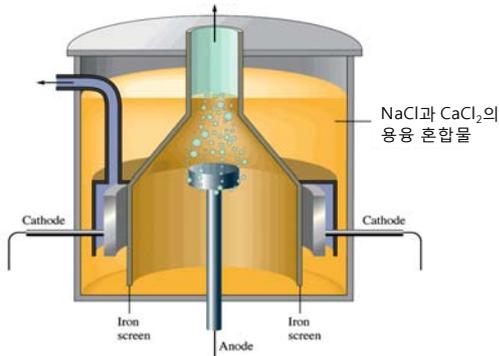
(a) 25°C에서 위 전지의 기전력은 얼마인가?

_____ V

(b) 위 전지에 대한 다음의 기술 중 맞는 것을 모두 고르시오,

- a. 위 전지는 갈바니 전지이다.
- b. 전자는 Pt 전극에서 Cr 전극으로 이동한다.
- c. 환원은 Pt 전극에서 일어난다.
- d. 위 전지는 표준 상태에 있지 않다.
- e. 회로가 완성되기 위하여, 다공성막을 통하여 양이온은 오른쪽에서 왼쪽으로 음이온은 왼쪽에서 오른쪽으로 흘러야 한다.

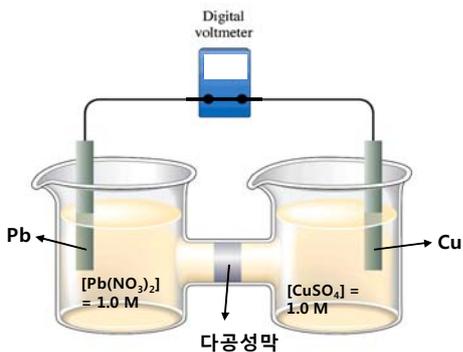
5. 금속 소듐은 용융된 염화소듐(NaCl)을 전기 분해하여 생산한다. 다음 그림은 이때 사용하는 Downs 전지의 모식도이다. 산화전극(Anode)과 환원전극(Cathode)에서 일어나는 화학 반응을 각각 적으시오, (CaCl₂는 NaCl을 녹이는 데 있어서 녹는점을 낮추기 위하여 첨가한다.)



산화전극: _____

환원전극: _____

6. 다음 그림과 같은 갈바니 전지가 있다. 양쪽 비커에 있는 용액의 부피는 각각 1L 이다.



(a) 25°C에서 위 전지의 기전력은 얼마인가?

V

(b) 양쪽 비커에 각각 1 M의 황산(H₂SO₄) 용액 1 L를 첨가하였을 때 일어나는 현상을 바르게 기술한 것은? (PbSO₄의 K_{sp} = 1.3 x 10⁻⁸)

- a. 기전력이 감소한다.
- b. 기전력이 증가한다.
- c. 기전력의 변화가 없다.
- d. 알 수 없다.

7. 다음 원소들의 전자배치를 써라.

V	Cr	Mn	Fe
Co	Ni	Cu	Zn
			[Ar]4s ² 3d ¹⁰

8. Cl⁻는 Fe 이온과 만나서 정사면체 구조를 가지는 FeCl₄⁻ 착이온을 형성한다. 다음 질문에 답하시오.

(a) FeCl₄⁻의 이름을 쓰시오.

(b) Fe의 산화수는?

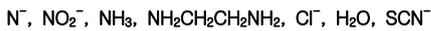
(c) FeCl₄⁻의 구조와 결합을 원자가결합이론(Valence Bond Theory)으로 설명하시오.

(d) 결정장 이론(Crystal Field Model)에 근거하여 FeCl_4^- 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 그림 위에 쓰시오.)

그림

홀전자의 수	
스핀양자수 (S)	

9. 다음의 리간드가 있다.



(a) 위의 리간드 중 금속과 결합할 때 결합 이성질체(linkage isomer)를 만들 수 있는 것을 모두 고르시오.

(b) 위의 리간드 중 킬레이트(chelate) 리간드는 어느 것인가?

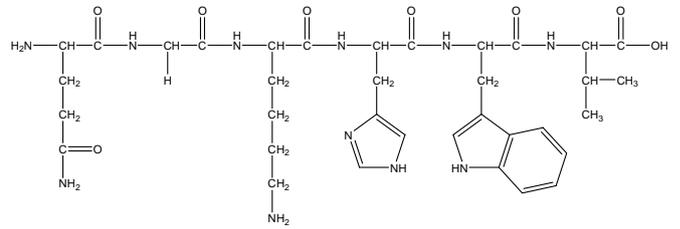
(c) (b)의 킬레이트 리간드 두 개와 H_2O 두 개가 Fe(II) 이온과 결합하면 팔면체 배위 구조를 가지는 착화합물을 만든다. 가능한 이성질체는 모두 몇 개인가?(구조, 입체(기하, 광학) 모두 포함)

(d) (c)의 이성질체 중에서 광학이성질체가 없는 착화합물의 이름을 쓰고 구조의 그림을 그리시오.(각 리간드에서 어느 원자가 금속에 결합하는 지 정확히 그릴 것)

이름	
그림	

10. (a) 다음은 몇 개의 아미노산이 연결된 펩타이드인가?

_____ 개



(b) 위의 펩타이드를 구성하는 아미노산의 이름을 1번부터 순서대로 써라.

11. 단백질에 열을 가하면 단백질의 2차구조에 있는 수소결합이 끊어져서 변성(denaturation)이 일어난다. 변성의 과정에서 ΔH 와 ΔS 의 부호로 맞는 것은?

	ΔH	ΔS
(a)	양	양
(b)	양	음
(c)	음	양
(d)	음	음
(e)	알 수 없음	

답: _____

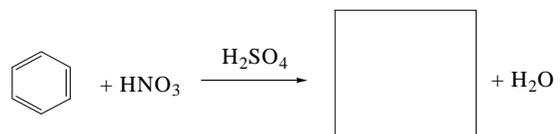
12. (a) *시스-2-헥센(cis-2-hexene)*의 구조를 그리시오.

(b) *시스-2-헥센(cis-2-hexene)*의 분자식은 C_6H_x 이다. x는 어떤 자연수인가?

(c) *시스-2-헥센(cis-2-hexene)*과 같은 분자식을 가지나 모든 탄소가 sp^3 혼성오비탈만을 가지는 탄화수소가 있다. 이 탄화수소의 이름과 두 가지 가능한 이성질체의 그림을 그려라.

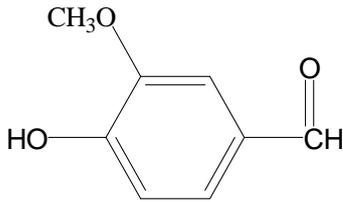
이름	
구조 1 그림	
구조 2 그림	

13. 다음 반응에서 생성되는 화합물의 구조를 네모안에 그리고, 이름을 쓰시오.



이름: _____

14. 다음은 바닐린의 구조이다. 바닐린에 존재하는 작용기의 이름을 모두 밝히시오,



15. HCl, HBr은 탄소-탄소 이중 결합을 가지고 있는 탄화수소와 반응하여 첨가반응을 일으킨다. 또한 카복실산은 알데하이드를 산화시켜 얻는다. 다음 반응의 생성물의 구조를 그리시오.

(a) 프로펜(1-propene) + HBr

(b) 2,3-다이메틸펜탈알(2,3-dimethylpentanal)의 산화

- 상수 -

- R (기체상수) = 0.08206 L·atm/(mol·K) = 8.314 J/(mol·K)
- F (파라데이상수) = 96,485 C/mol

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

Half-Reaction	E° (V)	Half-Reaction	E° (V)
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	2.87	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	0.40
$Ag^{2+} + e^- \rightarrow Ag^+$	1.99	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	0.34
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	1.82	$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$	0.27
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	1.78	$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	0.22
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	1.70	$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	0.20
$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$	1.69	$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	0.16
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$	1.68	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0.00
$2e^- + 2H^+ + IO_4^- \rightarrow IO_3^- + H_2O$	1.60	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0.036
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0.13
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	1.50	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	-0.14
$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	1.46	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0.23
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	1.36	$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	-0.35
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33	$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	-0.40
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	1.23	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	-0.44
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.21	$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.50
$IO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow \frac{1}{2}I_2 + 3H_2O$	1.20	$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	-0.73
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	1.09	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0.76
$VO_2^+ + 2H^+ + e^- \rightarrow VO^{2+} + H_2O$	1.00	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83
$AuCl_4^- + 3e^- \rightarrow Au + 4Cl^-$	0.99	$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	-1.18
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	0.96	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.66
$ClO_2 + e^- \rightarrow ClO_2^-$	0.954	$H_2 + 2e^- \rightarrow 2H^+$	-2.23
$2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	0.91	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2.37
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0.80	$La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$	-2.37
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	0.80	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2.71
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0.77	$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2.76
$O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	0.68	$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	-2.90
$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	0.56	$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2.92
$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	0.54	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3.05
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	0.52		