

이름: _____ 학번: _____ 비밀번호(네자리): _____

부피	94.67 mL
질량	18.182 g
밀도	$1.921 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$

- 시험시간: 1:30 PM - 4:15 PM
- 휴대전화는 끌 것
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음
- 답은 반드시 각 문제에 주어진 네모 안에 적을 것. 네모의 크기와 답의 길이는 상관관계가 없음
- 답의 단위가 주어졌을 경우 반드시 단위에 맞추어 답을 적을 것
- 각 문항에서 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임. 빈 공간의 크기와 풀이의 길이는 상관관계가 없음.
- 실험에 필요한 상수나 데이터는 별지에 있음.
- 문제수: 15
- Page 수: 4
- 만점: 313점

1. (3 x 3 = 9점) 다음 반응은 침전 반응, 산-염기 반응, 산화-환원 반응 중 어느 것인가?

- (a) $\text{BF}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{BNH}_3$
 (b) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCrO}_4(\text{s}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
 (c) $\text{PbS}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{PbO}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$

(a)	산-염기 반응
(b)	침전 반응
(c)	산화-환원 반응

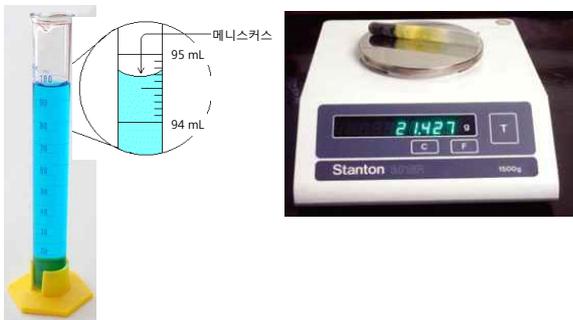
2. (2 x 10 = 20점) 다음은 어떠한 물리량을 측정하는 단위인가?

단위	물리량	단위	물리량
kg	질량	sec	시간
cm/sec ²	가속도	N	힘
J	에너지(일)	erg	에너지(일)
K	온도	mol	물질의 양
Hz	주파수	dyne	힘

힌트 1: 길이, 질량, 시간, 온도, 전류, 광도, 물질의 양, 면적, 부피, 속도, 가속도, 파동수, 밀도, 각도, 주파수, 힘, 압력, 에너지(일), 일률, 전하량, 전위차

힌트 2: $J = \text{N}\cdot\text{m}$, $N = \text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec}^2$, $\text{erg} = \text{dyne}\cdot\text{cm}$, $\text{dyne} = \text{g}\cdot\text{cm}/\text{sec}^2$

3. (10점) 어떤 액체의 밀도를 구하기 위하여 눈금실린더를 이용하여 아래와 같이 부피를 측정하고 디지털 저울을 사용하여 질량을 측정하였다.(액체를 담은 용기의 질량은 3.245 g 이다.) 액체의 밀도 kg/m^3 의 단위로 얼마인가? (유효 숫자 주의)



부피 = 94.67 mL
 질량 = 21.427 g - 3.245 g = 18.182 g
 밀도 = 질량/부피 = $18.182 \text{ g} / 94.67 \text{ mL} = 0.1921 \text{ g/cm}^3$
 $= 0.1921 \times (10^{-3} \text{ kg}) / (10^{-2} \text{ m})^3$
 $= 0.1921 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 $= 1.921 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$

4. (10점) 전 세계에서 사용되는 전력의 총량은 대략 15 TW (terawatt) 이다. 태양은 지구 표면에 제곱미터 당 1.336 kW의 빛을 쬐인다. (구름은 없다고 가정한다). 지구의 표면적은 대략 197,000,000 제곱마일이다. 전 세계에서 필요로 하는 전력을 얻기 위해서는 지구 표면의 몇 % 를 태양열 집열기로 덮어야 하는가? 태양열 집열기는 태양 빛의 10% 만을 사용 가능한 전력으로 바꿀 수 있다고 가정한다. (유효 숫자 주의)

1 m^2 에 쬐이는 태양 빛으로 만드는 전력량 = $1.336 \text{ kW} \times 10 \%$
 $= 0.1336 \text{ kW}$
 필요한 면적 = $15 \text{ TW} / (0.1336 \text{ kW/m}^2)$
 $= 15 \times 10^{12} \text{ W} / (0.1336 \times 10^3 \text{ W/m}^2)$
 $= 1.1 \times 10^{11} \text{ m}^2$
 지구의 표면적 = $197 \times 10^6 \text{ mi}^2 = 197 \times 10^6 (1.6093 \text{ km})^2$
 $= 197 \times 10^6 (1.6093 \times 10^3 \text{ m})^2$
 $= 5.10 \times 10^{14} \text{ m}^2$
 필요한 지구 표면의 % = $(1.1 \times 10^{11} \text{ m}^2) / (5.10 \times 10^{14} \text{ m}^2) \times (100 \%)$
 $= 0.022 \%$
 * 대한민국의 면적 = $9.9827784369 \times 10^{10} \text{ m}^2$ (2008 국토해양부 자료)

0.022 %

5. (1 x 16 + 3 x 4 = 28 점) 다음 빈칸을 채우시오.(각 칸은 중성 원자를 나타낸다.)

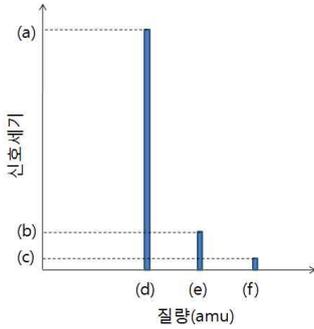
기호	⁶⁵ Zn	⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr	⁸¹ Kr	²⁵³ U
양성자	30	38	38	36	92
중성자	35	48	49	45	161
전자	30	38	38	36	92
질량수	65	86	87	81	253
전자배치	(a)	(b)	(c)	(d)	

(a)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$
(b)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
(c)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
(d)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

6. (2 x 14 = 28점) 다음 빈칸을 채우시오.(이름은 한글 또는 영어 둘 중 하나만 맞으면 됨)

양이온	음이온	식	이름
Li^+	O^{2-}	Li_2O	산화 리튬 (Lithium oxide)
Al^{3+}	SO_4^{2-}	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	황산 알루미늄 (Aluminum sulfate)
Cu^{2+}	NO_3^-	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	질산 구리(II) (Copper(II) nitrate)
Cr^{3+}	I^-	CrI_3	아이오딘화 크롬(III) (Chromium(III) iodide)
Zn^{2+}	ClO_4^-	$\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2$	과염소산 아연 (Zinc perchlorate)

7. (20점) 질량 분석기는 원자보다는 분자의 연구에 더 많이 사용된다. H₂ 분자가 H 원자로 분해되지 않는 조건에서 H₂의 질량 스펙트럼을 얻었더니 아래와 같이 3개의 신호가 측정되었다. 자연계에 존재하는 수소의 동위원소는 ¹H (원자 질량 = 1.00783 amu, 존재비 = 99.9885%) 와 ²H (원자 질량 = 2.01410 amu, 존재비 = 0.0115%)가 있다.



스펙트럼을 분석하여 보니 (c)의 값은 13225 (단위 없음) 였고, (e)의 값은 3.02193 (단위 amu) 이었다. 나머지 (a), (b), (d), (f)의 값은? ((a), (b)에 대하여서는 유효 숫자 고민하지 말고 최대한 정밀한 계산으로)

- (a): ¹H-¹H 인 H₂의 존재 비율 = 0.999885 x 0.999885 = 0.999770013225
- (b): ¹H-²H 인 H₂의 존재 비율 = 0.999885 x 0.000115 x 2 = 0.00022997355
- (c): ²H-²H 인 H₂의 존재 비율 = 0.000115 x 0.000115 = 0.000000013225
- (d): ¹H-¹H 인 H₂의 질량 = 1.00783 amu + 1.00783 amu = 2.01566 amu
- (e): ¹H-²H 인 H₂의 질량 = 1.00783 amu + 2.01410 amu = 3.02193 amu
- (f): ²H-²H 인 H₂의 질량 = 2.01410 amu + 2.01410 amu = 4.02820 amu

(c)를 13225로 하였으므로
 (a)는 999770013225
 (b)는 229973550

(a)	999770013225
(b)	229973550
(d)	2.01566 amu
(f)	4.02820 amu

8. (2 x 8 =16점) 다음 화합물의 실험식과 분자식을 구하시오. (a) 탄소 원자 여섯 개와 수소 원자 여섯 개로 이루어진 유기 용매인 벤젠 (benzene); (b) 규소 원자 한 개와 염소 원자 네 개로 이루어진 컴퓨터 칩의 원료가 되는 사염화 규소 (silicon tetrachloride); (c) 붕소 원자 두 개와 수소 원자 여섯 개로 이루어진 반응성이 높은 다이보레인 (diborane); (d) 탄소 원자 여섯 개, 수소 원자 12개, 산소 원자 여섯 개로 이루어진 글루코스 (glucose)

	분자식	실험식
(a)	C ₆ H ₆	CH
(b)	SiCl ₄	SiCl ₄
(c)	B ₂ H ₆	BH ₃
(d)	C ₆ H ₁₂ O ₆	CH ₂ O

9. (5 + 5 + 8 + 10 + 5 = 33점) 아세틸렌(C₂H₂) 10.0 g을 산소(O₂) 10.0 g과 반응시키면 이산화탄소(CO₂)와 수증기(H₂O)가 발생한다.

(a) 균형 맞춘 화학 반응식을 쓰시오.



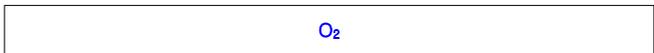
(b) 한계 반응물은 무엇인가?

아세틸렌(C₂H₂) 10.0 g = 10.0 g / (26.03834 g/mol) = 0.384 mol
 산소(O₂) 10.0 g = 10.0 g / (26.03834 g/mol) = 0.313 mol

C₂H₂:O₂ 의 반응 비율 = 2:5

O₂ 0.313 mol과 반응하는 데 필요한 C₂H₂의 양 = 0.313 mol/5 x 2 = 0.125 mol

따라서 O₂가 한계 시약, C₂H₂의 과잉 시약



(c) 반응이 완결된 후 C₂H₂, O₂, CO₂, H₂O 는 각각 몇 mol 존재하는가?

	$2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$			
반응전	0.384 mol	0.313 mol		
반응	0.125 mol	0.313 mol		
생성			0.250 mol	0.250 mol
반응 완결 후				
존재량	0.259 mol	0 mol	0.250 mol	0.250 mol

C ₂ H ₂	0.259 mol	CO ₂	0.250 mol
O ₂	0 mol	H ₂ O	0.250 mol

(d) 25 °C 1기압 상태에서 아세틸렌(C₂H₂) 1mol을 완전 연소시키는 반응의 반응열은?



반응열(ΔH_r°) = 4mol x ΔH_f°(CO₂(g)) + 2mol x ΔH_f°(H₂O(g))
 - 2mol x ΔH_f°(C₂H₂(g)) - 5mol x ΔH_f°(O₂(g))
 = 4mol x (-293.5 kJ/mol) + 2 x (-241.82 kJ/mol)
 - 2 x (266.77 kJ/mol) - 5mol x (0 kJ/mol)
 = -2111.2 kJ (C₂H₂ 2mol 반응시킬 때의 반응열)

따라서 C₂H₂ 1mol 반응시킬 때의 반응열 = -1055.6 kJ/mol

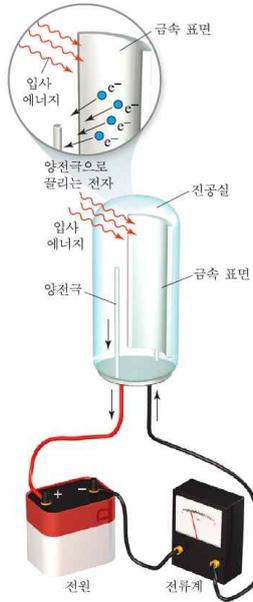


(e) 25 °C 1기압 상태에서 아세틸렌(C₂H₂) 10.0 g을 산소(O₂) 10.0 g과 반응시키면 얼마만큼의 열이 발생하는가?

(C)에서 C₂H₂은 0.125 mol 반응
 따라서 이때의 반응열 = -1055.6 kJ/mol x 0.125 mol = -132 kJ
 따라서 132 kJ 만큼 열이 발생



10. (15 + 10 = 25점) 금속에 파장이 짧은 빛을 비추면 전자가 튀어나오는 현상을 광전 효과(photoelectric effect)라고 한다. 광전 효과로부터 아인슈타인은 빛이 입자의 성질을 가지고 있다는 것을 밝혔다. [원소의 일함수(work function)는 금속 표면으로부터 전자 하나를 제거하는데 필요한 최소한의 에너지로 일차이온화 에너지의 반이다.]



위 실험에서 금속판으로 리튬 (Li)을 사용하고 파장이 9.00×10^{-9} m 인 자외선을 금속판에 쬐었을 때 리튬 판에서 튀어나오는 전자의 de Brolie 파장을 계산하여보자.

(a) 튀어나온 전자의 운동에너지는? (전자 한 개의 운동에너지)

포여준 자외선의 에너지, E_{UV}

$$\begin{aligned} E_{UV} &= h\nu \\ &= hc/\lambda \\ &= (6.62608 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}) / 9.00 \times 10^{-9} \text{ m} \\ &= 2.21 \times 10^{-17} \text{ J} \end{aligned}$$

Li 전자의 일함수, W_0

$$\begin{aligned} W_0 &= I_{Li}/2 \\ &= 5.60 \times 10^5 \text{ J/mol} / 2 \\ &= 2.80 \times 10^5 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Li 전자 한 개의 일함수, W_{e1}

$$\begin{aligned} W_{e1} &= W_0/N_A \\ &= (2.80 \times 10^5 \text{ J/mol}) / (6.022 \times 10^{23} / \text{mol}) \\ &= 4.65 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

따라서 튀어나온 전자의 운동에너지, K_e

$$\begin{aligned} K_e &= E_{UV} - W_{e1} \\ &= 2.21 \times 10^{-17} \text{ J} - 4.65 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 2.16 \times 10^{-17} \text{ J} \end{aligned}$$

$2.16 \times 10^{-17} \text{ J}$

(b) 튀어나온 전자의 de Brolie 파장은?

전자의 속도를 V_0 라고 하면 운동에너지는

$$K_e = m_e V_0^2 / 2$$

따라서,

$$\begin{aligned} V_0 &= \sqrt{\frac{2K_e}{m_e}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 2.16 \times 10^{-17} \text{ J}}{9.10938 \times 10^{-31} \text{ Kg}}} \end{aligned}$$

$$= 6.89 \times 10^6 \text{ m/s}$$

de Brolie의 파장, $\lambda_{de \text{ Brolie}}$

$$\begin{aligned} \lambda_{de \text{ Brolie}} &= h/m_e V_0 \\ &= 6.62607 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} / (9.109398 \times 10^{-31} \text{ kg} \\ &\quad \times 6.89 \times 10^6 \text{ m/s}) \\ &= 1.06 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &= 0.106 \times 10^{-9} \text{ m} \\ &= 0.106 \text{ nm} \end{aligned}$$

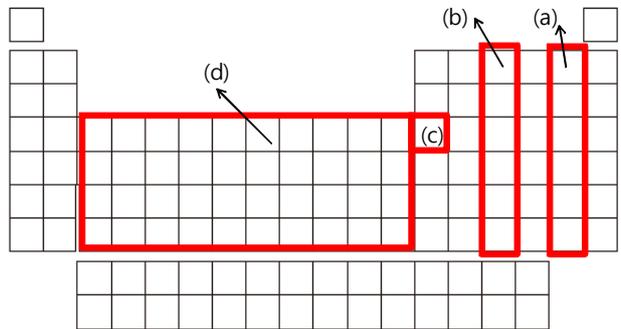
0.106 nm

11. (5 x 4 =20점) 다음 원소들이 주기율표에서 어디에 위치하는지 아래에 주어진 주기율표에 표시하시오.

- (a) 원자가전자의 전자 배치가 ns^2np^5 를 갖는 원소들
- (b) p 오비탈에 세 개의 전자가 있으며 그림(

1	1	1
---	---	---

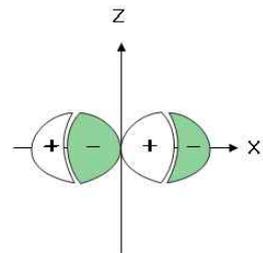
)과 같이 평행하게 스핀 배열하는 원소들
- (c) 원자가전자가 $4s^24p^1$ 인 원소
- (d) d 구역 원소들



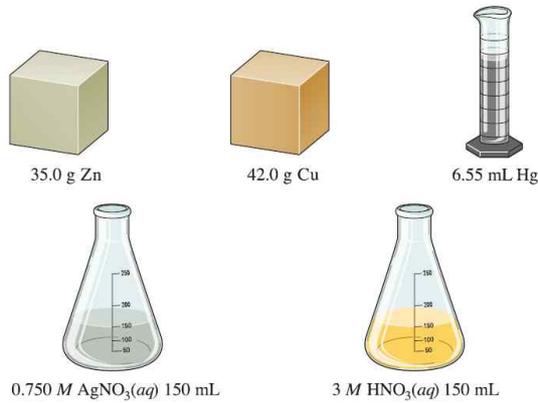
12. (2 x 7 =14점) 다음 표에서 양자수의 조합이 맞는 오비탈을 쓰시오. x, y, z 의 아래첨자는 무시하시오. 만약 양자수가 허락되지 않으면, '허용되지 않음'이라고 쓰시오.

n	l	m_l	오비탈
2	1	-1	2p
1	0	0	1s
3	-3	2	허용되지 않음
3	2	-2	3d
2	0	-1	허용되지 않음
0	0	0	허용되지 않음
4	2	1	4d
5	3	0	5f

13. (10점) 아래의 좌표에 $3p_x$ 오비탈의 모양을 그리시오.(위상도 표시)



14. (10 + 10 + 15 = 35점) 아래 그림과 같이 아연(Zn), 구리(Cu), 수은(Hg, 밀도 13.6 g/mL), 질산 은(AgNO₃) 용액, 질산(HNO₃) 용액이 준비되어 있다.



(a) 각각은 원소, 화합물, 균일혼합물, 불균일혼합물 중 어느 것인가?

아연(Zn)	원소
구리(Cu)	원소
수은(Hg)	원소
질산 은(AgNO ₃) 용액	균일혼합물
질산(HNO ₃) 용액	균일혼합물

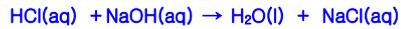
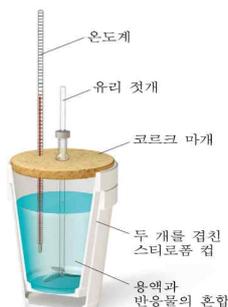
(b) 기체를 발생시키는 반응을 일으킬 수 있는 두 개의 반응물을 선택하고 반응의 균형 맞춘 화학 반응식과 알짜 반응식을 쓰시오.

두 개의 반응물	Zn(s), HNO ₃ (aq)
균형 잡힌 반응식	Zn(s) + 2 HNO ₃ (aq) → H ₂ (g) + Zn(NO ₃) ₂ (aq)
알짜 반응식	Zn(s) + 2H ⁺ → H ₂ (g) + Zn ²⁺ (aq)

(c) 은(Ag) 금속의 생성을 위한 반응이 일어나도록 두 개의 반응물을 선택하고 이 때 일어나는 반응의 균형 맞춘 화학 반응식을 쓰시오. (두 가지 종류의 반응이 있다.)

반응 1	두 개의 반응물	Zn(s), AgNO ₃ (aq)
	균형 잡힌 반응식	Zn(s) + 2AgNO ₃ (aq) → 2Ag(s) + Zn(NO ₃) ₂ (aq)
	알짜 반응식	Zn(s) + 2Ag ⁺ (aq) → 2Ag(s) + Zn ²⁺ (aq)
반응 2	두 개의 반응물	Cu(s), AgNO ₃ (aq)
	균형 잡힌 반응식	Cu(s) + 2AgNO ₃ (aq) → 2Ag(s) + Cu(NO ₃) ₂ (aq)
	알짜 반응식	Cu(s) + 2Ag ⁺ (aq) → 2Ag(s) + Cu ²⁺ (aq)

15. (15점) 어떤 학생이 1.0 M HCl 50 mL와 1.0 M NaOH 50 mL를 아래 그림과 같은 커피컵 열량계에 섞으니 용액 온도가 21.0°C에서 27.5°C로 증가하였다. 반응의 엔탈피 변화를 kJ/mol 단위로 계산하시오.(용액의 밀도는 1.0 g/mL, 그 비열은 4.18 J/g·K이다. 열량계의 열 손실은 없다고 가정한다.)



용액의 질량 = (100 mL) (1.0 g/mL) = 100 g 이다.

온도가 올라가므로 발열 반응

$$\Delta H = q_{\text{rxn}} = -C_s \times m \times \Delta T = -(4.18 \text{ J/g}\cdot\text{K}) (100 \text{ g}) (6.5 \text{ K}) = -2700 = -2.7 \text{ kJ}$$

$$\text{HCl(또는 NaOH) 몰수} = (0.050 \text{ L}) (1.0 \text{ mol/L}) = 0.050 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{따라서 HCl (또는 NaOH)의 몰당 엔탈피 변화} \\ = \Delta H = -2.7 \text{ kJ}/0.050 \text{ mol} = -54 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

-54 kJ/mol

16. (20점) 태양 빛이 프리즘을 통과하면 연속스펙트럼이 나타난다. 이를 아주 자세히 들여다보면 암흑선(dark line, 연속적이지 않고 특정 파장에서 빛이 나오지 않고 검게 보이는 선)들이 나타나는데, 이 선들을 19세기초 이 현상을 집중적으로 연구한 과학자들의 이름을 따서 Fraunhofer 선이라고 한다. 295 nm와 1,000 nm 사이의 태양 스펙트럼에는 대략 25,000 개의 Fraunhofer 선이 있다. Fraunhofer선이란 태양 대기에 있는 기체 분자에 의해 태양의 흰색광에서의 일정한 파장이 흡수되어 생긴 것이다. Fraunhofer 선 중에서 434 nm(가시광선)에 있는 선은 수소와 관계되어 있다. 이 선은 수소의 전자가 주양자수 몇 번 오비탈에서 몇 번 오비탈로 이동하기 때문에 생기는 선인가?

$$\begin{aligned} \Delta E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (n_1 < n_2 = \text{자연수}) \\ \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{hc}{\lambda R_H} \\ = \frac{(6.62607 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})(2.9979 \times 10^8 \text{ m/s})}{(434 \times 10^{-9} \text{ m})(2.18 \times 10^{-18} \text{ J})} \\ = 0.210 \end{aligned}$$

434 nm는 가시광선이므로 Balmer 계열, 즉 n₁ = 2

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} - \frac{1}{n_2^2} &= 0.210 \\ \frac{1}{n_2^2} &= 0.040 \\ n_2^2 &= 25 \\ n_2 &= 5 \end{aligned}$$

Fraunhofer 선은 흡수선이므로 수소의 전자가 n = 2 인 오비탈에서 n = 5 인 오비탈로 전이하면 선 434 nm에 암흑선이 발생한다.

n = 2 인 오비탈에서 n = 5 인 오비탈로 전이하면서 434 nm에 암흑선이 발생한다.

- 1 mile = 1.6093 km
- Li의 일차이온화 에너지 = 5.60×10^5 J/mol
- h (Planck 상수) = 6.62607×10^{-34} J·s
- c (광속) = 2.9979×10^8 m/s
- m_e (전자의 질량) = 9.10938×10^{-31} kg
- N_A (Avogadro의 수) = 6.022×10^{23} /mol
- $C_2H_2(g)$ 의 표준생성엔탈피(ΔH_f°) = 226.77 kJ/mol
- $CO_2(g)$ 의 표준생성엔탈피(ΔH_f°) = -293.5 kJ/mol
- $H_2O(g)$ 의 표준생성엔탈피(ΔH_f°) = -241.82 kJ/mol
- R_H (Rydberg 상수) = 2.18×10^{-18} J

표 4.5 • 수용액 중 금속의 활동도 계열

금속	산화 반응
리튬(Lithium)	$Li(s) \longrightarrow Li^+(aq) + e^-$
포타슘(Potassium)	$K(s) \longrightarrow K^+(aq) + e^-$
바륨(Barium)	$Ba(s) \longrightarrow Ba^{2+}(aq) + 2e^-$
칼슘(Calcium)	$Ca(s) \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + 2e^-$
소듐(Sodium)	$Na(s) \longrightarrow Na^+(aq) + e^-$
마그네슘(Magnesium)	$Mg(s) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e^-$
알루미늄(Aluminum)	$Al(s) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-$
망가니즈(Manganese)	$Mn(s) \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 2e^-$
아연(Zinc)	$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$
크로뮴(Chromium)	$Cr(s) \longrightarrow Cr^{3+}(aq) + 3e^-$
철(Iron)	$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$
코발트(Cobalt)	$Co(s) \longrightarrow Co^{2+}(aq) + 2e^-$
니켈(Nickel)	$Ni(s) \longrightarrow Ni^{2+}(aq) + 2e^-$
주석(Tin)	$Sn(s) \longrightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^-$
납(Lead)	$Pb(s) \longrightarrow Pb^{2+}(aq) + 2e^-$
수소(Hydrogen)	$H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$
구리(Copper)	$Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$
은(Silver)	$Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + e^-$
수은(Mercury)	$Hg(l) \longrightarrow Hg^{2+}(aq) + 2e^-$
백금(Platinum)	$Pt(s) \longrightarrow Pt^{2+}(aq) + 2e^-$
금(Gold)	$Au(s) \longrightarrow Au^{3+}(aq) + 3e^-$



PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	INERT GASES		
1 H 1.00797	2 He 4.0026																
3 Li 6.939	4 Be 9.0122										5 B 10.811	6 C 12.0112	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.183	
11 Na 22.9898	12 Mg 24.312										13 Al 26.9815	14 Si 28.086	15 P 30.9738	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.905	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.4	47 Ag 107.870	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.30
55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	*57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	†89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 ? (271)	111 ? (272)	112 ? (277)						

Numbers in parenthesis are mass numbers of most stable or most common isotope.

Atomic weights corrected to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.

The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

* Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.907	60 Nd 144.24	61 Pm (147)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.924	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
--------------------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------

† Actinide Series

90 Th 232.038	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (256)	103 Lr (257)
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------