임상 화학(Clinical Chemistry)

Lecture 3. Mole & Solution

Prof. Choi Jeong Su
E-mail : guesschjs@korea.ac.kr
H.P : 010-6314-3910

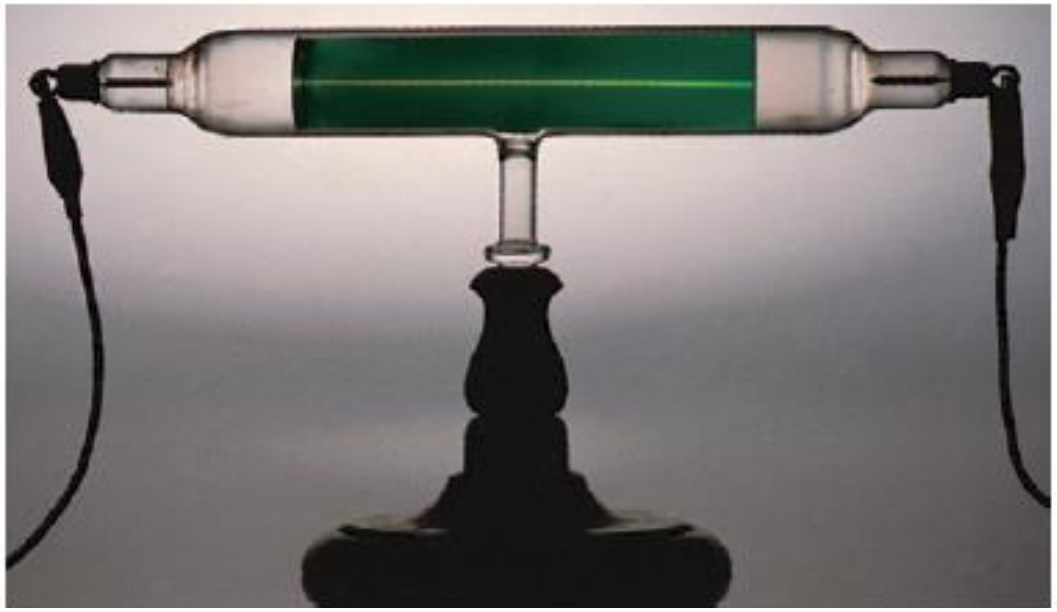
■ 전자(Electron)

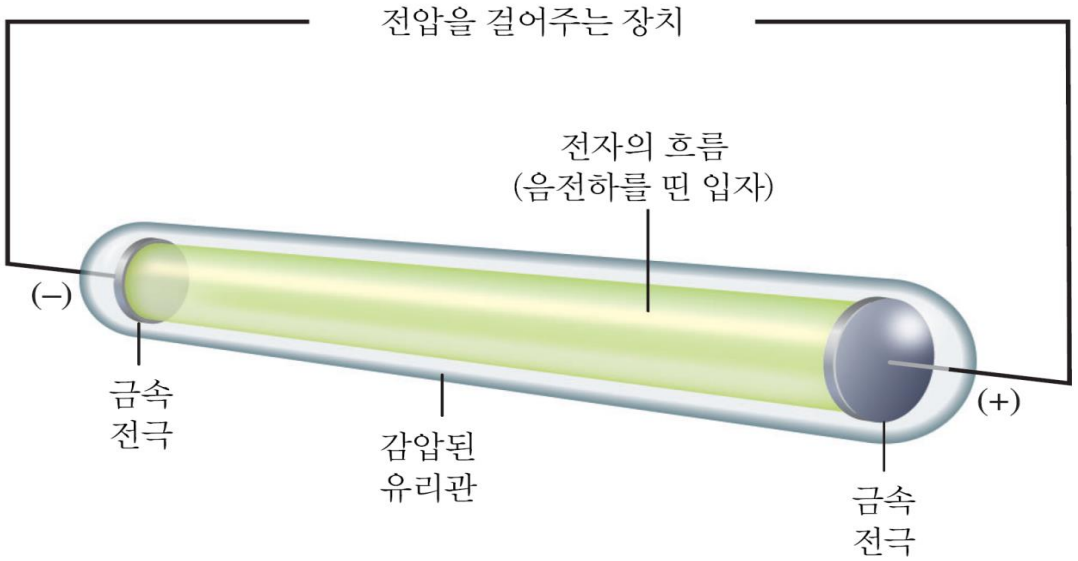
- Thomson은 1898-1903년에 음극선관(cathode-ray tube)으로 진공관 내에서 일어나는 전기 방전을 연구.

- 진공관에 높은 전압이 가해지면 "광선"이 발생하는 것을 발견.
  이 광선은 음극에서 방출되므로 음극선(cathode ray)로 명명.

- 음극에서 방출되며 외부에서 가해진 전기장의 음극과 반발한다는 사실에 기초하여 이 광선이 음으로 대전된 입자, 즉 전자의 흐름이라고 생각.

■ 톰슨의 음극선 실험





■ 톰슨의 음극선 실험

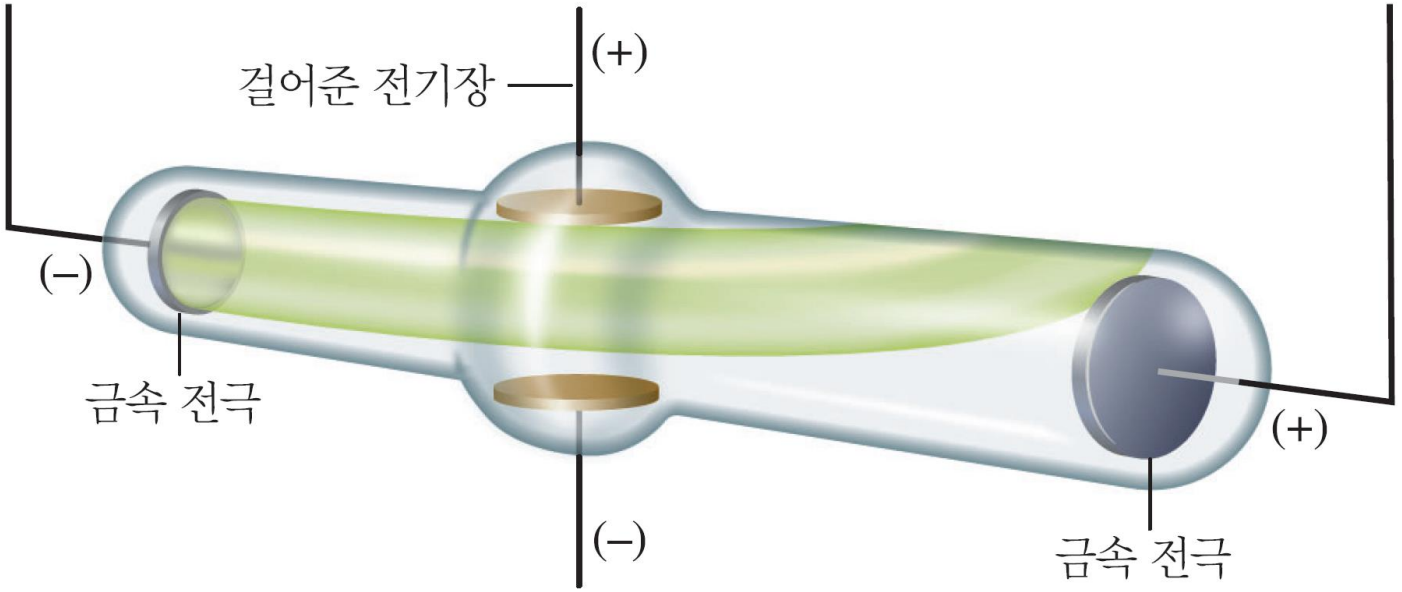


그림 2.8

전기장에 의한 음극선의 편향.

음극선이 음극에서 방출되고 외부에서 가해진 전기장의 음극과 반발한다는 사실에 기초하여 이 광선이 음으로 대전된 입자, 즉 전자의 흐름이라고 생각

■ Thomson의 원자 구조 설명

- 전자가 다양한 종류의 금속 전극으로부터 발생될 수 있으므로 모든 원자는 전자를 갖고 있어야 한다고 추론

- 원자들은 모두 전기적으로 중성이라는 사실이 알려졌었기 때문에

- 원자는 어떤 형태이든지 양전하를 포함하고 있을 것으로 가정.

- 퍼져 있는 양전하 구름에 음전하를 띤 전자가 무질서하게 박힌 모양으로 원자의 구조를 제안.

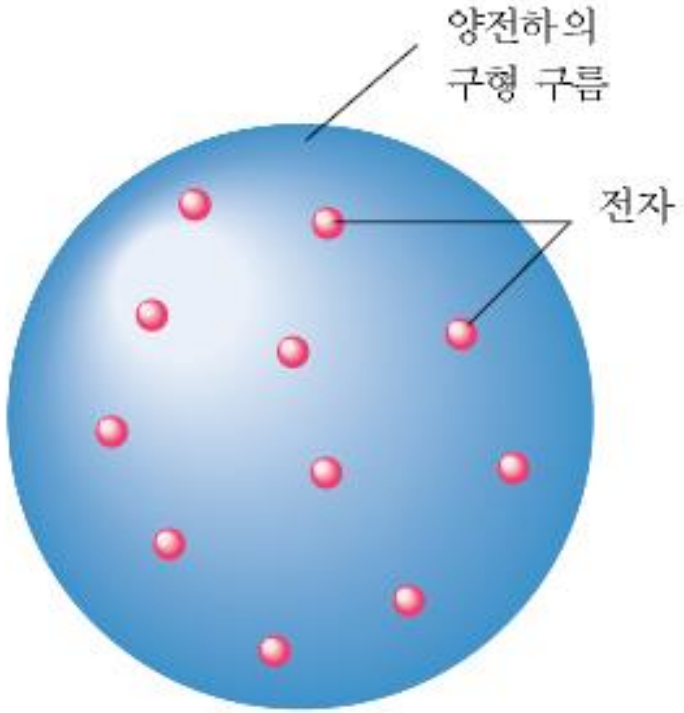


그림 2.9

원자의 플럼 푸딩 모형.

■ 원자핵(Nuclear Atom)

- **Rutherford**는 Thomson의 모형이 정확하다면 질량이 큰 알파 입자는 마치 대포알이 천 조각을 관통하듯 강력하게 얇은 금속 박막을 관통할 것으로 생각.

- 그러나 대부분의 알파 입자는 똑바로 박막을 관통해 지나갔지만, 많은 입자들이 큰 각도로 굴절되거나 검지기에 도달하지 못하고 반사.

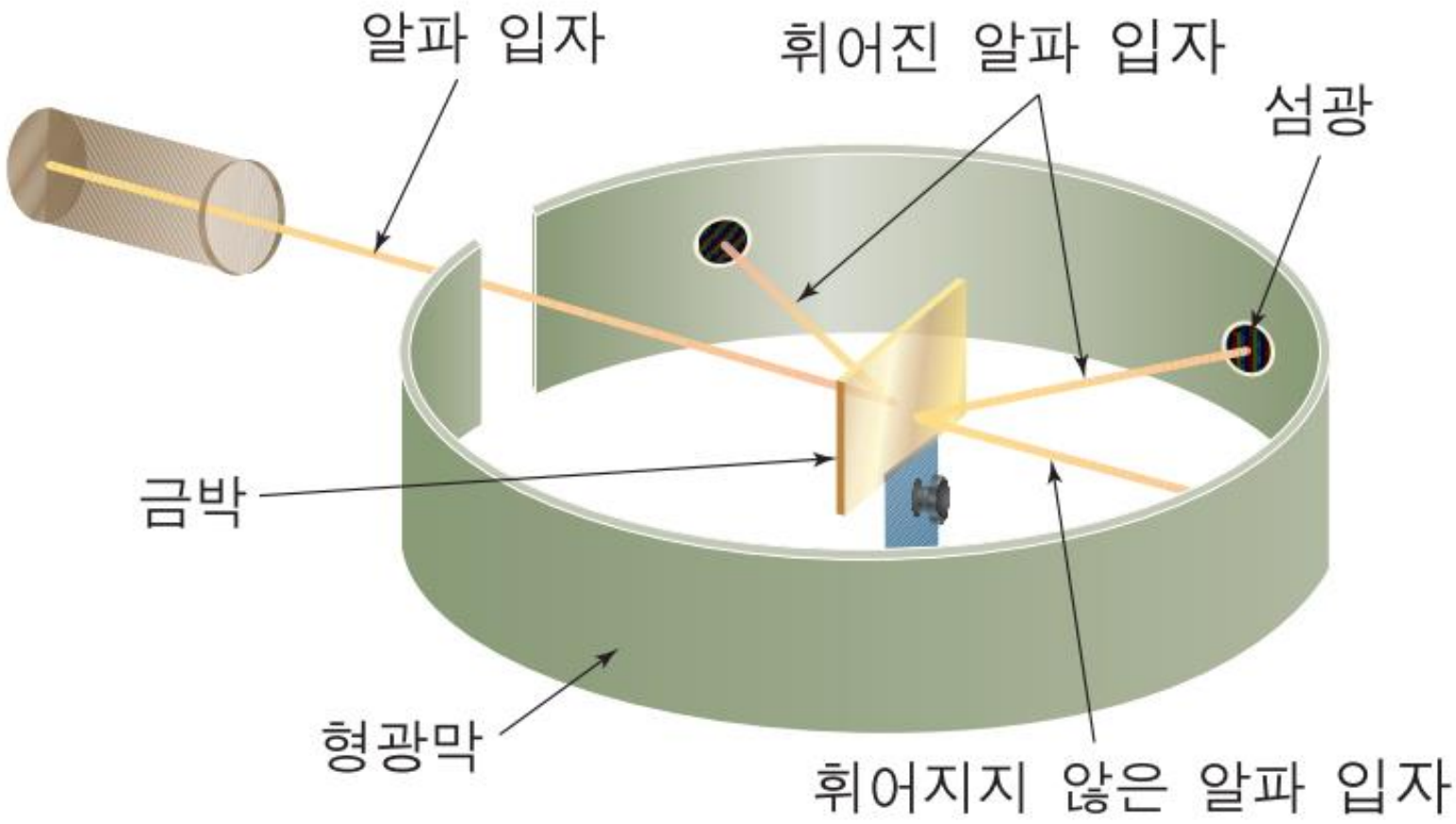
- 알파 입자들이 크게 휘려면 원자의 질량과 양전하가 중앙에 집중되어 있어야만 가능

- 원자의 중심부를 제외하면 원자는 거의 비어있는 공간이므로 대부분의 알파입자는 박막을 똑바로 관통하여 진행.

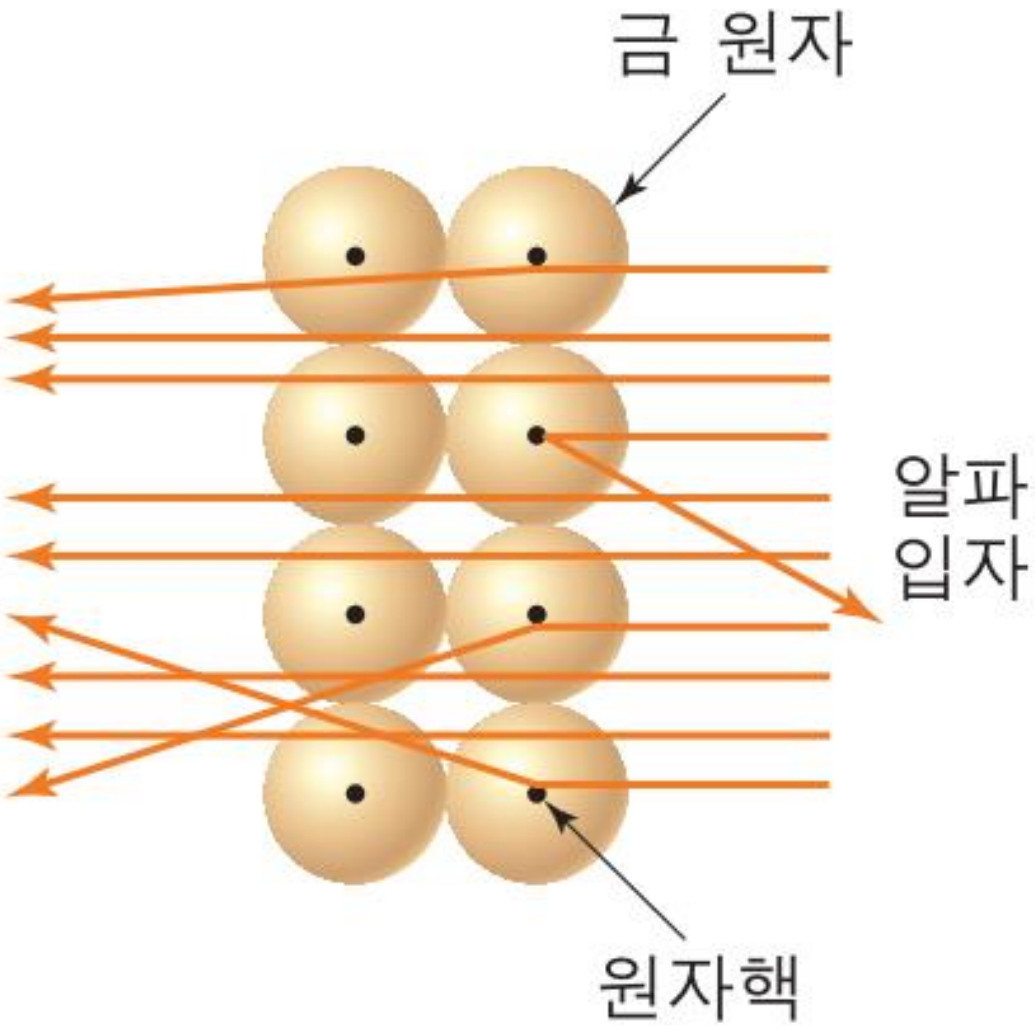
- 굴절된 알파 입자들은 원자의 양전하와 질량이 집중된 영역을 가까이 지나간 경우이고, 반사되어 튕겨져 나온 입자들은 정통으로 중심부에 충돌한 것.

.

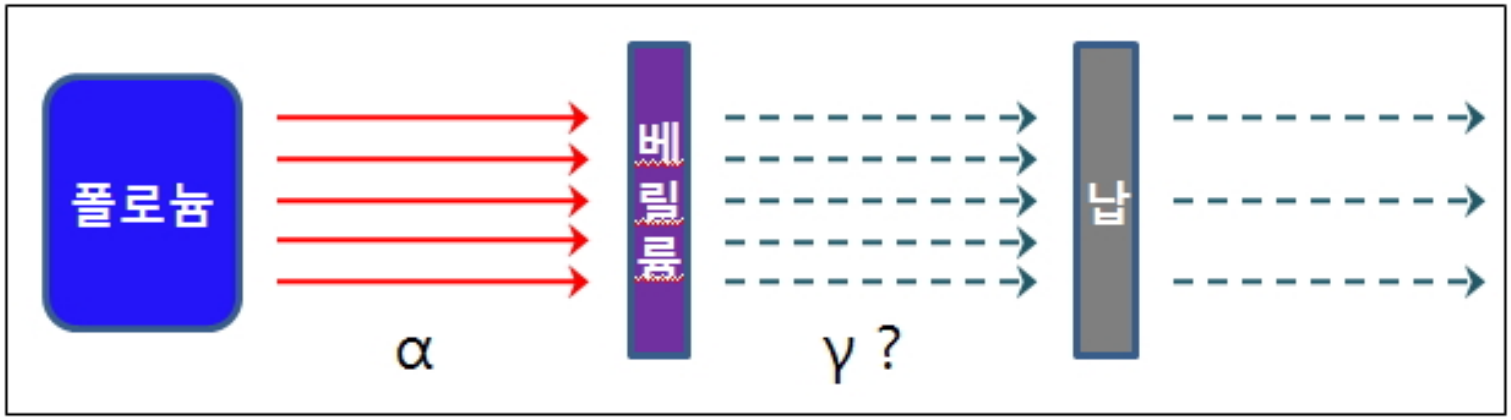
■ **러더퍼드의 입자 산란 실험**



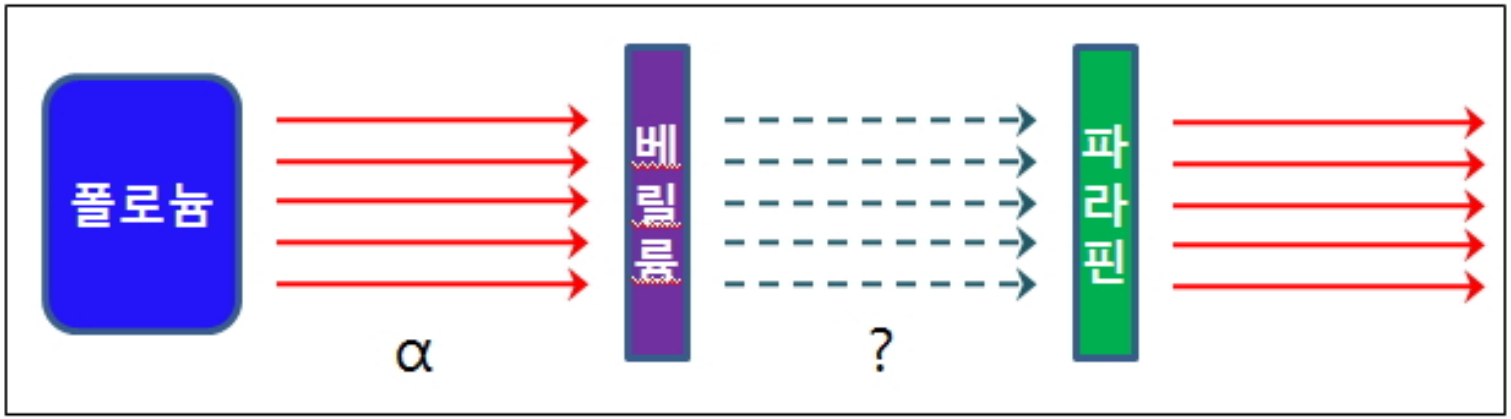
■ **러더퍼드의 입자 산란 실험**



■ 채드윅의 중성자 발견 실험



납을 통과하는 새로운 선의 발견



새로운 선은 중성자임을 증명하는 실험

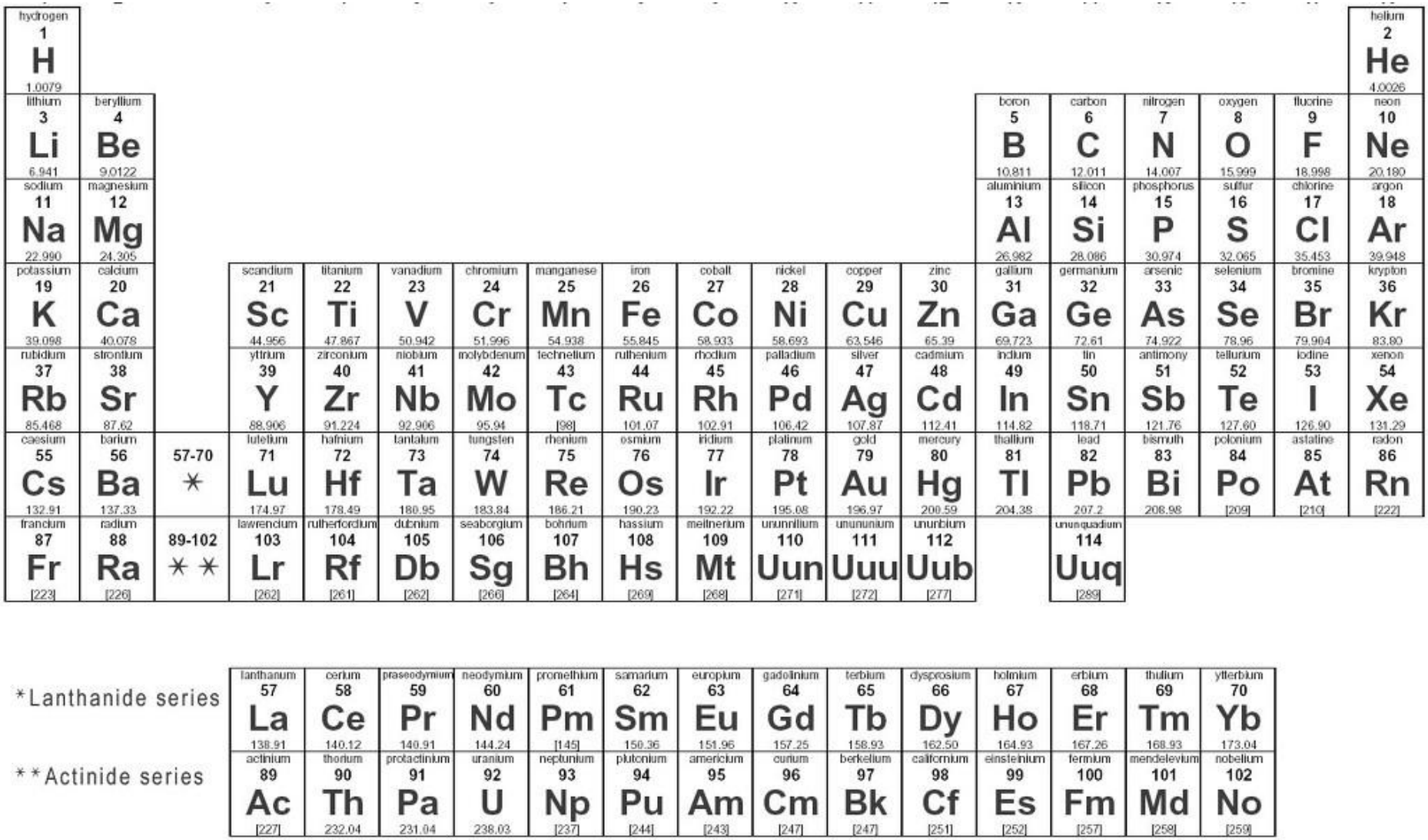
■ 원자(Atom)

- 원자는 양성자, 중성자, 전자로 이루어짐

입자명	원자 내 위치	전하	기호	상대질량(amu)
양성자	핵	+	p	1
전자	핵 주위	-	e	1/1837
중성자	핵	0	n	1

- 양성자(Proton) : +전하를 가지는 원자의 구성입자로 원자핵을 이룸
  원소의 성질을 결정
  러더퍼드의 입자산란 실험에 의해 발견
- 전자(Electron) : -전하를 띠는 기본입자로 원자 내부에서 핵 주변에 분포
  톰슨의 음극선 실험에 의해 발견
- 중성자(Neutron) : 전하가 없는 입자로 양성자와 함께 원자핵을 이룸

Lecture 3. Mole & Solution



Lecture 3. Mole & Solution

■ 원소표기법

- A : 원자량 (양성자수 + 중성자수)
- Z : 원자번호(양성자수)
- X : 원자

$$ {}^{A}_{Z}X $$

■ 원자량(Atomic weight)

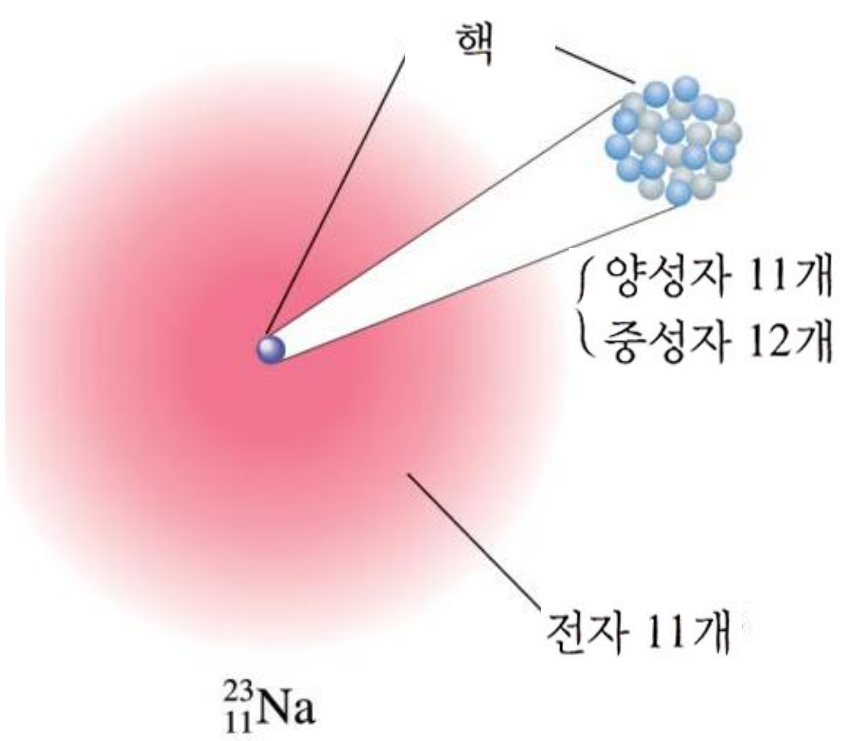
- 원자는 매우 작고 가볍기 때문에 작은 수의 원자 질량을 측정하기는 불가능
- 다른 원소들간의 상대적인 질량 측정
- 탄소를 기준으로 한 질량단위(amu: atomic mass unit)
- 실제 탄소의 질량 1.992×10^{-23}g ; 12amu = 1.992×10^{-23}g; ∴ 1amu = 1.660×10^{-24}g

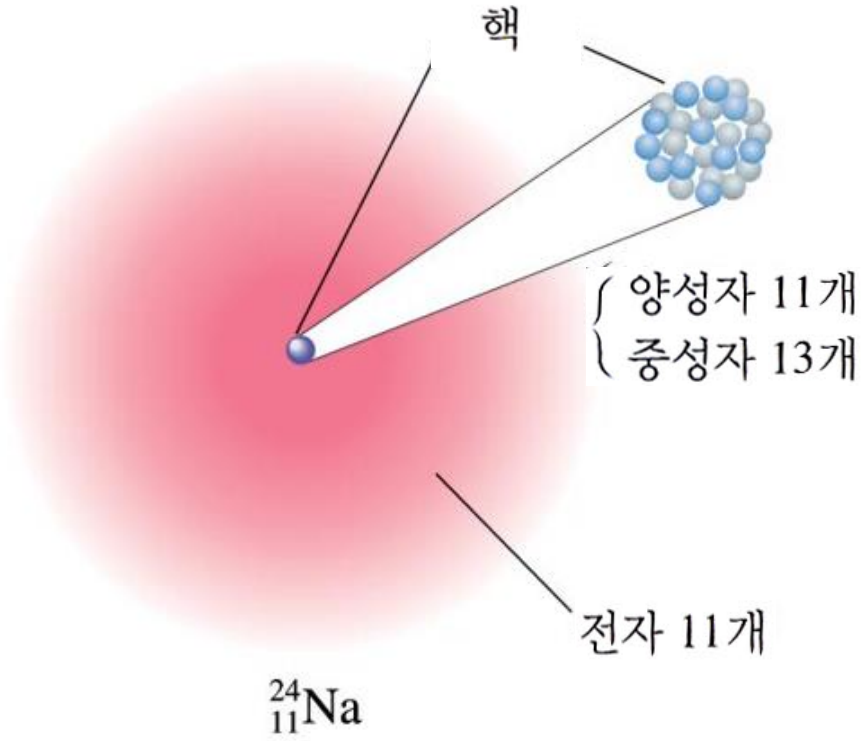
■ 동위원소(Isotope)

- 원자번호(Z)는 같고, 중성자수(n)와 질량수(A)가 다른 원소
- 화학적 성질은 같고, 물리적인 성질(질량)이 다르다
- 대부분의 원소는 두 종류 이상의 동위원소를 가진다
  -> 주석의 경우 10개

■ 동위원소(Isotope)

- 소듐의 두 동위원소. 두 종류 모두 11개의 양성자와 전자를 갖지만, 중성자의 수는 서로 다르다.





■ 평균원자질량

- 주기율표를 보면, 탄소의 원자질량 = 12.00 amu가 아닌 12.01amu로 표시

  이유: 탄소는 두 개의 동위원소로 존재 (C-12, 98.89% ; C-13, 1.11%)

  따라서 평균 원자질량으로 표시 (가중 평균치)

탄소의 평균 원자질량

= (0.9890)(12.00000amu) + (0.0110)(13.00335amu) = 12.01amu

- 자연계 속에 모든 원소는 1개 이상의 동위원소를 가짐

  -> 예: 구리: 두개의 동위원소 $^{63}_{29}Cu$ (69.09%) 와 $^{65}_{29}Cu$ (30.91%) 존재

  각각의 원자질량 : $^{63}_{29}Cu$: 62.93 amu, $^{65}_{29}Cu$: 64.9278 amu

구리의 평균질량

=(0.6909) x (62.93 amu) + (0.3091) x (64.9278 amu) = 63.55 amu

■ 몰과 아보가드로수

- 양성자수 6개 중성자수 6개인 탄소원자 1개의 질량을 임의로 12amu라고 상대 질량을 정함
- 과학기술의 발달로 실측한 결과 탄소 원자 1개 = 1.9927… x 10^{-23}g
- 너무 작은 질량값이기에 실제 측정이 가능하도록 바꾸기 위해 12amu=12g이 되도록 하는 원자 개수를 찾아보자.
- (12g) / (1.9927x10^{-23}g/개) = **6.022 x 10^{23}개 = 아보가드로 수 = 1mole**

즉, 아보가드로 수는 과학자들이 임의로 정한 숫자이다

- 어떤 원자든지 상대질량만큼 g수가 존재한다면 이때의 존재하는 원자 개수는 항상 6.022 x 10^{23}개 이다.

ex) 수소 1g = 1mole = 6.022 x 10^{23}개

산소 16g = 1mole = 6.022 x 10^{23}개

■ 용액과 농도(Solution & Concentration)

1. 용액의 농도

1) 몰농도(M) : 용액 1L속에 녹아있는 용질의 몰수.

2) 노르말농도(N) : 용액 1L속에 녹아있는 용질의 g당량 수.

3) 몰랄농도(m) : 용매 1Kg속에 녹아있는 용질의 몰수.

4) 퍼센트용액(%) :

- 중량용량퍼센트(w/v) : 용매 100ml속에 들어있는 용질의 g수.
- 용량퍼센트(v/v) : 용매 100ml속에 들어있는 용질의 ml수.
- 중량퍼센트(w/w) : 용매 100g중에 녹아있는 용질의 g수

5) 오스몰 (Osmol) : 빙점하강 , 빙점상승 , 삼투압에 이용

- 오스몰농도 (Osmolarity , Osm , osmol/L) : 용액 1ℓ에 함유된 용질의 이온화수
- 오스몰랄농도 (Osmolality , osm , osmol/kg) : 용매 1kg에 함유된 용질의 이온화수

■ 단위인자법(Unit Factor Method)

- 측정단위로 표시된 숫자로 계산하는 방법
- 어떤 숫자에 1을 곱하면 동일성을 유지한다는 성질을 이용

예) 2피트는 몇 인치에 해당하는가?

풀) 1피트 = 12인치

1피트/1피트 = 12인치/1피트

1피트/1피트 = 1 = 12인치/1피트

2피트 = X인치

2피트 * 1 = 2피트 = X인치

2피트 * 12인치/1피트 = X인치

X = 24

■ 몰농도(Molar Concentration, Molarity)

- 용액 속에 존재하는 용질의 양을 표현하는 가장 일반적인 농도의 단위
- 물질의 양을 나타내는 SI계 단위

$$\text{몰농도(M)} = \frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용액의 부피(L)}}$$

- 몰질량(Molar mass) = 물질 1mol의 입자수에 해당하는 질량, g/mol
  (Avogardro's number = 6.02 x 10^{23})

ex) Na 1mole에 해당하는 질량은?

$$1\text{몰 Na} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\text{원자 Na}}{1\text{몰 Na}} \times \frac{23\ \text{원자질량단위(amu)}}{1\text{원자 Na}} \times \frac{1.66 \times 10^{-24}\text{g}}{1\ \text{amu}} = 23\ \text{g}$$

- 6M HCl 용액은 HCl 6mol이 용액 1L에 포함된 것을 의미하고,
  용액에 녹아 있는 HCl의 질량은 6mol x 36.5g/mol = 219g

■ 몰농도(Molar Concentration, Molarity)

- 문제: 0.100 M NaCl 용액 1 L를 어떻게 만드는가?

>> 0.100M NaCl 용액 = 용액 1L에 용질 NaCl이 0.100mole 녹아 있다

1mol NaCl의 분자량 = 23.0 + 35.5 = 58.5 g

∴ 0.1 mol NaCl = 5.85 g

>>5.85 g의 NaCl을 저울에서 무게를 재고 1L volumetric flask에 넣고 소량의 물에 녹인다. 그 후 1L 눈금까지 물을 채우면 0.1 M NaCl 용액이 된다.

■ 몰농도(Molar Concentration, Molarity)

- 문제: 실험실에서 특정반응을 수행하기 위해 물에 용해된 1M HCl 이 필요하다. 현재 가지고 있는 용액은 2M HCl 뿐이다. 2M HCl 용액을 사용해서 1M HCl 용액 1L를 만들려면 2M HCl 몇 ml를 사용해야 하는가?

>> 2M HCl 용액 = 용액 1L에 용질 HCl이 2mol 녹아 있다

∴ 용액 500ml에는 HCl 1mol 녹아 있다

>> 2M HCl용액 500ml + 물 500ml 섞은 용액에서

용액의 부피 = 1L, 용질의 양 = 1mol HCl

∴ **용액의 몰농도(M) = 1mol HCl/1L = 1M HCl**

■ 퍼센트농도 (Percent concentration)

- 용질의 분자량을 고려하지 않는 방법

1. 질량/질량 퍼센트 (weight/weight percent)

$$\text{질량/질량(W/W)} = \frac{\text{용질 g}}{\text{용액 100 g}} \times 100\%$$

2. 부피/부피 퍼센트 (Volume/Volume percent)

$$\text{부피/부피(V/V)\%} = \frac{\text{용질의 부피}}{\text{용액의 100부피}} \times 100\%$$

3. 질량/부피 퍼센트 (Weight/Volume percent)

$$\text{질량/부피(W/V)\%} = \frac{\text{용질의 g}}{\text{용액의 100 ml}} \times 100\%$$

4. 밀리그램 퍼센트 (Milligram percent)

$$\text{밀리 그램 퍼센트(mg \%)} = \frac{\text{용질 mg}}{\text{용액 100 ml}} \times 100\%$$

■ 퍼센트농도 (Percent concentration)

1. 다음 용액을 어떻게 만들어야 하는가?

(a) 10% (W/W) NaOH 500 g

>>10%(w/w) = 용액 100g에 용질 10g 녹아 있다

∴ **5x10g NaOH/5x100g 용액= 10%(w/w)**

(b) 25 % (V/V) 메탄올 650 ml

>>25%(v/v) = 용액 100ml에 용질 25ml 녹아 있다

∴ **6.5x25ml 메탄올/6.5x100ml 용액 = 25%(v/v)**

2. 165 g의 포도당을 얻기 위해 15% (w/w) 포도당 용액이 얼마나 필요한가?

>>15%(w/w) = 용액 100g에 용질 15g 녹아 있다

∴ **필요한 포도당 165g을 얻기 위해 필요한 용액의 양은**

165g(포도당) x 100g(용액)/15g(포도당) = 1.100g(용액)

■ 당량 (Equivalents, Eq)

- 어떤 반응에서 임의로 그 양이 고정된 다른 물질과 정확히 반응하거나 또는 그 물질과 결합가(價)가 같은 물질의 양을 나타내는 화학용어
- 간단히 반응하는 상대물질 1몰에 대응하여 반응에 참여하는 양
- 이온 화합물의 농도를 설명하는 데 사용 (그램당량 = 원자량/원자가)
- 1 당량 = 양전하 또는 음전하 1몰

> 1당량 = 전하(+ 혹은 −) 1몰

- Na^+ 이온 1몰 = 1몰의 양전하를 가짐. 1 당량
- Mg^{2+} 이온 1몰 = 2몰의 양전하를 가짐. Mg^{2+} = 2 당량

  ∴ **Mg^{2+} 0.5몰이 1 당량임**

- HCO_3^- 1몰은 1몰의 음전하를 가짐. 1 당량

Lecture 3. Mole & Solution

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

- 1 당량에 포함된 물질의 g 질량

$$\text{그램당량} = \frac{\text{물질의 } g}{1\,\text{Eq}}$$

- Na+의 그램당량 = 23g / 1Eq (1몰 Na+ = 1 Eq)
- Mg^{2+} 의 그램당량 = 24g / 2Eq = 12 g/Eq (0.5 몰 Mg^{2+} = 1 Eq)

■ 밀리당량(Milliequivalent)

- 혈액 내 이온농도는 낮기 때문에 임상적으로 보고할 때 이온의 농도를 밀리당량(Milliequivalent)으로 표시한다
- 1000mEq = 1Eq

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

1. 원자 및 이온의 그램당량 = 원자량/원자가

>>Ca^{2+} 의 그램당량 = 40/2 = 20

>>Mg^{2+} 의 그램당량 = 24/2 = 12

2. 산의 그램당량 = 분자량/수소이온 (H^+)의 수

>>HCl의 그램당량 = 36.5/1 = 36.5 ($HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$)

>>H_2SO_4의 그램당량 = 98/2 = 49 ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$)

3. 염기의 그램당량 = 분자량/히드록시 이온 (OH^-)의 수

>>NaOH의 그램당량 = 40/1 = 40 ($NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$)

>>$Ca(OH)_2$의 그램당량 = 74/2 = 37 ($Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$)

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

- Ca^{2+} 이온의 그램당량은 얼마인가? (Ca^{2+} 1몰은 2 당량임)

  >>40 g/2 Eq = 20 g/Eq

- 0.1% (W/V) Ca^{2+} 용액의 100 ml에는 몇 밀리당량의 Ca^{2+} 이온이 존재하는가?

  >>0.1%(w/v) = 용액 100ml에 용질 Ca^{2+} 0.1 g 녹아 있다

  >>0.1 g Ca^{2+} 은 몇 당량인가?

  1 Eq Ca^{2+} = 20 g, 0.1 g Ca^{2+} x 1 Eq/20g = 0.005 Eq Ca^{2+}

  >>1000mEq = 1Eq

  ∴ **0.005Eq x 1000mEq/1Eq = 5mEq Ca^{2+}**

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

- 1 L의 체액 중 HPO_4^{2-} 의 정상농도는 140 mEq 이다. 1 L의 체액에는 몇 g의 HPO_4^{2-} 가 존재하는가?

mEq → Eq → g 으로 전환

>> 140 mEq 는 몇 Eq 인가? 0.14 Eq

>> HPO_4^{2-} 1 Eq 는 몇 g 인가? 96g/2Eq = 48 g/Eq

>> 0.14 Eq x 48 g/Eq = 6.72 g