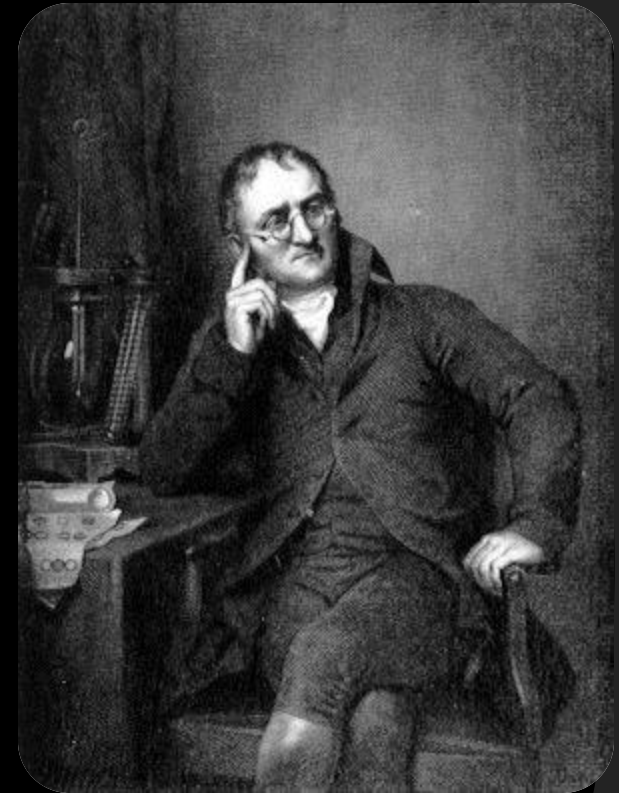


# ATOM, MOLEKUL, DAN ION

Purwanti Widhy H, M.Pd  
Pendidikan IPA FMIPA UNY

# Teori Atom Dalton (1808)

1. **Unsur** tersusun atas partikel yang sangat kecil, yang disebut atom. Semua atom unsur tertentu adalah identik, yaitu mempunyai ukuran, masa dan sifat kimia yang sama. Atom satu unsur tertentu berbeda dari atom semua unsur yang lain → Hk. Perbandingan tetap
2. **Senyawa** tersusun atas atom-atom dari dua unsur atau lebih. Dalam setiap senyawa perbandingan antara jumlah atom dari setiap dua unsur yang ada bisa merupakan bilangan bulat atau pecahan sederhana → hk perbandingan berganda
3. Yang terjadi dalam **reaksi kimia** hanyalah pemisahan, penggabungan, atau penyusunan ulang atom-atom; reaksi kimia tidak mengakibatkan penciptaan atau pemusnahan atom-atom. → hk. Kekekalan massa



**John Dalton**  
1808

# Oxygen in CO and CO<sub>2</sub>

Carbon monoxide



$$\frac{\text{O}}{\text{C}} = \frac{\text{1 red sphere}}{\text{1 black sphere}} = \frac{1}{1}$$

Carbon dioxide

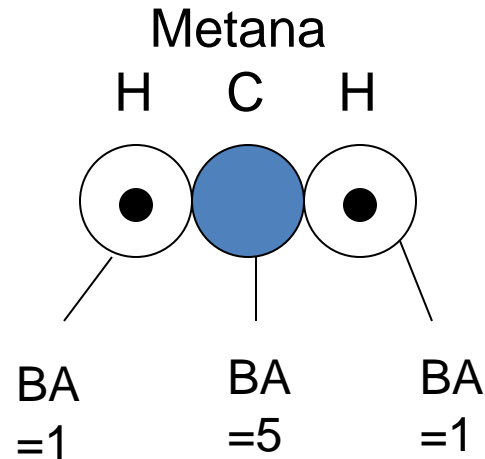
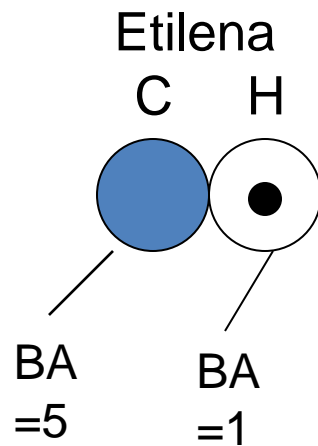


$$\frac{\text{O}}{\text{C}} = \frac{\text{2 red spheres}}{\text{1 black sphere}} = \frac{2}{1}$$

**Hukum perbandingan berganda**

# Hukum Perbandingan Berganda

*Bila dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, perbandingan massa dari unsur pertama dengan unsur kedua merupakan bilangan yang sederhana.*



Per gram hidrogen dalam gas etilena terdapat 5 gram karbon, jadi

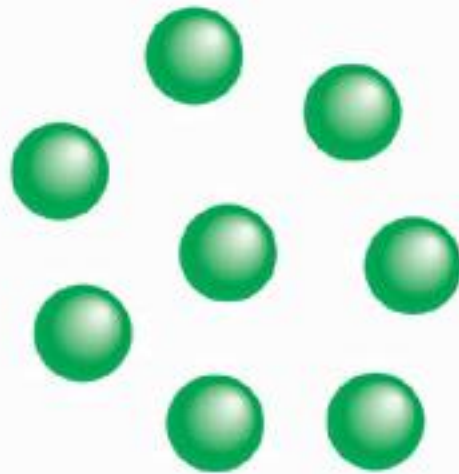
$$\frac{5 \text{ gram karbon}}{1 \text{ gram hidrogen}}$$

# Dalton's Atomic Theory



Atoms of element X

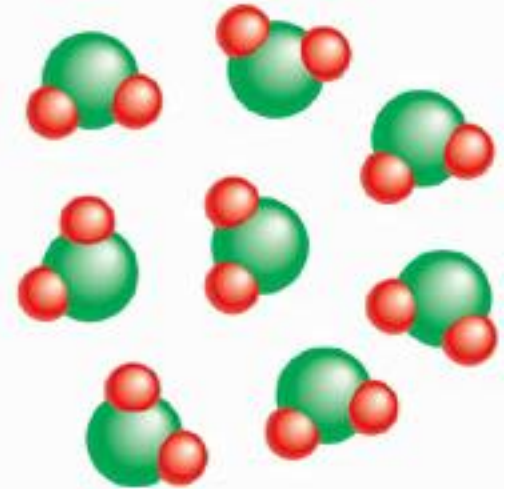
16 X



Atoms of element Y

8 Y

+



Compound of elements X and Y

8 X<sub>2</sub>Y

**Hukum Kekekalan Massa**

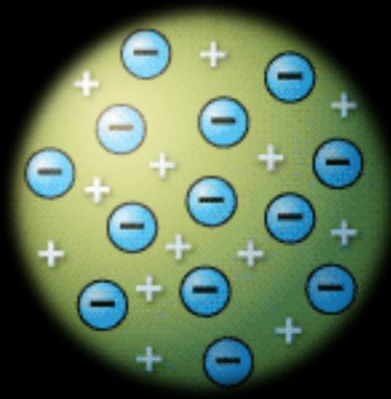
Per gram hidrogen dalam gas metana terdapat 2,5 gram karbon, jadi

$$\frac{5 \text{ g karbon}}{2 \text{ g hidrogen}} = \frac{2,5 \text{ g karbon}}{1 \text{ g hidrogen}}$$

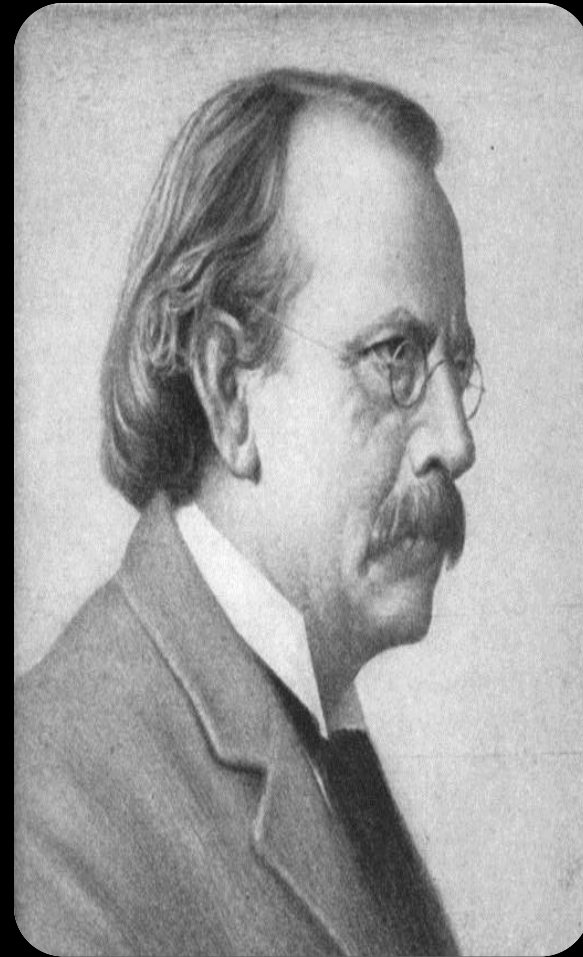
$$\text{Perbandingan} = \frac{5 \text{ g karbon}/1 \text{ g hidrogen}}{2,5 \text{ g karbon}/1 \text{ g hidrogen}} = \frac{2}{1}$$

Dalton meneliti bahwa hidrogen pada gas metana adalah dua kali dari hidrogen yang terdapat pada gas etilena. Ia menyatakan bahwa rumus gas metana adalah  $\text{H}_2$  dan etilena  $\text{CH}$  (Rumus yang benar berdasarkan pengetahuan sekarang adalah  $\text{CH}_4$  dan  $\text{C}_2\text{H}_4$ ).





- ⊙ Thomson mengusulkan model atom seperti roti kismis atau kue onde-onde.
- ⊙ Kelemahan model Thomson ini tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam bola atom tersebut.



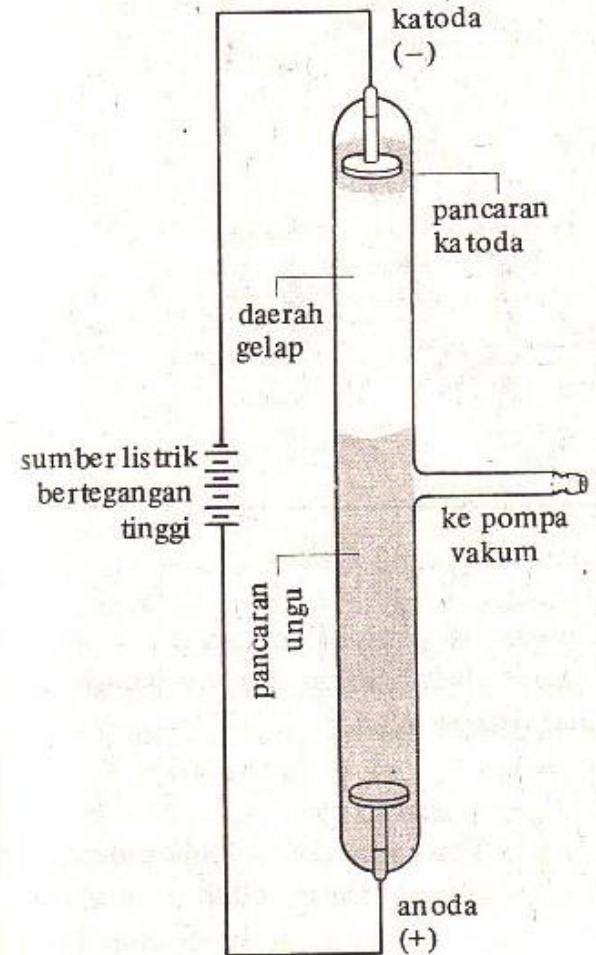
John Joseph  
Thomson  
1882

# Teori Atom Thomson

# Sinar Katoda

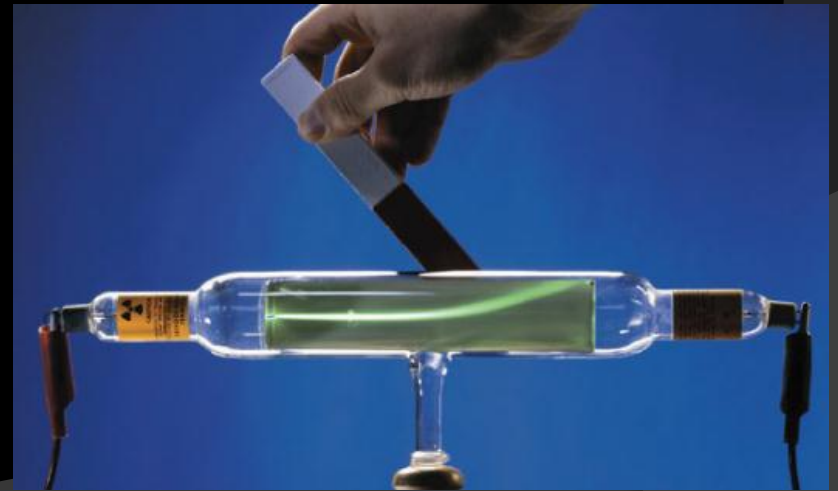
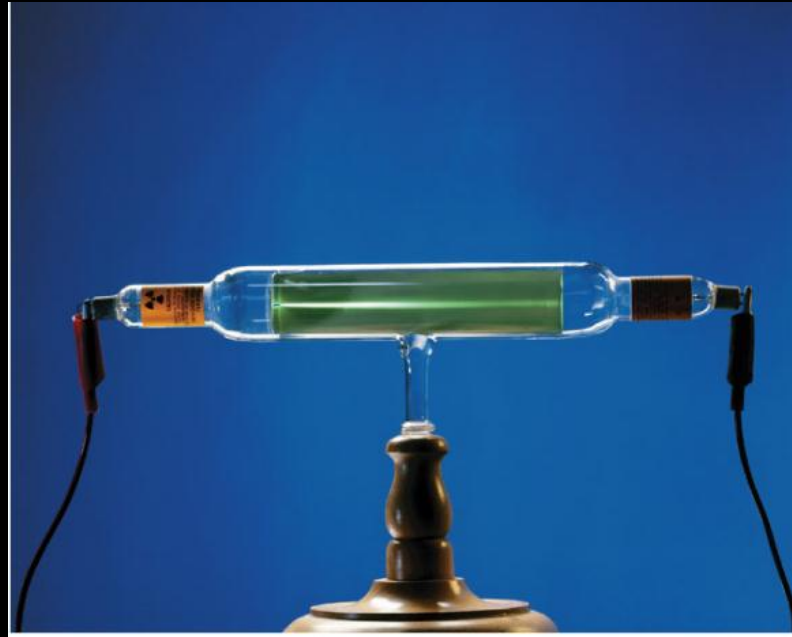
Sifat-sifat sinar katoda :

1. Sinar katoda dipancarkan oleh katoda dalam sebuah tabung hampa bila dilewati arus listrik (aliran listrik adalah penting)
2. Sinar katoda berjalan dalam garis lurus
3. Sinar tersebut bila membentur gelas atau benda tertentu lainnya akan menyebabkan terjadinya fluoresensi (mengeluarkan cahaya). Dari fluoresensi inilah kita bisa melihat sinar, sinar katoda sendiri tidak tampak.
4. Sinar katoda dibelokkan oleh medan listrik dan magnet; sehubungan dengan hal itu diperkirakan partikelnya bermuatan negatif
5. Sifat-sifat dari sinar katoda tidak tergantung dari bahan elektrodanya (besi, platina dsb.)

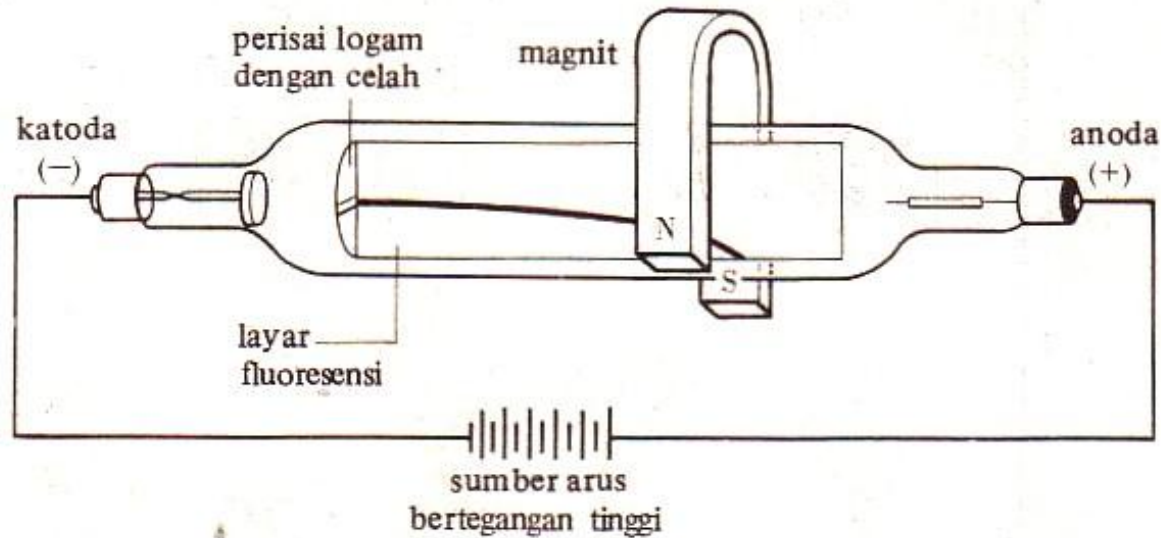




# Tabung Sinar Katoda

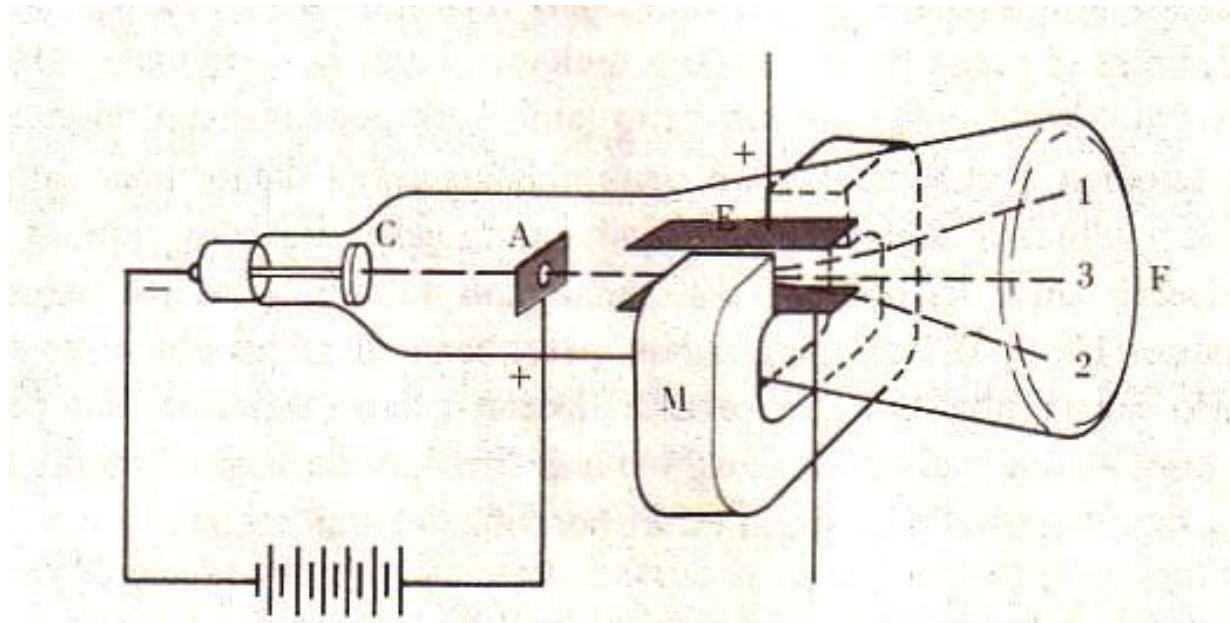


# Pembelokan sinar katoda dalam medan magnet



Sinar katoda tidak tampak, hanya melalui pengaruh fluoresensi dari bahan sinar ini dapat dilacak. Berkas sinar katoda dibelokkan oleh medan magnet. Pembelokkan ini menunjukkan bahwa sinar katoda bermuatan negatif.

# Pengamatan J.J. Thomson (1856-1940)



Kode C = Katoda; A = Anoda; E = lempeng kondensor bermuatan listrik; M = magnet; F = layar berfluoresens.

Berkas 1 : Hanya dengan adanya medan listrik, berkas sinar katoda dibelokkan keatas menyentuh layar pada titik 1.

Berkas 2 : Hanya dengan adanya medan magnet, berkas sinar katoda dibelokkan kebawah menyentuh layar pada titik 2.

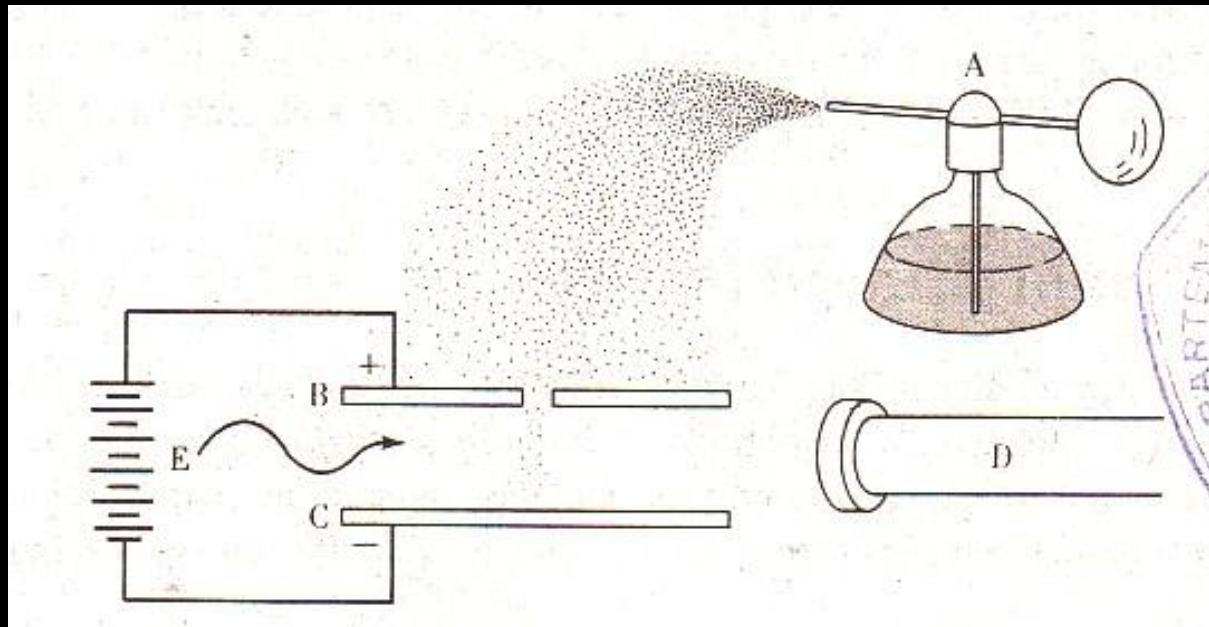
Berkas 3 : Berkas sinar katoda akan lurus dan menyentuh layar dititik 3, bila medan listrik dan medan magnet sama besarnya

# Perbandingan muatan dan massa

Berdasarkan eksperimennya Thomson mengukur bahwa kecepatan sinar katoda jauh lebih kecil dibandingkan kecepatan cahaya, jadi sinar katoda ini bukan merupakan REM. Selain itu Ia juga menetapkan perbandingan muatan listrik ( $e$ ) dengan massa ( $m$ ). Hasil rata-rata  $e/m$  sinar katoda kira-kira  $2 \times 10^8$  Coulomb per gram. Nilai ini sekitar 2000 kali lebih besar dari  $e/m$  yang dihitung dari hidrogen yang dilepas dari elektrolisis air (Thomson menganggap sinar katoda mempunyai muatan listrik yang sama seperti atom hidrogen dalam elektrolisis air).

Kesimpulan : Partikel sinar katoda bermuatan negatif dan merupakan *partikel dasar* suatu benda yang harus ada pada setiap atom. Pada tahun 1874 Stoney mengusulkan istilah **elektron**.

# Pengamatan Tetes Minyak Milikan

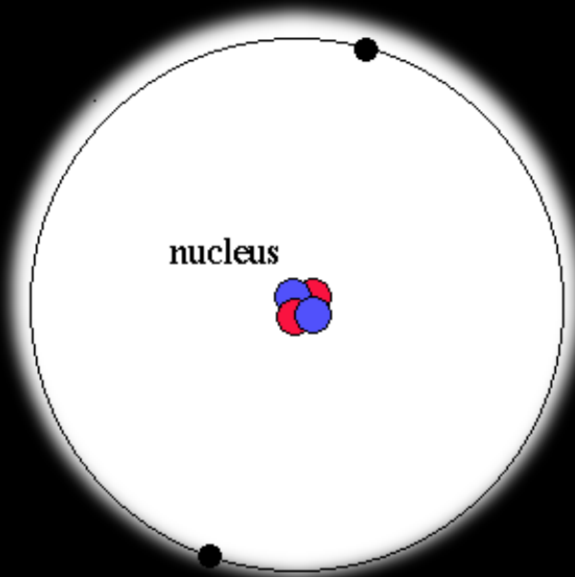


Percikan tetes minyak dihasilkan oleh penyemprot (A). Tetes ini masuk ke dalam alat melalui lubang kecil pada lempeng atas sebuah kondensor listrik. Pergerakan tetes diamati dengan teleskop yang dilengkapi alat *micrometer eyepiece* (D). Ion-ion dihasilkan oleh radiasi pengionan seperti sinar x dari sebuah sumber (E). Sebagian dari tetes minyak memperoleh muatan listrik dengan menyerap (mengadsorpsi) ion-ion.

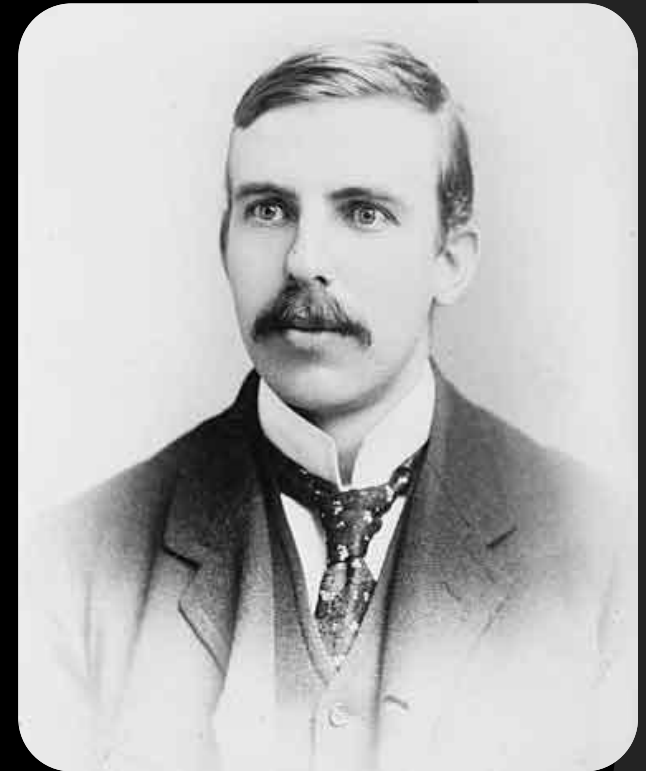
Tetes diantara B dan C hanya melayang-layang, tergantung dari tanda (+ atau -) dan besarnya muatan listrik pada tetes. Dengan menganalisis data dari jumlah tetes, Milikan dapat menghitung besarnya muatan  $q$ . Milikan menemukan bahwa tetes selalu merupakan integral berganda dari muatan listrik elektron  $e$  yaitu :  $q = n.e$  (dimana  $n = 1, 2, 3 \dots$ )

Nilai yang bisa diterima dari muatan listrik  $e$  adalah  $-1,60219 \times 10^{-19} \text{C}$ . Dengan menggabungkan hasil Milikan dan Thomson didapat massa sebuah elektron =  $9,110 \times 10^{-28} \text{ gram}$ .





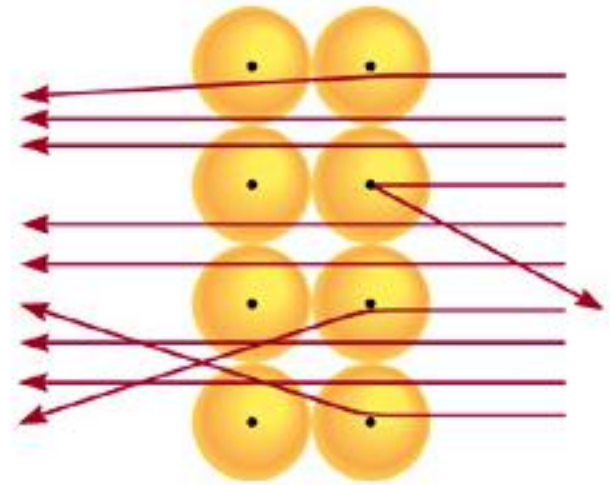
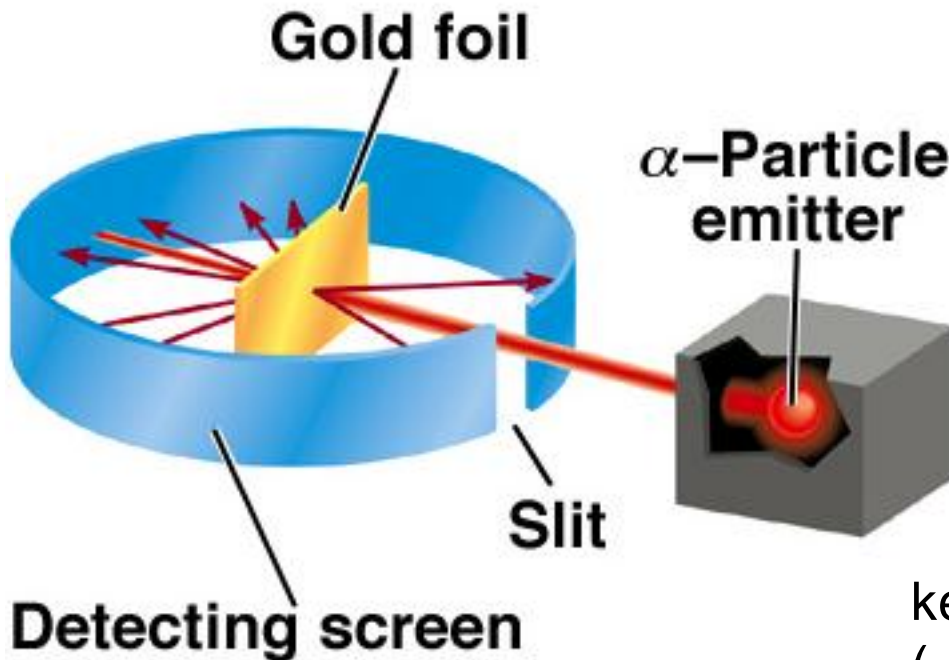
*Atom terdiri dari inti atom yang sangat kecil dan bermuatan positif yang dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif*



**Ernest Rutherford**  
**1910**

# Rutherford's Experimental Design

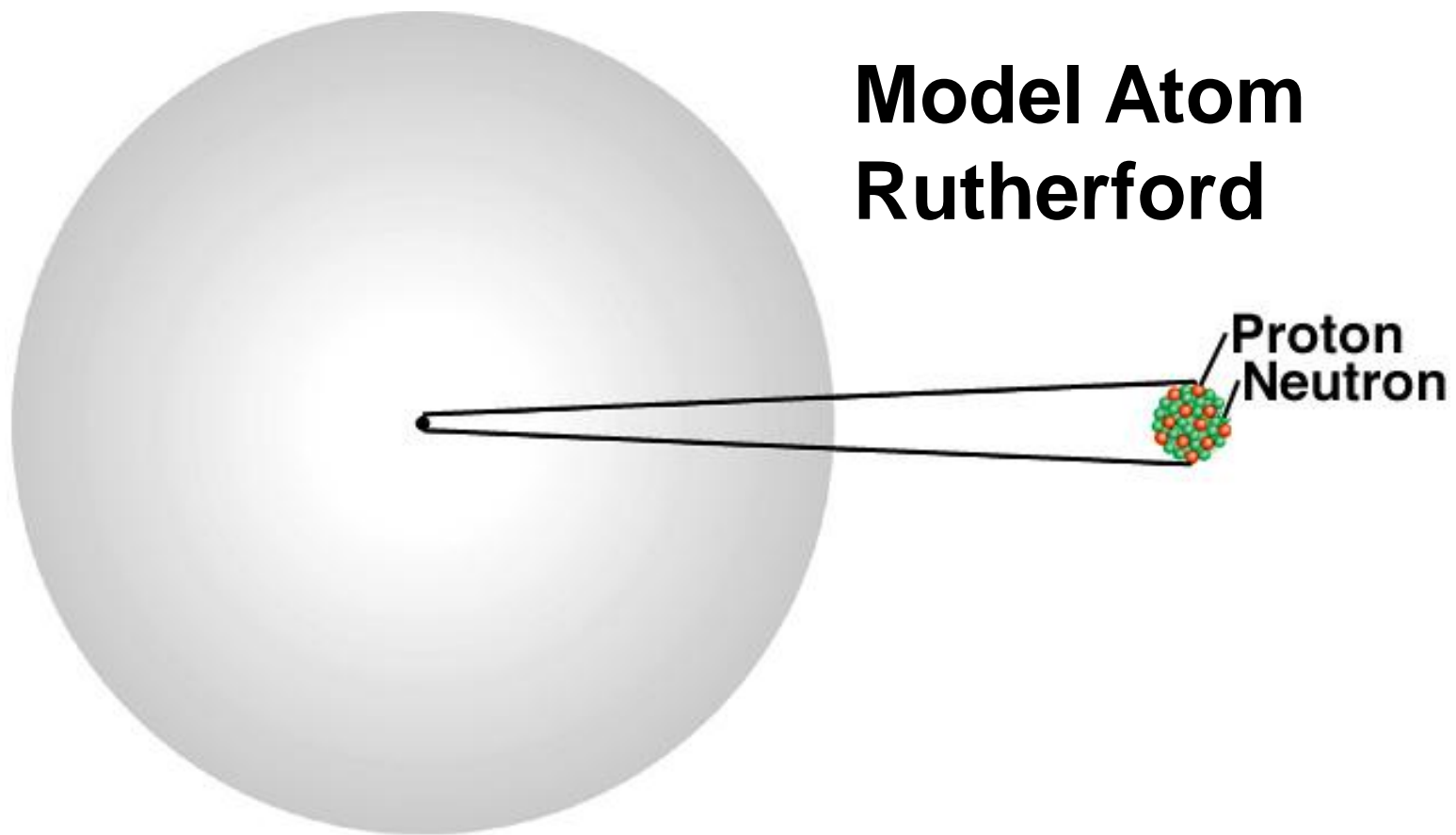
(Pemenang Hadiah Nobel di bidang Kimia tahun 1908)



kecepatan partikel  $\alpha \sim 1,4 \times 10^7$  m/dt  
(~5% dari kecepatan cahaya)

1. muatan positif atom seluruhnya terkumpul dalam *inti*.
2. proton (p) memiliki muatan yang berlawanan (+) dari muatan elektron (-).
3. massa proton  $1,840 \times$  massa elektron ( $1,67 \times 10^{-24}$  g).

# Model Atom Rutherford



jari-jari atom  $\sim 100 \text{ pm} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$

Jari-jari inti atom  $\sim 5 \times 10^{-3} \text{ pm} = 5 \times 10^{-15} \text{ m}$

“Jika suatu atom seukuran Gelora Senayan, maka volume intinya akan sebanding dengan ukuran kelereng.”

# Ekspерimen Chadwick (1932)

James Chadwick menembakkan partikel ke Be, logam tersebut memancarkan sinar seperti  $\gamma$  yang massanya lebih besar dari proton dan muatannya netral

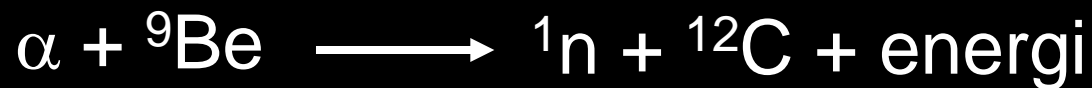


James Chadwick  
1932

atom H - 1 p; atom He - 2 p

massa He/massa H seharusnya = 2

perbandingan massa He/massa H = 4



neutron (n) adalah netral (bermuatan = 0)

massa n ~ massa p =  $1,67 \times 10^{-24}$  g

TABLE 2.1

## Mass and Charge of Subatomic Particles

Particle	Mass (g)	Charge	
		Coulomb	Charge Unit
Electron*	$9.10939 \times 10^{-28}$	$-1.6022 \times 10^{-19}$	-1
Proton	$1.67262 \times 10^{-24}$	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	$1.67493 \times 10^{-24}$	0	0

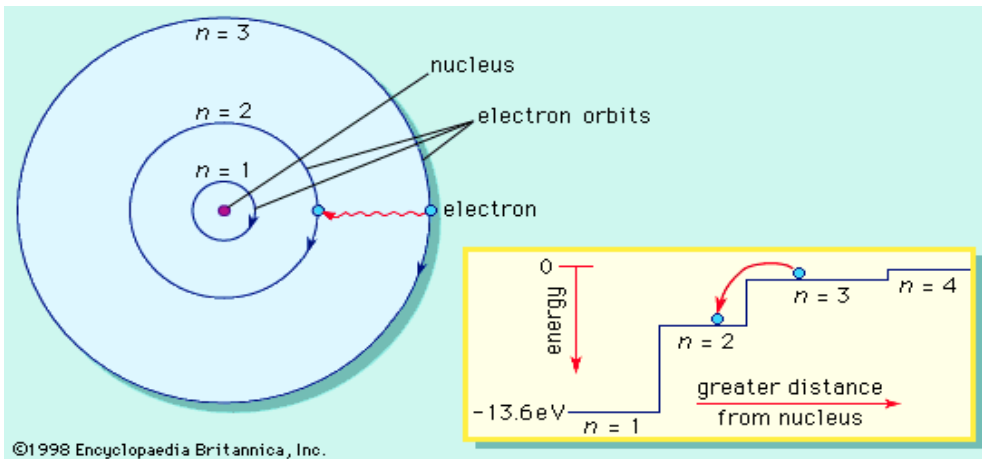
\* More refined measurements have given us a more accurate value of an electron's mass than Millikan's.

$$\text{massa p} = \text{massa n} = 1,840 \times \text{massa e}^-$$



# Teori atom BOHR

- Menurut model atom bohr, elektron-elektron mengelilingi inti pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut **kulit elektron** atau **tingkat energi**. Tingkat energi paling rendah adalah kulit elektron yang terletak paling dalam, semakin keluar semakin besar nomor kulitnya dan semakin tinggi tingkat energinya.



**Niels Bohr**  
1914

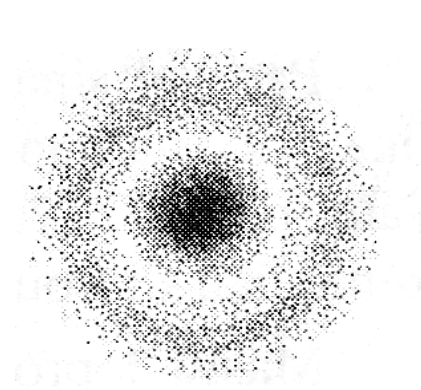
# Teori atom modern

= Teori atom mekanika kuantum

= Teori mekanika gelombang

**Elektron berada pada daerah/ruang** di sekitar inti dimana kebolehjadian untuk mendapatkan elektron besar disebut ORBITAL

Orbital menggambarkan tingkat energi elektron. Orbital-orbital dengan tingkat energi yang sama atau hampir sama akan membentuk sub kulit. Beberapa sub kulit bergabung membentuk kulit. Dengan demikian kulit terdiri dari beberapa sub kulit dan subkulit terdiri dari beberapa orbital.



Model atom mekanika kuantum (1926)



# Bilangan Kuantum Utama (n)

Menunjukkan tingkat energi elektron (menyatakan nomor kulit)

n =	1	2	3	4	5	6	7	...
Kulit =	K	L	M	N	O	P	Q	...

# Bilangan Kuantum Azimuth (l)

Menunjukkan subtingkat energi elektron (subkulit elektron berada)

$l = 0, \dots$ , sampai  $(n - 1)$

$n = 3$  ,  $l = 0, 1, 2$  (3 subkulit)

$n = 4$  ,  $l = 0, 1, 2, 3$  (4 subkulit)

$l =$	0	1	2	3	...
Subkulit =	s	p	d	f	...

# Bilangan Kuantum Magnetik (m)

Menunjukkan orbital

$m = -l, \dots, \text{sampai } +l$

$l =$	0
$m =$	0
Orbital =	s

$l =$	2				
$m =$	-2	-1	0	+1	+2
Orbital =	d				

$l =$	1		
$m =$	-1	0	+1
Orbital =	p		

$l =$	3						
$m =$	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Orbital =	f						

# Bilangan Kuantum Spin (s)

Menunjukkan arah putar pada porosnya (spin)

$$s = + \frac{1}{2} \text{ atau } = \uparrow$$

$$s = - \frac{1}{2} \text{ atau } = \downarrow$$



# PROTON

Berdasarkan penelitian Rutherford (hamburan sinar  $\alpha$  )

- Atom berupa ruang kosong
- Muatan positif atom terkumpul di dalam inti (nucleus), yaitu suatu pusat yang padat dan terletak di dalam atom
- Partikel-partikel di dalam inti disebut **PROTON** (massa:  $1,672 \times 10^{-24}$  g sekitar 1840 x massa elektron; jari-jari 100 pm)

# NEUTRON

- Ditemukan oleh Chadwick (1932), dg menembakkan sinar  $\alpha$  ke selembur logam berilium, logam tersebut memancarkan radiasi yg berenergi sgt tinggi, sinar  $\gamma$ /gamma.
- Sinar tsb adalah partikel netral yg mempunyai massa sedikit bh bsr dp massa proton  
**neutron**
- Massa **neutron** =  $1,67493 \times 10^{-24}$  g

**Nomor Atom** ( $Z$ ) = jumlah proton dalam inti setiap atom suatu unsur.

**Nomor Massa** ( $A$ ) = jumlah total proton + neutron dalam inti atom suatu unsur.

= nomor atom ( $Z$ ) + jumlah neutron.

**Isotop** adalah atom-atom yang memiliki nomor atom yang sama tetapi berbeda nomornya.



# Apakah Anda sudah Mengerti Isotop?

Berapa jumlah proton, neutron, dan elektron pada  ${}^{14}_6\text{C}$  ?

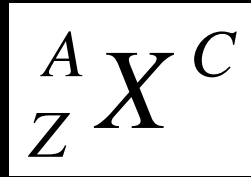
6 proton, 8 (14 - 6) neutron, 6 elektron

Berapa jumlah proton, neutron, dan elektron pada  ${}^{11}_6\text{C}$  ?

6 proton, 5 (11 - 6) neutron, 6 elektron

ISOTON, ISOBAR????

## Chemical Nuclear Symbol

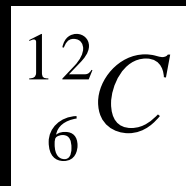


X = simbol unsur

A = nomer massa = jumlah proton ( $p^+$ ) + Jumlah neutron ( $n^0$ )

Z = nomer atom = jumlah proton ( $p^+$ ) = jumlah elektron ( $e^-$ )

C = Charge = Number of Protons ( $p^+$ ) - Number of Electrons ( $e^-$ )



X = simbol unsur = C

A = nomer massa = 12

Z = nomer atom = 6

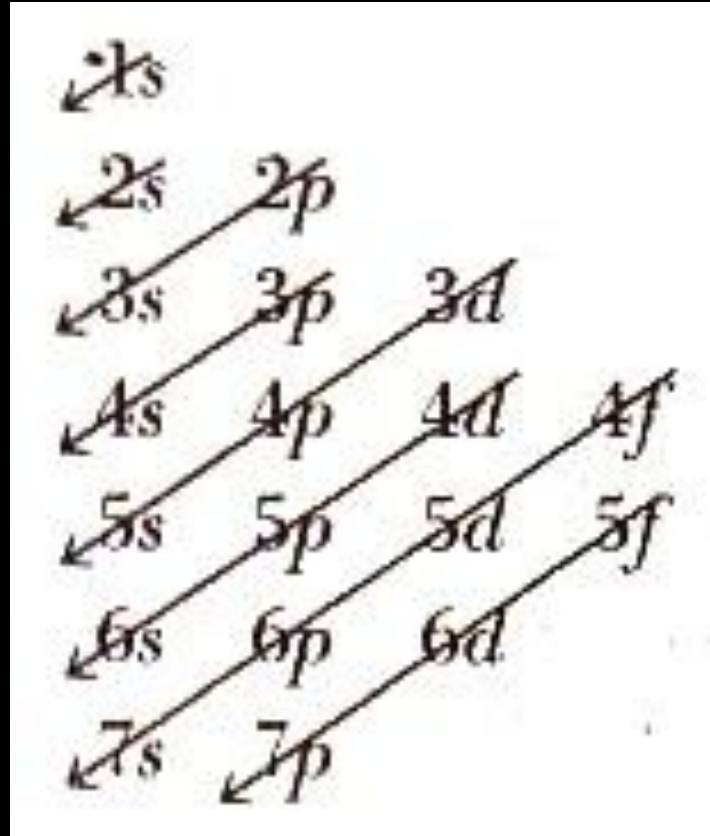
Proton = nomer atom = 6

Neutron = nomer massa - Proton =  $12 - 6 = 6$

Electron = Proton - (muatan) =  $6 - (0) = 6$

# Konfigurasi Elektron

## 1. Aturan Aufbau

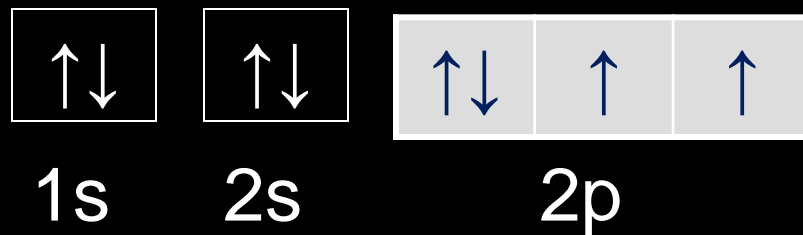
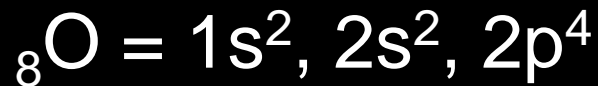


1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p, ...



# Konfigurasi Elektron

2. Aturan Hund → orbital yg setingkat, e tdk membentuk pasangan terlebih dahulu sebelum orbital yg setingkat terisi sebuah e



# Konfigurasi Elektron

3. Aturan Larangan Pauli (dalam 1 atom tidak ada 2 e yg punya ke empat nilangan kuantum sama)

Bilangan Kuantum 8 elektron O :

$$e_1 : n = 1, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$$

$$e_2 : n = 1, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$$

$$e_3 : n = 2, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$$

$$e_4 : n = 2, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$$

$$e_5 : n = 2, l = 1, m = -1, s = +\frac{1}{2}$$

$$e_6 : n = 2, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}$$

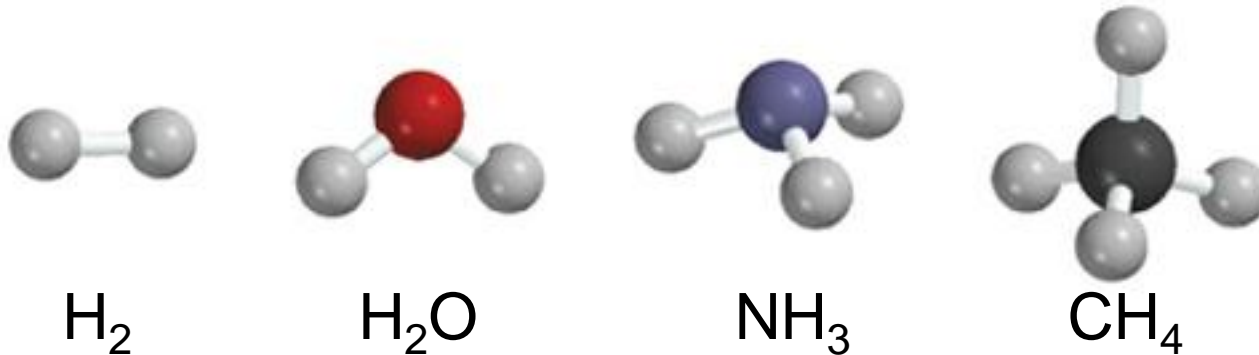
$$e_7 : n = 2, l = 1, m = +1, s = +\frac{1}{2}$$

$$e_8 : n = 2, l = 1, m = -1, s = -\frac{1}{2}$$

# Soal

- Tuliskan konfigurasi elektron  $_{15}\text{P}$
  - Tuliskan semua bilangan kuantumnya dari e pertama sampai e yang terakhir!
- Tuliskan konfigurasi elektron  $_{20}\text{Ca}$
  - Ada berapa elektron dalam orbital 3p ?  
Tuliskan semua bilangan kuantumnya
  - Ada berapa elektron dalam orbital 4s ?  
Tuliskan semua bilangan kuantumnya

**Molekul** adalah suatu agregat (kumpulan) yang terdiri dari sedikitnya dua atom dalam susunan tertentu yang terikat bersama oleh gaya-gaya kimia (disebut juga ikatan kimia).



**Molekul diatomik** mengandung hanya dua atom



**Molekul poliatomik** mengandung lebih dari dua atom



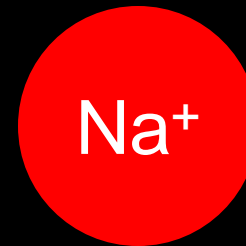
**Ion** adalah sebuah atom atau sekelompok atom yang mempunyai muatan total positif atau netto.

**kation** – ion dengan muatan total positif.

Atom netral yang **kehilangan** satu atau lebih elektronnya akan menghasilkan kation.



11 proton  
11 elektron



11 proton  
10 elektron

**anion** – ion dengan muatan total negatif.

Atom netral yang **bertambah** satu atau lebih elektronnya akan menghasilkan anion.

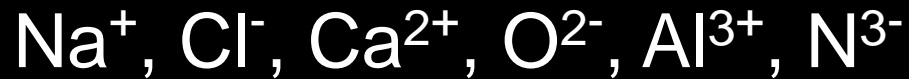


17 proton  
17 elektron

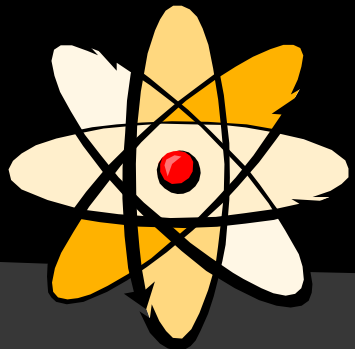


17 proton  
18 elektron

***Ion monatomik*** mengandung hanya satu atom



***Ion poliatomik*** mengandung lebih dari satu atom



# Apakah Anda sudah Mengerti Ion?

Berapa jumlah proton dan elektron pada  ${}_{13}^{27}\text{Al}^{3+}$  ?

13 proton, 10 (13 – 3) elektron

Berapa jumlah proton dan elektron pada  ${}_{34}^{78}\text{Al}^{2-}$  ?

34 proton, 36 (34 + 2) elektron

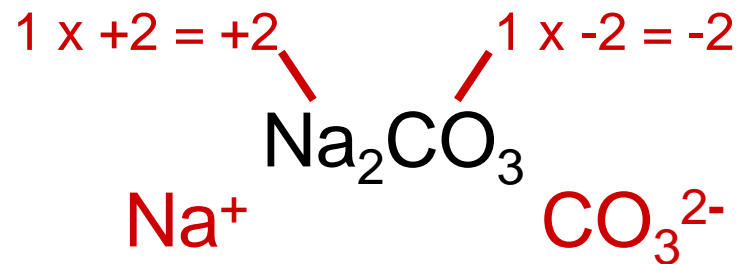
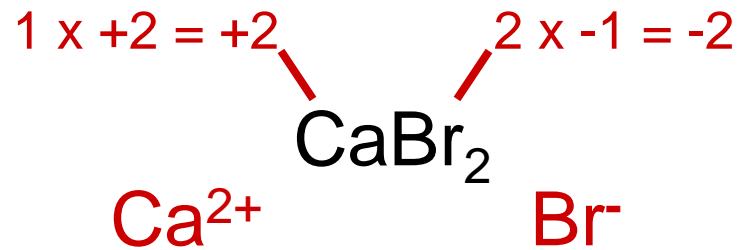
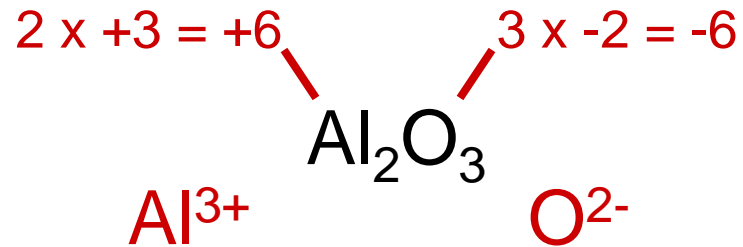
***Rumus senyawa ionik*** terdiri atas kombinasi dari kation dan anion.

- biasanya sama dengan rumus empirisnya.
- perbandingan kation dan anion di setiap senyawa adalah 1:1 sehingga senyawa tersebut bermuatan listrik netral.

rumus senyawa ionik senyawa NaCl



# Rumus Senyawa Ionik



# Penamaan Senyawa

## ⦿ Senyawa Ionik

- biasanya logam + non-logam.
- anion (non-logam), menambahkan “ida” pada nama senyawa.



barium klorida



potassium oksida



magnesium hidroksida



potassium nitrat

○ Senyawa Ionik logam transisi

- Menunjukkan kation-kation berbeda dari unsur yang sama dengan menggunakan angka Romawi.

$\text{FeCl}_2$     2  $\text{Cl}^-$   $-2$  so Fe adalah  $+2$     besi(II) klorida

$\text{FeCl}_3$     3  $\text{Cl}^-$   $-3$  so Fe adalah  $+3$     besi(III) klorida

$\text{Cr}_2\text{S}_3$     3  $\text{S}^{2-}$   $-6$  so Cr adalah  $+3$  ( $6/2$ )

kromium(III) sulfida

- **Senyawa molekular**
  - non-logam atau non-logam + metaloid
  - istilah umum
    - $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_{60}$
  - unsur di tabel periodik yang berada lebih ke kiri ditempatkan di depan.
  - unsur terdekat dengan golongan terbawah ditempatkan didepan.
  - Jika lebih dari satu senyawa dapat dibentuk dari unsur yang sama, gunakan awalan untuk mengindikasikan nomor dari masing-masing atom.
  - unsur terakhir diakhiri dengan “ida”.

**Greek Prefixes Used in Naming Molecular Compounds**

<b>Prefix</b>	<b>Meaning</b>
Mono-	1
Di-	2
Tri-	3
Tetra-	4
Penta-	5
Hexa-	6
Hepta-	7
Octa-	8
Nona-	9
Deca-	10

# Senyawa Molekular

HI hidrogen iodida

NF<sub>3</sub> nitrogen trifluorida

SO<sub>2</sub> sulfur dioksida

N<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> dinitrogen tetraklorida

NO<sub>2</sub> nitrogen dioksida RACUN!



N<sub>2</sub>O dinitrogen monoksida Gas Tawa



**Asam** dapat digambarkan sebagai zat yang menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ) ketika dilarutkan ke air.

HCl

- Cairan murni (gas), hidrogen klorida
- Ketika dilarutkan ke air ( $H^+ Cl^-$ ), asam klorida

**Asam okso** merupakan asam yang mengandung hidrogen, oksigen, dan unsur lain (unsur pusat).

$HNO_3$

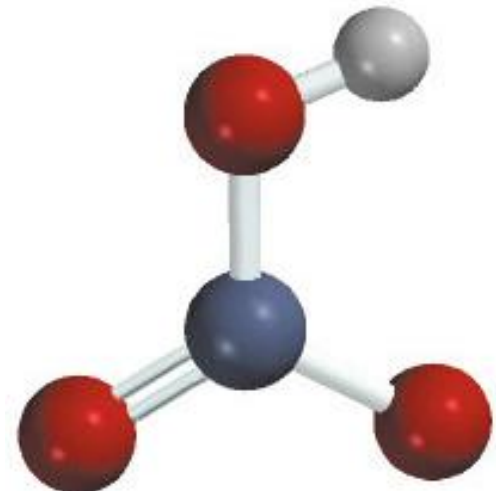
Asam nitrat

$H_2CO_3$

Asam karbonat

$H_2SO_4$

Asam sulfat

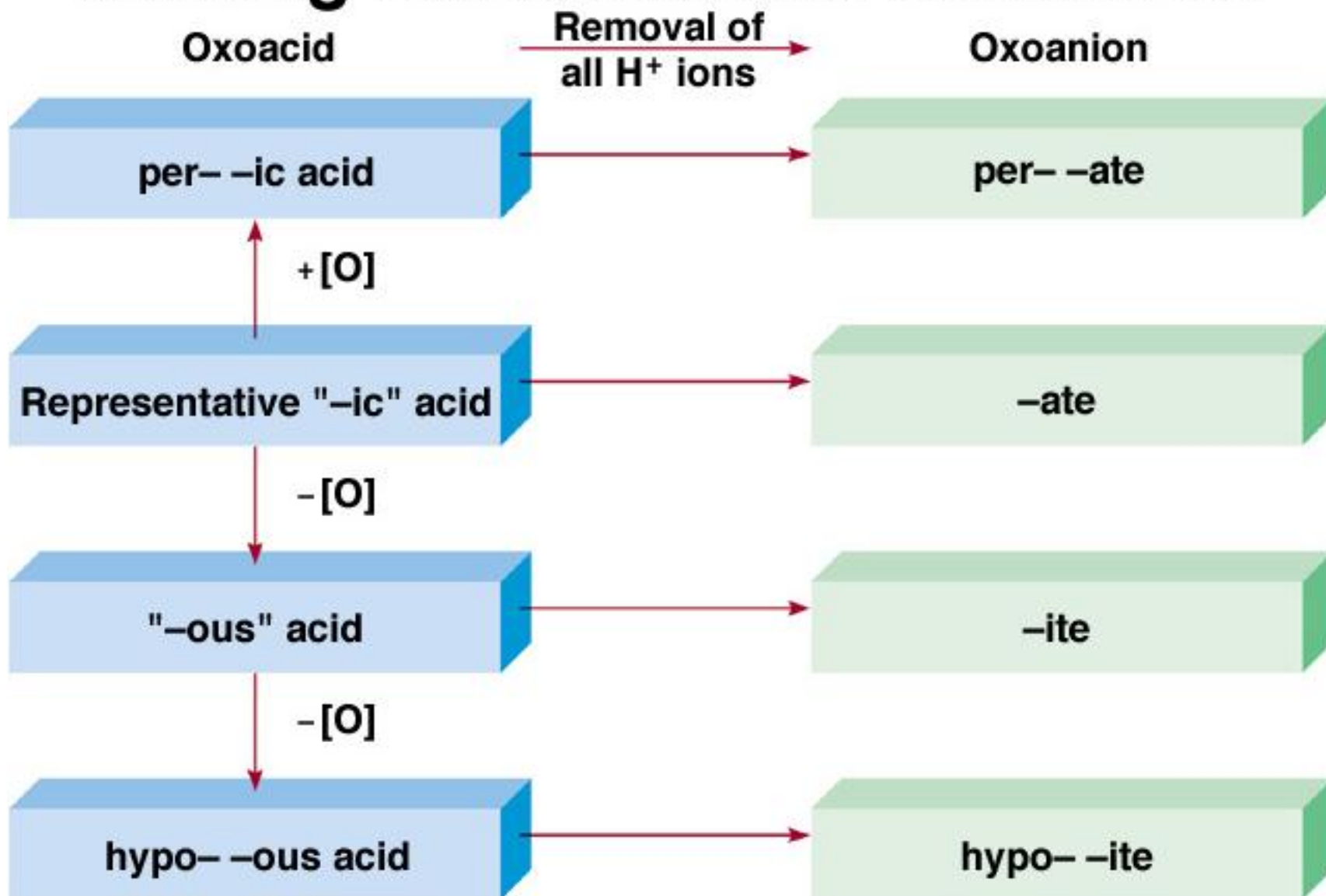


$HNO_3$

**TABLE 2.5****Some Simple Acids**

<b>Anion</b>	<b>Corresponding Acid</b>
F <sup>-</sup> (fluoride)	HF (hydrofluoric acid)
Cl <sup>-</sup> (chloride)	HCl (hydrochloric acid)
Br <sup>-</sup> (bromide)	HBr (hydrobromic acid)
I <sup>-</sup> (iodide)	HI (hydroiodic acid)
CN <sup>-</sup> (cyanide)	HCN (hydrocyanic acid)
S <sup>2-</sup> (sulfide)	H <sub>2</sub> S (hydrosulfuric acid)

# Naming Oxoacids and Oxoanions





**TABLE 2.6****Names of Oxoacids and Oxoanions That Contain Chlorine****Acid****Anion**HClO<sub>4</sub> (perchloric acid)ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> (perchlorate)HClO<sub>3</sub> (chloric acid)ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> (chlorate)HClO<sub>2</sub> (chlorous acid)ClO<sub>2</sub><sup>-</sup> (chlorite)

HClO (hypochlorous acid)

ClO<sup>-</sup> (hypochlorite)

**Basa** dapat digambarkan sebagai zat yang menghasilkan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) ketika dilarutkan dalam air.

$\text{NaOH}$                       sodium hidroksida

$\text{KOH}$                         potasium hidroksida

$\text{Ba}(\text{OH})_2$                 barium hidroksida

**TABLE 2.7****Common and Systematic Names of Some Compounds**

<b>Formula</b>	<b>Common Name</b>	<b>Systematic Name</b>
H <sub>2</sub> O	Water	Dihydrogen monoxide
NH <sub>3</sub>	Ammonia	Trihydrogen nitride
CO <sub>2</sub>	Dry ice	Solid carbon dioxide
NaCl	Table salt	Sodium chloride
N <sub>2</sub> O	Laughing gas	Dinitrogen monoxide
CaCO <sub>3</sub>	Marble, chalk, limestone	Calcium carbonate
CaO	Quicklime	Calcium oxide
Ca(OH) <sub>2</sub>	Slaked lime	Calcium hydroxide
NaHCO <sub>3</sub>	Baking soda	Sodium hydrogen carbonate
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 10H <sub>2</sub> O	Washing soda	Sodium carbonate decahydrate
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	Epsom salt	Magnesium sulfate heptahydrate
Mg(OH) <sub>2</sub>	Milk of magnesia	Magnesium hydroxide
CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	Gypsum	Calcium sulfate dihydrate