

BAB

2

Atom dan Sistem Periodik Unsur



2.1 Struktur Atom

Pendapat tentang **atom** pertama kali diajukan oleh Democritus (pada abad ke-15 SM).



Semua materi terdiri atas partikel yang sangat kecil dan tidak dapat dipecah/dibagi lagi yang disebut **atom**.

Bahasa Yunani “*atomos*” (tidak dapat dipecah lagi)



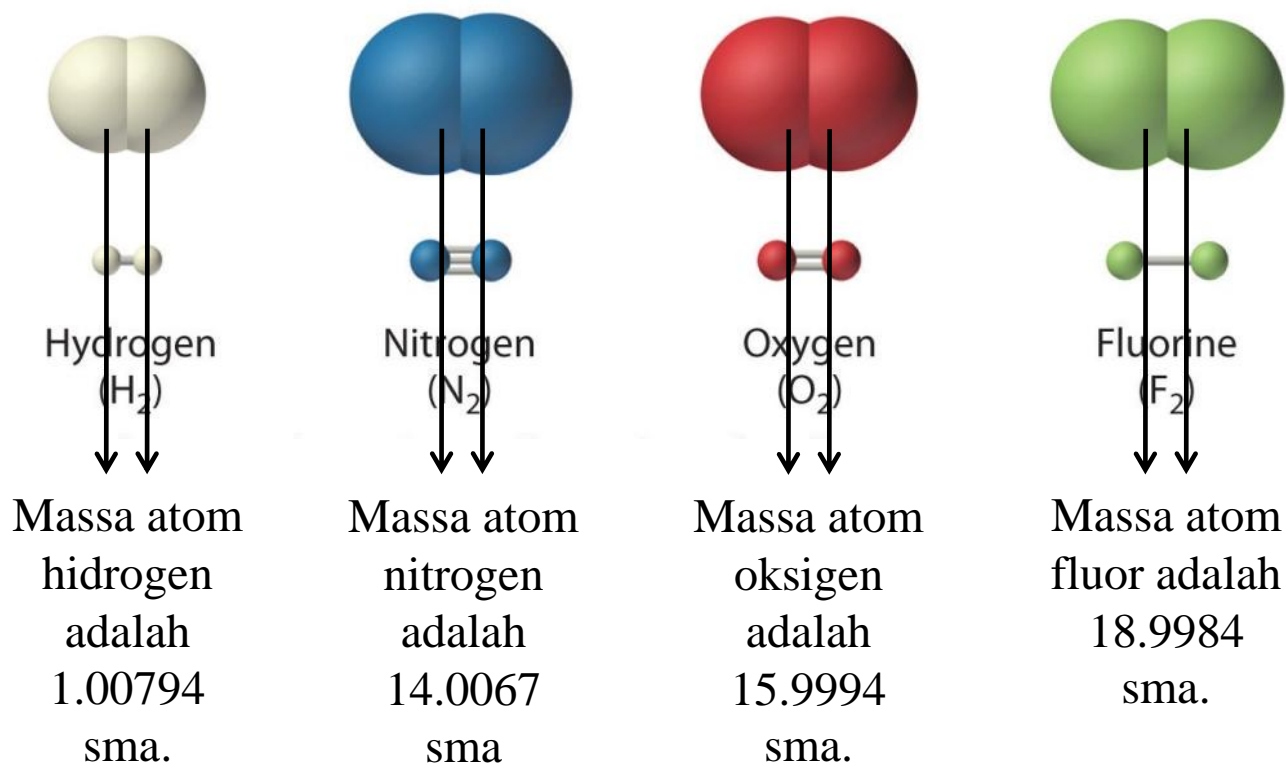
Pendapat tentang atom telah dikembangkan oleh John Dalton (1808) menjadi teori zat/materi yang meliputi:

1. Unsur terdiri dari partikel yang sangat kecil yang tidak dapat dihancurkan yang disebut **atom**.
2. Setiap unsur dicirikan oleh massa atomnya. Atom dari unsur yang sama memiliki massa yang sama, namun atom dari unsur yang berbeda memiliki massa yang berbeda.

Contoh: Massa atom hidrogen adalah 1.00794 sma, sedangkan massa atom oksigen adalah 15.9994 sma.

2.1 Struktur Atom

Pendapat tentang atom telah dikembangkan oleh John Dalton (1808) menjadi teori zat/materi yang meliputi:



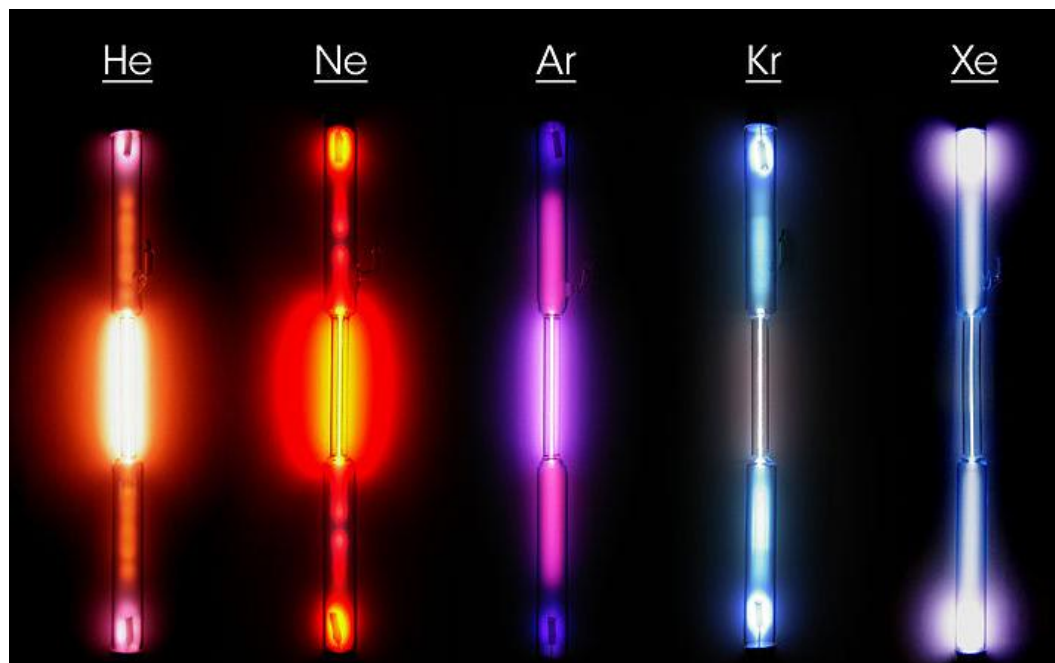
John Dalton

2.1 Struktur Atom

Pendapat tentang atom telah dikembangkan oleh John Dalton (1808) menjadi teori zat/materi yang meliputi:

3. Atom dari satu unsur berbeda memiliki sifat yang berbeda pula.

Contoh: gas dari atom neon akan mengembun pada suhu -246°C untuk menghasilkan neon cair, sedangkan gas dari atom argon akan mengembun pada suhu -186°C untuk menghasilkan argon cair.



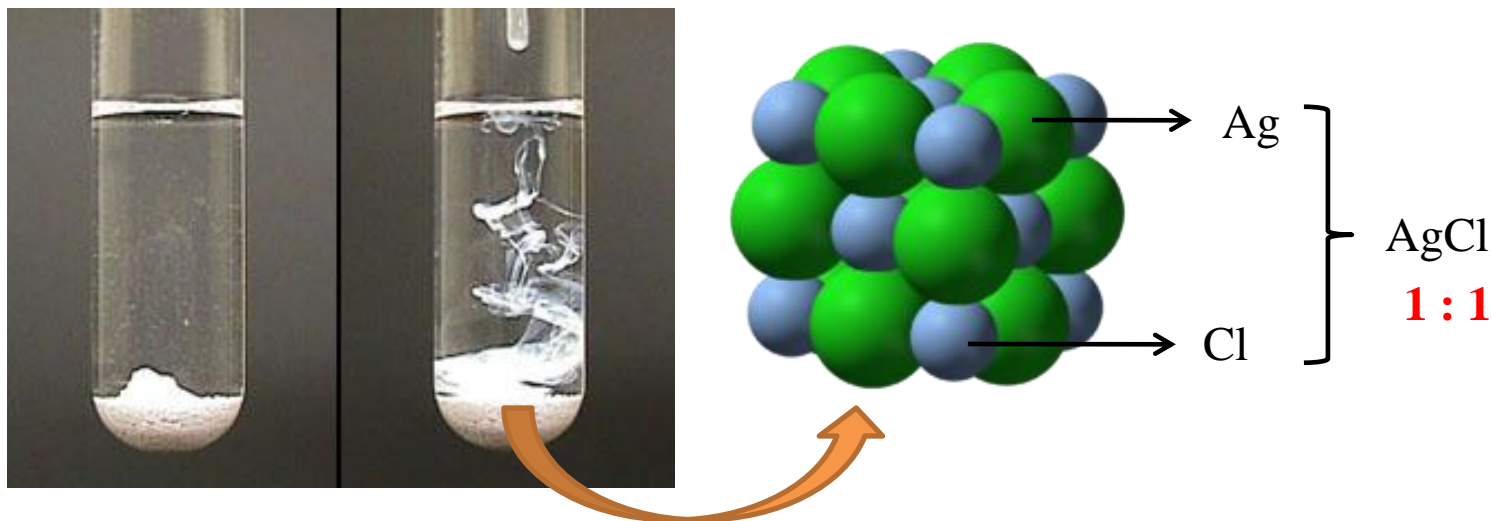
Warna nyala lampu gas mulia
(golongan 8A/18)

2.1 Struktur Atom

Pendapat tentang atom telah dikembangkan oleh John Dalton (1808) menjadi teori zat/materi yang meliputi:

4. Senyawa merupakan kombinasi/gabungan atom dari 2 unsur/lebih. Dalam senyawa tertentu, jumlah atom dari semua jenis unsur selalu berada dalam rasio/perbandingan yang sama.

Contoh: kristal dari perak klorida (AgCl) terdiri dari atom perak (Ag) dan klor (Cl) dengan rasio/perbandingan 1:1, terlepas dari bagaimana dan di mana senyawa tersebut dibuat.

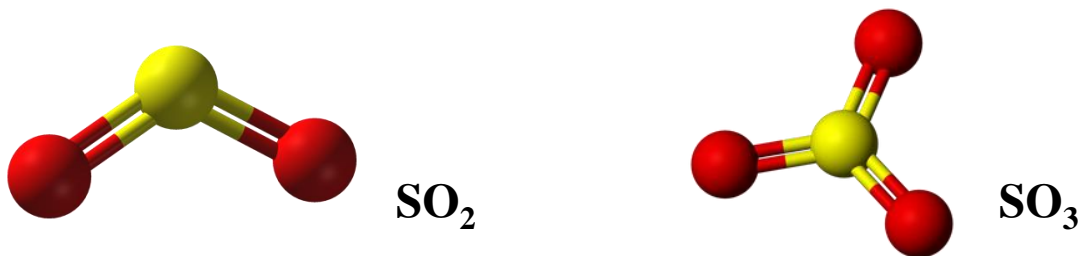


2.1 Struktur Atom

Pendapat tentang atom telah dikembangkan oleh John Dalton (1808) menjadi teori zat/materi yang meliputi:

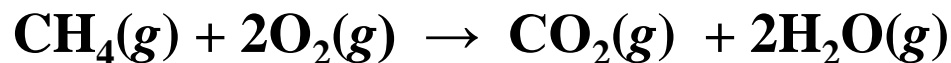
5. Bila atom dari suatu unsur bergabung dengan atom lain dari unsur yang berbeda, maka atom-atom tersebut dapat menghasilkan lebih dari satu senyawa dengan rasio/perbandingan bilangan sederhana.

Contoh: atom sulfur (S) dapat bergabung dengan atom oksigen (O) menghasilkan senyawa belerang dioksida (SO_2) dan belerang trioksida (SO_3).



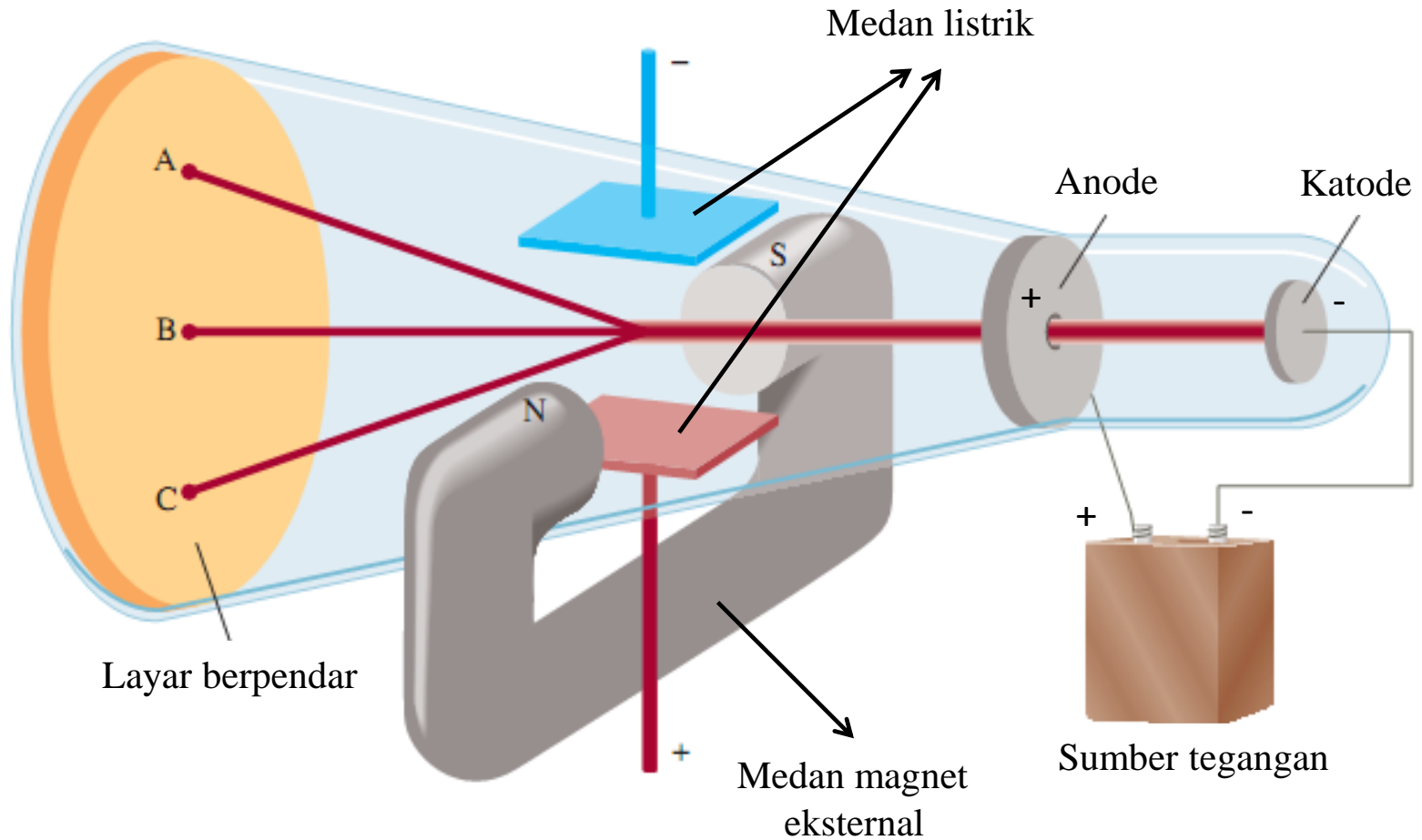
6. Atom tidak diciptakan atau dihancurkan selama reaksi kimia. Mereka hanya mendistribusikan diri untuk menghasilkan zat yang berbeda dari zat awal.

Contoh: Perhatikan persamaan reaksi berikut ini!



Persamaan reaksi di atas menunjukkan bahwa **selama reaksi kimia atom tidak diciptakan atau dihancurkan.**

2.1.1 Elektron



Tabung sinar katoda, dimana medan listrik tegak lurus terhadap arah sinar katoda dan medan magnet eksternal. Sinar katoda akan menumbuk ujung tabung di titik A dalam pengaruh medan magnet, pada titik C dalam pengaruh medan listrik, dan pada titik B bila tidak ada pengaruh medan eksternal (listrik dan magnet) atau bila efek medan listrik dan medan magnet saling meniadakan satu sama lain.

2.1.1 Elektron

Sinar katoda adalah **elektron** (partikel yang bermuatan negatif).

Fisikawan Inggris yaitu J.J. Thomson melakukan percobaan sinar katoda untuk menentukan perbandingan muatan listrik terhadap massa tiap satuan elektron (e/m).



(a)



(b)



(c)

Bila tabung sinar katoda dihubungkan dengan voltase yang cukup tinggi, dapat diamati bahwa:

(a) Sinar katoda dihasilkan dalam tabung pelepasan. Sinar katoda terpancar dari kutub negatif (katoda) menuju kutub positif (anoda).

2.1.1 Elektron



(a)



(b)



(c)

Bila tabung sinar katoda dihubungkan dengan voltase yang cukup tinggi, dapat diamati bahwa:

- (b) Sinar katoda dibelokkan ke bawah saat magnet didekatkan ke arah sinar.
- (c) Bila polaritas/kutub magnet dibalik, sinar dibelokkan ke arah yang berlawanan.



J.J. Thomson

2.1.1 Elektron

Dengan pengukuran yang teliti dari jumlah pembelokan sinar katoda yang disebabkan oleh medan listrik dan medan magnet yang diketahui kekuatannya, J.J. Thomson mampu menghitung rasio muatan listrik terhadap massa satuan elektron (e/m).

$$e/m = -1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$$

e = besarnya muatan elektron dalam satuan Coulombs (C).

m = massa elektron dalam satuan gram (g).

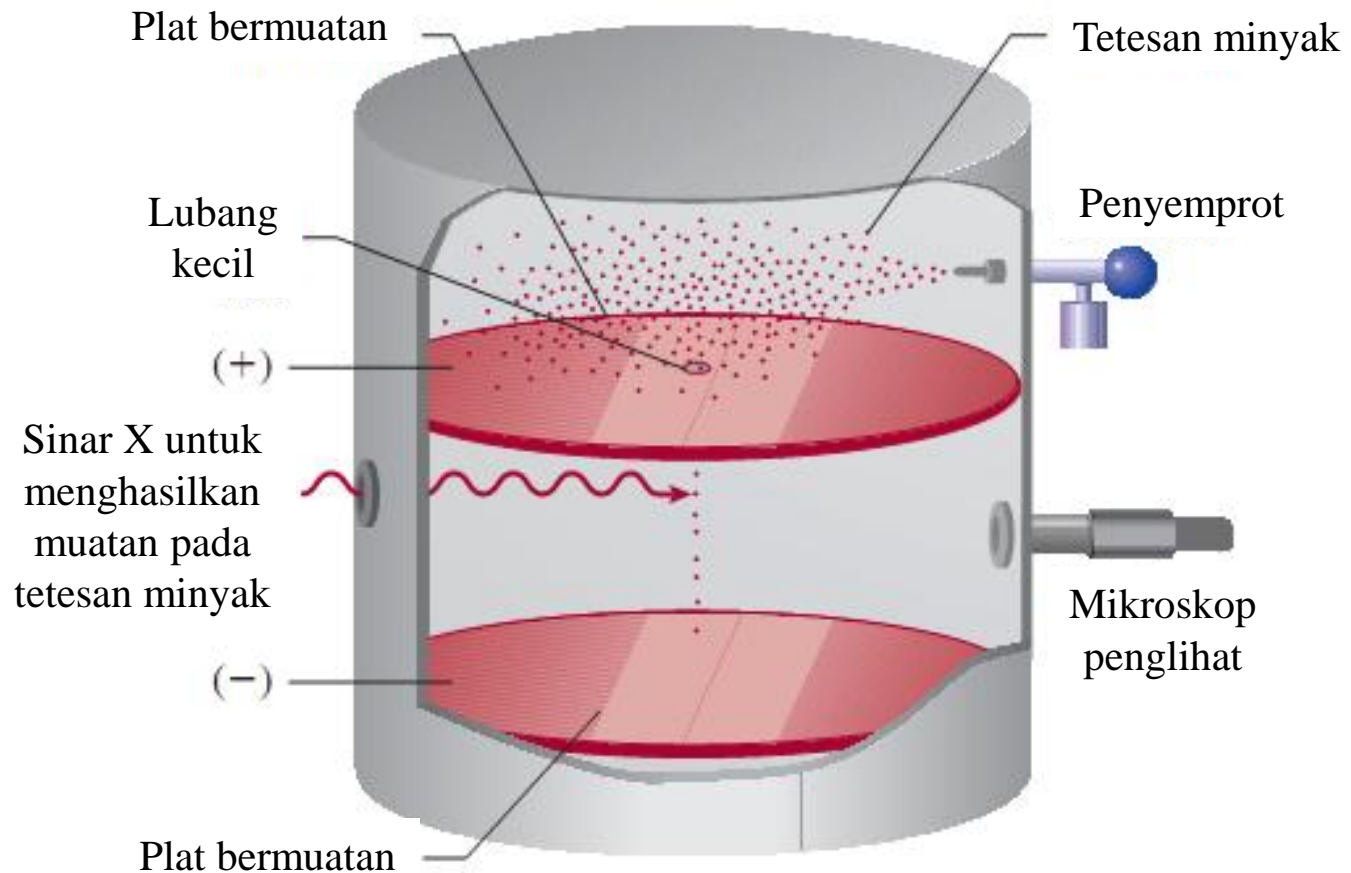
Fisikawan Amerika yaitu R.A. Millikan berhasil mengukur muatan elektron dengan sangat presisi melalui eksperimen tetesan minyak. Hasilnya telah membuktikan bahwa **muatan pada masing-masing elektron adalah sama persis.**



R.A. Millikan

2.1.1 Elektron

Dalam eksperimen Millikan, kabut minyak halus disemprotkan ke dalam sebuah ruangan, dan tetesan kecil itu dibiarkan jatuh di antara dua plat horizontal. Tetesan minyak diamati melalui lensa mikroskopik, sehingga dapat ditentukan seberapa cepat tetesan minyak terjatuh di udara, yang pada akhirnya massanya bisa dihitung.



2.1.1 Elektron

Percobaan tetesan minyak Millikan dilakukan sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan alat penyemprot, minyak disemprotkan, sehingga membentuk tetesan-tetesan kecil. Sebagian tetes minyak akan melewati lubang pada pelat atas dan jatuh karena tarikan gravitasi.
2. Dengan menggunakan teropong, diameter tetesan minyak dapat ditentukan, sehingga massa tetesan minyak dapat diketahui.
3. Radiasi sinar X akan mengionkan gas di dalam silinder. Ionisasi akan menghasilkan elektron. Elektron tersebut akan melekat pada tetesan minyak, sehingga tetesan minyak menjadi bermuatan listrik negatif. Ada yang menyerap satu, dua, atau lebih elektron.

2.1.1 Elektron

Percobaan tetesan minyak Millikan dilakukan sebagai berikut.

4. Jika plat logam tidak diberi beda potensial, tetesan minyak akan tetap jatuh karena pengaruh gravitasi. Jika plat logam diberi beda potensial dengan plat bawah sebagai kutub negatif, maka tetesan minyak yang bermuatan negatif akan mengalami gaya tolak listrik. Sesuai dengan hukum Coulomb, tetesan minyak yang mengikat lebih banyak elektron akan tertolak lebih kuat. Pergerakan tetesan minyak dibuat mengambang. Dalam keadaan seperti itu berarti gaya tarik gravitasi sama dengan gaya tolak listrik.
5. Dengan mengetahui massa tetesan minyak dan beda potensial yang digunakan, maka muatan tetesan minyak dapat ditentukan.

$$\text{Muatan elektron } (e) = -1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$$

2.1.1 Elektron

$$e/m = -1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$$

→ Hasil eksperimen J.J. Thomson

$$\text{Muatan elektron } (e) = -1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$$

→ Hasil eksperimen
R.A. Millikan



Dapat dihitung massa elektron (m)



$$\begin{aligned} \text{mass of an electron} &= \frac{\text{charge}}{\text{charge/mass}} \\ &= \frac{-1.6022 \times 10^{-19} \text{ C}}{-1.76 \times 10^8 \text{ C/g}} \\ &= 9.10 \times 10^{-28} \text{ g} \end{aligned}$$

2.1.2 Radioaktivitas



J.W. Röntgen

Pada tahun 1895, fisikawan Jerman Wilhelm Röntgen melihat bahwa sinar katoda menyebabkan kaca dan logam memancarkan **sinar** yang tidak biasa. Energik radiasi atau pancaran sinar yang sangat tinggi ini dapat menembus materi, plat fotografi, dan menyebabkan berbagai zat berpendar.

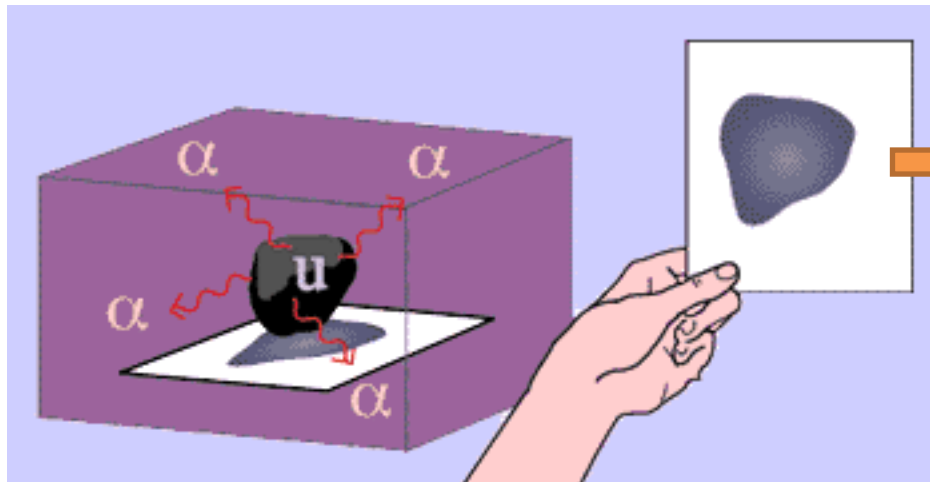
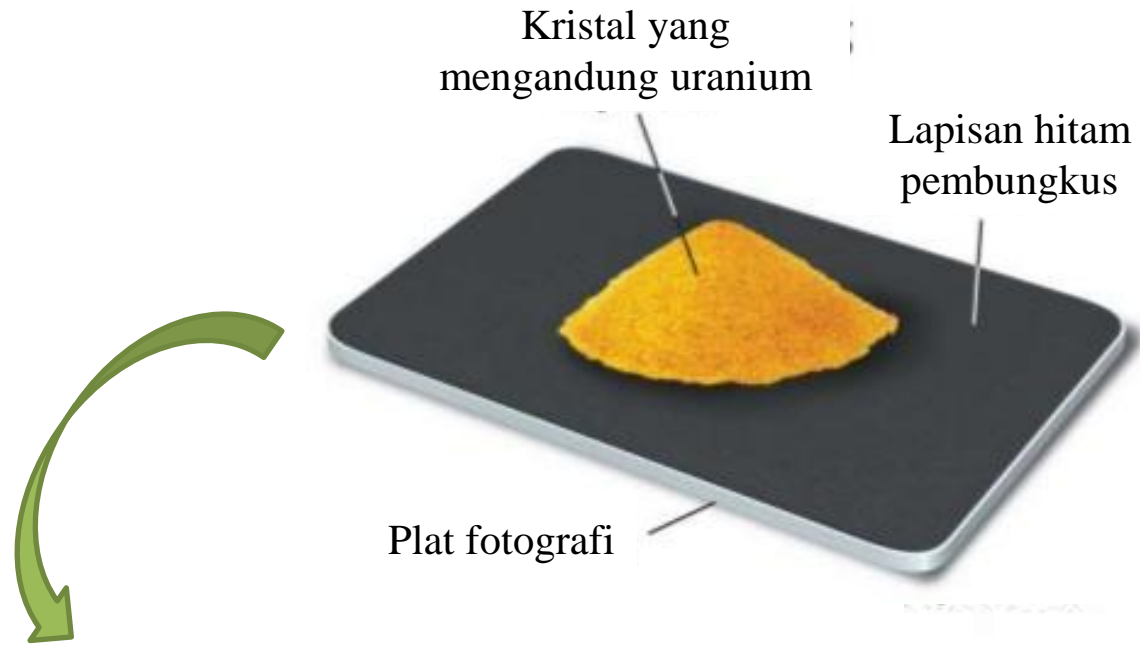
Sinar ini tidak dapat dibelokkan oleh magnet dan tidak bermuatan seperti halnya sinar katoda. Röntgen menyebutnya dengan **sinar X** karena sifatnya yang tidak diketahui.

Tidak lama setelah penemuan Röntgen, Antoine Becquerel, seorang fisikawan Perancis, mulai mempelajari sifat-sifat pendaran/pancaran sinar suatu materi. Secara tidak sengaja, ia menemukan bahwa senyawa uranium (potasium uranium sulfat) dapat menggelapkan plat fotografi yang dibungkus tebal, bahkan tanpa rangsangan sinar katoda.



Antoine Becquerel

2.1.2 Radioaktivitas



Plat fotografi hasil eksperimen Antoine Becquerel

2.1.2 Radioaktivitas

Seperti sinar X, sinar dari senyawa uranium memiliki energi sangat tinggi dan tidak bisa dibelokkan oleh magnet, tapi berbeda dari sinar X karena timbul secara spontan.

Salah satu siswa Becquerel, yaitu Marie Curie yang menyarankan agar istilah **radioaktivitas** digunakan untuk menggambarkan emisi/pancaran spontan dari partikel dan/atau radiasi tersebut. Sejak itu, **setiap unsur yang secara spontan memancarkan radiasi dikatakan bersifat radioaktif.**

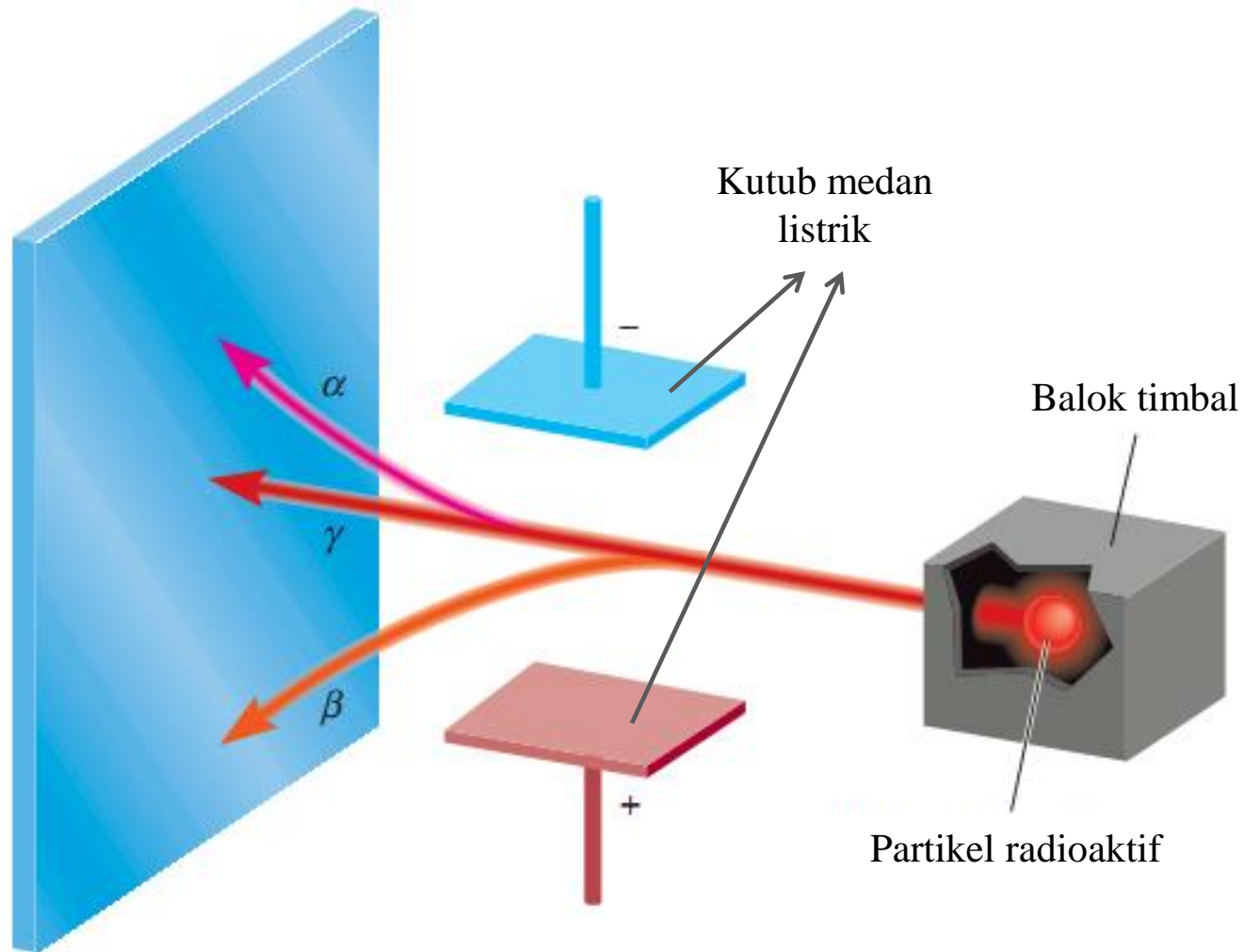


Marie Curie

Ada 3 (tiga) jenis sinar yang dihasilkan zat radioaktif, yaitu:

1. **Sinar alfa (α)** : terdiri dari partikel bermuatan positif, disebut partikel α , dan oleh karena itu ditolak oleh plat bermuatan positif.
2. **Sinar beta (β)** : adalah elektron, disebut partikel β , dan dibelokkan oleh plat bermuatan negatif.
3. **Sinar gamma (γ)** : partikel yang tidak bermuatan, disebut partikel γ , dan tidak terpengaruh oleh medan eksternal.

2.1.2 Radioaktivitas



Tiga jenis sinar radiasi dari partikel radioaktif.

2.1.3 Proton dan Inti

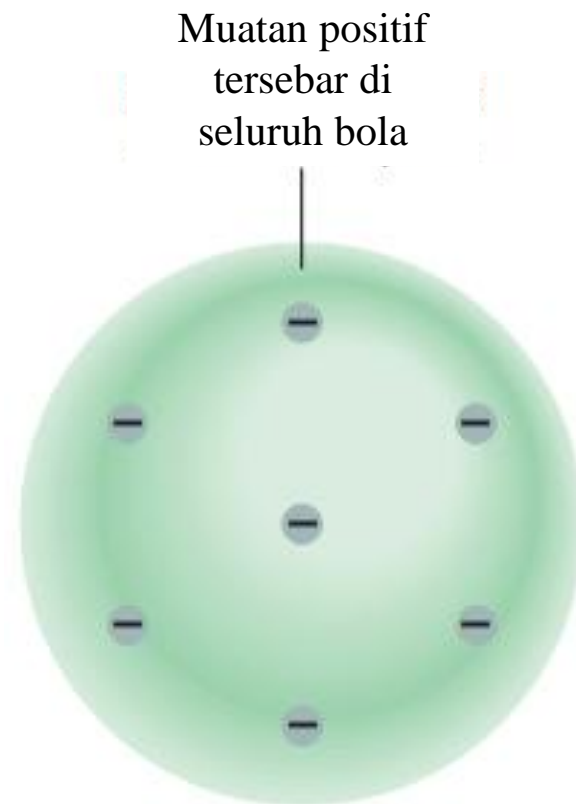
Pada awal 1900-an, **2 (dua) karakteristik atom** menjadi jelas, yaitu mengandung **elektron** dan **muatannya netral**.



Jumlah muatan positif = jumlah muatan negatif



J.J. Thomson mengusulkan agar atom *dapat dianggap* sebagai bola materi yang seragam dan bermuatan positif, dimana elektron tertanam seperti kismis di dalam kue.

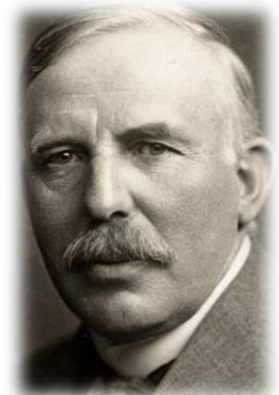
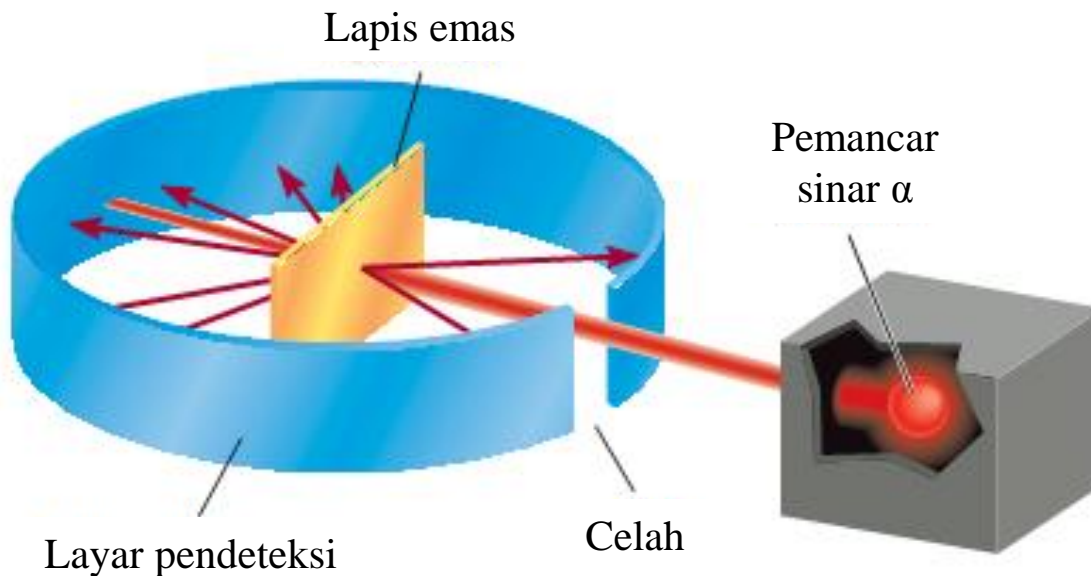


Model atom J.J. Thomson
(model roti kismis)

2.1.3 Proton dan Inti

Pada tahun 1910 fisikawan Selandia Baru, Ernest Rutherford, memutuskan untuk menggunakan **partikel α** untuk menyelidiki struktur atom.

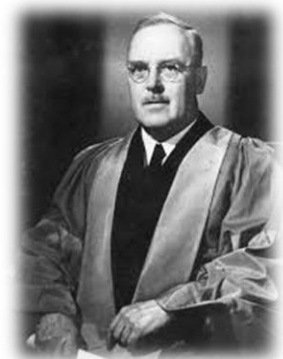
Rutherford bersama rekannya Hans Geiger dan Ernest Marsden telah melakukan serangkaian percobaan menggunakan bahan emas dan logam lainnya yang sangat tipis sebagai target partikel α dari sumber radioaktif.



Ernest Rutherford

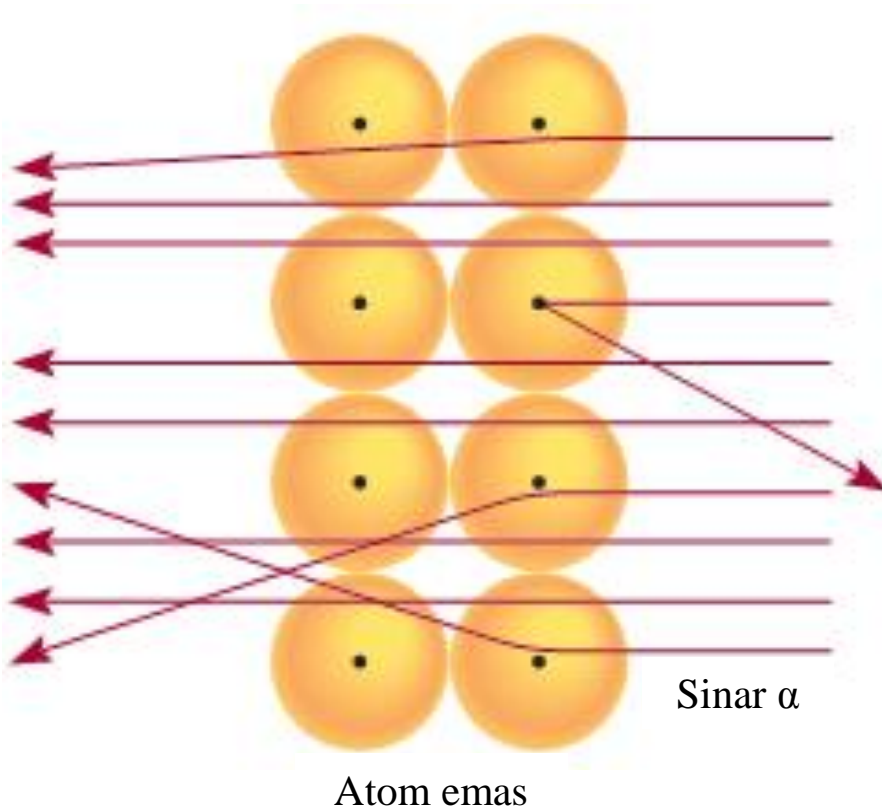


Hans Geiger



Ernest Marsden

2.1.3 Proton dan Inti



Hasil eksperimen:

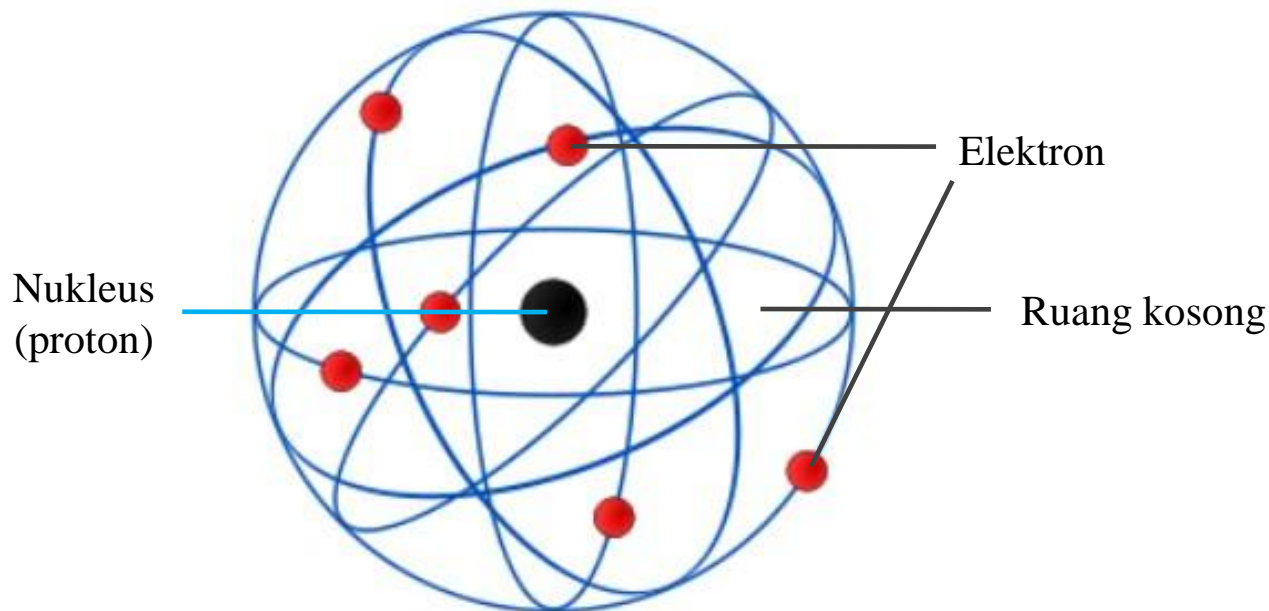
- Sebagian besar partikel α menembus lapis emas.
- Ada pula partikel α yang sedikit dibelokkan.
- Sedikit partikel α (1 dari setiap 20.000 partikel) tersebar (atau dibelokkan) pada sudut yang besar.
- Bahkan ada partikel α yang benar-benar kembali ke arah datangnya sinar α .

2.1.3 Proton dan Inti

Rutherford berpendapat bahwa:

- Atom terdiri dari inti (nukleus) bermuatan positif (**proton**) yang dikelilingi oleh sistem elektron.

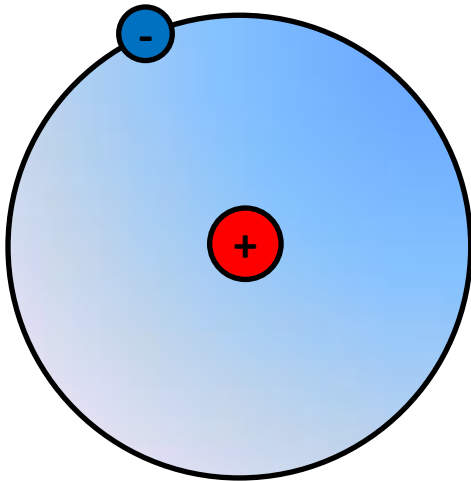
$$\text{Massa proton} = 1.67262 \times 10^{-24} \text{ g}$$



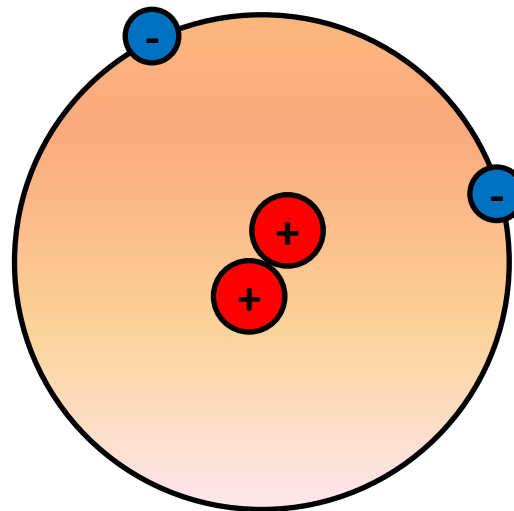
Model atom Rutherford

2.1.4 Neutron

Model struktur atom Rutherford meninggalkan satu masalah besar yang belum terpecahkan. Diketahui bahwa hidrogen (H) adalah atom yang paling sederhana dimana hanya mengandung 1 proton dan atom helium (He) mengandung 2 proton. Oleh karena itu, perbandingan massa atom hidrogen dengan atom helium harus 1:2 (massa elektron diabaikan karena terlalu kecil).



Atom Hidrogen (H)



Atom Helium (He)

Perbandingan massa atom = 1 : 2



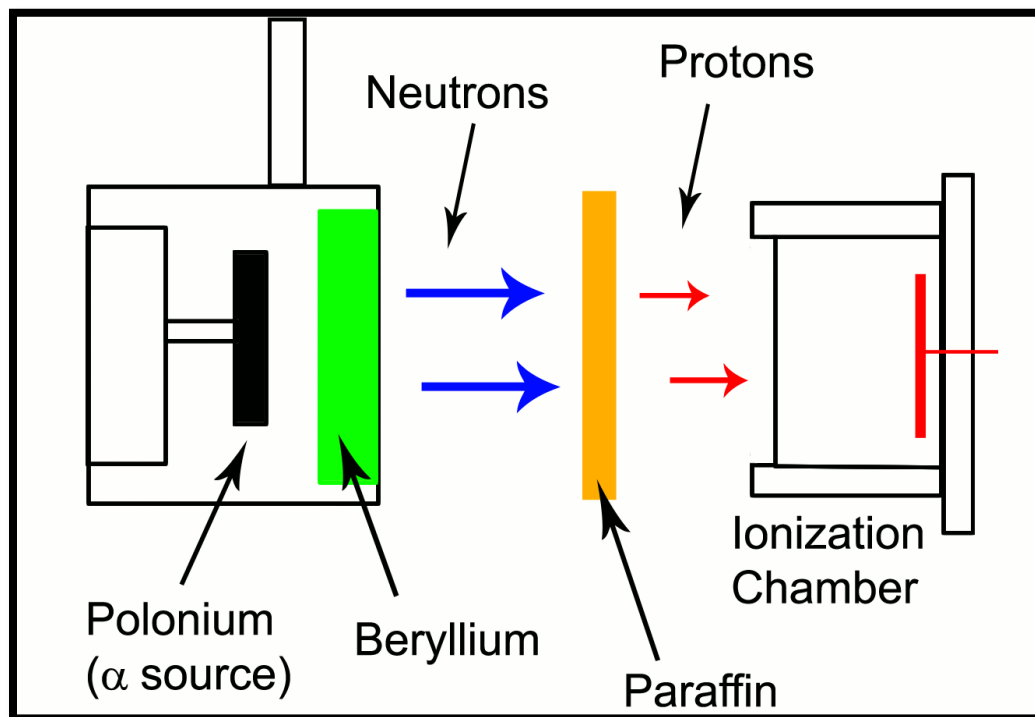
FAKTAnya, perbandingan massa atom = **1 : 4**



2.1.4 Neutron

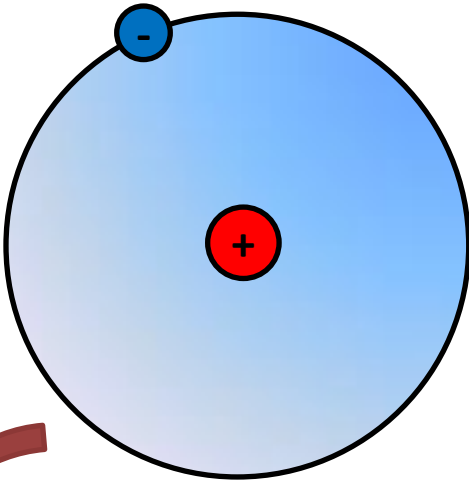
Pada tahun 1932, fisikawan Inggris yaitu James Chadwick membombardir lembaran berilium tipis (Be) dengan partikel α , dan ternyata energi radiasi yang sangat tinggi yang serupa dengan **sinar γ** dipancarkan oleh logam tersebut.

Eksperimen selanjutnya menunjukkan bahwa sinar γ sebenarnya terdiri dari partikel subatomik ketiga, yang dinamakan **neutron** yaitu **partikel yang bermuatan netral** yang sedikit lebih besar daripada proton.

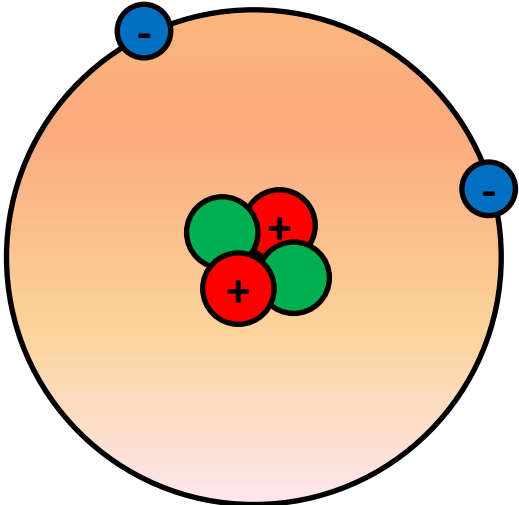


Skema eksperimen penemuan partikel neutron

2.1.4 Neutron



Atom Hidrogen (H)



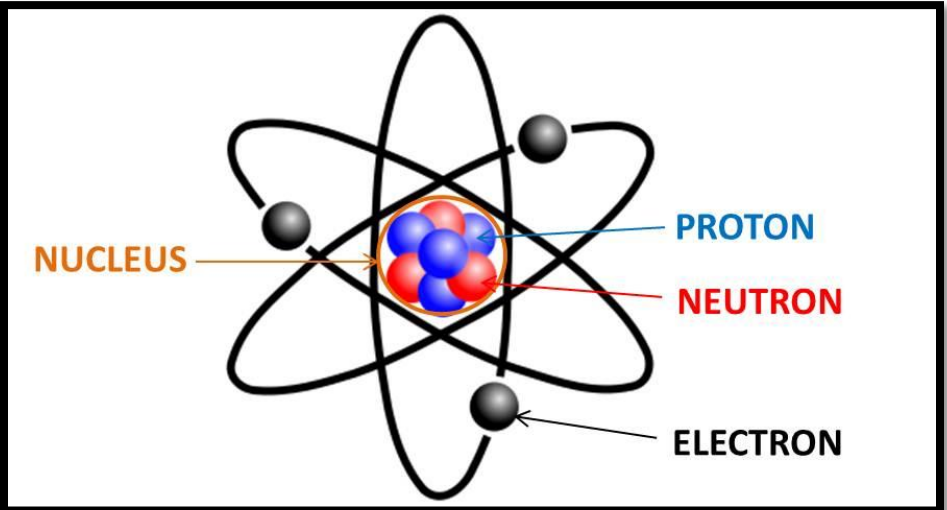
Atom Helium (He)



James Chadwick

Perbandingan massa atom = 1 : 4

➔ Sesuai FAKTA

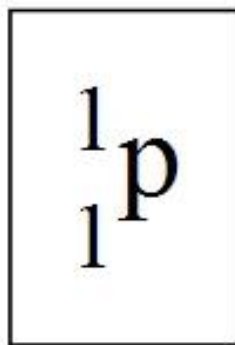


2.1.4 Neutron

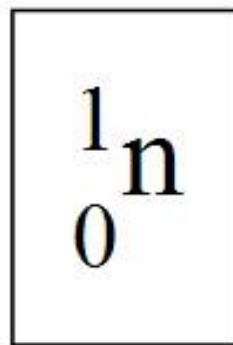
TABLE 2.1 Mass and Charge of Subatomic Particles

Particle	Mass (g)	Charge	
		Coulomb	Charge Unit
Electron*	9.10938×10^{-28}	-1.6022×10^{-19}	-1
Proton	1.67262×10^{-24}	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	1.67493×10^{-24}	0	0

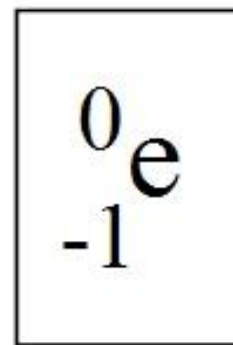
*More refined measurements have given us a more accurate value of an electron's mass than Millikan's.



Proton



Neutron



Elektron

2.2 Nomor Atom, Massa Atom, dan Isotop

Semua atom dapat diidentifikasi berdasarkan jumlah proton dan neutron yang dimilikinya.

Nomor atom (Z) adalah jumlah proton di inti (nukleus) masing-masing atom suatu unsur.

Dalam **atom netral jumlah proton sama dengan jumlah elektron**, jadi nomor atom juga menunjukkan jumlah elektron yang ada dalam atom.

Nomor massa (A) adalah jumlah total neutron dan proton yang ada di inti atom suatu unsur.

$$\begin{aligned}\text{Nomor massa (A)} &= \text{jumlah proton} + \text{jumlah neutron} \\ &= \text{nomor atom (Z)} + \text{jumlah neutron}\end{aligned}$$

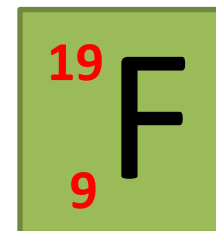
Nomor massa

← A

X



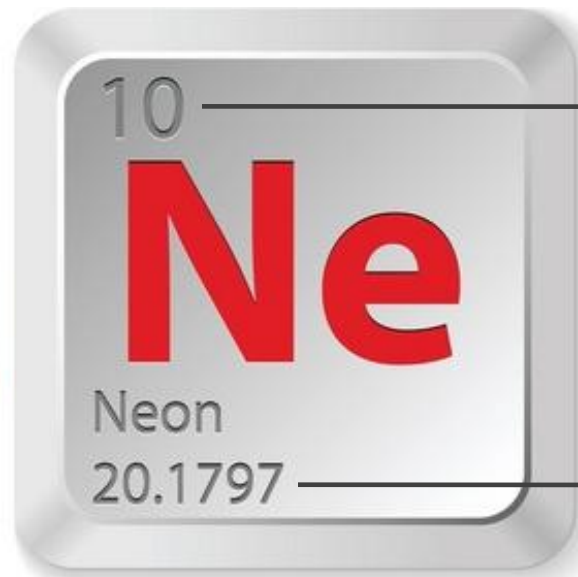
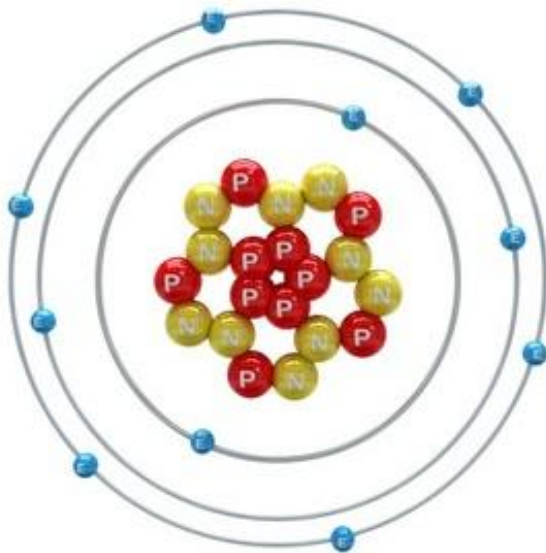
Lambang unsur



Nomor atom

← Z

2.2 Nomor Atom, Massa Atom, dan Isotop



Nomor atom



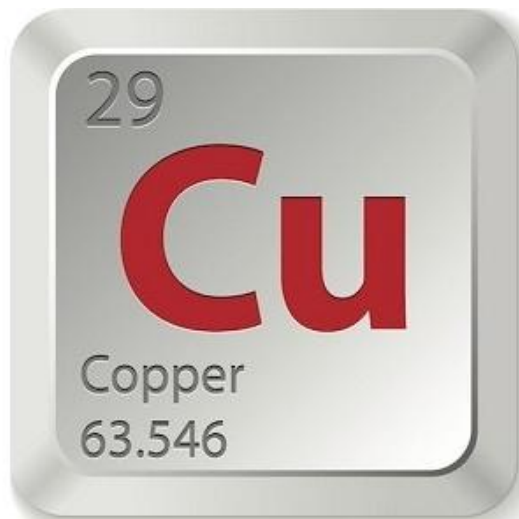
$$\Sigma \text{ proton} = 10$$

$$\Sigma \text{ elektron} = 10$$

Nomor massa



$$\begin{aligned} \Sigma \text{ neutron} &= 20 - 10 \\ &= 10 \end{aligned}$$



Berapa jumlah elektron, proton, dan neutron dari unsur Cu

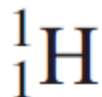
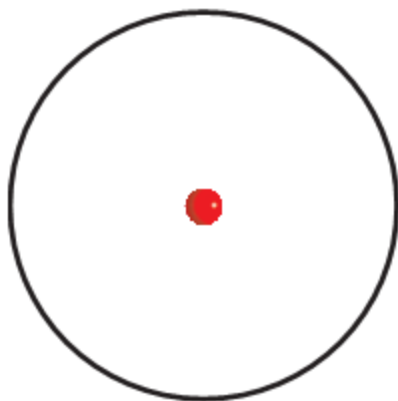


2.2 Nomor Atom, Massa Atom, dan Isotop

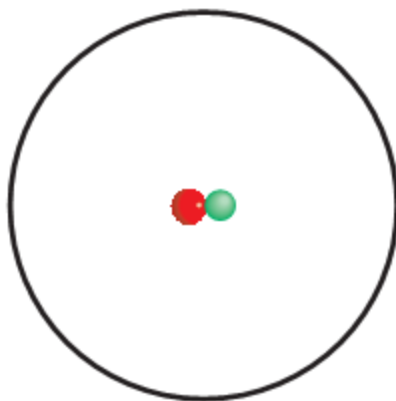
Atom dari unsur tertentu tidak semuanya memiliki massa yang sama. Sebagian besar unsur cenderung memiliki 2 (dua) atau lebih **isotop**.

Isotop yaitu atom unsur yang memiliki nomor atom yang sama, namun memiliki massa yang berbeda.

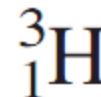
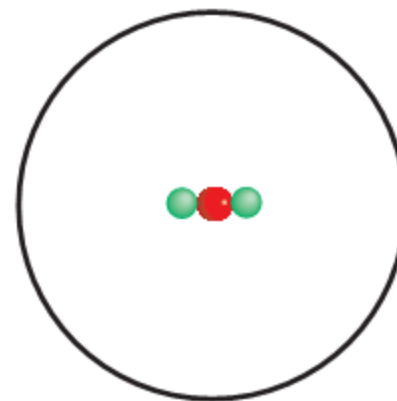
Contoh: Unsur hidrogen memiliki 3 isotop, yaitu hidrogen, deuterium, dan tritium.



**Hidrogen
(Protium)**



Deuterium



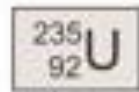
Tritium

2.2 Nomor Atom, Massa Atom, dan Isotop

Sebagai contoh lain, perhatikan 2 isotop unsur uranium yang umum dengan nomor massa 235 dan 238.



An atom of uranium-235



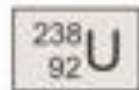
Digunakan dalam reaktor nuklir dan bom atom.



Disebut dengan “**uranium dua tigapuluh-lima.**”



An atom of uranium-238



Digunakan sebagai bahan pembuatan plutonium-239 (bahan bakar reaktor nuklir).

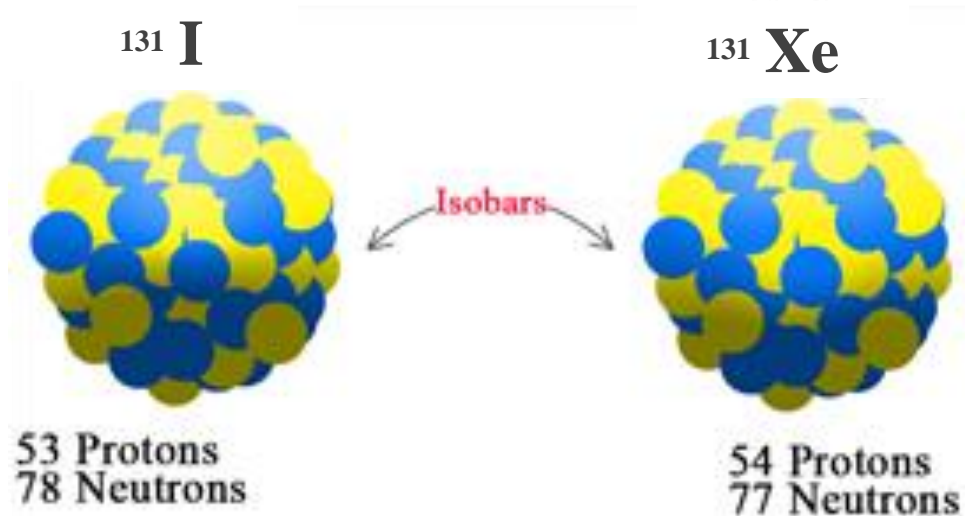


Disebut dengan “**uranium dua tigapuluh-delapan.**”

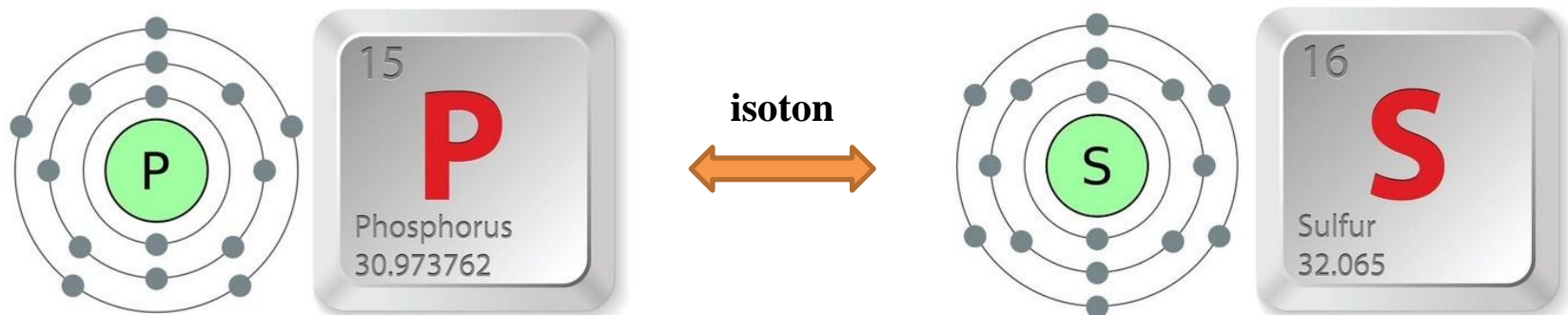
2.2 Nomor Atom, Massa Atom, dan Isotop

Isobar adalah dua atom unsur yang berbeda, tetapi mempunyai nomor massa yang sama.

Contoh:



Isoton adalah dua atom unsur yang berbeda tetapi mempunyai jumlah neutron yang sama.



2.2 Nomor Atom, Massa Atom, dan Isotop

EXAMPLE 2.1

Give the number of protons, neutrons, and electrons in each of the following species:

(a) ${}_{11}^{20}\text{Na}$, (b) ${}_{11}^{22}\text{Na}$, (c) ${}^{17}\text{O}$, and (d) carbon-14.

Practice Exercise How many protons, neutrons, and electrons are in the following isotope of copper: ${}^{63}\text{Cu}$?

Review of Concepts

- Name the only element having an isotope that contains no neutrons.
- Explain why a helium nucleus containing no neutrons is likely to be unstable.

2.3 Perkembangan Model Atom

🦋 TEORI ATOM DALTON

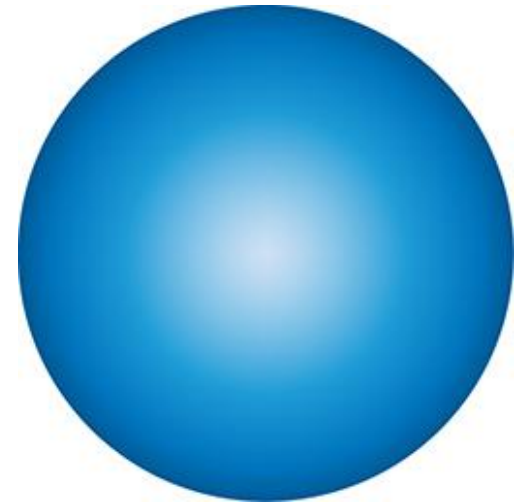
John Dalton menyatakan bahwa bentuk atom menyerupai bola pejal dan tidak dapat dipecah lagi menjadi partikel yang lebih kecil.

Kelebihan model/teori atom John Dalton:

- Dapat menerangkan hukum kekekalan massa (Lavoisier) dan hukum perbandingan tetap (Proust).

Kelemahan model/teori atom John Dalton:

- Ada partikel yang lebih kecil dari atom yang disebut partikel **subatom**.
- Tidak dapat menjelaskan bagaimana atom-atom berikatan.
- Tidak dapat menerangkan sifat listrik atom.



Model atom John Dalton
(bola pejal)

2.3 Perkembangan Model Atom

👉 TEORI ATOM THOMSON

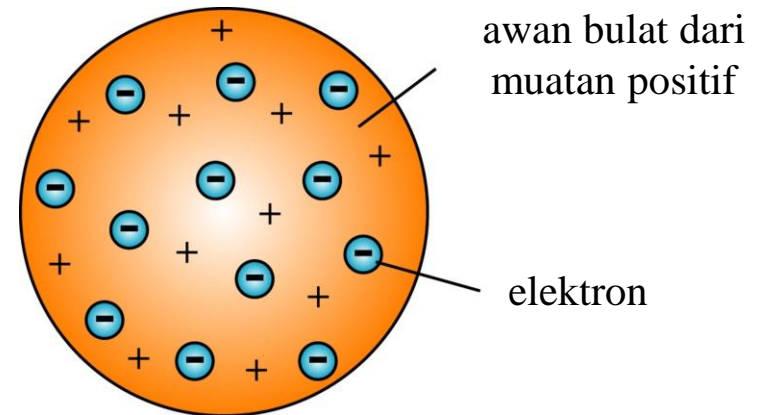
J.J. Thomson menyatakan bahwa elektron tersebar secara merata di dalam atom yang dianggap sebagai suatu bola yang bermuatan positif.

Kelebihan model/teori atom J.J. Thomson:

- Dapat menerangkan adanya partikel yang lebih kecil dari atom (elektron).
- Dapat menerangkan sifat listrik atom.

Kelemahan model/teori atom J.J. Thomson:

- Tidak dapat menerangkan efek dari penghamburan cahaya pada lempeng tipis emas.



Model atom J.J. Thomson
(model roti kismis)

2.3 Perkembangan Model Atom

🏰 TEORI ATOM RUTHERFORD

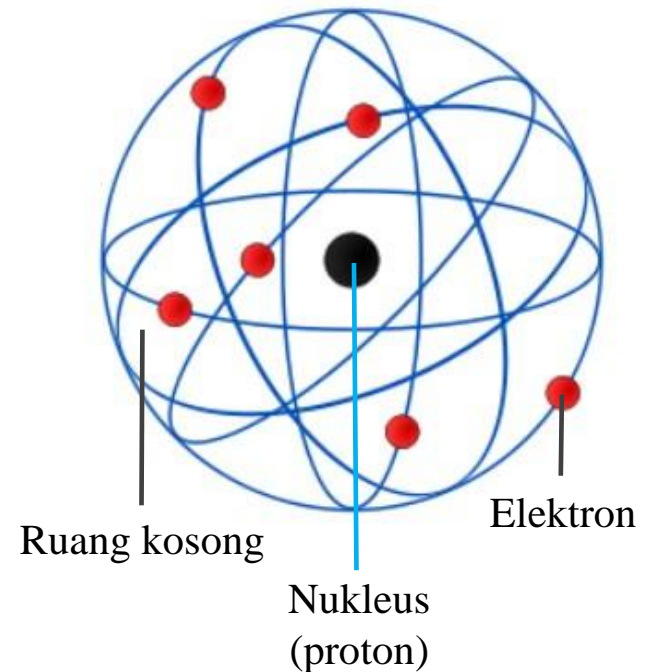
Rutherford menyatakan bahwa atom terdiri dari inti (bermuatan positif) berada di pusat, sementara elektron (bermuatan negatif) bergerak mengelilingi inti. Sebagian besar atom adalah ruangan kosong dan hampir semua massa atom berada pada inti.

Kelebihan model/teori atom Rutherford:

- Dapat menerangkan efek penghamburan sinar alfa (α) pada lempeng tipis emas.

Kelemahan model/teori atom Rutherford:

- Bertentangan dengan teori elektrodinamika klasik Maxwell (elektron yang terus bergerak akan memancarkan energi yang pada akhirnya akan habis dan jatuh ke inti).



Model atom Rutherford

2.3 Perkembangan Model Atom

🚩 TEORI ATOM BOHR

Beberapa hal yang dijelaskan oleh Bohr:

- Elektron mengorbit pada tingkat energi tertentu yang disebut kulit.
- Tiap elektron mempunyai energi tertentu yang cocok dengan tingkat energi kulit yang ditunjukkan oleh bilangan kuantum (n), dimana $n = 1, 2, 3$, dst.
- Dalam keadaan stationer, elektron tidak melepas atau pun menyerap energi.
- Elektron dapat berpindah posisi dari tingkat energi rendah dan sebaliknya dengan menyerap atau melepas energi.

Kelebihan model/teori atom Bohr:

- Dapat menjelaskan spektrum atom hidrogen (H).
- Menjawab kesulitan teori atom Rutherford.



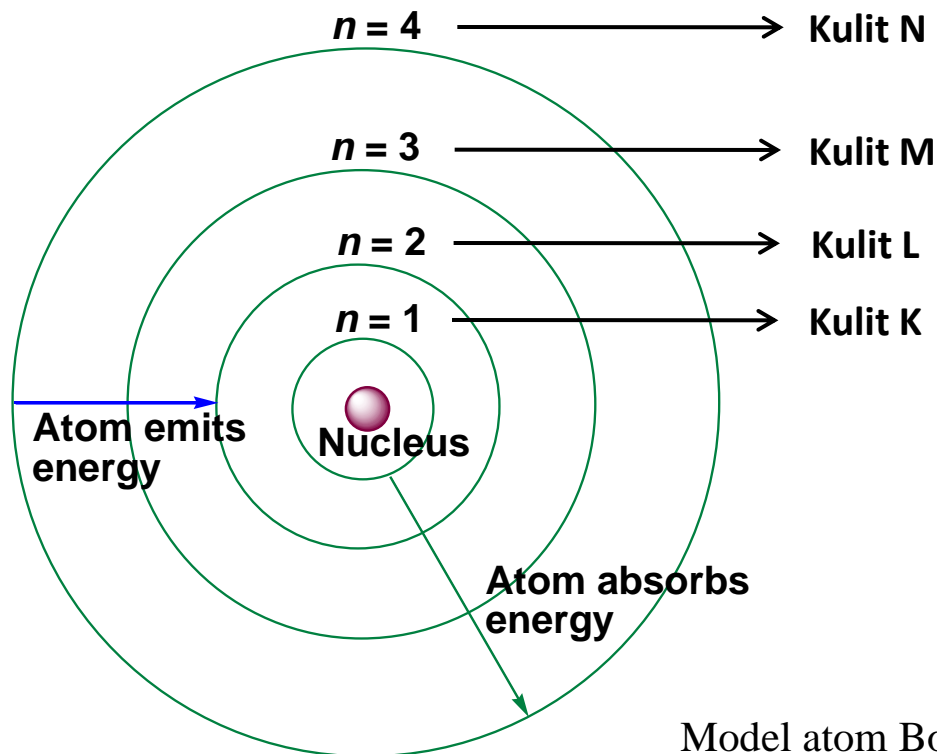
Niels Bohr

2.3 Perkembangan Model Atom

TEORI ATOM BOHR

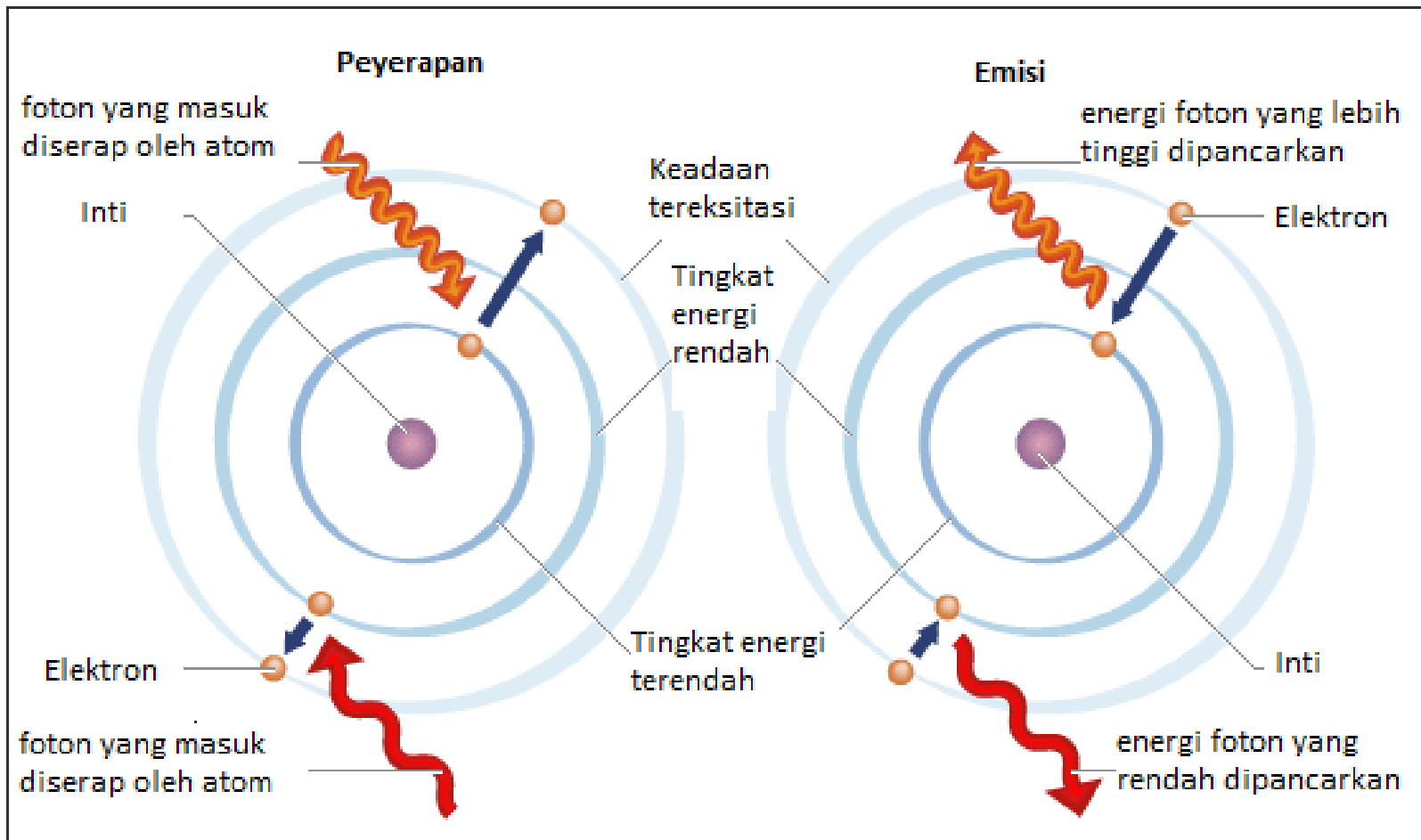
Kelemahan model/teori atom Bohr:

- Tidak dapat menjelaskan atom berelektron banyak.
- Tidak dapat menerangkan *efek Zeeman* bila atom ditempatkan pada medan magnet.



2.3 Perkembangan Model Atom

🌿 TEORI ATOM BOHR



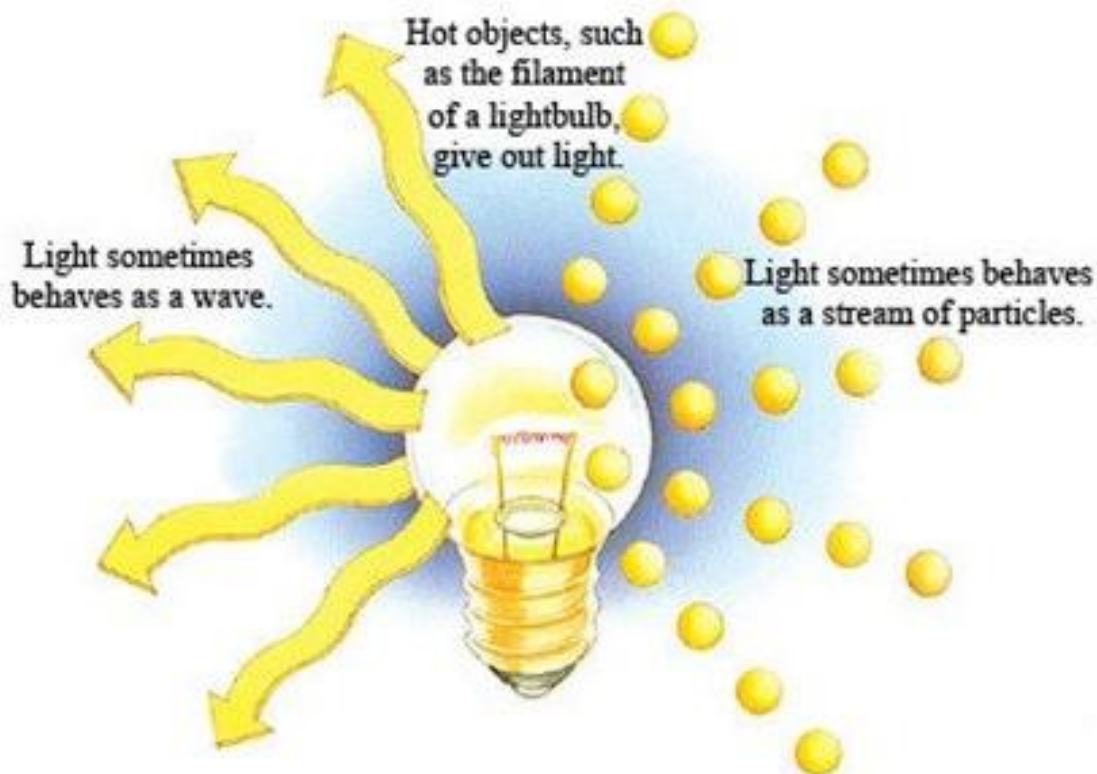
2.3 Perkembangan Model Atom

🚧 TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM

Teori atom Mekanika Kuantum didasarkan pada **dualisme sifat cahaya** yaitu cahaya dapat bersifat gelombang dan sebagai partikel.



Luis de Broglie



Max Planck

2.3 Perkembangan Model Atom

📌 TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM

Selain itu, Heisenberg menyatakan bahwa **tidak mungkin** menentukan momentum (kecepatan \times massa) dan posisi elektron secara bersamaan, tetapi yang dapat ditentukan hanyalah kebolehjadian menemukan elektron pada jarak tertentu dari inti.



Werner
Heisenberg

Prinsip Ketidakpastian Heisenberg

Daerah dengan kemungkinan terbesar ditemukannya elektron disebut **orbital**.

Orbital digambarkan berupa awan, yang tebal tipisnya menyatakan besar kecilnya kemungkinan ditemukan elektron di daerah tersebut.

2.3 Perkembangan Model Atom

🏰 **TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM**

Erwin Schrodinger mengajukan teori yang disebut **Teori Atom Mekanika Kuantum** yang menyatakan bahwa "kedudukan elektron dalam atom tidak dapat ditentukan dengan pasti dan yang dapat ditentukan adalah kemungkinan menemukan elektron sebagai fungsi jarak dari inti atom".

Teori Schrodinger dan prinsip ketidakpastian Heisenberg melahirkan model atom mekanika kuantum sebagai berikut.

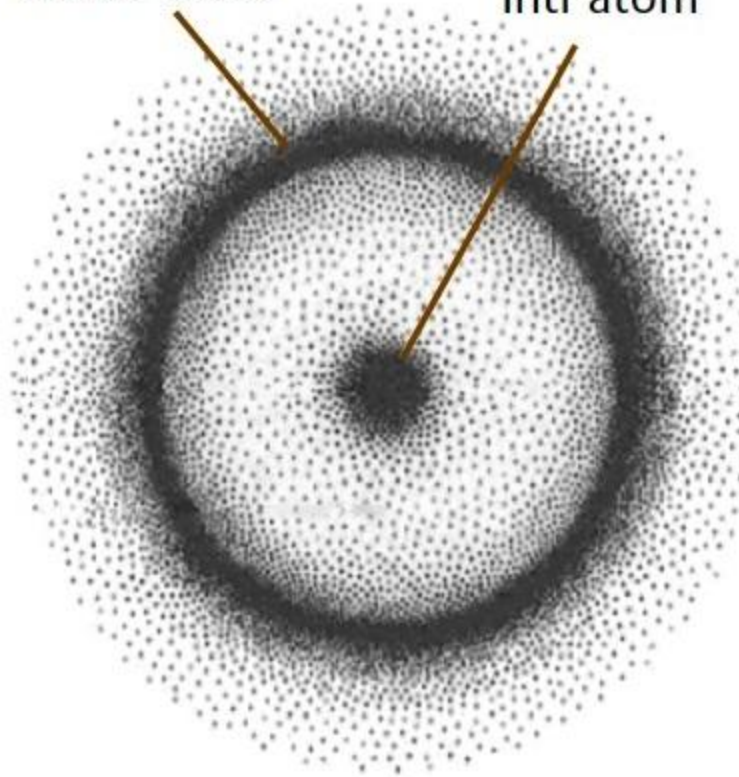
- ➡ Posisi elektron dalam atom tidak dapat ditentukan dengan pasti.
- ➡ Atom mempunyai kulit elektron (K, L, M, N, dst).
- ➡ Setiap kulit elektron memiliki subkulit elektron (*s*, *p*, *d*, dan *f*).
- ➡ Setiap subkulit elektron terdiri dari 1 atau lebih orbital.

2.3 Perkembangan Model Atom

🏰 TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM

Peluang terbesar
keberadaan elektron
dalam atom

Inti atom

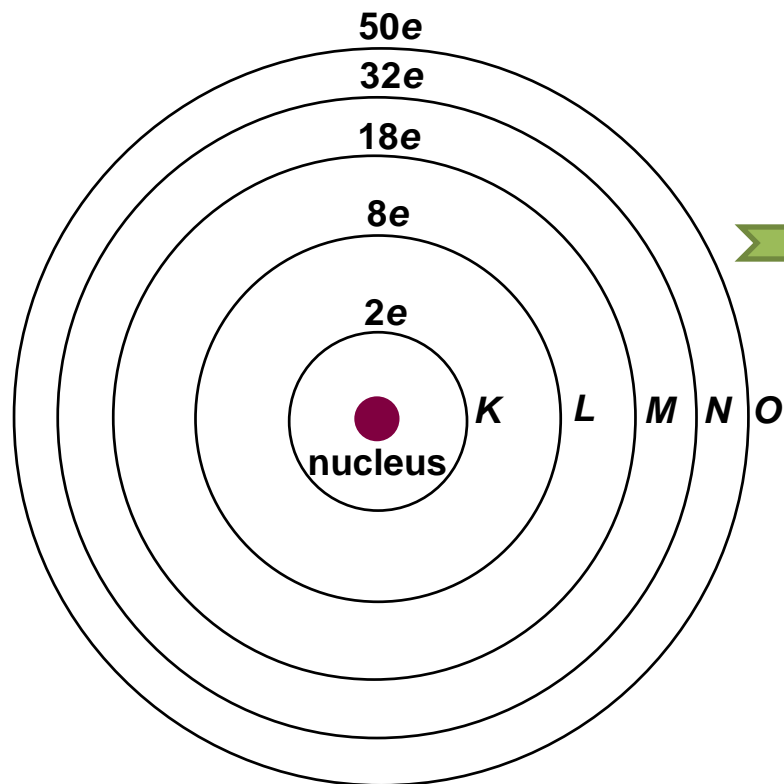


Erwin Schrodinger

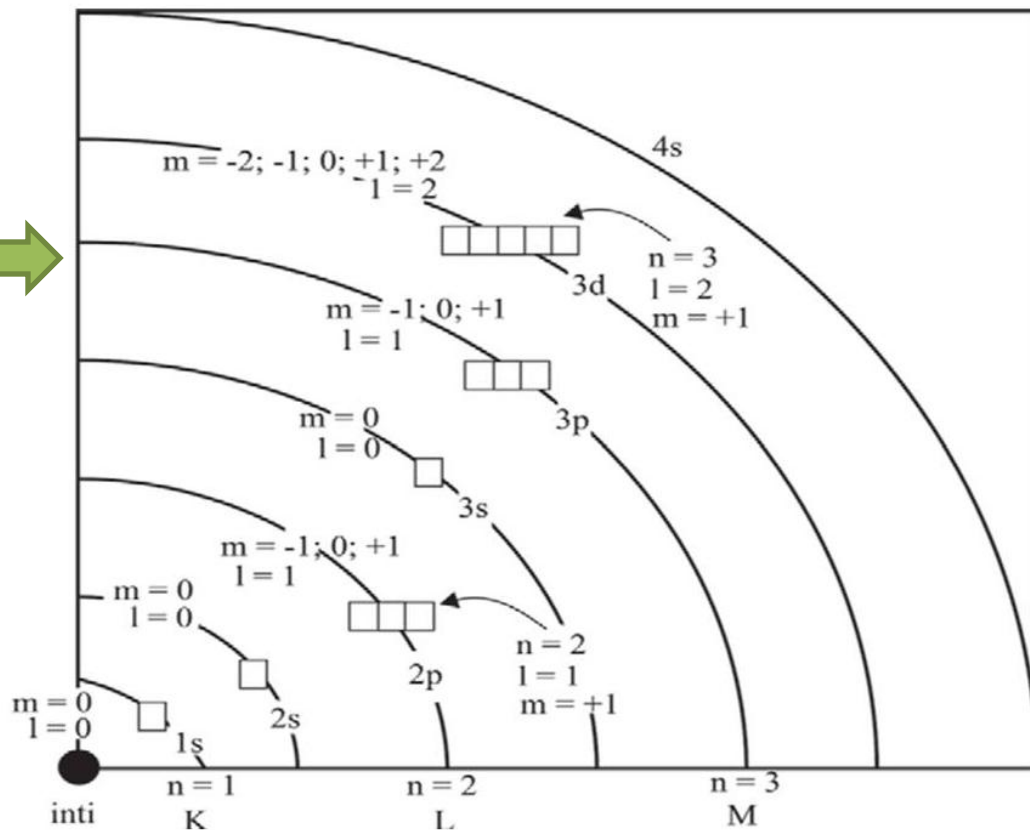
Model atom Mekanika Kuantum

2.3 Perkembangan Model Atom

TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM



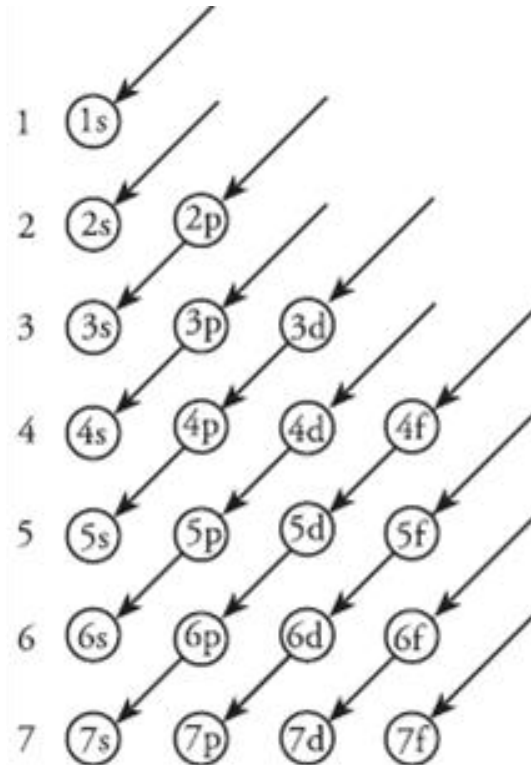
Kulit elektron pada atom



Subkulit dan orbital elektron pada atom

2.3 Perkembangan Model Atom

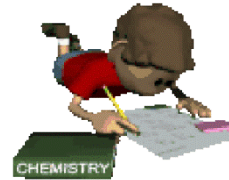
🏰 TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM



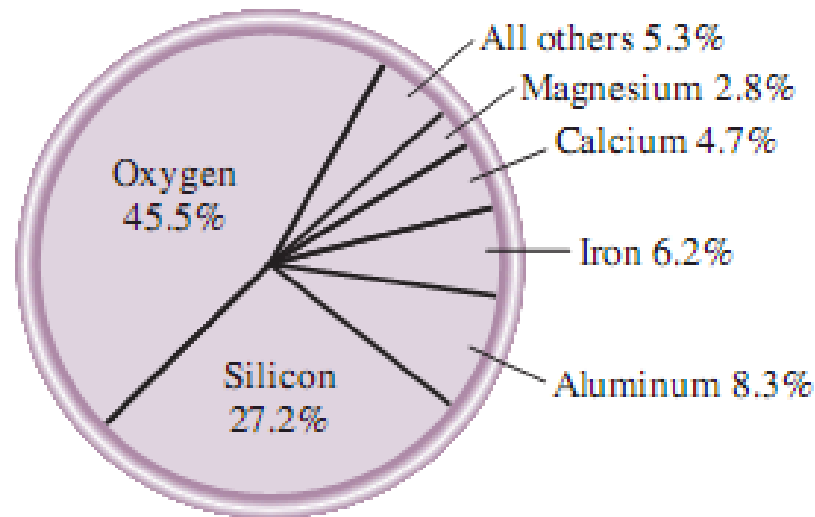
Nomor Kulit	Subkulit	Jumlah orbital	Jumlah elektron max
Kulit ke-1 (K)	s	1	2
Kulit ke-2 (L)	s, p	4 (1 + 3)	8
Kulit ke-3 (M)	s, p, d	9 (1 + 3 + 5)	18
Kulit ke-4 (N)	s, p, d, f	16 (1 + 3 + 5 + 7)	32
Kulit ke-n	n subkulit	n^2 orbital	$2n^2$

2.4 Tabel Periodik Unsur

Berapa banyak unsur yang sekarang dikenal?



- 118 unsur** → **82 unsur alami** (kelimpahannya di alam berbeda-beda).
→ **36 unsur buatan** diproduksi menggunakan akselerator energi tinggi.



Kelimpahan alam dari unsur-unsur dalam persen massa. Misalnya, kelimpahan oksigen adalah 45,5%. Ini berarti bahwa dalam 100 g sampel kerak bumi, rata-rata, terkandung 45,5 g unsur oksigen.

2.4 Tabel Periodik Unsur

Dalam tabel periodik, unsur-unsur diatur menurut nomor atom (**sesuai dengan kesamaan sifat kimia mereka**).

Golongan →

Periode ↓

1 IA 1A																	13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIIIA 8A																									
1 H Hydrogen 1.008																	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180																									
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012																	11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948												
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.933	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.80																														
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.29																														
37 Rb Rubidium 84.468	38 Sr Strontium 87.62	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [209]	86 Rn Radon 222.018																														
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown																														
		<table border="1"> <tr> <td>57 La Lanthanum 138.906</td> <td>58 Ce Cerium 140.115</td> <td>59 Pr Praseodymium 140.908</td> <td>60 Nd Neodymium 144.24</td> <td>61 Pm Promethium 144.913</td> <td>62 Sm Samarium 150.36</td> <td>63 Eu Europium 151.966</td> <td>64 Gd Gadolinium 157.25</td> <td>65 Tb Terbium 158.925</td> <td>66 Dy Dysprosium 162.50</td> <td>67 Ho Holmium 164.930</td> <td>68 Er Erbium 167.26</td> <td>69 Tm Thulium 168.934</td> <td>70 Yb Ytterbium 173.04</td> <td>71 Lu Lutetium 174.967</td> </tr> <tr> <td>89 Ac Actinium 227.028</td> <td>90 Th Thorium 232.038</td> <td>91 Pa Protactinium 231.036</td> <td>92 U Uranium 238.029</td> <td>93 Np Neptunium 237.048</td> <td>94 Pu Plutonium 244.064</td> <td>95 Am Americium 243.061</td> <td>96 Cm Curium 247.070</td> <td>97 Bk Berkelium 247.070</td> <td>98 Cf Californium 251.080</td> <td>99 Es Einsteinium [254]</td> <td>100 Fm Fermium 257.095</td> <td>101 Md Mendelevium 258.1</td> <td>102 No Nobelium 259.101</td> <td>103 Lr Lawrencium [262]</td> </tr> </table>																57 La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.966	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967	89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]
57 La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.966	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967																																	
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]																																	
		<table border="1"> <tr> <td>Alkali Metal</td> <td>Alkaline Earth</td> <td>Transition Metal</td> <td>Basic Metal</td> <td>Semimetal</td> <td>Nonmetal</td> <td>Halogen</td> <td>Noble Gas</td> <td>Lanthanide</td> <td>Actinide</td> </tr> </table>																Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide																				
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide																																						

© 2014 Todd Helmenstine sciencenotes.org

2.4 Tabel Periodik Unsur

Tabel periodik terdiri dari:

- 7 baris horizontal yang disebut **periode**.
- 18 kolom vertikal yang disebut **golongan**.

Standar internasional menyebutkan penomoran golongan yaitu golongan **1-18** (dari kiri ke kanan).

Sistem AS menggunakan **angka Yunani dan huruf kapital (IA, IIA, IB, IIB, dst)**.

Golongan **1, 2, 13, 14, 15, 16, 17** dan **18** disebut **golongan utama**.

Golongan **3 sampai 12** disebut **golongan logam transisi**.

Yang lain disebut **golongan lantanida** dan **aktinida**. Unsur-unsur dalam kelompok lantanida dan aktinida disebut **unsur transisi dalam**.

2.4 Tabel Periodik Unsur

Golongan

Golongan utama

Golongan utama

Periode

Golongan																					
Golongan logam transisi																					
1 1A 1A																	18 VIII A 8A				
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003				
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012															5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	3 III B 3B	4 IV B 4B	5 V B 5B	6 VI B 6B	7 VII B 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 I B 1B	12 II B 2B	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948				
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.933	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.80				
37 Rb Rubidium 84.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.29				
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018				
87 Fr Francium 223.018	88 Ra Radium 226.025	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown				

Lantanida

57 La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.966	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967
----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Aktinida

89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]
---------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide
--------------	----------------	------------------	-------------	-----------	----------	---------	-----------	------------	----------

2.4 Tabel Periodik Unsur

Beberapa golongan unsur memiliki nama khusus.

~ **Golongan** →

Golongan logam alkali tanah

Golongan gas mulia

	1	2																18	
1																			He
2	Li	Be																F	Ne
3	Na	Mg																Cl	Ar
4	K	Ca									Cu							Br	Kr
5	Rb	Sr									Ag							I	Xe
6	Cs	Ba									Au								Rn
7	Fr	Ra																	

Golongan logam alkali

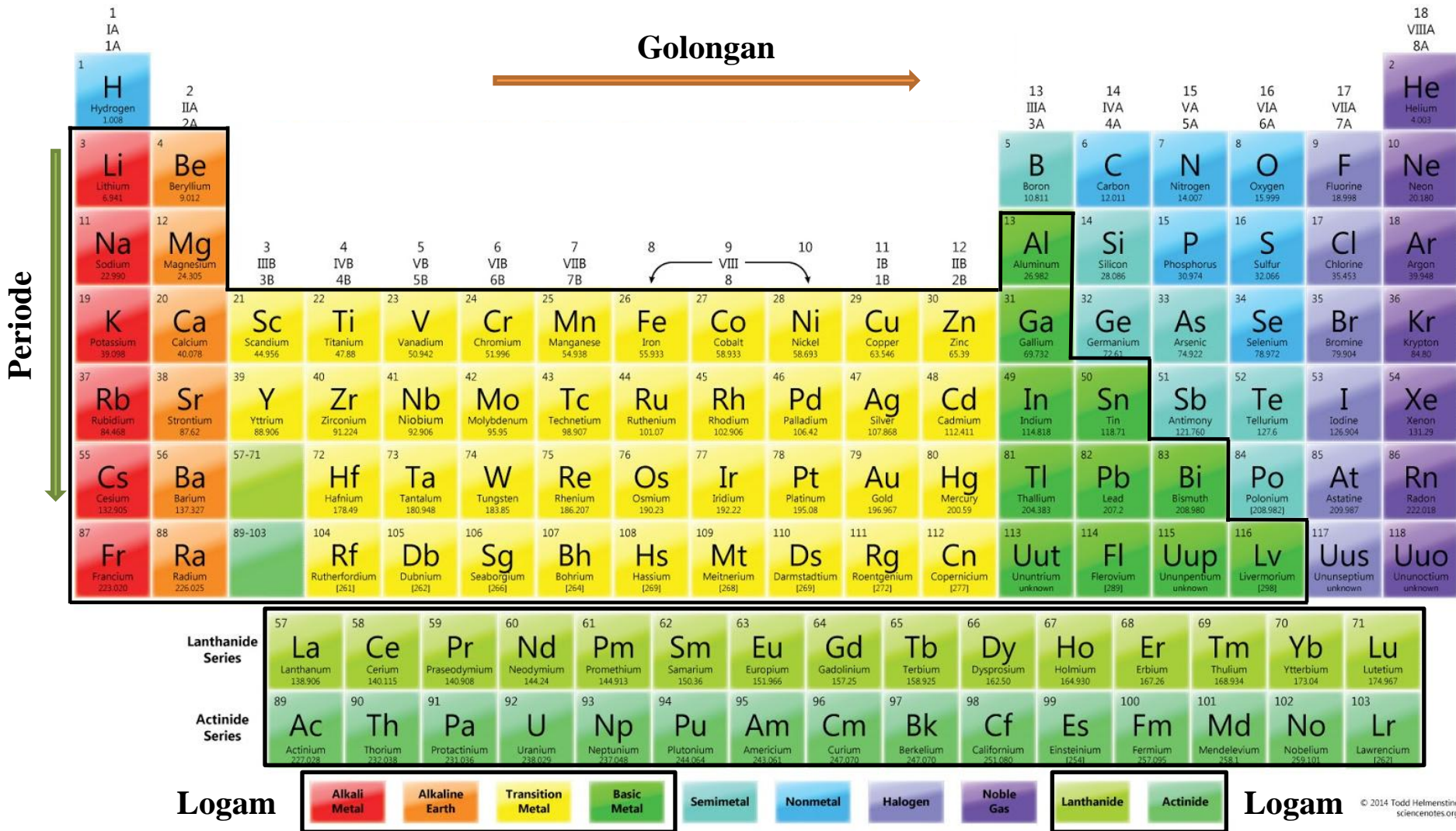
Golongan logam mata uang

Golongan halogen

Periode ↓

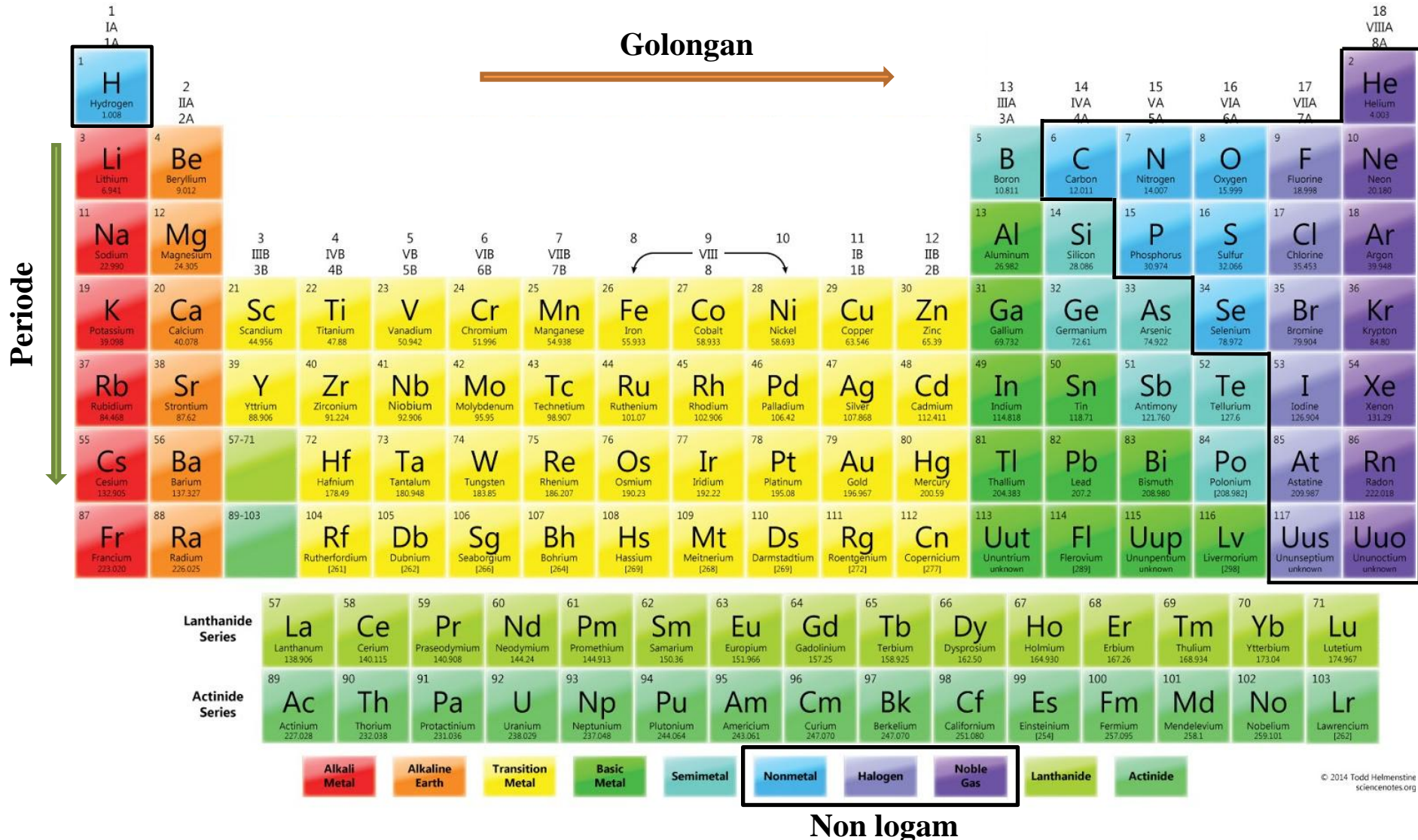
2.4 Tabel Periodik Unsur

Unsur-unsur dalam tabel periodik sering dibagi menjadi tiga kelas utama, yaitu non logam, logam, dan semilogam (metalloid).



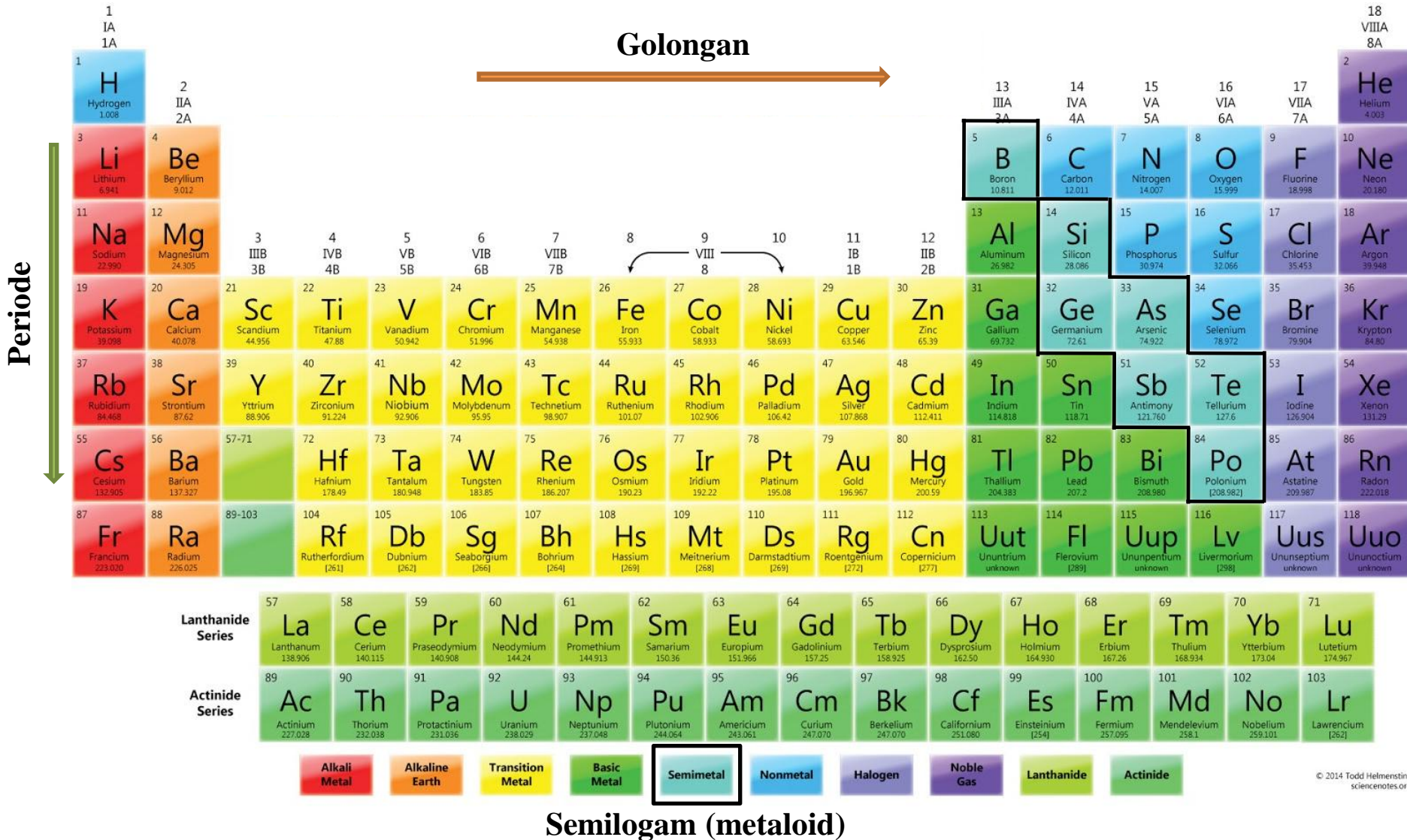
2.4 Tabel Periodik Unsur

Unsur-unsur dalam tabel periodik sering dibagi menjadi tiga kelas utama, yaitu logam, non logam, dan semilogam (metalloid).



2.4 Tabel Periodik Unsur

Unsur-unsur dalam tabel periodik sering dibagi menjadi tiga kelas utama, yaitu logam, non logam, dan semilogam (metalloid).



2.4 Tabel Periodik Unsur

Group

Gas
 Liquid
 Solid
 Synthetically prepared

	IA (1)	IIA (2)											IIIA (13)	IVA (14)	VA (15)	VIA (16)	VIIA (17)	VIIIA (18)	
1	H													B	C	N	O	F	Ne
2	Li	Be	VIII B (8) (9) (10)										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
3	Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo	
Lanthanides			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Actinides			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Period

2.5 Sifat Fisika Unsur

Beberapa sifat fisik unsur-unsur:

➔ Jari-jari atom (*atomic radius*)

● setengah jarak antara 2 inti pada atom-atom yang berdekatan.

➔ Energi ionisasi (*ionization energy*)

● energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan 1 elektron dari atom berwujud gas pada keadaan dasarnya.

➔ Afinitas elektron (*electron affinity*)

● perubahan energi untuk proses penambahan elektron ke atom gas terisolasi atau ion.

➔ Elektronegativitas (*electronegativity*)

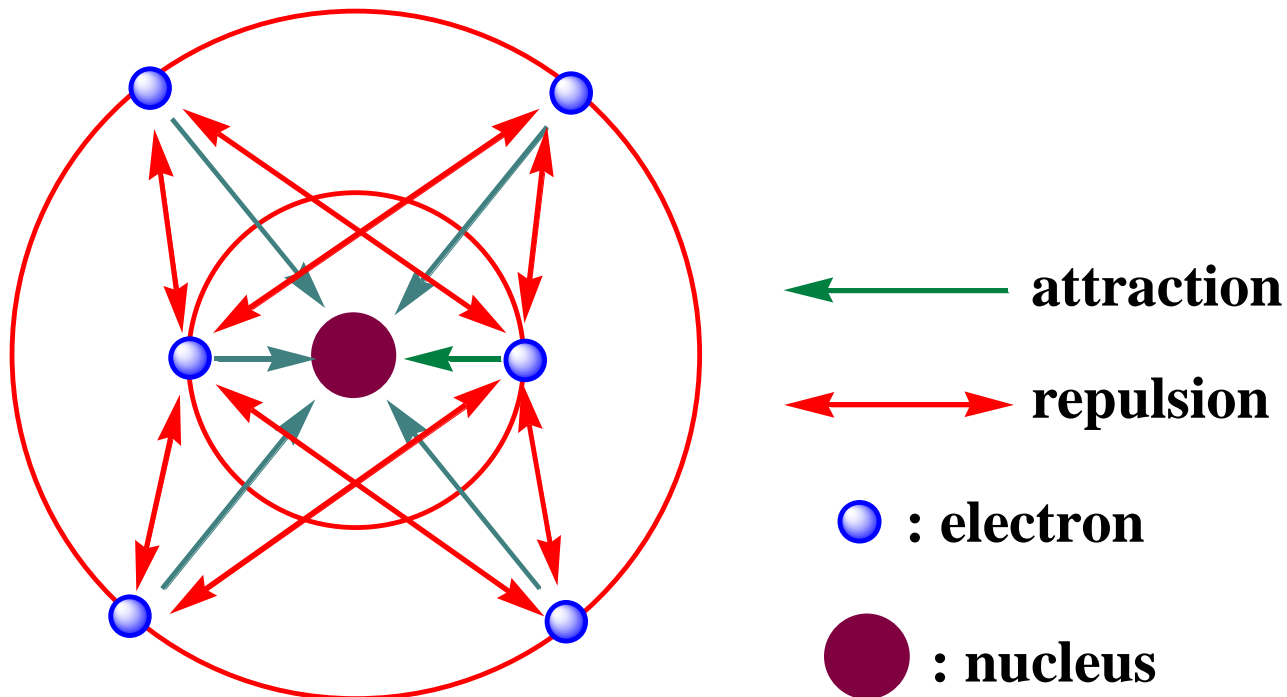
● kemampuan relatif sebuah atom untuk menarik elektron dalam suatu ikatan kimia.

2.5.1 Jari-jari Atom

Atom terdiri dari **nukleus** (proton dan neutron) serta elektron.

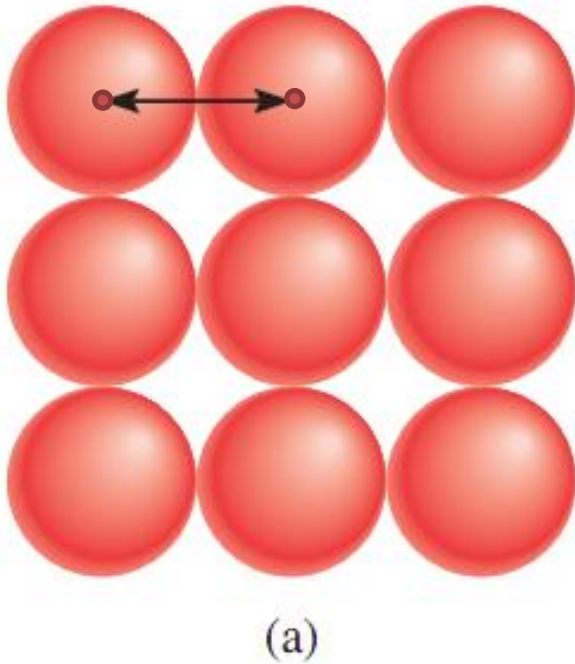
Di dalam atom terjadi **daya tarik (*attraction*)** antara inti (bermuatan positif) terhadap elektron (bermuatan negatif) yang menarik elektron tersebut menuju nukleus.

Selain itu, terjadi pula **daya tolak (*repulsion*)** antar elektron (bermuatan negatif) yang mendorong elektron-elektron saling terpisah (menjauh).

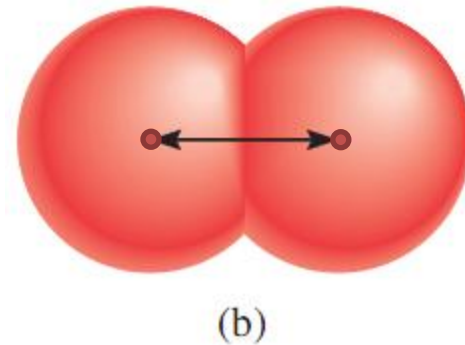


2.5.1 Jari-jari Atom

Ada beberapa cara untuk menentukan jari-jari atom, salah satu cara paling sederhana dan paling berguna untuk menentukan jari-jari atom adalah dengan melibatkan panjang ikatan.



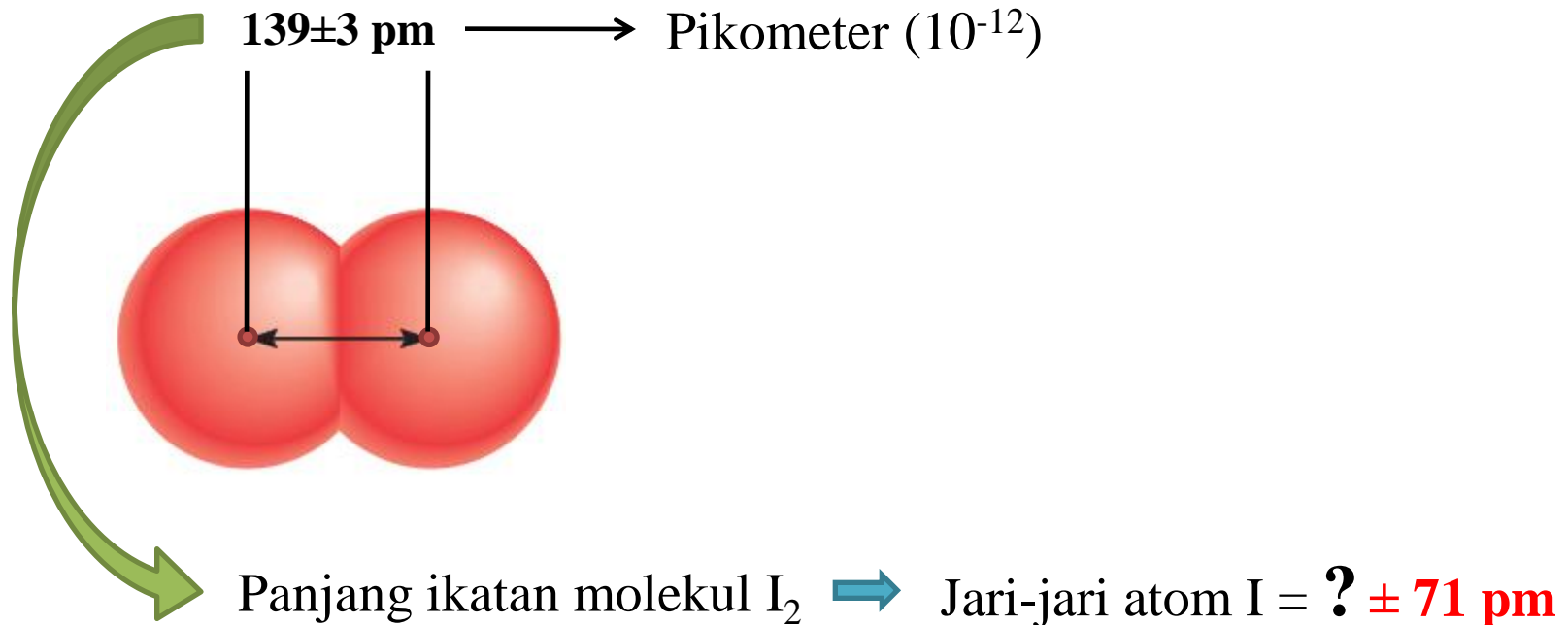
Pada logam seperti berilium (Be), jari-jari atom didefinisikan sebagai jarak antara pusat-pusat dari dua atom yang berdekatan.



Untuk unsur yang berupa molekul diatomik, seperti iodium (I_2), jari-jari atom didefinisikan sebagai jarak antara pusat-pusat atom dalam molekul.

2.5.1 Jari-jari Atom

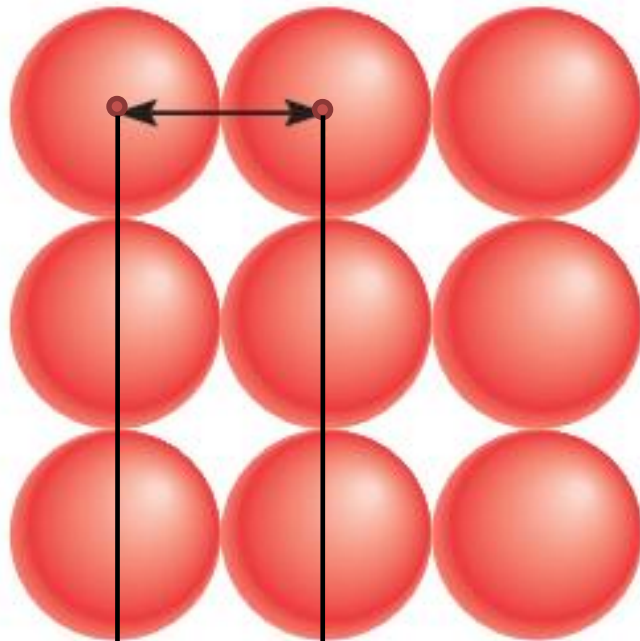
Jari-jari atom iod (I) dapat didefinisikan secara eksperimental dengan membagi 2 jarak antara pusat dua atom dalam molekul I_2 .



Jari-jari atom yang diperoleh dengan cara ini disebut **jari-jari kovalen** karena kedua atom iod dalam molekul I_2 berikatan secara kovalen.

2.5.1 Jari-jari Atom

Dalam atom logam, jari-jari atom juga dapat didefinisikan secara eksperimental dengan cara membagi 2 jarak antara pusat-pusat dari dua atom yang berdekatan.



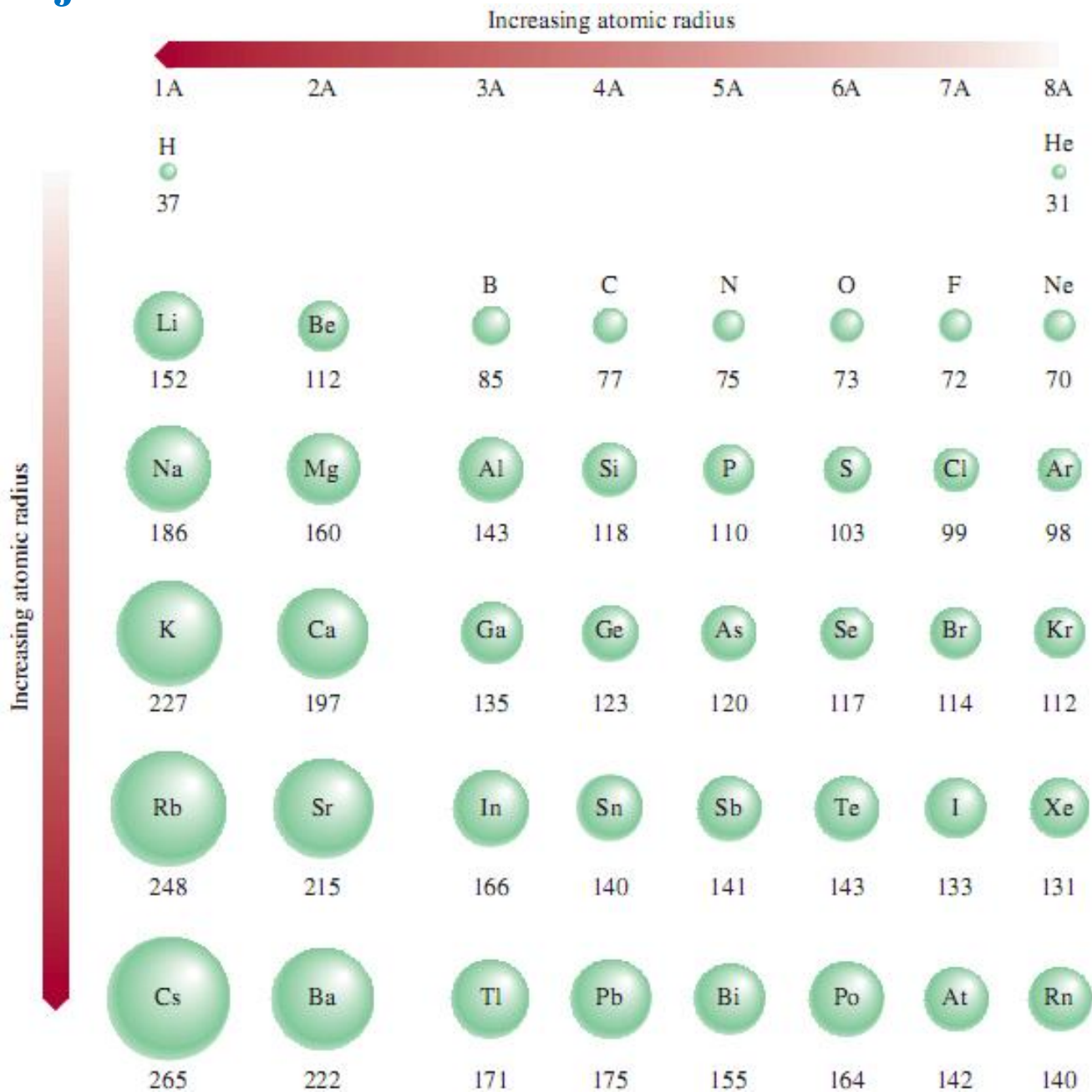
224 pm



Jari-jari atom Be = ? \pm 112 pm

Jari-jari atom yang diperoleh dengan cara ini disebut **jari-jari logam**.

2.5.1 Jari-jari Atom

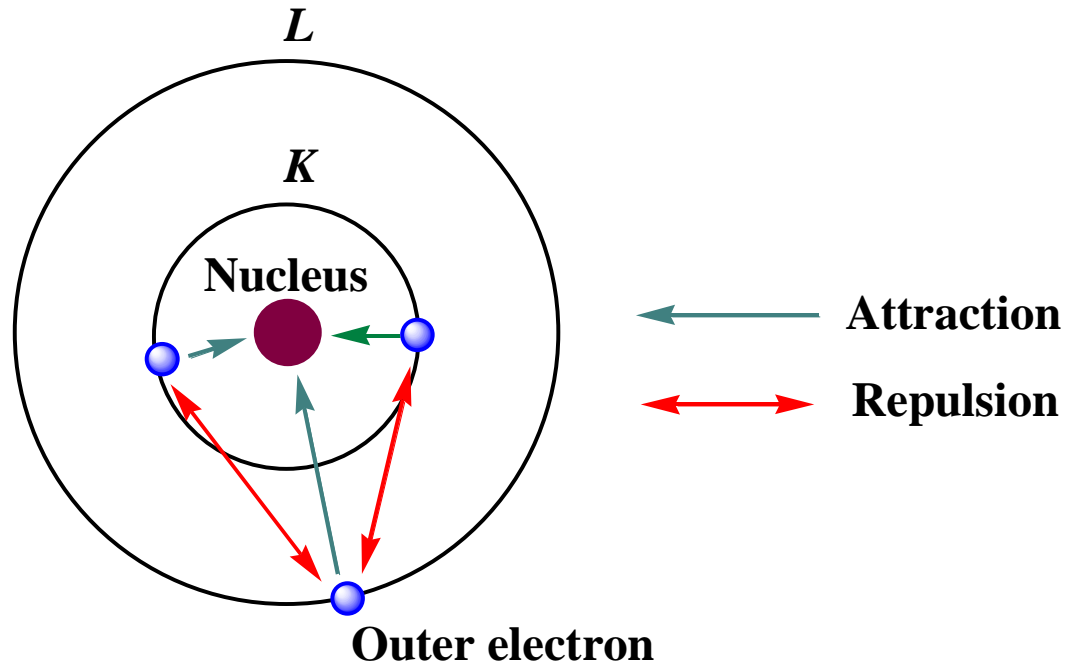


2.5.1 Jari-jari Atom

Untuk unsur golongan utama, dari satu unsur ke unsur berikutnya (dalam 1 periode), jari-jari atom cenderung semakin mengecil karena **meningkatnya kekuatan inti untuk menarik elektron, terutama elektron terluar.**

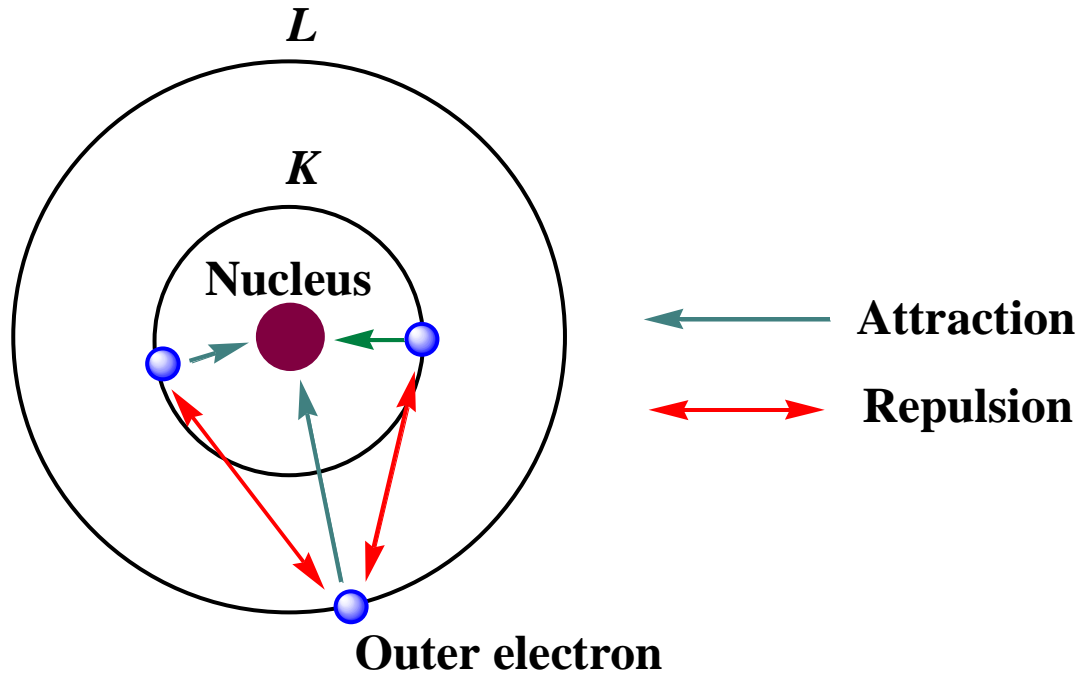
Dalam atom yang memiliki banyak elektron (atom mengandung 2/lebih elektron), elektron menempati kulit K dan kulit atom lainnya.

Contoh : Untuk atom litium (Li), 2 elektron menempati kulit K dan yang lainnya menempati kulit L.



2.5.1 Jari-jari Atom

Dua elektron di kulit K atom litium hanya tertarik oleh nukleusnya (inti atom).



Satu elektron di kulit L tidak hanya tertarik oleh nukleus, tapi juga mengalami tolakan oleh 2 elektron di kulit K. Dalam situasi ini, elektron luar (1 elektron di kulit L) terlindung oleh elektron bagian dalam (2 elektron di kulit K).



EFEK PERISAI
(shielding effect or screening effect)

2.5.1 Jari-jari Atom

EFEK PERISAI *(shielding effect or screening effect)*



Efek perisai ini mengurangi kekuatan daya tarik inti (nukleus) terhadap elektron di kulit L.



Elektron luar atom litium tertarik oleh nukleus dengan muatan +3 yang terlindung oleh 2 elektron.



Elektron luar dapat dianggap tertarik oleh inti (nukleus) dengan muatan inti bersih atau **muatan inti efektif (Z_{eff})** mendekati +1.



$$Z_{\text{eff}} = Z - S$$

2.5.1 Jari-jari Atom

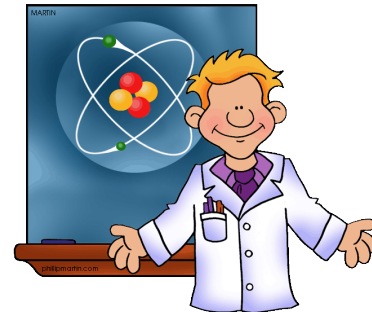
$$Z_{\text{eff}} = Z - S$$

Z adalah muatan inti atom dan S adalah konstanta perisai.

Nilai muatan inti (Z) = nomor atom, sedangkan nilai konstanta perisai (S) kurang dari jumlah elektron dalam.

Untuk atom litium (Li), nilai S mendekati 2, sedangkan nilai Z_{eff} adalah mendekati 1.

Untuk melindungi elektron luar pada **atom dengan jumlah kulit atom yang sama (atom pada periode yang sama)**, nilai konstanta perisai (S) dapat **dianggap sama** dan nilai muatan inti efektif (Z_{eff}), cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya nomor atom.



2.5.1 Jari-jari Atom

The value of effective nuclear charge (Z_{eff}) of atoms in second period for shielding the outer electrons.

Atom	Z	S	Z_{eff}
Li	3	Close to 2	Close to +1
Be	4	Close to 2	Close to +2
B	5	Close to 2	Close to +3
C	6	Close to 2	Close to +4
N	7	Close to 2	Close to +5
O	8	Close to 2	Close to +6
F	9	Close to 2	Close to +7
Ne	10	Close to 2	Close to +8

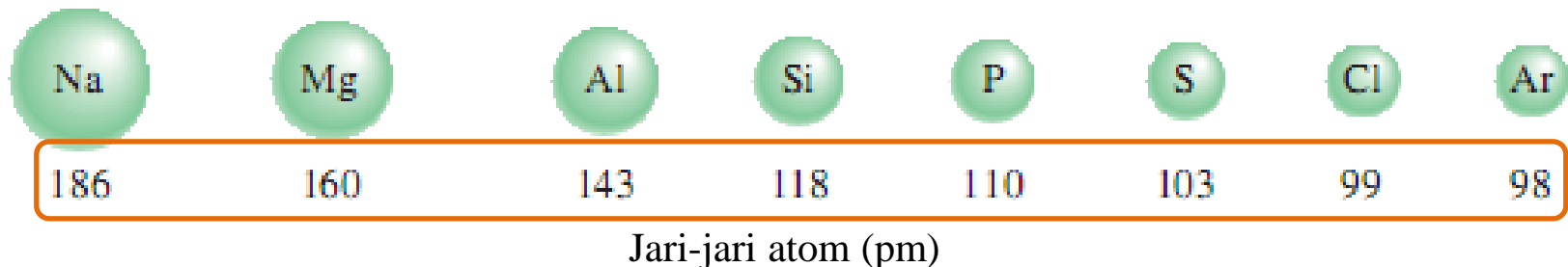
2.5.1 Jari-jari Atom

Tabel menunjukkan bahwa untuk **atom pada periode yang sama**, nilai muatan inti efektif meningkat seiring dengan meningkatnya nomor atom.

Karena tidak ada penambahan kulit atom dalam suatu periode, daya tarik elektron luar oleh inti atom (nukleus) menjadi lebih kuat dengan meningkatnya nomor atom.

Jarak antara elektron terluar dengan inti atom (nukleus) menjadi lebih pendek.

Oleh karena itu, dari **satu unsur ke unsur berikutnya dalam satu periode (dari kiri ke kanan), jari-jari atom cenderung semakin mengecil atau berkurang.**



Unsur-unsur dalam satu periode (periode 3)

2.5.1 Jari-jari Atom

Dari atas ke bawah dalam satu golongan pada tabel periodik, nomor atom suatu unsur semakin meningkat/bertambah.

Dalam satu golongan, muatan inti dan jumlah kulit suatu atom semakin bertambah. Meskipun meningkatnya muatan inti atom dapat mengurangi ukuran masing-masing kulit atom, **efek penambahan jumlah kulit atom adalah efek yang mendominasi**.

Meningkatkan jumlah kulit atom menyebabkan jarak antara inti dan elektron terluar semakin meningkat.

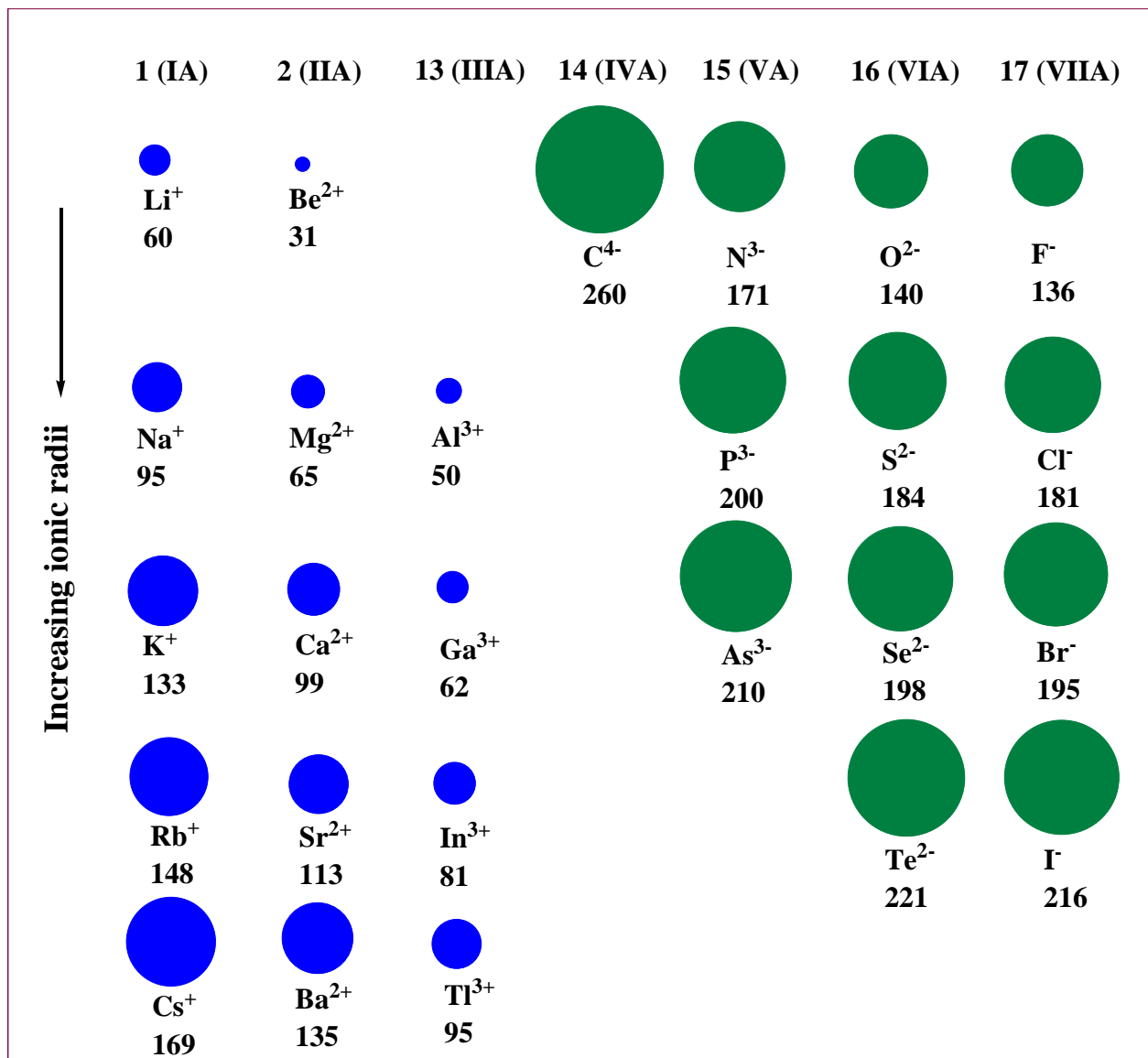
Oleh karena itu, dari **satu unsur ke unsur berikutnya dalam satu golongan (dari atas ke bawah)**, jari-jari atomnya cenderung semakin membesar atau bertambah.

Unsur-unsur dalam satu golongan (1A, 2A, 3A)

1A	2A	3A
H 37		
Li 152	Be 112	B 85
Na 186	Mg 160	Al 143
K 227	Ca 197	Ga 135

2.5.1 Jari-jari Atom

Jari-jari Ionik



2.5.1 Jari-jari Atom

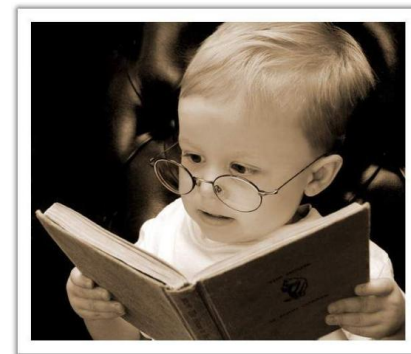
Untuk **kation isoelektron** dari unsur golongan utama, dari satu unsur ke unsur berikutnya (dalam 1 periode dari kiri ke kanan), jari-jari kation cenderung menurun.

Untuk **anion isoelektron** dari unsur golongan utama, dari satu unsur ke unsur berikutnya (dalam 1 periode dari kiri ke kanan), jari-jari anion cenderung menurun.

Untuk unsur golongan utama, pada tabel periodik (dalam 1 golongan dari atas ke bawah), jari-jari ion cenderung meningkat.



**Mengapa
kecenderungan
tersebut terjadi?**



2.5.1 Jari-jari Atom

The Number of Electron and Proton of Isoelectron Ions

Ion	Number of Electron	Electron Configuration	Number of Proton
Na ⁺	10	2, 8	11
Mg ²⁺	10	2, 8	12
Al ³⁺	10	2, 8	13
C ⁴⁻	10	2, 8	6
N ³⁻	10	2, 8	7
O ²⁻	10	2, 8	8
F ⁻	10	2, 8	9

Semakin banyak jumlah proton di dalam inti suatu ion, maka semakin kuat daya tarik inti (nukleus) terhadap elektron terluar dan menyebabkan semakin kecil jari-jari ion.

Untuk kation (dalam 1 periode), karena jumlah proton $\text{Na}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$, maka kekuatan daya tarik inti terhadap elektron terluar pada $\text{Na}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$. Oleh karena itu, jari-jari ionik $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$.

2.5.1 Jari-jari Atom

Dalam satu golongan (dalam tabel periodik) dari atas ke bawah, nomor atom semakin meningkat. Selain itu, muatan inti maupun jumlah kulit atom dalam 1 golongan juga semakin meningkat.









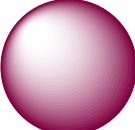

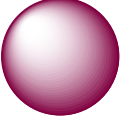

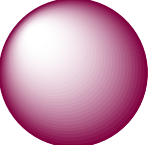

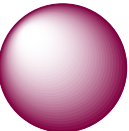

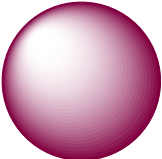

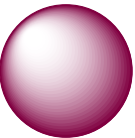

Meskipun muatan inti semakin meningkat dan menyebabkan ukuran jari-jari ion berkurang, efek penambahan jumlah kulit atom adalah efek yang lebih mendominasi.

Meningkatnya jumlah kulit suatu ion menyebabkan jarak antara inti dan elektron terluar semakin jauh.

Oleh karena itu, **untuk unsur golongan utama (dari atas ke bawah) dalam tabel periodik, jari-jari ionik cenderung meningkat**. Kecenderungan ini mirip dengan jari-jari atom.








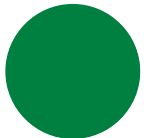

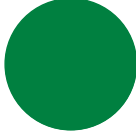

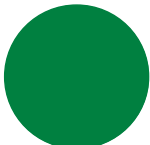

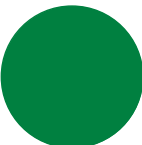

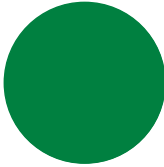

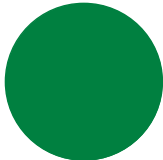
2.5.1 Jari-jari Atom

1 (IA)		2 (IIA)	
 Li 152	 Li ⁺ 60	 Be 112	 Be ²⁺ 31
 Na 186	 Na ⁺ 95	 Mg 160	 Mg ²⁺ 65
 K 227	 K ⁺ 133	 Ca 197	 Ca ²⁺ 99
 Rb 248	 Rb ⁺ 148	 Sr 215	 Sr ²⁺ 113
 Cs 265	 Cs ⁺ 169	 Ba 222	 Ba ²⁺ 135

Jari-jari ionik suatu **kation** selalu lebih kecil daripada jari-jari atom netralnya.



2.5.1 Jari-jari Atom

16 (VIA)		17 (VIIA)	
 O 73	 O ²⁻ 140	 F 72	 F ⁻ 136
 S 103	 S ²⁻ 184	 Cl 100	 Cl ⁻ 181
 Se 119	 Se ²⁻ 198	 Br 114	 Br ⁻ 195
 Te 142	 Te ²⁻ 221	 I 133	 I ⁻ 216

Jari-jari ionik suatu **anion** selalu lebih besar daripada jari-jari atom netralnya.



2.5.2 Energi Ionisasi

Besarnya energi ionisasi merupakan ukuran seberapa "**erat**" elektron tertahan oleh inti atom.

Semakin tinggi energi ionisasi (EI) semakin kuat elektron tertahan di dalam atom atau ion. Energi ionisasi (EI) dinyatakan dalam satuan **kJ/mol**.

Contoh:

Untuk atom hidrogen (H), energi ionisasi (EI) adalah energi yang dibutuhkan untuk proses berikut.



Ionisasi **tidak terbatas** pada pemindahan 1 (satu) elektron dari atom.

Dua, tiga atau lebih elektron dapat dilepaskan secara berurutan dari sebuah atom, dan jumlah energi yang terkait pada setiap proses ionisasi dapat diukur.

2.5.2 Energi Ionisasi

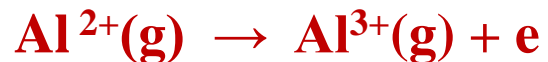
Gas aluminium terisolasi, misalnya, dapat mengalami ionisasi berturut-turut dengan energi ionisasi yang diberikan dalam persamaan berikut.



$$\text{EI}_1 = 580 \text{ kJ/mol}$$



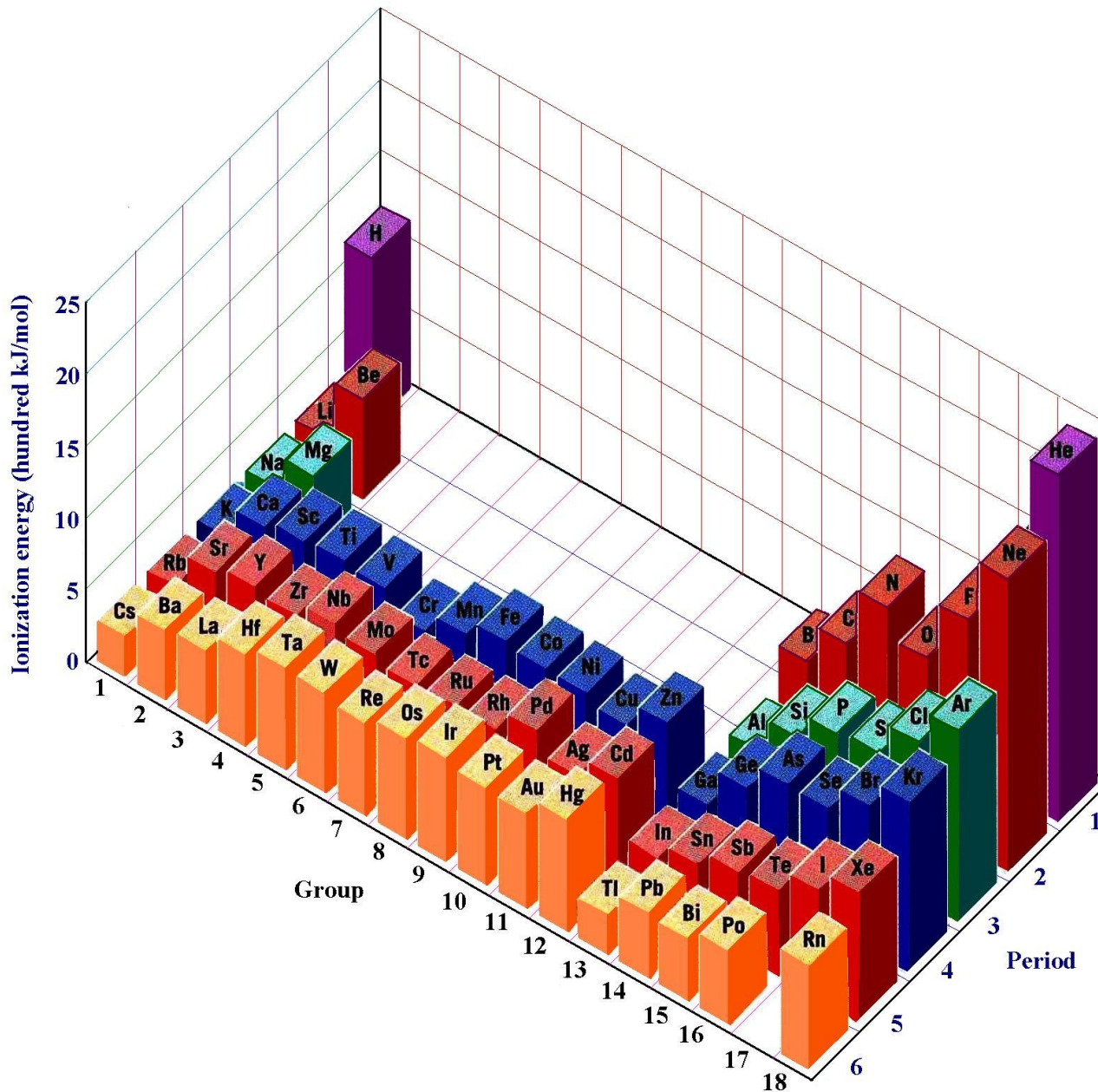
$$\text{EI}_2 = 1815 \text{ kJ/mol}$$



$$\text{EI}_3 = 2740 \text{ kJ/mol}$$



2.5.2 Energi Ionisasi



Perbedaan energi ionisasi pertama (EI_1) dari unsur-unsur.

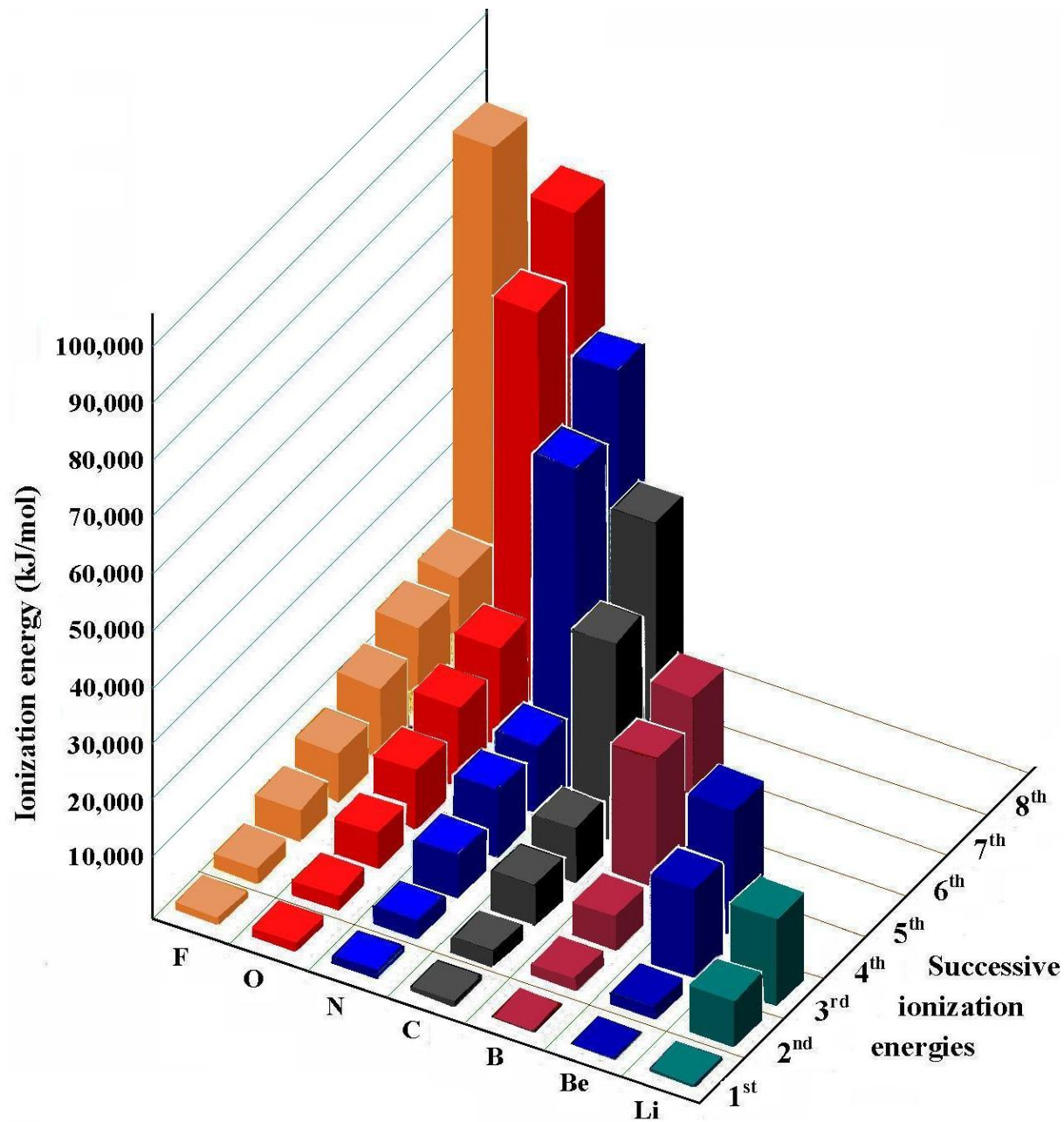
2.5.2 Energi Ionisasi

The Value of Successive Ionization Energies (in kJ/mol)
of The Period 3 Elements

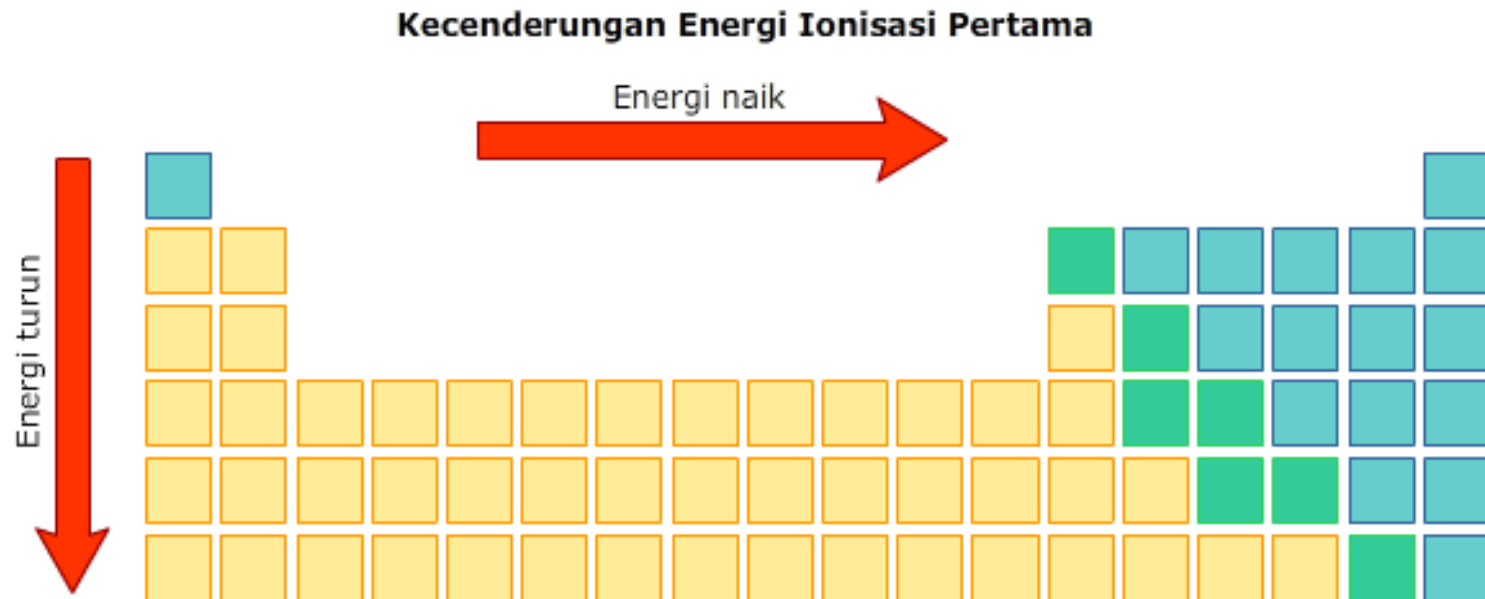
Element	IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5	IE_6	IE_7
Na	495	4560					
Mg	735	1445	7730				
Al	580	1815	2740	11600			
Si	780	1575	3220	4350	16100		
P	1060	1890	2905	4950	6270	21200	
S	1005	2260	3375	4565	6950	8490	27000
Cl	1255	2295	3850	5160	6560	9360	11000
Ar	1527	2665	3945	5770	7230	8780	12000



2.5.2 Energi Ionisasi



2.5.2 Energi Ionisasi



Dari atas ke bawah (dalam 1 golongan), jari-jari atom bertambah menyebabkan daya tarik inti terhadap elektron terluar semakin lemah, sehingga elektron semakin mudah dilepas dan energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron (EI) tersebut semakin kecil.

Dari kiri ke kanan (dalam 1 periode), daya tarik inti terhadap elektron semakin besar menyebabkan elektron semakin sukar untuk dilepas, sehingga energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron (EI) tersebut semakin besar.

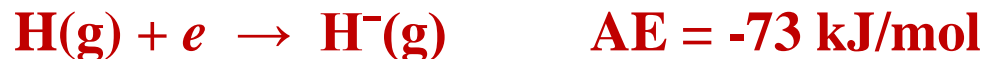
2.5.3 Afinitas Elektron

Afinitas elektron (AE) dinyatakan dalam satuan **kJ/mol**.

Besarnya afinitas elektron merupakan ukuran seberapa "**kuat**" inti atom (nukleus) menarik elektron dari luar atom.

Contoh:

Untuk atom hidrogen (H), afinitas elektron (AE) adalah energi yang terkait untuk proses berikut.



Afinitas elektron **tidak terbatas** pada penambahan 1 (satu) elektron ke dalam atom.

Dua, tiga atau lebih elektron dapat ditambahkan secara berurutan ke dalam sebuah atom, dan jumlah energi yang terkait pada setiap proses ionisasi dapat diukur.

2.5.3 Afinitas Elektron

Gas oksigen terisolasi, misalnya, dapat mengalami penambahan elektron secara berturut-turut dengan nilai afinitas elektron (AE) yang diberikan dalam persamaan berikut.



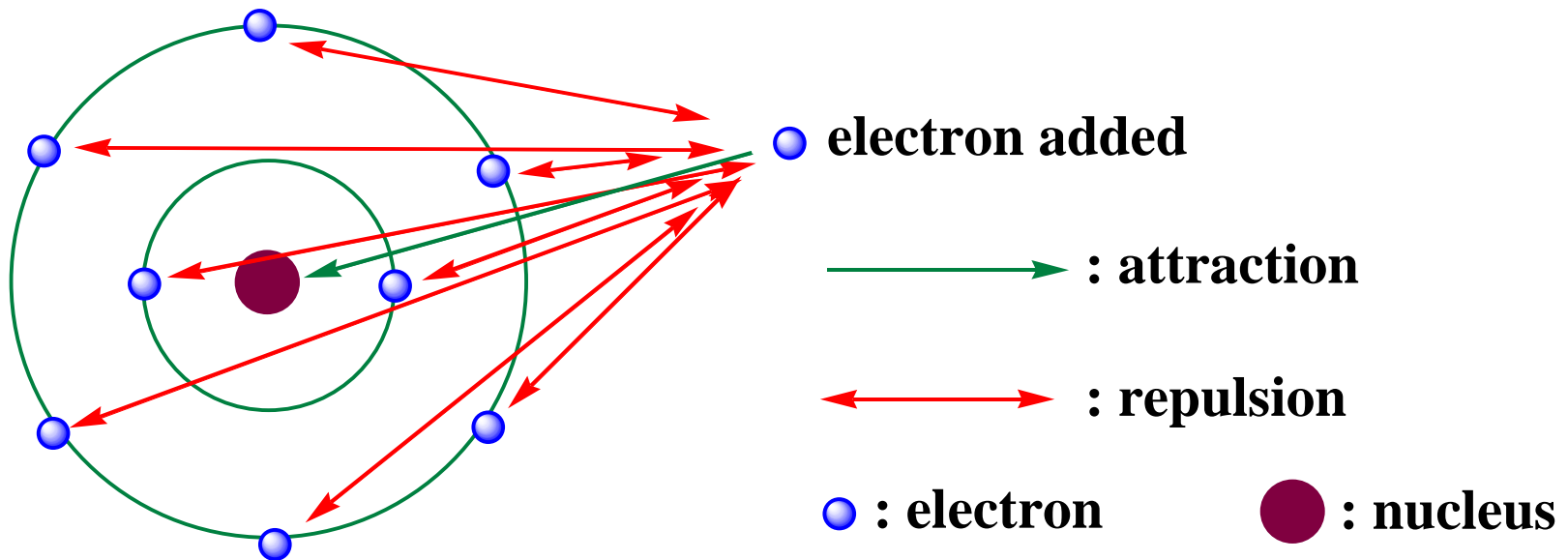
AE1 adalah afinitas elektron pertama.

AE2 adalah afinitas elektron kedua.

Sebuah atom oksigen (O) mengandung inti bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif.

Elektron yang ditambahkan ke atom gas oksigen terisolasi tertarik oleh inti (nukleus), namun tertolak oleh elektron yang sudah ada di dalam atom oksigen.

2.5.3 Afinitas Elektron

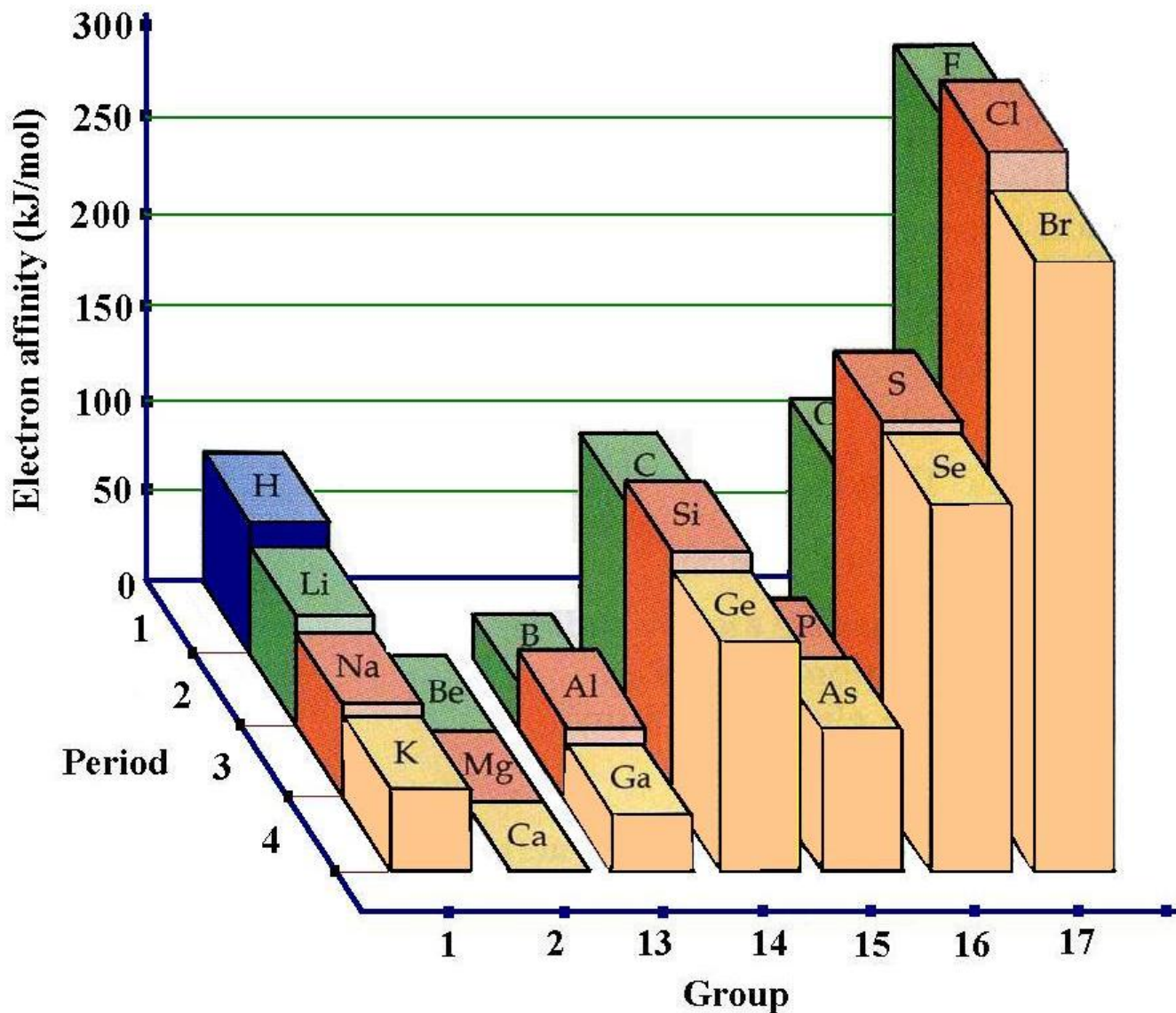


Penambahan elektron ke dalam atom gas oksigen terisolasi disertai dengan pelepasan beberapa energi karena daya tarik antara inti (nukleus) dengan elektron yang ditambahkan lebih kuat daripada daya tolakan antara elektron yang ditambahkan dengan 6 elektron yang sudah ada dalam atom oksigen.

Penambahan elektron lain ke dalam ion O^- terisolasi disertai dengan penyerapan beberapa energi karena daya tarik antara inti (nukleus) dengan elektron yang ditambahkan lebih lemah daripada daya tolakan antara elektron yang ditambahkan dengan 7 elektron yang sudah ada dalam ion O^- .

2.5.3 Afinitas Elektron

A plot of electron affinity of some main group elements



2.5.3 Afinitas Elektron

Dari bagian atas ke bawah (dalam 1 golongan unsur), afinitas elektron cenderung menurun atau kurang negatif karena elektron ditambahkan dan posisinya lebih jauh dari inti (nukleus), sehingga daya tarik antara inti dengan elektron makin melemah.

Namun, **afinitas elektron atom F < Cl** (Fenomena yang sama diamati pada kelompok 13 sampai 16).



Adanya penolakan elektron-elektron yang signifikan yang terjadi pada ion F^- , yang membuat ion kurang stabil.



Penambahan 1 elektron pada kulit L (sudah ada 7 elektron) atom fluor (F) menyebabkan tolakan antara elektron yang cukup besar.

Atom klor (Cl) memiliki volume atom yang lebih besar daripada atom fluor (F), sehingga menambahkan jumlah elektron tidak menghasilkan penolakan elektron elektron yang signifikan (ion Cl^- lebih stabil daripada ion F^-).

2.5.4 Elektronegativitas

Elektronegativitas beberapa unsur diukur dalam skala Pauling dan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Group →

Period	IA	IIA	Transition Metals										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
	(1)	(2)	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
1	H 2.20													B 2.04	C 2.55	N 3.04	O 3.44	F 3.98
2	Li 0.98	Be 1.57												Al 1.61	Si 1.90	P 2.19	S 2.58	Cl 3.16
3	Na 0.93	Mg 1.31												Ga 1.81	Ge 2.01	As 2.18	Se 2.55	Br 2.96
4	K 0.82	Ca 1.00	Sc 1.36	Ti 1.54	V 1.63	Cr 1.66	Mn 1.55	Fe 1.90	Co 1.88	Ni 1.91	Cu 1.90	Zn 1.65	In 1.78	Sn 1.97	Sb 2.05	Te 2.1	I 2.66	
5	Rb 0.82	Sr 0.95	Y 1.22	Zr 1.33	Nb 1.6	Mo 2.19	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.28	Pd 2.20	Ag 1.93	Cd 1.69	Tl 2.04	Pb 2.33	Bi 2.02	Po 2.0	At 2.2	
6	Cs 0.79	Ba 0.89	La 1.10	Hf 1.3	Ta 1.5	W 2.36	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.20	Pt 2.28	Au 2.54	Hg 2.00						
7	Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1															

Below 1.0
 1.00 - 1.99
 2.00-2.99
 3.00-4.00

2.5.4 Elektronegativitas

Dari bagian atas ke bawah (dalam 1 golongan tabel periodik), elektronegativitas unsur golongan utama menurun seiring dengan bertambahnya jumlah atom dan karakter logamnya semakin meningkat.

Dari kiri ke kanan (dalam 1 periode), elektronegativitas unsur golongan utama semakin meningkat, begitu juga dengan karakter logam dari unsur-unsur tersebut semakin menurun.

Semakin besar daya tarik inti terhadap elektron, maka semakin besar energi ionisasi dan semakin besar (semakin negatif) afinitas elektronnya, sehingga **mempunyai keelektronegatifan yang semakin besar**.

Semakin besar keelektronegatifan suatu unsur, maka unsur tersebut cenderung makin **mudah membentuk ion negatif**.

Semakin kecil keelektronegatifan suatu unsur, maka unsur tersebut cenderung makin sulit membentuk ion negatif dan cenderung semakin **mudah membentuk ion positif**.



Linus Carl Pauling

Kesimpulan

