



Struktur elektronik Atom

Mata Kuliah Kimia Dasar





Mengapa kita membahas struktur elektron

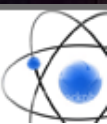
- 🌀 Elektron terlibat dalam reaksi kimia
- 🌀 Elektron berinteraksi membentuk ikatan kimia
- 🌀 Memahami kestabilan dan kereaktifan senyawa kimia dari tingkat energi elektron





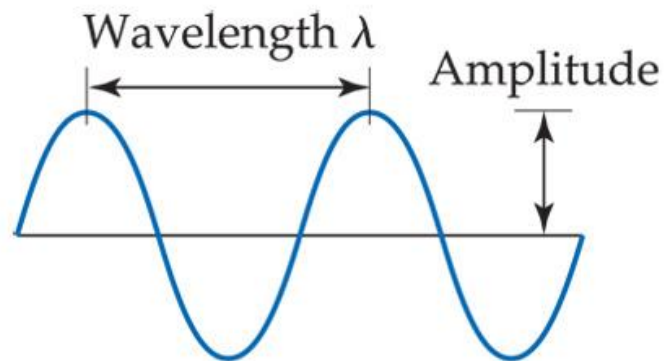
Struktur Atom dan Teori Kuantum

- ☉ Sifat dari cahaya
- ☉ Spektrum elektronik dari atom
- ☉ Dualisme gelombang-partikel dari materi dan energi
- ☉ Model kuantum mekanik dari atom hidrogen
- ☉ Perkembangan tabel berkala
- ☉ Model atom dari atom berelektron banyak
- ☉ Konfigurasi elektron
- ☉ Kecenderungan sifat kunci dari atom
- ☉ Sifat logam dan non logam



Sifat cahaya

- ☉ Untuk memahami tentang struktur elektronik suatu atom kita harus memahami sifat dari radiasi gelombang elektromagnetik
- ☉ Radiasi elektromagnetik bergerak dalam panjang gelombang (λ) dan frekuensi (ν) yang spesifik.
- ☉ Kecepatan rambatan gelombang elektromagnetik dalam ruang vakum adalah $c = \lambda \cdot \nu$

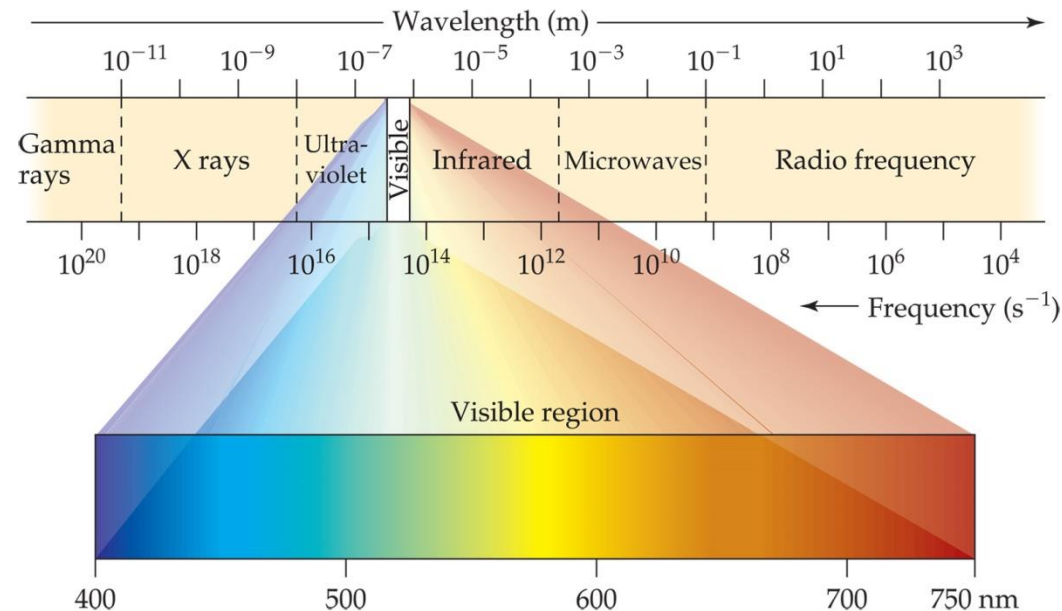


Radiasi gelombang elektromagnetik

☉ Semua radiasi electromagnetic melaju dengan kecepatan sama yaitu kecepatan cahaya light (c),
 $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$.

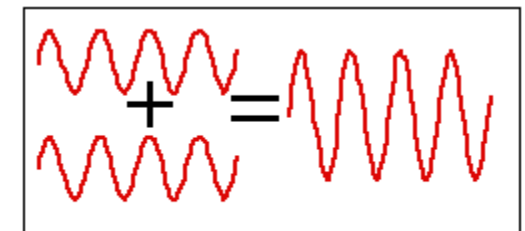
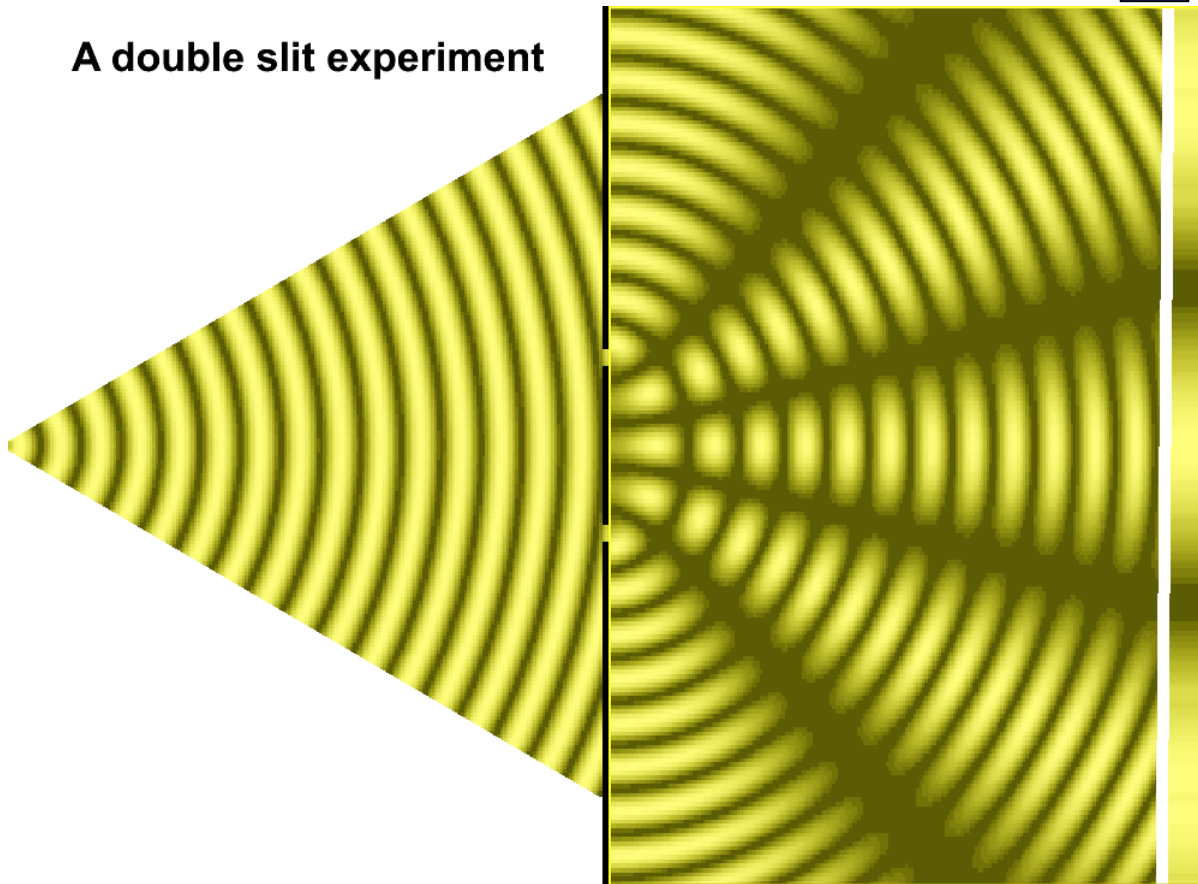
☉ OKI,

$$c = \lambda \nu$$

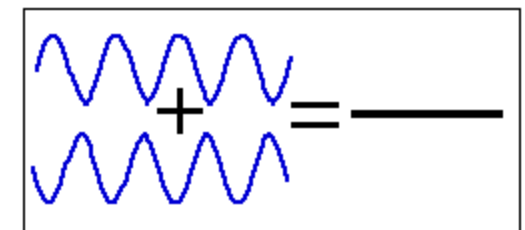


Cahaya sebagai Gelombang

A double slit experiment



Constructive Interference



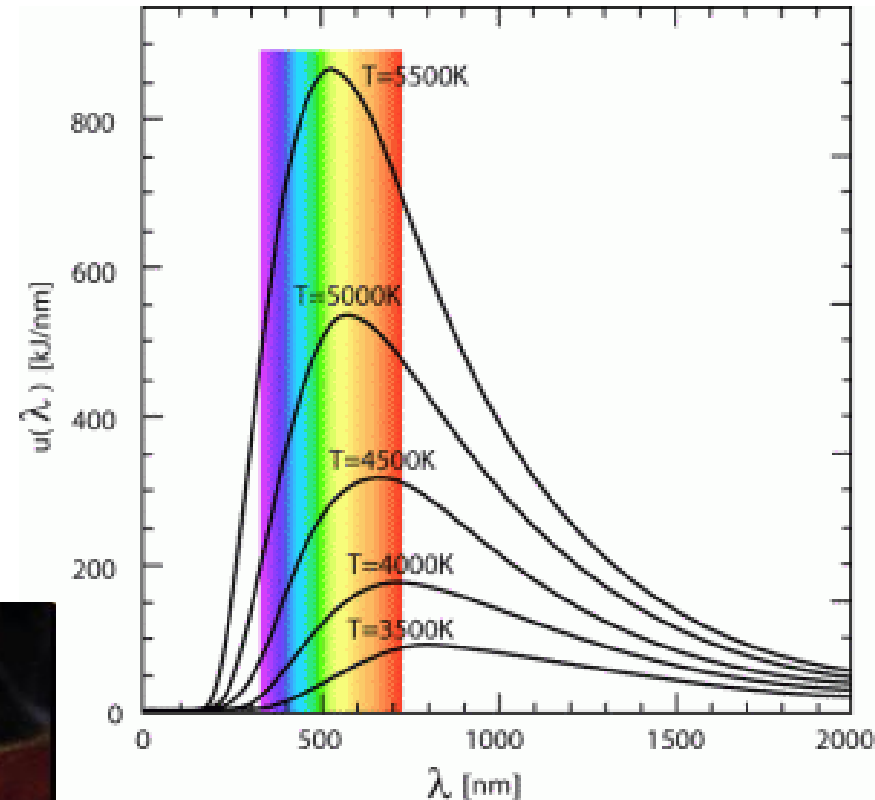
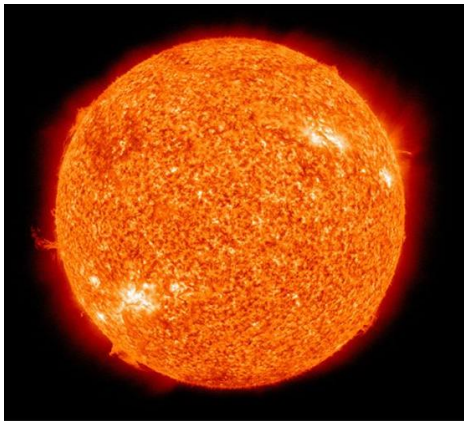
Destructive Interference



Cahaya sebagai Partikel

Radiasi Benda Hitam

- ☉ Benda hitam (blackbody) adalah objek ideal yang bisa menyerap seluruh radiasi elektromagnetik yang jatuh padanya. Tidak ada GE yang terpantul atau ditertransmisi.
- ☉ Benda hitam akan mengemisikan cahaya tergantung temperatur yang diberikan. Akan menjadi hitam ketika dingin.



Persamaan Radiasi benda hitam

**WIEN DIPLACEMENT
LAW**

$$\lambda_{\max} = \frac{\text{constant}}{T}$$
$$= \frac{2.90 \times 10^{-3}}{T}$$

**STEFAN-BOLTZMANN
LAW**

$$\frac{P}{A} = e\sigma T^4$$

**RAYLEIGH-JEANS
LAW**

$$E(\nu) = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^3}$$

PLANCK LAW

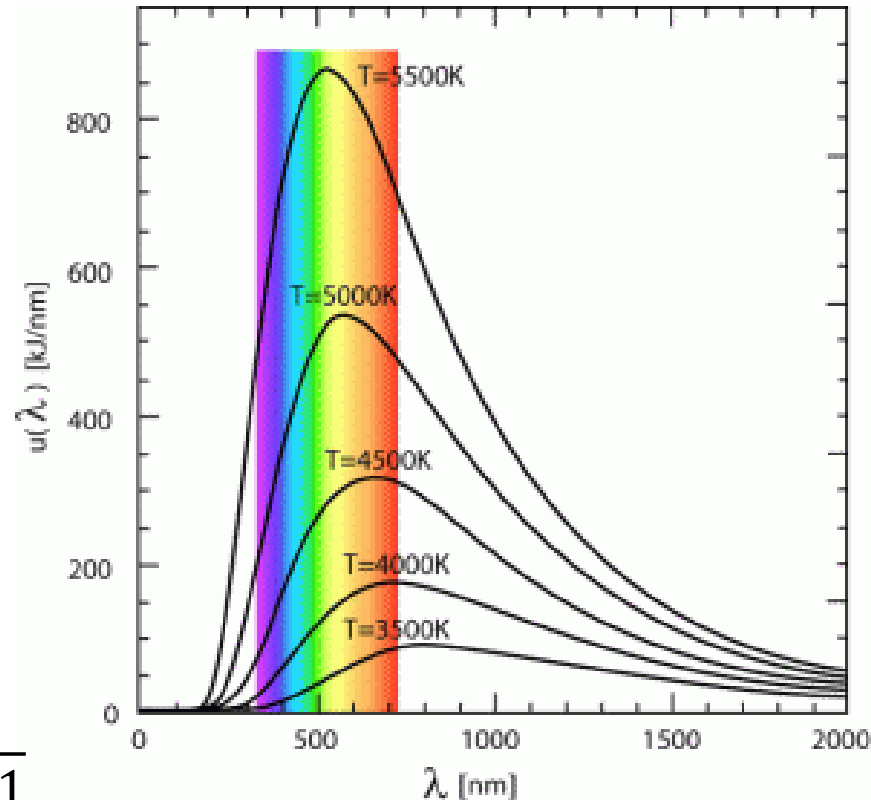
$$E(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^3}{c^3} \frac{h}{e^{h\nu/kT} - 1}$$



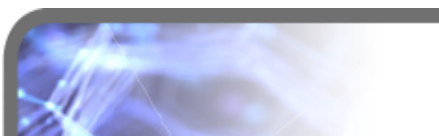
$$E = h\nu$$

h = konstanta planck = $6,6262 \times 10^{-34}$

ν = frekwensi cahaya



Energi elektron TERKUANTA



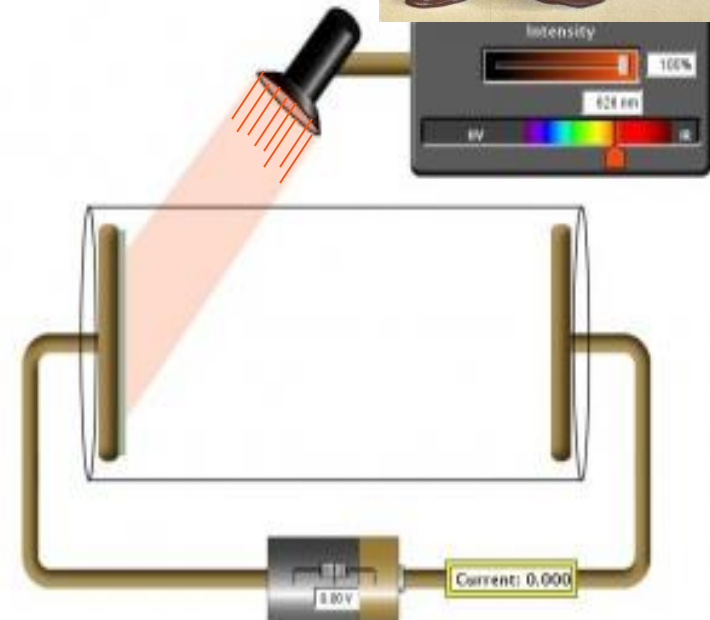
Cahaya sebagai Partikel

Efek fotolistrik

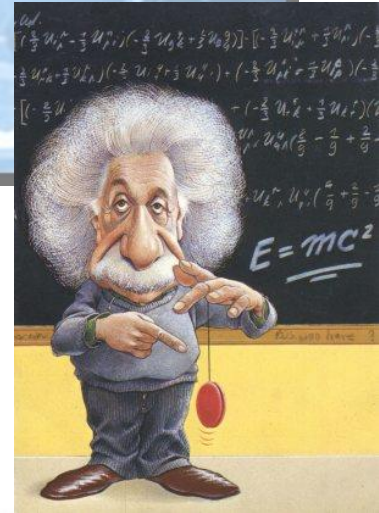
- Sebuah logam ketika diberi cahaya akan melepaskan elektron, yang akan menghasilkan arus listrik jika disambung ke rangkaian tertutup.
- walaupun intensitas cahaya yang diberikan maksimum, elektron tidak muncul juga dari plat logam.
- Einstein menyimpulkan bahwa energi yg dibutuhkan proporsional dengan frekuensinya

$$E = h\nu$$

dengan h sebagai tetapan Planck,
 6.626×10^{-34} J-s



λ merah tdk ada efek



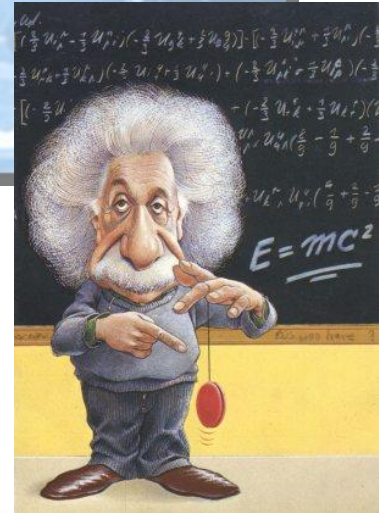
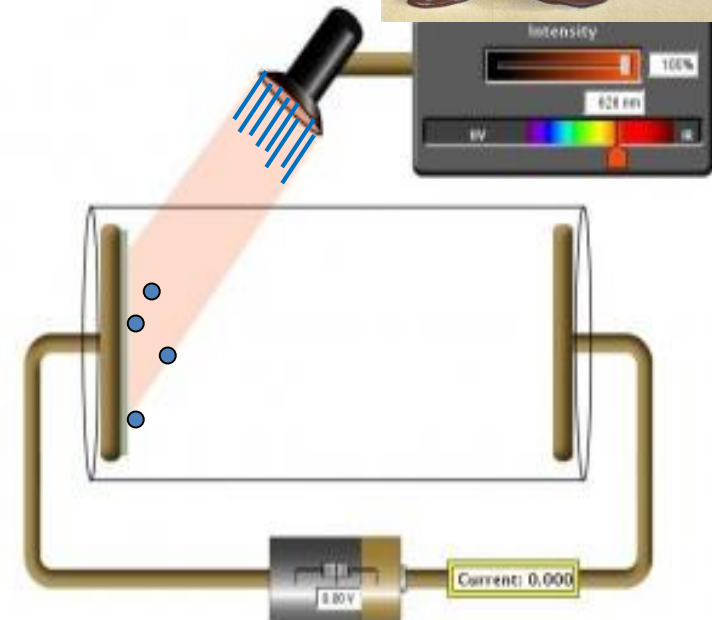
Cahaya sebagai Partikel

Efek fotolistrik

- Sebuah logam ketika diberi cahaya akan melepaskan elektron, yang akan menghasilkan arus listrik jika disambung ke rangkaian tertutup.
- walaupun intensitas cahaya yang diberikan maksimum, elektron tidak muncul juga dari plat logam.
- Einstein menyimpulkan bahwa energi yg dibutuhkan proporsional dengan frekuensinya

$$E = h\nu$$

dengan h sebagai tetapan Planck,
 6.626×10^{-34} J-s

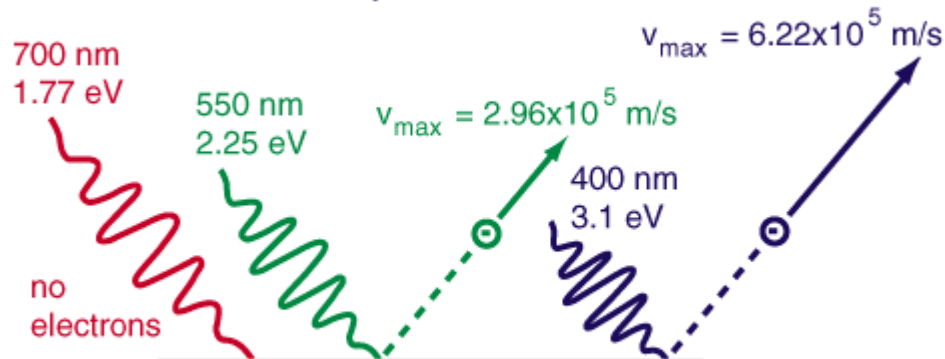


λ **Biru** terjadi emisi elektron



Efek Fotolistrik

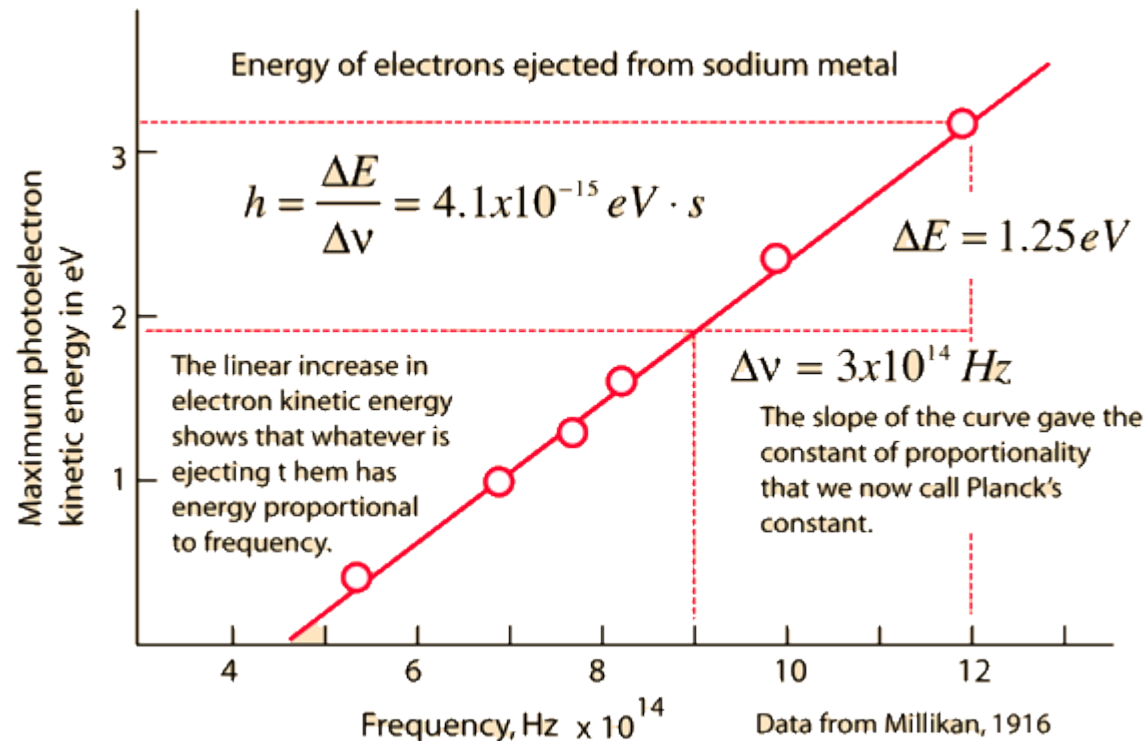
$$E_{\text{photon}} = h\nu$$



Photoelectric effect

$$h\nu = A + \frac{1}{2}mv^2$$

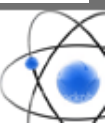
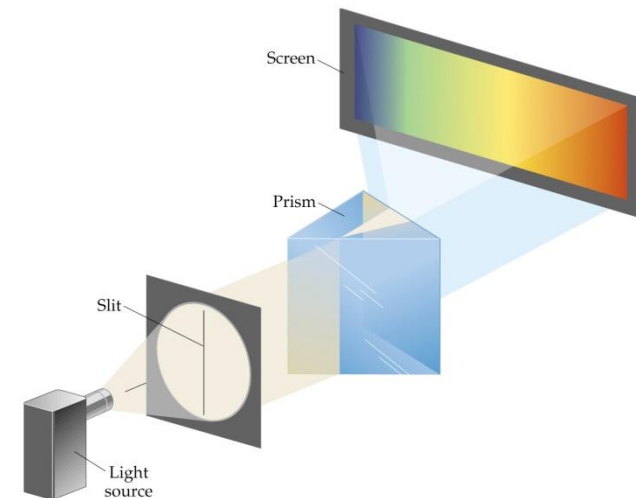
Energi elektron TERKUANTA



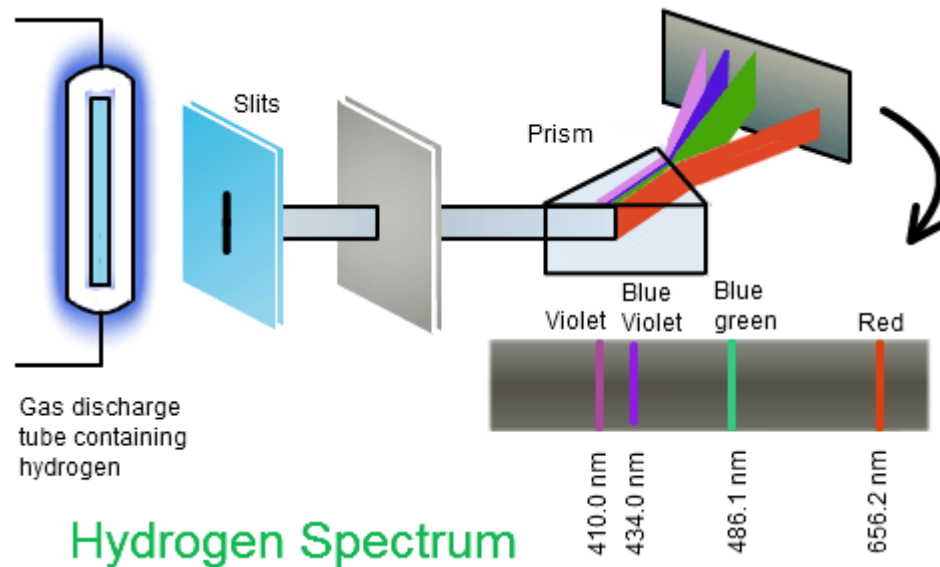
Percobaan Bohr



- Kelemahan teori Rutherford
 - Elektron mengelilingi inti dengan lintasan spiral (konsekwensi dari mekanika klasik)
- Fenomena kaca [prisma](#)
- Bohr melakukan percobaan terhadap [atom hidrogen](#)



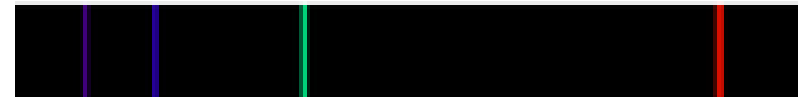
Spektra atom hidrogen BOHR



Continuous Spectrum



Emission Lines



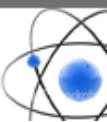
Absorption Lines



$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right] \text{ where } R_H = \frac{me^4}{8h^3 c \epsilon_0^2} \text{ is called the Rydberg constant.}$$

$$R_H = 1.09677576 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \text{ for hydrogen.}$$

$$R_\infty = 1.0973731 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \text{ in the limiting case for heavy elements}$$

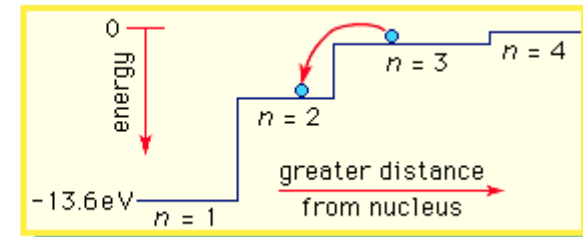
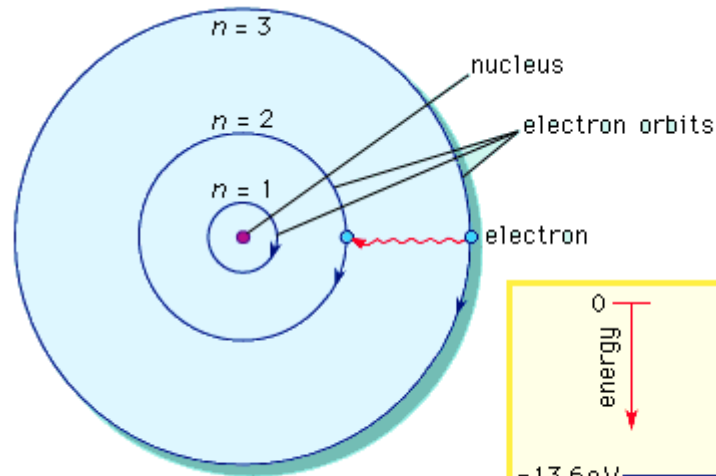


Spektrum elektronik dari atom



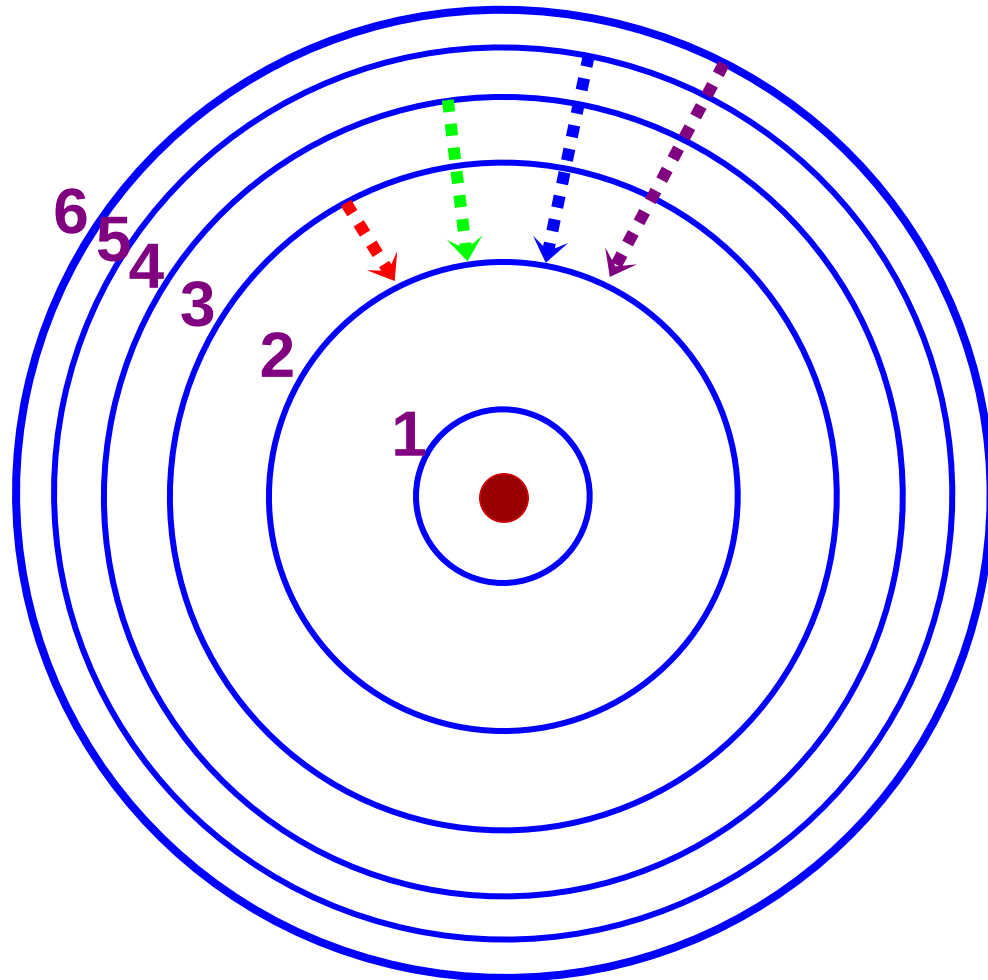
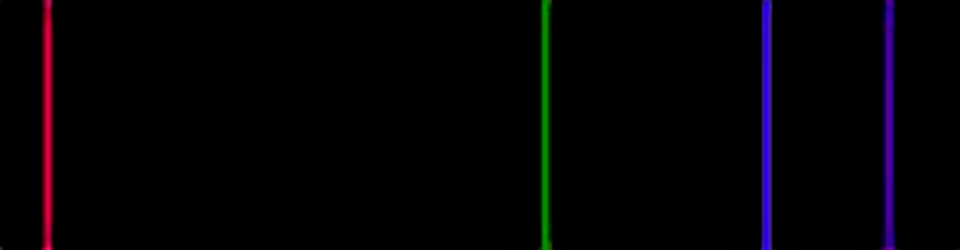
Niels, Bohr :

- Elektron di dalam atom mengelilingi inti pada lintasan tertentu yang stasioner yang disebut orbital atau kulit. Model sistem [tatasurya](#)
- Elektron berada pada orbitnya atau kulitnya dengan tingkat energi tertentu (konstan).
- Elektron dapat berpindah dari orbit yang satu ke orbit yang lain dengan menyerap atau melepaskan energi.



$$E = \left(-2.18 \times 10^{-18} \text{ J} \right) \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

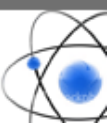




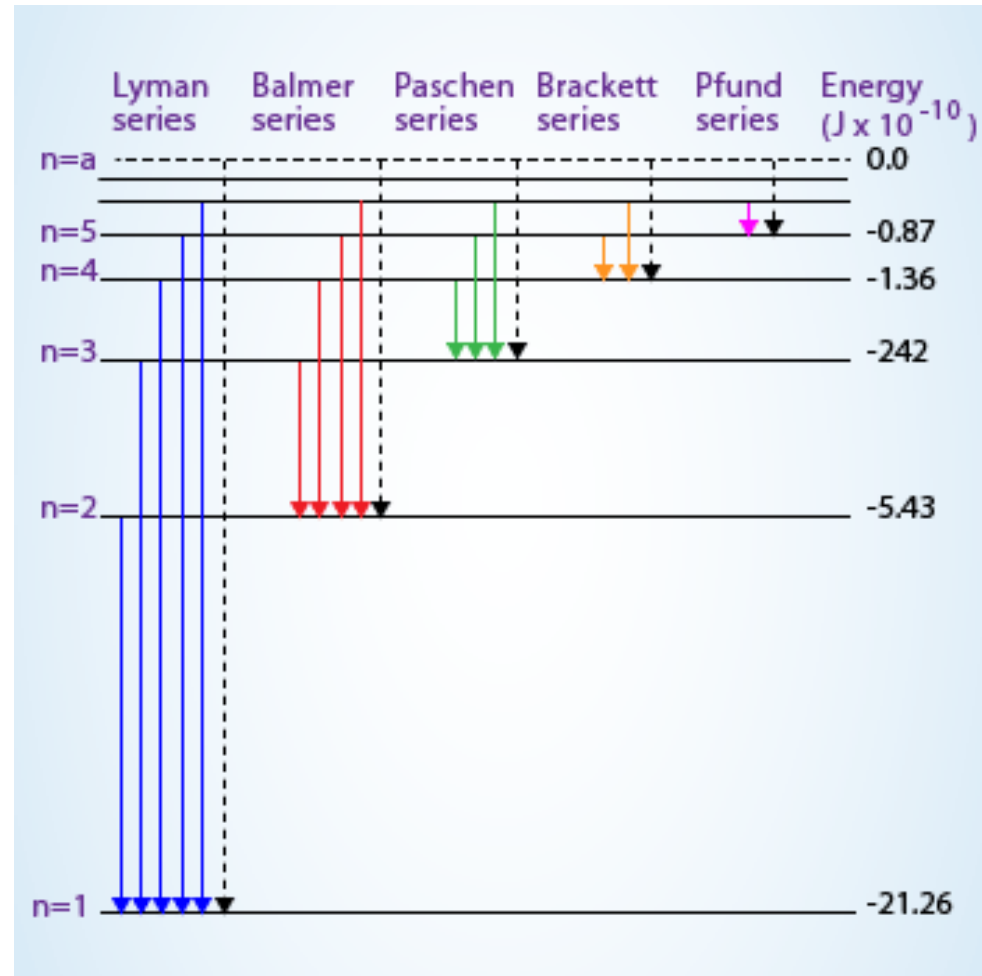
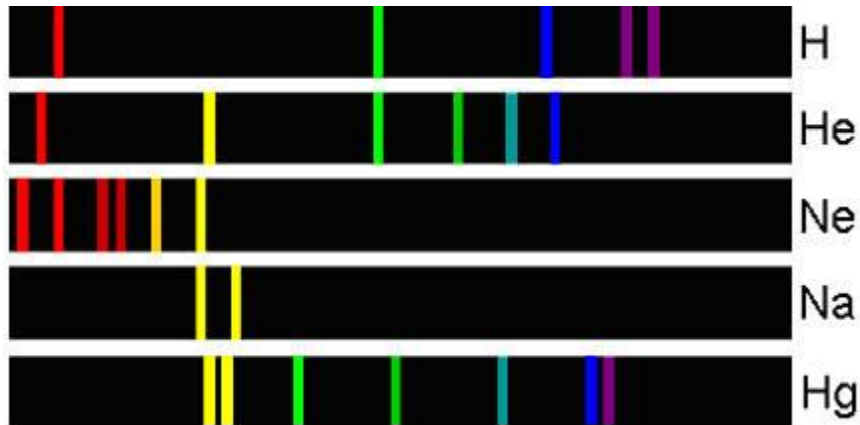
- ☉ Energi photon bergantung pada perbedaan tingkat energi.
- ☉ Nilai energi hasil perhitungan Bohr sesuai dengan IR, visible, dan garis UV untuk atom H.
- ☉ Deret Balmer

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right]$$

$$R = 1,097 \times 10^{-2} \text{ nm}^{-1}$$



Spektra atom (elektron sbg gelombang)



Energi elektron TERKUANTA



Materi sebagai gelombang

- ☉ Dualisme gelombang-materi dari partikel dan energi ini hanya dapat diamati dalam skala atomik.
- ☉ Sebagai gelombang : Panjang gelombang de-Broglie mengungkapkan bahwa elektron (seluruh materi) memiliki sifat gelombang, dimana tingkat energi atom yang diizinkan terkait dengan panjang gelombang dari pergerakan elektron tersebut memiliki frekuensi yang diskret.
- ☉ Persamaan de-Broglie

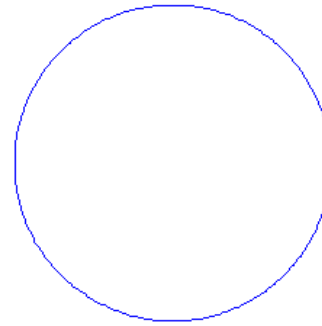
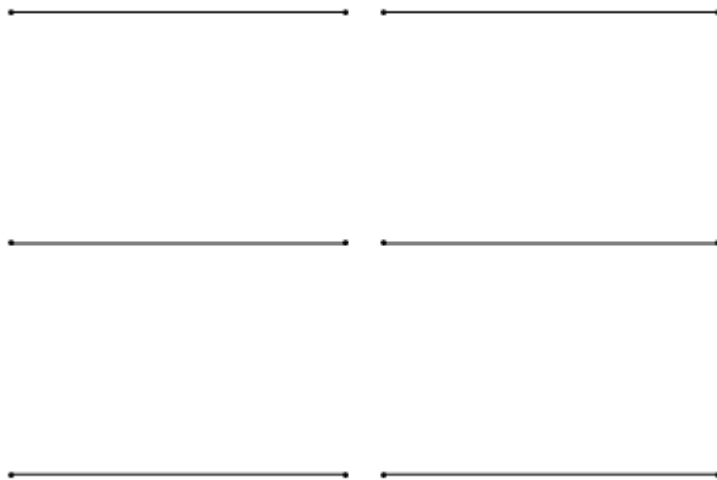
$$E = \frac{hc}{\lambda} \longrightarrow \lambda = \frac{h}{mv}$$

- ☉ Contoh elektron pada atom H memiliki kecepatan $2,2 \times 10^6$ m/s, berapakah panjang gelombangnya?
- ☉ Bagaimana dengan bola tenis dengan massa 100 g dengan kecepatan 50 m/s?



De Broglie (elektron sbg gelombang)

Bukankah elektron sebagai partikel? Mengapa ia sebagai gelombang?

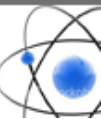
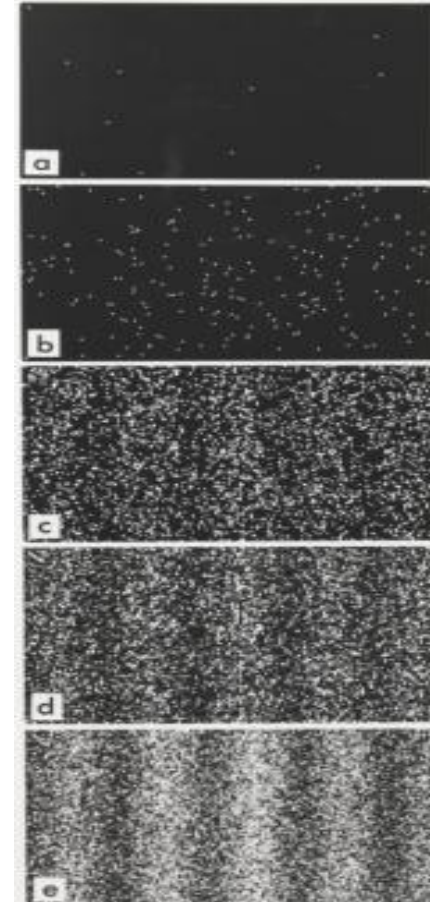
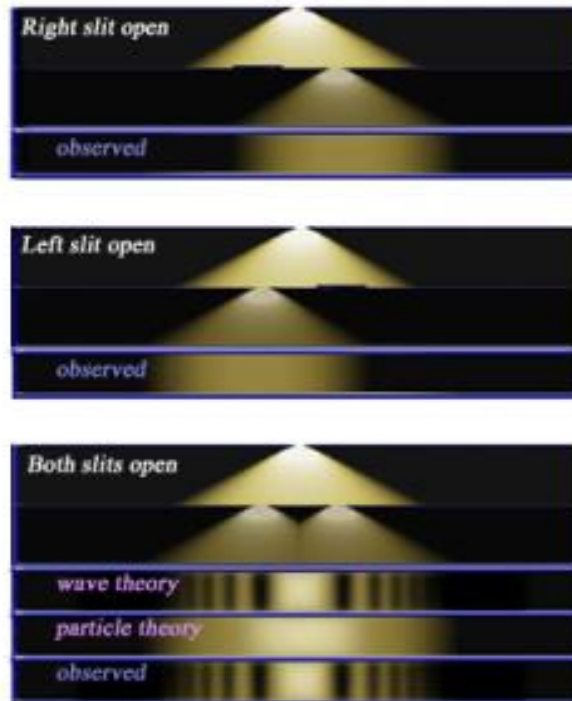
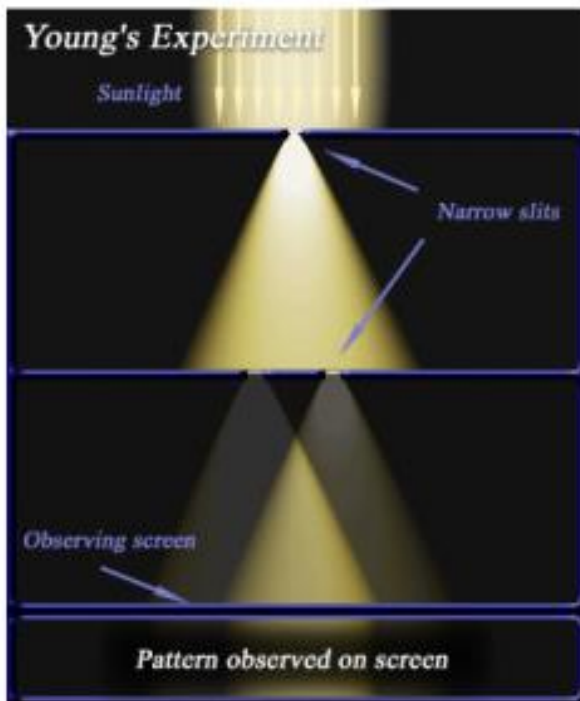
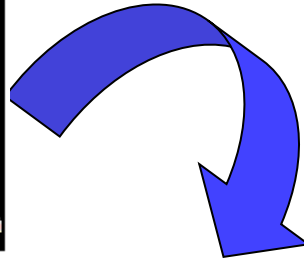


$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Setiap partikel memiliki sifat gelombang, akan terlihat lebih nyata pada partikel yang sangat kecil seperti elektron



Dualisme Gelombang dan partikel: Dasar dari mekanika kuantum





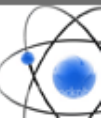
Prinsip Ketidakpastian

- Werner Heisenberg penemu MEKANIKA KUANTUM, memperkenalkan prinsip;

KETIDAK PASTIAN,

yang menyatakan bahwa, tidak mungkin secara bersamaan dan akurat mengukur *posisi* dan *momentum dari partikel yang sedang bergerak* (seperti elektron).

$$\Delta x \cdot \Delta(mv) \geq \frac{h}{4\pi}$$



Prinsip Ketidakpastian

- Ilustrasi singkat dari implikasi prinsip ketidakpastian ini:

elektron yang memiliki massa $9,1 \times 10^{-31}$ kg bergerak dengan kecepatan rata-rata 5×10^6 m/s pada atom hidrogen. Kalau kita asumsikan ketidakpastian sekitar 1% (5×10^4 m/s)

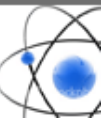
$$\Delta x \geq \frac{h}{4\pi \Delta(mv)} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}}{4\pi (9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}) (5 \times 10^4 \text{ m/s})} = 10 \text{ \AA}$$



Prinsip Ketidakpastian

- Bagaimana ketidakpastian posisi bola tenis dengan massa 100 g yang bergerak dengan kecepatan 45 m/s. Kalau kita asumsikan ketidakpastian kecepatan sekitar 2%

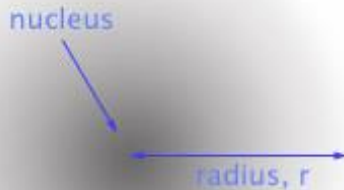
$$\Delta x \geq \frac{h}{4\pi \Delta(mv)} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}}{4\pi (0,1 \text{ kg}) (0,9 \text{ m/s})}$$



Model atom mekanika kuantum

Persamaan schrodinger

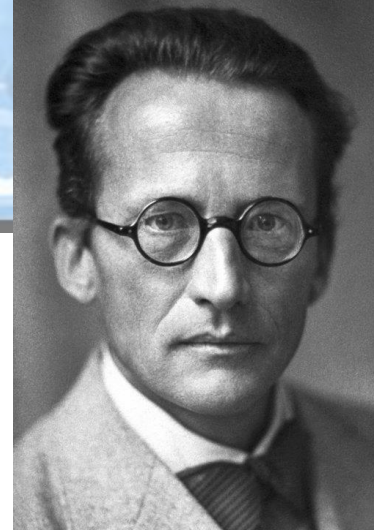
- Elektron digambarkan sebagai awan elektron yang memiliki distribusi kerapatan bervariasi terhadap radius r dari inti.
- Distribusi kerapatan elektron ini membentuk suatu persamaan matematika yang dikenal sebagai fungsi gelombang.
- Suatu fungsi disebut fungsi gelombang manakala memenuhi persamaan gelombang yaitu turunan kedua fungsi tersebut menghasilkan nilai konstanta eigen dan fungsi yang sama dari awalnya



$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V(x, y, z) \psi = E \psi$$

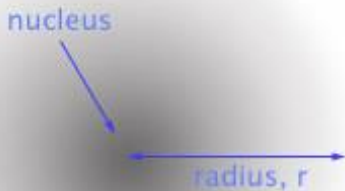


Spektrum elektronik dari atom



Persamaan schrodinger

- Secara mengejutkan Schrödinger mengubah persamaan gelombang dari koordinat kartesian (x, y, z) menjadi koordinat polar (r, θ , ϕ).
- Persamaan dengan variable koordinat polar ini untuk memudahkan penurunan dipisah menjadi dua, yaitu persamaan radial (variable radius) dan persamaan anguler (variable sudut θ , ϕ).



$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V(x, y, z) \psi = E \psi$$



Penyelesaian persamaan Schrödinger : Bilangan Kuantum

- Penyelesaian persamaan Schrödinger membutuhkan penurunan matematika yang sangat kompleks dalam metode Kimia Kuantum.
- Bilangan Kuantum adalah **bilangan asli** yang ada dalam persamaan Schrödinger sedemikian rupa sehingga persamaan tersebut dapat diselesaikan secara **REAL**. Jika tidak bilangan asli, persamaan masih mengandung nilai imajiner $\sqrt{-1}$ yang artinya **TIDAK REAL**
- Bilangan kuantum utama** : Simbolnya **n** , timbul dari persamaan Schrödinger menggunakan koordinat kartesian, merupakan Bilangan Kuantum utama yang menunjukkan Kulit dimana elektron berada.
Maksimum Jumlah elektron yang dapat ditemukan adalah, **$2n^2$**



Penyelesaian persamaan Schrodinger: Bilangan Kuantum

- ☉ Ketika persamaan Schrödinger diubah dalam koordinat polar. Koordinat polar ini dapat dipecah menjadi dua persamaan yaitu persamaan Radial dan persamaan Anguler.
- ☉ Pada penyelesaian persamaan radial timbul konstanta baru l , **Bilangan kuantum azhimut**. Syarat agar persamaan Radial menjadi REAL adalah nilai l harus **bilangan cacah**. Nilai $l = 0, 1, 2, 3$. dst. Selain itu persamaan Radial menjadi imajiner. Bilangan ini menunjukkan sub-kulit yang menggambarkan bentuk orbital elektron.
 - ♥ Hubungan antara Bil. Kuantum utama dan bilangan Kuantum azimut adalah, nilai $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$
 - ♥ Untuk $n = 1$, maka nilai l yang mungkin hanya 0
 - ♥ Untuk $n = 2$, maka nilai $l = 0$ dan 1
 - ♥ Untuk $n = 3$, maka nilai $l = 0, 1, 2$
 - ♥ Kesepakatan bersama,
$$\begin{aligned}l = 0 &\rightarrow s \\l = 1 &\rightarrow p \\l = 2 &\rightarrow d \\l = 3 &\rightarrow f\end{aligned}$$



Bilangan Kuantum

- ➊ Pada penyelesaian persamaan anguler timbul konstanta baru m_l^2 , dengan m_l **Bilangan kuantum Magnetik**. Syarat agar persamaan Anguler menjadi REAL adalah nilai m_l harus **bilangan bulat**. Nilai $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$. dst. Selain itu persamaan Anguler menjadi imajiner. Bilangan ini m menggambarkan bentuk orientasi tiga dimensi dari suatu orbital.
- ➋ Hubungan Bilangan kuantum magnetik terhadap bilangan Kuantum Azimut adalah
 - 💜 Nilai $m_l = -l$ sampai $+l$
 - 💜 Contoh
 - Jika $l = 0$ maka $m_l = 0$
 - $l = 1$ maka $m_l = -1, 0, +1$
 - $l = 2$ maka $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$



Penyelesaian persamaan Schrödinger: Bilangan Kuantum

Persamaan Schrödinger

Koordinat Cartesian
(x, y, z)

Persamaan menjadi real
manakala $\sin kx = 0$
 $Kx = n\pi$
Sehingga $n = 1, 2, 3$ dst

Koordinat Polar
(r, θ , ϕ)

Persamaan Radial
(r)

Persamaan Anguler
(θ , ϕ)

Persamaan menjadi real
manakala $\sqrt{l(l+1)} < n$
Sehingga $n = 0$, maka $l = 1$
 $n = 2$, maka $l = 0$ dan 1
General $l = 0, 1, 2 \dots n-1$

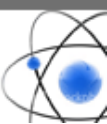
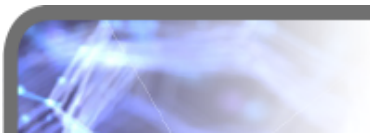
Persamaan menjadi real
manakala $m_l^2 \leq l(l+1)$
Sehingga $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$



Atom Hydrogen: Fungsi gelombang, probabilitas kerapatan elektron

Fungsi gelombang dan komponennya

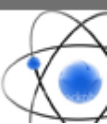
n	ℓ	m	$R_{n\ell}$	$Y_{\ell m}$	$\psi_{n\ell m} = R_{n\ell} Y_{\ell m}$
1	0	0	$2 \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} e^{-r/a_0}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$	$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} e^{-r/a_0}$
2	0	0	$\left(\frac{1}{2a_0} \right)^{3/2} \left(2 - \frac{r}{a_0} \right) e^{-r/2a_0}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$	$\frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \left(2 - \frac{r}{a_0} \right) e^{-r/2a_0}$
2	1	0	$\left(\frac{1}{2a_0} \right)^{3/2} \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{r}{a_0} e^{-r/2a_0}$	$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{\pi}} \cos \theta$	$\frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \frac{r}{a_0} e^{-r/2a_0} \cos \theta$
2	1	± 1	$\left(\frac{1}{2a_0} \right)^{3/2} \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{r}{a_0} e^{-r/2a_0}$	$\pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{2\pi}} \sin \theta e^{\pm i\phi}$	$\frac{1}{8\sqrt{1/\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \frac{r}{a_0} e^{-r/2a_0} \sin \theta e^{\pm i\phi}$

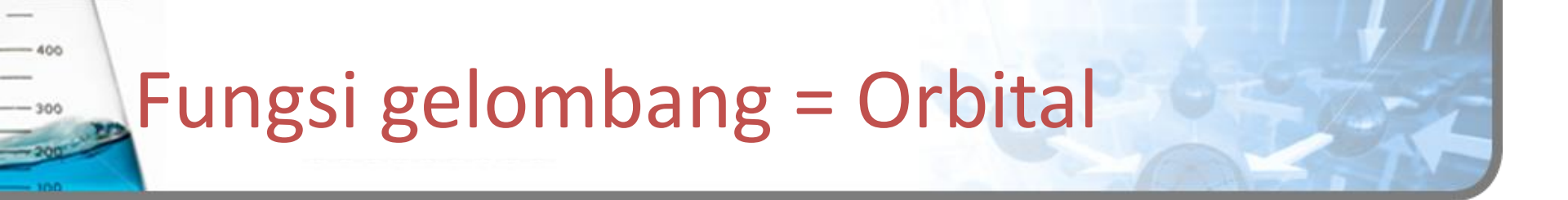


Atom Hydrogen: Fungsi gelombang, probabilitas kerapatan elektron

Fungsi gelombang dan komponennya

3	0	0	$2 \left(\frac{1}{3a_0} \right)^{3/2} \left(1 - \frac{2}{3} \frac{r}{a_0} + \frac{2}{27} \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \right) e^{-r/3a_0}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$	$\frac{1}{81\sqrt{3\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \left(27 - 18 \frac{r}{a_0} + 2 \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \right) e^{-r/3a_0}$
3	1	0	$\left(\frac{1}{3a_0} \right)^{3/2} \frac{4\sqrt{2}}{3} \left(1 - \frac{1}{6} \frac{r}{a_0} \right) \frac{r}{a_0} e^{-r/3a_0}$	$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{\pi}} \cos \theta$	$\frac{1}{81} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \left(6 - \frac{r}{a_0} \right) \frac{r}{a_0} e^{-r/3a_0} \cos \theta$
3	1	± 1	$\left(\frac{1}{3a_0} \right)^{3/2} \frac{4\sqrt{2}}{3} \left(1 - \frac{1}{6} \frac{r}{a_0} \right) \frac{r}{a_0} e^{-r/3a_0}$	$\pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{2\pi}} \sin \theta e^{\pm i\phi}$	$\frac{1}{8\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \left(6 - \frac{r}{a_0} \right) \frac{r}{a_0} e^{-r/3a_0} \sin \theta e^{\pm i\phi}$
3	2	0	$\left(\frac{1}{3a_0} \right)^{3/2} \frac{2\sqrt{2}}{27\sqrt{5}} \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 e^{-r/3a_0}$	$\frac{1}{4} \sqrt{\frac{5}{\pi}} (3 \cos^2 \theta - 1)$	$\frac{1}{81\sqrt{6\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \frac{r^2}{a_0^2} e^{-r/3a_0} (3 \cos^2 \theta - 1)$
3	2	± 1	$\left(\frac{1}{3a_0} \right)^{3/2} \frac{2\sqrt{2}}{27\sqrt{5}} \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 e^{-r/3a_0}$	$\pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{15}{2\pi}} \sin \theta \cos \theta e^{\pm i\phi}$	$\frac{1}{81\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 e^{-r/3a_0} \sin \theta \cos \theta e^{\pm i\phi}$
3	2	± 2	$\left(\frac{1}{3a_0} \right)^{3/2} \frac{2\sqrt{2}}{27\sqrt{5}} \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 e^{-r/3a_0}$	$\frac{1}{4} \sqrt{\frac{15}{2\pi}} \sin^2 \theta e^{\pm 2i\phi}$	$\frac{1}{162\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 e^{-r/3a_0} \sin^2 \theta e^{\pm 2i\phi}$





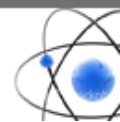
Fungsi gelombang = Orbital

- ☉ Ruang di mana terdapat kebolehjadian yang tertinggi untuk menemukan suatu elektron di sekeliling inti atom.
- ☉ Elektron menempati lintasan yang dinamakan kulit (**K**, **L**, **M**, dst.)
- ☉ Di dalam kulit, terdapat subkulit, yaitu **s**, **p**, **d**, dan **f**.
- ☉ Di dalam subkulit terdapat orbital, yang masing-masing orbitalnya dapat diisi maksimum **2** elektron.

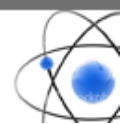
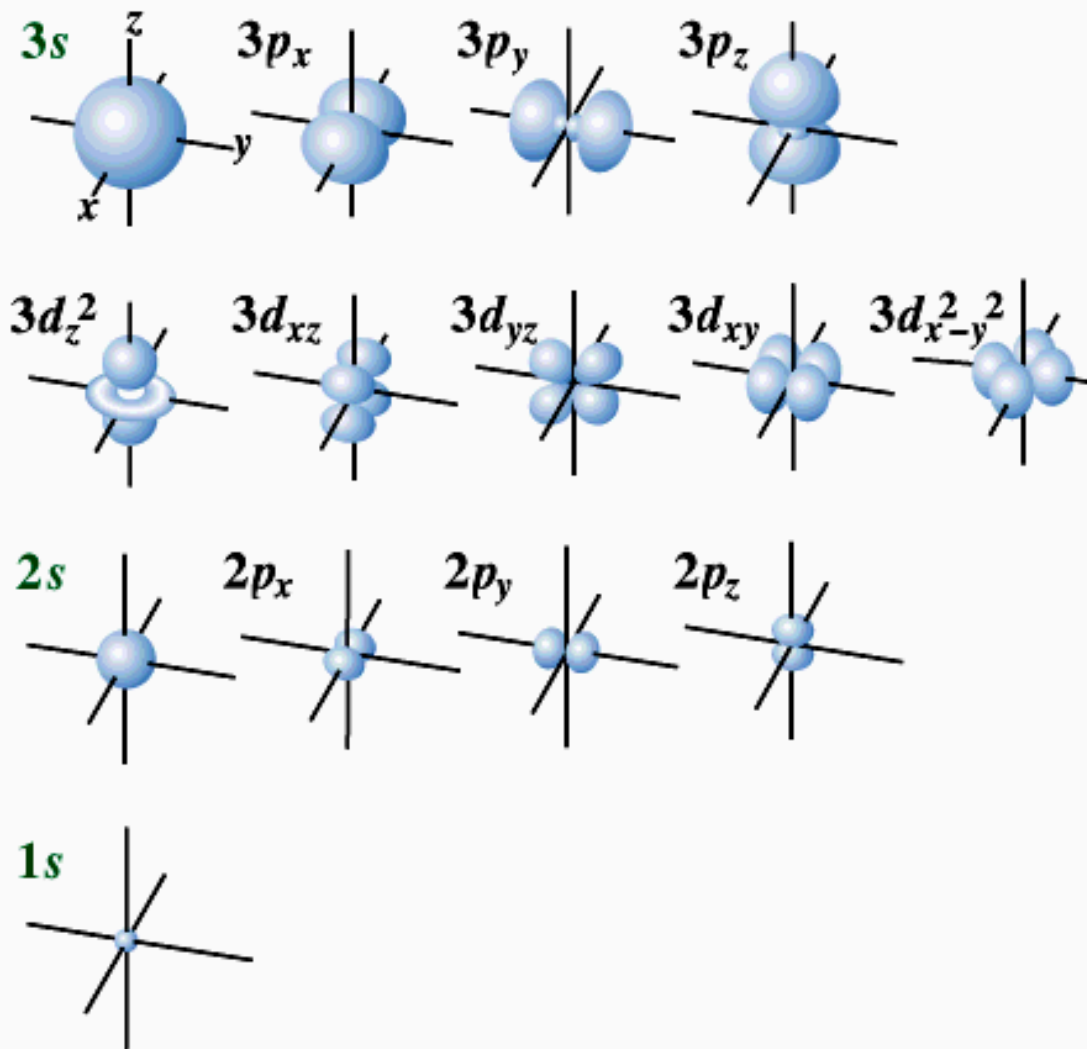


Orbital

orbital	Bentuk	Jumlah	m_l
s (sharp)	sferik	1	0
p (principle)	Dua balon	3	-1, 0, 1
d (diffuse)	Multi nodal	5	-2, -1, 0, 1, 2
f (fundamental)	Kompleks	7	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3

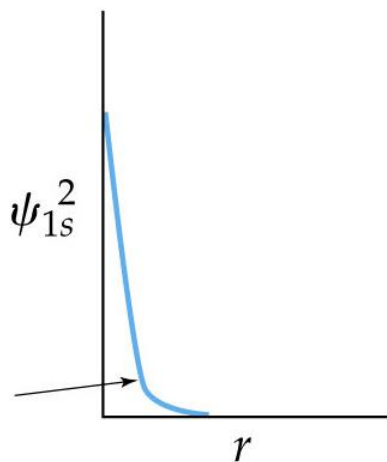


Orbital

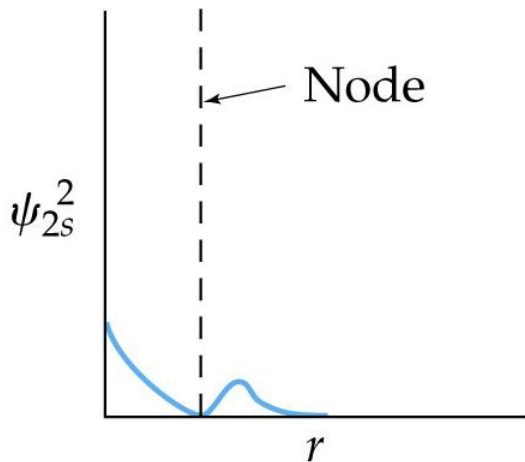
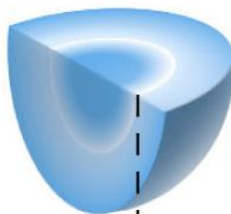


Orbital S

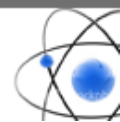
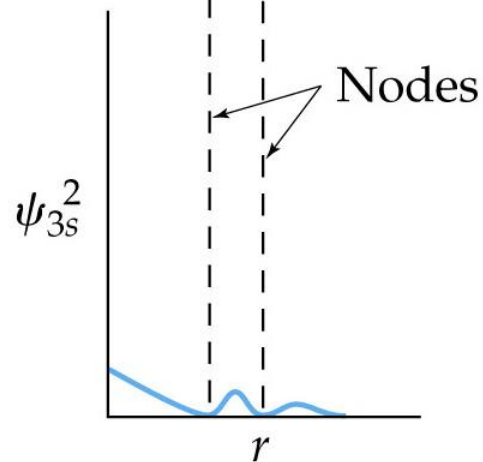
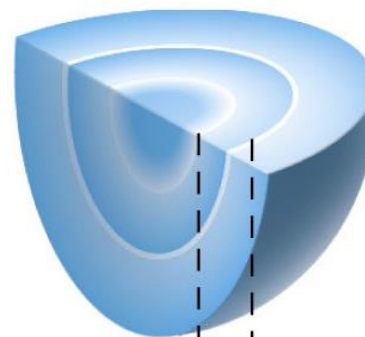
$1s$
 $n = 1, l = 0$



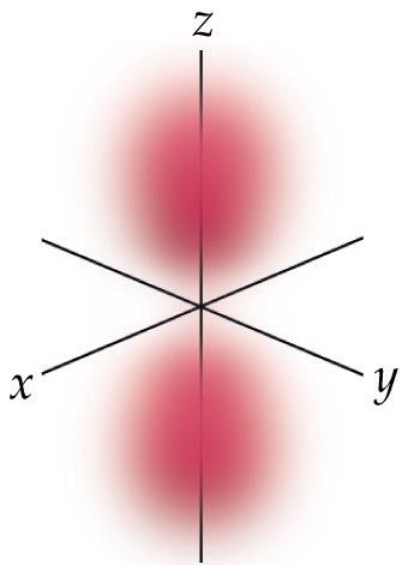
$2s$
 $n = 2, l = 0$



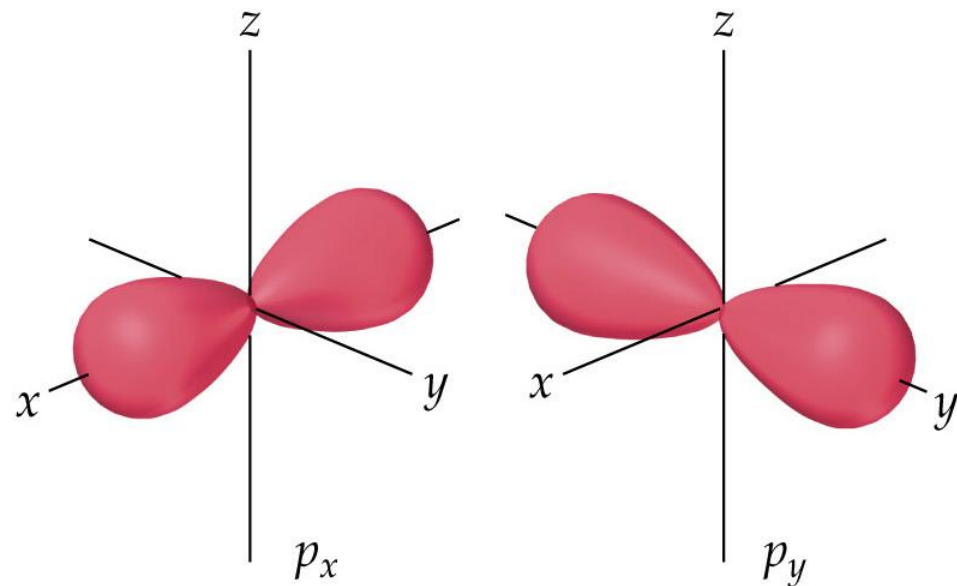
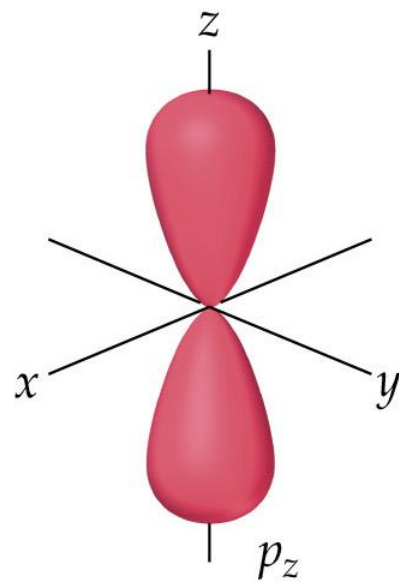
$3s$
 $n = 3, l = 0$



Orbital p



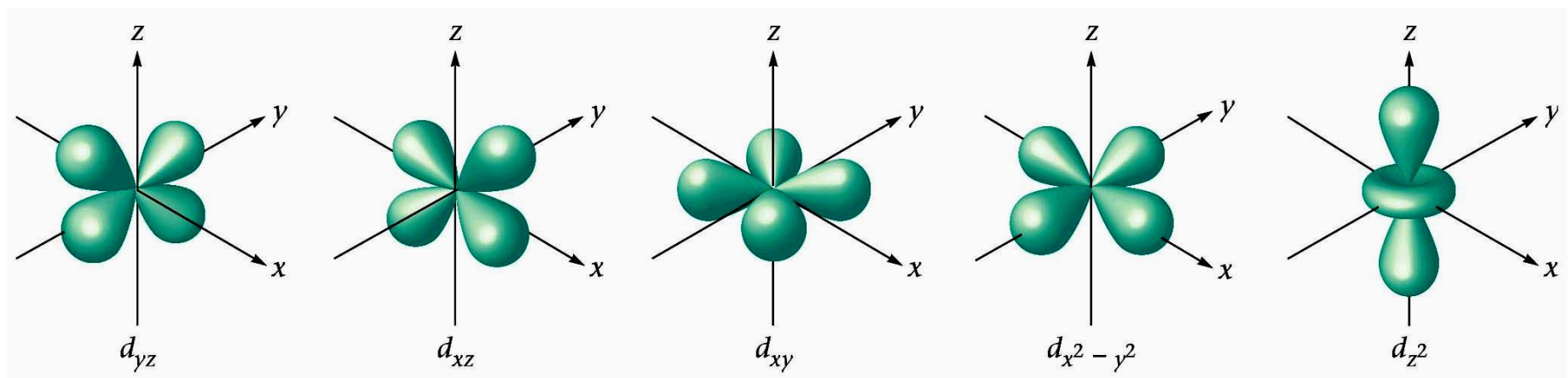
(a)



(b)



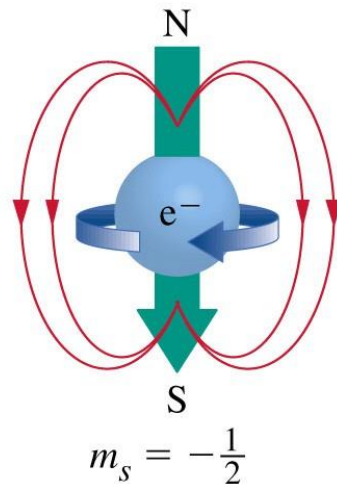
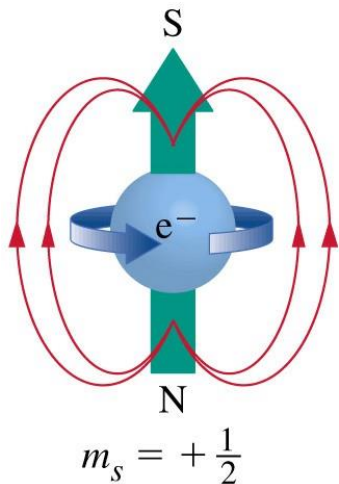
Orbital d



Bilangan Kuantum spin

🌀 Bilangan Kuantum Spin, s atau m_s yang menunjuk-kan sifat magnet suatu elektron

- 🌀 Nilai m_s hanya ada $m_s = +\frac{1}{2}$ dan $m_s = -\frac{1}{2}$
- 🌀 Jika suatu orbital penuh, maka elektron yang terdapat di dalam orbital tersebut mempunyai ***pasangan spin*** atau "*spin-paired*".



Uang logam berputar ke kanan

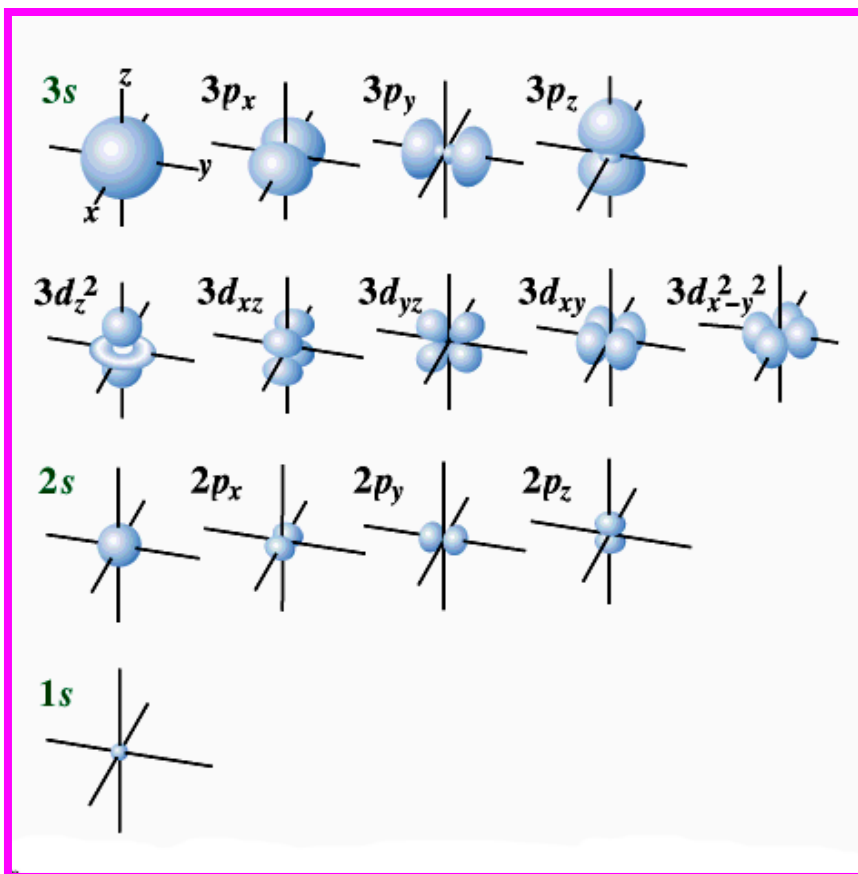


Uang logam berputar ke kiri

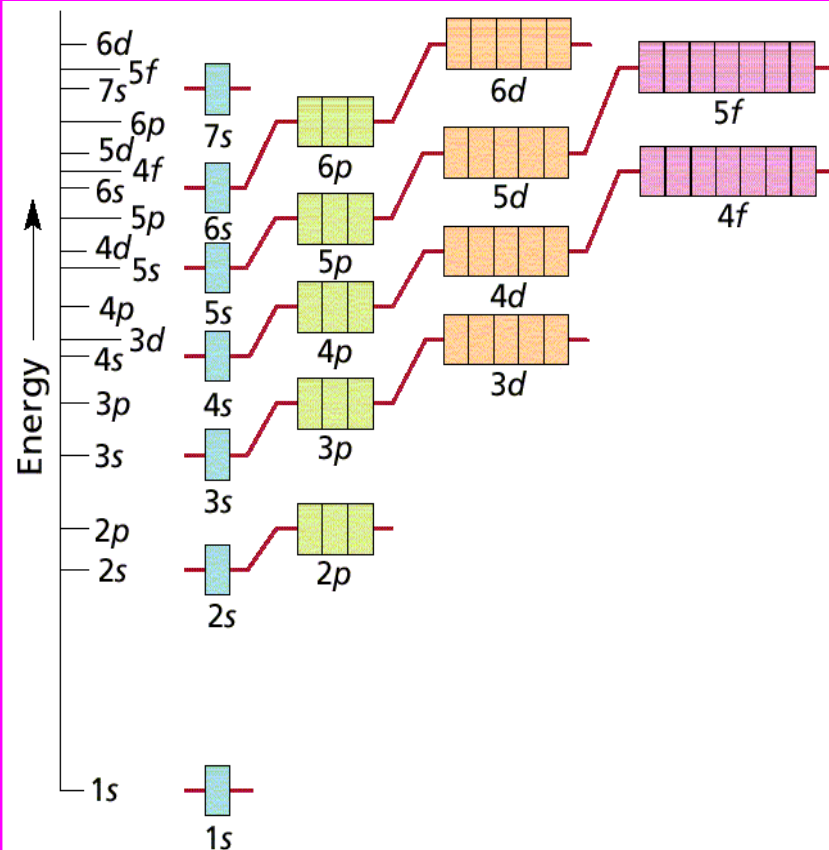


Model atom berelektron tunggal

Orbital



Tingkat energi orbital



Aturan Pengisian Elektron Pada Orbital

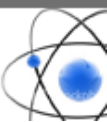
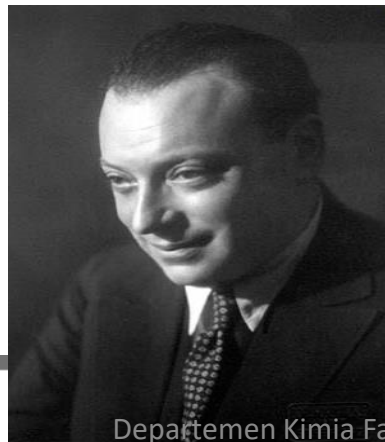
🌀 Asas Aufbau:

Elektron-elektron cenderung menempati orbital-orbital dengan energi lebih rendah terlebih dahulu.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p \dots$$

🌀 Asas Larangan Pauli:

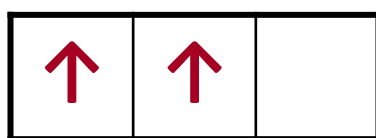
Tidak boleh ada dua (2) elektron yang memiliki keempat bilangan kuantum yang sama. Maka di dalam satu orbital tidak boleh ada dua elektron dengan spin yang sama.



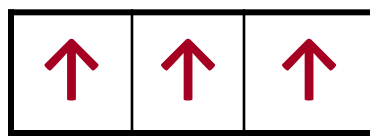
Aturan Pengisian Elektron Pada Orbital

🌀 Kaidah Hund

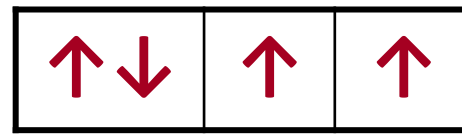
Jika elektron-elektron dimasukkan ke dalam orbital-orbital pada subkulit yang sama, maka elektron-elektron akan mengisi orbital satu per satu dengan arah rotasi (spin) yang sama sebelum dapat berpasangan.



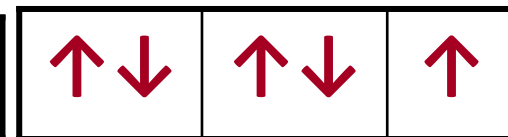
Subkulit p
(2 elektron)



Subkulit p
(3 elektron)

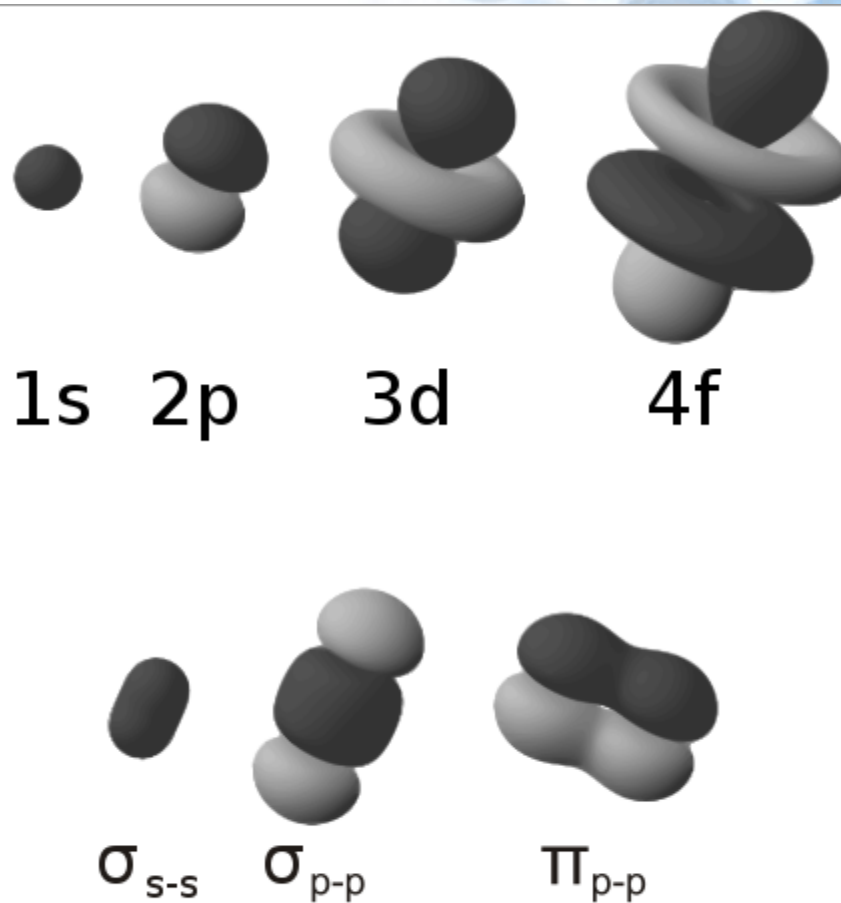
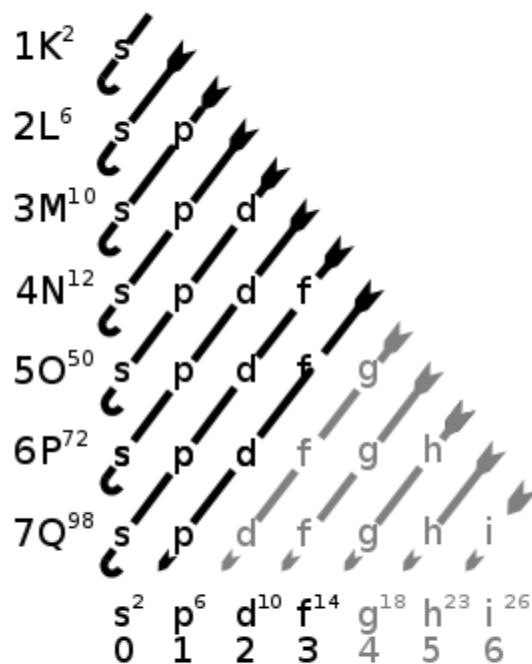


Subkulit p
(4 elektron)

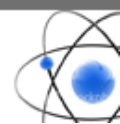


subkulit p
(5 elektron)





$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^{10}$ $4p^6$ $5s^2$ $4d^{10}$ $5p^6$ $6s^2$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6p^6$ $7s^2$ $5f^{14}$ $6d^{10}$ $7p^6$
 2 4 10 12 18 20 36 38 48 54 56 70 80 86 88 102 112 118



Konfigurasi elektron

Electron shell (n)	Subshells available ($= n$)	Orbitals available	Number of Electrons Possible in Subshell	Maximum Electrons for n th Shell ($= 2n^2$)
1	<i>s</i>	1	2	2
2	<i>s</i>	1	2	8
	<i>p</i>	3	6	
3	<i>s</i>	1	2	18
	<i>p</i>	3	6	
	<i>d</i>	5	10	
4	<i>s</i>	1	2	32
	<i>p</i>	3	6	
	<i>d</i>	5	10	
	<i>f</i>	7	14	
5	<i>s</i>	1	2	50
	<i>p</i>	3	6	
	<i>d</i>	5	10	
	<i>f</i>	7	14	
	<i>g</i> *	9	18	
6	<i>s</i>	1	2	72
	<i>p</i>	3	6	
	<i>d</i>	5	10	
	<i>f</i> *	7	14	
	<i>g</i> *	9	18	
	<i>h</i> *	11	22	
7	<i>s</i>	1	2	

Konfigurasi elektron

***s*-block elements**
 ***d*-block elements (transition metals)**

***p*-block elements**
 ***f*-block elements: lanthanides (4*f*) and actinides (5*f*)**



Konfigurasi elektron

Atom H : memiliki 1 elektron

: $1s^1$

Atom He : memiliki 2 elektron

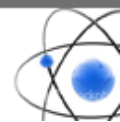
: $1s^2$

Atom Li : memiliki 3 elektron

: $1s^2, 2s^1$

Atom Cl : memiliki 17 elektron

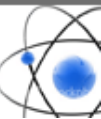
: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$





Konfigurasi elektron

Atom As : memiliki 33 elektron





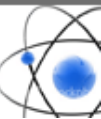
Konfigurasi elektron

Konfigurasi elektron juga dapat disingkat dengan menggunakan lambang unsur gas mulia terdekatnya.

Atom **As** : memiliki 33 elektron



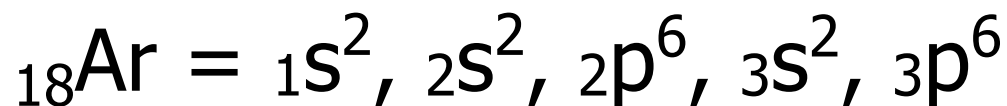
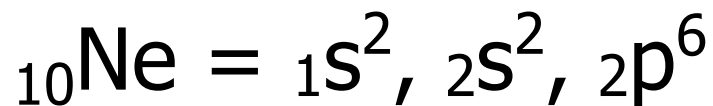
atau





Konfigurasi elektron

- Penyederhanaan penulisan konfigurasi elektron dengan konfigurasi elektron Gas Mulia.





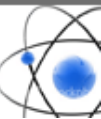
Konfigurasi elektron

Ion Negatif

Mengikat 1 elektron untuk tiap muatan negatif.

Ion S^{-2} : (16 + 2) elektron

: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$





Konfigurasi elektron

Ion Positif

Melepaskan 1 elektron untuk tiap muatan positif.

Ion Mg^{+2} : memiliki $(12-2)$ elektron

: $1s^2, 2s^2, 2p^6$

Ion Zn^{+2} : memiliki $(30-2)$ elektron

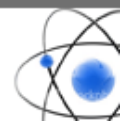
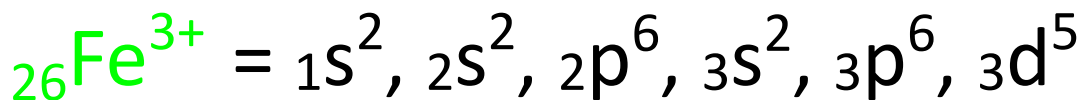
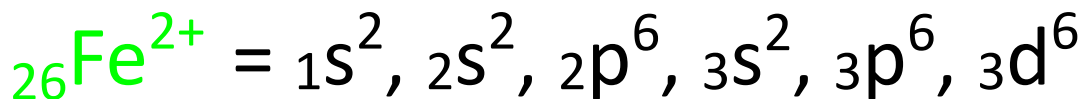
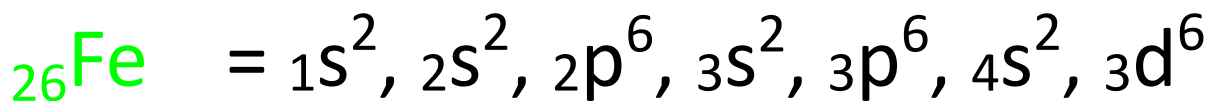
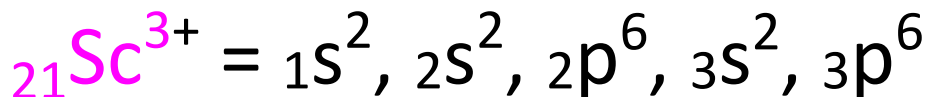
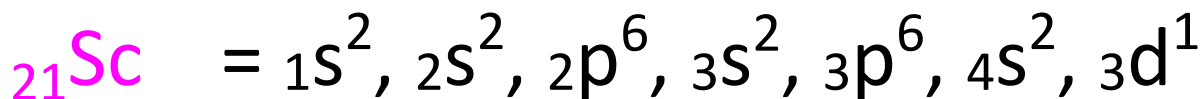
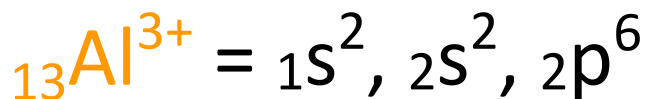
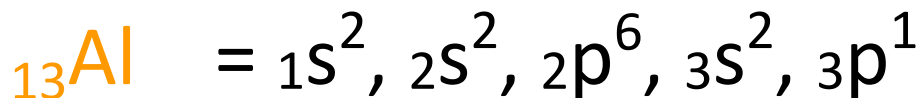
: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^0, 3d^{10}$

$4s^0 \Rightarrow$ elektron harus lepas dari kulit terluar dahulu.



Konfigurasi elektron

☉ Konfigurasi elektron suatu ion.





Konfigurasi elektron

- ☉ Menggambarkan susunan elektron-elektron pada orbital-orbitalnya dalam atom.

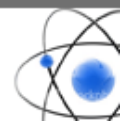
kulit $\longrightarrow$ level energi

subkulit $\longrightarrow$ orbital

- ☉ Menentukan letak suatu unsur pada SPU, yaitu golongan dan periode.

Golongan $\longrightarrow$ elektron valensi

Periode $\longrightarrow$ jumlah kulit





Catatan

- ☉ Untuk menentukan Golongan dan Periode maka, bilangan kuantum yang harus diperhatikan adalah Bilangan Kuantum utama terbesar.
- ☉ Bilangan kuantum utama terbesar, adalah tempat dimana elektron valensi berada.
- ☉ Sampai saat ini orbital yang diketahui adalah, s , p , d , dan f , atau $l = 0, 1, 2$, dan 3

Konfigurasi elektron

Atom **H** : memiliki **1 elektron**

: $1s^1$

: 1 → kulit → periode

: 1 → elektron valensi → golongan

: golongan **IA**, periode 1

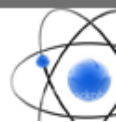
Atom **He** : memiliki **2 elektron**

: $1s^2$

: 1 → kulit → periode

: 2 → elektron valensi → golongan

: golongan **VIIIA**, periode 1



Konfigurasi elektron

Atom **Li** : memiliki 3 elektron

: $1s^2, 2s^1$

: 2 $\longrightarrow$ kulit $\longrightarrow$ periode

: 1 $\longrightarrow$ jumlah elektron valensi $\longrightarrow$ golongan

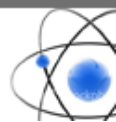
: golongan **IA**, periode **2**

Atom **Cl** : memiliki 17 elektron

: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$

: periode = **3**

: golongan = **VIIA**



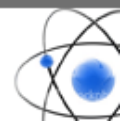


Soal



Berapa elektron yang terdapat pada subkulit d?

4, 5, 6



Susunan Atom berkala



J.A.R. Newlands - (Inggris)

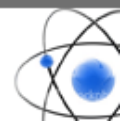
1864 – Menyusun unsur-unsur berdasarkan kenaikan masa relatif.

Hukum Oktaf ; Setiap unsur ke delapan akan mempunyai sifat yang serupa (mirip) . Unsur pertama, memilki sifat yang mirip dengan unsur ke sembilan dst.

Dimitri Ivannovich Mendeleev-(Rusia)

1869 – Menyusun unsur-unsur berdasarkan kenaikan masa atom relatif dan persamaan sifat.

- Sehingga dihasilkan Hukum Periode unsur, yang membuat Mendeleev dapat memperkirakan unsur-unsur yang belum diketahui, dengan mengosongkan beberapa tempat.



Susunan Atom berkala

1A 1																	3A 13	4A 14	5A 15	6A 16	7A 17	8A 18				
1 1 H	2A 2																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne			
2 3 Li	4 Be																	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
3 11 Na	12 Mg	3B 3	4B 4	5B 5	6B 6	7B 7	8B 8 9 10			1B 11	2B 12											35 Br	36 Kr			
4 19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr									
5 37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe									
6 55 Cs	56 Ba		71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn								
7 87 Fr	88 Ra		103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112	113	114	115	116		118								

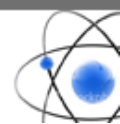
Metals

Metalloids

Nonmetals

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

Nonlogam pada sisi kanan atas tabel berkala (kecuali H).



Susunan Atom berkala

1A 1	2A 2											3A 13	4A 14	5A 15	6A 16	7A 17	8A 18
1 H												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
2 3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
3 11 Na	12 Mg	3B 3	4B 4	5B 5	6B 6	7B 7	8B 8 9 10			1B 11	2B 12	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
4 19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
5 37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
6 55 Cs	56 Ba	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	113	114	115	116		
7 87 Fr	88 Ra	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112						118

Metals	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
Metalloids	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No
Nonmetals														

**Semilogam
(Metalloids)**
pembatas
garis anak
tangga
(kecuali Al, Po,
dan At).



Susunan Atom berkala

	1A 1																	8A 18	
1	1 H	2A 2											3A 13	4A 14	5A 15	6A 16	7A 17	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg	3B 3	4B 4	5B 5	6B 6	7B 7	8B 8 9 10			1B 11	2B 12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba		71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg		113	114	115	116		118

Metals	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
Metalloids	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No
Nonmetals														

Logam pada sisi kiri dari tabel.



Alkali Metals

Noble Gases

Alkaline Earths

Halogens

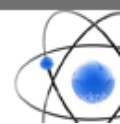
Main Group

Transition Metals

Alkaline Earths						Halogens					Main Group					18																			
1 1A	2 2A		Transition Metals										13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 8A																	
1 H 1.00794	4 Be 9.01218		3 Li 6.941	12 Mg 24.3050	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797															
11 Na 22.9898	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9381	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.29
55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57 *La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 †Ac 227.028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (272)					118 (293)	
*Lanthanide series			58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967																			
†Actinide series			90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)																			

Main Group

Lanthanides and Actinides





Tabel Berkala

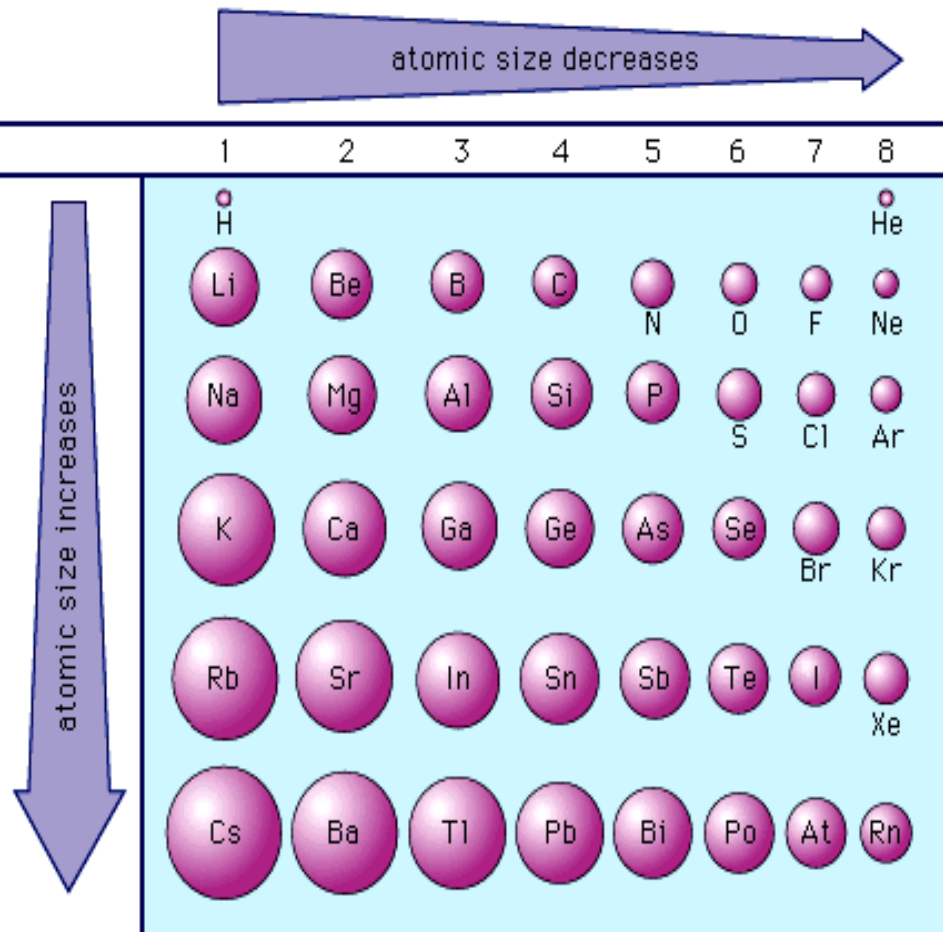
- ⑨ Unsur-Unsur disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat-sifat unsur.
- ⑨ Dalam Susunan Berkala Unsur-Unsur terdapat 2 (dua) lajur.
 - a. Lajur Horizontal = Periode = unsur-unsur disusun menurut kenaikan nomor atom.
 - b. Lajur Vertikal = Golongan = Unsur-unsur disusun menurut kemiripan sifat.

Beberapa sifat yang dapat disimpulkan dari Sistem Periodik Unsur (SPU)

- **Jari-jari atom**
- **Jari-jari ion**
- **Energi ionisasi**
- **Affinitas elektron**
- **Keelektronegatifan**



Jari-jari Atom



Jari-jari atom : Menurun dari kiri ke kanan periode SPU

Ketika muatan inti atom bertambah maka jumlah elektron juga bertambah. Inti atom sebagai unit yang bermuatan akan menarik elektron (-) ke inti atom (+), sehingga menyebabkan menurunnya ukuran atom dan jari-jari mengecil.

Meningkat dari atas ke bawah golongan SPU

Tiap penambahan elektron pada konfigurasi elektron, menyebabkan kulit juga bertambah dan ukuran atom makin besar dan jari-jari bertambah



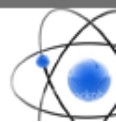
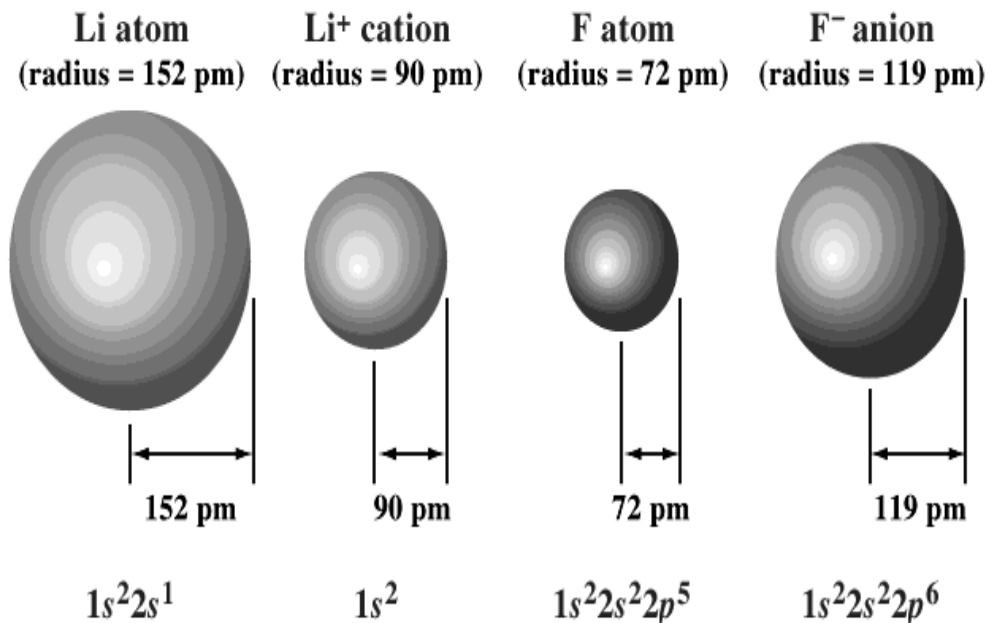
Jari jari ion

Jari – jari ion :

- ➊ Mempunyai kecenderungan yang sama dengan jari-jari atom.
- ➋ Jari-jari ion positif lebih kecil dari pada atom-nya.
- ➌ Jari-jari ion negatif lebih besar daripada atom-nya.

Isoelektron

- ➊ Untuk ion negatif, atom gas mulia, dan ion positif yang memiliki konfigurasi elektron yang sama.
contoh; $_{13}\text{Al}^{3+}$, Ne, $_{9}\text{F}^{-}$
- ➋ Ukurannya akan berkurang jika muatan positif inti atom meningkat.



Energi ionisasi

Energi ionisasi :

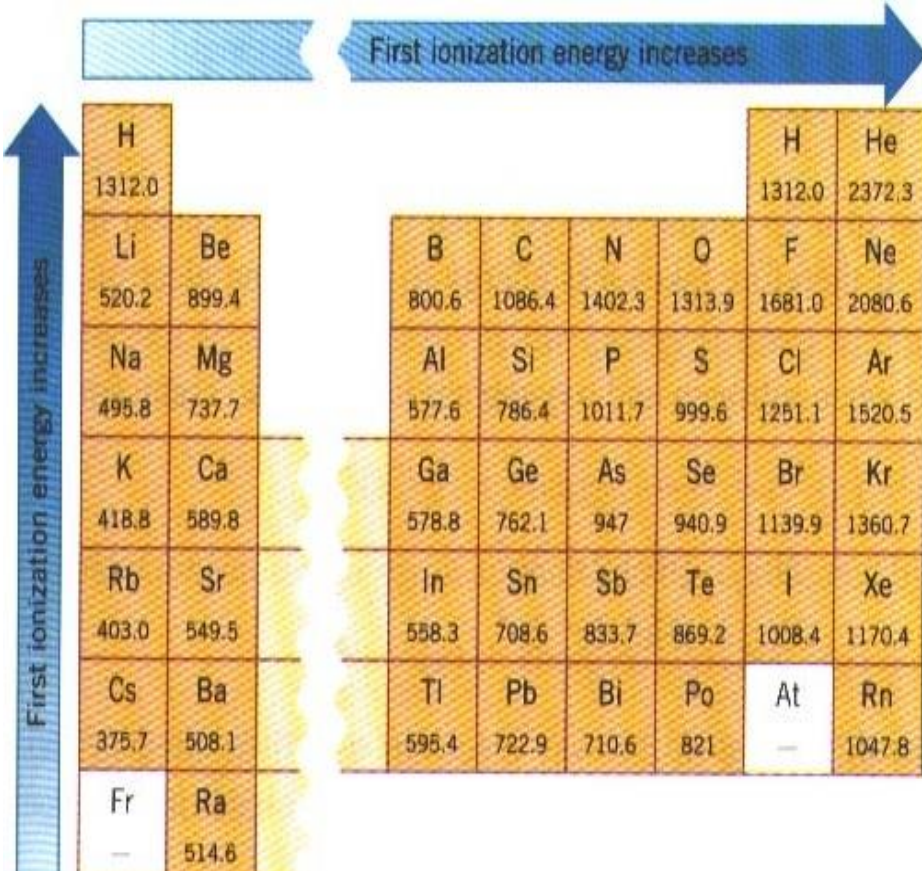
- ⦿ Energi yang dibutuhkan untuk melepaskan sebuah elektron sehingga membentuk ion positif.
- ⦿ Energi ionisasi Logam kecil, karena elektron pada logam mudah dilepaskan.
- ⦿ Energi ionisasi non-Logam besar, karena elektronnya sulit dilepaskan.
- ⦿ Meningkat dari pojok kiri bawah sampai pojok kanan atas.

Energi ionisasi tingkat pertama.

- ⦿ Energi yang dibutuhkan untuk melepaskan satu elektron (elektron yang pertama) dari suatu atom.

Energi ionisasi tingkat kedua.

- ⦿ Energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron kedua dari ion bermuatan +1.



H 1312.0									H 1312.0	He 2372.3
Li 520.2	Be 899.4				B 800.6	C 1086.4	N 1402.3	O 1313.9	F 1681.0	Ne 2080.6
Na 495.8	Mg 737.7				Al 577.6	Si 786.4	P 1011.7	S 999.6	Cl 1251.1	Ar 1520.5
K 418.8	Ca 589.8				Ga 578.8	Ge 762.1	As 947	Se 940.9	Br 1139.9	Kr 1360.7
Rb 403.0	Sr 549.5				In 558.3	Sn 708.6	Sb 833.7	Te 869.2	I 1008.4	Xe 1170.4
Cs 375.7	Ba 508.1				Tl 595.4	Pb 722.9	Bi 710.6	Po 821	At —	Rn 1047.8
Fr —	Ra 514.6									



Energi Afinitas

Increasing Or Decreasing Affinity

High Affinity

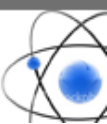
	IA																	VIIIA
1	H	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII B			IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Rd	Ac															

Low Affinity

Becomes Less Negative

Afinitas Elektron :

- Energi yang dilepaskan atau dibutuhkan ketika sebuah elektron diterima atau ditambahkan ke sebuah atom.
- Memiliki kecenderungan yang sama dengan energi ionisasi, meningkat dari pojok kiri bawah ke pojok kanan atas.
- Unsur Logam memiliki nilai "AE" kecil.
- Unsur non-Logam memiliki nilai "AE" besar.



- 1A

VIII B

Latihan soal

1. Germanium mempunyai 5 buah isotop ; ^{70}Ge 20,5 % = 69,924 sma ; ^{72}Ge 27,4 % = 71,922 sma ; ^{73}Ge 7,8 % = 72,923 sma ; ^{74}Ge 36,5 % = 73,921 sma ; dan ^{76}Ge 7,8 % = 77,921 sma. Hitunglah Berat Atom Germanium (Ge)?
2. Hitunglah jumlah molekul NaCl yang mempunyai massa sebesar 1,95 gram.
3. Dari beberapa pasang unsur, tentukanlah yang mana merupakan Isotop, Isoton dan Isobar ;





WHAT DO YOU DO WITH A
SICK CHEMIST?

IF YOU CAN'T
HELIUM

AND YOU CAN'T
CURIUM

THEM MIGHT AS WELL
BARIIUM

