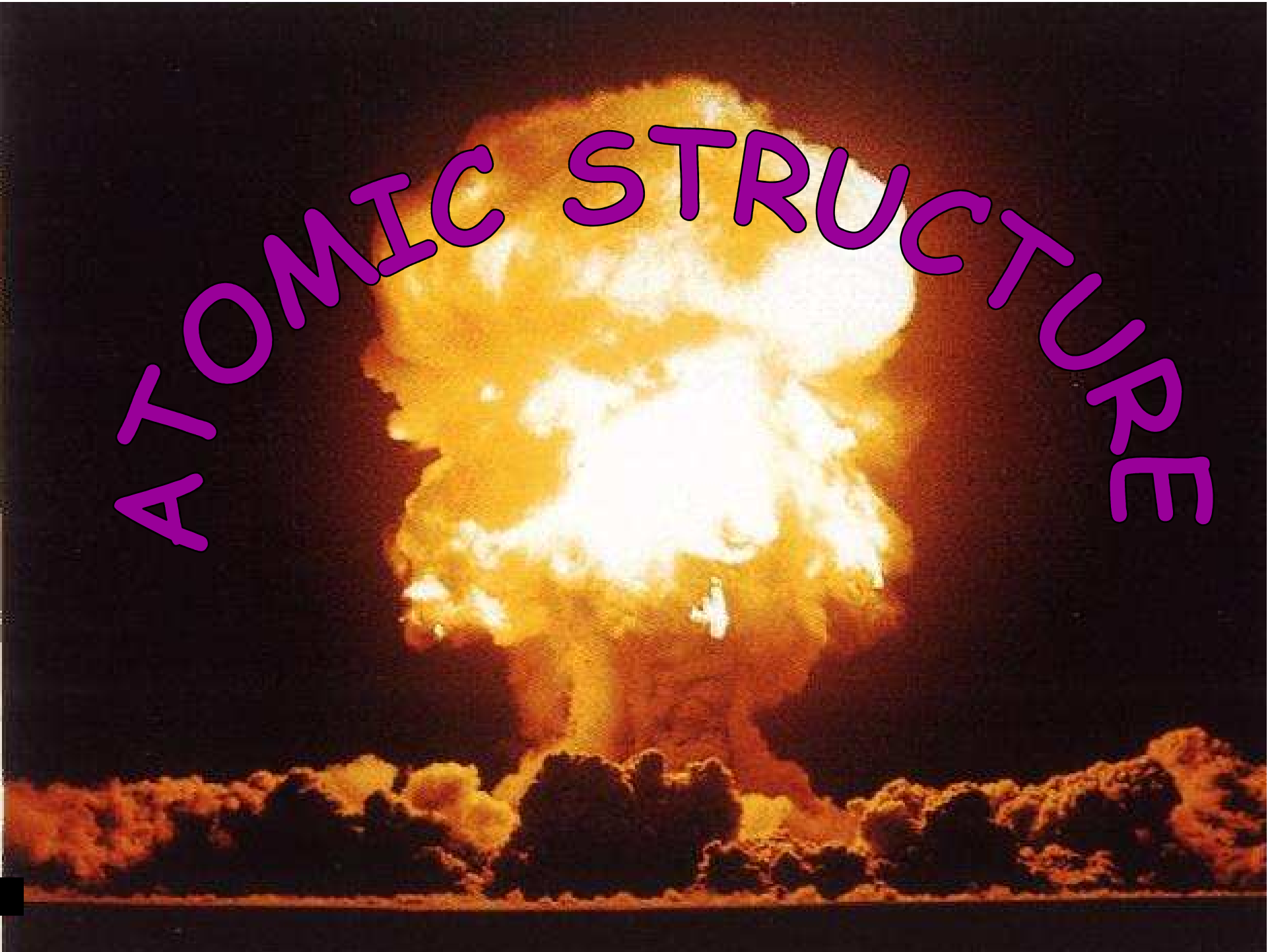
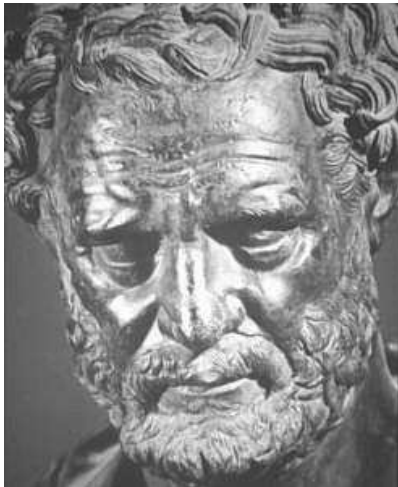


ATOMIC STRUCTURE



HISTORY OF THE ATOM

460 BC Democritus



Dia menemukan bahwa material dan mangkuk bila digerus terus maka ukurannya akan mengecil terus hingga akhirnya mencapai

ATOMA

(greek for indivisible)

HISTORY OF THE ATOM

1808

John Dalton



Mengusulkan bahwa seluruh materi terbuat dari bola bola kecil yang dapat dipantulkan kesekitarnya dengan elastisitas sempurna dan bola bola kecil itu disebut

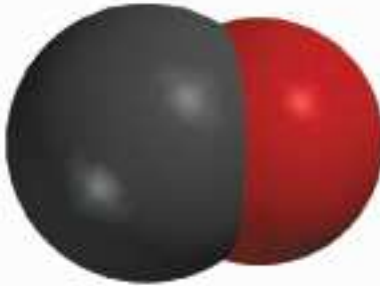
ATOMS

Teori atom Dalton (1808)

1. Seluruh materi terbuat dari partikel partikel kecil yang tidak dapat dibagi lagi yang disebut atom.
2. Atom atom dari unsur yang sama adalah identik(ukuran ,massa ,sifat kimia). Atom atom dari suatu unsur berbeda dengan atom atom dari unsur lain.
3. Atom atom dari unsur berbeda dapat bergabung satu sama lain membentuk senyawa dimana perbandingan jumlah atom relatif dari tiap unsur dalam senyawa yang terbentuk selalu sama dan angkanya sederhana.
4. Reaksi kimia terjadi ketika atom atom dalam keadaan terpisah bergabung atau hanya pengaturan kembali atom atom,namun atom dari suatu unsur tidak dapat berubah menjadi atom lainnya(atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan) melalui reaksi kimia biasa.

Oxygen in CO and CO₂

Carbon monoxide



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

Carbon dioxide



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

Law of Multiple Proportions

Dalton's Atomic Theory



Atoms of element X

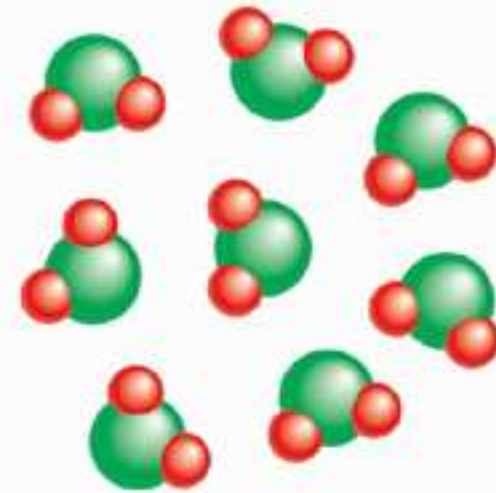
16 X

+



Atoms of element Y

8 Y



Compound of elements X and Y

8 X₂Y

Law of Conservation of Mass

Hukum elektrolisis Faraday

1833 ,Hukum elektrolisis Faraday

- Melalui eksperimen yang sangat teliti pada elektrolisis , Michael Faraday menunjukkan bahwa

$$m = \frac{q}{96500} \left(\frac{\text{massa molar}}{\text{valensi}} \right)$$

m massa zat yang dibebaskan dalam gram

q total muatan yang lewat ,dalam Coulomb

Massa molar dalam gram

Valensi tanpa dimensi

HISTORY OF THE ATOM

1898

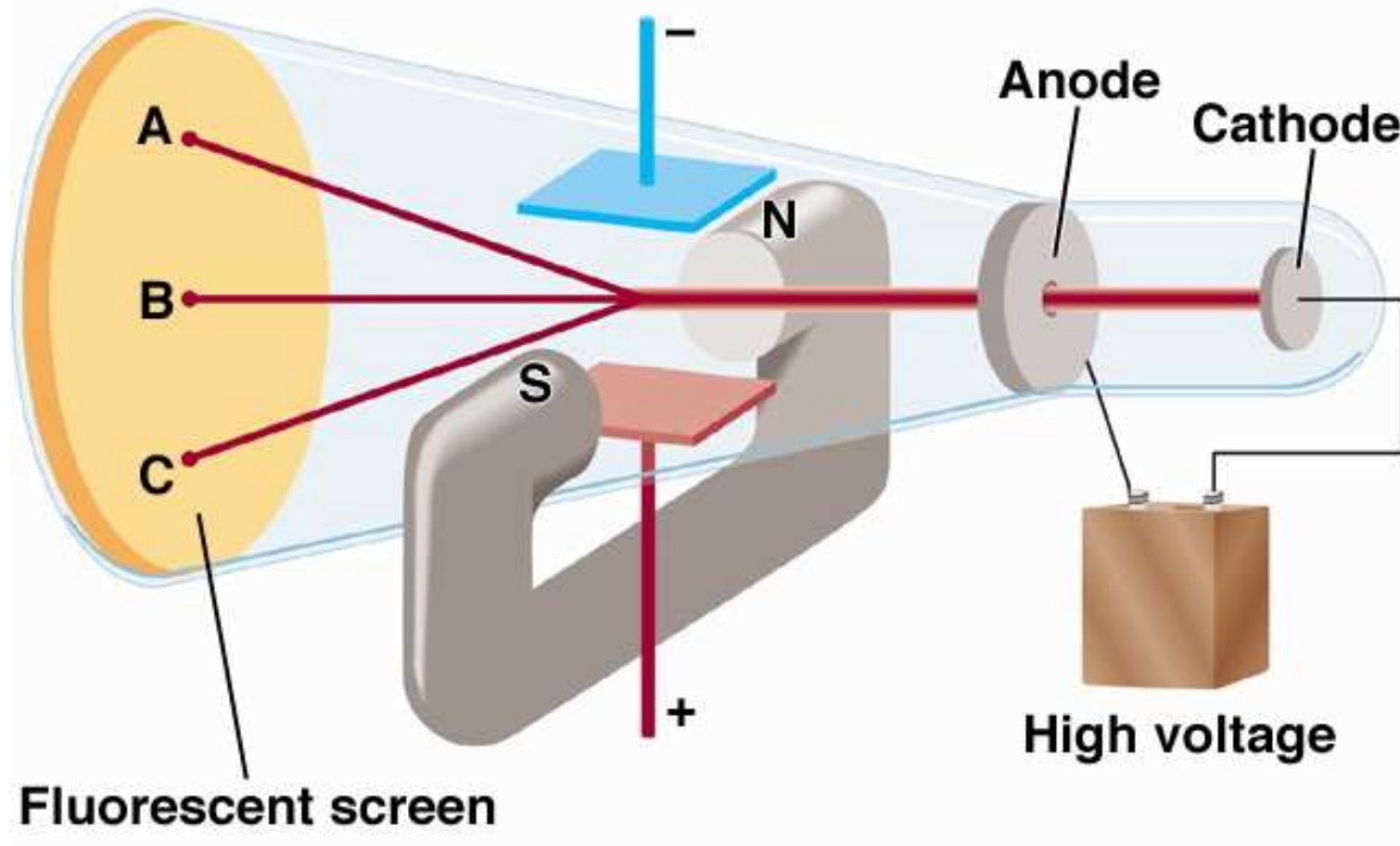
Joseph John Thompson



Menemukan bahwa atom atom sesekali dapat melepaskan partikel negatif yang jauh lebih kecil dari atom yang disebut

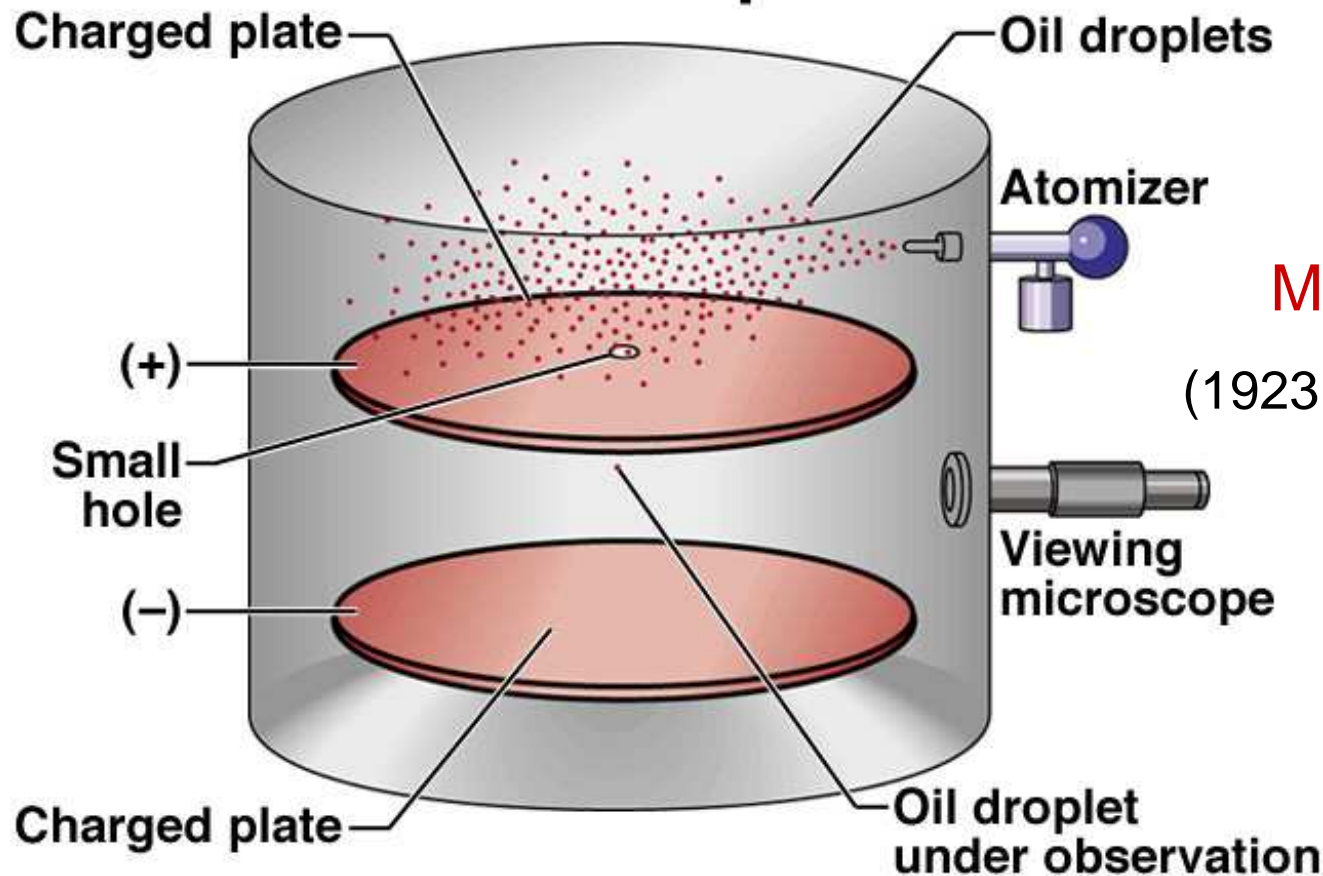
ELECTRON

Cathode Ray Tube



J.J. Thomson, **measured mass/charge of e^-**
(1906 Nobel Prize in Physics)

Millikan's Experiment



Measured mass of e^-

(1923 Nobel Prize in Physics)

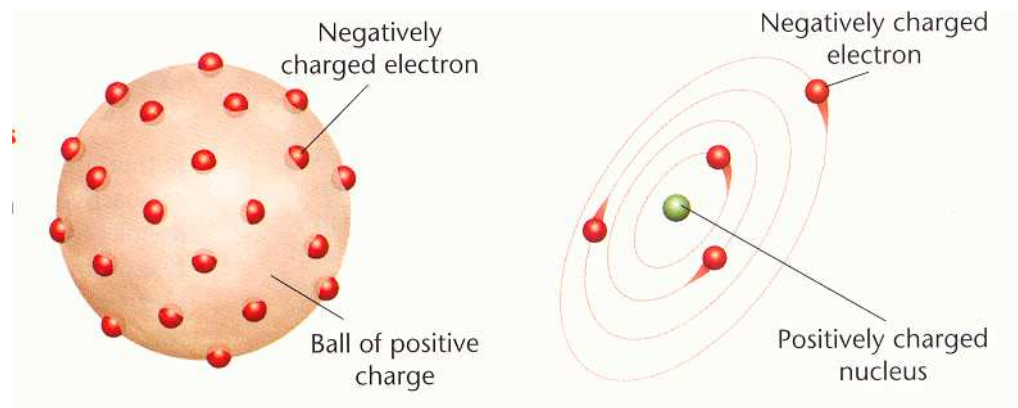
$$e^- \text{ charge} = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Thomson's charge/mass of } e^- = -1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$$

$$e^- \text{ mass} = 9.10 \times 10^{-28} \text{ g}$$

J.J. Thomson (1897)

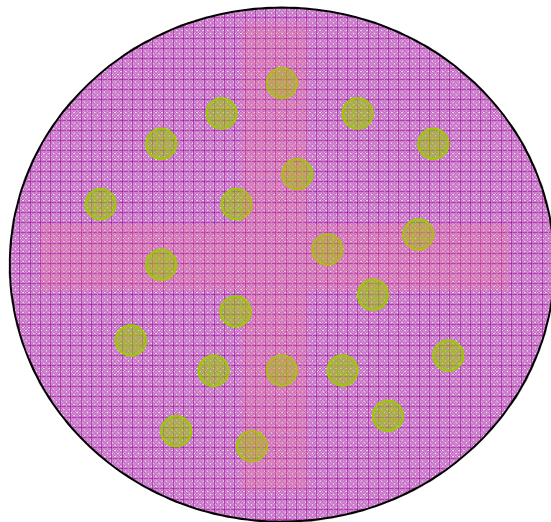
- Menentukan ratio muatan terhadap massa untuk elektron
- Memasang medan magnet dan medan listrik pada CRT (tabung sinar katoda)
- Model atom “Plum pudding”



HISTORY OF THE ATOM

1904

Model atom Thompson : bahwa suatu atom seperti bola elastik yang didalamnya tersusun oleh elektron elektron yang tersebar dan disekitar elektron terdapat materi bermuatan positif untuk menyeimbangkan muatan muatan elektron.

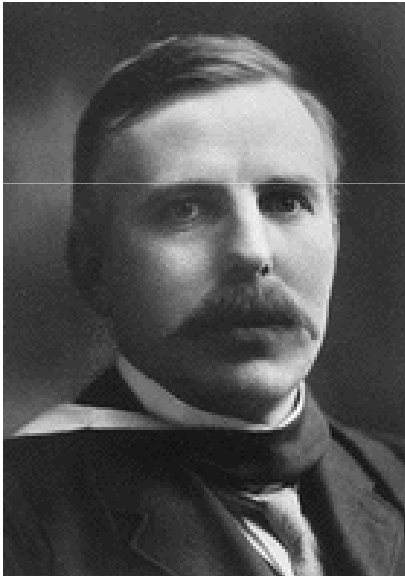


**PLUM PUDDING
MODEL**

HISTORY OF THE ATOM

1910

Ernest Rutherford



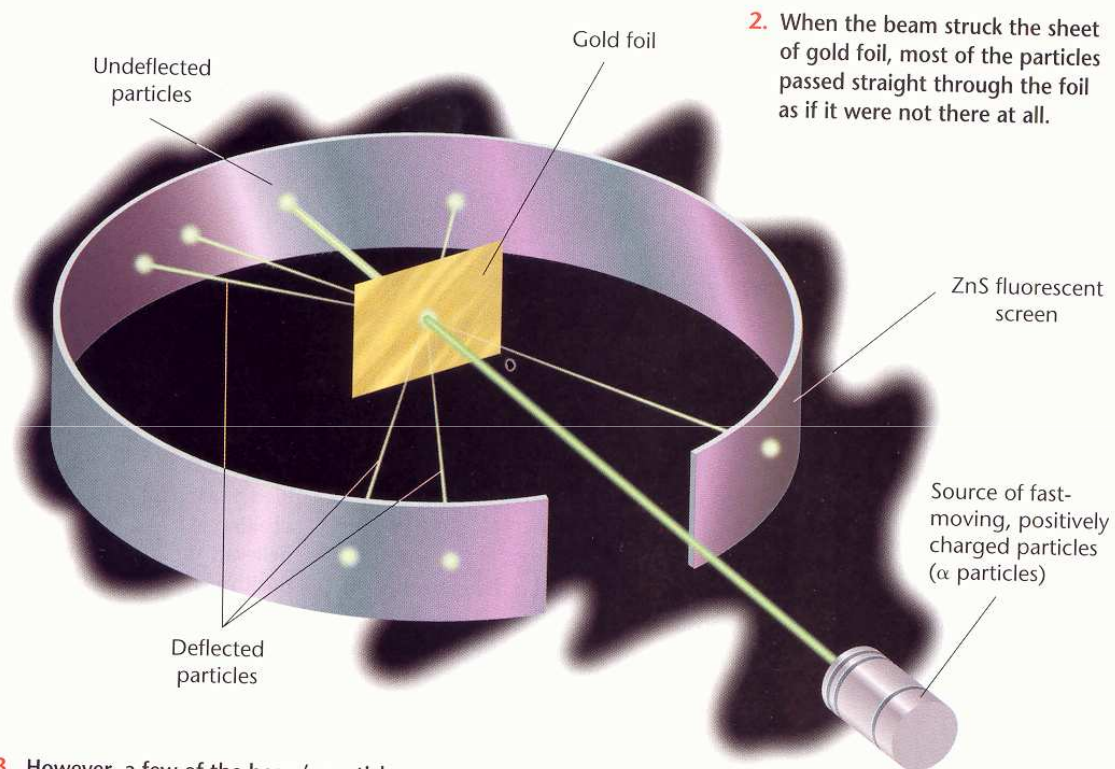
Ernest Rutherford dan kawan kawannya Geiger and Marsden merancang eksperimen.

Mereka menembakan inti atom helium (bermuatan positif) pada lempeng emas tipis yang tebalnya beberapa lapisan atom.

Dibelakang lempeng emas ditempatkan detektor (layar flouresen)

The Gold Foil Experiment

Gold is a metal that can be pounded into a foil only a few atoms thick. Rutherford's group took advantage of this property in their experiment.



2. When the beam struck the sheet of gold foil, most of the particles passed straight through the foil as if it were not there at all.

3. However, a few of the beam's particles were deflected. Some were deflected slightly, but a few bounced almost straight back. Imagine throwing a baseball at a sheet of tissue paper and having the ball bounce back at you. Rutherford's scientists were just as surprised.

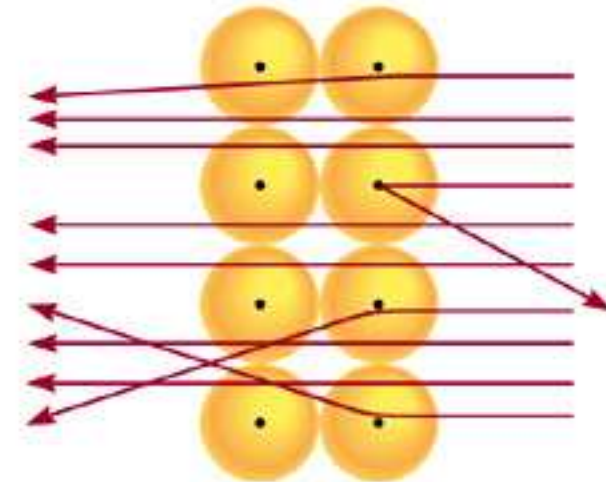
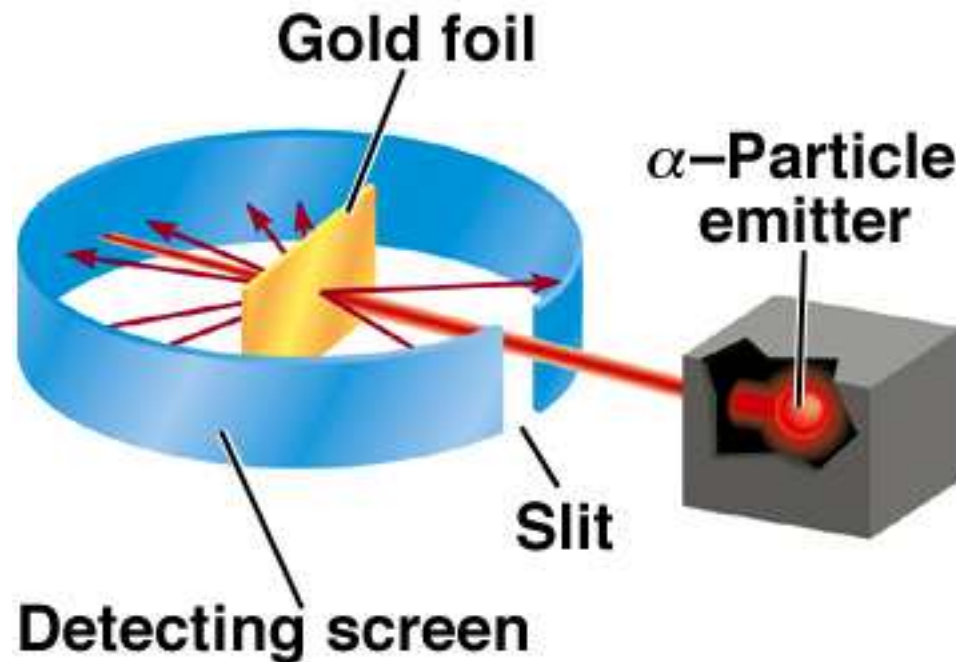
1. Rutherford's lead-shielded box contained radioactive polonium. As polonium decays, it emits helium nuclei, which consist of two protons and two neutrons. These nuclei are called alpha particles. Because they have no electrons, they are positively charged.

Fakta Experimen

- Sebagian besar partikel α dapat menembus lempeng logam emas.
- Beberapa partikel α disimpangkan dengan sudut simpangan yang berbeda beda.
- Yang mengejutkan, beberapa partikel alfa, dipantulkan kembali oleh lempeng emas

Rutherford's Experimental Design

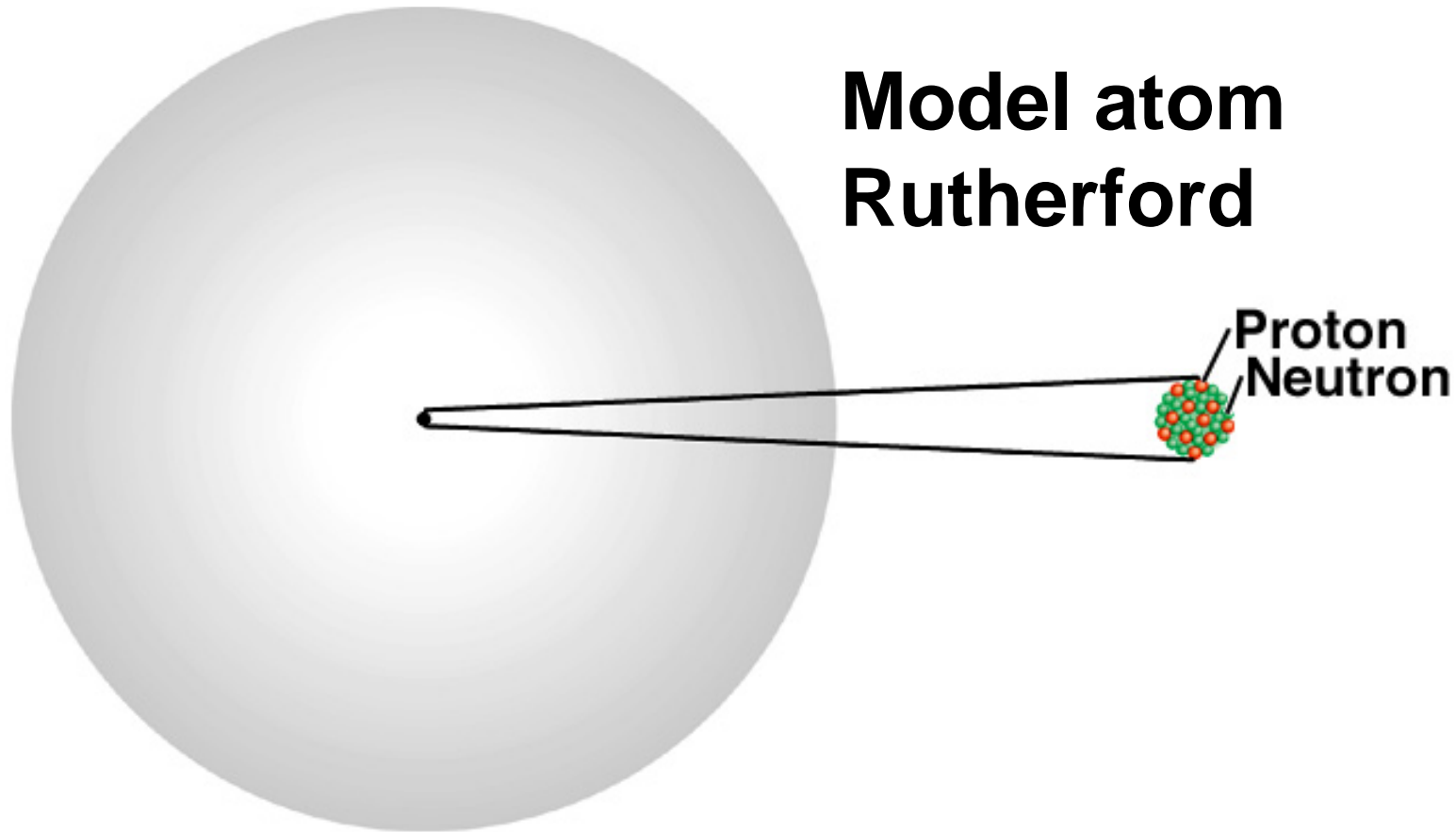
(1908 Nobel Prize in Chemistry)



α particle velocity $\sim 1.4 \times 10^7$ m/s
($\sim 5\%$ speed of light)

1. Atom bermuatan positive terkonsentrasi dalam inti
2. proton (p) bermuatan (+) kebalikan dari elektron (-)
3. massa proton $1840 \times$ massa e^- yaitu 1.67×10^{-24} g

Model atom Rutherford



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

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

**If the atom is the Houston Astrodome
Then the nucleus is a marble on the 50 yard line**

Simpulan Rutherford

- Sebagian besar massa dari atom terkonsentrasi ditengah atom (core), yang disebut inti atom(atomic nucleus).
- Inti bermuatan positif.
- Sebagian besar volume dari atom berupa ruang kosong.
- Elektron bergerak mengelilingi inti dibawah pengaruh gaya tarik Coulomb

Kelemahan model atom Rutherford

- Tidak bisa menjelaskan dimanakah lokasi elektron bermuatan negatif dalam ruang sekitar inti yang bermuatan positif.
- Kita tahu bahwa partikel bermuatan berlawanan akan tarik menarik satu sama lain
- Apa yang mencegah elektron elektron negatif dari posisinya tertarik masuk kedalam inti atom?

Kelemahan model atom Rutherford

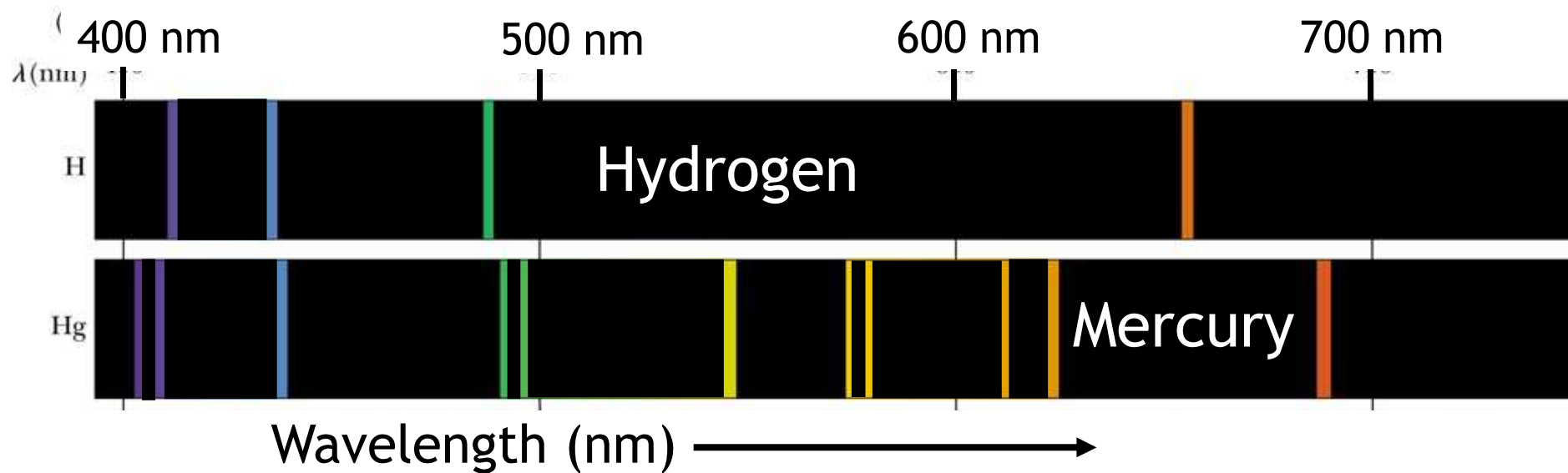
Elektron elektron yang bergerak mengelilingi inti akan memancarkan energi dalam bentuk radiasi gelombang EM.

Karena elektron tertarik keinti dengan gaya Coulomb maka lintasan elektron makin mengecil mendekati inti (lintasan spiral) , akhirnya elektron jatuh ke inti . Faktanya tidak ada lektron dalam atom yang jatuh ke intinya.

Seandainya elektron lintasannya berbentuk spiral maka seharusnya atom memancarkan spektrum yang kontinu, fakta eksperimen yang dilakukan Balmer dkk, spektrum atom adalah diskrit

Spektrum Atom

- Secara Experiment, atom atom memancarkan radiasi elektromagnetik ,
- Fakta, setiap atom memancarkan frekuensi yang berbeda beda (seperti sidik jari).



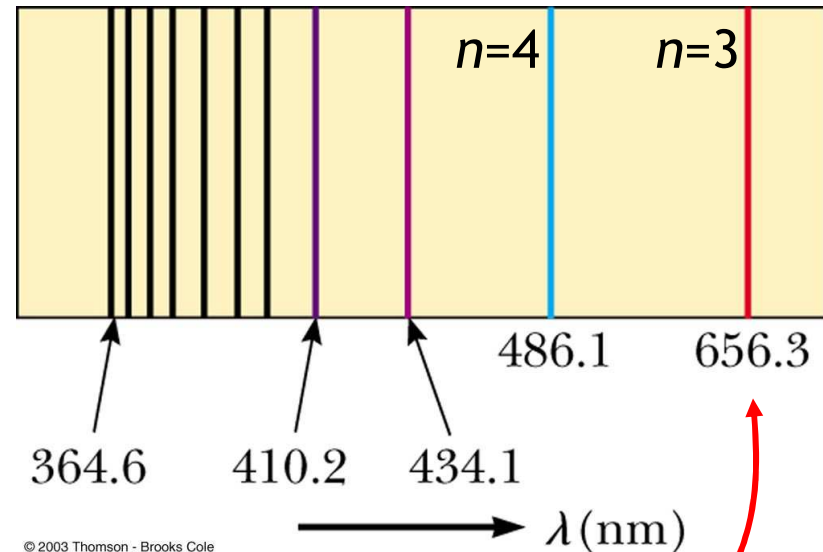
Spektrum emisi Hydrogen

- Atom sederhana Hydrogen satu electron mengorbit mengitari satu proton.
- Deret Balmer berupa spektrum garis secara empiris dinyatakan oleh

$$\frac{1}{\lambda_m} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n = 4, \lambda = 486.1 \text{ nm}$$

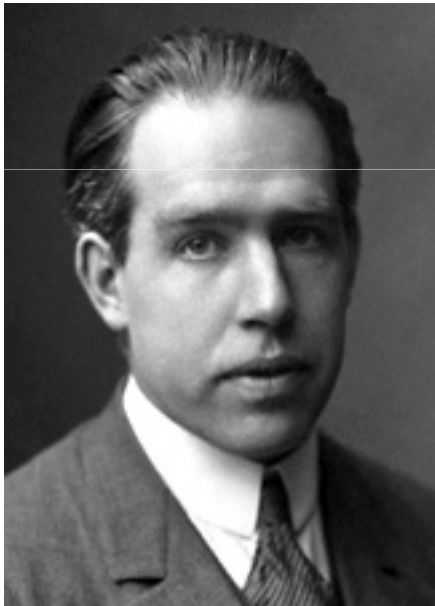
$$n = 3, \lambda = 656.3 \text{ nm}$$



Model ATOM BOHR

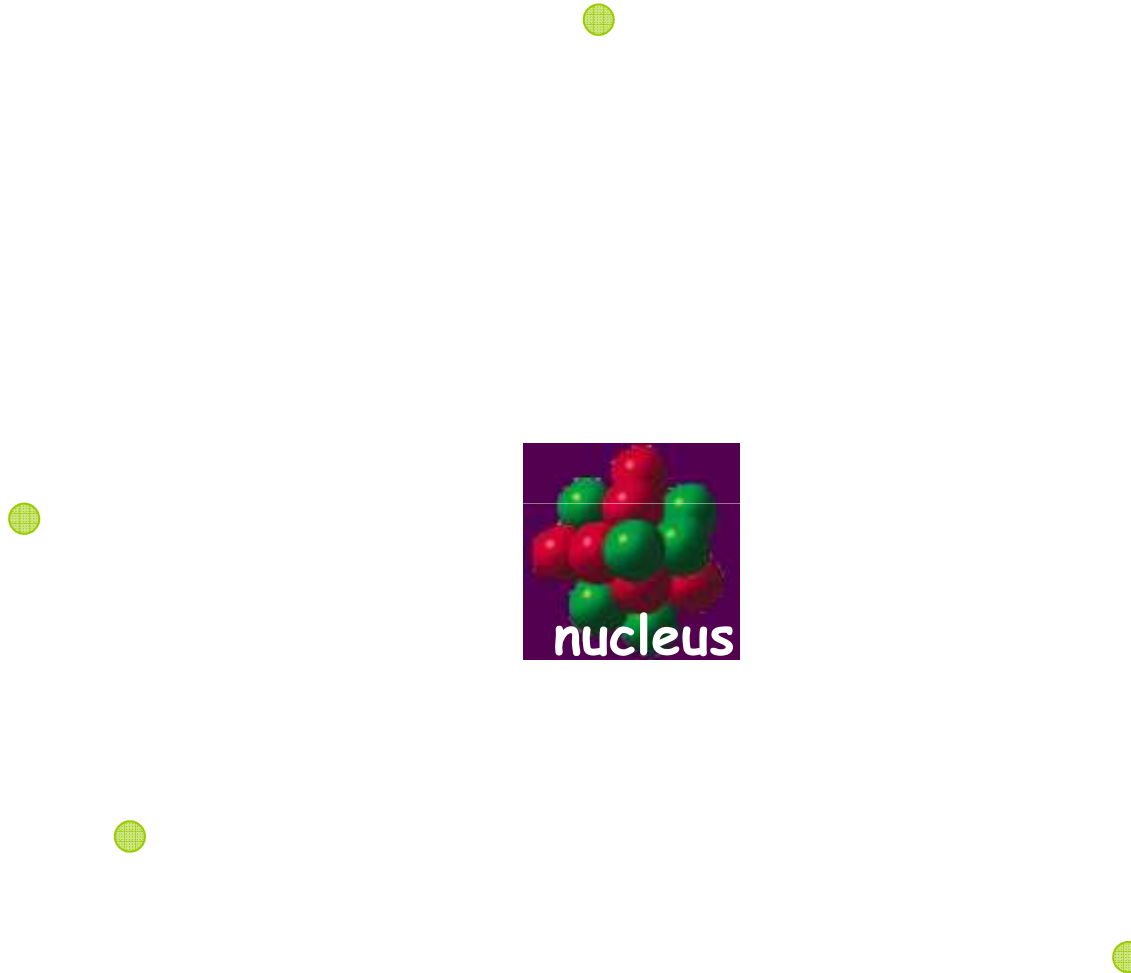
1913

Niels Bohr



Bohr memperbaiki gagasan Rutherford dengan menambahkan bahwa elektron elektron berada pada orbit orbitnya. Seperti planet planet mengorbit matahari. Dimana tiap orbit hanya mungkin diisi oleh sejumlah elektron.

Bohr's Atom



Perbedaan antara atom atom

- No net charge to atom
 - Jumlah elektron pada orbitnya sama dengan jumlah proton positif dalam inti
 - Unsur unsur yang berbeda memiliki jumlah orbit elektron yang berbeda
- Hydrogen: 1 elektron
- Helium: 2 elektron
- Copper: 29 elektron
- Uranium: 92 elektron
- Disusun kedalam tabel periodik unsur unsur

Transition Elements

Inner Transition Elements

Metals ← **Non-Metals**

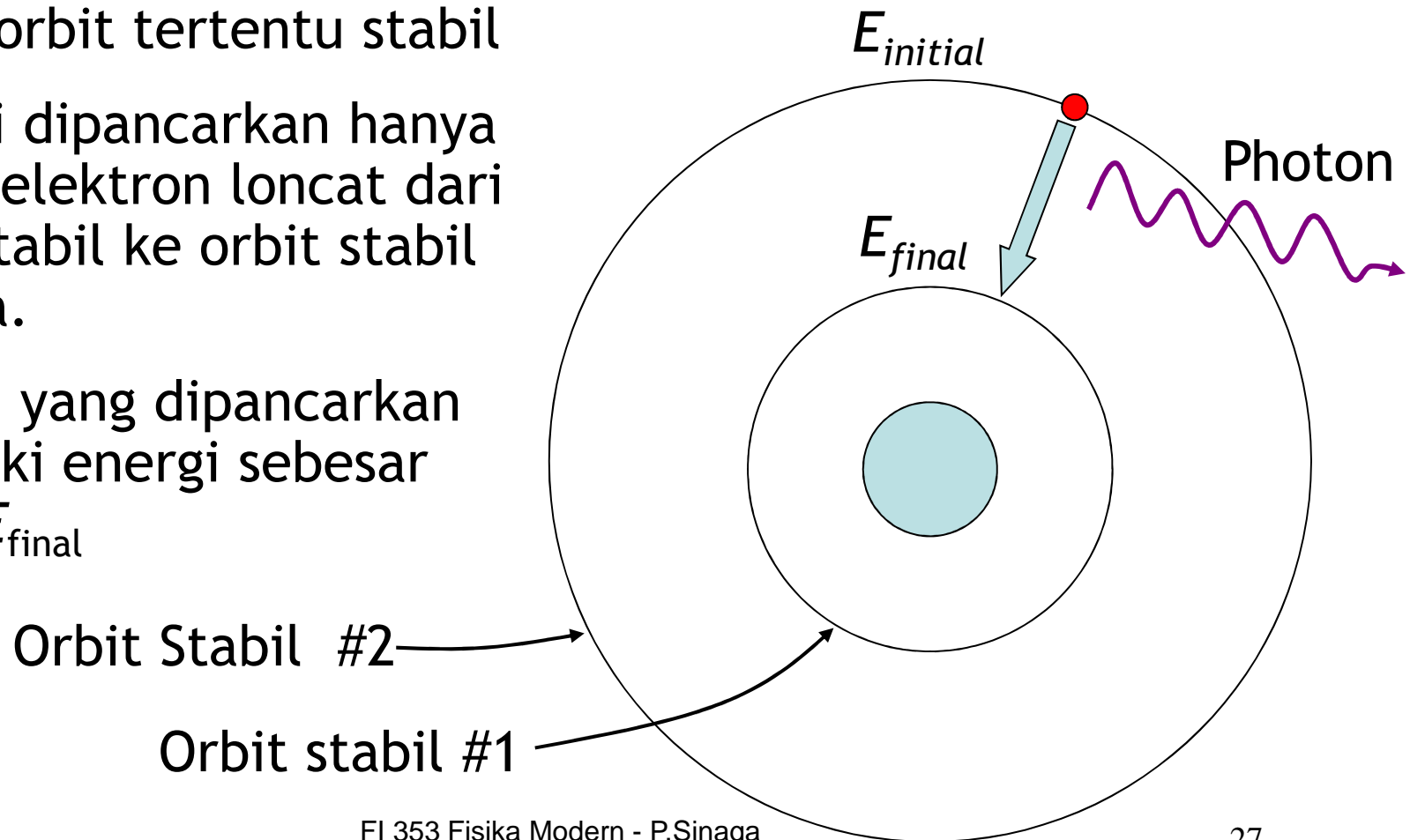
Unsur pada kolom yang sama memiliki sifat kimia yang sama

1A																	8A	
1	2	Semi-metals/ Metalloids																2
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
Hydrogen 1.0	Lithium 6.9	Beryllium 9.0	Boron 10.8	Carbon 12.0	Nitrogen 14.0	Oxygen 16.0	Fluorine 19.0	Neon 20.2										
3	4	5B	6B	7B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A					
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar											
Sodium 23.0	Magnesium 9.0	Aluminum 27.0	Silicon 28.1	Phosphorus 31.0	Sulfur 32.1	Chlorine 35.5	Argon 40.0											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Potassium 39.1	Calcium 40.2	Scandium 45.0	Titanium 47.9	Vanadium 50.9	Chromium 52.0	Manganese 54.9	Iron 55.9	Cobalt 58.9	Nickel 58.7	Copper 63.5	Zinc 65.4	Gallium 69.7	Germanium 72.6	Arsenic 74.9	Selenium 79.0	Bromine 79.9	Krypton 83.8	
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Rubidium 85.5	Strontium 87.6	Yttrium 88.9	Zirconium 91.2	Niobium 92.9	Molybdenum 95.9	Technetium 99	Ruthenium 101.0	Rhodium 102.9	Palladium 106.4	Silver 107.9	Cadmium 112.4	Indium 114.8	Tin 118.7	Antimony 121.8	Tellurium 127.6	Iodine 126.9	Xenon 131.3	
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Cesium 132.9	Barium 137.4	Lanthanum 138.9	Hafnium 178.5	Tantalum 181.0	Tungsten 183.9	Rhenium 186.2	Osmium 190.2	Iridium 192.2	Platinum 195.1	Gold 197.0	Mercury 200.6	Thallium 204.4	Lead 207.2	Bismuth 209.0	Polonium 210.0	Astatine 210.0	Radon 222.0	
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Jun									
Francium 223.0	Radium 226.0	Actinium 227.0	Rutherfordium 261	Dubnium 262	Seaborgium 263	Bohrium 262	Hassium 265	Mitlerium 266	Ununnilium 272									

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Cerium 140	Praseodymium 140.9	Nodymium 144.2	Promethium 147.0	Samarium 150.4	Europium 152.0	Gadolinium 157.3	Terbium 158.9	Dysprosium 162.5	Holmium 164.9	Erbium 167.3	Thulium 168.9	Ytterbium 173.0	Lutetium 175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Thorium 232.0	Protactinium 231.0	Uranium 238.0	Neptunium 237.0	Plutonium 242.0	Americium 243.0	Curium 247.0	Berkelium 247.0	Californium 251.0	Einsteinium 254.0	Fermium 253.0	Mendelevium 258.0	Nobelium 254.0	Lawrencium 257.0

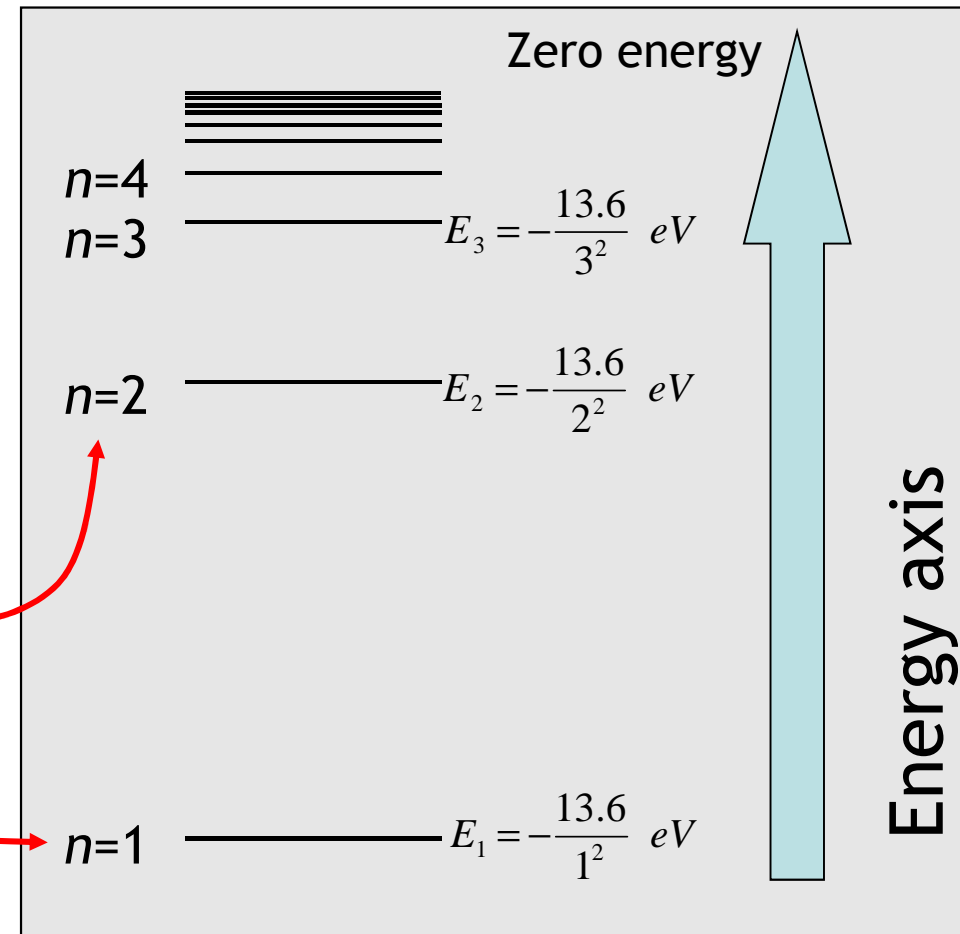
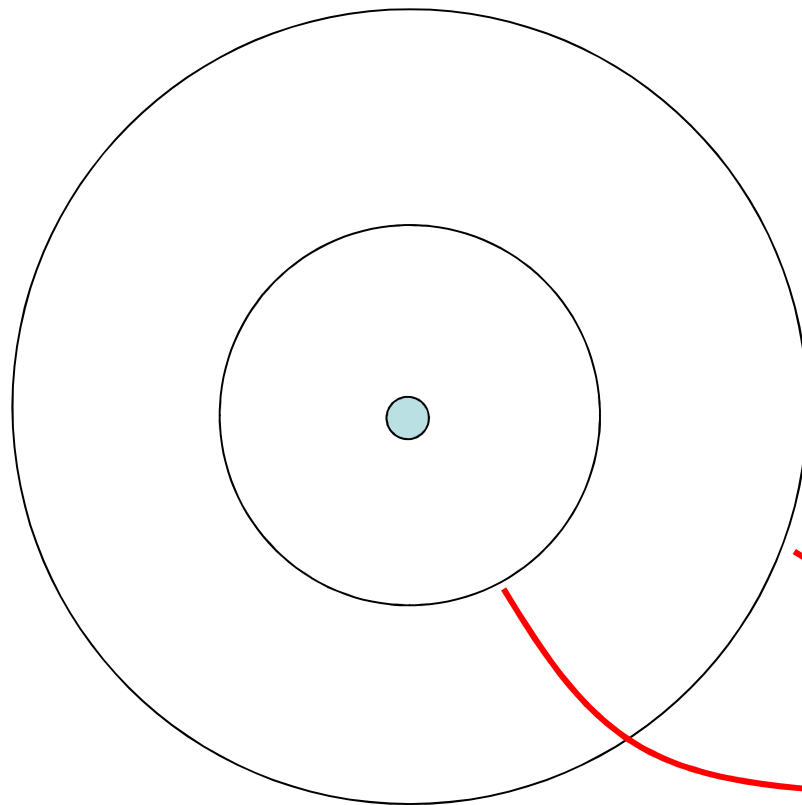
The Bohr hydrogen atom

- Gambaran planet: elektron mengitari inti pada orbit orbitnya
- hanya orbit tertentu stabil
- Radiasi dipancarkan hanya ketika elektron loncat dari orbit stabil ke orbit stabil lainnya.
- photon yang dipancarkan memiliki energi sebesar $E_{initial} - E_{final}$



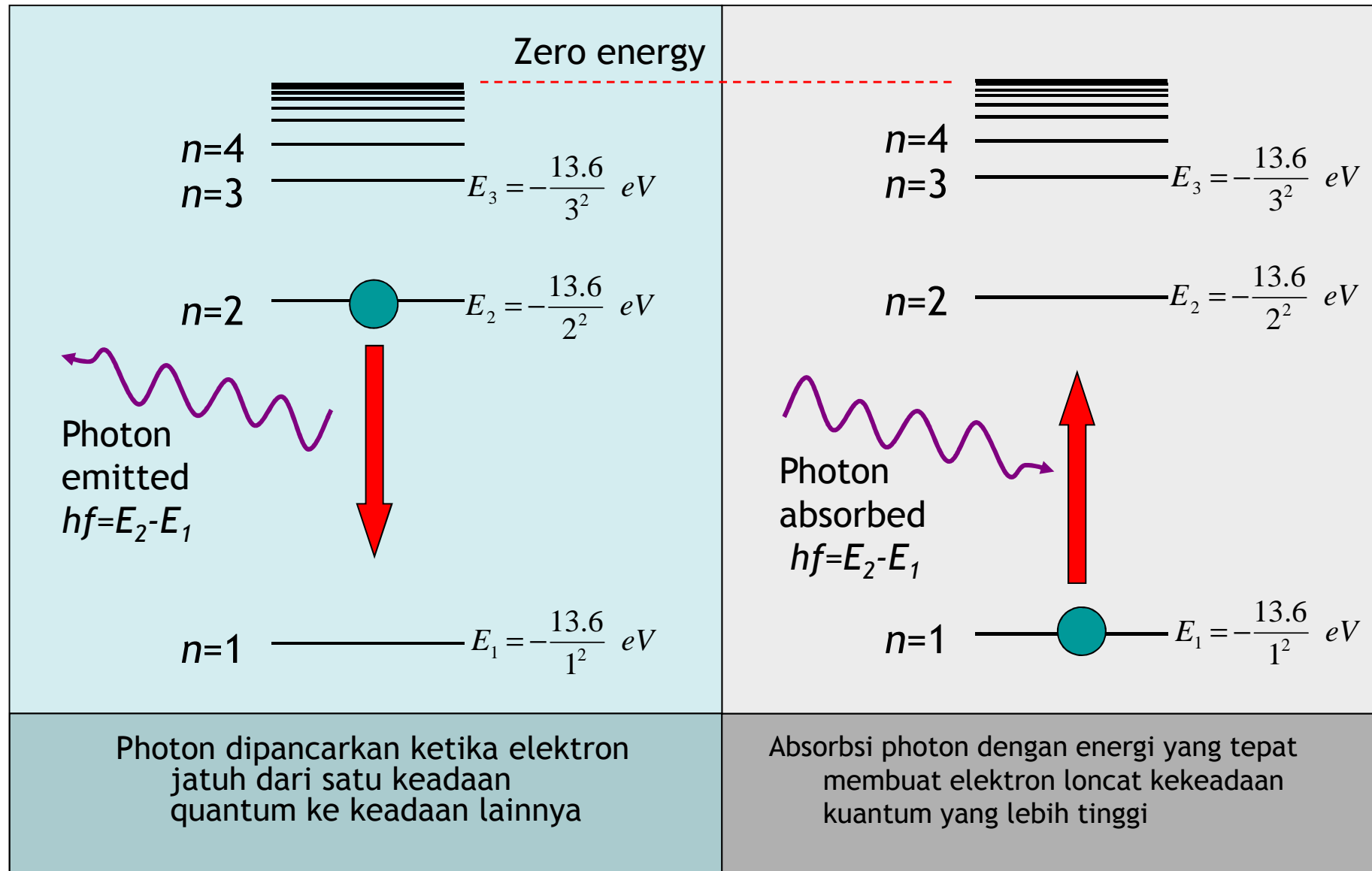
Tingkat tingkat Energi

- Energi elektron pada tiap orbitnya ialah.

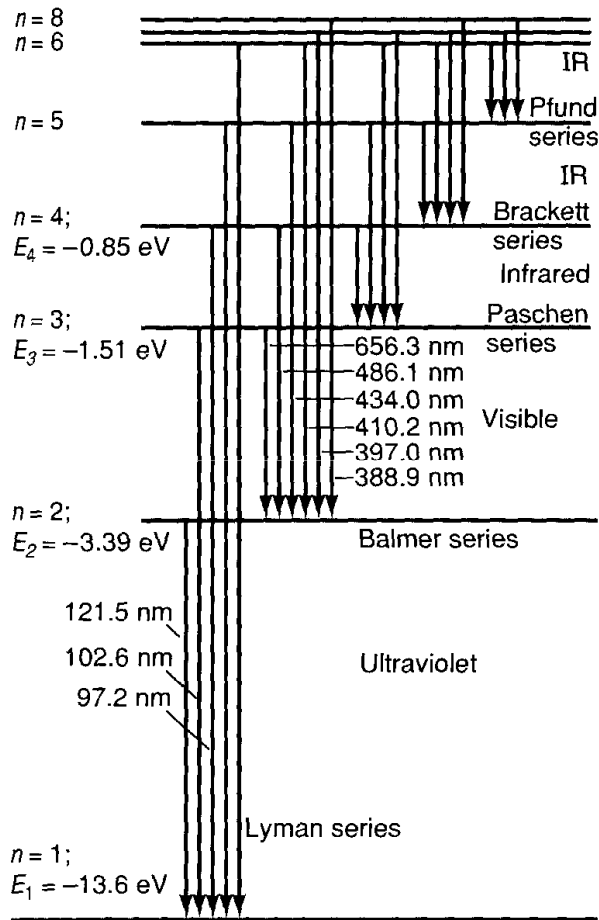


Quantisasi energi!

Emisi dan absorpsi cahaya



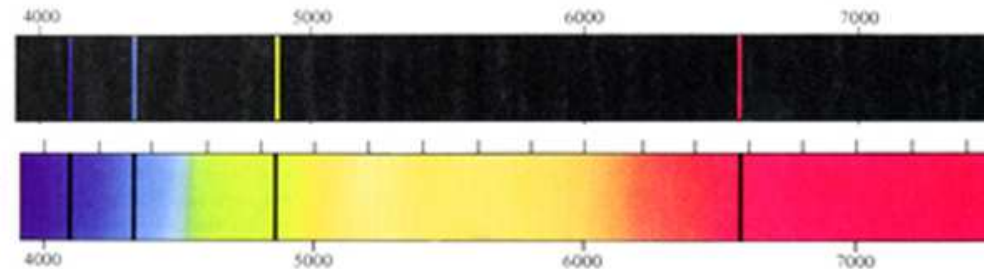
Tingkat tingkat energi and n



Spectral transisi dipredisi melalui:

$$E = h\nu = \mathcal{R}_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_h^2} \right)$$

dimana: $n_1 < n_h$



The Hydrogen Spectrum
Above: Emission
Below: Absorption

Bohr Model dari atom H

$$E_n = -\mathcal{R} \left(\frac{Z^2}{n^2} \right) = -\mathcal{R} \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

$$\mathcal{R} = \frac{2\pi^2\mu e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^2}$$

$$\mathcal{R} = 13.6 \text{ eV}$$

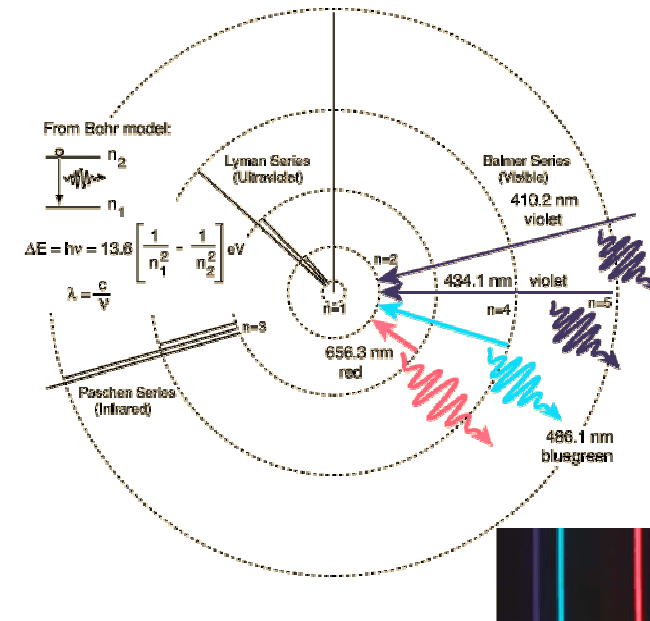
μ = mass reduksi (nucleus and elektron)

Z = muatan inti (1 untuk H)

e = muatan elektron

ϵ_0 = permittivity ruang hampa

h = Plank's constant



$$\text{radius}(n) = n^2 a_0$$

$$a_0 = \text{Bohr radius} = 0.529 \text{ \AA}$$

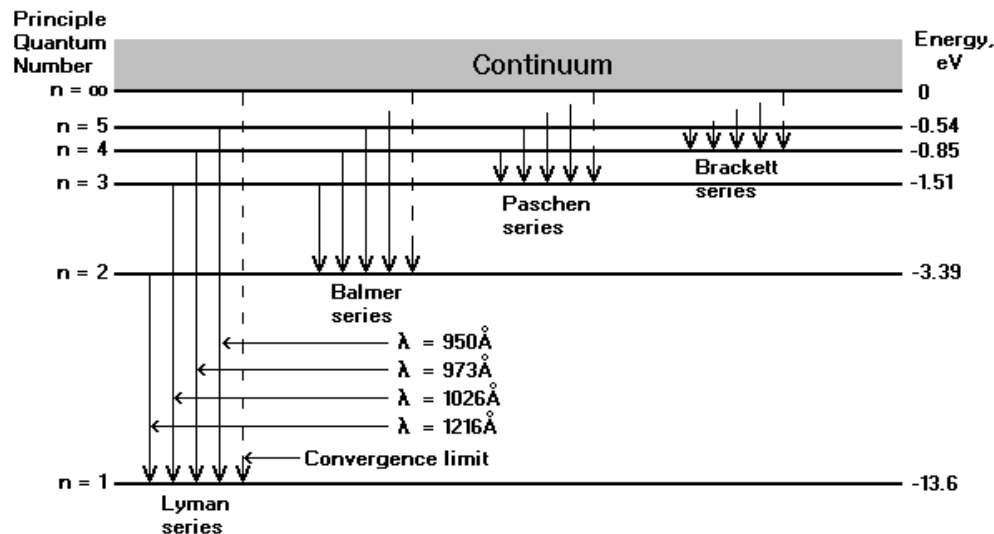
$n = principal \rightarrow$ Energy, Size \rightarrow SHELL

$n = 1, 2, 3 \dots \infty$

$n = 1$: ground state

$n = 2$: first excited state

$n = 3$: second excited state



$$E_n = -13.6 \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

$$E_1 = -13.6 \text{ eV}$$

$$E_2 = -3.40 \text{ eV}$$

$$E_3 = -1.51 \text{ eV}$$

$$E_4 = -0.85 \text{ eV}$$

$$E_5 = -0.54 \text{ eV}$$

•
•
•

$$E_\infty = 0 \text{ eV}$$

Question

Pada atom H elektron dapat loncat dari suatu keadaan ke keadaan energi lainnya yang diijinkan. Tiga keadaan energi terendah dari elektron dalam atom H ialah -13.6 eV, -3.4 eV, -1.5 eV.

(dari $E_n = -13.6/n^2$ eV.)

Manakah dari photon photon berikut yang dapat dipancarkan oleh atom hydrogen ?

A. 10.2 eV

B. 3.4 eV

C. 1.7 eV

photon dengan energi 10.2 eV dipancarkan ketika elektron loncat (bertransisi) dari keadaan energi -3.4 eV kekeadaan energi -13.6 eV .

Konservasi energi untuk atom Bohr

- Tiap orbit memiliki energi spesifik

$$E_n = -13.6/n^2$$

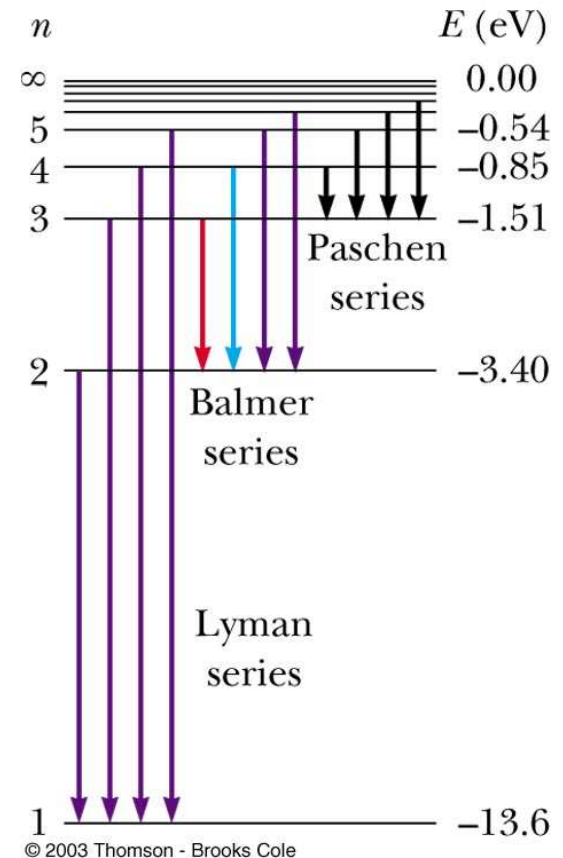
- Photon dipancarkan ketika elektron loncat dari keadaan energi tinggi ke keadaan energi dibawahnya.

$$E_i - E_f = h f$$

- Absorpsi Photon menginduksi elektron loncat dari orbit energi rendah ke orbit energi tinggi.

$$E_f - E_i = h f$$

- Sesuai dengan experiment!



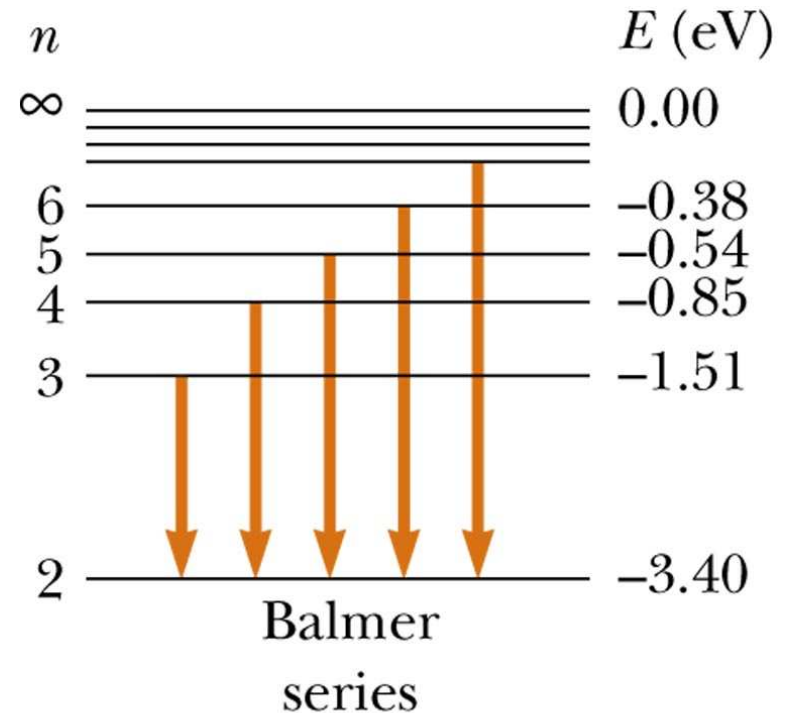
contoh: deret Balmer

- Seluruh transisi berakhir di tingkat $n=2$
- Tiap tingkat energi memiliki energi $E_n = -13.6 / n^2$ eV
- E.g. transisi dari $n=3$ ke $n=2$
 - dipancarkan photon dengan energi

$$E_{\text{photon}} = \left(\left(-\frac{13.6}{3^2} \right) - \left(-\frac{13.6}{2^2} \right) \right) = 1.89 \text{ eV}$$

- Dan panjang gelombang

$$E_{\text{photon}} = hf = \frac{hc}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{hc}{E_{\text{photon}}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{1.89 \text{ eV}} = 656 \text{ nm}$$



© 2003 Thomson - Brooks Cole

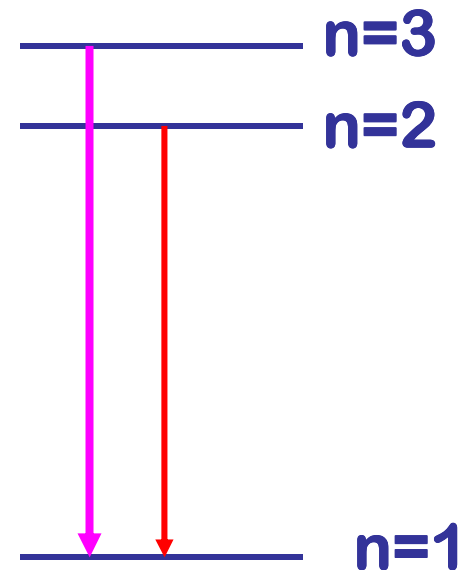
Question

Bandingkanlah panjang gelombang photon yang dipancarkan dari transisi $n=3$ ke $n=1$ dengan photon yang dipancarkan dari transisi elektron dari $n=2$ ke $n=1$ dalam atom H

A. $\lambda_{31} < \lambda_{21}$

B. $\lambda_{31} = \lambda_{21}$

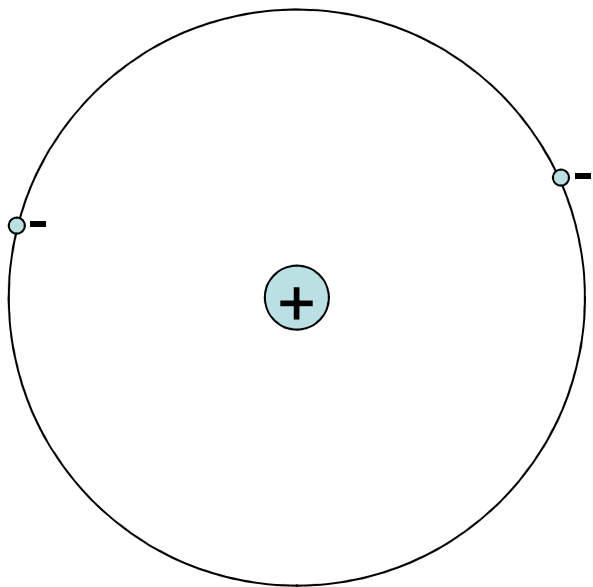
C. $\lambda_{31} > \lambda_{21}$



$E_{31} > E_{21}$ jadi $\lambda_{31} < \lambda_{21}$

Atom berelektron banyak

He, $Z = 2$



$$E_n = -\mathcal{R} \left(\frac{Z^2}{n^2} \right)$$

$$E_1 = -\mathcal{R} \left(\frac{2^2}{1^2} \right)$$

Prediksi: $E_1 = -54.4 \text{ eV}$

Aktual: $E_1 = -24.6 \text{ eV}$

Ada yang salah dengan Bohr Model!