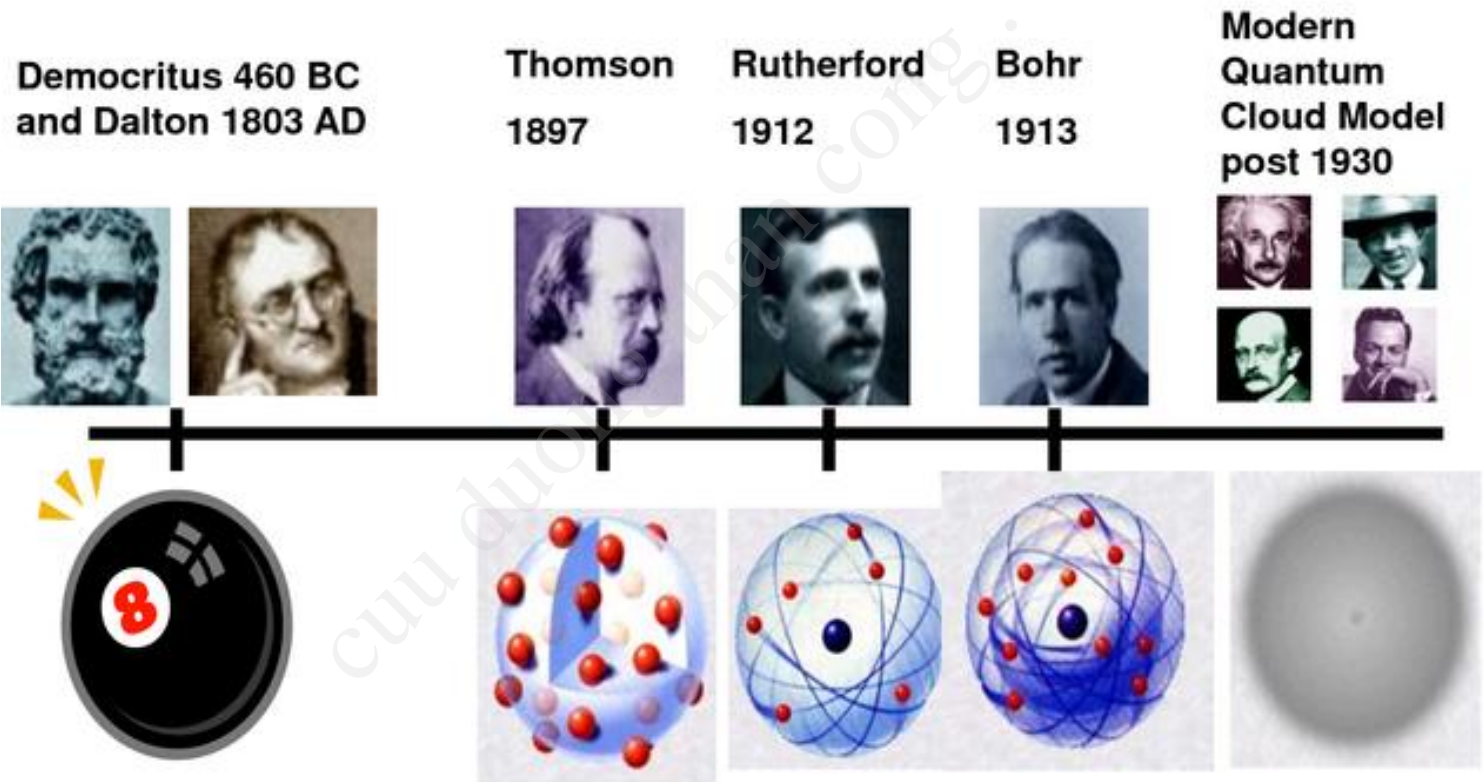


# **CHƯƠNG I:**

## **ĐẠI CƯƠNG VỀ CẤU TRÚC NGUYÊN TỬ, PHÂN TỬ SỰ TƯƠNG TÁC CỦA SÓNG ĐIỆN TỪ VÀ VẬT CHẤT**

# I. CẤU TRÚC NGUYÊN TỬ

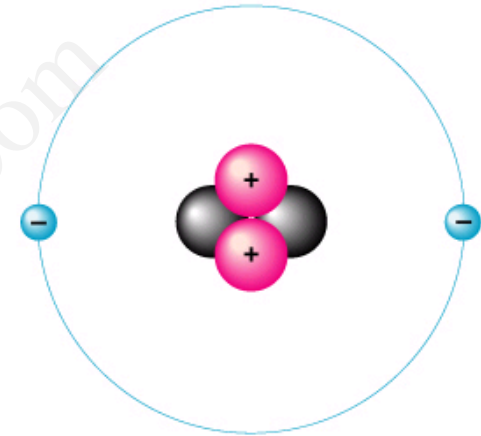
## History of the Atom Timeline



Nguyên tử = hạt nhân (proton + neutron) + electron

### Điện tích:

- Electron mang điện tích âm
- Proton mang điện tích dương
- Độ lớn của điện tích  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Coulombs
- Neutron không mang điện



Nguyên tử He

### Khối lượng:

- Khối lượng của proton  $m_p$  và neutron  $m_n$  đều là  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg.
- Khối lượng của electron  $m_e$  là  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg (có thể bỏ qua khi tính khối lượng nguyên tử)

Khối lượng nguyên tử (A) =  $m_p + m_n$

- Proton đặc trưng cho nguyên tố hóa học = số nguyên tử (Z)
- Neutron xác định số đồng vị

# Đơn vị khối lượng nguyên tử - Nguyên tử khối

Đơn vị khối lượng nguyên tử (amu) được định nghĩa bằng  $1/12$  khối lượng nguyên tử của đồng vị phổ biến nhất của carbon ( $A_C = 12$ )

$$1 \text{ amu} = 1,66.10^{-24} \text{ g}$$

Khối lượng của  $C^{12}$  là 12 amu

- Nguyên tử khối của một nguyên tố là trung bình khối lượng nguyên tử của các đồng vị tồn tại trong tự nhiên của nguyên tố đó và được đặc trưng bởi amu/nguyên tử hoặc khối lượng/mol

$$1 \text{ amu/nguyên tử (phân tử)} = 1 \text{ g/mol}$$

Số nguyên tử hay phân tử trong một mol gọi là số Avogadro  $N_A$

$$N_A = 6,02.10^{23}$$

Mật độ của nguyên tử  $n$  (nguyên tử/cm<sup>3</sup>)

$$= N_A \times \text{khối lượng riêng } d(\text{g/cm}^3) / \text{khối lượng mol } M (\text{g/mol})$$

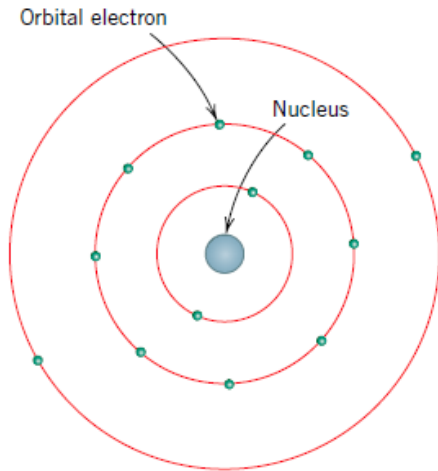
# Electron trong nguyên tử

Electron chuyển động xung quanh hạt nhân với bán kính khoảng 0.05 - 0.2 nm

## Mô hình nguyên tử Bohr:

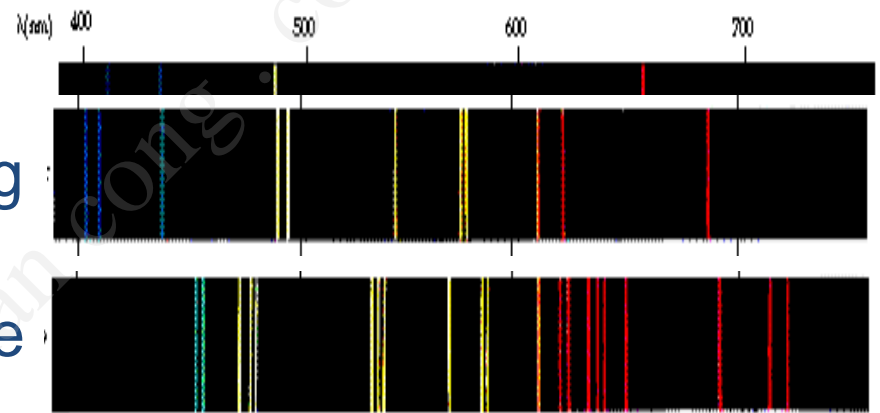
- Electron chuyển động xung quanh hạt nhân trên những orbital gián đoạn.
- Năng lượng của electron là gián đoạn.
- Mỗi electron có một giá trị năng lượng xác định và electron có thể thay đổi năng lượng bằng cách hấp thụ năng lượng hoặc bức xạ năng lượng.
- Các mức năng lượng này liên quan đến sơ đồ mức năng lượng hay sơ đồ trạng thái của nguyên tử và xác định vị trí của electron trong nguyên tử (orbital điện tử) và năng lượng – (các mức năng lượng lượng tử)

## Phổ vạch của nguyên tử



Hg

Ne



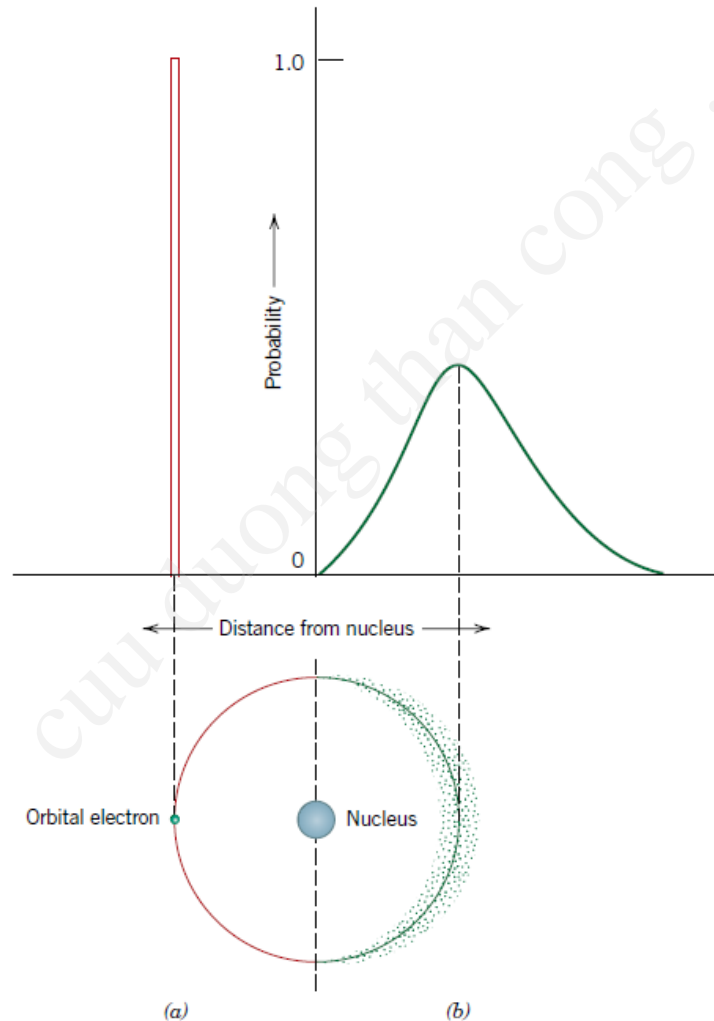
Mô hình Bohr của nguyên tử C

Bán kính của orbital được phép =  $n^2 \times (0.0529 \text{ nm})$

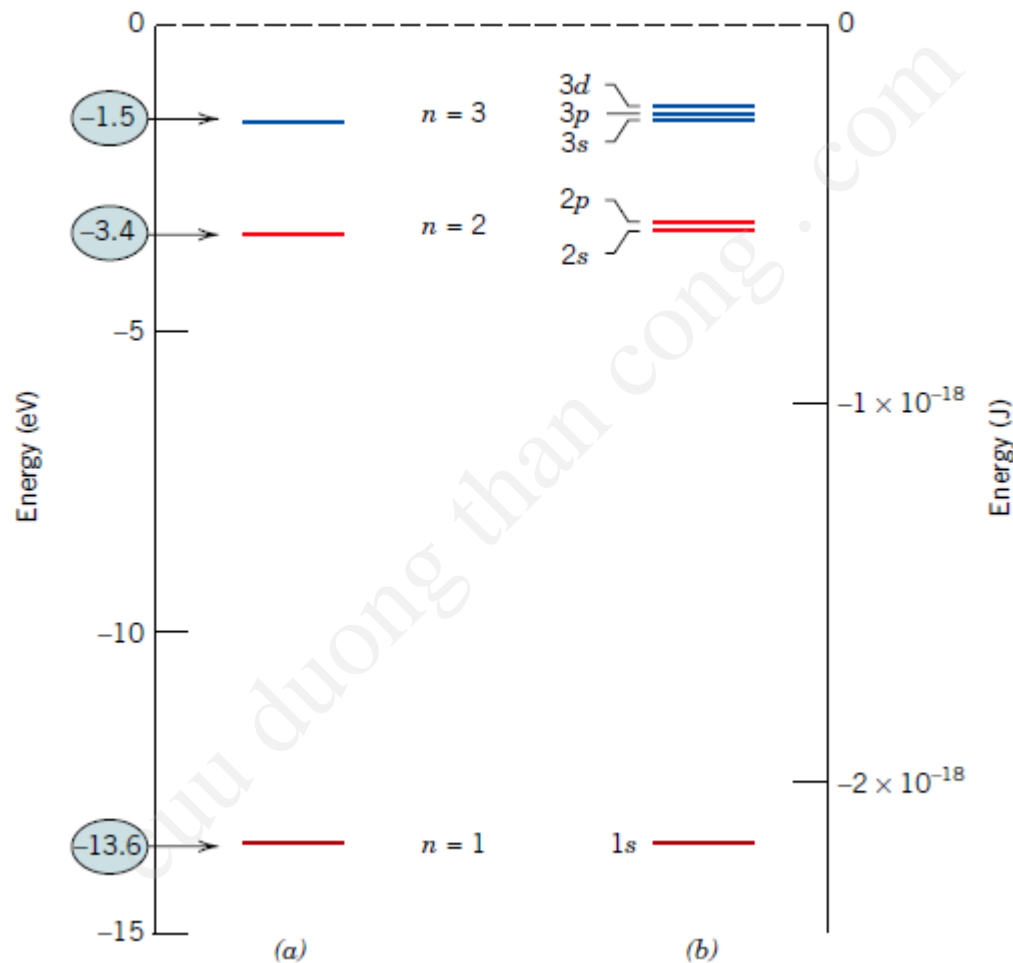
Tuy nhiên, mô hình Bohr không thể giải thích một số hiện tượng liên quan đến điện tử.

Do đó mô hình cơ học sóng được đưa ra, trong mô hình này electron có lưỡng tính sóng và hạt

Vị trí của electron được mô tả bởi xác suất phân bố của electron hay đám mây điện tử.



Năng lượng trạng thái =  $-C/n^2$  với  $C$  là hằng số Rydberg  
 $n$  = số lượng tử,  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$



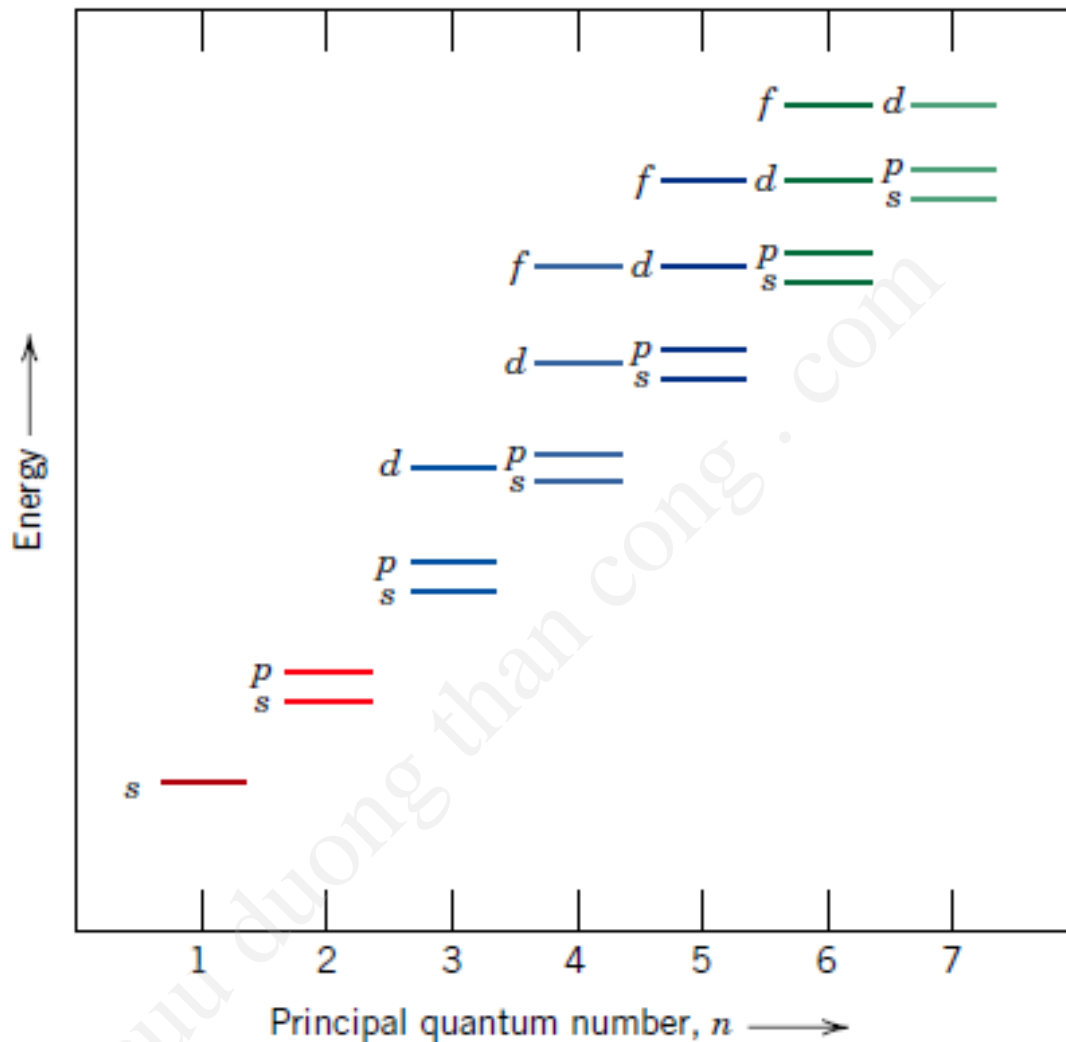
- Ba trạng thái năng lượng điện tử đầu tiên của nguyên tử hydro theo Bohr
- Trạng thái năng lượng điện tử của ba lớp đầu tiên của nguyên tử hydro theo mô hình cơ học sóng



## SỐ LƯỢNG TỬ

- Sử dụng mô hình cơ học sóng, mỗi electron trong nguyên tử được đặc trưng bởi bốn thông số gọi là số lượng tử (số lượng tử chính  $n$ , số phân lớp  $l$ , số trạng thái năng lượng của mỗi phân lớp  $m_l$  và moment spin)
- Các số lượng tử là kết quả giải pt Schrodinger
- Nguyên lý loại trừ Pauli: không tồn tại 2 electron trong một nguyên tử có cùng các số lượng tử

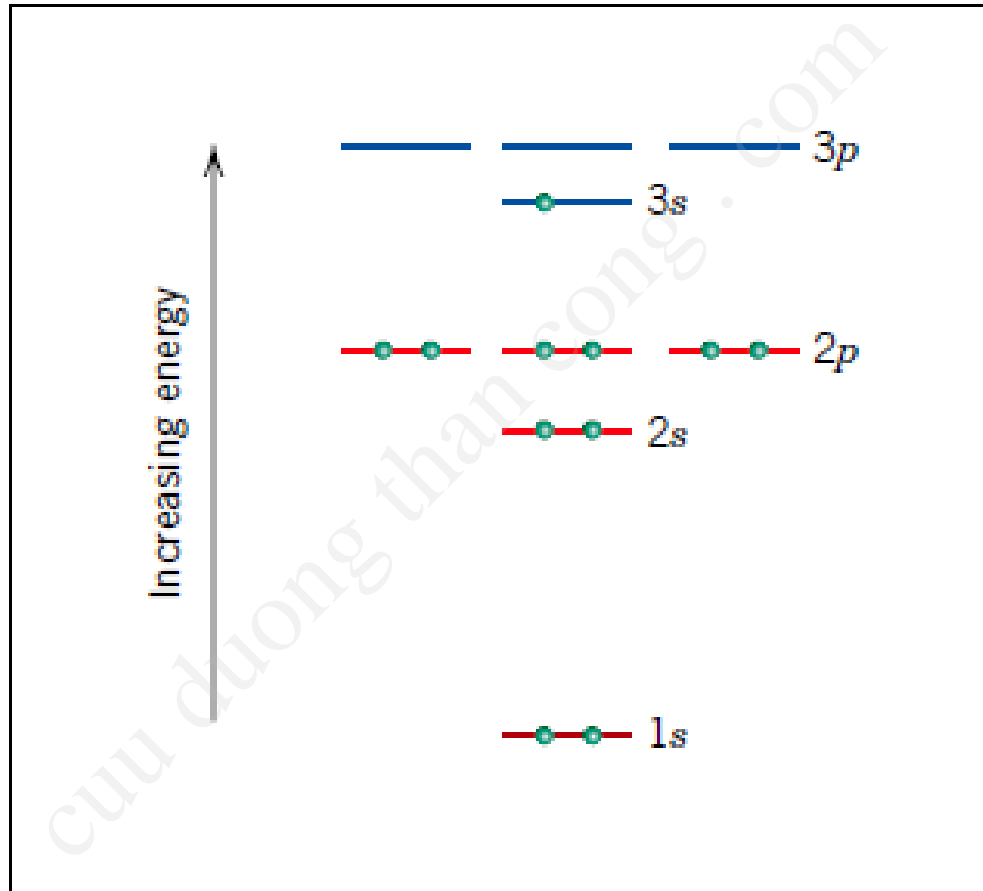
<i>Principal Quantum Number <math>n</math></i>	<i>Shell Designation</i>	<i>Subshells</i>	<i>Number of States</i>	<i>Number of Electrons</i>	
				<i>Per Subshell</i>	<i>Per Shell</i>
1	<i>K</i>	<i>s</i>	1	2	2
2	<i>L</i>	<i>s</i>	1	2	8
		<i>p</i>	3	6	
3	<i>M</i>	<i>s</i>	1	2	18
		<i>p</i>	3	6	
		<i>d</i>	5	10	
		<i>s</i>	1	2	
4	<i>N</i>	<i>p</i>	3	6	32
		<i>d</i>	5	10	
		<i>f</i>	7	14	



Phân lớp theo năng lượng:  $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, \dots$

Electron ở lớp ngoài cùng là electron hóa trị - liên kết

Electron sẽ lấp đầy những trạng thái có năng lượng thấp ở lớp và phân lớp electron,  
2 electron trên một trạng thái (2 spin ngược chiều nhau)



Sơ đồ các trạng thái năng lượng được lấp đầy và chưa lấp đầy của nguyên tử Na

## Quantum Numbers

Symbol

Values

Description

$n$  (major)

1, 2, 3, ..

Orbital size and energy  $= -R(1/n^2)$

$l$  (angular)

0, 1, 2, ..  $n-1$

Orbital shape or type (subshell)

$m_l$  (magnetic)

-1..0..+1

Orbital orientation in space

Total # of orbitals in  $l^{\text{th}}$  subshell  $= 2l + 1$

## II. CẤU TRÚC PHÂN TỬ

# CÁC DẠNG LIÊN KẾT HÓA HỌC

Liên kết ion: electron dịch chuyển từ nguyên tử này sang nguyên tử khác.

Liên kết cộng hóa trị: các nguyên tử đóng góp electron vào liên kết.

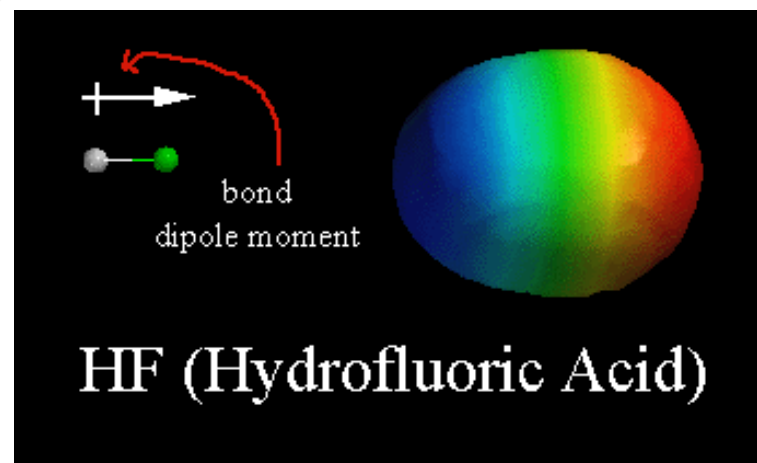
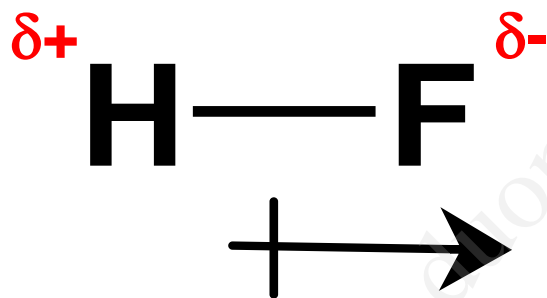
Dựa vào sự khác nhau về độ âm điện của các nguyên tử, liên kết trong phân tử có 3 loại:

Cộng hóa trị không phân cực:  $\Delta\chi < 0.5$

Cộng hóa trị phân cực:  $0.5 < \Delta\chi < 2.0$

Ion:  $\Delta\chi > 2.0$

E.g. F-F ( $4.0 - 4.0 = 0$ ) is *non-polar covalent*  
H-F ( $4.0 - 2.1 = 1.9$ ) is *polar covalent*  
LiF ( $4.0 - 1.0 = 3.0$ ) is *ionic*

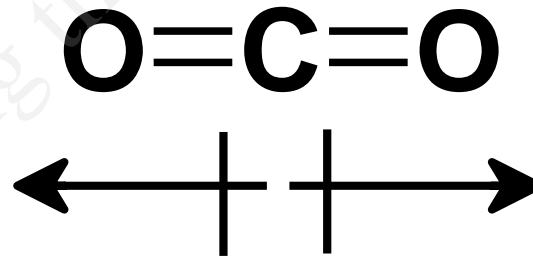


Phân tử phân cực là phân tử có mômen lưỡng cực

Trong một phân tử có nhiều liên kết phân cực, mỗi liên kết có một mômen lưỡng cực.

Mômen lưỡng cực của phân tử bằng tổng vector của lưỡng cực liên kết.

Ví dụ: Phân tử  $\text{CO}_2$  :



⇒ không phân cực

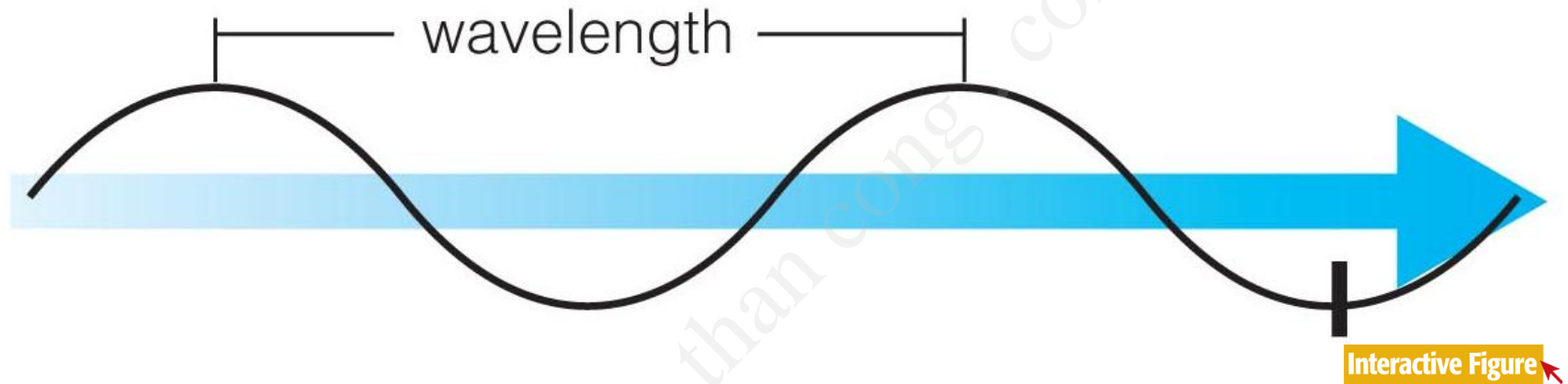


### **III. TƯƠNG TÁC GIỮA ÁNH SÁNG VỚI MÔI TRƯỜNG VẬT CHẤT**

Tính chất của ánh sáng??

Ánh sáng có lưỡng tính sóng, hạt

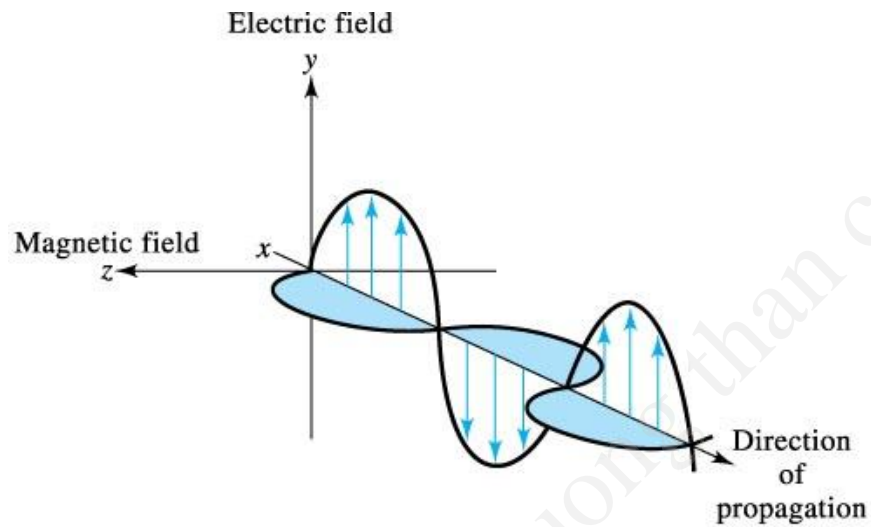
# Đặc tính của sóng



- **Bước sóng** là khoảng cách giữa 2 đỉnh sóng.
- **Tần số** là số lần sóng dao động lên và xuống trong 1 giây.

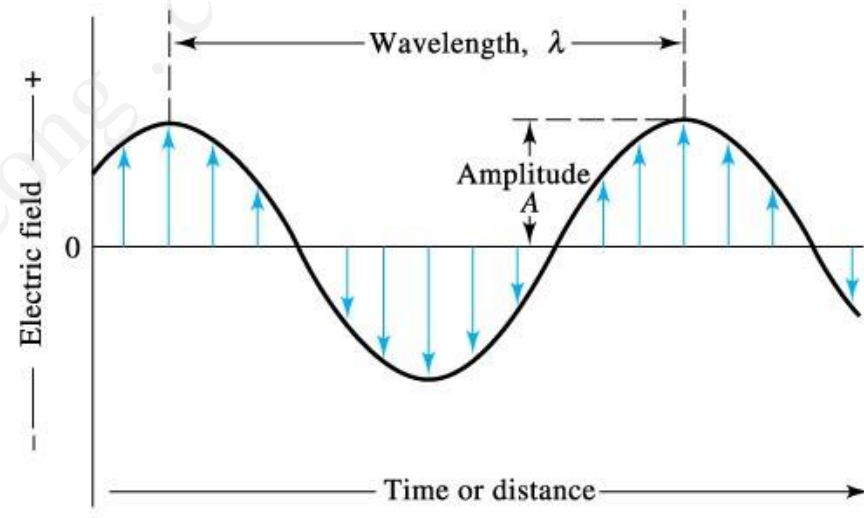
$$\text{Vận tốc sóng} = \text{Bước sóng} \times \text{Tần số}$$

# Ánh sáng là sóng điện từ



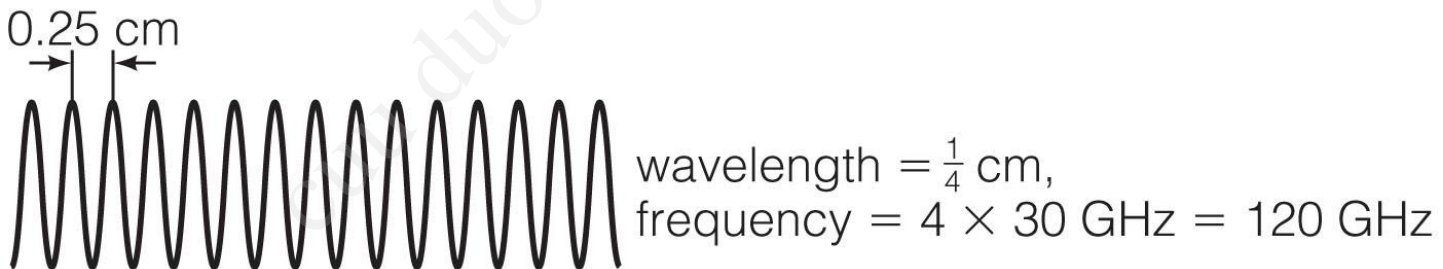
(a)

© 2004 Thomson - Brooks/Cole



(b)

# Wavelength and Frequency



wavelength  $\times$  frequency = speed of light = constant

# Đặc tính hạt của ánh sáng

- Hạt của ánh sáng gọi là **photon**.
- Mỗi photon có một bước sóng và một tần số.
- Năng lượng của photon phụ thuộc vào tần số của nó.

# Wavelength, Frequency, and Energy

$$\lambda \times f = c$$

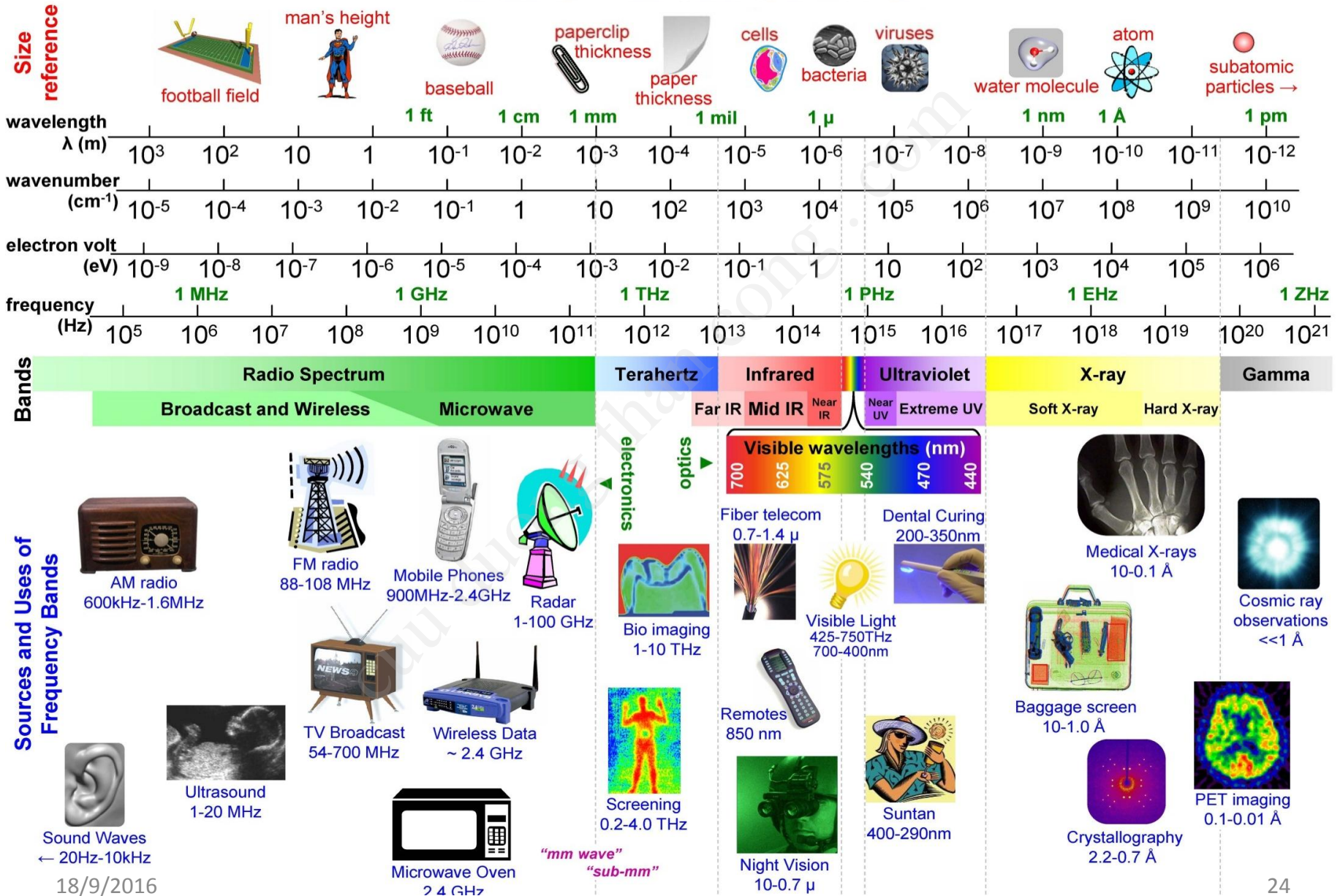
$\lambda$  = wavelength,  $f$  = frequency

$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$  = speed of light

$$E = h \times f = \text{photon energy}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ joule.s}$$

# PHỔ ÁNH SÁNG

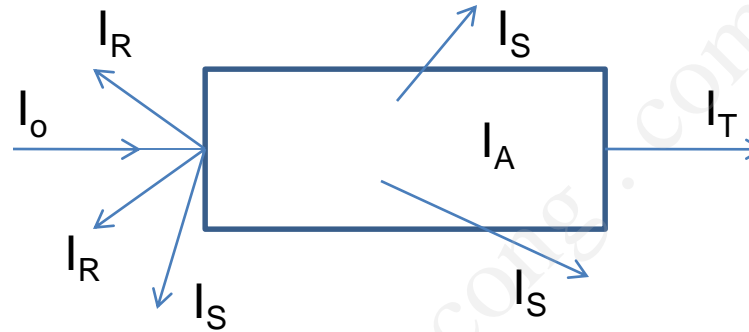


18/9/2016



### III.1. Tương tác giữa ánh sáng với vật chất

Khi ta chiếu một chùm ánh sáng đơn sắc lên mẫu vật thì ta sẽ đồng thời nhận được:



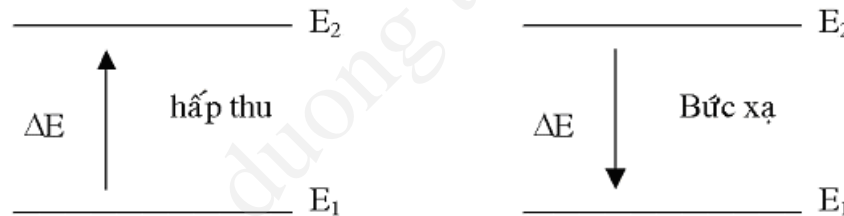
- Một phần ánh sáng phản xạ trên bề mặt mẫu  $I_R$   
→ phương và độ lớn tùy thuộc vào bề mặt của mẫu
- Một phần ánh sáng tán xạ  $I_S$  phụ thuộc kích thước hạt, độ dài sóng của ánh sáng tới và phương của nó phụ thuộc vào sự phân bố của các hạt trong mẫu
- Một phần ánh sáng bị các phân tử mẫu hấp thu  $I_A$ : đây là yếu tố quan trọng trong quá trình nghiên cứu về phổ phân tử
- Phần còn lại được truyền qua mẫu  $I_T$

Khi các bức xạ điện từ tương tác với các phân tử vật chất, có thể xảy ra theo hai khả năng: trạng thái năng lượng của phân tử thay đổi hoặc không thay đổi. Khi có sự thay đổi năng lượng thì phân tử có thể hấp thụ hoặc bức xạ năng lượng với những giá trị xác định.

Nếu gọi trạng thái năng lượng ban đầu của phân tử là  $E_1$ , sau khi tương tác là  $E_2$  thì có thể viết:

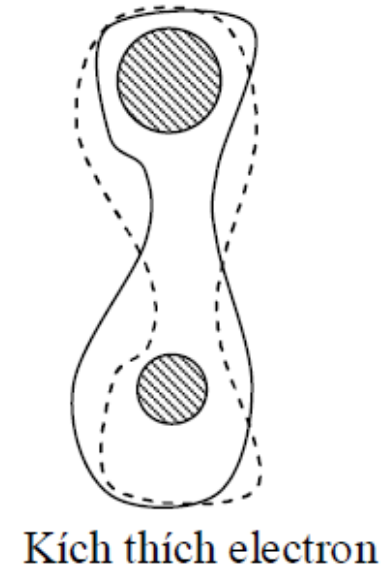
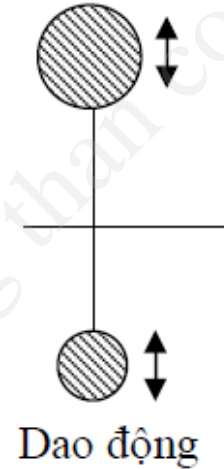
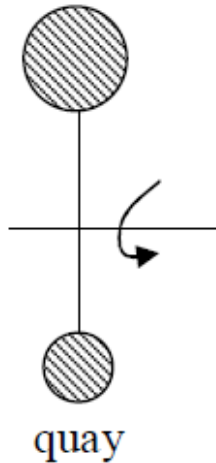
$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu \quad h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.s: hằng số Planck}$$

Trong đó  $E_2$  và  $E_1$  lần lượt là năng lượng của trạng thái kích thích và trạng thái cơ bản. Phân tử hấp thụ năng lượng  $\Delta E$  khi nó được kích thích từ  $E_1$  lên  $E_2$  và bức xạ ra năng lượng  $\Delta E$  khi nó được giải phóng từ  $E_2$  về  $E_1$



Như vậy, ánh sáng sẽ bị **hấp thụ** chỉ khi nào năng lượng của nó **đúng bằng hiệu năng lượng giữa 2 trạng thái  $E_1$ ,  $E_2$** . Phần **năng lượng ánh sáng khác** với giá trị này sẽ **truyền qua**.

Khi các phân tử hấp thụ năng lượng từ bên ngoài có thể dẫn đến các quá trình thay đổi trong phân tử (quay, dao động, kích thích electron phân tử...) hoặc trong nguyên tử (cộng hưởng spin electron, cộng hưởng từ hạt nhân).




## III.2 Các dạng chuyển động của phân tử và trạng thái năng lượng tương ứng

Chuyển động điện tử  $\longrightarrow$  mức năng lượng điện tử

Chuyển động dao động phân tử: đó là sự biến thiên tuần hoàn của phân bố tương đối các hạt nhân trong phân tử  $\longrightarrow$  mức năng lượng dao động

Chuyển động quay của phân tử: đó là sự biến thiên tuần hoàn khả năng định hướng của phân tử trong không gian  $\longrightarrow$  mức năng lượng quay

 Các mức năng lượng điện tử, dao động và quay đều bị lượng tử hóa nghĩa là nhận các giá trị năng lượng xác định.

$$\Delta E_j \ll \Delta E_v \ll \Delta E_e$$

## Phương trình chuyển động

Theo cơ học lượng tử, quá trình chuyển động tổng hợp của phân tử được diễn tả bằng phương trình sóng Schrödinger

$$H(x, X, \theta) \cdot \psi(x, X, \theta) = E \cdot \psi(x, X, \theta)$$

Trong đó

$H$  là toán tử năng lượng của phân tử

$x$ : tọa độ các điện tử

$X$ : tọa độ các hạt nhân

$\theta$ : góc quay mô tả sự định hướng của phân tử

$E$ : trị riêng của toán tử năng lượng

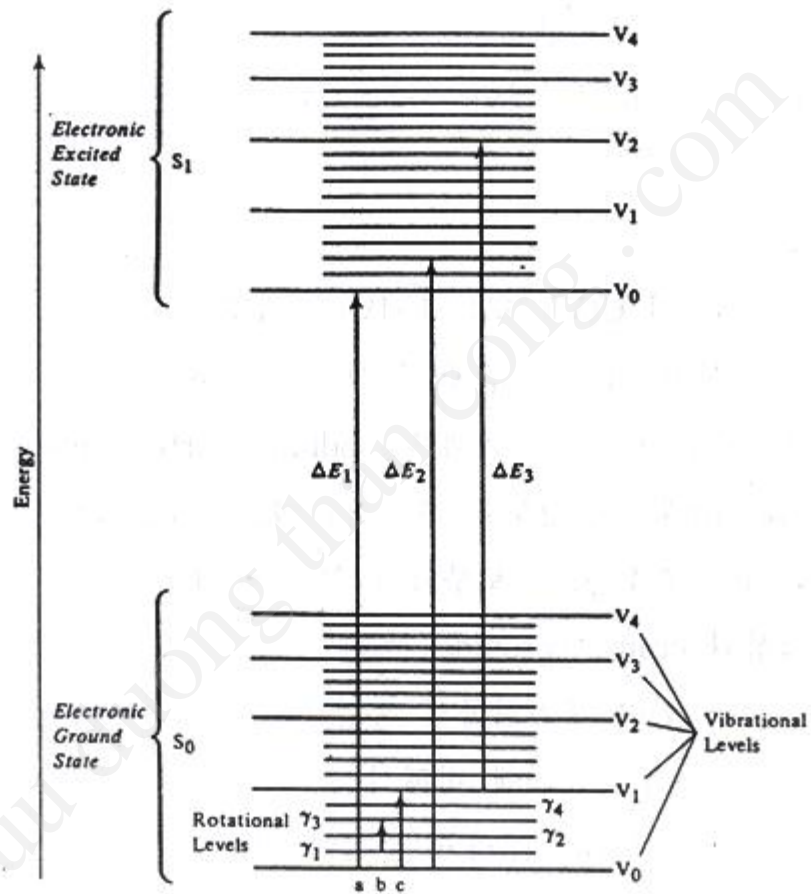
$\psi(x, X, \theta)$ : hàm sóng mô tả sự chuyển động của phân tử

Toán tử  $H(x, X, \theta)$  bằng tổng các toán tử động năng của các điện tử  $T_e(x)$   
động năng của hạt nhân  $T_N(X, \theta)$

Thế năng tương tác của các điện tử với nhân, của các hạt nhân với nhau và của  
điện tử với hạt nhân  $V(x, X)$

$$H(x, X, \theta) = T_e(x) + T_N(X, \theta) + V(x, X)$$

Giải phương trình này trong những trường hợp các phân tử đơn giản ta nhận  
được giá trị các mức năng lượng tương ứng với các dạng chuyển động của phân tử.



Giản đồ các mức năng lượng của phân tử

### III.3. Các vùng phổ tương ứng với các dạng chuyển động

Do sự khác nhau về bậc năng lượng đối với các dạng chuyển động nên dẫn đến sự phức tạp của phổ phân tử và chúng phân bố trên một vùng khá rộng

Sự dịch chuyển giữa các mức điện tử  $\longleftrightarrow$

Phổ điện tử phân bố trong vùng tử ngoại và khả kiến

Sự dịch chuyển giữa các mức dao động  $\longleftrightarrow$

Phổ dao động phân bố trong vùng hồng ngoại gần

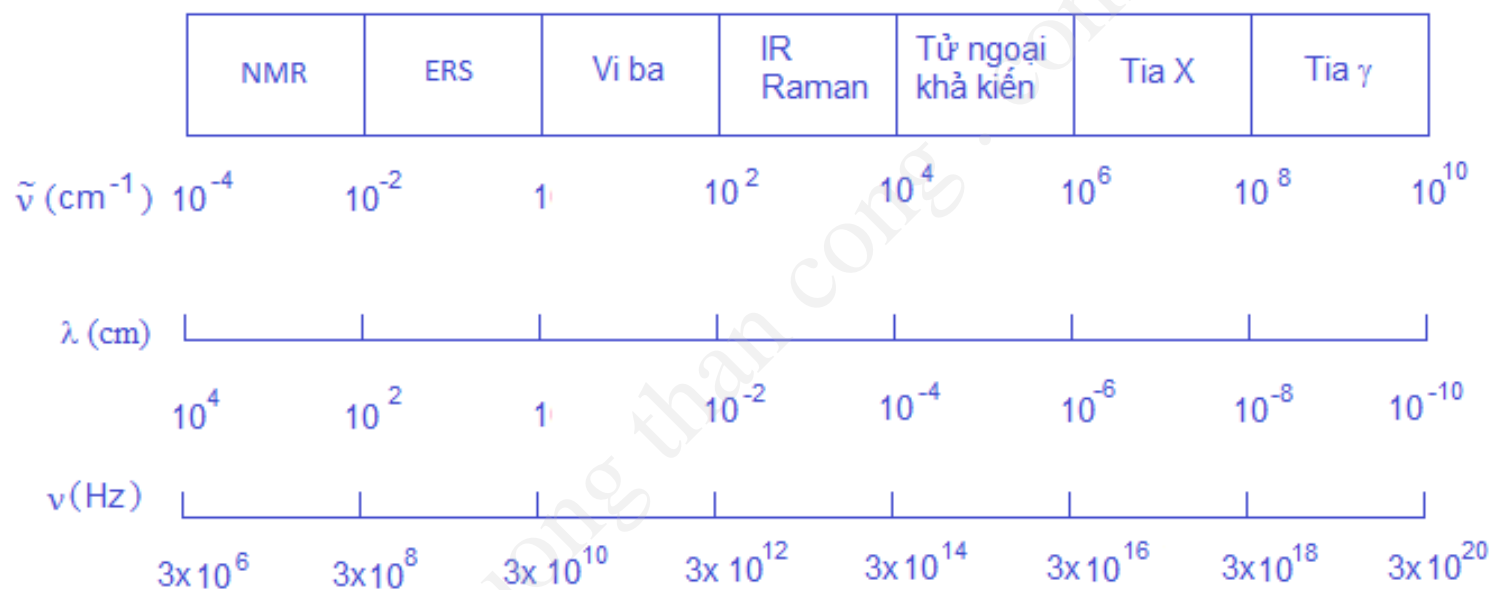
Sự dịch chuyển giữa các mức quay  $\longleftrightarrow$

Phổ quay phân bố trong vùng hồng ngoại xa

Thực tế, phổ phân tử phức tạp hơn nhiều vì có sự chồng chập giữa các mức năng lượng



Loại phổ	Vùng phổ ( $\tilde{\nu}$ , $\text{cm}^{-1}$ )	Nguồn gốc
Tia $\gamma$	$10^{10} - 10^8$	Sự sắp xếp lại của các hạt cơ bản trong hạt nhân.
Tia X	$10^8 - 10^6$	Sự chuyển mức năng lượng của các điện tử bên trong của nguyên tử, phân tử.
Tử ngoại - khả kiến	$10^6 - 10^4$	Sự chuyển mức năng lượng của các điện tử hóa trị của nguyên tử và phân tử.
Raman và hồng ngoại	$10^4 - 10^2$	Sự chuyển mức dao động (thay đổi cấu hình).
Sóng vi ba	$10^2 - 1$	Sự dịch chuyển các mức quay.
Cộng hưởng spin điện tử (ESR)	$1 - 10^{-2}$	Sự dịch chuyển giữa các mức spin (thay đổi sự định hướng).
Cộng hưởng từ hạt nhân (NMR)	$10^{-2} - 10^{-4}$	Sự dịch chuyển giữa các mức spin hạt nhân trong từ trường.



### III.4. Các thông số đặc trưng của phổ hấp thụ

**Vị trí đám hấp thụ:** đây là đặc trưng quan trọng nhất của phổ phân tử.

Đơn vị:

-Độ dài sóng  $\lambda$  [Å,  $\mu\text{m}$ , nm...]

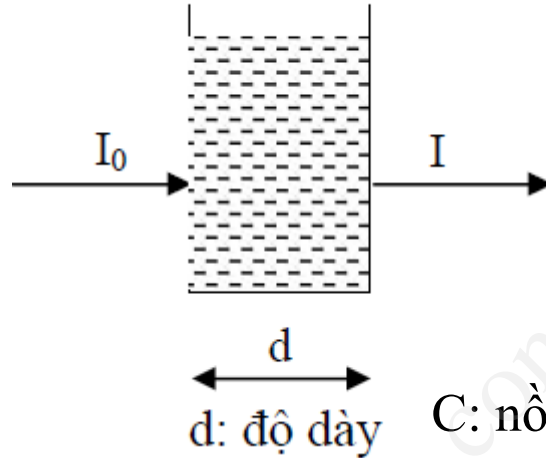
-Số sóng  $\nu = 1/\lambda$  [ $\text{cm}^{-1}$ ]

1 cm*	$\leftrightarrow$	$10^{-2}$ m	$\leftrightarrow$	0.01 m
1 mm	$\leftrightarrow$	$10^{-3}$ m	$\leftrightarrow$	0.001 m
1 micron ( $\mu\text{m}$ )	$\leftrightarrow$	$10^{-6}$ m	$\leftrightarrow$	0.000001 m
1 nanometer (nm)	$\leftrightarrow$	$10^{-9}$ m	$\leftrightarrow$	0.000000001 m
1 Angstrom (Å)	$\leftrightarrow$	$10^{-10}$ m	$\leftrightarrow$	0.0000000001 m

Trong phổ hồng ngoại người ta thường dùng  $\text{cm}^{-1}$

**Cường độ của đám hấp thu** được đo bằng thực nghiệm trên cơ sở định luật

Lambert-Beer



$$\text{Log}(I_0 / I)_\lambda = \epsilon_\lambda \cdot C \cdot d = D_\lambda$$

$$\epsilon_\lambda = D_\lambda / C \cdot d; \lg \epsilon_\lambda = \lg D_\lambda / C \cdot d$$

C: nồng độ phân tử trong mẫu

d: độ dày lớp hấp thu

$I_0$ : cường độ bức xạ tới

I: cường độ bức xạ ra khỏi lớp hấp thu

$D_\lambda$ : mật độ quang

$\epsilon_\lambda$ : hệ số hấp thu phân tử

Độ lớn của đám hấp thu được xác định bởi diện tích giới hạn bởi contour của đám hấp thu

$$A = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \epsilon_\lambda \cdot d\lambda$$

### III.5. Sự phân bố ở các trạng thái năng lượng

Thông thường các phân tử phân bố ở mức năng lượng cơ bản nhiều hơn ở các mức kích thích, nghĩa là mật độ chiếm hữu  $N_o$  ở trạng thái cơ bản lớn hơn nhiều mật độ  $N_e$  ở trạng thái kích thích

Khi có cân bằng nhiệt động, chúng luôn tuân theo phân bố Boltzmann:

$$\frac{N_e}{N_o} \approx e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$$

Trong đó  $\Delta E = E_e - E_o$  là hiệu năng lượng giữa hai trạng thái kích thích và cơ bản

$k$ : là hằng số Boltzmann ( $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{J/}^\circ\text{K}$ )

$T$ : nhiệt độ tuyệt đối ( $^\circ\text{K}$ )

Nếu  $\Delta E \gg kT$  (trạng thái điện tử và trạng thái dao động) thì  $N_e \ll N_o$ : phần lớn phân tử ở trạng thái cơ bản.

Nếu  $\Delta E \approx kT$  (trường hợp các mức năng lượng quay) chỉ cần do sự va chạm của các phân tử cũng làm cho phân tử phân bố ở các mức năng lượng cao hơn

Các phân tử sau khi được kích thích lên các trạng thái năng lượng cao sẽ lưu lại mức này một thời gian rất ngắn sau đó trở về trạng thái cân bằng theo phân bố Boltzmann

### III. 6. Xác suất chuyển dời giữa các trạng thái năng lượng

Sự hấp thu năng lượng chủ yếu xảy ra do sự tương tác giữa moment lưỡng cực điện của phân tử và vecto điện trường  $E$  của bức xạ.

Xác suất chuyển dời giữa các trạng thái năng lượng đặc trưng bằng các hàm sóng  $\psi_m$  và  $\psi_n$  được xác định bởi moment chuyển dời lưỡng cực  $\vec{P}_{mn}$

$$\vec{P}_{mn} = \int \psi_m \vec{P} \psi_n d\tau$$

Trong đó:  $\vec{P} = e \sum \vec{r}_i$  là moment lưỡng cực của phân tử

$\vec{r}_i$  Bán kính vecto của điện tích thứ  $i$

$e$ : độ lớn của điện tích

$\vec{P}_{mn} = 0$  thì xác suất chuyển dời bằng 0 và chuyển dời bị cấm

$\vec{P}_{mn} \neq 0$  chuyển dời sẽ cho phép và phổ hấp thu xuất hiện

*cuu duong than cong . com*



# Shells and Subshells

For  $n = 1$ ,  $l = 0$  and  $m_l = 0$

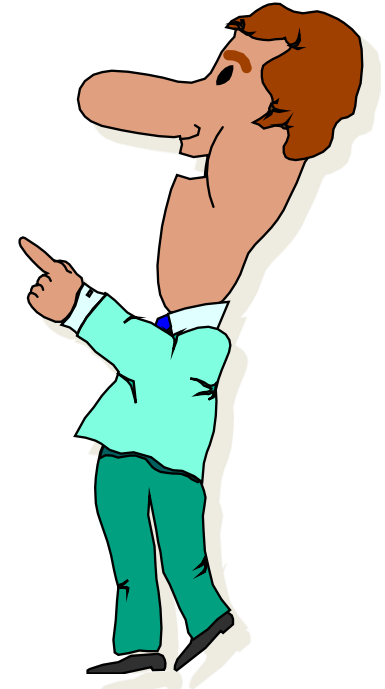
There is only one subshell and that subshell has a single orbital

( $m_l$  has a single value  $\rightarrow$  1 orbital)

This subshell is labeled **s** and we call this orbital **1s**

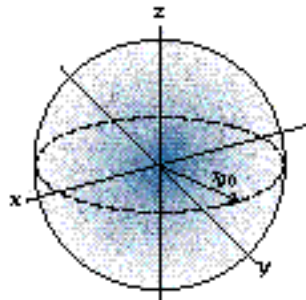
Each shell has 1 orbital labeled s.

It is **SPHERICAL** in shape.

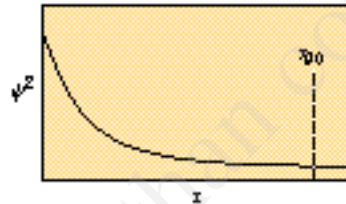


# s Orbitals

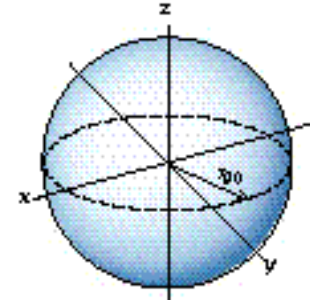
All s orbitals are spherical in shape.



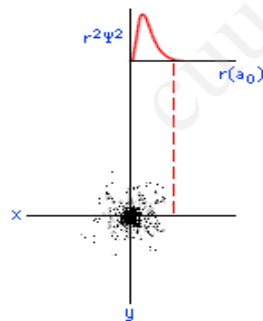
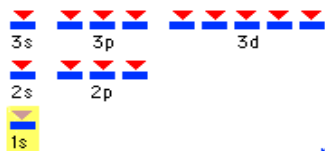
(a) Dot pattern of an electron with a 1s atomic orbital. Each dot represents the position of the electron at a different instant in time.



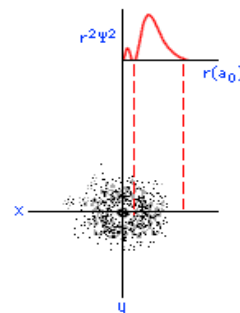
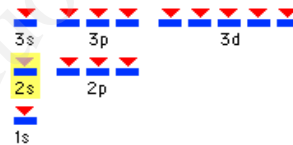
(b) A plot of the probability density as a function of distance for a one-electron atom with a 1s electron.



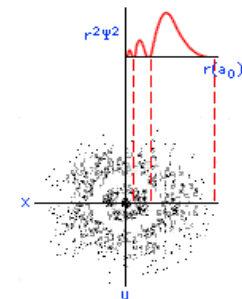
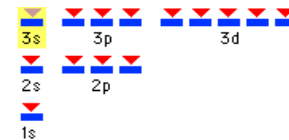
(c) The surface of the sphere within which the electron is found 90% of the time for a 1s orbital.



Dot Picture



Dot Picture



Dot Picture

# p Orbitals

For  $n = 2$ ,  $l = 0$  and  $1$

There are 2 types of orbitals —  
2 subshells

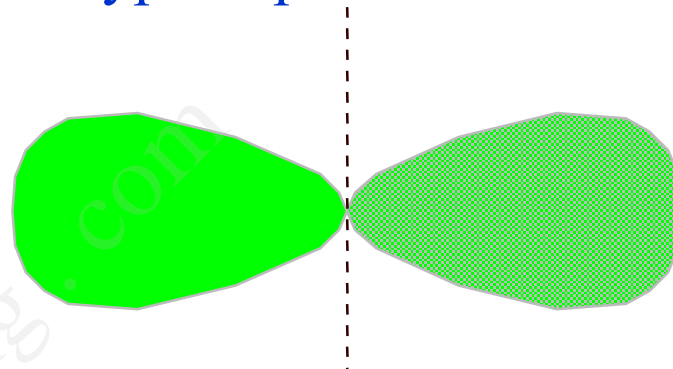
For  $l = 0$   $m_l = 0$

this is a s subshell

For  $l = 1$   $m_l = -1, 0, +1$

this is a p subshell  
with 3 orbitals

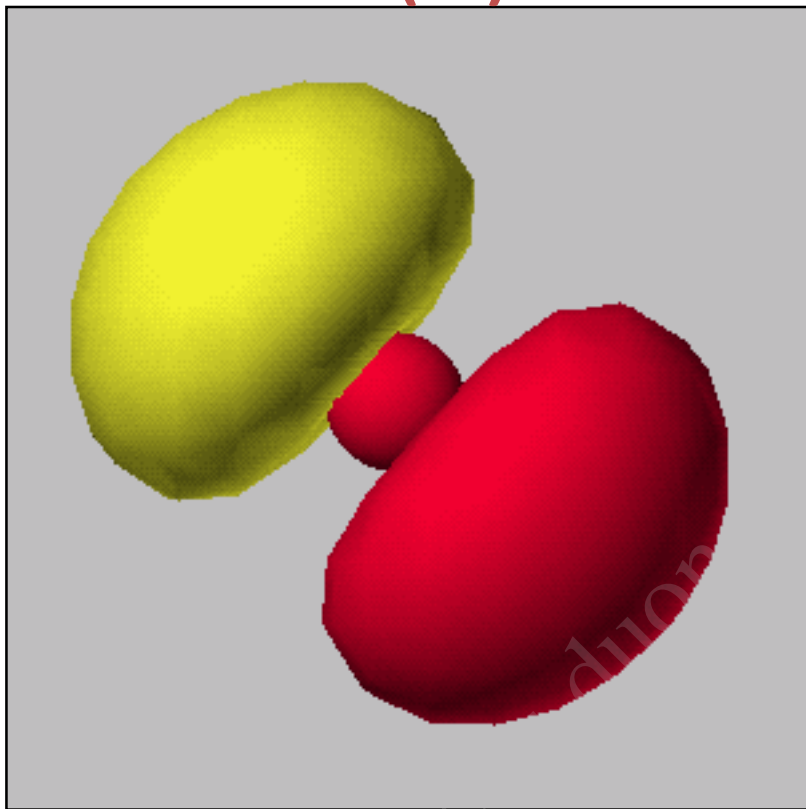
Typical p orbital



planar node

When  $l = 1$ , there is a **PLANAR NODE** through the nucleus.

# p orbitals (2)



A p orbital

The three p orbitals lie  $90^\circ$  apart in space

$l =$

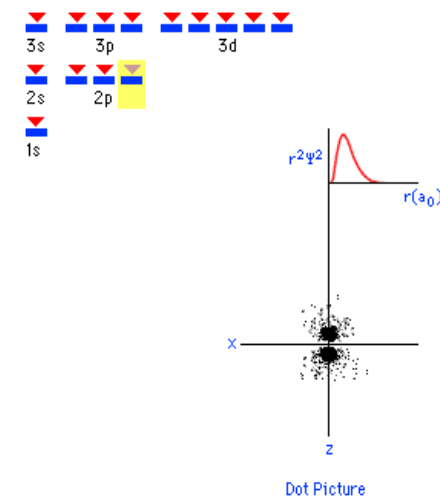
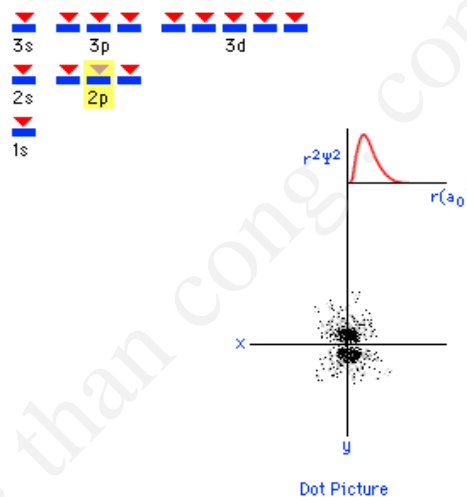
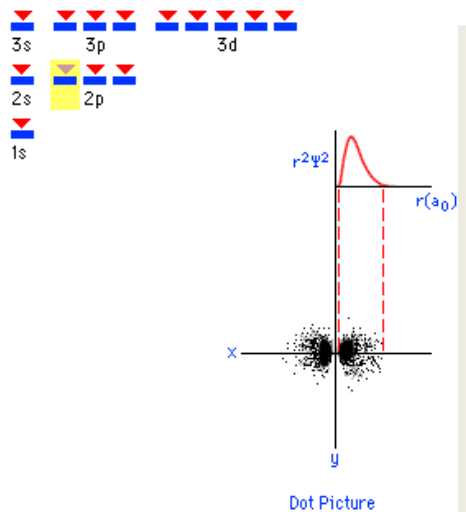
$p_x$

$p_y$

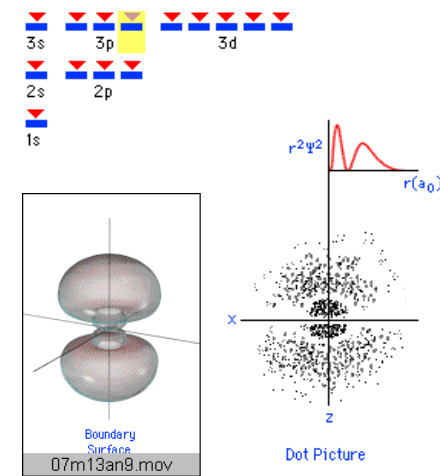
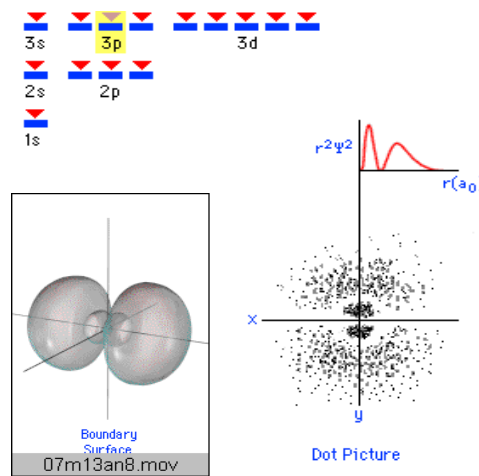
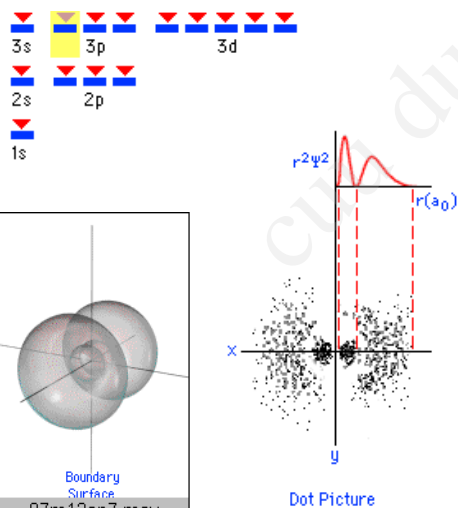
$p_z$

p-orbitals(3)

$n =$



2



3

18/9/2016

# d Orbitals

For  $n = 3$ , what are the values of  $l$ ?

$$l = 0, 1, 2$$

and so there are 3 subshells in the shell.

For  $l = 0$ ,  $m_l = 0$

→ s subshell with single orbital

For  $l = 1$ ,  $m_l = -1, 0, +1$

→ p subshell with 3 orbitals

For  $l = 2$ ,  $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$

→ d subshell with 5 orbitals

# d Orbitals

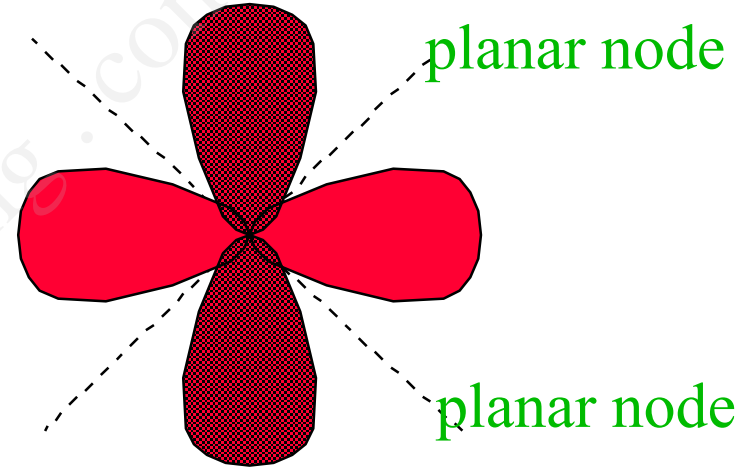
s orbitals have no planar node ( $l = 0$ ) and so are spherical.

p orbitals have  $l = 1$ , and have 1 planar node,

and so are “dumbbell” shaped

d orbitals (with  $l = 2$ ) have 2 planar nodes

typical d orbital



**IN GENERAL**  
the number of **NODES**  
= value of angular  
quantum number ( $l$ )

# Shapes of Molecules

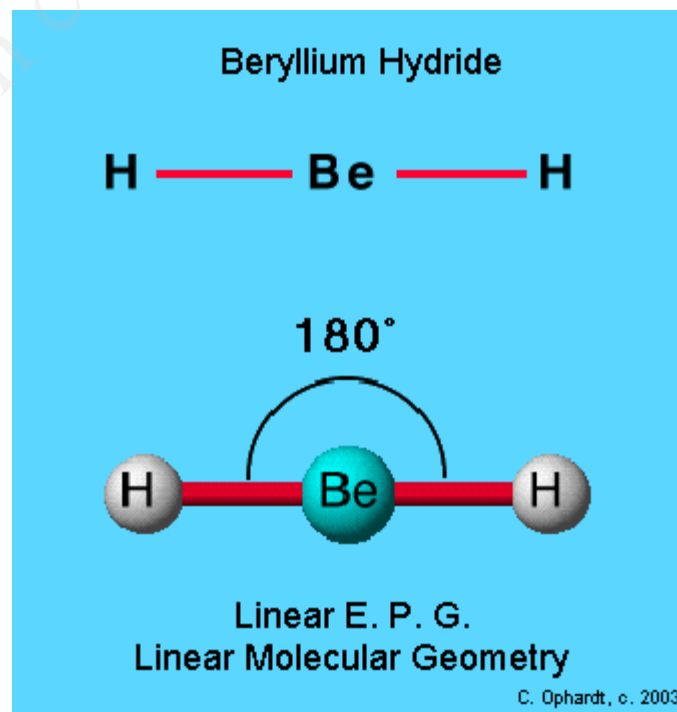
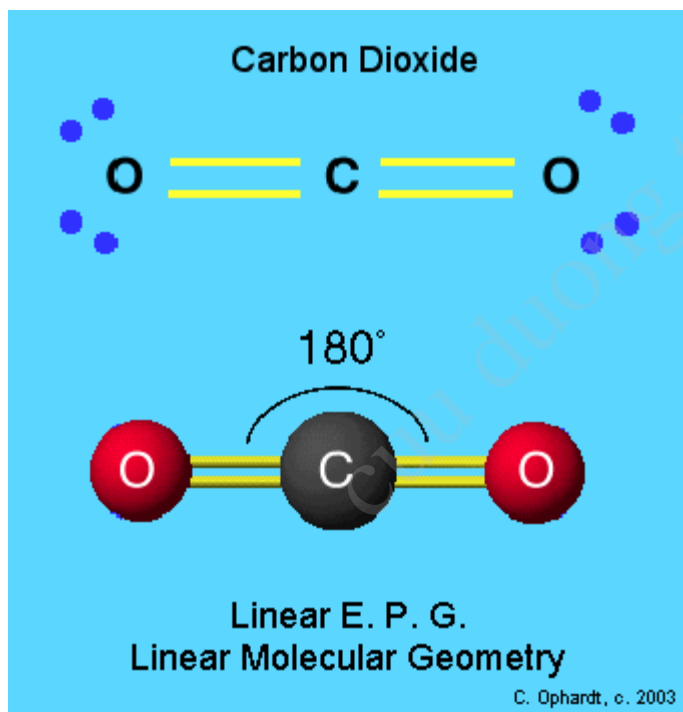
We use Lewis structures to account for formula of covalent compounds. Lewis structures also account for the number of covalent bonds.

Lewis structures however do **not** account for the shapes of molecules.

Molecules of  $AB_n$  have shapes dependent on the value of  $n$

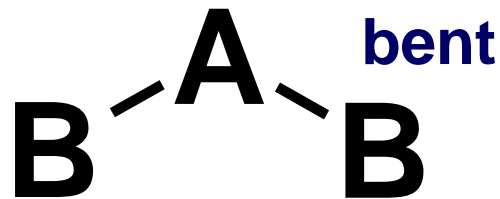
$AB_2$  must be either linear or bent:

*Examples of Linear molecules*



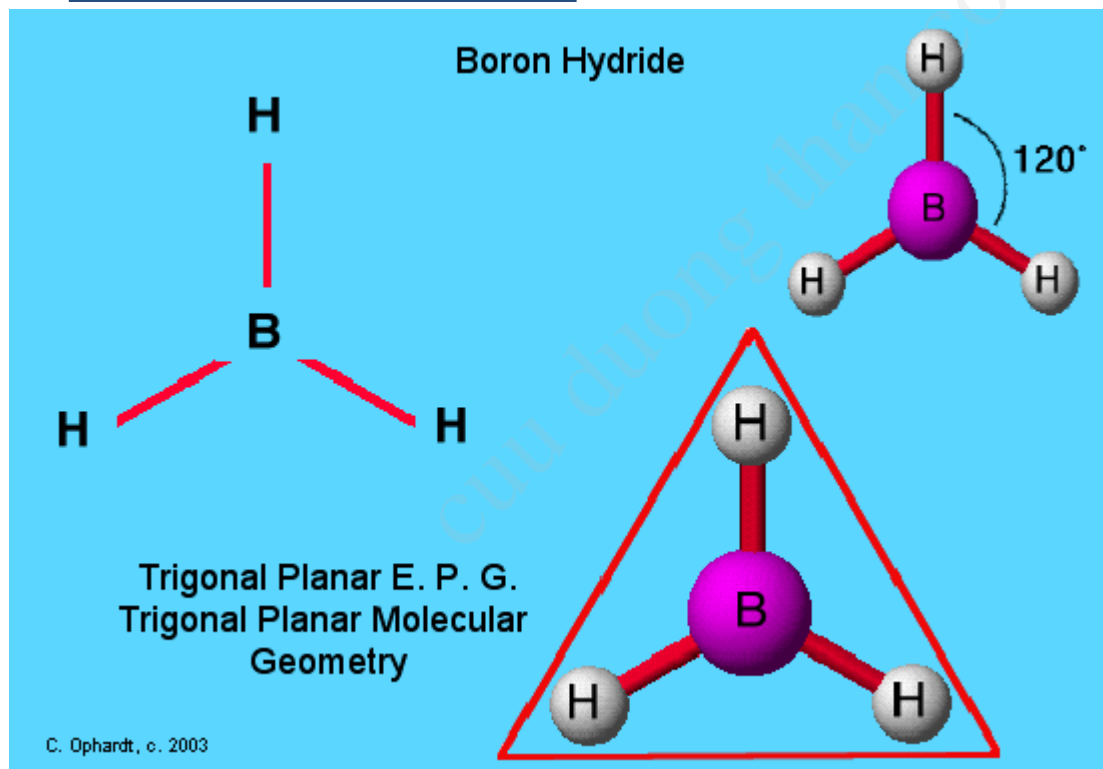


Linear Molecules have a bond angle =  $180^\circ$   
Bent molecules have a bond angle  $\neq 180^\circ$



**$AB_3$  most common shapes place the B atoms at the corners of an equilateral triangle:**

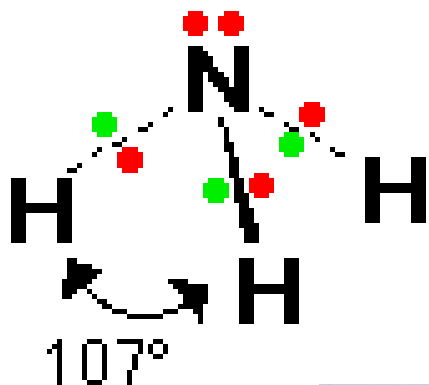
## Trigonal Planar



The A atom lies in the *same plane* as the B atoms (Flat)

Bond angle =  $120^\circ$

*No non-bonding electrons*

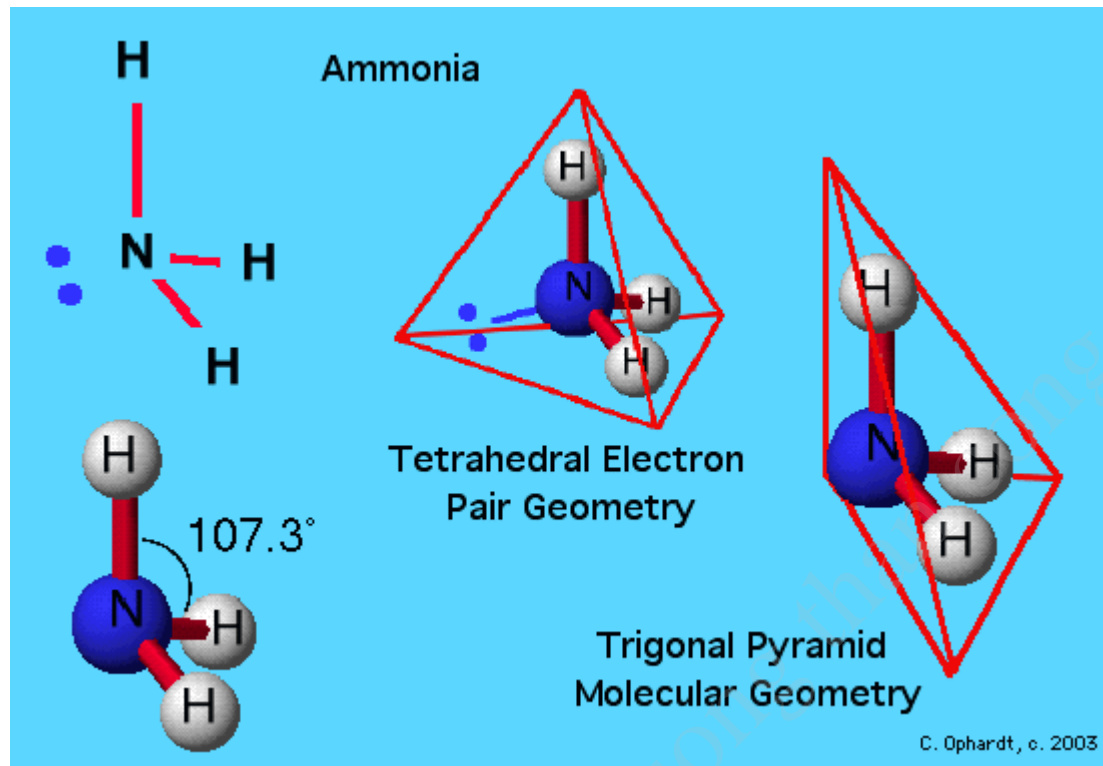


## Trigonal Pyramidal

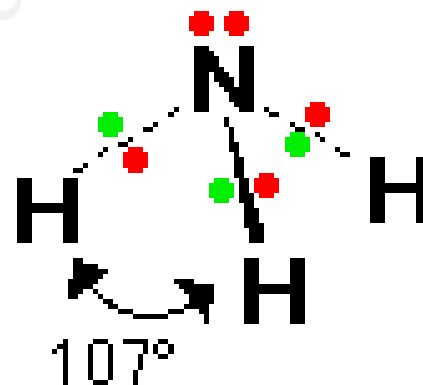
The A atom lies above the plane of the B atom.  
Pyramid with an equilateral triangle as the base.



**The ideal tetrahedron has a bond angle =  $109.5^\circ$**



**VSEPR model explains distortions of molecules**

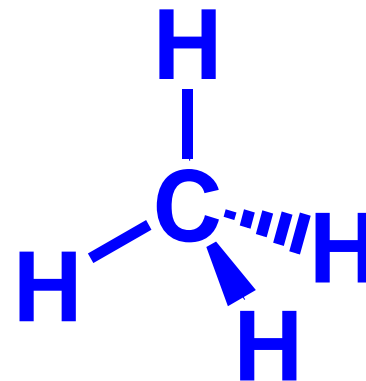
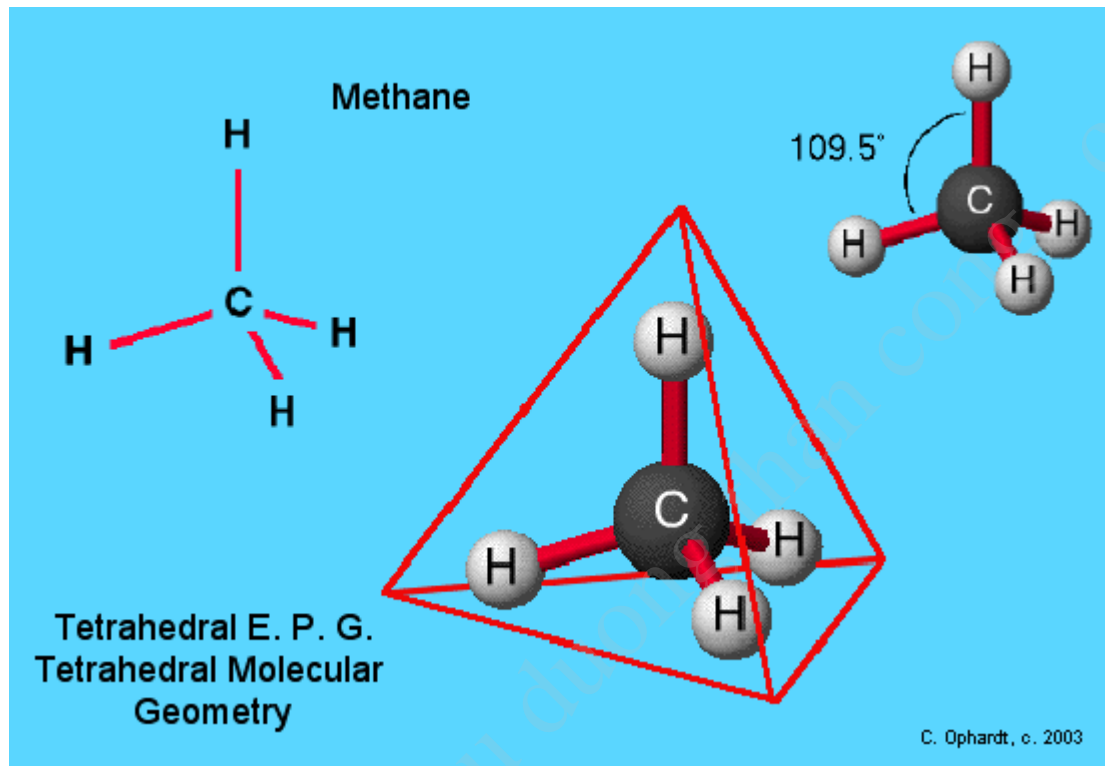


**The lone electron pair exerts a little extra repulsion on the three bonding hydrogen atoms to create a slight compression to a  $107^\circ$  bond angle.**

**Less repulsion is exerted by a bonding pair of electrons because they feel attraction from two nuclei, while a non-bonding pair feels attraction from only one nucleus.**

***Non-bonding pairs spread out more!***

## $AB_4$ is Tetrahedral



The carbon has 4 valence electrons and thus needs 4 more electrons from four hydrogen atoms to complete its octet. The hydrogen atoms are as far apart as possible at 109° bond angle. This is tetrahedral geometry. The molecule is three dimensional.