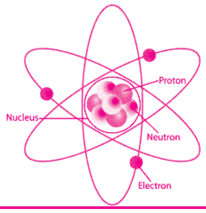
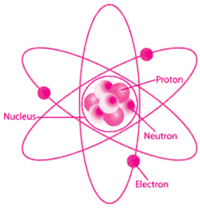


1. ATOMIC STRUCTURE



In this First Chapter, 'Atomic Structure', we learn about various **atomic models** that reveal the discovery, history and structural developments of Atom and Sub-atomic particles (Proton, Electron, Neutron)

We learn three basic principles (Aufbau Principle, Hund's rule, Pauli's Exclusion Principle) that describe the configuration of electrons.

We learn many Intermediate Developments, Phenomenon [Black Body Radiation, Zeeman effect, Stark effect, Planck's Quantum theory, Einstein's Photoelectric Effect, de'Broglie's 'dual nature of matter'....] that challenged, questioned (the limitations) but ultimately lead to establish a better Picture about the **'Structure of atom'.**

We learn about **Electro Magnetic Radiation(EMR)**..... (Hydrogen Spectrum- Emission and Absorption Spectrum)

We learn about **Four Quantum Numbers** which describe the Size, Shape, Orientation of **Orbitals** and ofcourse **'Spin of Electrons'.**

BABY BULLET-Q

BULLET MASTER'S CHEM BEATS!

ATOMIC STRUCTURE [1 LAQ]

విశ్వవిజ్ఞాన ప్రపంచంలో మహా అద్భుత ఆవిష్కరణ

'STRUCTURE OF ATOM'

చేతికి చిక్కని, కంటికి కనపడని **ATOM** యొక్క నిర్మాణ రహస్యాలను ఛేదించడానికి.......

వంద సంవత్సరాలకు పైబడి (1808- Dalton's Atomic Model తో మొదలై .....

1913లో Bohr's Model of Atom..... 1926లో Quantum Mechanical Model వరకు)

ప్రపంచ చరిత్రలోనే 'అత్యంత మేధావి వర్గం'గా పేరు తెచ్చుకున్న

వందలాది Super Scientists...... వారు కనుగొన్న వివిధ వినూత్న ఆవిష్కరణలు...

Planck's $E = h\nu$, Einstein's $E = mc^2$......

తద్వారా వారు పొందిన ప్రతిష్టాత్మక Noble Prizes......

మధ్యలో రకరకాల Punching Postulates (ప్రతిపాదనలు) వాటికి Counter Punches .....

ఇలా ఒక Super Hit Mystery Movie ను తలపించే రకరకాల మలుపులతో,ఎదురు చూపులతో......

దశాబ్దాల తర్వాత దొరికిన సంతృప్తికర సమాధానాలతో, దాదాపు ఒక కొలిక్కి వచ్చినట్లై......

విశ్వవిజ్ఞాన వీధిలో విజయకేతనం ఎగురవేసిన మహా శాస్త్రజ్ఞుల విజయవిహార విజ్ఞాన ప్రయోగాల సమాహారమే ఈ

ATOMIC STRUCTURE

STUDY NOTES

1. **Atom:** Atom consists of Protons and Neutrons located at the Nucleus and Electrons revolve around the Nucleus with high Velocities(angular) and Energies.
2. **Orbit:** It is the 'circular path' of the revolving electrons around the Nucleus.
   Orbital: It is the 'spacial electron cloud' of the 'surrounding electrons around the Nucleus'.
3. **Shapes of Orbitals:** Shape of **s-orbital** is **spherical**.
   Shape of **p-orbital** is **dumb-bell.** It contains 3 sub-orbitals p_x, p_y, p_z.
   Shape of **d-orbital** is **double dumb-bell.** It contains 5 sub-orbitals d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}, $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2}.
4. Three principles that describe the arrangement of electrons in their orbitals.
   (i) Auf-bau principle: 'The orbitals of atom (in the ground state) are filled with electrons, in order of their increasing energies' from low to high.
   Rule 1: Orbital with lower $(n+l)$ value contains lower energy.
   Rule 2: If orbitals have same $(n+l)$ value then orbital with lower 'n' value has lower energy.
   (ii) Hund's rule: 'In degenerate orbitals (like p_x, p_y, p_z) of equal energy, first fill the available orbitals with 'one electron each' and then start 'Pairing the electrons'.
   (iii) Pauli's exclusion principle:
   "No two electrons in an atom can have the same set of four quantum numbers".
5. **Black body:** It is an ideal absorber of all incident electromagnetic radiation.
6. **Zeeman effect:** It is the splitting effect of spectral lines in the presence of magnetic field.
7. **Stark effect:** It is the splitting effect of spectral lines in the presence of electric field.

BULLET MASTER'S CHEM BEATS!

You Know! Atom లో Electron కంటే Proton సైజ్ 1836 రెట్లు ఎక్కువ !
అలాగే Nucleus అనేది ఒక పెద్ద Football Stadium అంత ఉంటే Electron ఒక చిన్న Marble అంత ఉంటుంది!!

Orbit: Sun చుట్టూ మన భూమి Elliptical Orbit లో Rounds కొడుతుంటే....
మన Earth చుట్టూ Moon, Satellites కూడా Elliptical Orbits లోనే చక్కర్లు కొడుతున్నాయి!!
Heisenberg's Uncertainty Principle కు ముందు Orbit అనే పిలిచే వాటిని
ఆ తరువాత నుండి Orbital / Shell / Orbit? అని పిలవడం మొదలెట్టారు.

Pauli's D.No Principle: ఏ రెండు ఇళ్ళకి ఒకే D.No ఉండదు కదా?!
Same Town, Same Peta, Same Street లో ప్రక్క ప్రక్కన వున్న ఇళ్ళకు కూడా
ఖచ్చితంగా వాటి Door Numbers వేరుగా ఉంటాయి కదా!

Auf-bau-Bus Seating Rules: ఖాళీ బస్సులోకి ఎక్కేటప్పుడు Window Seats లో ముందు చిన్నపిల్లలకు Preference ఇవ్వాలి!
ఒక వేళ ఇద్దరి వయస్సు సమానంగా ఉంటే ముందు చిన్నగా, సన్నగా ఉండేవారికి Preference ఇవ్వాలి!!

Hund's Hotel-Lodge Rooms filling Rule:
Hotels లో Rooms ను నింపేటప్పుడు ముందు Single Person కే Room ఇవ్వాలి!
ఒక్కో Room లో ఒక్కరు చొప్పున నింపిన తర్వాతే ఆ Rooms లో Double Accommodation ఇవ్వాలి!!

'Black Hole' is the Best Example for **Black Body** in the entire Universe !
తనలోకి వచ్చిన Light Rays మొత్తాన్ని ఆసాంతం Absorb చేసుకోవడమే కాకుండా....
అది పెద్ద పెద్ద గ్రహాలను సైతం అలాగ్గా మింగేస్తుంది !!!

Zee<u>m</u>an effect లో m for magnetic field అనుకోండి! ఇక ఎప్పటికీ మర్చిపోరు!
Star<u>k</u> effect కోసం మీ Kitchen లోని Gas Lighter నుండి వచ్చే **Electric Sparks** ను గుర్తుంచుకోండి చాలు!!

8. Quantum & Photon:

Quantum: 'Quantum' is just **'an energy packet'** and it has **'no mass'**. It is the 'smallest Quantity of Energy' emitted or absorbed in the form of Electro Magnetic Radiation (EMR).

Photon: Quantum of Light rays is called Photon.

9. Electro Magnetic Radiation (EMR): Light is a form of EMR.

Light rays have wave nature **(Maxwell's Electro Magnetic Theory)**

Light rays have particle nature **(Planck's Quantum theory)**

Microscopic particles possess both wave nature & particle nature **(de Broglie's Hypothesis)**

10. Planck's Quantum Theory: It supports the **Particle nature** of EMR.

It explains the Black Body Radiation. It explains Photoelectric effect.

11. de Broglie's Hypothesis: Micro particles like electrons exhibit **dual behaviour**.

Electrons have both **particle and wave nature**. de Broglie's wavelength $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$.

12. Heisenberg's uncertainty principle: It is **impossible** to determine simultaneously the 'exact position and exact momentum' of the moving electron around the nucleus.

13. Rutherford's Planetary Model of Atom: Electrons revolve around the nucleus, just like the planets revolve around the sun. This model **could not** explain the **stability of atom**.

14. Bohr's atomic model: It explained the **Stability of atom** and line **spectrum of Hydrogen.**

15. Schrodinger's Quantum Mechanical Model: 'Classical Mechanics' based on Newton's laws of motion deals with Macroscopic bodies like Orbiting planets, Falling bodies. But it fails at Micro particles. 'Quantum Mechanics' deals with Microscopic Particles based on **dual nature of particles.** The 'state of the electron' is given by the wave function Ψ in the Schrodinger Electron Wave Equation.

BULLET MASTER'S
CHEM BEATS!

Quantum: Universe లో Mass ఉన్న ప్రతి దానికి ఖచ్చితంగా Energy($E=mc^2$) ఉంటుంది.

కానీ Mass లేకుండా Energy ని కలిగి ఉన్న ఏకైక 'శక్తి స్వరూపం' Quantum($E=h\nu$).

Quantum కి ఆ పేరు పెట్టిన వారెవరో తెలుసా?: ఆయన మరెవరో కాదు **Mr. Planck**

EMR లో కంటికి కనిపించే Visible Light Rays లో ఉండే Quanta పేరే Photons .

Planck's Quantum Theory లో P for Particle Nature అని గుర్తుంచుకోండి చాలు!

de Broglie's Hypothesis లో d for Dual అనుకోండి చాలు!!

Heisenberg's Uncertainty Principle:

"ఒక coin ని Toss వేసినప్పుడు ఒకేసారి Head పడటం మరియు Tail పడటం Impossible"

ఎవరైనా పరిగెత్తేటప్పుడు వారి వేగాన్ని కొలవచ్చు కానీ బరువును కొలవలేము!

అలాగే నిలబడిఉన్న వాడి బరువును కొలవచ్చు కాని వేగాన్ని కొలవలేము!!

అలా ఆ రెండింటిని ఒకేసారి కొలవడం అసాధ్యం అని Heisenberg చెప్పాడు!

You Know! J.J.Thompson శిష్యుడు Rutherford !

ఆ Rutherford శిష్యుడు Niels Bohr; **గురువును మించిన శిష్యుడు Bohr !**

Electron యొక్క Wave Equation కనుగొన్నందుకు Schrodinger గారికి 1933లో Noble Prize వచ్చింది!

BABY BULLET-Q

16. QUANTUM NUMBERS TABLE-I:

S.No.	Quantum number	Significance	notation	Values	Remarks
1.	**Principal Quantum no.** (Bohr)	Size & energy of the orbit	n	1,2,3,4.... K,L,M,N....	no.of electrons in n^{th} orbit $=2n^2$
2.	**Azimuthal Quantum no.** (Sommerfeld)	Shape of the orbital	l	0,1,2,...(n-1) (n values)	Angular momentum $mvr=\sqrt{l(l+1)}.\frac{h}{2\pi}$
3.	**Magnetic Quantum no.** (Lande)	Orientation of the orbital	m	$-l....0...l$ $(2l+1)$values	Explains the Zeeman&Stark effect
4.	**Spin Quantum no.** (Uhlenbeck & Goud smith)	Spin of the electron	s	$+\frac{1}{2},-\frac{1}{2}$	↑ for clock wise spin ↓ for anti clock wise

17. QUANTUM NUMBERS TABLE-II:

Principal(n)	Azimuthal(l)	Magnetic(m)	Spin(s)	No. of Electrons
n=1 (K Shell)	l=0 (1s)	m_l=0 (1s)	+1/2, –1/2	2
n=2 (L Shell)	l=0 (2s)	m_l=0 (2s)	+1/2, –1/2	2
	l=1 (2p)	m_l=+1 ($2p_x$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=–1 ($2p_y$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=0 ($2p_z$)	+1/2, –1/2	2 } 2+6=8
n=3 (M Shell)	l=0 (3s)	l=0 (3s)	+1/2, –1/2	2
	l=1 (3p)	m_l=+1 ($3p_x$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=–1 ($3p_y$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=0 ($3p_z$)	+1/2, –1/2	2
	l=1 (3d)	m_l=+2 ($3d_{xy}$)	+1/2, –1/2	2 } 2+6+10=18
		m_l=+1 ($3d_{yz}$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=–1 ($3d_{zx}$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=–2 ($3d_{x^2-y^2}$)	+1/2, –1/2	2
		m_l=0 ($3d_{z^2}$)	+1/2, –1/2	2

Imp. Formulae for IPE Problems

1. Quantum Energy $E=h\nu=h\times\frac{c}{\lambda}$; $h=6.626\times10^{-34}$ Js, $c=3.0\times10^{8}\,ms^{-1}$
2. Wave length $\lambda=\frac{c}{\nu}$; [$\because c=\nu\lambda$]
3. Wave Frequency $\nu=\frac{c}{\lambda}$
4. Wave length $\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}$ (de-Broglie)
5. Wave number $\bar{\nu}=R_H\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]$; $\bar{\nu}=\frac{1}{\lambda}$
6. $\Delta x.\Delta p\simeq\frac{h}{4\pi}$ [Heisenberg's Uncertainty]
7. Mass of electron $m=9.11\times10^{-31}$ kg; Charge of electron $e=1.6\times10^{-19}$ C;
8. Increasing order of energies of various orbitals : 1s<2s<2p<3s<3p<4s<3d<4p<5s<4d<5p<6s<4f......

BABY BULLET-Q