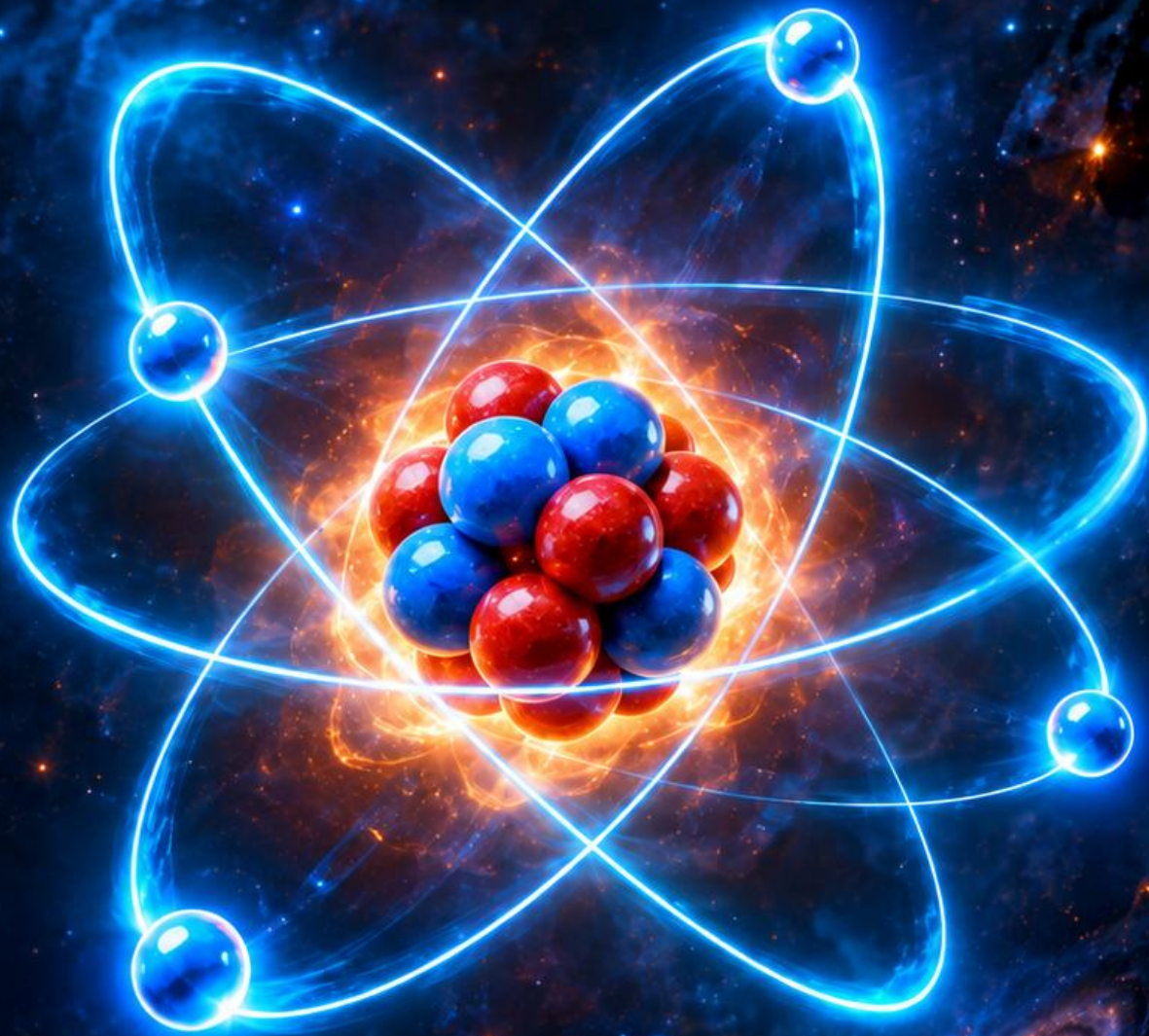


Journey Inside the Atom

परमाणु के अंदर
की यात्रा



ELECTRON • PROTON • NEUTRON

Subatomic particles at a glance



ELECTRON

e^{-}

DISCOVERED BY

J. J. Thomson

CHARGE

Negative (-1)

NUMBER IN AN ATOM

Equals the number of protons in a neutral atom

MASS

9.1×10^{-31} kg



PROTON

p^{+}

DISCOVERED BY

Ernest Rutherford

CHARGE

Positive (+1)

NUMBER IN AN ATOM

Equals the atomic number

MASS

1.6727×10^{-27} kg



NEUTRON

n^0

DISCOVERED BY

James Chadwick

CHARGE

Neutral (0)

NUMBER IN AN ATOM

May or may not equal the number of protons

MASS

1.6750×10^{-27} kg

BOHR MODEL / बोह्र मॉडल

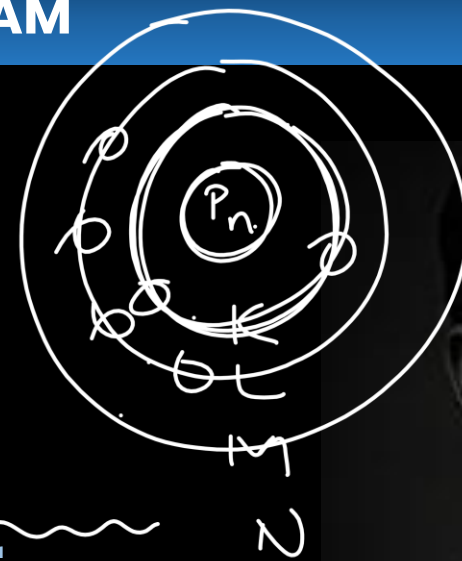
Discrete Energy Levels / असतत ऊर्जा स्तर

In an atom, electrons revolve around the positively charged nucleus in definite circular paths called orbits or shells.

परमाणु में इलेक्ट्रॉन धनावेशित नाभिक के चारों ओर निश्चित वृत्ताकार पथों में घूमते हैं जिन्हें कक्षाएँ या कोश कहते हैं।

Each orbit or shell has a fixed energy and these are known as orbital shells.

प्रत्येक कक्षा या कोश की एक निश्चित ऊर्जा होती है और इन्हें कक्षीय कोश कहा जाता है।



NIELS BOHR
(1885–1962)

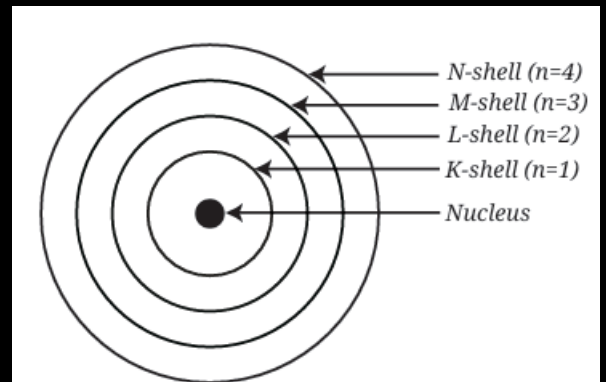


Fig. 8.7: Energy levels in an atom

POSTULATES OF BOHR MODEL

बोह्र मॉडल के प्रमुख प्रतिपादन

1. Electrons revolve in certain fixed circular orbits called shells.

इलेक्ट्रॉन निश्चित वृत्ताकार कक्षाओं (शेल्स) में घूमते हैं।

2. These orbits have fixed energies. Energy does not change while electron stays in one orbit.

इन कक्षाओं की ऊर्जा निश्चित होती है। एक कक्षा में रहते हुए इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा नहीं बदलती।

3. Electrons can jump from one orbit to another only by absorbing or emitting energy.

इलेक्ट्रॉन केवल ऊर्जा अवशोषित या उत्सर्जित करके ही एक कक्षा से दूसरी कक्षा में जा सकता है।

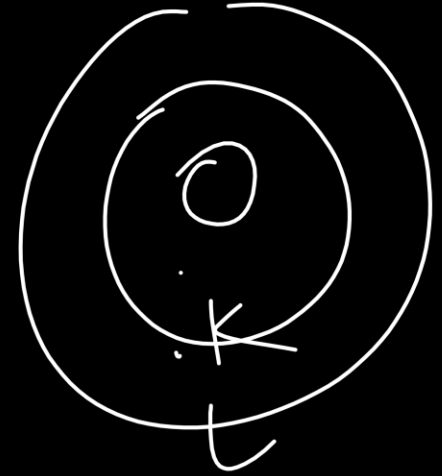
4. Angular momentum in permitted orbit is quantized.

Meet a Scientist



Niels Bohr was a professor of physics at Copenhagen University, Denmark. He was curious about how atoms exist because the old models could not explain why electrons stay around the nucleus without collapsing. His explanation of the atomic structure provided more clarity. Niels Bohr received the Nobel Prize in 1922, for his work on the structure of the atom.

Q. Why are Bohr's shells called K, L, M, N...?



1. Scientist Charles Barkla discovered X-ray lines.

वैज्ञानिक चार्ल्स बार्कला ने X-ray रेखाओं की खोज की।

2. He named the first line K.

उन्होंने पहली रेखा को K नाम दिया।

3. He started from K, not A, to leave space if any line is found before K.

उन्होंने A से नहीं, K से शुरू किया ताकि K से पहले कोई रेखा मिलने पर जगह रहे।

4. No line was found before K.

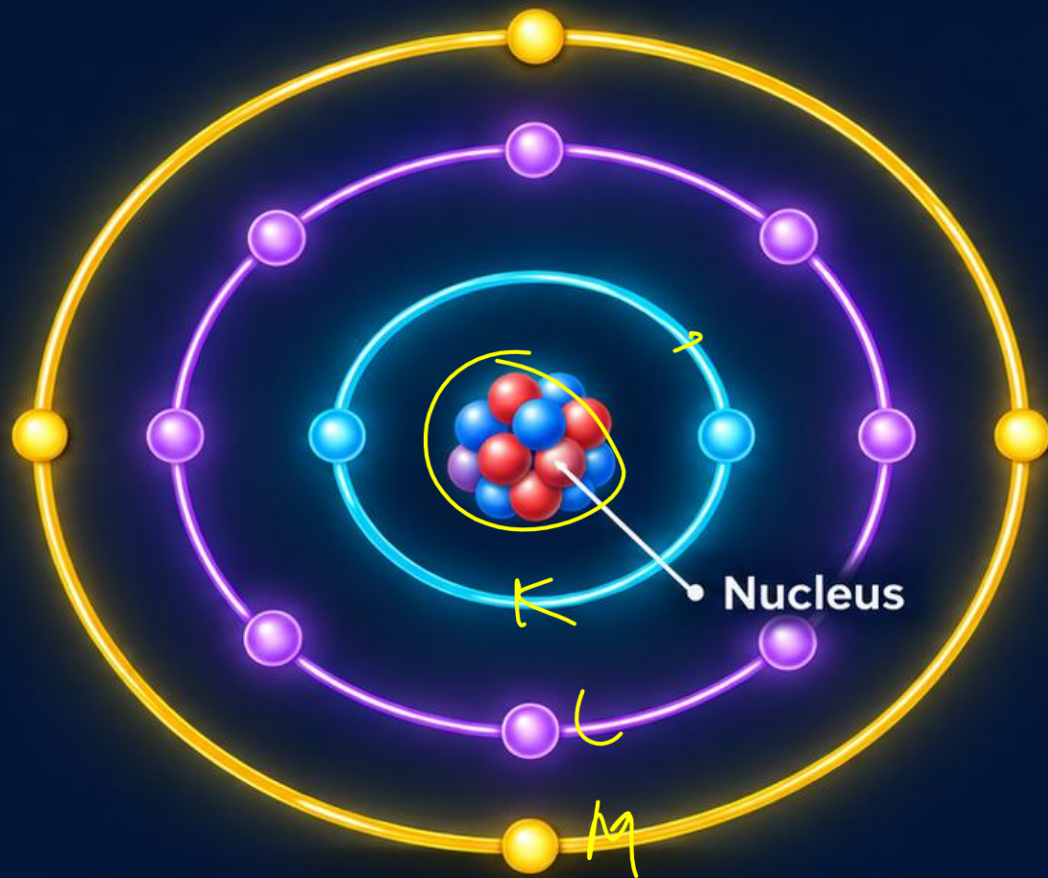
K से पहले कोई रेखा नहीं मिली।

5. Bohr adopted the same K, L, M, N notation for atomic shells.

बोह ने परमाणु कोशों के लिए वही K, L, M, N नाम अपना लिया।

HOW ARE **ELECTRONS** ARRANGED?

Electrons occupy energy levels called **shells**.
Their arrangement is called **electronic configuration**.



Example: Silicon — 2, 8, 4

Simplified shell diagram

MAXIMUM ELECTRONS IN A SHELL

$$2n^2$$

n = shell number

1st shell • K

$n = 1$

Maximum: 2

2nd shell • L

$n = 2$

Maximum: 8

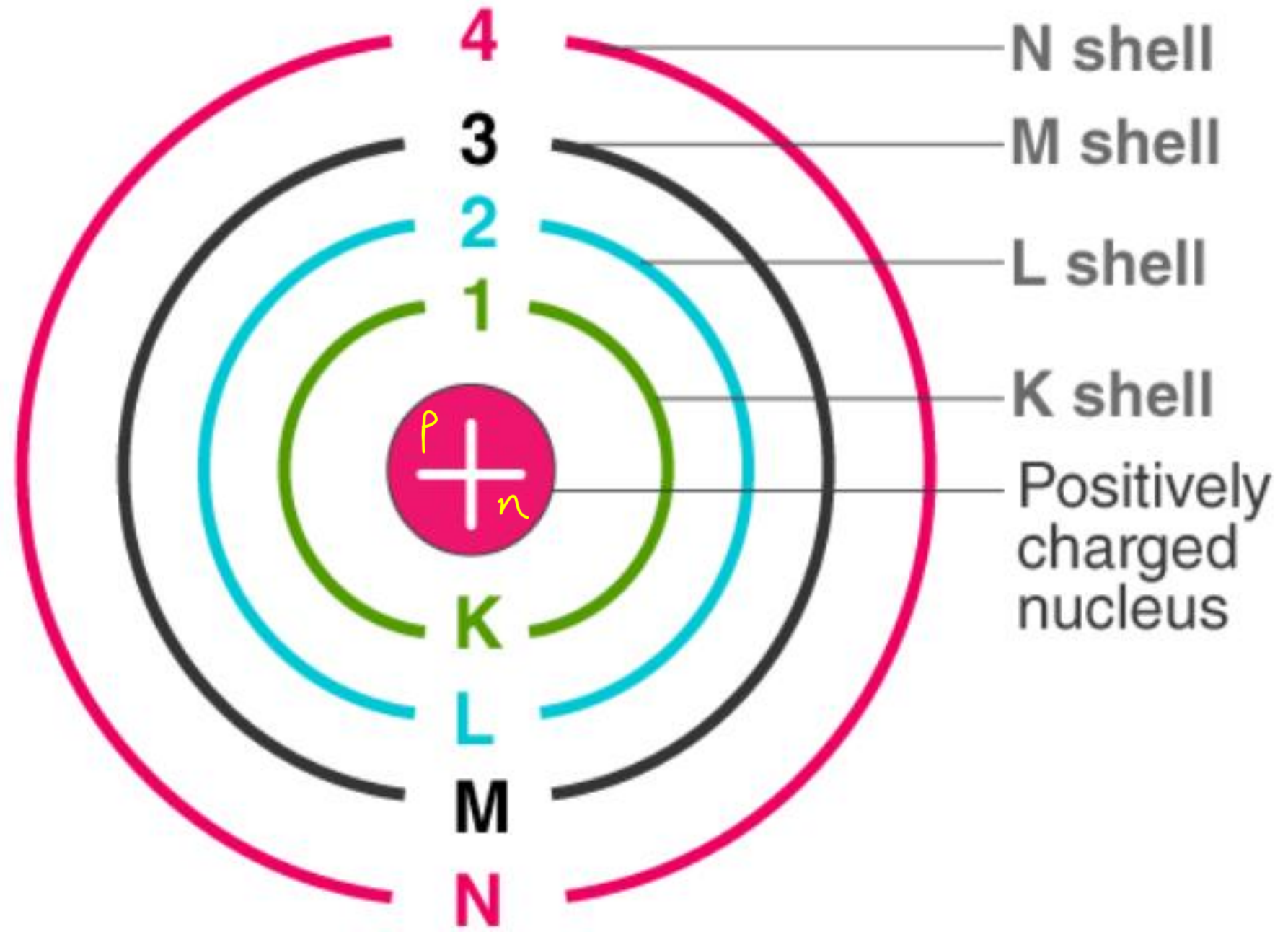
3rd shell • M

$n = 3$

Maximum: 18



Shell capacity is not the same as the number of electrons present.



James Chadwick / जेम्स चैडविक

Born / जन्म: October 20, 1891 / 20 अक्टूबर 1891

Died / मृत्यु: July 24, 1974 / 24 जुलाई 1974

Discovery / खोज:

In 1932, Chadwick proved the existence of neutrons.

1932 में, चैडविक ने न्यूट्रॉन के अस्तित्व को सिद्ध किया।

This was a fundamental discovery in nuclear science.

यह नाभिकीय विज्ञान के क्षेत्र में एक मौलिक खोज थी।

Meet a Scientist

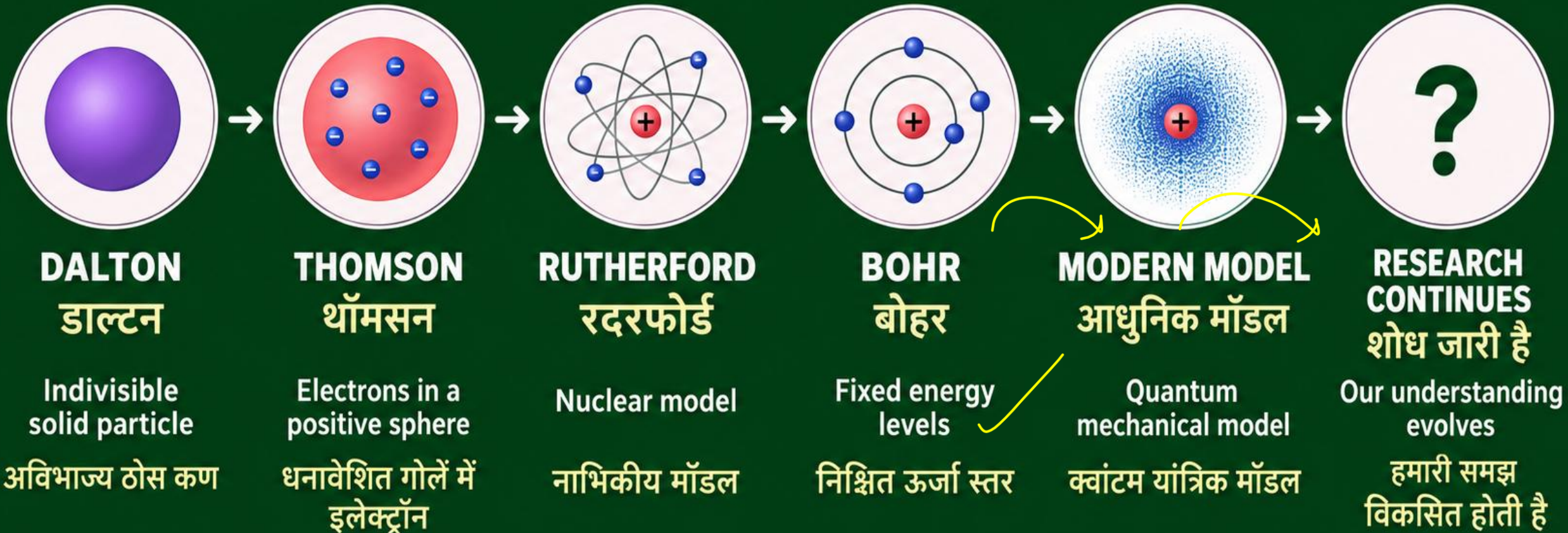


James Chadwick, working under Rutherford at the famous Cavendish

Laboratory at the University of Cambridge, solved a key puzzle in 1932, when he discovered the neutron. This breakthrough explained atomic mass and earned him the Nobel Prize in Physics in 1935. The neutron immediately transformed research, enabling scientists to probe nuclear secrets, and sparked a chain of discoveries in understanding and harnessing atomic energy.

EVOLUTION OF ATOMIC MODELS

परमाणु मॉडलों का विकास

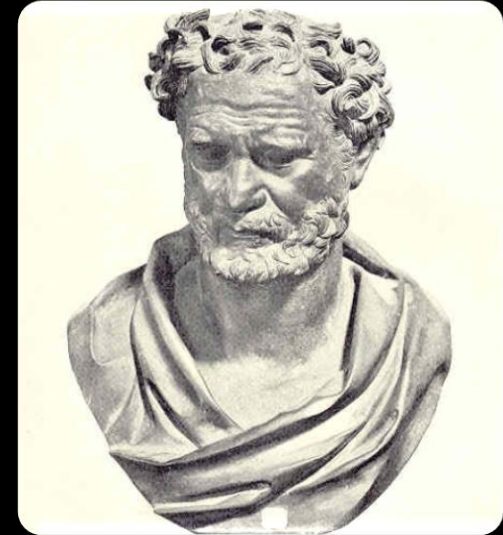


DISCOVERY OF ATOM

परमाणु की खोज का इतिहास

01 Democritus | डेमोक्रीटस - c. 400 BC

- Matter consists of tiny particles called atomos. A philosophical idea, not an experimental theory.
- पदार्थ सूक्ष्म कणों से बना है, जिन्हें एटोमोस कहा। यह दार्शनिक विचार था।



02 John Dalton | जॉन डाल्टन - 1803

- Scientific atomic theory: atoms combine in simple whole-number ratios to form compounds.
- वैज्ञानिक परमाणु सिद्धांत: परमाणु सरल पूर्णांक अनुपात में मिलकर यौगिक बनाते हैं।



03 J. J. Thomson | जे. जे. थॉमसन - 1897

- Cathode-ray experiments revealed the electron. Atoms contain smaller particles.

- कैथोड किरण प्रयोग से इलेक्ट्रॉन की खोज हुई। परमाणु में छोटे कण होते हैं।



04 Ernest Rutherford | अर्नेस्ट रदरफोर्ड - 1911

- Gold-foil scattering revealed a small, dense, positive nucleus. Most of the atom is empty space.

- स्वर्ण-पत्र प्रयोग से छोटे, सघन, धनावेशित नाभिक का पता चला। अधिकांश परमाणु खाली है।



05 Niels Bohr | नील्स बोहर - 1913

- Electrons occupy fixed energy levels. Transitions absorb or emit energy.
- इलेक्ट्रॉन निश्चित ऊर्जा स्तरों में रहते हैं। स्तर बदलने पर ऊर्जा का अवशोषण या उत्सर्जन होता है।



06 James Chadwick | जेम्स चैडविक - 1932

- Discovered the neutron: an electrically neutral particle in the nucleus.
- न्यूट्रॉन की खोज: नाभिक में उपस्थित विद्युत उदासीन कण।



COMPARISON OF ATOMIC MODELS

परमाणु मॉडलों की तुलना

Model / मॉडल	Proposed by प्रस्तावक	Year / वर्ष	Main feature मुख्य विशेषता	Limitation / सीमा
 Dalton's Model डाल्टन का मॉडल	John Dalton जॉन डाल्टन	1803	Solid, indivisible atom ठोस, अविभाज्य परमाणु	Could not explain subatomic particles उपपरमाण्विक कणों की व्याख्या नहीं
 Thomson's Model थॉमसन का मॉडल	J. J. Thomson जे. जे. थॉमसन	1904	Electrons embedded in a positive sphere धनावेशित गोले में धँसे इलेक्ट्रॉन	Could not explain the nuclear structure नाभिकीय संरचना की व्याख्या नहीं
 Rutherford's Model रदरफोर्ड का मॉडल	Ernest Rutherford अर्नेस्ट रदरफोर्ड	1911	Small positive nucleus; electrons around it छोटा धनावेशित नाभिक; चारों ओर इलेक्ट्रॉन	Could not explain atomic stability परमाणु की स्थिरता की व्याख्या नहीं
 Bohr's Model बोहर का मॉडल	Niels Bohr नील्स बोहर	1913	Fixed orbits with quantized energy levels निश्चित कक्षाएँ और ऊर्जा स्तर	Limited for multi-electron atoms बहु-इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के लिए सीमित
 Modern Model आधुनिक मॉडल	Many scientists अनेक वैज्ञानिक	Present वर्तमान	Electrons described by orbitals ऑर्बिटल द्वारा इलेक्ट्रॉनों का वर्णन	Mathematically complex गणितीय रूप से जटिल

ELECTRONIC CONFIGURATION

First 20 Elements • Neutral Atoms



Element	Symbol	Electrons	K	L	M	N	Configuration
Hydrogen	H	1	1	–	–	–	1
Helium	He	2	2	–	–	–	2
Lithium	Li	3	2	1	–	–	2,1
Beryllium	Be	4	2	2	–	–	2,2
Boron	B	5	2	3	–	–	2,3
Carbon	C	6	2	4	–	–	2,4
Nitrogen	N	7	2	5	–	–	2,5
Oxygen	O	8	2	6	–	–	2,6
Fluorine	F	9	2	7	–	–	2,7
Neon	Ne	10	2	8	–	–	2,8

Element	Symbol	Electrons	K	L	M	N	Configuration
Sodium	Na	11	2	8	1	–	2,8,1
Magnesium	Mg	12	2	8	2	–	2,8,2
Aluminium	Al	13	2	8	3	–	2,8,3
Silicon	Si	14	2	8	4	–	2,8,4
Phosphorus	P	15	2	8	5	–	2,8,5
Sulphur	S	16	2	8	6	–	2,8,6
Chlorine	Cl	17	2	8	7	–	2,8,7
Argon	Ar	18	2	8	8	–	2,8,8
Potassium	K	19	2	8	8	1	2,8,8,1
Calcium	Ca	20	2	8	8	2	2,8,8,2

K = 1st shell **L** = 2nd shell **M** = 3rd shell **N** = 4th shell

For neutral atoms: electrons = atomic number

ELECTRON SHELL DIAGRAMS

First 20 Elements • Neutral Atoms

1

Hydrogen



1

2

Helium



2

3

Lithium



2,1

4

Beryllium



2,2

5

Boron



2,3

6

Carbon



2,4

7

Nitrogen



2,5

8

Oxygen



2,6

9

Fluorine



2,7

10

Neon



2,8

11

Sodium



2,8,1

12

Magnesium



2,8,2

13

Aluminium



2,8,3

14

Silicon



2,8,4

15

Phosphorus



2,8,5

16

Sulphur



2,8,6

17

Chlorine



2,8,7

18

Argon



2,8,8

19

Potassium



2,8,8,1

20

Calcium



2,8,8,2

Simplified Bohr shell diagrams • Electrons shown as dots

① Atomic Number (Z) / परमाणु संख्या (Z)
No. of protons or electrons in an atom
of an element.
 किसी तत्व के परमाणु में प्रोटॉन या इलेक्ट्रॉनों की संख्या।

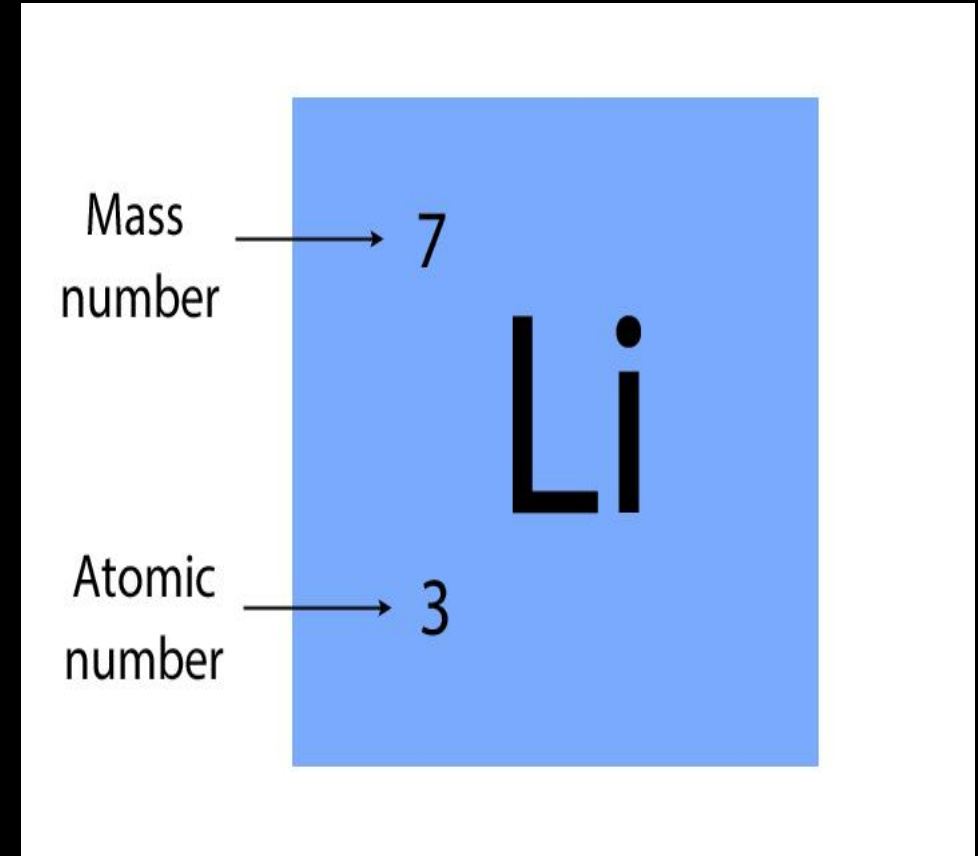
$$Z = e = p$$



② Mass Number (A) / द्रव्यमान संख्या (A)
Sum of protons + neutrons.
 प्रोटॉन + न्यूट्रॉन का योग।

$$A = p + n$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ p \rightarrow 1 \\ Z \rightarrow 1 \\ e \rightarrow 1 \\ \hline \end{array}$$





ISOTOPES, ISOBARS & ISOTONES



CLASS 9 CHEMISTRY

DIFFERENCE TABLE

BASIS / आधार	ISOTOPES / समस्थानिक	ISOBARS / समभारिक	ISOTONES / समन्यूट्रॉनिक
 DEFINITION / परिभाषा	Same atomic number (Z), different mass number (A) समान परमाणु क्रमांक (Z), भिन्न द्रव्यमान संख्या (A)	Same mass number (A), different atomic number (Z) समान द्रव्यमान संख्या (A), भिन्न परमाणु क्रमांक (Z)	Same number of neutrons (N), different atomic numbers (Z) समान न्यूट्रॉन (N), भिन्न परमाणु क्रमांक (Z)
 ATOMIC NUMBER (Z) / परमाणु क्रमांक (Z)	Same / समान	Different / अलग	Different / अलग
 MASS NUMBER (A) / द्रव्यमान संख्या (A)	Different / अलग	Same / समान	Usually different / सामान्यतः अलग
 NEUTRONS (N) / न्यूट्रॉन (N)	Different / अलग	Different / अलग	Same / समान
 EXAMPLE / उदाहरण	${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$ (Hydrogen / हाइड्रोजन)	${}^{40}_{18}\text{Ar}$, ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ (Argon & Calcium / आर्गन और कैल्शियम)	${}^{14}_6\text{C}$, ${}^{15}_7\text{N}$ (Carbon & Nitrogen / कार्बन और नाइट्रोजन)

TRICK / याद रखने की TRICK

Isotopes
→ Same Z
Same Element
(समान तत्व)

Isobars
→ Same A
Same Mass Number
(समान द्रव्यमान संख्या)

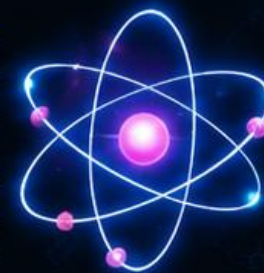
Isotones
→ Same N
Same Neutrons
(समान न्यूट्रॉन)

EXAMPLE CHECK / उदाहरण जाँच

- ✓ ${}^{12}_6\text{C}$ & ${}^{14}_6\text{C}$ → Z = 6, 6 → **Isotopes**
- ✓ ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ & ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ → A = 40, 40 → **Isobars**
- ✓ ${}^{14}_6\text{C}$ & ${}^{15}_7\text{N}$ → N = 8, 8 → **Isotones**

FORMULA / सूत्र

Neutrons (N) =
Mass Number (A) –
Atomic Number (Z)



① समस्थानिक
 $Z \Rightarrow \text{same}$ $A \Rightarrow \text{diff}$

Isotopes / समस्थानिक

Atoms of the same element having same atomic number but different mass numbers are called isotopes.

एक ही तत्व के वे परमाणु जिनकी परमाणु संख्या समान लेकिन द्रव्यमान संख्या भिन्न होती है, समस्थानिक कहलाते हैं।

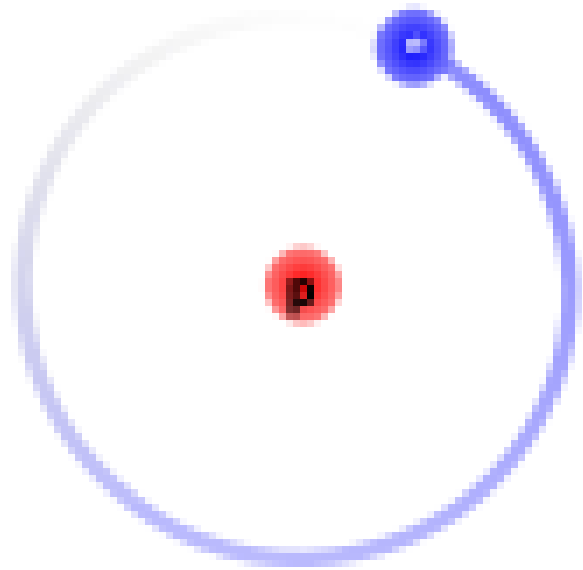
Reason: Same number of protons but different number of neutrons.

कारण: प्रोटॉन की संख्या समान लेकिन न्यूट्रॉन की संख्या भिन्न।
 Tritium
 Deuterium

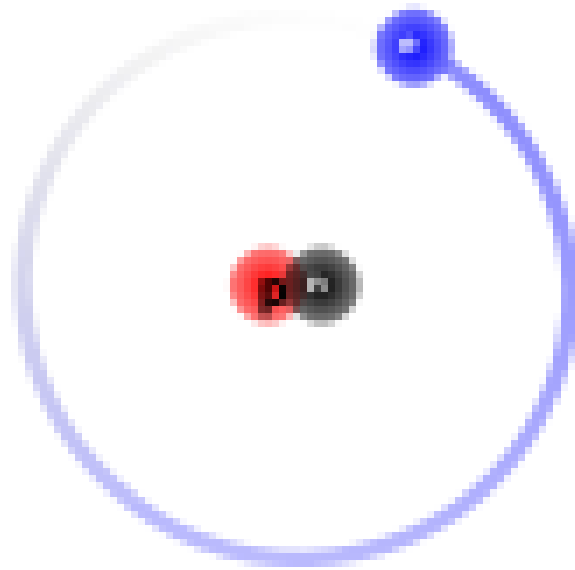


Example / उदाहरण:

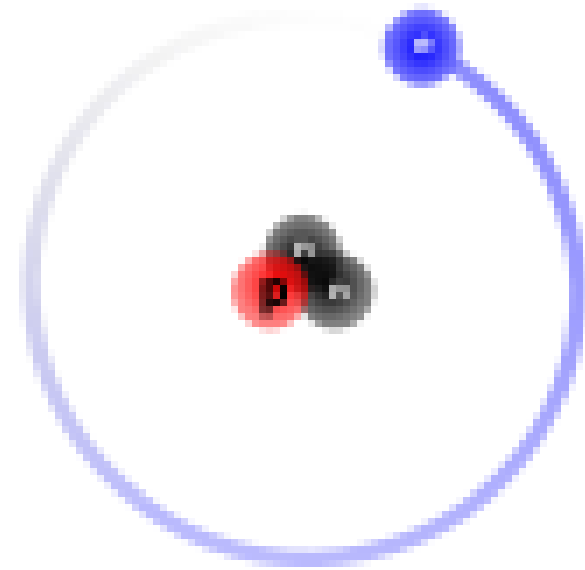
- Hydrogen / हाइड्रोजन - $^1\text{H}_1$, $^2\text{H}_1$, $^3\text{H}_1$
- Chlorine / क्लोरीन - $^{35}\text{Cl}_{17}$, $^{37}\text{Cl}_{17}$



Protium



Deuterium



Tritium

ISOTOPES

Same element. **Different neutron numbers.**

SAME
ELEMENT
DIFFERENT
POSSIBILITIES

ATOMS
BUILD A
BRIGHTER
TOMORROW



Atoms of the same element with the **same atomic number** but **different mass numbers**.

ATOMIC NUMBER (Z)

Z

Number of protons

MASS NUMBER (A)

A

Protons + Neutrons

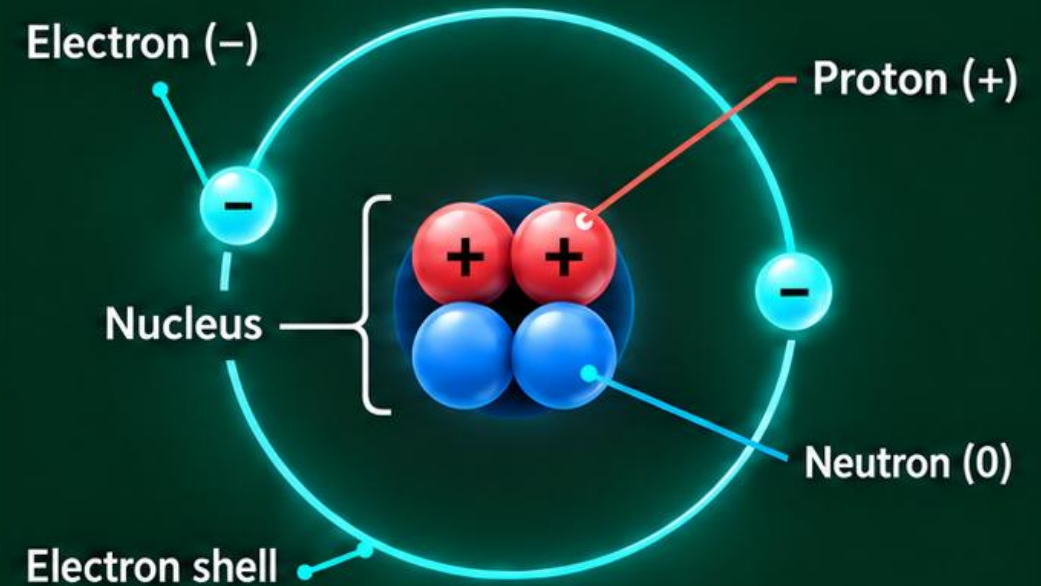
SAME PROTONS • DIFFERENT NEUTRONS

EXAMPLES

Hydrogen: ^1H , ^2H , ^3H

Carbon: ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C

STRUCTURE OF AN ATOM

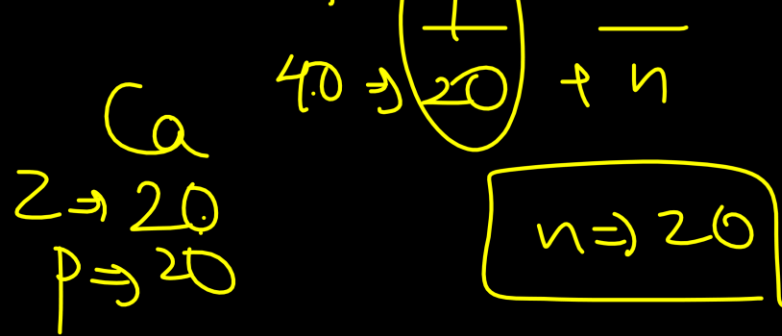


Simplified helium-4 atom

ISOBAR / समभारिक -

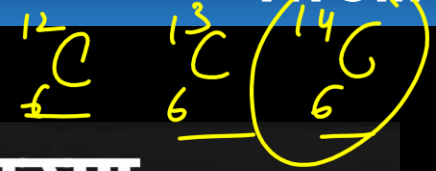
Atoms which have different atomic number (element is different) but same mass number are called Isobars.

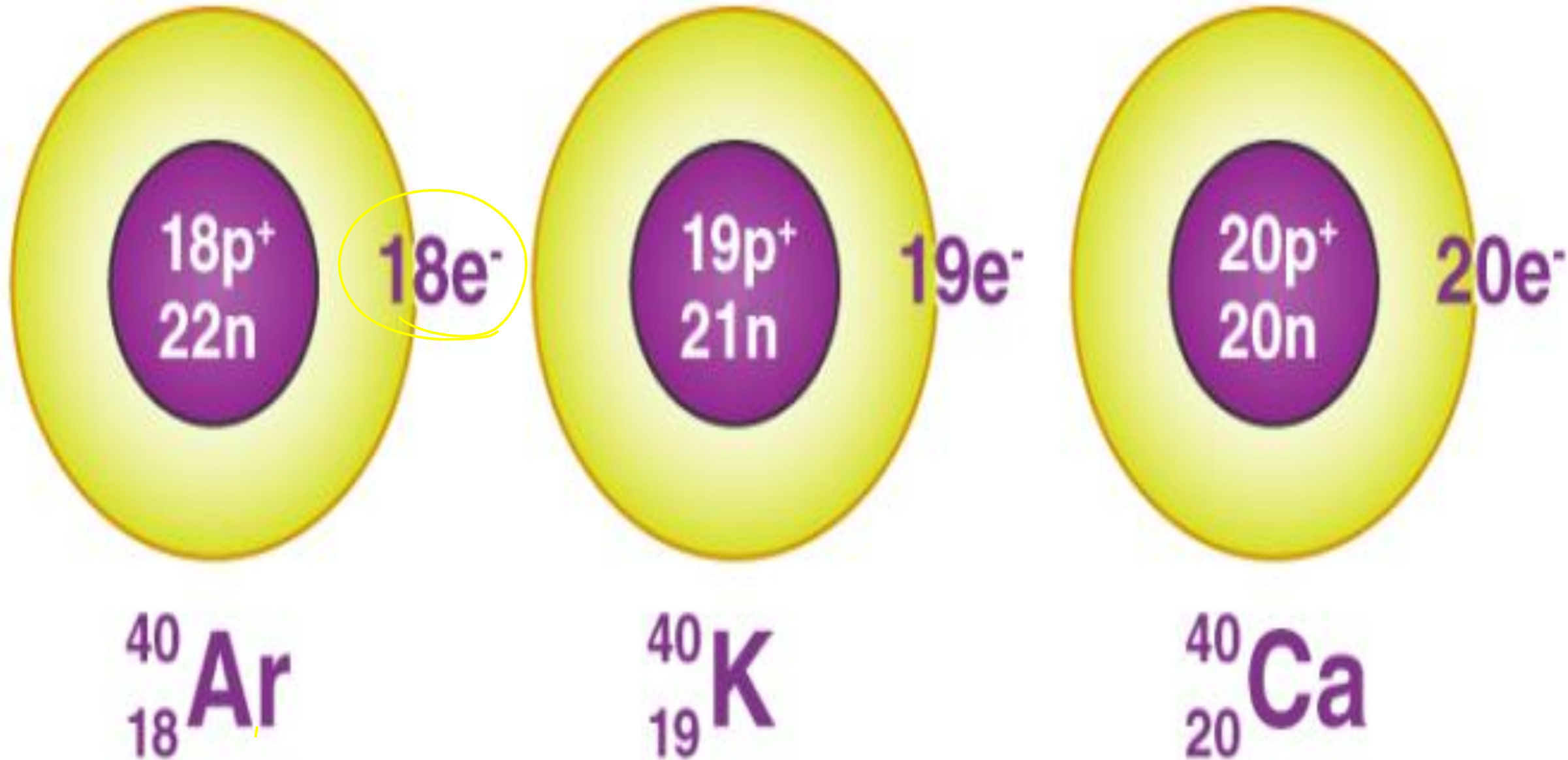
वे परमाणु जिनकी परमाणु संख्या भिन्न (तत्व भिन्न) लेकिन द्रव्यमान संख्या समान होती है, समभारिक कहलाते हैं।



Example / उदाहरण:

- ${}^{14}_7N$ and ${}^{14}_6C$
- ${}^{24}_{11}Na$ and ${}^{24}_{12}Mg$





ISOTONES / समन्यूट्रॉनिक

neutron.

Atoms with same number of neutrons but different number of protons are called Isotones.

वे परमाणु जिनमें न्यूट्रॉन की संख्या समान लेकिन प्रोटॉन की संख्या भिन्न होती है, समन्यूट्रॉनिक कहलाते हैं।

Example / उदाहरण:

${}_{15}^{31}\text{P}$ and ${}_{16}^{32}\text{S}$ are isotones.

Each has 16 neutrons but 15 and 16 protons respectively.

प्रत्येक में 16 न्यूट्रॉन हैं लेकिन क्रमशः 15 और 16 प्रोटॉन हैं।

Isotopes $Z \Rightarrow$ same
Isobars $A \Rightarrow$ same
Isotone $n \Rightarrow$ same -

$$A \Rightarrow p + n$$

$$31 \Rightarrow 15 + n \quad \boxed{n \Rightarrow 16}$$

$$A \Rightarrow p + n$$

$$32 \Rightarrow 16 + n \quad \boxed{n \Rightarrow 16}$$

ATOM vs ION

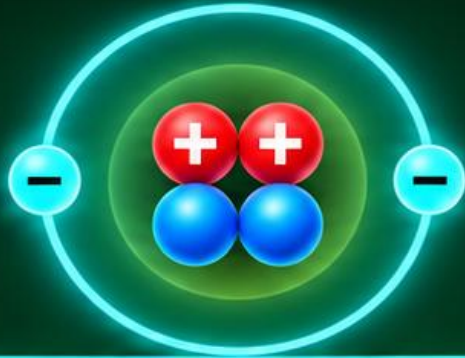
परमाणु और आयन में अंतर

ATOM / परमाणु

- 1 Electrically neutral
विद्युत रूप से उदासीन
- 2 Equal numbers of protons and electrons
प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन की संख्या समान
- 3 Proton number identifies the element
प्रोटॉन की संख्या तत्व की पहचान तय करती है

Na
 $\rightarrow p=11$
 $e=11$

He
(Helium atom)
हीलियम परमाणु



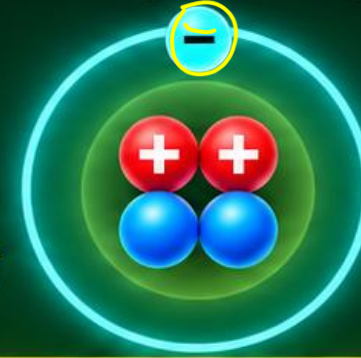
He: 2 protons, 2 electrons
Net charge: 0 / कुल आवेश: 0

Loses 1 electron
1 इलेक्ट्रॉन खोता है

ION / आयन

- 1 Electrically charged
विद्युत रूप से आवेशित
- 2 Unequal numbers of protons and electrons
प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन की संख्या असमान
- 3 Can be a single atom or a group of atoms
एक परमाणु या परमाणुओं का समूह हो सकता है

He⁺
(Helium ion)
हीलियम आयन



He⁺: 2 protons, 1 electron
Net charge: +1 / कुल आवेश: +1

Electron loss → Positive ion
इलेक्ट्रॉन खोना → धनायन

Electron gain → Negative ion
इलेक्ट्रॉन पाना → ऋणायन

Ion / आयन

Electrically charged particle.
विद्युत आवेशित कण।

1. **Cation / धनायन - Positively charged ion**
धनावेशित आयन

Example / उदाहरण: Na^+

2. **Anion / ऋणायन - Negatively charged ion**
ऋणात्मक रूप से आवेशित आयन

Example / उदाहरण: Cl^-

Atom

Na

2, 8, 1

atom

 $p \Rightarrow 11$ $e \Rightarrow 11$ Atom

Cl

17
2, 8, 7 $p \Rightarrow 17$ $e \Rightarrow 17$ Na⁺

Ion

2, 8

 $p \Rightarrow 11$ $e \Rightarrow 10$ Cl⁻

Ion

2, 8, 8

 $p \Rightarrow 17$ $e \Rightarrow 18$

Symbols of Elements

1. 1803 – Dalton gave first pictorial symbols.
2. 1813 – Berzelius gave alphabetical symbols from Latin names.
3. Now IUPAC approves all symbols.
4. Rules:
 - Symbol = 1st letter or 1st two letters ✓
 - 1st letter – Capital, 2nd – small → H, Al, Co (not CO) ✓
 - Some = 1st + other letter → Cl, Zn ✓

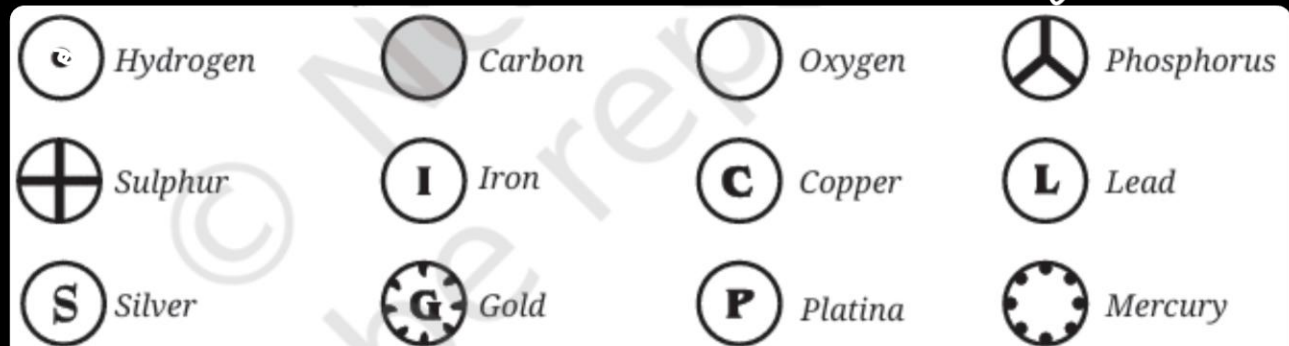


Fig. 8.9: Symbols of some elements given by Dalton

Table 8.2: Names of some common elements and their symbols

Name of the element	Symbol	Name of the element	Symbol	Name of the element	Symbol
Aluminium	Al	Copper (Cuprum)	Cu	Nitrogen	N
Argon	Ar	Fluorine	F	Oxygen	O
Barium	Ba	Gold (Aurum)	Au	Potassium (Kalium)	K
Boron	B	Hydrogen	H	Silicon	Si
Bromine	Br	Iodine	I	Silver (Argentum)	Ag
Calcium	Ca	Iron (Ferrum)	Fe	Sodium (Natrium)	Na
Carbon	C	Lead (Plumbum)	Pb	Sulfur	S
Chlorine	Cl	Magnesium	Mg	Uranium	U
Cobalt	Co	Neon	Ne	Zinc	Zn

Al ⇒ Al.

Scientists use these symbols instead of full names because they are internationally recognised and allow scientists worldwide to communicate clearly, regardless of language barriers.

Homi Jehangir Bhabha

होमी जहाँगीर भाभा

Homi Bhabha was an Indian physicist, known as the Father of Indian Nuclear Programme. He established TIFR and BARC for peaceful use of atomic energy.

होमी भाभा एक भारतीय भौतिक वैज्ञानिक थे, जिन्हें भारतीय परमाणु कार्यक्रम का जनक कहा जाता है। उन्होंने TIFR और BARC जैसे संस्थानों की स्थापना की ताकि परमाणु ऊर्जा का शांतिपूर्ण उपयोग बिजली, कृषि और चिकित्सा में हो सके।

Meet a Scientist



Homi Jehangir Bhabha was an Indian physicist. He is known as the

father of the Indian nuclear programme. He made a pioneering contribution to the development of atomic energy in India. He established key institutions like the Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) and the Bhabha Atomic Research Centre (BARC), for peaceful uses of atomic energy to generate electricity, support agriculture, and advanced medical treatments.