modern Physics
- α, β, γ → Properties
- Nuclear
  - Fission
  - Fusion
- X-rays ✓

SAFALTA CLASS™

An Initiative by अमर उजाला

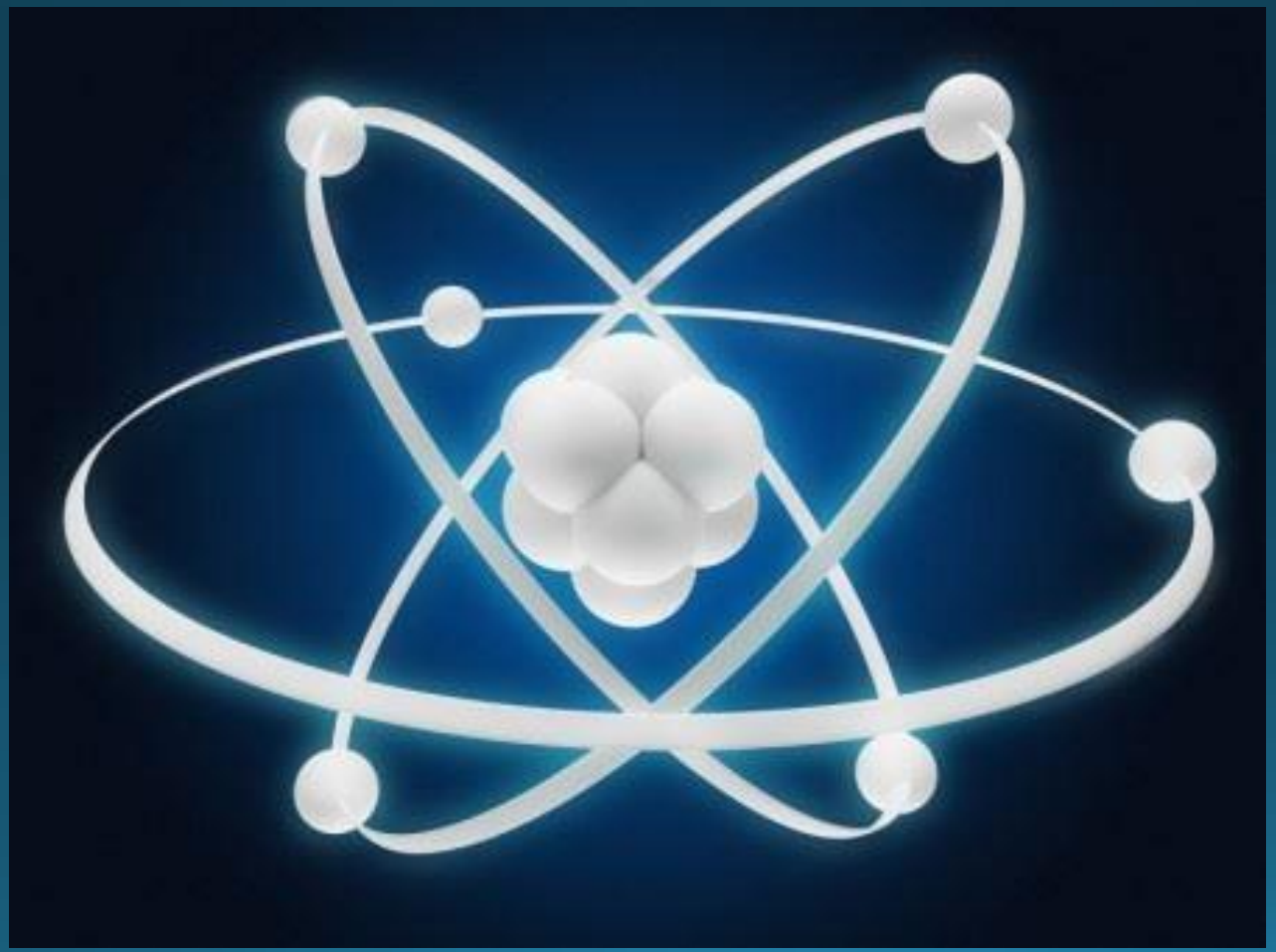
MODERN PHYSICS

छोटे स्तर

Atomic level

Nucleus

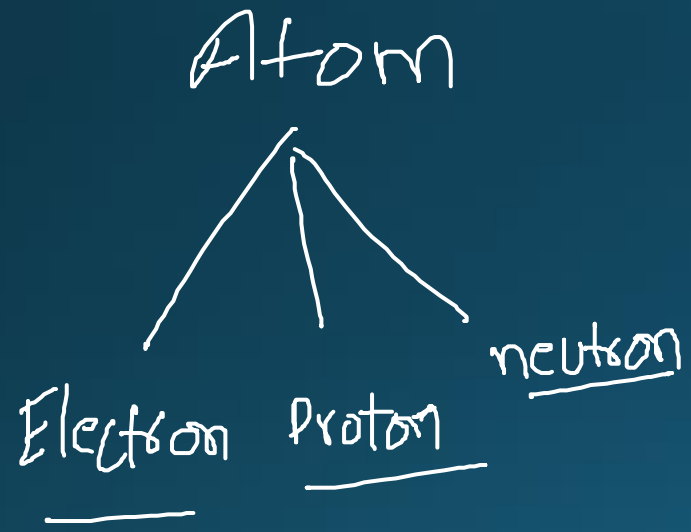
⇒ नाभिक

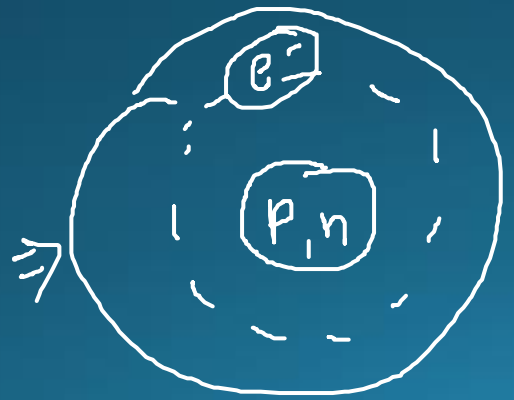


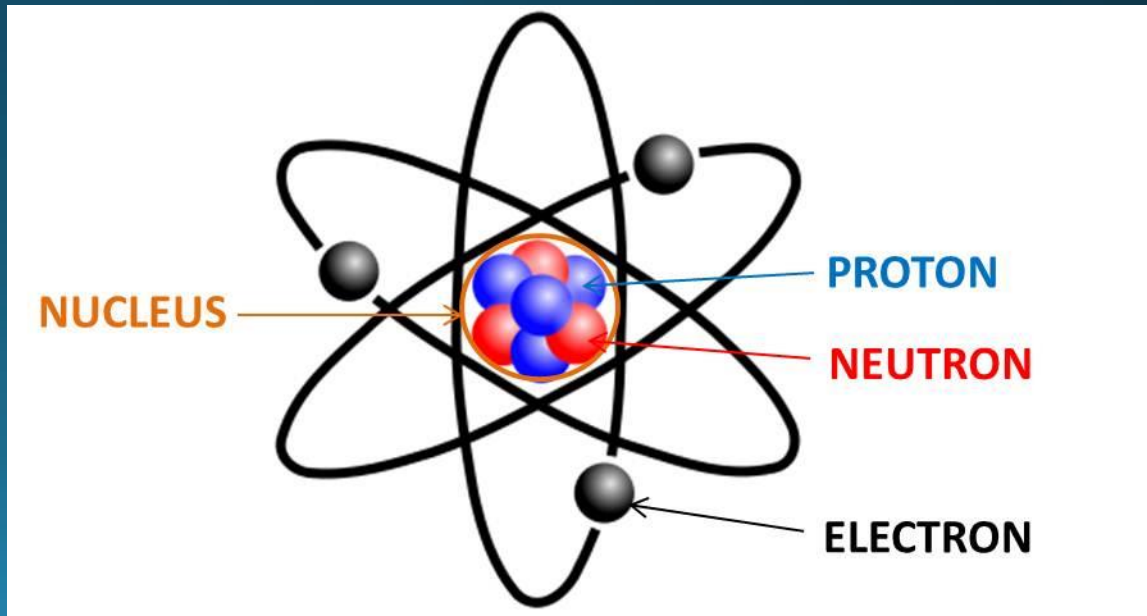
ATOM

Atoms are the basic units of matter and the defining structure of elements.

परमाणु पदार्थ की मूल इकाइयाँ और तत्वों की परिभाषित संरचना है।



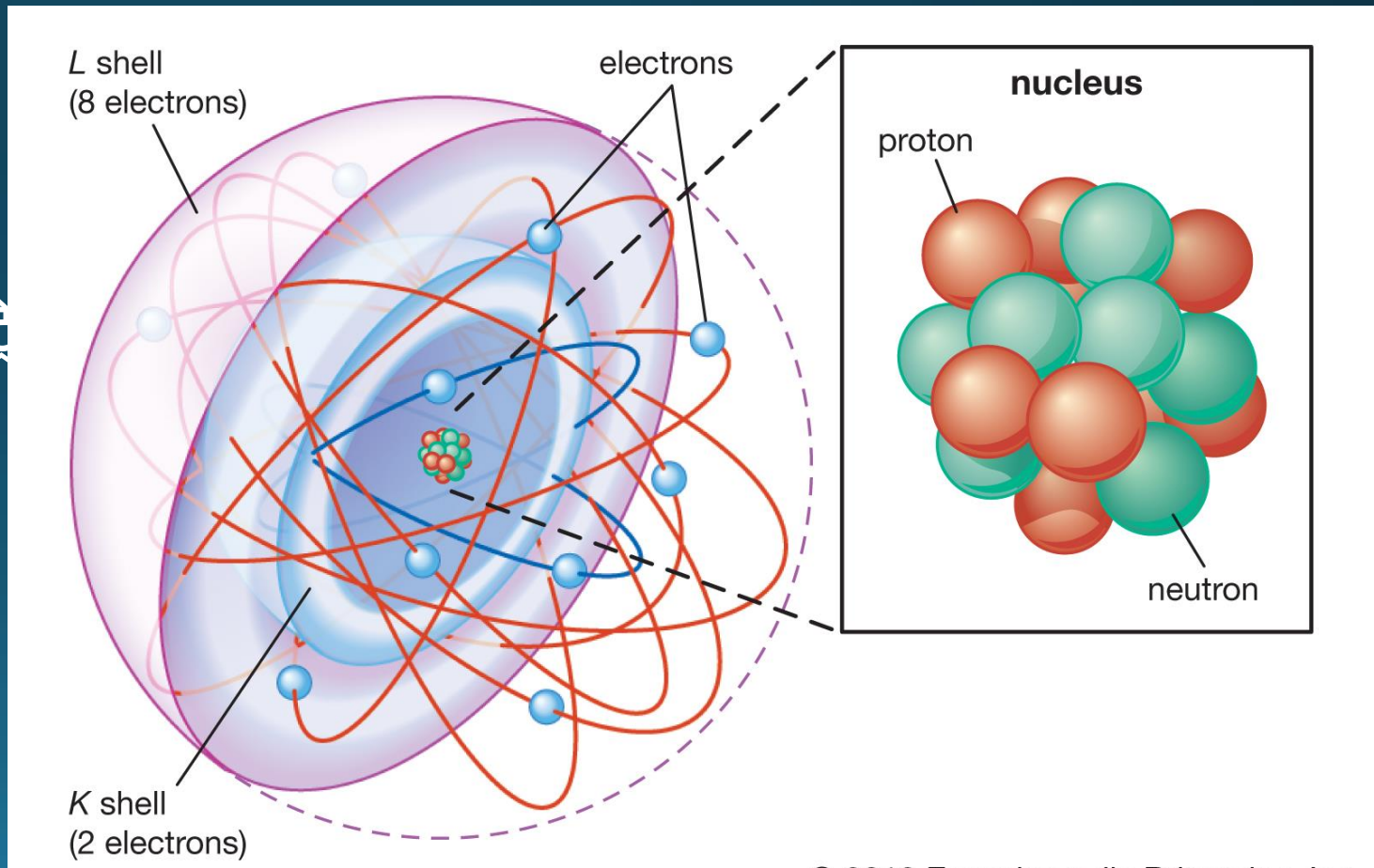




परमाणु की संरचना Structure of Atom

The atom consists of electrons, protons and neutrons permanently and temporary particles such as positrons, neutrinos, antinutrins and mesons.

परमाणु में इलेक्ट्रान, प्रोट्रान एवं न्यूट्रान स्थाई तथा पाजिट्रान, न्यूट्रि एन्टिन्यूट्रिनों तथा मेसान आदि अस्थाई कण होते हैं।



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

- **इलेक्ट्रान Electron:** इलेक्ट्रान की खोज **जे.जे. थॉमसन** ने की थी। इसकी इकाई

ऋणावेश होती है। ये परमाणु के नाभिक के चारों ओर अपनी निश्चित कक्षाओं में चक्कर काटते हैं।

e ⇒ charge ⇒ (-ve)

$1e^- = -1.6 \times 10^{-19}$ C.

$1e^-$ (द्रव्यमान mass) = 9.1×10^{-31} kg

• **प्रोट्रॉन Protron:** इसकी खोज **रदरफोर्ड** ने की थी। इस पर इलेक्ट्रान के आवेश के
बराबर धनावेश होता है। इसका आवेश 1.6 × 10^{-19} कूलॉम होता है। यह परमाणु के
नाभिक में न्यूट्रान के साथ पाया जाता है। ⇒ [Goldstien गोल्डस्टीन]

$1p^+ \Rightarrow$ आवेश = $+1.6 \times 10^{-19}$ C

$1p^+ \Rightarrow$ Mass (द्रव्यमान) = 1.64×10^{-27} kg

= 1.64×10^{-24} gm

- **न्यूट्रॉन Neutron:** इसकी खोज **चैडविक** ने की थी। वह विद्युत उदासीन कण है।

इसका भार प्रोटॉन के भार (1.6748×10^{-24}) के बराबर होता है। प्रोट्रॉन के साथ नाभिक

में न्यूट्रान स्थायी होता है परन्तु नाभिक के बाहर स्वतंत्र अवस्था में अस्थायी होता है।

$$m_n = 1.67 \times 10^{-27}\ kg$$

$$M_n > M_p > M_e$$

Nucleus

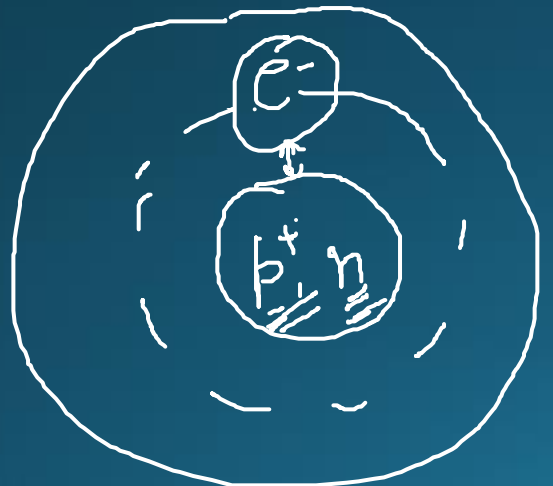
The entire positive charge and nearly the entire mass of atom is concentrated in a very small space called the nucleus of an atom.

सम्पूर्ण धनात्मक आवेश और लगभग सम्पूर्ण परमाणु का द्रव्यमान एक बहुत छोटे स्थान

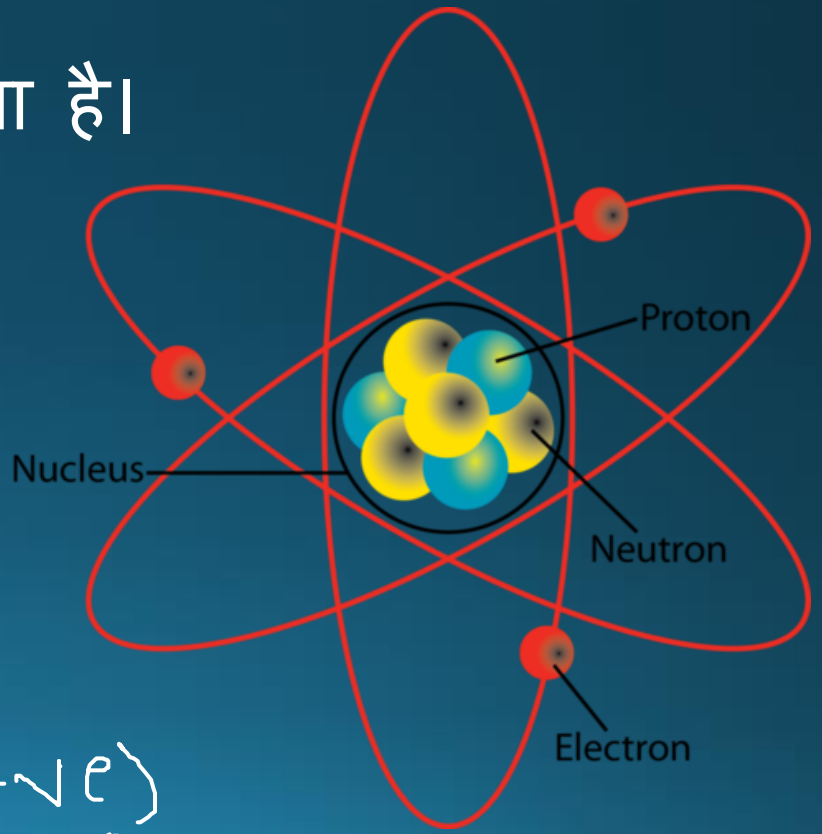
पर केंद्रित होता है जिसे परमाणु का नाभिक कहा जाता है।

The nucleus consists of protons and neutrons.
They are called nucleons. Atom Charge = 0 (zero)

$e^- = p^+$



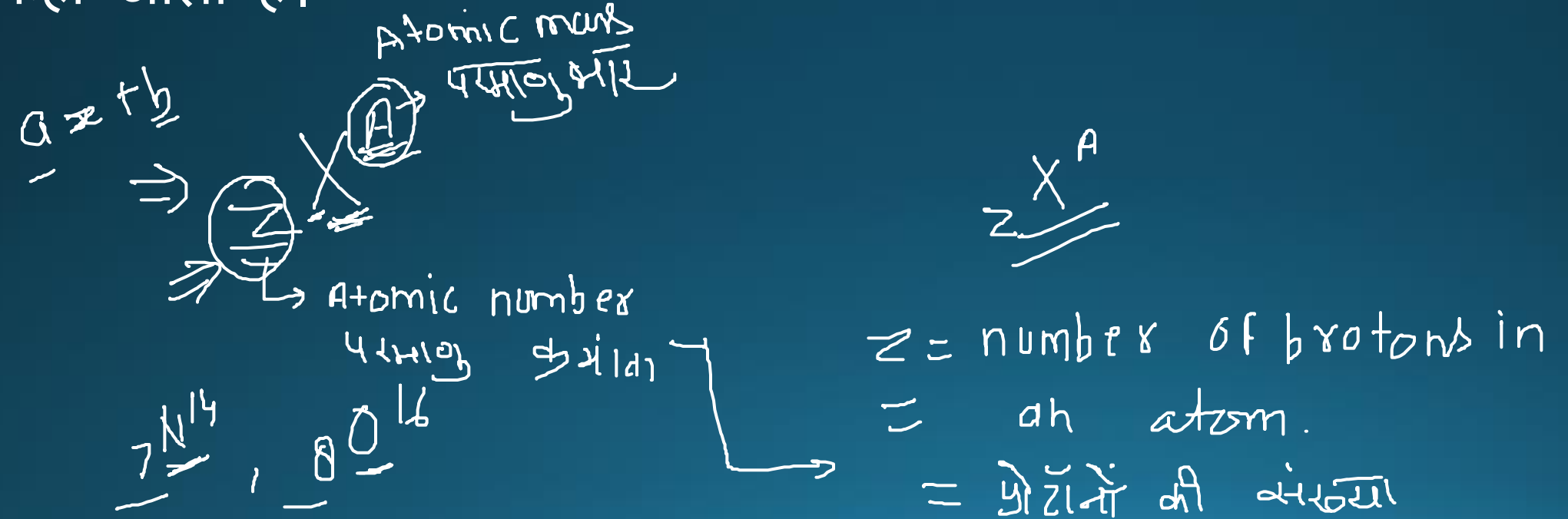
Nucleus (नाभिक) →
आवेश ⇒ (+ve)



Terms Related to Nucleus

(i) Atomic Number: The number of protons in the nucleus of an atom of the element is called atomic number (Z) of the element.

तत्व के परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन की संख्या को तत्व का परमाणु क्रमांक (Z) कहा जाता है।



(ii) Mass Number:

The total number of protons and neutrons present inside the nucleus of an atom of the element is called mass number (A) of the element.

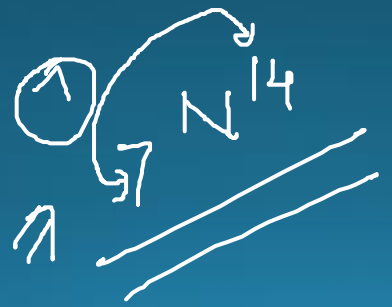
तत्व के एक परमाणु के नाभिक के अंदर मौजूद प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की कुल संख्या को तत्व का द्रव्यमान संख्या (A) कहा जाता है।

A - Z

A = No. of protons + no. of neutrons

A = प्रोटॉन संख्या + न्यूट्रॉन संख्या

* no. of neutrons = A - Z



(iii) Atomic Mass Unit (AMU → amu)

It is defined as 1 / 12th the mass of carbon nucleus.

It is abbreviated as amu and often denoted by u.

Thus $1\ amu = \frac{1}{12}\ C$

1 amu = 1.992678 * 10-26 / 12 kg

= 1.6 * 10-27 kg = 931 Me V

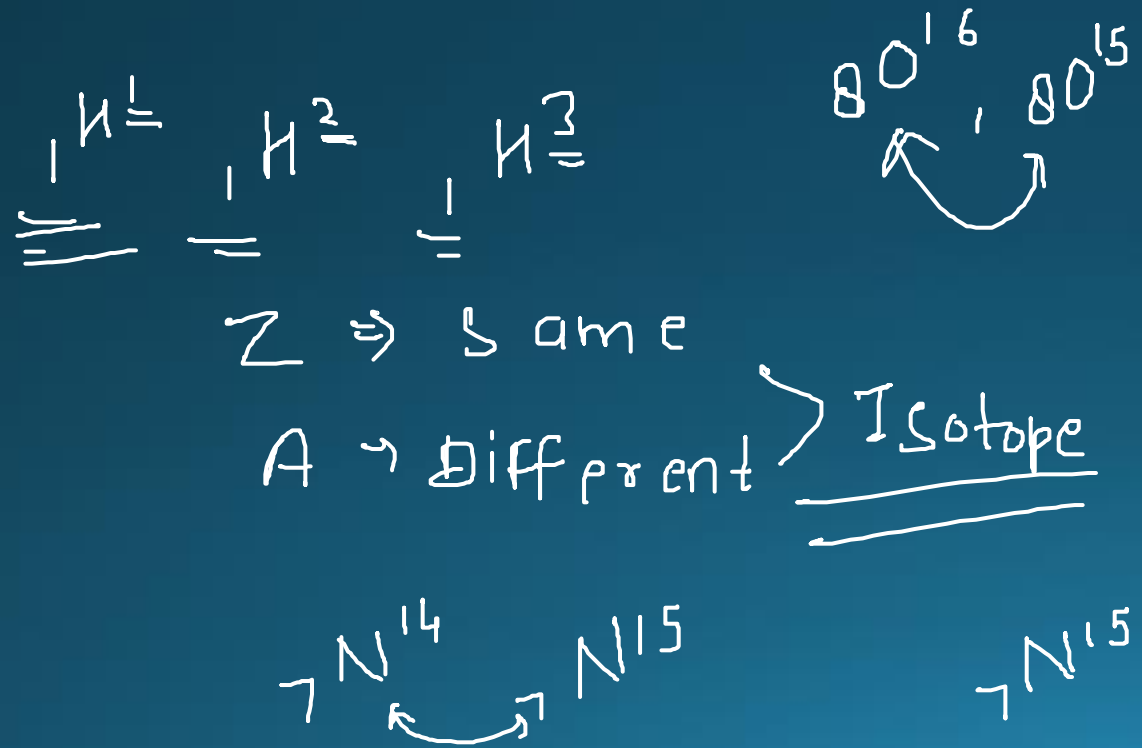
$1\ amu = 931\ MeV$

Isotopes (समस्थानिक)

The atoms of an element having same atomic number but different mass numbers. are called isotopes.

एक तत्व के परमाणु समान परमाणु संख्या लेकिन विभिन्न द्रव्यमान संख्याएँ होते हैं। आइसोटोप कहलाते हैं।

e.g., 1H1, 1H2, 1H3 are isotopes of hydrogen.

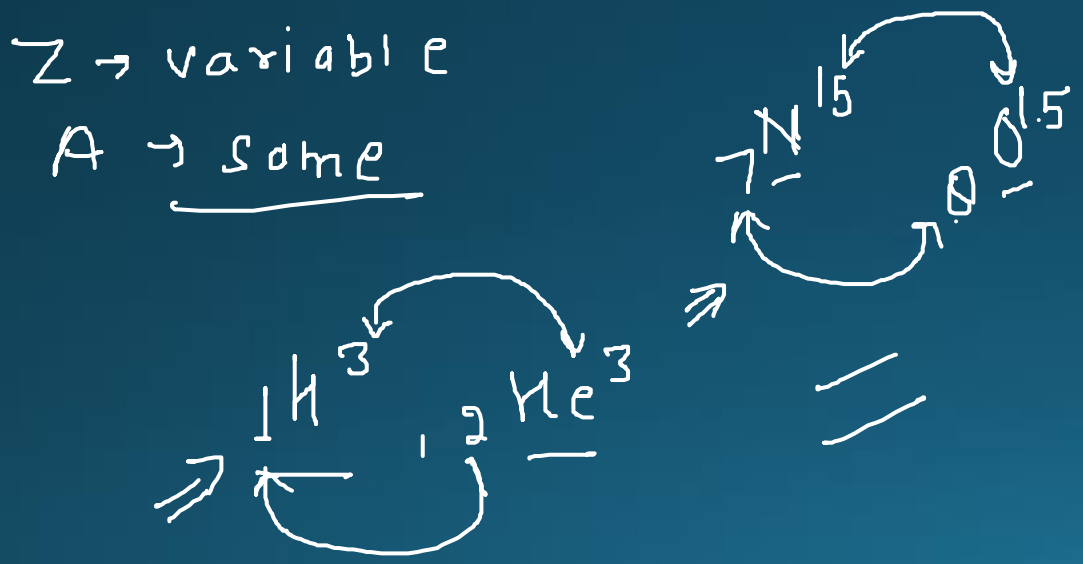


Isobars (समभारिक) ✓

The atoms of different elements having same mass numbers but different atomic numbers, are called isobars.

विभिन्न तत्वों के परमाणुओं में समान द्रव्यमान संख्या लेकिन विभिन्न परमाणु संख्याएँ होती हैं, जिन्हें आइसोबार कहा जाता है।

e.g., 1H3, 2He3 and 10Na22, 10Ne22 are isobars.



Isotones (समन्यूट्रॉनिक)

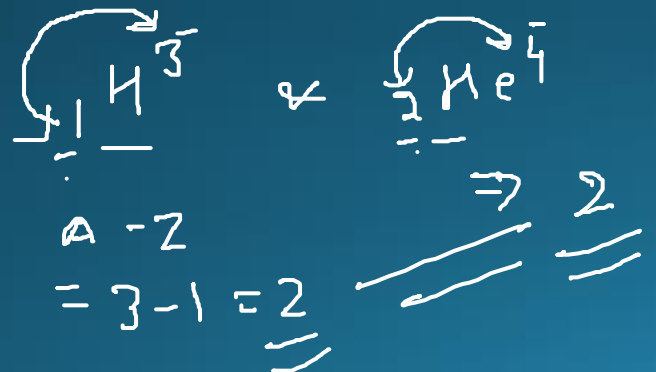
The atoms of different elements having different atomic numbers and different mass numbers but having same number of neutrons, are called isotones.

अलग-अलग तत्वों के परमाणुओं में अलग-अलग परमाणु संख्याएँ और अलग-अलग

द्रव्यमान संख्याएँ होती हैं लेकिन समान संख्या में न्यूट्रॉन होते हैं, जिन्हें आइसोटोन कहा

जाता है।

e.g., $_{1}H^{3}$, $_{2}He^{4}$ and $_{6}C^{14}$, $_{8}O^{16}$ are isotones.



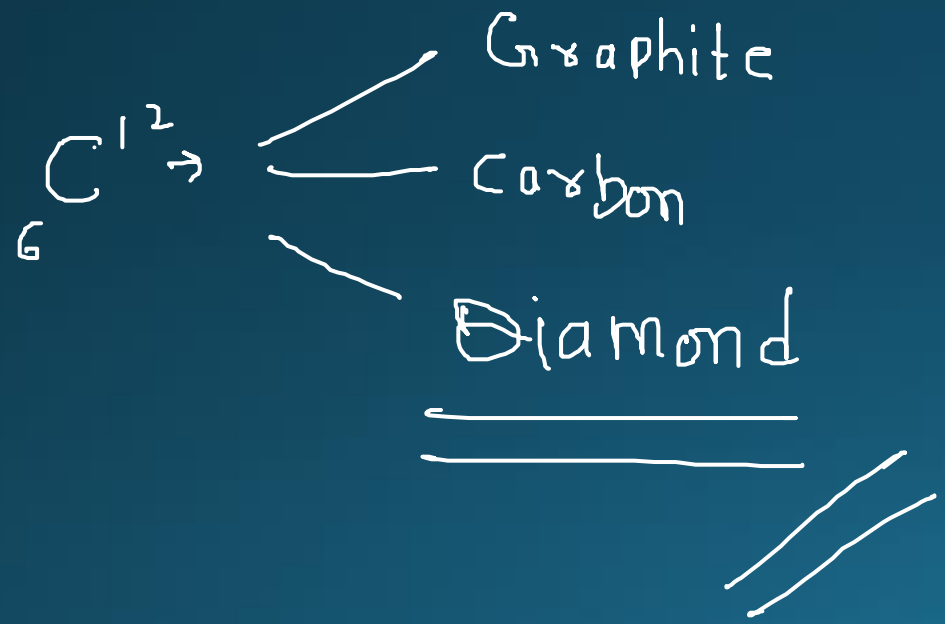
Isomers

$Z_1 = Z_2$ $A_1 = A_2$

Atoms having the same mass number and the same atomic number but different radioactive properties are called isomers, समान द्रव्यमान संख्या और समान परमाणु

${}_{Z}X^{A}$ ${}_{Z}Y^{A}$

संख्या वाले लेकिन विभिन्न रेडियोधर्मी गुणों वाले परमाणुओं को आइसोमर्स कहा जाता है,



- # Nuclear Force

The force acting inside the nucleus or acting between nucleons is called nuclear force.

- Nuclear forces are the strongest forces in nature.
- It is a very short range attractive force.
- It is non-central. non-conservative force.
- It is neither gravitational nor electrostatic force.
- It is independent of charge.
- It is 100 times that of electrostatic force and 1038 times that of gravitational force.

- नाभिक के अंदर कार्य करने वाले या नाभिक के बीच कार्य करने वाले बल को नाभिकीय बल कहा जाता है।
- परमाणु बल प्रकृति की सबसे मजबूत ताकतें हैं।
- यह बहुत ही कम रेंज की आकर्षक ताकत है।
- यह गैर-केंद्रीय है। गैर - संरक्षी बल।
- यह न तो गुरुत्वाकर्षण और न ही इलेक्ट्रोस्टैटिक बल है।
- यह स्वतंत्र है।
- यह इलेक्ट्रोस्टैटिक बल का 100 गुना और गुरुत्वाकर्षण बल का 10^38 गुना है।

- **Nuclear Binding Energy**
- The minimum energy required to separate the nucleons up to an infinite distance from the nucleus, is called nuclear binding energy.

नाभिक से अनंत दूरी तक के नाभिक को अलग करने के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा को नाभिकीय बंधन ऊर्जा कहा जाता है।

- Binding energy, $E_b = [Zm_p + (A - Z) m_n - m_N]c^2$

Packing Fraction (P)

p = (Exact nuclear mass) – (Mass number) / Mass number

= M – A / M

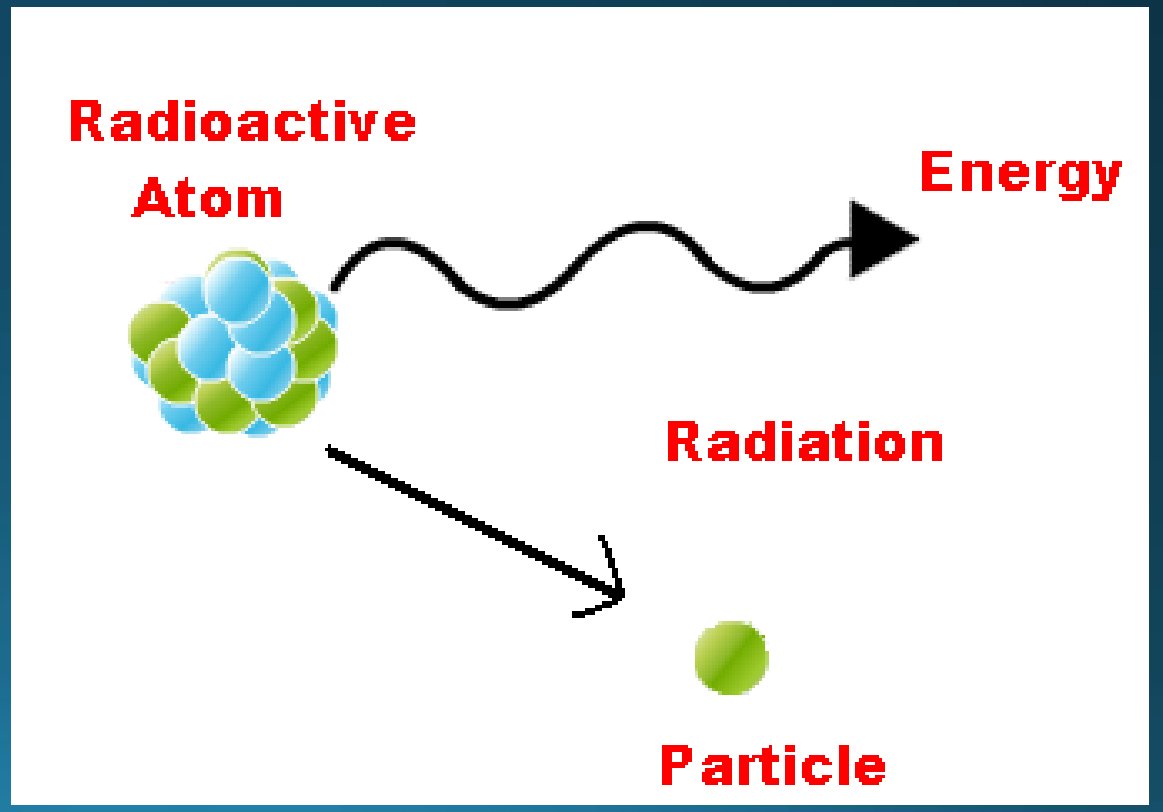
The larger the value of packing friction. greater is the stability of the nucleus.

[The nuclei containing even number of protons and even number of neutrons are **most stable.**

The nuclei containing odd number of protons and odd number of neutrons are **most unstable.]**

- **Radioactivity**

- The phenomena of disintegration of heavy elements into comparatively lighter elements by the emission of radiations is called radioactivity. This phenomena was discovered by Henry Becquerel in 1896.



Radiations Emitted by a Radioactive Element

Three types of radiations emitted by radioactive elements

(i) α-rays

(ii) β-rays

(iii) γ – rays

α-rays consists of α-particles, which are doubly ionised helium ion. (+ve) $_2He^{4++}$

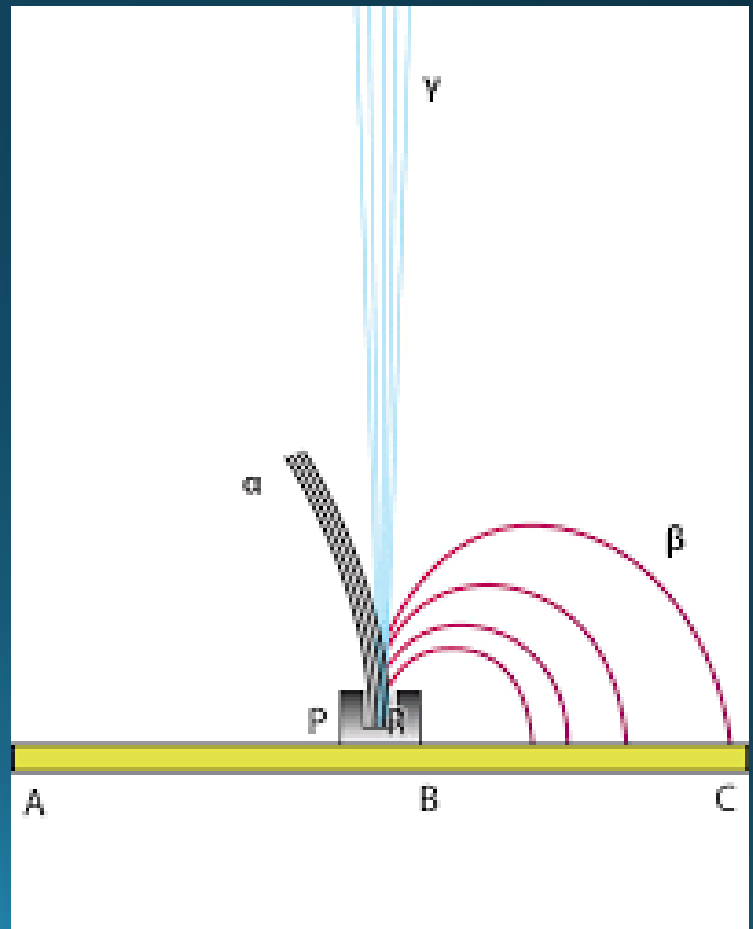
β-rays are consist of fast moving electrons. (-ve)

γ – rays are electromagnetic rays. वैद्युत चुम्बकीय (No charge)

ALPHA , BETA & GAMMA

There exist three major types of radiations emitted by the radioactive particles namely:

- Alpha
- Beta
- Gamma



Alpha Rays

- Alpha rays are the positively charged particles.
- Alpha-particle is highly active and energetic helium atom that contains two neutrons and protons.
- These particles have the minimum penetration power and highest ionization power.
- They can cause serious damage if get into the body due to their high ionization power.
- They are capable of ionizing numerous atoms by a short distance.

- अल्फा किरणें सकारात्मक रूप से चार्ज होने वाले कण हैं।
- अल्फा-कण अत्यधिक सक्रिय और ऊर्जावान हीलियम परमाणु है जिसमें दो न्यूट्रॉन और प्रोटॉन होते हैं।
- इन कणों में न्यूनतम प्रवेश शक्ति और उच्चतम आयनीकरण शक्ति होती है।
- उनकी उच्च आयनीकरण शक्ति के कारण शरीर में पहुंचने पर वे गंभीर नुकसान पहुंचा सकते हैं।
- वे कम दूरी तक कई परमाणुओं को आयनित करने में सक्षम हैं।

- The speed of alpha particles is of the order of 107 m/s.

Alpha particles strongly ionises the gas through which it passes.

Alpha particles rapidly loses its energy as it moves through a medium and therefore its penetrating power is quite small.

Alpha particles are positively charged.

Alpha particles affect a photographic plate.

Alpha particles cause fluorescence on striking a fluorescent material.

- अल्फा कणों की गति 107 मीटर / सेकंड के क्रम की है।
- अल्फा कण उस गैस को दृढ़ता से आयनित करते हैं जिससे वह गुजरता है।
- अल्फा कण तेजी से अपनी ऊर्जा खो देता है क्योंकि यह एक माध्यम से चलता है और इसलिए इसकी मर्मज्ञ शक्ति काफी छोटी है।
- अल्फा कणों को सकारात्मक रूप से चार्ज किया जाता है।
- अल्फा कण एक फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करते हैं।
- अल्फा कण एक फ्लोरोसेंट सामग्री को हड़पने पर प्रतिदीप्ति का कारण बनते हैं।

Beta Rays

- Beta particles are extremely energetic electrons that are liberated from the inner nucleus.
- They bear negligible mass and carry the negative charge.
- A neutron in the nucleus splits into a proton and an electron on the emission of a beta particle.
- Beta particles have a higher penetration power when compared to alpha particles and can travel through the skin with ease.
- Beta particles can be dangerous and any contact with the body must be avoided, though their ionization power is low.

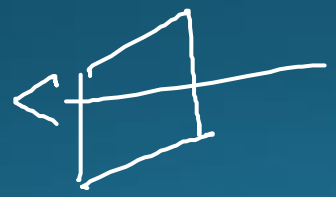
- बीटा कण अत्यंत ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन हैं जो आंतरिक नाभिक से मुक्त होते हैं।
- वे नगण्य द्रव्यमान को वहन करते हैं और ऋणात्मक आवेश को वहन करते हैं।
- नाभिक में एक न्यूट्रॉन एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन में एक बीटा कण के उत्सर्जन पर विभाजित होता है।
- अल्फा कणों की तुलना में बीटा कणों में एक उच्च प्रवेश शक्ति होती है और आसानी से त्वचा के माध्यम से यात्रा कर सकते हैं।
- बीटा कण खतरनाक हो सकते हैं और शरीर के किसी भी संपर्क से बचा जाना चाहिए, हालांकि उनकी आयनीकरण शक्ति कम है।

- 1. Beta particles are the fast moving electrons emitted from the nucleus of an atom.
- 2. Although beta-particle and the cathode rays both are the fast moving electrons, but they differ in their origin. Beta-particles are given out from the nucleus of the atom while cathode rays are given out from its orbital electrons.
- 3. The speed of Beta particles is of the order of 108 m/s.
- 4. Beta particles ionise the gas through which they pass.
- 5. Penetrating power of Beta-particles is more than that of alpha particles.
6. Beta particles affect a photographic plate.

- 1. बीटा कण एक परमाणु के नाभिक से निकलने वाले तेज गति वाले इलेक्ट्रॉन होते हैं।
- 2. यद्यपि बीटा-कण और कैथोड किरणें दोनों तेजी से बढ़ने वाले इलेक्ट्रॉन हैं, लेकिन वे अपने मूल में भिन्न हैं। परमाणु के नाभिक से बीटा-कण निकलते हैं जबकि कैथोड किरणें उसके कक्षीय इलेक्ट्रॉनों से दी जाती हैं।
- 3. बीटा कणों की गति 108 m/s के क्रम की है।
- 4. बीटा कण उस गैस को आयनित करते हैं जिससे वे गुजरते हैं।
- 5. बीटा-कणों की पेनेट्रेटिंग शक्ति अल्फा कणों की तुलना में अधिक है।
- 6. बीटा कण एक फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करते हैं।

Gamma Rays (γ → EM)

- The waves arising from the high-frequency end of the electromagnetic spectrum that has no mass are known as gamma rays.
- They hold the highest power of penetration. γ > β > α
- They are the most penetrating but least ionizing and very difficult to resist them from entering the body. IP ⇒ α > β > γ
- The Gamma rays carry a large amount of energy and can also travel via thick concrete and thin lead.

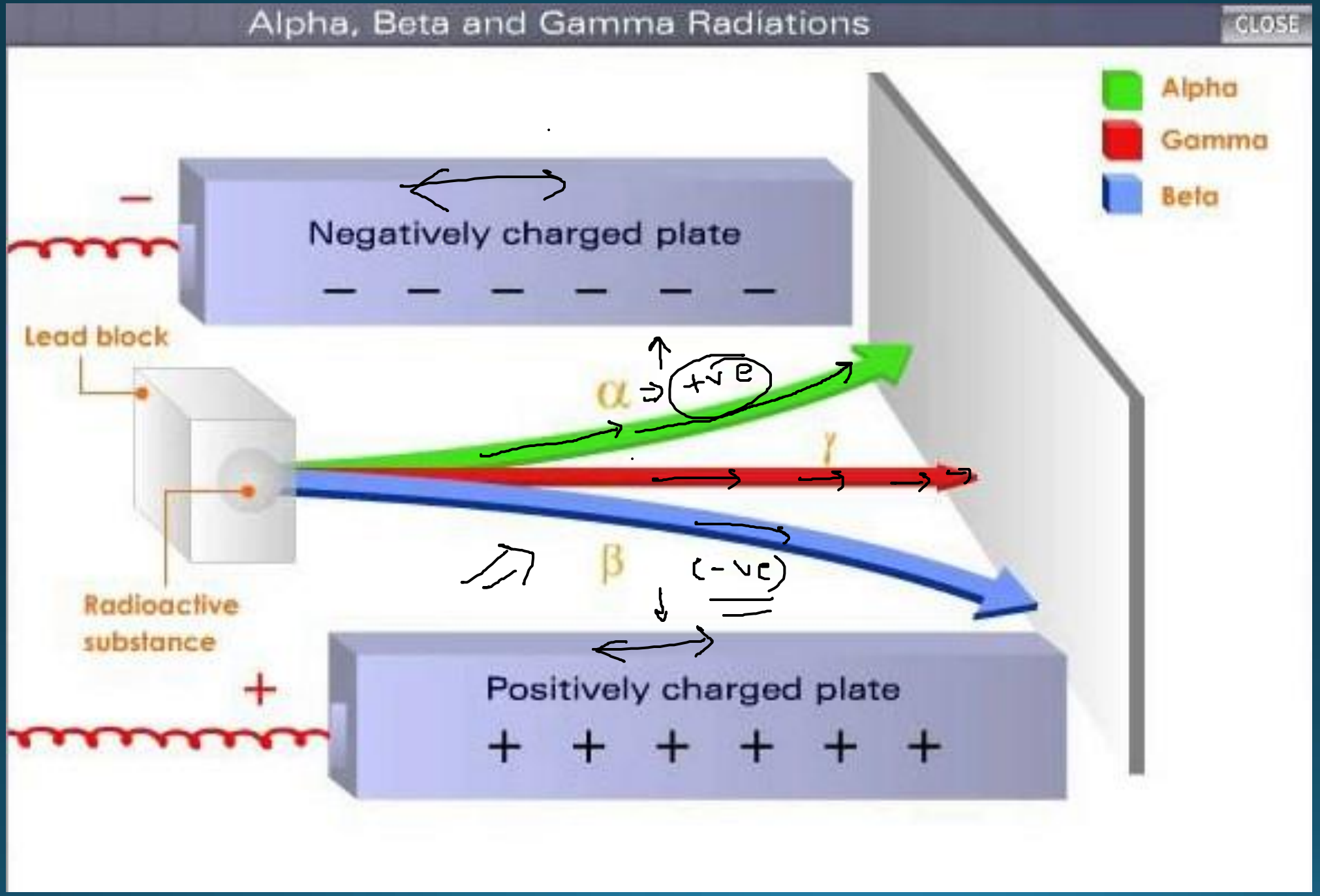


$c = 3 \times 10^8 \, m/s$

- विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के उच्च आवृत्ति वाले छोर से उत्पन्न होने वाली तरंगों को कोई द्रव्यमान नहीं है जिसे गामा किरणों के रूप में जाना जाता है।
- वे पैठ की सर्वोच्च शक्ति रखते हैं।
- वे सबसे अधिक मर्मज्ञ हैं, लेकिन कम से कम आयनीकरण और उन्हें शरीर में प्रवेश करने से रोकने के लिए बहुत मुश्किल है।
- गामा किरणें बड़ी मात्रा में ऊर्जा ले जाती हैं और मोटी कंक्रीट और पतली सीसे के माध्यम से भी यात्रा कर सकती हैं।

- 1. Gamma radiations are the electromagnetic waves like X-rays and light, but they differ from X-rays and light in wavelength.
- 2. The speed of Gamma-radiations is the same as the speed of light.
- 3. The ionising power of Gamma-radiations is very low.
- 4. Gamma radiations affect a photographic plate.
- 5. Gamma radiations cause fluorescence when they strike a fluorescent material.

- 1. गामा विकिरण एक्स-रे और प्रकाश की तरह विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं, लेकिन वे एक्स-रे और तरंगदैर्ध्य में प्रकाश से भिन्न होते हैं।
- 2. गामा-विकिरणों की गति प्रकाश की गति के समान है।
- 3. गामा-विकिरणों की आयनीकरण शक्ति बहुत कम है।
- 4. गामा विकिरण एक फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करते हैं।
- 5. गामा विकिरण विकिरण का कारण बनते हैं जब वे एक फ्लोरोसेंट सामग्री से टकराते हैं।



Alpha, Beta and Gamma Radiations
CLOSE
Alpha
Gamma
Beta
Negatively charged plate
Lead block
α
+ve
γ
β
(-ve)
Radioactive substance
Positively charged plate

- **Nuclear Fission** (नाभिकीय विखण्डन)

The process of the splitting of a heavy nucleus into two or more lighter nuclei is called nuclear fission.

- When a slow moving neutron strikes with a uranium nucleus (92U235), it splits into 56Ba141 and 36Kr92 along with three neutrons and a lot of energy.

controlled ② uncontroled

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\,{}_{0}n^{1} + \text{energy}$$

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\,{}_{0}n^{1} + E$$

(i) **Fuel :** Fissionable materials like $_{92}U^{235}$, $_{92}U^{238}$, $_{94}U^{239}$ are used as fuel.

(ii) **Moderator :** Heavy water, graphite and beryllium oxide are used to slower down fast moving neutrons.

(iii) **Coolant :** The cold water, liquid oxygen, etc. are used to remove heat generated in the fission process.

(iv) **Control rods :** Cadmium or boron rods are good absorber of neutrons and therefore used to control the fission reaction.

Atom bomb working is based on uncontrolled chain reaction.

Nuclear Fusion

- The process of combining of two lighter nuclei to form one heavy nucleus, is called nuclear fusion.
- Three deuteron nuclei (1H2) fuse, 21.6 MeV is energy released and nucleus of helium (2He4) is formed.

$$ {}_1H^2 + {}_1H^2 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1 + {}_0n^1 + 21.6\,MeV $$

Classification of solids on the basis of conductivity

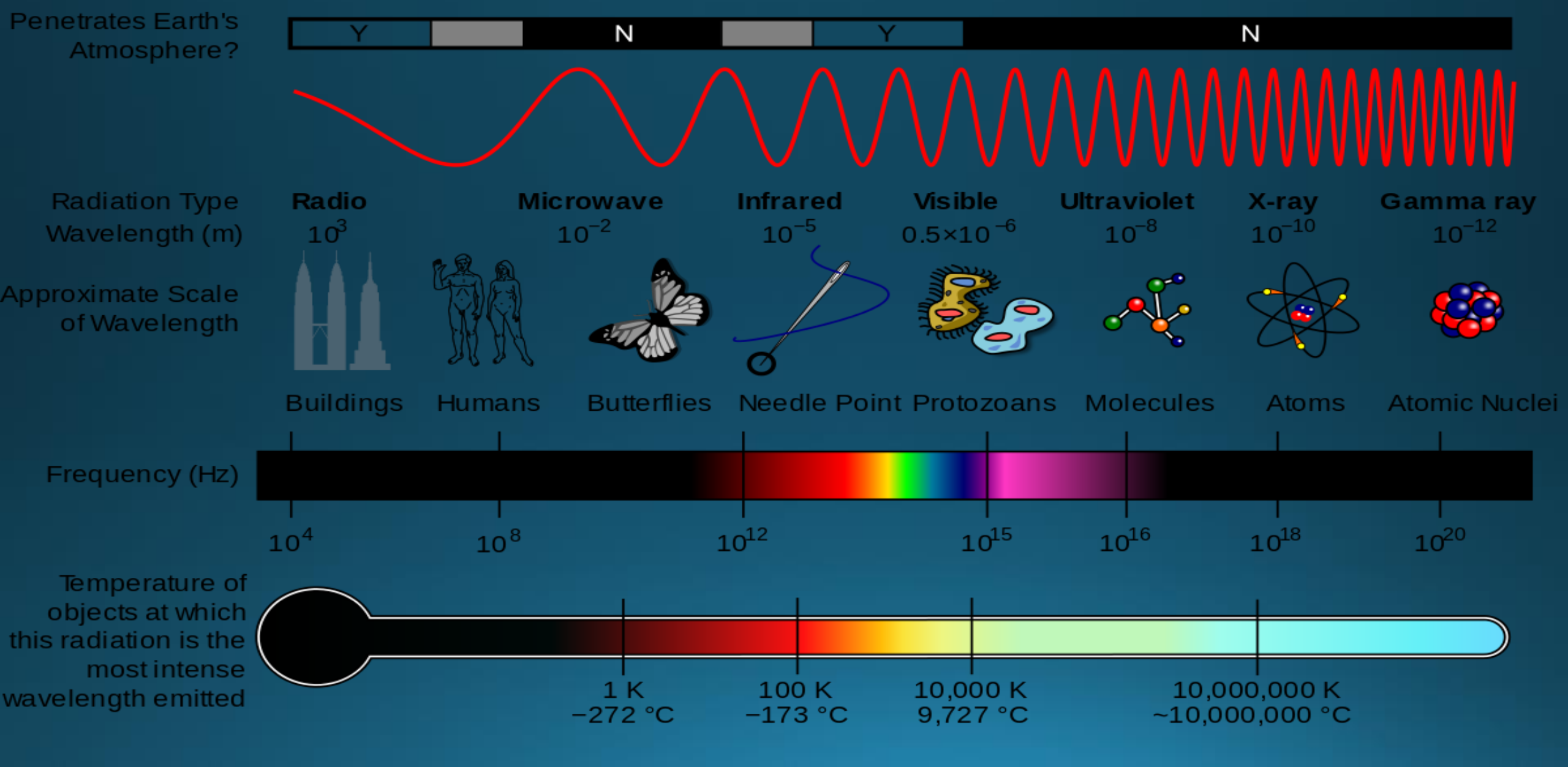
(i) **Conductor** Conductors are those substances through which electricity can pass easily, e.g., all metals are conductors.

(ii) **Insulator** Insulators are those substances through which electricity cannot pass, e.g., wood, rubber, mica etc.

(iii) **Semiconductor** Semiconductors are those substances whose conductivity lies between conductors and insulators. e.g., germanium, silicon, carbon etc.

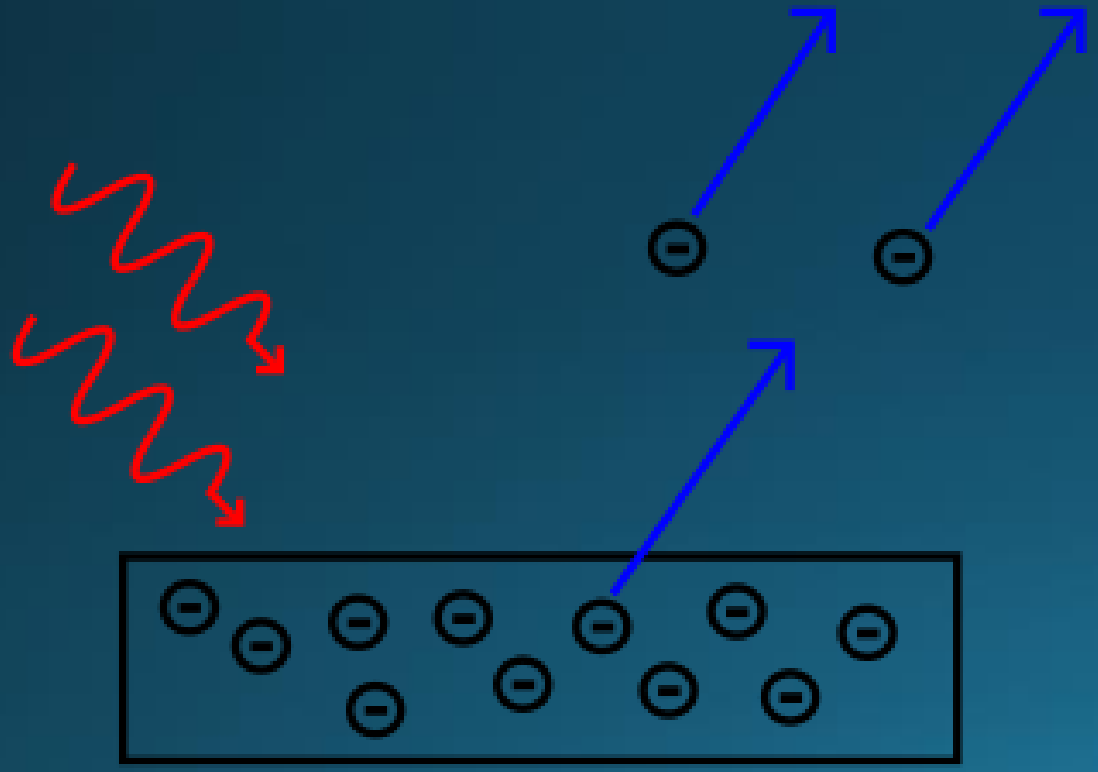
SEMICONDUCTOR (अर्धचालक)

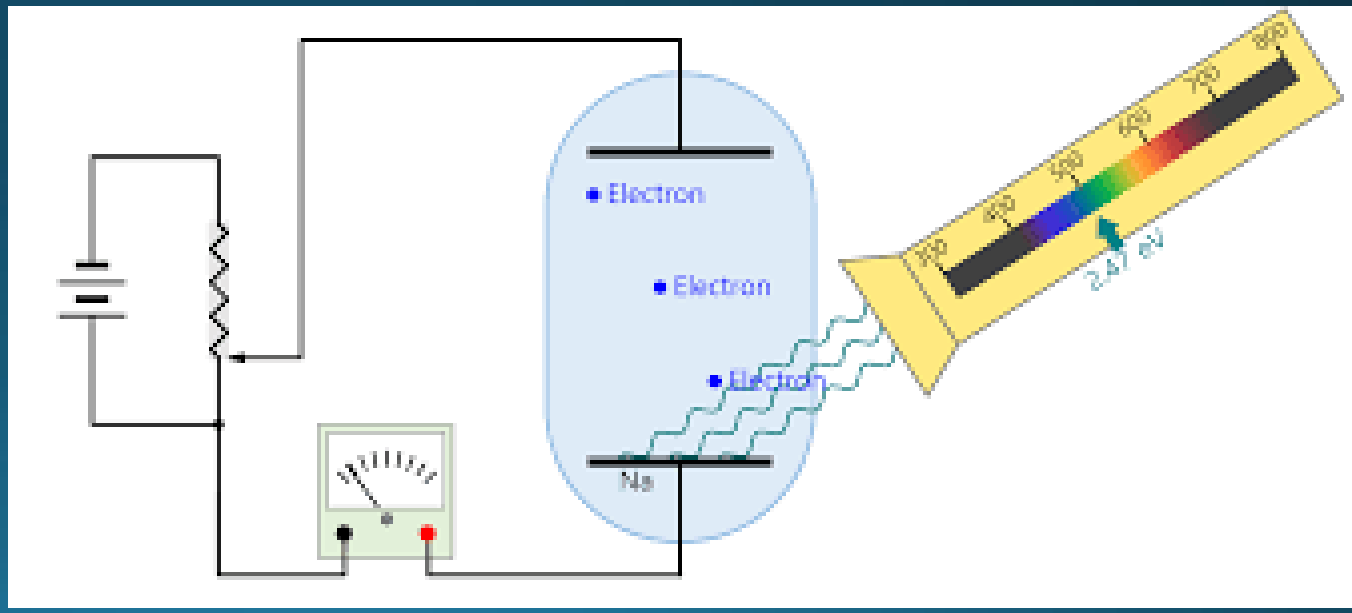
ELECTROMAGNETIC RADIATION



Photoelectric Effect

- The phenomena of emission of electrons from a metal surface, when radiations of suitable frequency is incident on it, is called photoelectric effect.





- # Terms Related to Photoelectric Effect

- (i) **Work Function**(ϕ) The minimum amount of energy required to eject one electron from a metal surface, is called its work function.

- (ii) **Threshold Frequency** (ν_o) The minimum frequency of light which can eject photo electron from a metal surface is called threshold frequency of that metal.

- (iii) **Threshold Wavelength** (λ_{max}) The maximum wavelength rJ light which can eject photo electron from a metal surface is called threshold wavelength of that metal.

- Relation between work function, threshold frequency and threshold wavelength $\phi = h\nu_o = hc / \lambda_{max}$

Einstein's Photoelectric Equation

The maximum kinetic energy of photoelectrons

$(Ek)max = hv - \phi = h(v - vo)$

where v is frequency of incident light and vo is threshold frequency.

- # Davisson-Germer Experiment

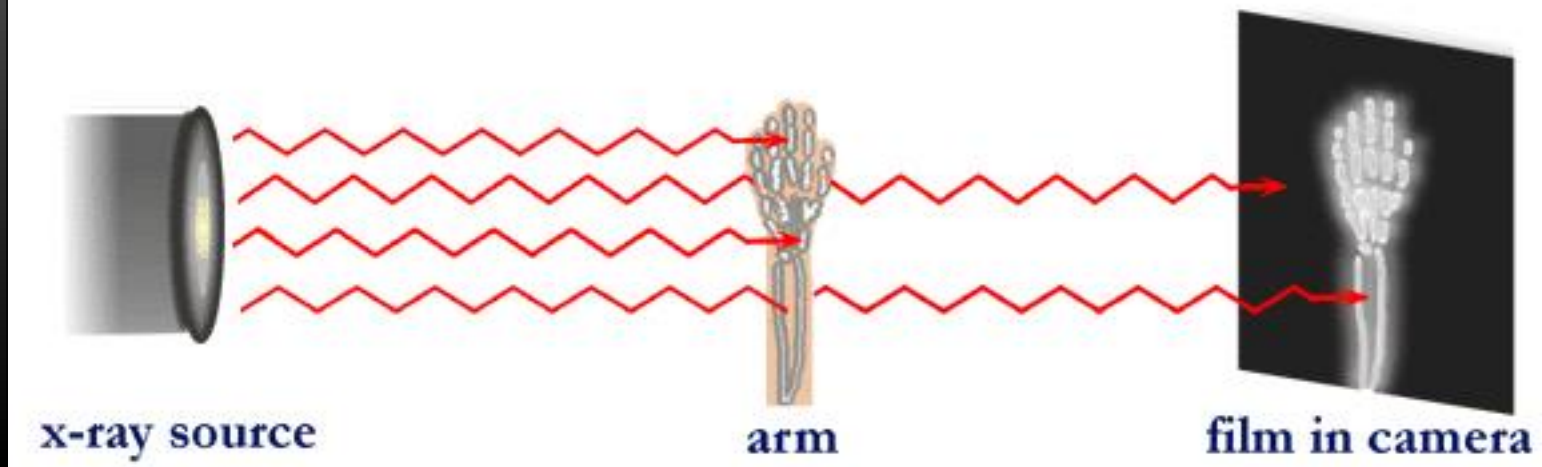
- The wave nature of the material particles as predicted by de-Broglie was confirmed by Davisson and Germer (1927) in united states and by GP Thomson (1928) in scotland.

- This experiment verified the wave nature of electron using Ni crystal.

X-rays

When cathode rays strike on a heavy metal of high melting point. then a very small fraction of its energy converts in to a new type of waves, called X-rays.

जब कैथोड किरणें उच्च गलनांक की भारी धातु पर प्रहार करती हैं। तब इसकी ऊर्जा का एक बहुत छोटा अंश एक नई प्रकार की तरंगों में परिवर्तित हो जाता है, जिसे एक्स-रे कहा जाता है।



Properties of X-rays

(i) X-rays are electromagnetic waves of wavelengths ranging from 0.1 A to 100 A and frequencies ranging from 1016 Hz to 1018 Hz.

(ii) Soft X-rays have greater wavelength and lower frequency.

(iii) Hard X-rays have lower wavelength and higher frequency.

(iv) X-rays are produced by coolidge tube.

(v) Molybdenum and tungsten provide suitable targets. These elements have large atomic number and high melting point for the purpose.

- **एक्स-रे के गुण**
- (i) एक्स-रे तरंगदैर्ध्य की विद्युत चुंबकीय तरंगें 0.1 ए से 100 ए तक और आवृत्तियों 1016 हर्ट्ज से 1018 हर्ट्ज तक होती हैं।
- (ii) नरम एक्स-रे में अधिक तरंग दैर्ध्य और कम आवृत्ति होती है।
- (iii) हार्ड एक्स-रे में कम तरंग दैर्ध्य और उच्च आवृत्ति होती है।
- (iv) एक्स-रे कूलिज ट्यूब द्वारा निर्मित होते हैं।
- (v) मोलिब्डेनम और टंगस्टन उपयुक्त लक्ष्य प्रदान करते हैं। इन तत्वों के उद्देश्य के लिए बड़े परमाणु संख्या और उच्च पिघलने बिंदु हैं।

(vi) The intensity of X – rays depends on the heating voltage or filament current.

(vii) The kinetic energy of X-ray photons depends upon the voltage applied across the ends of coolidge tube.

(viii) Energy of X-ray photon is given by $E = h\nu = hc / \lambda$

(ix) If total energy of fast moving electron transfer to X-ray photon, then its energy, $eV = h\nu = hc / \lambda$

(x) Wavelength of emitted X-rays is given by $\lambda = hc / eV$

where, h = Planck's constant, c = speed of light, e = electronic charge and

V = potential difference applied across the ends of the tube.

- (vi) X - किरणों की तीव्रता हीटिंग वोल्टेज या फिलामेंट करंट पर निर्भर करती है।
- (vii) एक्स-रे फोटोन की गतिज ऊर्जा कूलिज ट्यूब के सिरों पर लगाए गए वोल्टेज पर निर्भर करती है।
- (viii) एक्स-रे फोटॉन की ऊर्जा $E = hv = hc / \lambda$ द्वारा दी जाती है
- (ix) यदि एक्स-रे फोटॉन में तेजी से बढ़ने वाले इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण की कुल ऊर्जा, तो उसकी ऊर्जा, $eV = hv = hc / \lambda$
- (x) उत्सर्जित एक्स-रे की तरंग दैर्ध्य $\lambda = hc / eV$ द्वारा दी जाती है
-
- जहाँ, h = प्लैंक का स्थिर, c = प्रकाश की गति, e = इलेक्ट्रॉनिक आवेश और
- V = संभावित अंतर ट्यूब के सिरों पर लागू होता है।

X-Rays Uses

- **Medical Use:** They are used for medical purposes to detect the breakage in human bones.
- **Security:** They are used as a scanner to scan the luggage of passengers in airports, rail terminals, and other places.
- **Astronomy:** It is emitted by celestial objects and are studied to understand the environment.
- **Industrial Purpose:** It is widely used to detect the defects in the welds.
- **Restoration:** They are used to restoring old paintings.

www.Youtube.com/safaltaclass

www.Facebook.com/safaltaclass

www.Instagram.com/safaltaclass

Google Play Store

SAFALTACLASS