Riyasat IAS Mentorship

Secure Prelims Program 2026

English - हिंदी माध्यम

AN INITIATIVE UNDER RIYASAT IAS MENTORSHIP

Shaping Potential Into Performance

Riyasat Ali Sir

IAS Mentor Since 2011

INTENSIVE & INTEGRATED

Prelims GS & CSAT PROGRAM

to Crack CSE 2026

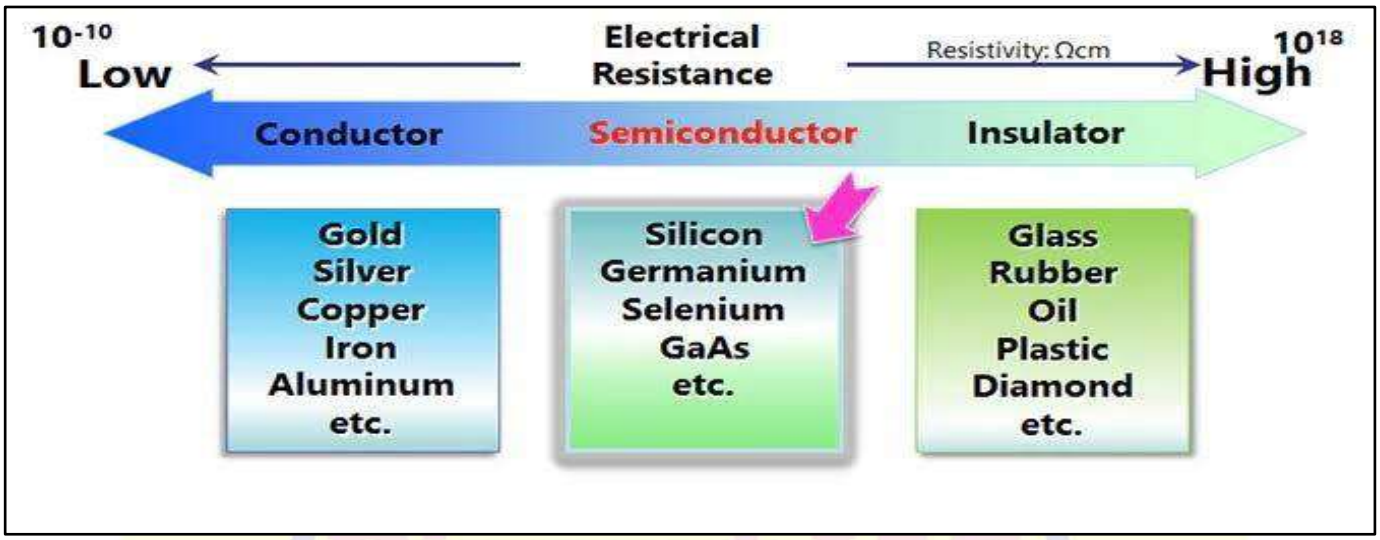
विज्ञान और प्रौद्योगिकी डेमो नोट्स -हिंदी मीडियम

More Information: 8090528260, 9319612575, 9266989092

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी

अर्धचालक (Semiconductors):

- **अर्धचालक** वह पदार्थ होता है जिसकी **विद्युत चालकता चालक (जैसे तांबा)** और **रोधक (जैसे काँच)** के बीच होती है।
- इसकी **परमाणिवक** और **जाली संरचना** यह निर्धारित करती है कि यह **धातु, रोधक** या **अर्धचालक** की तरह व्यवहार करेगा।



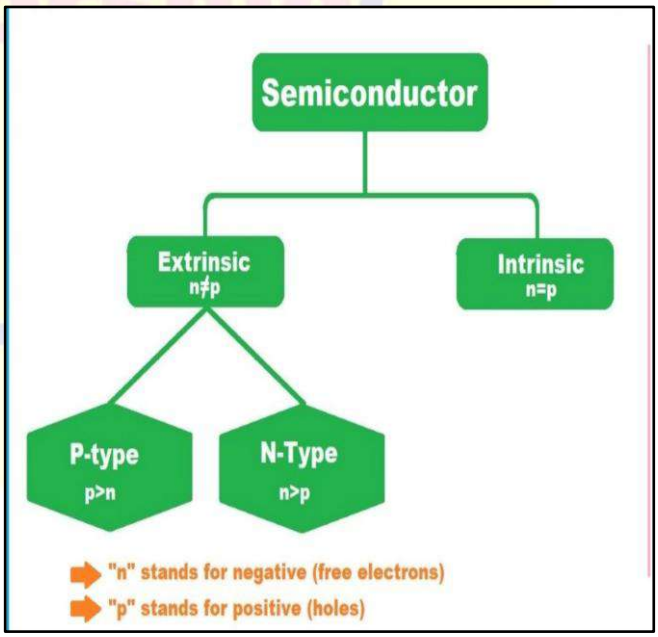
सामग्री के आधार पर अर्धचालकों का वर्गीकरण

(a) तत्त्वीय अर्धचालक **(Elemental Semiconductors):**

1. सिलिकॉन **(Si)**
2. जर्मेनियम **(Ge)**

(b) यौगिक अर्धचालक **(Compound Semiconductors):**

- अकार्बनिक यौगिक **(Inorganic Compounds):** गैलियम आर्सेनाइड **(GaAs)**, कैडमियम सल्फाइड **(CdS)**, कैडमियम सेलेनाइड **(CdSe)**, इंडियम फॉस्फाइड **(InP)**



- **कार्बनिक यौगिक (Organic Compounds):** एंथ्रासीन (**Anthracene**), डोप्ड फ़्थालोसाइनिन्स (**Doped Phthalocyanines**)
- **कार्बनिक बहुलक (Organic Polymers):** पॉलीपाइरोल (**Polypyrrole**), पॉलीएनिलिन (**Polyaniline**), पॉलीथायोफीन (**Polythiophene**)

(c) आधुनिक उपयोग (Modern Applications):

- आज अधिकांश **अर्धचालक उपकरण Si, Ge,** और **अकार्बनिक यौगिकों का उपयोग करते हैं।**
- **1990 के बाद, कार्बनिक और बहुलक-आधारित अर्धचालक उभरे हैं (जैसे OLEDs, लचीली इलेक्ट्रॉनिक्स, सौर कोशिकाएँ** में उपयोग)।

शुद्धता के आधार पर अर्धचालकों का वर्गीकरण	
(a) आंतरिक अर्धचालक	**(b) बाह्य अर्धचालक (Extrinsic Semiconductors):**
• ये **शुद्ध अर्धचालक** होते हैं जिनमें कोई **मलिनता (impurities)** नहीं होती। • **निम्न तापमान** पर इनकी **चालकता लगभग शून्य** होती है। • **तापमान बढ़ने** पर **इलेक्ट्रॉनों के बैंड गैप पार उत्तेजित होने** से **चालकता बढ़ती है।** • **उदाहरण:** शुद्ध **सिलिकॉन (Si)** और **जर्मेनियम (Ge)**।	• ये **शुद्ध अर्धचालकों में मलिन पदार्थ (dopants)** मिलाकर बनाए जाते हैं। • **डोपिंग (Doping)** से **चालकता कई गुना बढ़ जाती है।** • **बाह्य अर्धचालकों के प्रकार (Types of Extrinsic Semiconductors):** ○ **n-प्रकार (n-type):** इन्हें **पंचसंयोजी तत्वों** (जैसे **फॉस्फोरस (P), आर्सेनिक (As)**) से डोप किया जाता है। ○ **p-प्रकार (p-type):** इन्हें **त्रिसंयोजी तत्वों** (जैसे **बोरॉन (B), एल्युमिनियम (Al)**) से डोप किया जाता है।

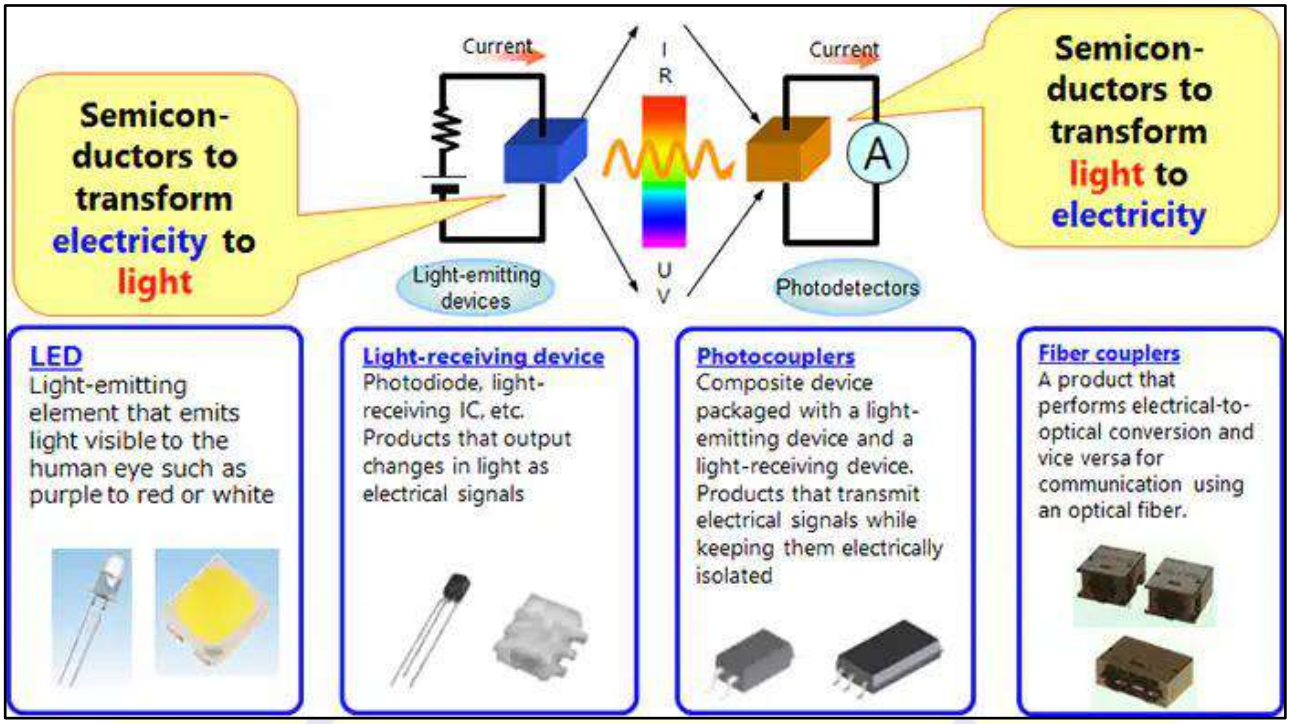
प्रारंभिक परीक्षा हेतु प्रमुख अवधारणाएँ **(Prelims Booster Concepts):**

- **डोपिंग (Doping):** किसी **अर्धचालक में अशुद्धियाँ (impurities)** मिलाने की प्रक्रिया जिससे उसकी **विद्युत गुणधर्मों में परिवर्तन** किया जा सके।
- **डोपेंट्स (Dopants):** वे **अशुद्ध परमाणु** जो जानबूझकर अर्धचालक में मिलाए जाते हैं।
- **बैंड गैप (Band Gap):** **संयोजक बैंड (valence band)** और **चालकता बैंड (conduction band)** के बीच की **ऊर्जा का अंतर;** यह **रोधकों से कम** तथा **चालकों से अधिक** होता है।
- **तापमान प्रभाव (Temperature Effect):** **अर्धचालकों की चालकता तापमान बढ़ने पर बढ़ती है,** जो **धातुओं के विपरीत** होती है।
- **प्रयोग (Applications):**
  - **सिलिकॉन (Silicon):** माइक्रोचिप्स, सौर कोशिकाएँ
  - **गैलियम आर्सेनाइड (Gallium Arsenide):** एलईडी, लेज़र
  - **पॉलीएनिलिन (Polyaniline):** लचीले डिस्प्ले, कार्बनिक परिपथ (organic circuits)

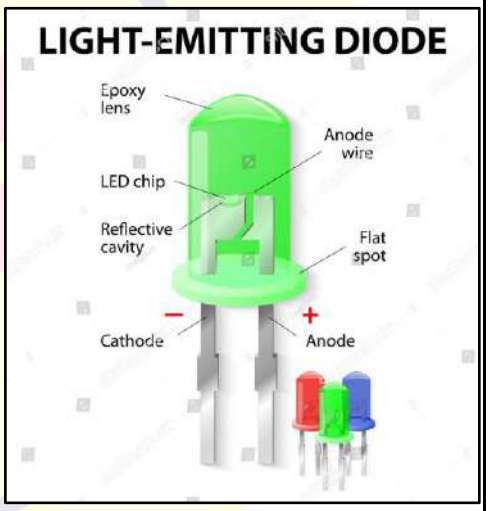
LIGHT-EMITTING DIODES (LEDs):

एलईडी के बारे में:

- **एलईडी (LED - Light-Emitting Diode):** यह एक **अर्धचालक उपकरण (semiconductor device)** है जो **विद्युत धारा प्रवाहित होने पर प्रकाश उत्सर्जित करता है।**
- यह एक **अधिक डोप्ड (heavily doped) p-n जंक्शन डायोड** होता है, जो केवल **फॉरवर्ड बायस (forward bias)** में **चालकता करता है।**
- यह **इलेक्ट्रोल्यूमिनेसेंस (Electroluminescence)** के सिद्धांत पर कार्य करता है — अर्थात **इलेक्ट्रॉन और होल के पुनर्संयोजन (recombination)** से **प्रकाश उत्सर्जन** होता है।
- **तापदीप्त बल्बों (incandescent bulbs)** के विपरीत, **एलईडी में फिलामेंट नहीं गरम होता,** बल्कि यह **सीधे विद्युत ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा में परिवर्तित** करता है।



कार्य सिद्धांत:	• जब **सीधा बायस (फॉरवर्ड बायस)** लगाया जाता है, तो **इलेक्ट्रॉन जंक्शन पर छिद्रों (होल्स)** के साथ **पुनर्संयोजित** हो जाते हैं। • यह **पुनर्संयोजन ऊर्जा को फोटॉन (प्रकाश कण)** के रूप में **मुक्त करता है,** जिससे **दृश्य प्रकाश** उत्पन्न होता है। • **उत्सर्जित प्रकाश का रंग** अर्धचालक पदार्थ के **ऊर्जा बैंड गैप** पर निर्भर करता है। • **नीली एलईडी** के आविष्कार (1990 के दशक) से **सफेद एलईडी** का निर्माण संभव हुआ, जिसके लिए **2014 का भौतिकी का नोबेल पुरस्कार** प्रदान किया गया।
रंग और पदार्थ:	• **एलईडी** मुख्य रूप से **लाल, हरा और नीला** — ये **प्राथमिक रंग** उत्सर्जित कर सकती हैं। • विभिन्न **एलईडी** को मिलाकर **बहुरंगी प्रदर्शन** बनाए जाते हैं। • सामान्य **पदार्थ:** ○ **गैलियम आर्सेनाइड - अवरक्त** ○ **गैलियम फॉस्फाइड - लाल/हरा** ○ **गैलियम नाइट्राइड - नीला**



एलईडी के लाभ:	• **उच्च ऊर्जा दक्षता** - अधिक **विद्युत ऊर्जा** को **प्रकाश** में परिवर्तित करती हैं, **ऊष्मा हानि** कम होती है। • **लंबी आयु** - लगभग **25,000-50,000 घंटे**, जो सामान्य **बल्ब/ट्यूबों** से कहीं अधिक है। • **पर्यावरण के अनुकूल** - इनमें **पारा** या **हानिकारक गैसें** नहीं होतीं।
एलईडी के उपयोग:	• **प्रकाश व्यवस्था** - घरों, **सड़कों, कार्यालयों, वाहनों** में। • **प्रदर्शन और संकेतक** - **टीवी, मोबाइल, ट्रैफिक सिग्नल, साइनेज बोर्ड**। • **संचार** - **ऑप्टिकल फाइबर प्रणालियाँ**। • **चिकित्सा और कृषि** - **प्रकाश चिकित्सा, पौधों की वृद्धि प्रणाली**। • **अंतरिक्ष और रक्षा** - **संकेत पैनल, सेंसर**।

कार्बनिक प्रकाश उत्सर्जक डायोड (OLEDs):

- **OLEDs** में **प्रकाश उत्सर्जन** के लिए **कार्बनिक यौगिक (कार्बन-आधारित)** का उपयोग किया जाता है।
- **LCDs** की तुलना में **लाभ:** पतले, हल्के, **लचीले**, और **ऊर्जा दक्ष**।
- बेहतर **रंग विपरीतता (colour contrast)** और **छवि गुणवत्ता (image quality)** प्रदान करते हैं।
- व्यापक रूप से **स्मार्टफोन, टीवी**, और **पहनने योग्य उपकरणों** में उपयोग किए जाते हैं।

ऑप्टिकल फाइबर:

- **ऑप्टिकल फाइबर:** एक **पतला, लचीला, पारदर्शी फाइबर** जो **उच्च गुणवत्ता वाले काँच (सिलिका)** या **प्लास्टिक** से बना होता है।
- इसका उपयोग **डेटा (पाठ, चित्र, वीडियो)** को **प्रकाश पल्स के रूप में लगभग प्रकाश की गति** से संचारित करने के लिए किया जाता है।
- यह **कुल आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection - TIR)** के सिद्धांत पर कार्य करता है।

ऑप्टिकल फाइबर की संरचना:		
कोर (Core): सबसे अंदर का क्षेत्र जहाँ **प्रकाश यात्रा** करता है। **उच्च अपवर्तनांक वाले पदार्थ** से बना होता है **(घना माध्यम)**।	**क्लैडिंग (Cladding):** **कोर** के चारों ओर स्थित; इसमें **कम अपवर्तनांक** होता है **(पतला माध्यम)**। यह **प्रकाश को वापस कोर में परावर्तित** करता है, जिससे **प्रकाश का संकेंद्रण** सुनिश्चित होता है।	**सुरक्षात्मक कोटिंग (Protective Coating):** **यांत्रिक मजबूती** प्रदान करती है और **क्षति एवं नमी** से सुरक्षा करती है।

कार्य सिद्धांत - कुल आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection - TIR):

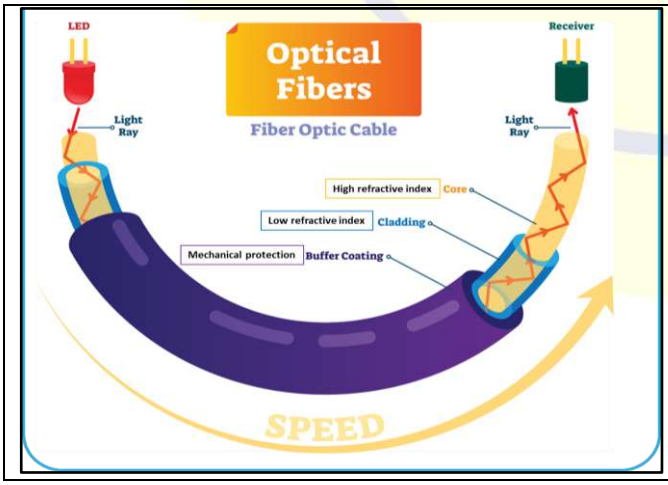
- **प्रकाश** घने (**कोर**) से पतले (**क्लैडिंग**) माध्यम की ओर यात्रा करता है।
- जब **आपतन कोण (angle of incidence) संकट कोण (critical angle)** से अधिक होता है, तो **प्रकाश पूरी तरह कोर में परावर्तित** हो जाता है।
- यह **सतत परावर्तन** लंबी दूरी तक **सिग्नल संचार** को न्यूनतम हानि के साथ संभव बनाता है।
- संचारित प्रकाश **डिजिटल डेटा (बाइनरी रूप)** ले जाता है।

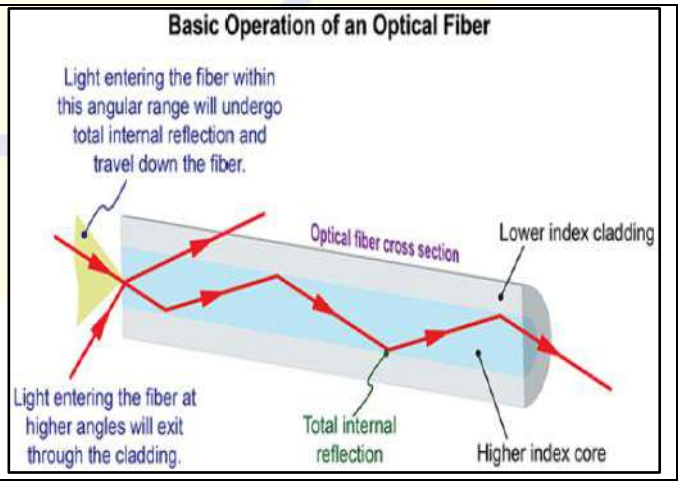
लाभ:

- **उच्च बैंडविड्थ:** बड़ी मात्रा में डेटा स्थानांतरण की अनुमति (तक **टेरेबिट/सेकंड**)।
- **न्यूनतम सिग्नल हानि:** लंबी दूरी पर संचार को **कम क्षय** के साथ सक्षम बनाता है।
- **विद्युतचुंबकीय हस्तक्षेप प्रतिरोध (EMI immunity):** तांबे के केबल के विपरीत, **बिजली, शोर या मौसम** से प्रभावित नहीं होता।
- **हल्का और लचीला: स्थापना और रखरखाव** में आसान।
- **सुरक्षित और टिकाऊ:** टैप करना मुश्किल, **जंग और क्षरण** से प्रतिरोधी।

उपयोग (Applications):

- **दूरसंचार:** इंटरनेट, केबल टीवी, और टेलीफोन नेटवर्क की **काठी**।
- **चिकित्सीय इमेजिंग: एंडोस्कोपी, लेज़र सर्जरी**, और **नैदानिक उपकरणों** में उपयोग।
- **सेंसर: तापमान, दबाव**, और **रासायनिक पहचान** के लिए।
- **प्रकाश व्यवस्था: सजावटी, वास्तुशिल्प**, और **स्टेज लाइटिंग** में उपयोग।
- **सैन्य और अंतरिक्ष: सुरक्षित संचार, लक्ष्य निर्धारण**, और **सर्विलांस सिस्टम** में उपयोग।





कुल आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection - TIR):

इसके बारे में:

- **कुल आंतरिक परावर्तन (TIR):** एक घटना जिसमें **प्रकाश पूरी तरह उसी माध्यम में परावर्तित** हो जाता है जब यह **घने माध्यम** से **पतले माध्यम** की ओर जाता है और **आपतन कोण संकट कोण** से अधिक होता है।

TIR की शर्तें:

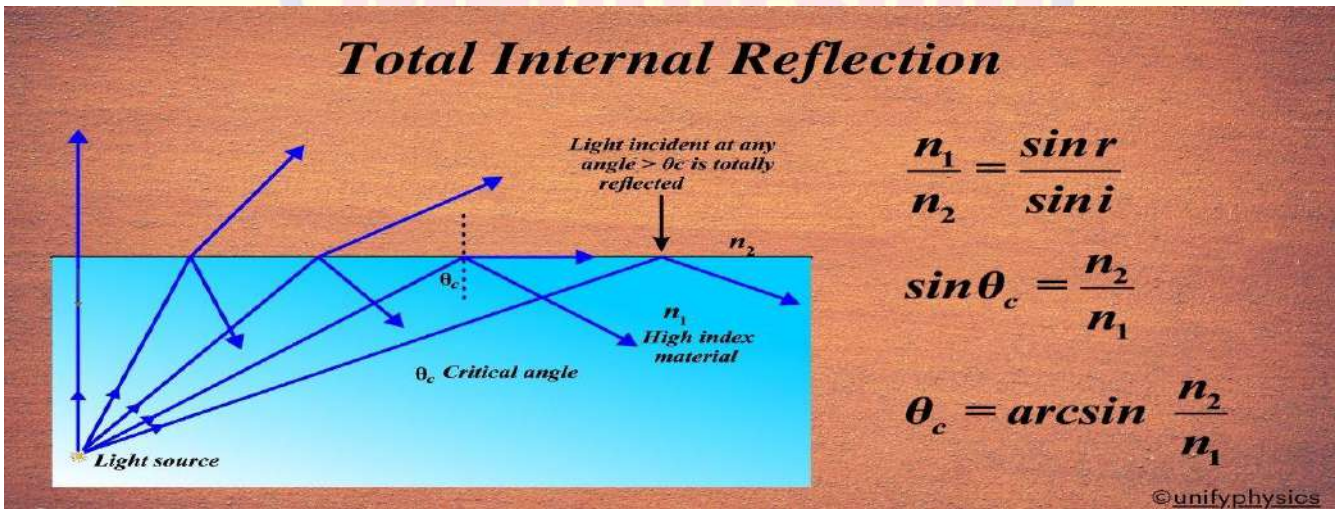
- प्रकाश को **घने माध्यम** से **पतले माध्यम** की ओर जाना चाहिए (जैसे **पानी → वायु, काँच → वायु**)।
- **आपतन कोण संकट कोण** से अधिक होना चाहिए।
- जब ये शर्तें पूरी होती हैं, तो कोई **अपवर्तन नहीं** होता - प्रकाश पूरी तरह **घने माध्यम में परावर्तित** होता है।

कार्य सिद्धांत:

- **संकट कोण** पर, अपवर्तित किरण **दो माध्यमों की सीमा पर** चलती है।
- इस कोण से अधिक होने पर, किरण पूरी तरह **पहले (घने) माध्यम** में परावर्तित होती है, अपवर्तित नहीं होती।
- यह **परावर्तन हानिरहित** होता है, जिससे **ऑप्टिकल फाइबर** जैसे प्रणालियों में **प्रभावी प्रकाश संचार** संभव होता है।

TIR के उपयोग:

- **ऑप्टिकल फाइबर:** लंबी दूरी तक **प्रकाश संकेतों का न्यूनतम हानि के साथ संचार**।
- **प्रिज्म: दूरबीन, पेरिस्कोप**, और **कैमरा** में तेज परावर्तन उत्पन्न करने के लिए।
- **हीरे की चमक:** उच्च **अपवर्तनांक** के कारण → बड़ा **संकट कोण** → कई **आंतरिक परावर्तन**।
- **मृगमरीचिका (Mirage) निर्माण:** रेगिस्तानों में, **गर्म और ठंडी हवा की परतों में प्रकाश का TIR**।

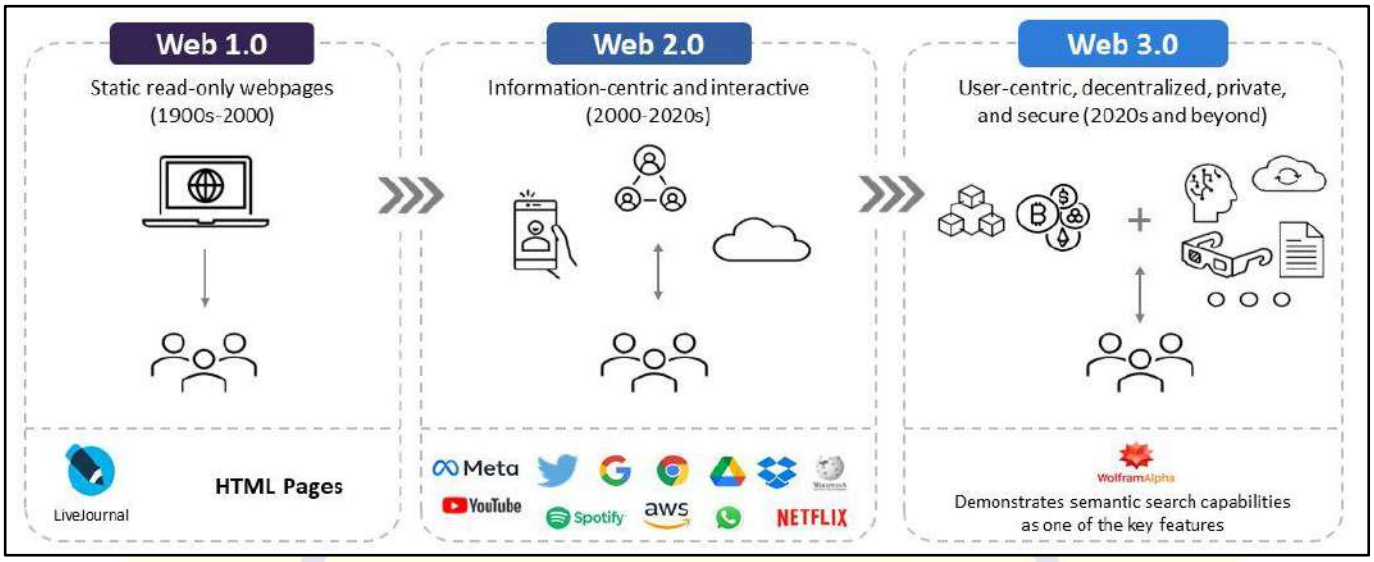


वेब 3.0

वेब 3.0 के बारे में:

- **वेब 3.0** इंटरनेट की अगली पीढ़ी है, जो **ब्लॉकचेन तकनीक** पर आधारित है और **विकेंद्रीकरण, पारदर्शिता**, और **उपयोगकर्ता स्वामित्व** को लक्ष्य बनाती है।

- यह एक **"पढ़ें-लिखें-कार्यान्वित करें" (read-write-execute)** वेब है — **वेब 1.0** केवल **पढ़ने योग्य**, और **वेब 2.0 पढ़ें-लिखें** की सुविधा देता है।
- यह **मध्यस्थों** (जैसे **गूगल, मेटा, अमेज़न**) के बिना **समानधर्मी (peer-to-peer) इंटरैक्शन** सक्षम बनाता है।
- इसे **विकेंद्रीकृत इंटरनेट** कहा जाता है, जहाँ **उपयोगकर्ता अपने डेटा और डिजिटल पहचान** पर नियंत्रण रखते हैं।



कार्य सिद्धांत (Working Principle):

- **ब्लॉकचेन पर कार्य करता है:** सभी **लेन-देन और डेटा केंद्रीकृत सर्वर** के बजाय **वितरित लेज़र** पर संग्रहीत होते हैं।
- **अनुमतिहीन और लोकतांत्रिक:** कोई भी **एकल संस्था** सामग्री या पहुंच को नियंत्रित नहीं करती।
- **उदाहरण:** वेब 3.0 में, **ट्विटर** जैसे प्लेटफ़ॉर्म पोस्ट को सेंसर नहीं कर सकते; **उपयोगकर्ता अपने डेटा और डिजिटल फूटप्रिंट** पर पूर्ण नियंत्रण रखते हैं।

वेब 3.0 की प्रमुख विशेषताएँ:

- **विकेंद्रीकरण:** डेटा **वितरित नेटवर्क** में संग्रहित होता है — मध्यस्थ और **सिंगल-पॉइंट फेल्योर** को हटाता है।
- **उपयोगकर्ता स्वामित्व:** व्यक्ति अपने डेटा के **स्वामी** होते हैं और **पहुँच अनुमतियों** को नियंत्रित करके उसे **मुद्रीकृत** कर सकते हैं।
- **समानार्थक वेब (Semantic Web):** वेब **संदर्भ और अर्थ** समझ सकता है, जिससे **मशीन-से-मशीन संचार** संभव होता है।
- **कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग: बुद्धिमान, व्यक्तिगत और स्वचालित उपयोगकर्ता अनुभव** प्रदान करते हैं।
- **सर्वत्र उपलब्धता (Ubiquity): किसी भी समय, किसी भी स्थान**, और **कई उपकरणों** से सुलभ।
- **3D ग्राफिक्स और वर्चुअल रियलिटी: इमर्सिव डिजिटल अनुभव** सक्षम करता है (मेटावर्स की नींव)।
- **टोकन-आधारित अर्थव्यवस्था: क्रिप्टोकरेंसी, NFT, और DeFi** का उपयोग **मूल्य विनिमय और शासन** के लिए।

अंतर: वेब 1.0 बनाम वेब 2.0 बनाम वेब 3.0

विशेषता	वेब 1.0 (1990 के दशक)	वेब 2.0 (2000 के दशक)	वेब 3.0 (भविष्य)
प्रकृति (Nature)	स्थिर, केवल पढ़ने योग्य	गतिशील, इंटरैक्टिव (पढ़ें-लिखें)	बुद्धिमान, विकेंद्रीकृत (पढ़ें-लिखें-कार्यान्वित करें)
डेटा नियंत्रण (Data Control)	वेबसाइट मालिक	बड़ी तकनीकी कंपनियाँ	उपयोगकर्ता (ब्लॉकचेन के माध्यम से)
प्रौद्योगिकी (Technology)	HTML पृष्ठ	केंद्रीकृत डेटाबेस, जावास्क्रिप्ट, क्लाउड	ब्लॉकचेन, AI, ML, DLT, समानार्थक वेब (Semantic Web)
अर्थव्यवस्था (Economy)	सीमित ई-कॉमर्स	विज्ञापन आधारित, प्लेटफ़ॉर्म अर्थव्यवस्था	टोकन-आधारित, DeFi, उपयोगकर्ता-संचालित
उपयोगकर्ता भूमिका (User Role)	उपभोक्ता	योगदानकर्ता	मालिक/हितधारक

वेब 3.0 के उदाहरण:

- **NFTs (नॉन-फंजिबल टोकन):** अद्वितीय **डिजिटल संपत्ति** जो **ब्लॉकचेन** पर संग्रहीत होती हैं।
- **विकेंद्रीकृत एप्लिकेशन (dApps):** **ब्लॉकचेन** पर चलने वाले एप्लिकेशन, बिना किसी मध्यस्थ के।
- **विकेंद्रीकृत वित्त (DeFi):** **क्रिप्टो संपत्तियों** का उपयोग करके **समानधर्मी वित्तीय प्रणाली**।

मेटावर्स और वेब 3.0:

- **मेटावर्स: वर्चुअल 3D ब्रह्मांड** जहाँ उपयोगकर्ता **अवतार** के माध्यम से इंटरैक्ट करते हैं।
- **वेब 3.0:** मेटावर्स के लिए **ब्लॉकचेन आधार** और **टोकन अर्थव्यवस्था** प्रदान करता है।
- **संबंध:** मेटावर्स **वर्चुअल इंटरैक्शन** पर केंद्रित है, जबकि वेब 3.0 **विकेंद्रीकृत स्वामित्व और सुरक्षा** सुनिश्चित करता है।

लाइफाई (LiFi - लाइट फिडेलिटी):

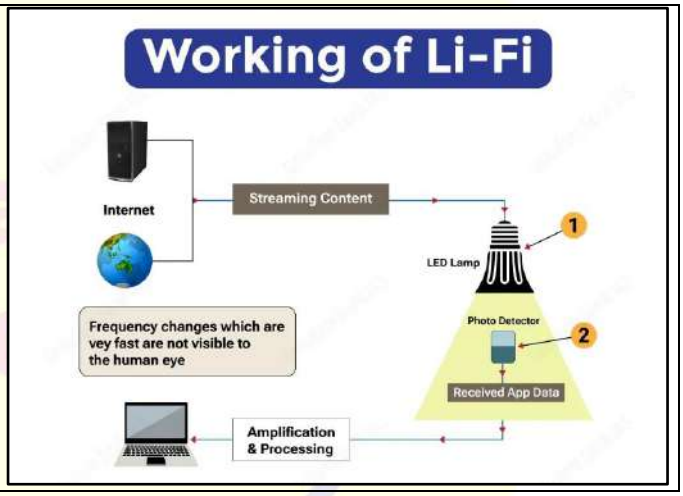
इसके बारे में:

- **LiFi** एक **वायरलेस संचार प्रौद्योगिकी** है जो **दृश्य प्रकाश (विशेषकर एलईडी)** का उपयोग करके डेटा संचारित करती है।

- इसे पहली बार **2011** में **प्रोफेसर हराल्ड हास (University of Edinburgh, Scotland)** द्वारा प्रदर्शित किया गया था, जिन्होंने **LiFi** शब्द भी गढ़ा।
- यह **WiFi** की तरह कार्य करता है, लेकिन **रेडियो तरंगों के बजाय प्रकाश तरंगों** का उपयोग करता है।

मुख्य विशेषताएँ:

- **उच्च गति, द्विदिश और नेटवर्क आधारित मोबाइल संचार** प्रदान करता है।
- **दृश्य प्रकाश आवृत्ति (430-770 THz)** पर कार्य करता है – जो WiFi की **कुछ गीगाहर्ट्ज़** सीमा से बहुत अधिक है।
- **WiFi की तुलना में उच्च गति, कम विलंब (latency), और बड़ा बैंडविड्थ** प्रदान करता है।
- **विद्युतचुंबकीय संवेदनशील क्षेत्रों** (जैसे **अस्पताल, हवाई जहाज केबिन, और न्यूक्लियर प्लांट**) के लिए सुरक्षित, क्योंकि यह **EMI नहीं उत्पन्न करता।**
- **अप्रयुक्त दृश्य प्रकाश स्पेक्ट्रम** का उपयोग करता है, जिससे यह **ऊर्जा-कुशल और पर्यावरण-अनुकूल** है।



कार्य सिद्धांत:

LiFi दृश्य प्रकाश संचार (VLC) के माध्यम से कार्य करता है:	• **एलईडी माड्यूलेशन: एलईडी की रोशनी की तीव्रता** तेजी से बदलती है (on/off) ताकि **बाइनरी डेटा (0 और 1)** संचारित किया जा सके। • **प्रेषक एन्कोडिंग: एलईडी ड्राइवर** डेटा को **प्रकाश संकेतों** में एन्कोड करता है, जो **मानव आंख को दिखाई नहीं देते।** • **संग्रहक डिकोडिंग: फोटो डायोड** प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन को **इलेक्ट्रॉनिक डेटा** में बदल देता है। • **द्विदिश संचार:** एक अलग **अपलिंक प्रेषक** डेटा वापस भेजता है, जिससे **दो-तरफ़ा संचार चैनल** बनता है।
संचालन स्पेक्ट्रम:	• मुख्यतः **दृश्य प्रकाश (430-770 THz)।**

	• विशिष्ट उपयोगों के लिए **इन्फ्रारेड या पराबैंगनी** आवृत्तियों का भी उपयोग किया जा सकता है।

LiFi सिस्टम के घटक:

- **एलईडी प्रेषक (LED Transmitter):** उच्च-प्रकाशमान **एलईडी मॉड्यूलेटेड दृश्य प्रकाश** उत्सर्जित करते हैं जो **एन्कोडेड डेटा** ले जाता है।
- **फोटो डायोड रिसीवर (Photodiode Receiver):** प्रेषित **प्रकाश** का पता लगाता है और उसे **डिजिटल सूचना** में बदल देता है।
- **कंट्रोलर सर्किट (Controller Circuit):** **एलईडी मॉड्यूलेशन** संचालित करता है और **समय और समन्वय** प्रबंधित करता है।
- **सॉफ़्टवेयर स्टैक (Software Stack):** **एन्कोडिंग, त्रुटि सुधार, एन्क्रिप्शन,** और **कनेक्टिविटी** को संभालता है।

LiFi के लाभ:

- **अत्यधिक तेज डेटा स्पीड: 10 Gbps+** तक संभावित, WiFi से तेज।
- **विद्युतचुंबकीय हस्तक्षेप नहीं: अस्पताल और हवाई जहाज** के लिए आदर्श।
- **सुरक्षा में वृद्धि:** प्रकाश **दीवारों को पार नहीं कर सकता,** अनधिकृत बाहरी पहुंच को रोकता है।
- **ऊर्जा दक्ष:** वही **एलईडी** प्रकाश और डेटा संचार दोनों के लिए उपयोग किए जा सकते हैं।
- **स्पेक्ट्रम दक्षता: अप्रयुक्त दृश्य प्रकाश आवृत्ति** का उपयोग करता है, रेडियो आवृत्तियों में **भीड़ कम** करता है।

सीमाएँ:

- **दृष्टि रेखा आवश्यकता:** प्रकाश **दीवारों या अपारदर्शी वस्तुओं** से नहीं गुजर सकता।
- **सीमित कवरेज क्षेत्र:** प्रत्येक **एलईडी एक छोटा हॉटस्पॉट** के रूप में कार्य करता है।
- **परिवेशीय प्रकाश हस्तक्षेप: सूरज की रोशनी या अन्य तेज प्रकाश** प्रदर्शन को प्रभावित कर सकता है।
- **उच्च अवसंरचना लागत:** व्यापक **LiFi-सक्षम एलईडी और फोटो डायोड** की आवश्यकता।

उपयोग (Applications):

- **स्मार्ट घर और कार्यालय: वायरलेस प्रकाश-आधारित इंटरनेट कनेक्टिविटी।**
- **स्वास्थ्य देखभाल:** अस्पतालों में **उच्च गति, EMI-मुक्त डेटा संचार।**
- **एविएशन:** केबिन में **रेडियो हस्तक्षेप के बिना कनेक्टिविटी।**
- **जलमग्न संचार:** पानी में **दृश्य प्रकाश रेडियो से बेहतर काम करता है।**
- **रक्षा और सुरक्षित संचार: एन्क्रिप्टेड, कम दूरी डेटा स्थानांतरण।**
- **औद्योगिक स्वचालन: विद्युतचुंबकीय-संवेदनशील निर्माण वातावरण** में उच्च गति डेटा लिंक।

वे कैसे काम करते हैं?

	Wi-Fi	Li-Fi
प्रौद्योगिकी:	• डेटा को **वायरलेस रूप से संचारित** करने के लिए **रेडियो तरंगों** (विद्युतचुंबकीय स्पेक्ट्रम का हिस्सा) का उपयोग करता है।	• डेटा संचारित करने के लिए **एलईडी बल्ब** जैसे स्रोतों से **प्रकाश तरंगों** का उपयोग करता है **(दृश्य प्रकाश संचार - VLC)**।
प्रेषक:	• एक **वायरलेस राउटर** डेटा को रेडियो सिग्नल में बदलता है और **एंटेना** के माध्यम से भेजता है।	• **एलईडी बल्ब** में निर्मित **ट्रांससीवर** उच्च गति पर **प्रकाश मॉड्यूलेट** करता है, जो मानव आंख को दिखाई नहीं देता।
संग्रहक:	• डिवाइस **(जैसे कंप्यूटर या फोन)** पर **वायरलेस एडॉप्टर** रेडियो सिग्नल को प्राप्त करता है और उसे फिर से डेटा में बदल देता है।	• डिवाइस पर **फोटोडिटेक्टर** प्रकाश संकेतों को पकड़ता है और उन्हें **विद्युत संकेत** में बदल देता है।

प्रमुख विशेषताओं की तुलना

विशेषता	Wi-Fi	Li-Fi
गति (Speed)	अधिकांश उपयोगों के लिए विश्वसनीय गति, लेकिन **रेडियो तरंगों से अन्य उपकरणों के हस्तक्षेप** से प्रभावित हो सकती है।	अत्यधिक तेज डेटा स्थानांतरण की क्षमता, **Wi-Fi से 100 गुना तक तेज**।
दायरा (Range)	व्यापक क्षेत्र को कवर करता है, **सिग्नल दीवारों और बाधाओं** को पार कर सकते हैं।	छोटा दायरा, **प्रत्यक्ष दृष्टि रेखा** तक सीमित; दीवार सिग्नल को ब्लॉक करती है।
सुरक्षा (Security)	सिग्नल दीवारों से गुजर सकते हैं, जिससे **अनधिकृत पहुँच** संभव।	अधिक सुरक्षित, क्योंकि **प्रकाश सिग्नल कमरे के भीतर** रहते हैं; केवल **अधिकार प्राप्त उपयोगकर्ता** पहुँच सकते हैं।
हस्तक्षेप (Interference)	अन्य **रेडियो-आवृत्ति उपकरणों** जैसे माइक्रोवेव और Wi-Fi नेटवर्क से प्रभावित हो सकता है।	**रेडियो आवृत्ति हस्तक्षेप से अप्रभावित;** अस्पताल और हवाई जहाज जैसी संवेदनशील जगहों में उपयोगी।

नेटवर्क घनत्व (Network Density)	कई उपयोगकर्ताओं वाले घने वातावरण में प्रदर्शन गिर सकता है।	**सीमित क्षेत्रों में उच्च घनत्व कवरेज** प्रदान कर सकता है; प्रत्येक प्रकाश स्रोत अपना नेटवर्क बना सकता है।
इंफ्रास्ट्रक्चर (Infrastructure)	समर्पित **वायरलेस राउटर** की आवश्यकता।	मौजूदा **एलईडी प्रकाश व्यवस्था** के साथ एकीकृत, संभावित रूप से **सेटअप लागत कम**।

डार्क वेब (Dark Web):

इसके बारे में:

- **डार्क वेब** इंटरनेट का वह **छिपा हुआ भाग** है जो **सामान्य सर्च इंजनों** द्वारा सूचीबद्ध नहीं होता और केवल **विशेष ब्राउज़रों** (जैसे **Tor**) के माध्यम से पहुँचा जा सकता है।
- यह **गोपनीयता और एन्क्रिप्शन** प्रदान करता है।

इंटरनेट के तीन स्तर:

1. **सर्फेस वेब (Surface Web / Visible Web)**
2. **डीप वेब (Deep Web)**
3. **डार्क वेब (Dark Web / Dark Net)**

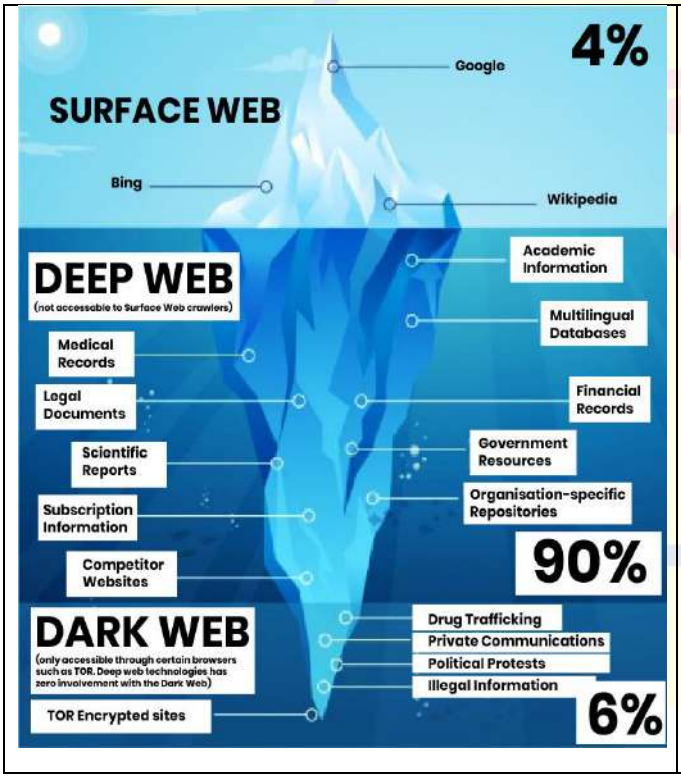
सर्फेस वेब	डीप वेब (Deep Web):	डार्क वेब (Dark Web / Dark Net):
• इंटरनेट का वह हिस्सा जिसे **सर्च इंजन** (जैसे **Google, Yahoo, Bing**) सूचीबद्ध करते हैं।	• इंटरनेट का वह हिस्सा जो **सर्च इंजन** द्वारा सूचीबद्ध नहीं है।	• **डीप वेब का एक उपसमुच्चय,** जानबूझकर **गोपनीयता और अनामिता** प्रदान करने के लिए छिपाया गया।
• **सामान्य ब्राउज़र** के माध्यम से सभी के लिए सुलभ।	• इसमें **पासवर्ड-प्रोटेक्टेड या निजी डेटा** शामिल होता है, जैसे **ईमेल, वित्तीय रिकॉर्ड, और व्यक्तिगत जानकारी**।	• **पारंपरिक सर्च इंजनों** द्वारा सूचीबद्ध नहीं।
• कुल वेब सामग्री का लगभग **10-15%** शामिल।	• कुल वेब सामग्री का अनुमानित **75-80%**।	• केवल **विशेष ब्राउज़रों** (जैसे **TOR - The Onion Router**) के माध्यम से सुलभ।
• इसमें **वेबसाइट, समाचार, ब्लॉग, और ऑनलाइन शॉपिंग प्लेटफ़ॉर्म** शामिल हैं।	• केवल **अनुमति** (जैसे लॉगिन क्रेडेंशियल, प्राइवेट नेटवर्क) के माध्यम से सुलभ।	• **इन्क्रिप्टेड नेटवर्क और रिले कंप्यूटर** (कम से कम तीन) का उपयोग करके **IP पता और उपयोगकर्ता पहचान** छिपाई जाती है।
	• इसका उपयोग **बैंकों, सरकारी डेटाबेस, और निजी कंपनियों** द्वारा सुरक्षा और गोपनीयता के लिए किया जाता है।	• गतिविधियों को छिपाने के लिए **वर्चुअल ट्रैफ़िक टनल और कई एन्क्रिप्शन लेयर** प्रदान करता है।

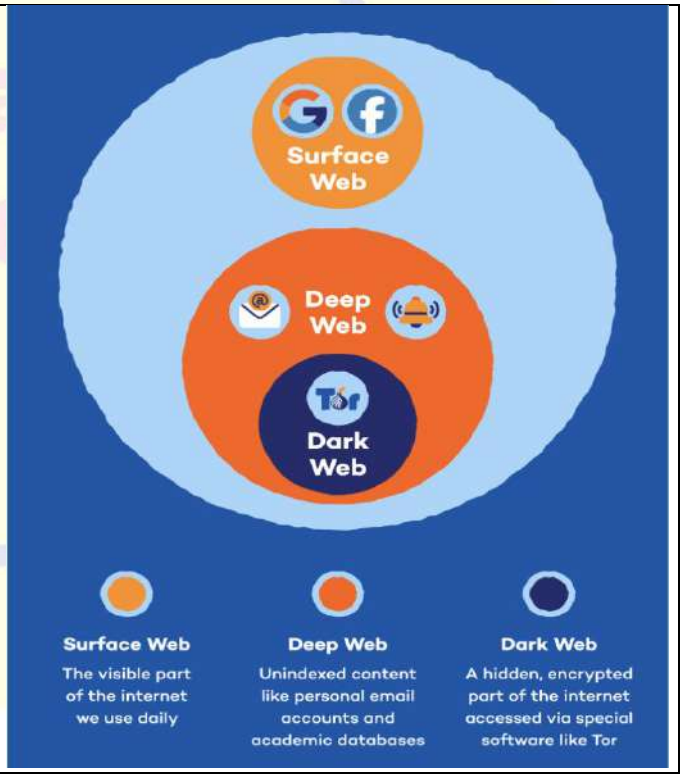
यह कैसे काम करता है?

- **एक्सेस टूल (Access Tool):** Tor ब्राउज़र (The Onion Router) डाउनलोड करना आवश्यक।
- **राउटिंग प्रक्रिया (Routing Process):** उपयोगकर्ता का ट्रैफ़िक **कई यादृच्छिक नोड्स** के माध्यम से भेजा जाता है, प्रत्येक लेयर पर **डेटा एन्क्रिप्ट** होता है।
- **वेबसाइट डोमेन (Website Domain): ".onion"** एड्रेस का उपयोग, जो **पारंपरिक सर्च इंजनों** से छिपा होता है।
- **विकेंद्रीकरण (Decentralisation):** कोई **केंद्रीय प्राधिकरण नहीं**, जिससे **नियमन और निगरानी** अत्यंत कठिन।

डार्क वेब का दुरुपयोग (Misuse of Dark Web):

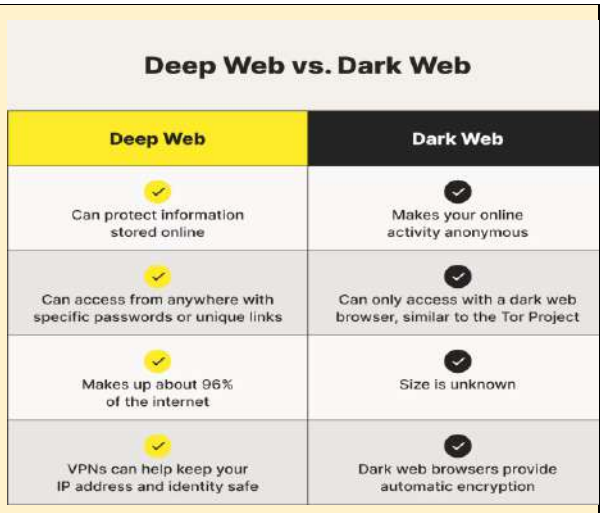
- **अवैध गतिविधियाँ: नशीले पदार्थों की तस्करी, हथियार व्यापार, मानव तस्करी,** और **अवैध पोर्नोग्राफी।**
- **साइबर अपराध: मालवेयर वितरण, रैंसमवेयर, हैकिंग सेवाएँ, पहचान की चोरी।**
- **वित्तीय अपराध: बिटकॉइन लॉन्ड्रिंग, अवैध क्रिप्टो एक्सचेंज, क्रेडिट कार्ड धोखाधड़ी।**
- **सार्वजनिक सुरक्षा समस्याएँ: फर्जी COVID-19 वैक्सीन, नकली उत्पाद, और चोरी डेटा की बिक्री।**





प्रमुख अंतर **(Key Distinctions):**

स्तर	पहुंच	सूचीबद्ध	सामग्री का प्रकार	कानूनी स्थिति
सर्फेस वेब	लॉगिन आधारित	हाँ	समाचार, ब्लॉग, ई-कॉमर्स	कानूनी
डीप वेब	Login-based	नहीं	ईमेल, बैंक डेटा, शैक्षिक अभिलेख	कानूनी
डार्क वेब	TOR ब्राउज़र	नहीं	गुमनाम फोरम, अवैध व्यापार	आंशिक रूप से अवैध



नियर फील्ड कम्युनिकेशन (NFC):

इसके बारे में:

- **NFC (Near Field Communication):** एक **संक्षिप्त दूरी वाली वायरलेस संचार तकनीक** जो लगभग **4 सेमी** की दूरी में दो इलेक्ट्रॉनिक डिवाइसों के बीच **डेटा एक्सचेंज** सक्षम बनाती है।
- यह **RFID (Radio Frequency Identification)** का **सुरक्षित और उपयोगकर्ता-अनुकूल उपसमुच्चय** है।
- **टैप-एंड-गो संचार** की अनुमति देता है — जैसे **कॉन्टैक्टलेस भुगतान, टिकटिंग**, और **सुरक्षित प्रवेश**।

मुख्य सिद्धांत:

- **संचालन सिद्धांत: इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंडक्शन** पर कार्य करता है – एक सक्रिय **NFC डिवाइस** एक छोटा **इलेक्ट्रोमैग्नेटिक फील्ड** उत्पन्न करता है, जो पास के **पैसिव टैग/डिवाइस** में **करंट उत्पन्न** करता है।
- **संचालन आवृत्ति:** मानकीकृत **13.56 MHz**।
- **डेटा गति: 106 - 424 kbit/s**, छोटे पैकेट जैसे **भुगतान टोकन** के लिए पर्याप्त।
- **रेंज: ≤ 4 सेमी** के लिए डिज़ाइन किया गया ताकि **सुरक्षा बढ़े और ईव्सड्रॉपिंग का खतरा कम हो**।

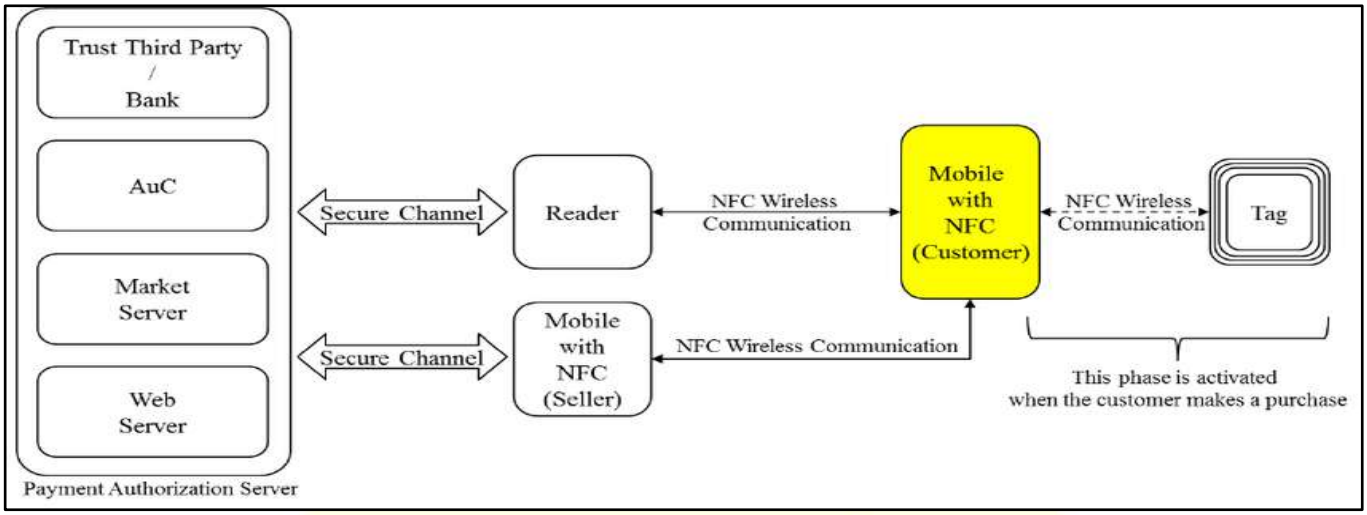
संचालन मोड:	• **पीयर-टू-पीयर मोड:** दो **सक्रिय डिवाइस** (जैसे **स्मार्टफोन**) **द्विदिश डेटा आदान-प्रदान** करते हैं।
	• **रीडर/राइटर मोड: सक्रिय डिवाइस** बिना पावर वाले **NFC टैग** (जैसे **पोस्टर, टिकट**) से **डेटा पढ़ता / लिखता** है।
	• **कार्ड इम्यूलेशन मोड: स्मार्टफोन कॉन्टैक्टलेस स्मार्ट कार्ड** के रूप में कार्य करता है, **मोबाइल भुगतान या प्रवेश नियंत्रण** के लिए।

मुख्य उपयोग (Key Applications):

- **कॉन्टैक्टलेस भुगतान: Google Pay, Apple Pay, RuPay Tap-and-Go** लेन-देन सक्षम करता है।
- **एक्सेस कंट्रोल: NFC कार्ड या फोन** दरवाजे, होटल के कमरे, और **सुरक्षित सुविधाओं** को खोलते हैं।
- **सार्वजनिक परिवहन और टिकटिंग:** बस, मेट्रो, या आयोजनों में **टैप करके प्रवेश**।
- **सूचना साझा करना: स्मार्ट पोस्टर, उत्पाद टैग, और बिजनेस कार्ड** में **एनक्लोज्ड NFC लिंक**।
- **त्वरित पेयरिंग: ब्लूटूथ डिवाइस / Wi-Fi कनेक्शन** की तुरंत सेटअप।
- **स्वास्थ्य सेवा: NFC कंगन** के माध्यम से रोगी ट्रैकिंग और रिकॉर्ड प्रबंधन।
- **इन्वेंट्री और रिटेल:** स्टॉक मॉनिटरिंग और **स्मार्ट वेंडिंग मशीन**।

सीमाएँ (Limitations):

- **बहुत छोटी कार्यशील दूरी (≤ 4 सेमी)**।
- **कम डेटा दर** – केवल कुछ Kbps से लेकर सैकड़ों Kbps तक।
- **दोनों डिवाइसों में NFC-सक्षम हार्डवेयर** पर निर्भर।



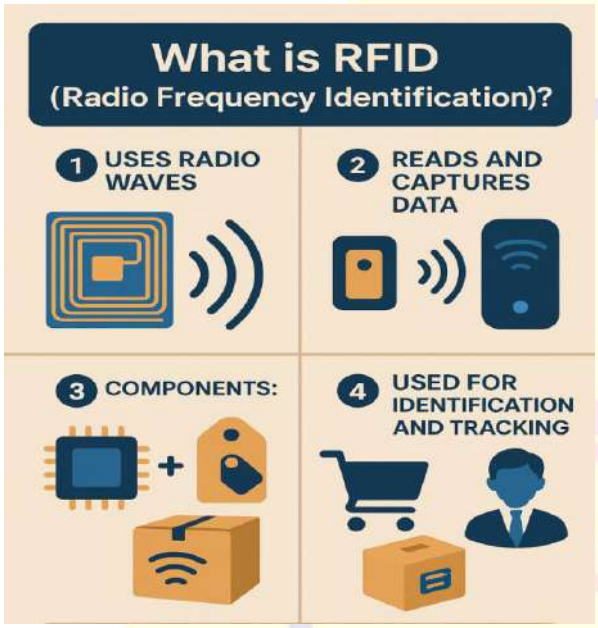
NFC बनाम RFID बनाम ब्लूटूथ:

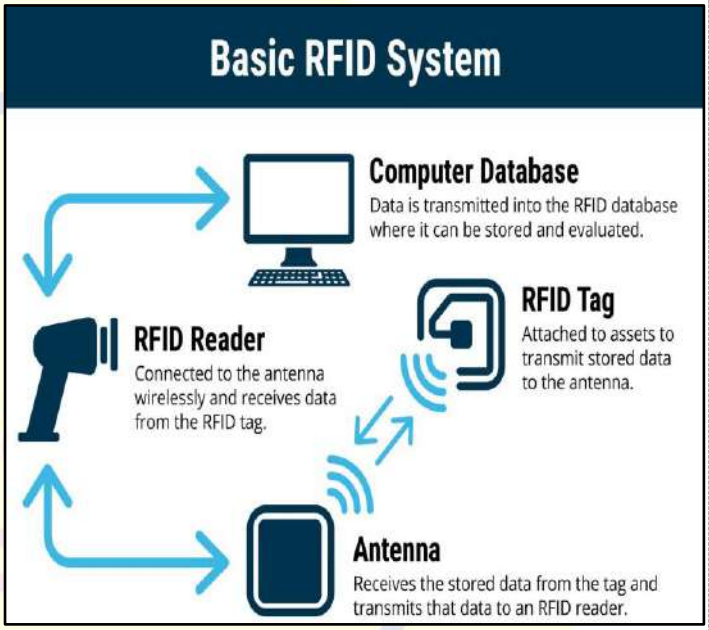
विशेषता	नियर फील्ड कम्युनिकेशन (NFC)	रेडियो फ्रीक्वेंसी आइडेंटिफिकेशन (RFID)	ब्लूटूथ
दायरा	बहुत छोटा (4-10 सेमी तक)	छोटा से बहुत लंबा (100 मीटर से अधिक, टैग प्रकार पर निर्भर)	छोटा से मध्यम (10-100 मीटर तक)
संचार	**द्विदिश (दो-तरफ़ा)**	मुख्यतः **एकतरफ़ा (टैग से रीडर)**	**द्विदिश (दो-तरफ़ा)**
कनेक्टिविटी	**तत्काल कनेक्शन (<1 सेकंड), मैनुअल पेयरिंग की आवश्यकता नहीं**	तेज़ कनेक्शन, लेकिन **समर्पित रीडर** की आवश्यकता	खोज और **पेयरिंग प्रक्रिया** आवश्यक
डेटा स्थानांतरण गति	कम (424 kbit/s तक)	भिन्न, कुछ प्रकारों में अधिक हो सकती है	तेज़ (2.1 Mbit/s या अधिक तक)
पावर खपत	बहुत कम, विशेषकर **पैसिव टैग** के लिए	भिन्न; **सक्रिय टैग** अधिक ऊर्जा खर्च करते हैं	कम से उच्च, **ब्लूटूथ संस्करण** पर निर्भर
मुख्य उद्देश्य	सुरक्षित, **उपयोगकर्ता-केंद्रित इंटरैक्शन** जैसे भुगतान और डेटा एक्सचेंज	**वस्तुओं की पहचान और ट्रैकिंग** (जैसे इन्वेंट्री प्रबंधन)	डेटा स्थानांतरण और **लंबी दूरी पर पेरिफेरल कनेक्शन**

रेडियो फ्रीक्वेंसी आइडेंटिफिकेशन (RFID):

इसके बारे में:

- **RFID (Radio Frequency Identification):** एक **वायरलेस तकनीक** है जो **रेडियो तरंगों** का उपयोग करके **इलेक्ट्रॉनिक लेबल वाले वस्तुओं, लोगों, या जानवरों** की स्वचालित पहचान और ट्रैकिंग करती है।
- **बारकोड की तरह प्रत्यक्ष दृष्टि रेखा की आवश्यकता नहीं** होती।
- **स्वचालित, तेज़, और कुशल डेटा संग्रह और ट्रैकिंग** प्रदान करता है।





RFID सिस्टम के घटक:	**RFID टैग (Transponder):** • **माइक्रोचिप + एंटीना** वाला छोटा डिवाइस। • अद्वितीय डेटा संग्रहित करता है (जैसे **सीरियल नंबर या वस्तु की जानकारी**)। • उस वस्तु पर लगाया या **एम्बेड** किया जाता है जिसे ट्रैक किया जा रहा है।
	RFID रीडर (Interrogator): • **एंटेना** वाले डिवाइस जो **रेडियो तरंगें** उत्सर्जित करता है और **टैग सिग्नल** प्राप्त करता है। • **हैंडहेल्ड (मोबाइल)** या **स्थिर (माउंटेड)** हो सकता है।
	एंटीना **(Antenna):** • रीडर और टैग के बीच **रेडियो तरंगों** के माध्यम से **संचार** को सक्षम बनाता है।

RFID का कार्य (Working of RFID):

- **सिग्नल उत्सर्जन (Signal Emission):** रीडर **निर्धारित क्षेत्र (रीड ज़ोन)** में **रेडियो तरंगें** भेजता है।
- **टैग सक्रियण (Tag Activation):** टैग **एंटीना** तरंगों को प्राप्त करता है; **पैसिव टैग** इस ऊर्जा का उपयोग **सक्रिय होने** के लिए करता है।
- **डेटा संचार (Data Transmission):** टैग संग्रहित **डेटा रीडर को वापस भेजता है।**
- **डेटा प्रोसेसिंग (Data Processing):** रीडर **सिग्नल को डिजिटल डेटा** में बदलता है और **कंप्यूटर सिस्टम/डेटाबेस** को भेजता है।

RFID टैग के प्रकार :

पैसिव टैग (Passive Tags):	सक्रिय टैग (Active Tags):	सेमी-पैसिव / बैटरी असिस्टेड पासिव (BAP) टैग:
• **आंतरिक पावर स्रोत नहीं;** रीडर के सिग्नल से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। • छोटा रेंज **(कुछ सेंटीमीटर से कुछ मीटर तक)**। • **सस्ता और सबसे अधिक उपयोग होने वाला।**	• **आंतरिक बैटरी** के साथ, लंबी रीड रेंज **(100-200 मीटर तक)** सक्षम। • **महंगा और सीमित जीवनकाल।**	• आंतरिक सर्किट के लिए **छोटी बैटरी** शामिल। • रीडर के सिग्नल का उपयोग **संचार** के लिए; **सेंसर** जैसे तापमान, दबाव आदि शामिल कर सकते हैं।

RFID के प्रमुख उपयोग (Key Applications):

- **रिटेल और इन्वेंट्री प्रबंधन: गोदाम से शेल्फ तक माल का ट्रैकिंग; बिलिंग का स्वचालन।**
- **सप्लाई चेन और लॉजिस्टिक्स: शिपमेंट और वाहनों की रियल-टाइम ट्रैकिंग।**
- **स्वास्थ्य सेवा: चिकित्सा उपकरण, दवाएँ, और रोगी रिकॉर्ड का ट्रैकिंग।**
- **एक्सेस कंट्रोल: RFID-सक्षम आईडी कार्ड/बैज** का उपयोग **सीमित क्षेत्रों** में प्रवेश के लिए।
- **परिवहन:** भारत में **FASTag प्रणाली** का उपयोग **इलेक्ट्रॉनिक टोल कलेक्शन और वाहन पहचान** के लिए।
- **पशु पहचान: पशुधन और पालतू जानवरों में टैग** लगाकर **मॉनिटरिंग और ट्रेसबिलिटी।**
- **एयरपोर्ट: बैगेज ट्रैकिंग और लॉजिस्टिक्स ऑटोमेशन** में उपयोग।

RFID के लाभ (Advantages):	सीमाएँ (Limitations):
• **दृष्टि रेखा की आवश्यकता नहीं** (बारकोड के विपरीत)। • **तेज़ स्कैनिंग और एक साथ कई टैग पढ़ना** संभव। • **सुरक्षा और स्वचालन में वृद्धि।** • **टिकाऊ और कठोर पर्यावरण के लिए उपयुक्त।**	• **बारकोड की तुलना में उच्च लागत।** • **धातु या तरल सतहों** के कारण **सिग्नल हस्तक्षेप** संभव। • यदि टैग का उपयोग के बाद **डिसेबल न किया जाए तो गोपनीयता समस्याएँ।**

RFID बनाम बारकोड:

विशेषता	RFID	बारकोड
माध्यम	रेडियो तरंगें	प्रकाश (ऑप्टिकल)
दृष्टि रेखा	आवश्यक नहीं	आवश्यक
डेटा रेंज	कई मीटर तक	कुछ सेंटीमीटर
डेटा भंडारण	बड़ा (सूचना के पृष्ठ)	सीमित (केवल संख्यात्मक)
टिकाऊपन	उच्च	आसानी से क्षतिग्रस्त हो सकता है
लागत	महंगा	सस्ता
सुरक्षा	नकल करना कठिन	कॉपी करना आसान
उदाहरण	FASTag, इन्वेंट्री सिस्टम	QR कोड, उत्पाद पैकेजिंग

बारकोड:

- **बारकोड:** समानांतर **रेखाओं (काली और सफेद)** का मुद्रित पैटर्न, जो **बाइनरी डेटा (0 और 1)** का प्रतिनिधित्व करता है।
- **स्कैनिंग:** उत्पाद पहचान के लिए **ऑप्टिकल बारकोड रीडर** का उपयोग किया जाता है।
- **उदाहरण: QR कोड (Quick Response Code)** – 2D बारकोड जो **टेक्स्ट, URL आदि** संग्रहित करता है।