Toppersnotes®
Unleash the topper in you

2nd – Grade

वरिष्ठ अध्यापक

राजस्थान लोक सेवा आयोग (RPSC)

भाग - 2

विज्ञान

भौतिक विज्ञान - II

SIERRA INNOVATIONS

INDEX

S.N.	Content	P.N.
	विद्युत चुम्बकीय प्रेरण और प्रत्यावर्ती धारा	
1.	किरण प्रकाशिकी	1
2.	तरंग प्रकाशिकी	3
3.	इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार	5
4.	PYQ इंटीग्रेशन और HOTS एनालिसिस	8
5.	PYQ इंटीग्रेशन और न्यूमेरिकल स्ट्रैटेजी	11
6.	संशोधन: पूर्ण एकीकरण	13
7.	भव्य अवधारणा संशोधन	16
8.	विज्ञान शिक्षण पद्धति (भौतिकी शिक्षण विधियाँ)	18
9.	परमाणु की संरचना और परमाणु मॉडल (माइंड मैप)	21
10.	हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम, बोहर का सिद्धांत और इसकी सीमाएँ	25
11.	बोहर मॉडल की सीमाएं, सोमरफेल्ड एक्सटेंशन और पदार्थ की दोहरी प्रकृति	46
12.	पदार्थ और रेडिएशन की दोहरी प्रकृति, फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव और आइंस्टीन का समीकरण	48
13.	एक्स-रे: उत्पादन, गुण और अनुप्रयोग	72
14.	रेडियोधर्मिता: अल्फा, बीटा, गामा क्षय और क्षय नियम	74
15.	हाफ-लाइफ, मीन लाइफ और डिके कॉन्स्टेंट - एडवांस्ड कॉन्सेप्ट और PYQ न्यूमेरिकल्स	76
16.	परमाणु विखंडन, संलयन, परमाणु बल और द्रव्यमान-ऊर्जा तुल्यता	78
17.	परमाणु विखंडन, संलयन, परमाणु बल, द्रव्यमान दोष और बंधन ऊर्जा	81
18.	मास डिफेक्ट, बाइंडिंग एनर्जी, और आइंस्टीन का मास-एनर्जी रिलेशन (न्यूमेरिकल और कॉन्सेप्ट फोकस)	83
19.	बेसिक न्यूक्लियर डिटेक्टर: न्यूक्लियर रेडिएशन का पता लगाना और मापना	85
20.	मॉडर्न फिजिक्स और क्वांटम थ्योरी: पोस्टुलेट्स और श्रोडिंगर इक्वेशन (कॉन्सेप्चुअल फाउंडेशन)	87
21.	तरंग-कण द्वैत और हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धांत	92
22.	लीनियर वेक्टर स्पेस और ऑपरेटर (बेसिक क्वांटम फॉर्मलिज़्म)	94

23.	स्टैटिस्टिकल और थर्मल फिजिक्स (एडवांस्ड कॉन्सेप्ट्स): Nसेंबल कॉन्सेप्ट, डेंसिटी ऑफ स्टेट्स और पोस्टुलेट्स	96
24.	एन्ट्रॉपी, फ्री एनर्जी और थर्मोडायनामिक पोटेंशियल (एडवांस्ड कॉन्सेप्ट्स + PYQ इनसाइट्स)	101
25.	कॉम्प्रिहेंसिव रिवीजन - यूनिट्स की इंटीग्रेटेड समरी (एटॉमिक, न्यूक्लियर, मॉडर्न और स्टैटिस्टिकल फिजिक्स)	107
26.	एडवांस्ड PYQ न्यूमेरिकल और कॉन्सेप्चुअल प्रैक्टिस - (एटॉमिक, न्यूक्लियर, मॉडर्न और स्टैटिस्टिकल फिजिक्स)	109
27.	ग्रैंड इंटीग्रेटेड कॉन्सेप्ट मैप - एटॉमिक, क्वांटम, रिलेटिविस्टिक और स्टैटिस्टिकल फिजिक्स को A. साथ लाना	113
28.	मेगा वैचारिक परीक्षण सेट	115

1 CHAPTER

विद्युत चुम्बकीय प्रेरण और प्रत्यावर्ती धारा

A. प्रेरण के मूल सिद्धांत
- **चुंबकीय प्रवाह (Φ)**
  - **परिभाषा:** $\Phi = B \cdot A \cdot$ कोस θ
  - नोट: θ, **B** और **क्षेत्र अभिलंब** के बीच का कोण है ।
- **फैराडे का नियम**
  - **प्रेरित EMF:** $|\varepsilon| = |d\Phi / dt|$
  - **N-टर्न कॉइल:** $|\varepsilon| = N |d\Phi / dt|$
  - उदाहरण: क्षेत्र B में गति v पर चलती हुई छड़ l: $\varepsilon = B l v$.
- **लेंज़ का नियम**
  - **डायरेक्शन रूल:** इंड्यूस्ड करंट उस बदलाव का विरोध करता है जिससे वह पैदा होता है।
  - **संधिपत्र पर हस्ताक्षर करें:** $\varepsilon = - d\Phi / dt$ (माइनस साइन विरोध को Nकोड करता है)।
  - सामान्य फंदा: "प्रवाह में परिवर्तन का विरोध करता है" को "प्रवाह का विरोध करता है" के साथ भ्रमित करना।

B. स्व और पारस्परिक प्रेरण
- **स्व-प्रेरण**
  - **प्रेरित EMF:** $\varepsilon_L = - L (dI / dt)$
  - **इंडक्टेंस (L)** : कॉइल टर्न्स² और कोर परमीएबिलिटी के अनुपात में।
  - **इंडक्टर में ऊर्जा:** $U_L = (1/2) LI^2$
- **पारस्परिक प्रेरण**
  - **प्रेरित EMF:** $\varepsilon_M = - M (dI_1 / dt)$ प्राइमरी करंट I_1 के कारण सेकेंडरी में
  - **म्यूचुअल इंडक्टेंस (M)** : ज्योमेट्री और कपलिंग पर निर्भर करता है
- **युग्मन गुणांक (k)**
  - **परिभाषा:** $k = M / \sqrt{(L_1 L_2)}$, जहाँ $0 \le k \le 1$
  - मतलब: A. कॉइल का फ्लक्स दूसरे को कितने असरदार तरीके से जोड़ता है।
  - PYQ फोकस: दिए गए M, L_1, L_2 के लिए k की गणना करें ; ओवर/अंडर-कपल्ड सिस्टम का अनुमान लगाएं।

C. AD धाराएं और ट्रांसफार्मर सिद्धांत
- **एड़ी धाराएं**
  - **कारण:** फ्लक्स बदलने से बल्क कंडक्टर में सर्कुलेटिंग करंट पैदा होता है।
  - **प्रभाव:** हीटिंग (लॉस), डैम्पिंग (ब्रेक), शील्डिंग (मीटर)।
  - **मिनिमाइजेशन:** लेमिनेशन, हाई-रेज़िस्टिविटी कोर, स्लॉट।
- **ट्रांसफार्मर**
  - **आदर्श संबंध:** $V_s/ V_p = N_s/ N_p$, $I_s/ I_p = N_p /N_s$
  - **पावर (आइडियल):** $P_{in} = P_{out} = V_p I_p = V_s I_s$
  - **प्रकार:** स्टेप-अप (Ns> Np), स्टेप-डाउन (Ns< Np)
  - PYQ नोट: टर्न रेश्यो → वोल्टेज और करंट; कोर लॉसेस रीज़निंग।

D. अल्टरनेटिंग करंट (AC) की बेसिक बातें
- **तरंगरूप**
  - **तात्कालिक:** $i = I_0 \sin(\omega t + \phi)$, $v = V_0 \sin(\omega t)$
  - **कोणीय आवृत्ति:** $\omega = 2 \pi f$
- **RMS और माध्य**
  - **RMS:** $I_{rms} = I_0 / \sqrt{2}$, $V_{rms} = V_0 / \sqrt{2}$
  - **माध्य (आधा चक्र):** $I_{mean} = (2/ \pi) I_0$ (साइन ओवर 0 →π के लिए)
  - बनाम अर्ध-चक्र (गैर-शून्य) पर औसत को भ्रमित न करें ।
- **शक्ति और शक्ति कारक**
  - **तात्कालिक शक्ति:** $p = v i$
  - **औसत शक्ति (AC):** $P = V_{rms} IM \cos \phi$
  - **ऊर्जा घटक:** cos ϕ (प्रेरक के लिए **लैगिंग की ओर ले जाता है,** कैपेसिटिव के लिए **अग्रणी)**।

E. LCR श्रृंखला, अनुनाद, वाट रहित धारा
- **प्रतिबाधा (Z)**
  - $Z = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$, जहाँ $X_L = \omega L$, $X_C = 1/(\omega C)$
- **चरण कोण:** $\tan \phi = (X_L - X_C)/R$
- **अनुनाद (श्रृंखला)**
  - **शर्त:** $X_L = X_C \rightarrow \omega_0 = 1/ \sqrt{(LC)}$; $Z_{min} = R$; I_{max}
  - **क्वालिटी फैक्टर (Q):** $Q = \omega_0 L / R = 1/(\omega_0 RC)$
  - **बैंडविड्थ:** $\beta = \omega_0 / Q$ (या $\Delta f = f_0 /Q$)
  - PYQ ट्रेंड: रेजोनेंस पर पीक करंट; Q, Δ f कंप्यूट करें ।
- **वाटरहित धारा**
  - $\phi = \pm 90°$ पर : $\cos \phi = 0 \rightarrow$ **कोई औसत शक्ति नहीं** (शुद्ध **L / सी)**।
  - नोट: करंट नॉन-ज़ीरो लेकिन पावर ज़ीरो; एग्जामिनर समझ चेक करता है।

F. ट्रांसफार्मर हानियाँ और अनुप्रयोग

- **हानि**
  - **कॉपर लॉस:** वाइंडिंग में I^2 R
  - **कोर लॉस:** हिस्टैरिसीस + AD करंट (→ CRGO स्टील, लेमिनेशन का इस्तेमाल करें)
  - **लीकेज फ्लक्स:** इम्परफेक्ट कपलिंग (k<1)
  - **आवारा और परावैद्युत हानियाँ**
- **दक्षता (η)**
  - $\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\%$ (P_{in} में सभी नुकसान शामिल करें)
- **अनुप्रयोग**
  - पावर डिस्ट्रीब्यूशन, एडॉप्टर, आइसोलेशन, इम्पीडेंस मैचिंग।
  - PYQ फोकस: क्वालिटेटिव "कौन सा नुकसान कब हावी होता है...? ", डिज़ाइन मेज़र।

किरण प्रकाशिकी

A. परावर्तन और अपवर्तन

- **परावर्तन के नियम:** i = r; इंसिडेंट रे, रिफ्लेक्टेड रे, नॉर्मल कोप्लेनर हैं।
- **अपवर्तन (स्नेल का नियम):** $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
- **अपवर्तक सूचकांक (n):** $n = c/v$
- **प्लेन सरफेस पर रिफ्रैक्शन:** $n_1 /u + n_2 /v = (n_2 - n_1)/R$ (प्लेन के लिए $R= \infty$)
  - स्पेशल: स्लैब में **लैटरल शिफ्ट ; साफ़ गहराई:** $d_{app} = d / n$
- ट्रैप: साइन कन्वेंशन और मीडियम ट्रांज़िशन (एयर ↔ डेंसर)।

B. दर्पण और लेंस

- **मिरर फ़ॉर्मूला:** $1/f = 1/v + 1/u$ (साइन कन्वेंशन!)
- **लेंस फॉर्मूला (पतला लेंस):** $1/f = 1/v - 1/u = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$
- **बढ़ाई**
  - **रैखिक:** $m = h'/h = v/u$ (लेंस), $m = -v/u$ (दर्पण)
  - **एंगुलर (इंस्ट्रूमेंट्स):** यूनिट 12E देखें
- **लेंस का कॉम्बिनेशन:** $1/F = 1/f_1 + 1/f_2 - d/(f_1 f_2)$ (d से अलग)

C. प्रिज्म और पूर्ण आंतरिक परावर्तन (TIR)

- **प्रिज्म द्वारा विचलन:** $\delta \approx (n - 1) A$ (छोटे कोण)
- **न्यूनतम विचलन:** $n = \sin[(A+ \delta_{min})/2] / \sin(A/2)$
- **TIR कंडीशन:** डेंसर से रेयर तक; $i \geq i_c$, जहाँ $\sin i_c = n_2 /n_1$
- **एप्लीकेशन:** पेरिस्कोप में प्रिज्म, ऑप्टिकल फाइबर (लो लॉस गाइडिंग)।
  - ट्रैप: ब्रूस्टर एंगल (पोलराइजेशन) बनाम क्रिटिकल एंगल (TIR) को कन्फ्यूज़ करें।

D. फैलाव और प्रकीर्णन

- **फैलाव:** n वेवलेंथ → स्पेक्ट्रम पर निर्भर करता है; $n_{violet} > n_{red}$.
- **कोणीय फैलाव और फैलाव शक्ति (ω):** फैलाव का औसत विचलन से अनुपात।
- **स्कैटरिंग:** रेले: इंटेंसिटी ∝ $1/\lambda^4$ → नीला आसमान, लाल सनसेट।

E. ऑप्टिकल उपकरण और दृष्टि

- **माइक्रोस्कोप (यौगिक)**
  - **मैग्निफिकेशन:** $M \approx (L/ f_o) \times (D / f_e)$ (नॉर्मल एडजस्टमेंट)
  - नोट: L ट्यूब की लंबाई; D ≈ 25 cm साफ़ नज़र की सबसे कम दूरी।
- **दूरबीन (खगोलीय)**
  - **मैग्निफिकेशन:** $M = f_o / f_e$ (इनफिनिटी पर फाइनल इमेज)
- **दृष्टि दोष**
  - **मायोपिया:** पास की नज़र → **डाइवर्जिंग** (कॉन्केव) लेंस से सही ।
  - **हाइपरमेट्रोपिया :** दूरदृष्टि → **कन्वेक्स** (उत्तल) लेंस से सही ।
  - **एस्टिग्मेटिज्म:** सिलिंड्रिकल लेंस; कॉर्नियल कर्वेचर मिसमैच।
  - **प्रेस्बायोपिया:** एजिंग; बाइफोकल्स/प्रोग्रेसिव्स।
- PYQ फोकस: लेंस-मेकर पर न्यूमेरिकल्स, प्रिज्म δ_{min}, इंस्ट्रूमेंट मैग्निफिकेशन।

तरंग प्रकाशिकी

A. नींव

- **ह्यूजेंस का सिद्धांत:** वेवफ्रंट पर हर पॉइंट सेकेंडरी वेवलेट्स के सोर्स के तौर पर काम करता है।
- **तरंगों का सुपरपोजिशन:** परिणामी विस्थापन = बीजगणितीय योग (रैखिकता का सिद्धांत)।
- **कोहेरेंस:** कॉन्सटेंट फेज़ डिफ़रेंस + सेम फ़्रीक्वेंसी → स्टेबल फ्रिंजेज़।

B. हस्तक्षेप

- **यंग्स डबल स्लिट (YDSE)**
  - **फ्रिंज चौड़ाई:** $\beta = \lambda D /d$
  - **वें ब्राइट की स्थिति :** $y_m = m \lambda D / d$
  - **लगातार इंटरफेरेंस के लिए शर्तें:** कोहेरेंस, बराबर एम्प्लिट्यूड।
  - ट्रैप: पाथ बनाम फेज़ डिफरेंस; विपरीत साइड्स के लिए m का साइन।
- **तीव्रता वितरण**
  - **परिणामी तीव्रता:** $I = I_1 + I_2 + 2 \sqrt{(I_1 I_2)} \cos \Delta\varphi$
  - विज़िबिलिटी/कंट्रास्ट: $V = (I_{max} - I_{min})/(I_{max} + I_{min})$

C. विवर्तन

- **सिंगल-स्लिट फ्राउनहोफर**
  - **मिनिमा:** a sin θ = m λ (m = ±1, ±2, ...)
  - **सेंट्रल मैक्स चौड़ाई:** 2 β, β के साथ ≈ λ D /a (स्क्रीन पर)
  - ट्रैप: सेंट्रल मैक्स सबसे चौड़ा और सबसे चमकीला होता है - इंटरफेरेंस इक्वल मैक्सिमा के विपरीत।
- **कर्कश**
  - **कंडीशन:** d sin θ = n λ (n- th ऑर्डर मैक्सिमम)
  - **डिस्पर्शन/रिज़ॉल्विंग पावर:** लाइनों की संख्या N के साथ बढ़ती है, ऑर्डर n।
  - नोट: ओवरलैपिंग ऑर्डर टेस्ट-वेवलेंथ सिलेक्शन।

D. ध्रुवीकरण

- **रिफ्लेक्शन (ब्रूस्टर) द्वारा**
  - **ब्रूस्टर एंगल:** tan i_B = n (एयर से मीडियम के लिए)
  - रिफ्लेक्टेड लाइट i_B पर पूरी तरह से प्लेन-पोलराइज़्ड होती है ।
- **दोहरा अपवर्तन (द्विअपवर्तन)**
  - **साधारण (o) और असाधारण (e) किरणें:** विभिन्न अपवर्तक सूचकांक।
  - **निकोल प्रिज्म:** पोलराइज़र/एनालाइज़र सिद्धांत।
- **मालुस का नियम**
  - **ट्रांसमिटेड इंटेंसिटी:** I = $I_0 \cos^2 \theta$ (θ पोलराइज़र एक्सिस के बीच)

E. संकल्प शक्ति

- **माइक्रोस्कोप (रेले क्राइटेरियन):** d_मिनट ≈ 0.61 λ / NA, जहाँ NA = n sin α
- **दूरबीन:** θ _मिनट ≈ 1.22 λ / D (D: एपर्चर)
- PYQ फोकस: सबसे छोटा रिज़ॉल्वेबल सेपरेशन/एंगल कैलकुलेट करें; λ और अपर्चर का रोल।

इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार

A. अर्धचालक भौतिकी

- **प्रकार: आंतरिक** (शुद्ध), **बहिर्जात** (मिश्रित: **N-प्रकार, P-प्रकार)**
- **चार्ज कैरियर:** इलेक्ट्रॉन और होल्स; मेजोरिटी/माइनॉरिटी।
- **तापमान प्रभाव:** कंडक्टिविटी ↑ T के साथ (धातुओं के विपरीत)।
- **बैंड अवधारणाएँ:** वैलेंस बैंड, कंडक्शन बैंड, बैंड गैप (E_g)।

B. P.N. जंक्शन डायोड

- **IV विशेषताएँ**
  - **फॉरवर्ड बायस:** कम प्रतिरोध; थ्रेशहोल्ड ~0.7 V (Si), ~0.3 V (Ge)।
  - **रिवर्स बायस:** बहुत कम करंट; हाई रिवर्स V पर ब्रेकडाउन।
- **परिहार**
  - **हाफ-वेव / फुल-वेव (ब्रिज):** रिपल फैक्टर और फिल्टरिंग (C फिल्टर)।
  - **डायोड इक्वेशन (आइडियलाइज़्ड):** I = I_s (e^{V/ η V_T } - 1)
- **जेनर डायोड (विनियमन)**
  - **रिवर्स ब्रेकडाउन क्षेत्र:** वोल्टेज लगभग स्थिर (V_Z).
  - **सिंपल रेगुलेटर:** सीरीज़ रेसिस्टर साइज़िंग: R = (V_{in} - V_Z)/I_Z.

C. BJT (द्विध्रुवी जंक्शन ट्रांजिस्टर)

- **कॉन्फ़िगरेशन: CB, CI, CC** (CI सबसे अधिक प्रवर्धन के लिए उपयोग किया जाता है)।
- **विशेषता वक्र**
  - फिक्स्ड I_B के लिए **इनपुट (V_BE-I_B), आउटपुट (V_CE-I_C) ।**
  - **क्षेत्र:** कटऑफ, एक्टिव (एम्प्लीफिकेशन), सैचुरेशन (स्विच)।
- **वर्तमान लाभ**
  - **α (CB):** I_C/I_E; **β (CE):** $I_C/I_B \approx \alpha /(1- \alpha)$
- **विस्तारण**
  - **वोल्टेज लाभ (CE):** $A_V \approx - g_m R_C$ (छोटा सिग्नल; साइन फेज़ इनवर्जन दिखाता है).
  - **बायसिंग:** Q-पॉइंट (वोल्टेज डिवाइडर बायस) को स्थिर करें।
  - बनाम एक्टिव में कन्फ्यूज़ ; CE में गेन का संकेत।

D. डिजिटल बुनियादी बातें

- **लॉजिक गेट्स: और, अथवा, नहीं, नन्द, न ही**
  - **यूनिवर्सलिटी:** NAND/NOR किसी भी बूलियन फ़ंक्शन को पूरा कर सकता है।
- **बूलियन बीजगणित (मूल बातें)**
  - **Idempotent:** A + A = A, A · A = A
  - **पूरक:** A + Ā = 1, A · Ā = 0
  - **D मॉर्गन:** Ā + B^- = $(AB)^-$, $(A + B)^-$ = Ā B^-
  - सरलीकरण: K-मैप आइडिया (2-4 वेरिएबल्स के लिए क्वालिटेटिव)।

E. संचार प्रणाली

- **एलिमेंट्स:** सोर्स → ट्रांसड्यूसर → ट्रांसमीटर → चैनल → रिसीवर → डेस्टिनेशन; हर जगह शोर।
- **संकेत और तरंगें**
  - **एनालॉग बनाम डिजिटल, बेसबैंड बनाम पासबैंड, बैंडविड्थ** कॉन्सेप्ट।
- **मॉड्यूलेशन (AM फोकस)**
  - **एम्प्लिट्यूड मॉड्यूलेशन:** m = A_m / A_c (मॉड्यूलेशन इंडेक्स)
  - **AM पावर:** कैरियर और साइडबैंड; बैंडविड्थ B = 2 f_m .
  - **मॉड्यूलेशन की ज़रूरत:** एंटीना का साइज़, मल्टीप्लेक्सिंग, रेंज, नॉइज़ इम्यूनिटी।

- **ट्रांसमिशन मीडिया**
  - **गाइडेड:** ट्विस्टेड पेयर, कोएक्सियल, ऑप्टिकल फाइबर (TIR, लो लॉस)।
  - **बिना गाइड वाला:** रेडियो, माइक्रोवेव, सैटेलाइट लिंक।
- PYQ ट्रेंड: AM बैंडविड्थ कंप्यूट करें; ब्लॉक डायग्राम एलिमेंट्स पहचानें; नॉइज़ इफ़ेक्ट्स।

क्रॉस-यूनिट लिंक्स (एग्जामर फेवरिट्स)

- **वेव बनाम रे ऑप्टिक्स:** अपर्चर की लिमिट और λ → विवर्तन छवि को धुंधला कर देता है
- **AC और रेजोनेंस ↔ कम्युनिकेशन:** रेजोनेंट सर्किट (ट्यूनिंग), Q और सेलेक्टिविटी।
- **पोलराइजेशन ↔ ब्रूस्टर और TIR:** रे +veव ऑप्टिक्स रिफ्लेक्शन प्रॉपर्टीज़ में मिलते हैं।
- **सेमीकंडक्टर डिवाइस ↔ इंस्ट्रूमेंटेशन:** रेक्टिफिकेशन ऑप्टिक्स एक्सपेरिमेंट में लाइट सोर्स को पावर देता है; कम्युनिकेशन में डिटेक्टर।

फॉर्मूला मिनी-मैप (रैपिड रिकॉल)

- **प्रेरण:** $\varepsilon = - d\Phi / dt$, $\varepsilon_L = - L\, dI / dt$, $\varepsilon_M = - M\, dI / dt$, $k = M/\sqrt{(L_1 L_2)}$
- **AC:** $I_{rms} = I_0 / \sqrt{2}$, $P = V_{rms} I M \cos\phi$, $Z = \sqrt{(R^2+(X_L-X_C)^2)}$, $\omega_0 = 1/\sqrt{(LC)}$
- **ऑप्टिक्स (रे):** $1/f = 1/v \pm 1/u$, $n = c/v$, $n = \sin((A+\delta_{min})/2)/\sin(A/2)$, $\tan i_B = n$
- **तरंग प्रकाशिकी:** $\beta = \lambda D /d$, $a \sin\theta = m\lambda$, $d \sin\theta = n\lambda$, $I = I_0 \cos^2\theta$ (मालुस)
- **संकल्प:** θ _मिनट $\approx 1.22\lambda /D$, $d_{min} \approx 0.61\lambda /NA$
- **इलेक्ट्रॉनिक्स:** $V_s/V_p = N_s/N_p$, $I = I_s$ (e^{V/ η V_T }-1), $\beta = I_C/I_B$, $m = A_m / A_c$, $B_AM = 2 f_m$

सामान्य PYQ पैटर्न और ट्रैप

- **साइन कन्वेंशन:** मिरर/लेंस; LCR में फेजर एंगल।
- **RMS बनाम मीन:** हाफ-साइकिल बनाम फुल-साइकिल एवरेज।
- **रेज़ोनेंस:** Q बनाम बैंडविड्थ; मैक्स करंट कंडीशन।
- **प्रिज्म और TIR:** क्रिटिकल बनाम ब्रूस्टर एंगल का अंतर।
- **व्यतिकरण बनाम विवर्तन:** फ्रिंज रिक्ति निर्भरता (D बनाम A)।
- **जेनर रेगुलेटर:** लोड में बदलाव के साथ सीरीज़ रेज़िस्टर साइज़िंग।
- **AM:** उच्चतम मॉड्यूलेटिंग आवृत्ति से बैंडविड्थ (B=2 f_m)।

क्विक एप्लीकेशन नगेट्स (1-लाइनर्स)

- **AD ब्रेक:** ट्रेनों/मीटरों में मैग्नेटिक डैम्पिंग।
- **ऑप्टिकल फाइबर:** TIR कम-लॉस, हाई-बैंडविड्थ लिंक को इनेबल करता है।
- **LC ट्यूनिंग:** रेडियो सेलेक्टिविटी; रेजोनेंस पीक्स ज़रूरी स्टेशन।
- **पोलराइज़र:** ग्लेयर रिडक्शन; ब्रूस्टर-एंगल सनग्लासेस।
- **जेनर :** वोल्टेज रेफरेंस और रेगुलेशन।
- **ग्रेटिंग्स:** स्पेक्ट्रल एनालिसिस: ज़्यादा लाइनों/ऑर्डर के साथ हाई रिज़ॉल्यूशन।

पार्ट 1 - फैराडे और लेंज़ के नियम (कॉन्सेप्ट → डेरिवेशन → PYQ इंटीग्रेशन)

मुख्य विचार

इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंडक्शन (EMI) : जब भी किसी बंद सर्किट से जुड़ा **मैग्नेटिक फ्लक्स बदलता है, तो A. emf (इलेक्ट्रोमोटिव फोर्स)** इंड्यूस होता है, और अगर सर्किट बंद है, तो **करंट** बहता है।

I. चुंबकीय प्रवाह (Φ)

परिभाषा

- **$\Phi = B \cdot A \cdot$ कोस θ**
  - B: चुंबकीय क्षेत्र की ताकत (T)
  - A: कुंडली का क्षेत्रफल (m^2)
  - θ : **B** और **क्षेत्र के अभिलंब के बीच का कोण**

B. इकाइयाँ और आयाम

- **इकाई:** वेबर (Wb)
  1 Wb = 1 टेस्ला × 1 m^2
- **आयामी सूत्र:** $[M^1 L^2 T^{-2} I^{-1}]$

C. मुख्य नोट्स

- **मैक्सिमम फ्लक्स:** जब फील्ड ⊥ एरिया (θ = 0°)
- **ज़ीरो फ़्लक्स:** जब फ़ील्ड ∥ एरिया (θ = 90°)
- PYQ टिप: "फ्लक्स थ्रू A लूप" सवाल ओरिएंटेशन की समझ को टेस्ट करते हैं।

II. फैराडे के इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंडक्शन के नियम

A. पहला नियम

जब भी सर्किट से जुड़ा मैग्नेटिक फ्लक्स बदलता है, तो A. emf इंड्यूस होता है।

B. दूसरा नियम

EMF का परिमाण चुंबकीय प्रवाह के परिवर्तन की दर के सीधे आनुपातिक होता है।

गणितीय व्यंजक:

$$|\varepsilon| = \frac{d\Phi}{dt}$$

C. N-टर्न कॉइल के लिए

$$|\varepsilon| = N\frac{d\Phi}{dt}$$

D. बदलते फ्लक्स के स्रोत

1. **चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन (B)**
   जैसे, चल चुम्बक या परिवर्तनशील विद्युत चुम्बक। **में परिवर्तन** जैसे, विस्तार/संकुचन कुंडली।
2. **अभिविन्यास में परिवर्तन (θ)**
   जैसे, क्षेत्र में घूमता हुआ कुंडल।

III. लेंज़ का नियम

A. बयान

EMF या करंट की दिशा ऐसी होती है कि यह हमेशा उस कारण का विरोध करती है जो इसे पैदा करता है।

B. महत्व

- **एनर्जी कंजर्वेशन** पक्का करता है (परपेचुअल मोशन नहीं)।
- फैराडे के नियम में नेगेटिव साइन:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

C. चित्रण

1. **चुंबक-कुंडली प्रयोग**
   - **N-पोल को** कॉइल की ओर ले जाना → **प्रेरित धारा** निकट फलक पर **N-ध्रुव** उत्पन्न करती है → प्रतिकर्षण।
   - हट **जाना** → आकर्षण → दिशा उलट जाती है।
2. **धारा-वाहक सोलेनोइड** और **द्वितीयक कुंडली**
   - प्राइमरी में करंट चेंज → सेकेंडरी में इंड्यूस्ड emf इसका विरोध करता है।

D. ऊर्जा व्याख्या

- बाहरी एजेंट द्वारा किया गया काम = इंड्यूस्ड मैग्नेटिक फील्ड में स्टोर एनर्जी।

E. PYQ पैटर्न

अवधारणा	विशिष्ट प्रश्न	चाल
धारा की दिशा	"जब चुंबक कुंडली की ओर बढ़ा तो दिशा पता करें"	**लेंज़ के विरोध सिद्धांत का** उपयोग करें
ऋणात्मक चिन्ह का महत्व	"'-' क्या दर्शाता है?"	**फ्लक्स परिवर्तन का विरोध**
वैचारिक ऊर्जा जांच	"क्या ऊर्जा संरक्षित है?"	हाँ, बाहरी काम → प्रेरित करंट एनर्जी

IV. गतिज EMF

परिभाषा

जब कोई कंडक्टर मैग्नेटिक फील्ड में घूमता है तो EMF इंड्यूस होता है ।

B. व्युत्पत्ति

फील्ड B में वेलोसिटी v से चलते हुए कंडक्टर की लंबाई । पर विचार करें:

$$\varepsilon = Blv$$

(यदि B, l, v परस्पर लंबवत हैं)

C. दिशा (फ्लेमिंग का दायाँ हाथ का नियम)

- **अंगूठा:** कंडक्टर की गति (v)
- **तर्जनी उंगली:** चुंबकीय क्षेत्र (B)
- **बीच की उंगली:** प्रेरित करंट (I)

D. विशेष मामले

- **कंडक्टर कोण θ पर चलता है :**

$$\varepsilon = Blv\sin\theta$$

- **बंद लूप:** emf सर्कुलेटिंग करंट को प्रेरित करता है।

E. उदाहरण

रॉड AB (लंबाई 0.5 m) 0.2 T फील्ड के परपेंडिकुलर 2 m/s की स्पीड से चलती है → emf ?

→ ε = B LV = 0.2 × 0.5 × 2 = 0.2 V

F. पीYक्यू फोकस

प्रकार	सवाल	कौशल परीक्षण
प्रत्यक्ष सूत्र	चलती छड़ का emf कैलकुलेट करें	फॉर्मूला रिकॉल
वैचारिक	कोण निर्भरता, दिशा	दाहिने हाथ के नियम का उपयोग
आवेदन	कंडक्टिंग रेल, स्लाइडिंग रॉड	फ्लक्स परिवर्तन विश्लेषण

V. प्रेरित विद्युत क्षेत्र

संप्रत्यय

- समय के साथ बदलने वाला मैग्नेटिक फ्लक्स A. **नॉन-कंजर्वेटिव इलेक्ट्रिक फील्ड बनाता है** (लाइनें बंद लूप बनाती हैं)।

B. गणितीय व्यंजक

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

C. निहितार्थ

- इलेक्ट्रोस्टैटिक फील्ड के विपरीत, इंड्यूस्ड E-फील्ड को पोटेंशियल फंक्शन से नहीं निकाला जा सकता है।

D. परीक्षा-तैयारी नोट

- यह फैराडे के नियम का डिफरेंशियल फ़ॉर्म है - **मैक्सवेल के तीसरे इक्वेशन का आधार** ।

VI. प्रैक्टिकल उदाहरण और एप्लीकेशन

1. **एसी जनरेटर (अल्टरनेटर)**
   - सीधे फैराडे के सिद्धांत पर आधारित।
   - मैग्नेटिक फील्ड में घूमने वाली कॉइल साइनसोइडल emf पैदा करती है ।
2. **गैल्वेनोमीटर में मूविंग कॉइल**
   - कॉइल से गुज़रने वाला करंट मैग्नेटिक फ्लक्स → टॉर्क इंड्यूस्ड को बदलता है।
3. **मेटल डिटेक्टर / इंडक्शन कुकर**
   - बदलते मैग्नेटिक फ्लक्स पर निर्भर रहें → मेटल में इंड्यूस्ड करंट।
4. **स्पीडोमीटर (AD-करंट प्रकार)**
   - मैग्नेट रोटेशन → फ्लक्स वेरिएशन → इंड्यूस्ड करंट डैम्पिंग।

VII. ऊर्जा और संरक्षण सिद्धांत

A. ऊर्जा संतुलन

Work by external agent
= Energy dissipated as heat
+ Energy stored in field

B. चित्रण

- जब मैग्नेट को कॉइल की ओर धकेला जाता है, तो रेजिस्टेंस के कारण जूल हीटिंग होती है।
- लेंज़ का अपोज़िशन यह पक्का करता है कि कोई स्पॉन्टेनियस करंट न आए - जिससे एनर्जी बचती है।

VIII. न्यूमेरिकल और कॉन्सेप्ट फोकस समरी

विषय	FORMULA	PYQ फोकस
फ्लक्स लिंकेज	$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$	अभिविन्यास समस्याएं
फैराडे (परिमाण)	$\varepsilon = N \, d\Phi / st$	परिवर्तन दर से जुड़े सवाल
लेन्ज़ (दिशा)	$\varepsilon = - d\Phi / dt$	संकेत और विरोध
गतिज EMF	$\varepsilon = B \, lv$	चलती रॉड की समस्याएं
प्रेरित क्षेत्र लूप	$\oint E \cdot dl = - d\Phi / dt$	संकल्पनात्मक मैक्सवेल लिंकेज

IX. एग्जाम-ट्रिक क्विक बाइट्स

- **अगर फ्लक्स बढ़ता है,** तो इंड्यूस्ड करंट, **बढ़ोतरी के उलटा फील्ड बनाता है** ।
- **अगर फ्लक्स कम होता है,** तो इंड्यूस्ड करंट उसे **सपोर्ट करता है ।**
- **ओपन सर्किट में,** emf मौजूद होता है, हालांकि कोई करंट नहीं बहता।
- **प्रेरित emf = फ्लक्स परिवर्तन की दर, स्वयं फ्लक्स नहीं** ।
- **दिशा नियम:** लेंज़ का नियम → "कारण का विरोध करें।"

मेमोरी हुक

अवधारणा	स्मृति सहायक
फैराडे का पहला नियम	"प्रवाह में परिवर्तन → EMF मारा!"
लेंज़ का नियम	"प्रकृति परिवर्तन का विरोध करती है - हमेशा!"
गतिज EMF	"बीLवी - चलती जादुई तिकड़ी।"
प्रेरित ई-क्षेत्र	"जब B घूमता है तो E मुड़ता है।"

PYQ पैटर्न स्नैपशॉट

परीक्षा का प्रकार	बार-बार पूछे जाने वाले प्रश्न
संकल्पनात्मक (2-3 अंक)	फैराडे और लेंज़ के नियमों को बताएं/समझाएं
आवेदन (3-5 अंक)	चल चालक में emf की गणना करें
संख्यात्मक (5 अंक)	संयुक्त कुंडली + गति + लेंज़ की दिशा
अभिकथन-कारण	$\varepsilon = - d\Phi / dt$ में नेगेटिव साइन अपोज़िशन दिखाता है"
आरेख आधारित	चुंबक-कुंडल गति दिशा तर्क

पार्ट 2 - सेल्फ इंडक्शन, म्यूचुअल इंडक्शन और कपलिंग का कोएफिशिएंट

मुख्य विचार

जब किसी कॉइल में करंट **बदलता है,** तो मैग्नेटिक फ्लक्स में होने वाला बदलाव या तो **उसी कॉइल (सेल्फ-इंडक्शन)** में या **पास की कॉइल (म्यूचुअल इंडक्शन) में emf इंड्यूस करता है** ।

I. स्व-प्रेरण

परिभाषा

- वह घटना जिसमें **A. कॉइल में बदलता करंट उसी कॉइल में** करंट में बदलाव के उलट A. **EMF पैदा करता है।**

B. सूत्र

$$\varepsilon_L = -L\frac{dI}{dt}$$

- ε_L : प्रेरित EMF
- L: स्व-प्रेरक
- मैं: वर्तमान

C. भौतिक अर्थ

- **L करंट का इनर्शिया** मापता है - A. कॉइल करंट में बदलाव को रोकता है।
- बड़ा **L → आई** में बदलाव का मजबूत विरोध ।

D. L (सोलेनॉइड) के लिए व्यंजक

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

- μ : कोर की पारगम्यता
- N: घुमावों की संख्या
- A: अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल
- I: परिनालिका की लंबाई

E. इंडक्टर में संग्रहित ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2}LI^2$$

- काइनेटिक एनर्जी के जैसा: इंडक्टर करंट में बदलाव का विरोध करता है, जैसे मास वेलोसिटी में बदलाव का विरोध करता है।

F. करंट बनाने के लिए किया गया काम

$$W = \int_0^I \varepsilon_L \, dQ = \frac{1}{2}LI^2$$

G. इकाइयाँ और आयाम

- **इकाई:** हेनरी (H)
  1 H = 1 V·s/A
- **आयाम:** $[M^1 L^2 T^{-2} I^{-2}]$

H. L को प्रभावित करने वाले कारक

कारक	रिश्ता	प्रभाव
घुमावों की संख्या (N)	$L \propto N^2$	टर्न दोगुना करना → 4× इंडक्टेंस
कोर सामग्री	$L \propto \mu$	सॉफ्ट आयरन L बढ़ाता है
कुंडल ज्यामिति	$L \propto A/L$	बड़ा क्षेत्र, छोटी लंबाई → उच्च L

I. PYQ पैटर्न

प्रकार	विशिष्ट प्रश्न	मुख्य विचार
प्रत्यक्ष सूत्र	सोलेनोइड के लिए L ज्ञात करें	ज्यामिति प्रतिस्थापन
ऊर्जा	संग्रहीत ऊर्जा की गणना करें	½Lआई²
वैचारिक	"इंडक्टिव सर्किट में करंट लैग क्यों होता है?"	परिवर्तन का विरोध (लेन्ज़ का नियम)

II. पारस्परिक प्रेरण

परिभाषा

वह घटना जिसमें **A. कॉइल (प्राइमरी) में बदलता करंट पास की कॉइल (सेकेंडरी)** में EMF पैदा करता है ।

B. सूत्र

$$\varepsilon_M = -M\frac{dI_1}{dt}$$

- M: पारस्परिक प्रेरण
- I_1 : प्राइमरी में करंट
- नेगेटिव साइन → **लेंज़ का विरोध**

C. निर्भरता

- **कॉइल ज्योमेट्री:** नज़दीकी, ओरिएंटेशन, टर्न की संख्या।
- **कोर मटीरियल:** मैग्नेटिक परमीएबिलिटी कपलिंग को बढ़ाती है।
- **रिलेटिव पोज़िशन:** कोएक्सियल → हाई M; दूर → लो M.

D. M (कोएक्सियल सोलेनोइड्स) के लिए एक्सप्रेशन

$$M = \frac{\mu N_1 N_2 A}{l}$$

- फ्लक्स लिंकेज द्वारा व्युत्पन्न:

  $\Phi_2 = MI_1$, इसलिए $\varepsilon_2 = -M\, dI_1/dt$

E. इकाई और आयाम

- **L के समान:** हेनरी (H)

  $[M^1 L^2 T^{-2} I^{-2}]$

F. उदाहरण समस्या

दो कोएक्सियल सोलेनोइड्स: $N_1 = 500$, $N_2 = 200$, $A = 0.01\ m^2$, $l = 0.5\ m$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m .

M ज्ञात करें.

$$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 500 \times 200 \times 0.01}{0.5}$$
$$= 2.51 \times 10^{-3}\ H$$

G. पारस्परिक प्रेरण अनुप्रयोग

- **ट्रांसफॉर्मर** - सर्किट के बीच पावर ट्रांसफर।
- **इंडक्टिव चार्जिंग** - वायरलेस एनर्जी ट्रांसफर।
- **इग्निशन कॉइल्स** - स्पार्क प्लग करंट एम्प्लीफिकेशन।
- **रिले** - कंट्रोल और पावर सर्किट के बीच इंडक्टिव कपलिंग।

H. PYQ पैटर्न

अवधारणा	सवाल	कौशल परीक्षण
परिभाषा	पारस्परिक प्रेरण को परिभाषित करें	अवधारणा स्मरण
FORMULA	प्रेरित EMF की गणना करें	व्युत्पन्न हैंडलिंग
आवेदन	ट्रांसफार्मर सिद्धांत	वैचारिक जुड़ाव

III. युग्मन गुणांक (k)

परिभाषा

A. कॉइल में बनने वाला मैग्नेटिक फ्लक्स का हिस्सा जो दूसरे कॉइल से पूरी तरह जुड़ जाता है।

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

जहाँ $0 \le k \le 1$

B. व्याख्या

- **k = 1:** परफेक्ट कपलिंग (आदर्श ट्रांसफॉर्मर)
- **k = 0:** कोई कपलिंग नहीं (परस्पर स्वतंत्र)

C. व्यावहारिक सीमा

- **एयर कोर कॉइल:** 0.1 - 0.3
- **आयरन कोर कॉइल:** 0.9 - 0.99

D. उदाहरण

दो कुण्डलियों में $L_1 = 4H$, $L_2 = 9H$, $M = 5H$ है। k ज्ञात कीजिए ।

$$k = \frac{5}{\sqrt{4 \times 9}} = \frac{5}{6} \approx 0.833$$

E. PYQ अवधारणाएँ

विषय	विशिष्ट प्रश्न	सामान्य जाल
युग्मन गुणांक	M, L_1, L_2 दिया गया है तो k ज्ञात कीजिए।	$\sqrt{(L_1 L_2)}$ हर को भूल जाइए
आदर्श ट्रांसफार्मर	k वैल्यू क्या है?	हमेशा 1
पारस्परिक और स्वयं	"स्व और पारस्परिक प्रेरण के बीच अंतर बताएं"	अवधारणा स्पष्टता

IV. तुलना टेबल: सेल्फ बनाम म्यूचुअल इंडक्शन

संपत्ति	स्व-प्रेरण	पारस्परिक प्रेरण
कुंडल भागीदारी	सिंगल कायल	पास की दो कुंडलियाँ
कारण	A. ही कुंडली में धारा में परिवर्तन	दूसरी कुंडली में करंट में बदलाव
EMF अभिव्यक्ति	$\varepsilon = -L\, dI/dt$	$\varepsilon = -M\, dI_1/dt$
इकाई	हेनरी	हेनरी
भौतिक अर्थ	विद्युत जड़त्व	चुंबकीय युग्मन
उदाहरण	प्रेरक कुंडली	ट्रांसफार्मर प्राथमिक-द्वितीयक

V. व्युत्पत्तियाँ (चरण-दर-चरण)

A. सोलेनोइड का स्व-प्रेरण

1. सोलेनोइड के अंदर मैग्नेटिक फील्ड:

   $B = \mu NI / l$
2. A. टर्न से फ्लक्स:

   $\Phi = BA = (\mu NIA) / l$
3. फ्लक्स लिंकेज:

   $N\Phi = (\mu N^2 AI) / l$
4. $\Phi = LI \rightarrow$

   $L = \frac{\mu N^2 A}{l}$ से तुलना करें

B. कोएक्सियल सोलेनोइड्स के बीच पारस्परिक प्रेरण

1. सेकेंडरी से जुड़ा फ्लक्स:

   $\Phi_2 = BAN_2 = (\mu N_1 I_1 A N_2)/l$
2. $\Phi_2 = MI_1$ से तुलना करें →

$$M = \frac{\mu N_1 N_2 A}{l}$$

VI. इंडक्टर्स से जुड़ी ऊर्जा

A. चुंबकीय क्षेत्र में संग्रहीत ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2}LI^2$$

B. ऊर्जा घनत्व

$$u = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu}$$

C. व्याख्या

- **मैग्नेटिक फील्ड में लोकलाइज़्ड एनर्जी** (स्पेस-फिलिंग प्रॉपर्टी)
- इलेक्ट्रोमैग्नेटिक एनर्जी स्टोरेज और ट्रांसफर का आधार।

VII. एप्लीकेशन और डिवाइस कॉन्टेक्स्ट

उपकरण	प्रयुक्त सिद्धांत	स्पष्टीकरण
ट्रांसफार्मर	पारस्परिक प्रेरण	कॉइल के बीच वोल्टेज रूपांतरण
चोक कॉइल	स्व-प्रेरण	बिना पावर लॉस के AC करंट को लिमिट करता है
प्रेरण भट्टी	AD और पारस्परिक प्रेरण	धातु तापन
इग्निशन का तार	पारस्परिक प्रेरण	उच्च-वोल्टेज चिंगारियां उत्पन्न करता है
वायरलेस चार्जर	पारस्परिक युग्मन	चुंबकीय क्षेत्र के माध्यम से ऊर्जा स्थानांतरण

VIII. कॉन्सेप्ट चेक ट्रैप्स

- म्यूचुअल इंडक्शन के लिए A. ही करंट की ज़रूरत होती है? → **नहीं,** A. कॉइल में करंट बदलने से दूसरे कॉइल में EMF पैदा होता है।
- लेंज़ का नियम सिर्फ़ सेल्फ़ इंडक्शन पर लागू होता है? → **नहीं,** यह दोनों पर लागू होता है।
- क्या एनर्जी सिर्फ़ तब स्टोर होती है जब करंट स्थिर हो? → **नहीं,** करंट बढ़ने पर एनर्जी बनती है।
- उच्चतर μ → उच्चतर L, M
- पूर्ण युग्मन → k = 1

IX. क्विक रिवीजन के लिए फॉर्मूला क्लस्टर

अवधारणा	FORMULA
प्रेरित EMF (स्वयं)	$\varepsilon_L = -L\,(dI/dt)$
प्रेरित EMF (पारस्परिक)	$\varepsilon_M = -M\,(dI_1/dt)$
स्व-प्रेरक (सोलेनॉइड)	$L = \mu N^2 A / l$
पारस्परिक प्रेरण	$M = \mu N_1 N_2 A / l$
युग्मन गुणांक	$k = M / \sqrt{(L_1 L_2)}$
संग्रहित ऊर्जा	$u = \frac{1}{2} L I^2$
ऊर्जा घनत्व	$u = \frac{1}{2} (B^2/\mu)$

X. PYQ स्नैपशॉट सारांश

परीक्षा का प्रकार	सामान्य प्रश्न
परिभाषा/अवधारणा	सेल्फ और म्यूचुअल इंडक्शन को परिभाषित करें
न्यूमेरिकल	L, M, k की गणना करें
व्युत्पत्ति	सोलेनोइड प्रेरण
आवेदन	ट्रांसफार्मर सिद्धांत समझाइए
तर्क	"चोक कॉइल बिजली की खपत क्यों नहीं करता?"

मेमोरी हुक

अवधारणा	स्मृति सहायक
स्व-प्रेरण	"स्वयं स्वयं का विरोध करता है।"
पारस्परिक प्रेरण	"A. कुंडली दूसरी कुंडली चलाती है।"
युग्मन गुणांक	"M ओवर रूट LL दिखाता है कि वे कितने करीब हैं।"
संग्रहित ऊर्जा	"½ L I² - चुंबकीय ऊर्जा गोंद।"

पार्ट 3 - AD करंट और ट्रांसफॉर्मर प्रिंसिपल

मुख्य विचार

बल्क कंडक्टर या **कपल्ड कॉइल** के ज़रिए मैग्नेटिक फ्लक्स बदलने से **इंड्यूस्ड सर्कुलेटिंग करंट (AD करंट)** बनते हैं और यह **ट्रांसफॉर्मर ऑपरेशन** का आधार बनता है ।

I. भंवर धाराएँ

परिभाषा

जब A. ठोस कंडक्टर बदलते मैग्नेटिक फ्लक्स के संपर्क में आता है, तो मटीरियल के अंदर छोटे सर्कुलर करंट पैदा होते हैं, जिन्हें **AD करंट कहते हैं** ।

B. कारण

- समय-भिन्न **चुंबकीय प्रवाह** → कंडक्टर के अंदर **प्रेरित EMF लूप (फैराडे के नियम के अनुसार)**।
- करंट का हर लूप **कारण का विरोध करता है** (**लेन्ज़ के नियम के अनुसार)**।

C. विज़ुअलाइज़ेशन

- मैग्नेटिक फील्ड से गुज़रती हुई मेटल प्लेट में:
  - प्लेट में फ्लक्स में बदलाव → इंड्यूस्ड लूप (पानी में भंवर की तरह)।
- ये लूप **गर्मी** और **मैग्नेटिक डैम्पिंग पैदा करते हैं** ।

D. गणितीय संबंध

$$\varepsilon_{\text{eddy}} \propto \frac{d\Phi}{dt}$$

और प्रेरित **शक्ति हानि** :

$$P_{\text{eddy}} \propto B_{\text{max}}^2 f^2 t^2$$

जहाँ

B_{max} = शिखर चुंबकीय प्रवाह घनत्व,

f = क्षेत्र परिवर्तन की आवृत्ति, t = प्लेट की मोटाई।

E. नुकसान

1. **हीटिंग लॉस:** बल्क मटीरियल में करंट सर्कुलेशन के कारण।
2. **कम एफिशिएंसी:** मोटर, ट्रांसफॉर्मर, डायनेमो कोर में।

F. न्यूनीकरण

- ठोस लोहे के बजाय **लैमिनेटेड कोर का** इस्तेमाल करें ।
  - हर लेमिना दूसरों से इंसुलेटेड → छोटा लूप एरिया → कम करंट।
- **हाई-रेज़िस्टिविटी एलॉय** (जैसे, सिलिकॉन स्टील, फेराइट) का इस्तेमाल करें ।

G. उपयोगी अनुप्रयोग

आवेदन	सिद्धांत/प्रभाव
चुंबकीय ब्रेकिंग	AD करंट डैम्पिंग से गति धीमी हो जाती है (जैसे, इलेक्ट्रिक ट्रेन, स्पीडोमीटर)।
प्रेरण भट्टी	बड़ी AD करेंट्स गर्मी पैदा करती हैं (मेटल पिघलना)।
ऊर्जा मीटर	ऑसिलेशन को रोकने के लिए मूविंग कॉइल की डैम्पिंग।
धातु डिटेक्टर	इंड्यूस्ड करंट मेटल की मौजूदगी का पता लगाते हैं।
इलेक्ट्रिक गिटार पिकअप	चुंबकीय प्रवाह भिन्नता → प्रेरित संकेत (भंवर सिद्धांत)।

H. पीYक्यू फोकस

अवधारणा	प्रश्न प्रकार	चाल
परिभाषा	"भंवर धाराएं क्या हैं?"	बदलते फ्लक्स → सर्कुलेटिंग करंट का इस्तेमाल करें
आवेदन	"भंवर धाराओं के दो उपयोग बताइए।"	हीटिंग और डैम्पिंग के उदाहरण चुनें
हानि न्यूनीकरण	"लेमिनेटेड कोर का उपयोग क्यों करें?"	एरिया कम करने के लिए → AD करंट पाथ कम करें

II. ट्रांसफार्मर सिद्धांत

परिभाषा

ट्रांसफ़ॉर्मर A. डिवाइस है जो **म्यूचुअल इंडक्शन के सिद्धांत से दो सर्किट के बीच इलेक्ट्रिकल एनर्जी ट्रांसफर करता है।**

B. निर्माण

- **प्राइमरी कॉइल:** AC सोर्स से कनेक्टेड।
- **सेकेंडरी कॉइल:** लोड से कनेक्टेड।
- **कोर:** AD लॉस को कम करने और कपलिंग को बेहतर बनाने के लिए लैमिनेटेड सॉफ्ट आयरन।

C. बुनियादी कामकाज

1. **प्राथमिक में एसी** → कोर में अल्टरनेटिंग मैग्नेटिक फ्लक्स।
2. फ्लक्स **लिंक** सेकेंडरी कॉइल को बदलना।
3. **फैराडे के नियम** के अनुसार, सेकेंडरी में emf **इंड्यूस होता** है ।
4. अल्टरनेटिंग मैग्नेटिक फील्ड (बिना इलेक्ट्रिकल कॉन्टैक्ट के) से **एनर्जी ट्रांसफर ।**

III. आदर्श ट्रांसफॉर्मर संबंध

A. वोल्टेज और टर्न अनुपात

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$
$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

B. बिजली संरक्षण (आदर्श)

$$P_{\text{input}} = P_{\text{output}} \implies V_p I_p = V_s I_s$$

C. प्रकार

प्रकार	स्थिति	उद्देश्य
आगे आना	NS > NP	वोल्टेज बढ़ाता है, करंट घटाता है
त्यागपत्र देना	NS < NP	वोल्टेज घटाता है, करंट बढ़ाता है

IV. रियल ट्रांसफॉर्मर: लॉसेस और एफिशिएंसी

A. दक्षता

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100 = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100$$

B. पावर लॉस मैकेनिज्म

हानि का प्रकार	विवरण	उपचार
तांबे का नुकसान	वाइंडिंग में I^2R हानि	मोटा तांबा, कम प्रतिरोध वाला तार
कोर लॉस	लोहे के कोर में बारी-बारी से चुम्बकन के कारण	छोटे हिस्टैरिसीस लूप के साथ सिलिकॉन स्टील का इस्तेमाल करें
भंवर धारा हानि	कोर में परिसंचारी धाराएँ	लेमिनेशन या फेराइट कोर
रिसाव प्रवाह	कॉइल्स के बीच अधूरा फ्लक्स लिंकेज	बंद घुमावदार युग्मन
आवारा नुकसान	कंपन, घर्षण, आदि।	उचित यांत्रिक डिजाइन

V. समतुल्य सर्किट मॉडल

(प्रैक्टिकल ट्रांसफॉर्मर बिहेवियर को समझने के लिए)

- **प्राथमिक प्रतिरोध (Rp)** और **रिसाव प्रतिघात (Xp)**
- **द्वितीयक प्रतिरोध (Rs)** और **रिसाव प्रतिघात (Xs)**
- **कोर लॉस कंपोनेंट (Rc)** और **मैग्नेटाइजिंग रिएक्टेंस (Xm)**
- लोड के तहत **वोल्टेज रेगुलेशन** और **एफिशिएंसी** कैलकुलेट करने में मदद करता है ।

VI. वोल्टेज विनियमन

परिभाषा

$$\text{Regulation (\%)} = \frac{V_{no-load} - V_{full-load}}{V_{full-load}} \times 100$$

B. व्याख्या

- **कम % रेगुलेशन → बेहतर ट्रांसफ़ॉर्मर।**
- आइडियली, ज़ीरो रेगुलेशन (लोड के तहत कोई वोल्टेज ड्रॉप नहीं)।

VII. विशेष प्रकार के ट्रांसफ़ॉर्मर

प्रकार	विवरण	आवेदन
ऑटो ट्रांसफार्मर	सिंगल वाइंडिंग प्राइमरी और सेकेंडरी दोनों तरह से काम करती है	कॉम्पैक्ट, छोटे वोल्टेज बदलावों के लिए किफायती
अलग ट्रांसफॉर्मर	समान प्राथमिक और द्वितीयक वोल्टेज	विद्युत सुरक्षा अलगाव
उपकरण ट्रांसफार्मर	माप के लिए करंट या वोल्टेज कम करें	अमीटर, वोल्टमीटर अंशांकन
ऑडियो/पावर ट्रांसफार्मर	आवृत्ति अनुकूलित	एम्पलीफायर, बिजली आपूर्ति

VIII. डेरिवेशन: ट्रांसफार्मर का EMF इक्वेशन

1. कोर में चुंबकीय प्रवाह:
   $\Phi = \Phi_{max} \sin \omega t$
2. प्रेरित emf (प्रति टर्न):
   $$e = -N\frac{d\Phi}{dt} = N\omega\Phi_{max}cos\omega t$$
3. RMS emf :
   $E = 4.44fN\Phi_{max}$ जहाँ f = आवृत्ति, Φ_{max} = अधिकतम प्रवाह।

IX. व्यावहारिक डिजाइन उपाय

डिजाइन उद्देश्य	रणनीति
कोर हानियों को कम करें	लैमिनेटेड CRGO स्टील का इस्तेमाल करें
भंवर धाराओं को कम करें	इंसुलेटेड लेमिनेशन
चुंबकीय युग्मन बढ़ाएँ	टाइट कॉइल वाइंडिंग, आयरन कोर
शीतलन सुनिश्चित करें	तेल-डूबे या जबरन वायु प्रणालियाँ
रिसाव प्रवाह को कम करें	टोरोइडल (डोनट के आकार का) कोर

X. ट्रांसफार्मर के अनुप्रयोग

1. **पावर ट्रांसमिशन:** स्टेप-अप (जेनरेशन → ट्रांसमिशन), स्टेप-डाउन (डिस्ट्रीब्यूशन)।
2. **वोल्टेज रेगुलेशन डिवाइस:** स्टेबलाइजर, एडॉप्टर, चार्जर।
3. **सिग्नल आइसोलेशन:** इलेक्ट्रॉनिक्स में ग्राउंड लूप को रोकता है।
4. **वेल्डिंग और इंडक्शन हीटिंग:** हाई करंट, लो वोल्टेज आउटपुट।
5. **इलेक्ट्रॉनिक सर्किट:** इम्पीडेंस मैचिंग, AC कपलिंग।

XI. PYQ स्नैपशॉट

प्रश्न प्रकार	सामान्य PYQ उदाहरण
अवधारणा	"ट्रांसफार्मर का सिद्धांत बताइये।"
गणना	Np, Ns, Vp दिया गया है तो द्वितीयक वोल्टेज ज्ञात करें ।"
क्षमता	"इनपुट/आउटपुट पावर के आधार पर एफिशिएंसी कैलकुलेट करें।"
हानि विश्लेषण	"कोर लैमिनेटेड क्यों होता है?"
अभिकथन-कारण	"ट्रांसफार्मर DC सप्लाई पर काम करता है।" (कारण: गलत - फ्लक्स बदलने की ज़रूरत है।)

XII. कॉन्सेप्ट ट्रैप्स

- ट्रांसफॉर्मर DC सप्लाई पर काम कर सकता है → **गलत** ; कोई बदलता हुआ फ्लक्स नहीं → कोई इंडक्शन नहीं।
- स्टेप-अप ट्रांसफ़ॉर्मर पावर बढ़ाता है → **गलत** ; वोल्टेज बढ़ाता है, टोटल पावर नहीं।
- पावर आदर्श रूप से स्थिर: V ↑ → मैं ↓ .
- नुकसान (AD, कॉपर, हिस्टैरिसीस) के कारण एफिशिएंसी < 100%।

XIII. फॉर्मूला क्लस्टर

अवधारणा	FORMULA
प्रति मोड़ EMF	$E/N = 4.44\ f\ \Phi_{max}$
टर्न अनुपात	$V_s/ V_p = N_s/ N_p$
वर्तमान अनुपात	$I_s/ I_p = N_p /N_s$
शक्ति (आदर्श)	$V_P\ I_p = V_s\ I_s$
क्षमता	$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100$
विनियमन	$(V_{no}$ -load - V_{full} -load)/ V_{full} -load × 100

XIV. मेमोरी हुक

अवधारणा	स्मृति सहायक
एड़ी धाराएं	"घूमते हुए लूप जो गर्म और धीमे करते हैं।"
ट्रांसफार्मर	"पारस्परिक प्रेरण संदेशवाहक।"
हानि में कमी	"लेमिनेशन लूप्स को ब्लॉक करते हैं।"
EMF समीकरण	"4.44 f N Φ - ट्रांसफार्मर सत्य।"
आदर्श स्थिति	"शक्ति अन्दर जाने पर शक्ति बाहर चली जाती है।"

XV. PYQ सारांश तालिका

परीक्षा स्तर	अपेक्षित प्रश्न
बोर्ड/ग्रेड	AD करंट को परिभाषित करें; ट्रांसफार्मर का सिद्धांत बताएं
प्रतिस्पर्धी	EMF, टर्न रेश्यो, लॉस की गणना करें
हॉट्स	DC सप्लाई पर ट्रांसफॉर्मर क्यों फेल हो जाते हैं, समझाइए
वैचारिक	AD लॉस को कम करने के तरीके बताएं

पार्ट 4 - अल्टरनेटिंग करंट (AC), RMS और मीन वैल्यू, पावर फैक्टर, LCR सीरीज सर्किट, रेजोनेंस और वॉटलेस करंट

मुख्य विचार

समय के साथ **समय-समय पर** अपनी दिशा और मैग्नीट्यूड बदलता है । AC की स्टD में इसके **इंस्टेंटेनियस, मीन और RMS वैल्यू, फेज़ रिलेशनशिप** और **रेसिस्टिव, इंडक्टिव और कैपेसिटिव** सर्किट में **पावर बिहेवियर को समझना शामिल है।**

I. अल्टरनेटिंग करंट (AC) की बेसिक बातें

परिभाषा

अल्टरनेटिंग **करंट** वह है जिसका **मैग्नीट्यूड और दिशा** समय के साथ समय-समय पर बदलती रहती है।

B. गणितीय निरूपण

$$i = I_0 sin\ (\omega t + \phi)$$
$$v = V_0 sin\ (\omega t)$$

कहाँ :

- I_0, V_0 : पीक करंट/ वोल्टेज
- ω = 2 π f: कोणीय आवृत्ति
- ϕ : चरण कोण

C. ग्राफिकल प्रतिनिधित्व

- बराबर पॉज़िटिव और नेगेटिव हिस्सों वाली A. **साइन वेव ।**
- **पीरियड (T):** A. साइकिल पूरा करने का समय।

$$f = \frac{1}{T}$$

D. तात्कालिक मान

- किसी भी समय t:
  - **वोल्टेज:** $v = V_0 \sin \omega t$
  - **मौजूदा:** $i = I_0 \sin (\omega t + \phi)$

II. RMS और माध्य मान

A. रूट मीन स्क्वायर (RMS) मान

1. परिभाषा

स्टेD करंट की वैल्यू के बराबर होती है जो उसी समय के दौरान किसी दिए गए रेसिस्टर में **उतनी ही गर्मी पैदा करता है।**

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$
$$V_{\text{rms}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

2. व्युत्पत्ति (साइन वेव)

$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_0^2 sin^2(\omega t) dt} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

3. नोट

- $I_M \approx 0.707 \times I_0$
- $V_{RMS} \approx 0.707 \times V_0$

B. माध्य (औसत) मान

1. परिभाषा

आधे साइकिल में अल्टरनेटिंग करंट की मीन वैल्यू इस तरह दी जाती है:

$$I_{\text{mean}} = \frac{2I_0}{\pi} = 0.637 I_0$$

2. हाफ-साइकिल का कारण

- पूरे साइकिल में → एवरेज = 0 (बराबर पॉजिटिव और नेगेटिव एरिया)।

3. औसत वोल्टेज

$$V_{\text{mean}} = \frac{2V_0}{\pi} = 0.637 V_0$$

C. इफेक्टिव वैल्यू (समरी टेबल)

मात्रा	RMS मान	माध्य मान (आधा चक्र)	रिश्ता
मौजूदा	$I_0/\sqrt{2}$	$2I_0/\pi$	$I_{\text{rms}}/I_{\text{mean}} \approx 1.11$
वोल्टेज	$V_0/\sqrt{2}$	$2V_0/\pi$	ऊपर की तरह

III. AC सर्किट में पावर

A. तात्कालिक शक्ति

$$p = vi = V_0 sin\ \omega t \times I_0 sin\ (\omega t + \varphi)$$

त्रिकोणमितीय पहचान का उपयोग करना:

$$p = V_0 I_0 [cos\ \varphi - cos\ (2\omega t + \varphi)]/2$$

B. औसत पावर (A. साइकिल में)

$$P_{\text{avg}} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} cos\ \varphi$$

कहाँ ओल ϕ = **शक्ति गुणक**

C. पावर फैक्टर (cos ϕ)

1. परिभाषा

सच्ची (औसत) शक्ति का स्पष्ट शक्ति से अनुपात ।

$$cos\ \varphi = \frac{P_{\text{avg}}}{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}$$

2. महत्व

- **ओल ϕ = 1** → पूरी तरह से रेसिस्टिव (मैक्सिमम पावर)
- **ओल ϕ = 0** → पूरी तरह से रिएक्टिव (कोई पावर नहीं)

3. आगे और पीछे

सर्किट	वर्तमान संबंध	ϕ	ऊर्जा घटक
प्रतिरोधक	I, V के साथ चरण में	0°	1
अधिष्ठापन का	I, V से पीछे है	+90°	0
संधारित्र	I, V से आगे है	-90°	0

IV. सिंगल एलिमेंट वाले AC सर्किट

A. पूरी तरह प्रतिरोधक सर्किट

$$V = V_0 sin\ \omega t, I = I_0 sin\ \omega t$$

- ϕ = 0°, घात $= V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$
- **चरण में** तरंगरूप

B. विशुद्ध रूप से प्रेरक परिपथ

$$V = L\frac{dI}{dt}$$

$$\rightarrow I = I_0 sin\ (\omega t - \frac{\pi}{2})$$

- ϕ = +90°, पावर = 0 (वाटलेस करंट)
- करंट **वोल्टेज** से 90° पीछे रहता है

C. विशुद्ध रूप से कैपेसिटिव सर्किट

$$Q = CV \Rightarrow I = C\frac{dV}{dt} = I_0 sin\ (\omega t + \frac{\pi}{2})$$

- ϕ = -90°, पावर = 0 (वाटलेस करंट)
- करंट, **वोल्टेज** से 90° आगे होता है

V. LCR श्रृंखला सर्किट

A. सर्किट विवरण

- AC सोर्स के साथ सीरीज़ में **रेसिस्टर (R), इंडक्टर (L),** और **कैपेसिटर (C)** जुड़े होते हैं ।

B. प्रतिबाधा (Z)

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

जहाँ :

$X_L = \omega L$ (प्रेरक प्रतिघात)

$X_C = 1 / (\omega C)$ (धारित प्रतिघात)

C. चरण कोण

$$tan\ \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

D. वर्तमान समीकरण

$$I = \frac{V}{Z} = I_0 sin\ (\omega t - \varphi)$$

E. फेजर आरेख

- वोल्टेज घटकों **V_R, V_L, V_C का प्रतिनिधित्व करता है** .
- नतीजा **V,** L या C के दबदबे के आधार पर **I** से आगे या पीछे रहता है।

VI. LCR सर्किट में रेजोनेंस

A. अनुनाद के लिए शर्त

$$X_L = X_C \implies \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

- सर्किट पूरी तरह से रेसिस्टिव → ϕ = 0 → I अधिकतम.

B. अनुनाद आवृत्ति

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

C. गुणवत्ता कारक (Q)

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 RC}$$

D. बैंडविड्थ (Δ f)

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q}$$

E. चयनात्मकता

- हाई Q → नैरो बैंडविड्थ → हाइली सेलेक्टिव (रेडियो ट्यूनिंग)।

F. ग्राफ (करंट बनाम फ्रीक्वेंसी)

- f_0 पर तीव्र शिखर, दोनों ओर घटता है।

VII. वाटलेस करंट

परिभाषा

अल्टरनेटिंग करंट जो सर्किट में **पावर ट्रांसफर नहीं करता (एवरेज पावर = 0).**

B. होता है

- **पूरी तरह से इंडक्टिव** या **पूरी तरह से कैपेसिटिव** सर्किट।

C. स्पष्टीकरण

- करंट और वोल्टेज **90° आउट ऑफ़ फेज़ हैं** → A. चक्र में p = v i का औसत मान = 0.

D. महत्व

- हालांकि **करंट बहता है, लेकिन कोई नेट एनर्जी** ट्रांसफर नहीं होती।
  एनर्जी सोर्स और सर्किट (फील्ड्स में स्टोर) के बीच ऑसिलेट होती है।

VIII. LCR सर्किट में कंबाइंड पावर

सर्किट	ऊर्जा घटक	औसत शक्ति
केवल प्रतिरोधक	1	V_RMS IM
केवल प्रेरणिक/धारिता	0	0
LCR सर्किट	ओल ϕ = R / Z	V_RMS IM ओल ϕ

IX. संख्यात्मक उदाहरण

उदाहरण 1:

RMS मान ज्ञात करें :

यदि I = 10 sin(314t),

→ I_0 = 10 A → I_{rms} = 10/ √ 2 = 7.07 A

उदाहरण 2:

अनुनाद आवृत्ति :

L = 50 mH, C = 100 μ F

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{50 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-6}}} = 71.3Hz$$

उदाहरण 3:

पावर फैक्टर: R = 10 Ω, X_L = 20 Ω, X_C = 10 Ω

$$Z = \sqrt{10^2 + (20 - 10)^2} = 14.14\Omega$$

$$cos\ \varphi = \frac{R}{Z} = 10/14.14 = 0.707$$

X. फॉर्मूला क्लस्टर (तेजी से संशोधन)

अवधारणा	FORMULA
तात्कालिक धारा	$i = I_0 \sin(\omega t + \phi)$
RMS मान	$I_{rms} = I_0 / \sqrt{2}$, $V_{rms} = V_0 / \sqrt{2}$
माध्य (आधा चक्र)	$I_{mean} = 2I_0 / \pi$, $V_{mean} = 2V_0 / \pi$
प्रतिक्रियाएँ	$X_L = \omega L$, $X_C = 1/\omega C$
मुक़ाबला	$Z = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$
चरण कोण	$\tan \phi = (X_L - X_C)/R$
ऊर्जा घटक	$\cos \phi = R/Z$
शक्ति (औसत)	$P = V_{rms}$ IM $\cos \phi$
अनुनाद आवृत्ति	$f_0 = 1/(2 \pi\sqrt{(LC)})$
क्यू कारक	$Q = \omega_0 L /R$
बैंडविड्थ	$\Delta f = f_0 /Q$

XI. PYQ स्नैपशॉट

प्रश्न प्रकार	सामान्य प्रश्न
वैचारिक	"RMS वैल्यू को परिभाषित करें।" " वॉटलेस करंट को समझाएं।"
व्युत्पत्ति	"RMS और मीन वैल्यू निकालें।" "रेजोनेंस कंडीशन निकालें।"
न्यूमेरिकल	" I_{rms}, P_{avg}, Q -फ़ैक्टर ज्ञात करें।"
आवेदन	"ट्यूनिंग सर्किट में अनुनाद के उपयोग बताएं।"
अभिकथन-कारण	"शुद्ध प्रेरणिक सर्किट में, शक्ति = 0 क्योंकि धारा वोल्टेज से 90° पीछे रहती है।"

XII. कॉन्सेप्ट ट्रैप्स

- RMS ≠ औसत मूल्य → RMS **शक्ति तुल्यता** पर आधारित है ।
- पावर फैक्टर sin ϕ है → यह **cos है ϕ** .
- अनुनाद पर, प्रतिबाधा अधिकतम → यह **न्यूनतम है (Z = R)** ।
- वॉटलेस करंट कोई नेट एनर्जी ट्रांसफर नहीं करता है।
- रेजोनेंस पर, करंट मैक्सिमम, वोल्टेज और करंट फेज़ में।

XIII. AC कॉन्सेप्ट के एप्लीकेशन

अवधारणा	आवेदन
गूंज	रेडियो, TV ट्यूनिंग, फिल्टर
पावर फैक्टर सुधार	उद्योग (कैपेसिटर का उपयोग करके)
चोक कॉइल	बिजली की हानि के बिना करंट कम करें
RMS और माध्य	घरेलू वर्तमान रेटिंग
वाटरहित धारा	प्रतिक्रियाशील घटकों में ऊर्जा भंडारण

XIV. मेमोरी हुक

अवधारणा	स्मृति सहायक
RMS	"वर्गों के माध्य का मूल।"
अर्थ	"आधे चक्र का औसत।"
ऊर्जा घटक	"Cos ϕ ही असली चीज़ है।"
गूंज	"L बराबर C → अधिकतम I."
वाटरहित धारा	"बहता तो है पर शक्तिहीन।"

यूनिट इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंडक्शन और AC का सारांश

खंड	मूल विचार	PYQ ट्रेंड
फैराडे और लेंज़	फ्लक्स परिवर्तन के कारण प्रेरित EMF	संकल्पनात्मक + आरेख
स्व एवं पारस्परिक प्रेरण	L, M, k संबंध	व्युत्पन्न + संख्यात्मक
भंवर धाराएं और ट्रांसफार्मर	बिजली की हानि और ऊर्जा स्थानांतरण	वैचारिक
AC और LCR	RMS, शक्ति, अनुनाद	उच्च-भारित संख्यात्मक

किरण प्रकाशिकी

पार्ट 1 - रिफ्लेक्शन और रिफ्रैक्शन: नियम, सिद्धांत, और PYQ इंटीग्रेशन
मुख्य विचार

रे ऑप्टिक्स (जियोमेट्रिकल ऑप्टिक्स): यह उन किरणों के रूप में लाइट के फैलने को बताता है जो **सीधी लाइन** में चलती हैं, **रिफ्लेक्शन और रिफ्रैक्शन के नियमों को मानती हैं,** और शीशों, लेंस और ऑप्टिकल डिवाइस से इमेज बनाती हैं।

I. किरण प्रकाशिकी में प्रकाश की प्रकृति

- माना जाता है कि प्रकाश **सीधी लाइनों (रेक्टिलिनियर प्रोपेगेशन) में चलता है** ।
- यह तब लागू होता है जब **तरंग दैर्ध्य (λ)** वस्तु के आयामों से **बहुत छोटा होता** है ।
- **वेव इफ़ेक्ट** (डिफ्रैक्शन, इंटरफेरेंस) न के बराबर हैं।

II. प्रकाश का परावर्तन

A. परावर्तन के नियम

1. **आपतित किरण, परावर्तित किरण** तथा **अभिलम्ब A. ही तल में** स्थित होते हैं ।
2. **आपतन कोण (i)** = **परावर्तन कोण (r)** .

$$i = r$$

B. परावर्तन के प्रकार

प्रकार	सतह	छवि प्रकृति
नियमित (स्पेक्युलर)	चिकना (दर्पण)	स्पष्ट, पृथक
फैला हुआ (अनियमित)	किसी न किसी	बिखरा हुआ, कोई स्पष्ट छवि नहीं

C. दर्पण समीकरण

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

- f: फ़ोकल लंबाई, u: वस्तु दूरी, v: छवि दूरी
- **चिह्न संवहन (कार्टेशियन):**
  - सभी दूरियां **पोल (P) से मापी गईं** ।
  - **आपतित प्रकाश के अनुदिश** दूरियाँ → **धनात्मक, विरुद्ध → ऋणात्मक** ।
  - **ऊँचाई ऊपर की ओर → सकारात्मक, नीचे की ओर → नकारात्मक** ।

D. आवर्धन (मीटर)

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-v}{u}$$

दर्पण प्रकार	छवि प्रकृति	m मान
नतोदर	वास्तविक, उल्टा	m < 0
उत्तल	आभासी, सीधा	m > 0

E. गोलाकार दर्पणों द्वारा छवि निर्माण

वस्तु की स्थिति	अवतल दर्पण प्रतिबिंब	उत्तल दर्पण प्रतिबिंब
C से परे	F और C के बीच, उल्टा, छोटा	आभासी, सीधा, छोटा
C पर	C पर, समान आकार, उल्टा	-
C और F के बीच	C से आगे, बड़ा किया हुआ, उल्टा	-
F पर	∞ पर, बहुत बढ़ा हुआ	-
F और P के बीच	आभासी, सीधा, बड़ा	आभासी, सीधा, छोटा

PYQ टिप: कॉन्केव मिरर = कन्वर्जिंग, कॉन्वेक्स मिरर = डाइवर्जिंग।

III. प्रकाश का अपवर्तन

परिभाषा

स्पीड में बदलाव के कारण जब **लाइट की किरणें A. मीडियम से दूसरे मीडियम में तिरछी होकर जाती हैं, तो उनका** मुड़ना।

B. अपवर्तन के नियम (स्नेल के नियम)

1. आपतित किरण, अपवर्तित किरण और अभिलंब **A. ही तल में होते हैं** ।
2. दिए गए मीडिया के जोड़े के लिए:

$$n_1 sin\ i = n_2 sin\ r$$

C. अपवर्तक सूचकांक (n)

$$n = \frac{sin\, i}{sin\, r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{v}$$

- c: निर्वात में प्रकाश की गति
- v: मध्यम में गति

मध्यम	विशिष्ट अपवर्तक सूचकांक
वायु	1.0003
पानी	1.33
काँच	1.5
डायमंड	2.42

D. सापेक्ष अपवर्तक सूचकांक

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

→ माध्यम 1 के **संबंध में** माध्यम 2 का अपवर्तनांक ।

IV. समतल सतह पर अपवर्तन

A. अपवर्तन सूत्र

$$\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v} = 0 \text{(for plane interface)}$$

B. स्पष्ट गहराई

$$\text{Apparent depth} = \frac{\text{Real depth}}{n}$$

- पानी में चीज़ रिफ्रैक्शन के कारण ऊपर उठी हुई दिखाई देती है।

C. वस्तु का विस्थापन

$$\text{Shift} = \text{Real depth} - \text{Apparent depth} = d(1 - \frac{1}{n})$$

उदाहरण :

वस्तु पानी के नीचे 12 सेमी (N = 1.33): स्पष्ट गहराई = 12 / 1.33 = 9.02 सेमी

→ शिफ्ट = 2.98 सेमी

V. घुमावदार सतह से अपवर्तन

A. अपवर्तन सूत्र

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

जहाँ R = सतह की वक्रता त्रिज्या।

B. संकेत सम्मेलन

- **पोल** से मापी गई दूरियां ।
- दर्पणों के समान ही नियम।

C. विशेष मामला

यदि R → ∞ → समतल सतह → समीकरण समतल अपवर्तन तक कम हो जाता है।

VI. पूर्ण आंतरिक परावर्तन (TIR)

परिभाषा

जब लाइट **डेंसर से रेयर मीडियम में जाती है** और **इंसिडेंट एंगल** A. खास **क्रिटिकल एंगल से ज़्यादा हो जाता है,** तो यह पूरी तरह से डेंसर मीडियम में वापस **रिफ्लेक्ट हो जाती है।**

B. क्रांतिक कोण (i_c)

$$sin\ i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

(जहाँ $n_1 > n_2$)

उदाहरण :

काँच (n_1 = 1.5) से वायु (n_2 = 1) के लिए:

$$i_c = sin^{-1}(1/1.5) = 41.8°$$

C. TIR के लिए शर्तें

1. **सघन → विरल** माध्यम से प्रकाश ।
2. आपतन कोण **> i_c** .

D. अनुप्रयोग

डिवाइस/एप्लिकेशन	उपयोग
प्रकाशित तंतु	बार-बार TIR के माध्यम से डेटा ट्रांसमिशन
प्रिज्म	छवि रोटेशन, पेरिस्कोप
हीरे की चमक	उच्च अपवर्तनांक → छोटा क्रांतिक कोण
दूरबीन	दर्पण बदलें (कोई अवशोषण हानि नहीं)

VII. ग्लास स्लैब के माध्यम से पार्श्व शिफ्ट

A. सूत्र

$$S = t\frac{sin\,(i - r)}{cos\, r}$$

जहाँ t = स्लैब की मोटाई, i = आपतन कोण, r = अपवर्तन कोण।

B. निर्भरता

- t और i के साथ बढ़ता है .

C. स्पष्टीकरण

- लाइट बीम, इंसिडेंट बीम के **पैरेलल निकलती है लेकिन साइड में डिस्प्लेस हो जाती है** ।

VIII. PYQ स्नैपशॉट

अवधारणा	विशिष्ट प्रश्न	संकेत देना
प्रतिबिंब	"परावर्तन के नियम बताइए।"	याद रखें: i = r
अपवर्तन	"अपवर्तक सूचकांक को परिभाषित करें।"	n = sin i / sin r
TIR	"TIR के लिए शर्त?"	सघन → विरल, i > i_c

क्रांतिक कोण	"sin $i_c = n_2 / n_1$ व्युत्पन्न करें ।"	i = i_c, r = 90° पर स्नेल के नियम का इस्तेमाल करें
स्पष्ट गहराई	"सिक्का पानी में उठा हुआ क्यों दिखाई देता है ?"	अपवर्तन → छोटी स्पष्ट गहराई
ग्लास स्लैब	"पार्श्व शिफ्ट सूत्र व्युत्पन्न करें।"	स्नेल के नियम के साथ ज्यामिति

IX. अवधारणा जाल

- TIR सभी मीडिया कॉम्बिनेशन में होता है → केवल **सघन → विरल** ।
- रिफ्रैक्टिव इंडेक्स < 1 संभव → केवल **मेटामटेरियल्स** में, नॉर्मल मीडिया में नहीं।
- साफ़ गहराई < असली गहराई।
- क्रांतिक कोण पर, r = 90°.

X. फॉर्मूला क्लस्टर

अवधारणा	FORMULA
परावर्तन का नियम	i = r
स्नेल का नियम	$n_1 \sin i = n_2 \sin r$
अपवर्तक सूचकांक	n = c/v
स्पष्ट गहराई	d' = d / n
बदलाव	d(1 - 1/n)
अपवर्तन (घुमावदार सतह)	$(n_2 /v) - (n_1 /u) = (n_2 - n_1)/R$
क्रांतिक कोण	$\sin i_c = n_2 / n_1$
पार्श्व शिफ्ट	S = t sin(i - r) / cos r

XI. परावर्तन और अपवर्तन के अनुप्रयोग

अवधारणा	आवेदन
प्रतिबिंब	दर्पण, पेरिस्कोप, सौर भट्टियां
अपवर्तन	लेंस, प्रिज्म, चश्मे
TIR	ऑप्टिकल फाइबर, दूरबीन
स्पष्ट गहराई	पानी में गहराई का भ्रम
पार्श्व बदलाव	ग्लास स्लैब प्रयोग

XII. मेमोरी हुक्स

अवधारणा	स्मृति सहायक
प्रतिबिंब	"अंदर का कोण बाहर के कोण के बराबर होता है ।"
अपवर्तन	"गति किरण को मोड़ देती है।"
TIR	"बचने के लिए बहुत खड़ी जगह।"
स्पष्ट गहराई	"पानी में वस्तुएँ ऊपर उठती हैं।"
पार्श्व बदलाव	"समानान्तर लेकिन धकेला गया।"

XIII. PYQ ट्रेंड समरी

प्रश्न प्रकार	फोकस क्षेत्र
वैचारिक	परावर्तन/अपवर्तन के नियम
आवेदन	TIR, ऑप्टिकल फाइबर सिद्धांत
न्यूमेरिकल	स्पष्ट गहराई, पार्श्व विस्थापन
हॉट्स	हीरे की चमक के बारे में बताएं
अभिकथन-कारण	TIR और महत्वपूर्ण कोण संबंध

पार्ट 2 - मिरर और लेंस फ़ॉर्मूला, मैग्निफ़िकेशन, इमेज फ़ॉर्मेशन और PYQ इंटीग्रेशन

मुख्य विचार

रे ऑप्टिक्स में

इमेज बनाने के लिए **मिरर और लेंस ज़रूरी होते हैं।** इमेज एनालिसिस, न्यूमेरिकल्स और कॉन्सेप्चुअल PYQs के लिए उनके **फ़ॉर्मूले, साइन कन्वेंशन** और **मैग्निफिकेशन रिलेशन को** समझना बहुत ज़रूरी है।

I. गोलाकार दर्पण

A. प्रकार

प्रकार	आकार	प्रकृति	उदाहरण
नतोदर	अंदर की ओर मुड़ी हुई परावर्तक सतह	अभिसारी	शेविंग मिरर, रिफ्लेक्टर
उत्तल	बाहर की ओर मुड़ी हुई परावर्तक सतह	अपसारी	वाहन का रियर-व्यू मिरर

B. मुख्य शब्द

अवधि	प्रतीक	परिभाषा
पोल	P	दर्पण सतह का ज्यामितीय केंद्र
वक्रता केंद्र	C	उस गोले का केंद्र जिसका दर्पण भाग है
मुख्य धुरी	-	P और C को मिलाने वाली रेखा
केंद्र	F	वह बिंदु जहाँ परावर्तित किरणें मिलती हैं या जहाँ से अपसरित होती हुई प्रतीत होती हैं
फोकल लम्बाई	F	P और F के बीच की दूरी (f = R/2)

C. दर्पण सूत्र

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

- u: वस्तु दूरी, v: छवि दूरी, f: फ़ोकल लंबाई
- **चिह्न संवहन (कार्टेशियन):**
  - **पोल से मापी गई** दूरियां ।
  - **आपतित प्रकाश के साथ** → सकारात्मक, **विरुद्ध** → नकारात्मक.
  - ऊँचाई **ऊपर की ओर सकारात्मक, नीचे की ओर नकारात्मक** ।

D. आवर्धन (दर्पण)

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-v}{u}$$

दर्पण प्रकार	छवि की प्रकृति	m का चिन्ह
नतोदर	वास्तविक और उल्टा	-ve
नतोदर	आभासी और सीधा	+ve
उत्तल	हमेशा आभासी और सीधा	+ve

E. अवतल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब निर्माण

वस्तु की स्थिति	छवि स्थिति	छवि प्रकृति	एम
∞	F पर	वास्तविक, उल्टा, अत्यधिक छोटा	0
C से परे	F और C के बीच	वास्तविक, उल्टा, छोटा	<1
C पर	C पर	असली, उल्टा, A. ही आकार	1
C और F के बीच	C से परे	वास्तविक, उल्टा, बड़ा किया हुआ	>1
F पर	∞ पर	वास्तविक, उल्टा, बहुत बड़ा	∞
F और P के बीच	दर्पण के पीछे	आभासी, सीधा, बड़ा	>1

F. उत्तल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब निर्माण

वस्तु की स्थिति	छवि स्थिति	छवि प्रकृति
∞	F पर (दर्पण के पीछे)	आभासी, सीधा, छोटा
परिमित दूरी	P और F के बीच	आभासी, सीधा, छोटा

II. लेंस

A. प्रकार

प्रकार	आकार	प्रकृति
उत्तल (अभिसारी)	बीच में मोटा	किरणों को केंद्रित करता है
अवतल (अपसारी)	बीच में पतला	किरणें फैलाता है

B. लेंस फॉर्मूला (पतला लेंस)

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$$

या समतुल्य:

$$\frac{1}{f}=\frac{n-1}{R_1}-\frac{n-1}{R_2}$$

कहाँ :

- R_1 : पहली सतह की त्रिज्या (अगर केंद्र दाईं ओर हो तो धनात्मक),
- R_2 : दूसरी सतह का रेडियस (अगर सेंटर बाईं ओर हो तो पॉजिटिव) ।

C. आवर्धन (लेंस)

$$m=\frac{h'}{h}=\frac{v}{u}$$

- पॉजिटिव m → इमेज इरेक्ट (वर्चुअल)
- नेगेटिव m → इमेज उलटी (रियल)

D. लेंस के लिए साइन कन्वेंशन

- प्रकाश **बाएं → दाएं चलता है** ।
- **प्रकाशीय केंद्र (O) से दूरियां** :
  - दाईं ओर → **+ve**
  - बाईं ओर → **-ve**
- अक्ष के ऊपर **ऊँचाई** → + ve, नीचे → - ve ।
- **फोकल लंबाई:** उत्तल लेंस (+ ve), अवतल लेंस (- ve)।

E. उत्तल लेंस द्वारा छवि निर्माण

वस्तु की स्थिति	छवि स्थिति	प्रकृति	आकार	एम
∞	F पर	वास्तविक, उल्टा	बिंदु	0
2F से परे	F और 2F के बीच	वास्तविक, उल्टा	कम	<1
2F पर	2F पर	वास्तविक, उल्टा	वही	1
F और 2F के बीच	2F से परे	वास्तविक, उल्टा	आवर्धित	>1
F पर	∞ पर	वास्तविक, उल्टा	अत्यधिक आवर्धित	∞
F और O के बीच	A. ही तरफ	आभासी, सीधा	आवर्धित	>1

F. अवतल लेंस द्वारा छवि निर्माण

वस्तु की स्थिति	छवि स्थिति	प्रकृति	आकार
कोई भी पद	F और O के बीच	आभासी, सीधा	कम

III. डेरिवेशन: लेंस मेकर का फ़ॉर्मूला

1. पहली सतह पर अपवर्तन (वायु → लेंस):
$$\frac{n_2}{v_1}-\frac{n_1}{u}=\frac{n_2-n_1}{R_1}$$
2. दूसरी सतह पर अपवर्तन (लेंस → हवा):
$$\frac{n_1}{v}-\frac{n_2}{v_1}=\frac{n_1-n_2}{R_2}$$
3. जोड़ना:
$$\frac{1}{f}=(n-1)(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2})$$

IV. लेंस का संयोजन

A. समतुल्य फोकल लंबाई

कॉन्टैक्ट में दो पतले लेंस के लिए:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$$

B. दूरी से अलग (D):

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}-\frac{d}{f_1 f_2}$$

C. अनुप्रयोग

- **माइक्रोस्कोप, टेलिस्कोप** और **कैमरा** सिस्टम में इस्तेमाल होता है ।

V. लेंस की शक्ति

परिभाषा

$$P=\frac{1}{f(\text{in meters})}$$

इकाई: **डायोप्टर (D)**

1 D = 1 m^{-1}

B. चिन्ह

- उत्तल लेंस → **+ ve शक्ति**
- अवतल लेंस → **- वी पावर**

C. संयोजन

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots$$

VI. संख्यात्मक उदाहरण

उदाहरण 1:

अवतल दर्पण के लिए छवि दूरी ज्ञात करें :

u = -15 cm, f = -10 cm

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{-15} = -\frac{1}{30} \Rightarrow v = -30 \text{ cm}$$

→ इमेज मिरर के 30 cm पीछे बनी (वर्चुअल)।

उदाहरण 2:

उत्तल लेंस के लिए, f = +20 cm, u = -30 cm

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} + \frac{1}{u} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-30} = \frac{1}{60} \Rightarrow v = 60 \text{ cm}$$

→ इमेज असली, उल्टी, लेंस के दूसरी तरफ।

VII. PYQ स्नैपशॉट

अवधारणा	विशिष्ट प्रश्न	चाल
दर्पण सूत्र	1/f = 1/v + 1/u निकालें	परावर्तन की ज्यामिति का उपयोग करें
लेंस निर्माता	(n - 1)(1/R_1 - 1/R_2) व्युत्पन्न करें	स्नेल के नियम को दो बार लागू करें
बढ़ाई	h, u, v दिए गए इमेज की ऊंचाई पता करें	h'/h = v/u का प्रयोग करें
संयोजन	समतुल्य फ़ोकल लंबाई ज्ञात करें	1/F = 1/f_1 + 1/f_2 लागू करें
शक्ति	सुधारात्मक लेंस की शक्ति की गणना करें	cm → m को बदलें

VIII. अवधारणा जाल

- उत्तल दर्पण और उत्तल लेंस के लिए f का चिन्ह समान होता है → विलोम !
- कॉन्वेक्स मिरर की पावर क्या है → **नहीं,** केवल लेंस के लिए।
- उत्तल लेंस के लिए, f > 0; अवतल के लिए, f < 0.
- इमेज असली → उलटी; इमेज वर्चुअल → सीधी।

IX. फॉर्मूला क्लस्टर

अवधारणा	FORMULA
दर्पण समीकरण	1/f = 1/v + 1/u
लेंस समीकरण	1/f = 1/v - 1/u
लेंस निर्माता	1/f = (n - 1)(1/R_1 - 1/R_2)
आवर्धन (दर्पण)	m = -v/u
आवर्धन (लेंस)	m = v/u
लेंसों का संयोजन	1/F = 1/F_1 + 1/F_2
लेंस की शक्ति	P = 1/f (m)
फोकल लंबाई संबंध	f = R/2 (दर्पण)

X. अनुप्रयोग

अवधारणा	आवेदन
अवतल दर्पण	परावर्तक, शेविंग दर्पण
उत्तल दर्पण	वाहन दर्पण (व्यापक दृश्य)
उत्तल लेंस	आवर्धक कांच, आँख का लेंस
अवतल लेंस	मायोपिया के लिए चश्मा
लेंस संयोजन	ऑप्टिकल उपकरण

XI. मेमोरी हुक

अवधारणा	स्मृति सहायक
दर्पण सूत्र	"F पर एक, V पर A. और यू पर A. के बराबर है।"
लेंस निर्माता	"वक्रता शक्ति तय करती है।"
बढ़ाई	"दर्पण के लिए ऋणात्मक, लेंस के लिए धनात्मक।"
शक्ति	"डायोप्टर दिशा निर्धारित करते हैं।"

XII. PYQ ट्रेंड समरी

प्रश्न प्रकार	केंद्र
वैचारिक	साइन कन्वेंशन, पावर
व्युत्पत्ति	दर्पण और लेंस सूत्र
न्यूमेरिकल	छवि दूरी, आवर्धन
हॉट्स	समतुल्य लेंस प्रणालियाँ
अभिकथन-कारण	लेंस संयोजन या चिह्न भ्रम

पार्ट 3 - प्रिज्म से रिफ्रैक्शन, टोटल इंटरनल रिफ्लेक्शन (TIR) और लाइट का डिस्पर्शन

मुख्य विचार

प्रिज्म और **TIR** दिखाते हैं कि मीडिया बाउंड्री के साथ इंटरैक्ट करते समय लाइट कैसे मुड़ती है, भटकती है और रंगों में बंट जाती है।

यह हिस्सा **रिफ्रैक्शन ज्योमेट्री, क्रिटिकल एंगल** और **डिस्पर्शन को जोड़ता है** - ये कोर PYQ-रिच कॉन्सेप्ट हैं।

I. प्रिज्म की मूल बातें

परिभाषा

प्रिज्म A. ट्रांसपेरेंट रिफ्रैक्टिंग मीडियम है जो दो प्लेन सतहों से घिरा होता है और **एंगल A** (जिसे प्रिज्म का एंगल कहते हैं) पर झुके होते हैं **।**

B. शब्दावली

प्रतीक	अर्थ
A	अपवर्तक सतहों के बीच का कोण (प्रिज्म का कोण)
i_1	आपतन कोण
r_1	अपवर्तन कोण (पहली सतह)
r_2	अपवर्तन कोण (दूसरी सतह)
i_2	उद्भव कोण
δ	विचलन कोण