वैद्युत चुम्बकीय तरंगे-

परिभाषा – वे तरंगे, जिनमें वैद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्र सदिश परस्पर लम्बवत् तथा समान कला में होते हैं तथा इनके लम्बवत इन तरंगों का संचरण होता है, वैद्युत चुम्बकीय तरंगे कहलाती है। या

जिन तरंगों के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती हैं, उन्हें वैद्युत चुम्बकीय तरंगे कहते हैं।

वैद्युत चुम्बकीय तरंगो के गुण

- यह तरंगे त्वरित आवेशित कणो द्वारा उत्पन्न होती हैं।
- ये तरंगे प्रकाश की भाँति परावर्तित व अपवर्तित होती हैं।
- इनकी ऊर्जा वैद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्रों में विभाजित होती हैं।
- इन तरंगों के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती।
- इन तरंगों के प्रवाह की दिशा के लम्बवत् वैद्युत क्षेत्र दोलन करता हैं और इन दोनों दिशाओं के अभिलम्ब दिशा मे चुम्बकीय क्षेत्र दोलन करता हैं।
- वैद्युत चुम्बकीय तरंगे उदासीन होती हैं, अतः वे वैद्युत व चुम्बकीय क्षेत्रों द्वारा विक्षेपित नहीं होती हैं।
- किसी पारदर्शी माध्यम मे वैद्युत चुम्बकीय तरंग की चाल –

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} = \frac{c}{\sqrt{\mu_r\varepsilon_r}}$$

जहाँ -

μ_r - माध्यम की आपेक्षिक चुंबकशीलता

ε_r - माध्यम की आपेक्षिक वैद्युतशीलता

- ये तरंगे वैद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्र में प्रभावित नहीं होती, परंतु फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करती है।
- इन तरंगों से प्रकाशिक प्रभाव वैद्युत क्षेत्र वेक्टर के कारण ही होता है।
- प्वॉन्टिंग सदिश $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}(\vec{E} \times \vec{B})$ का औसत मान तरंग की तीव्रता को परिमाण व दिशा दोनों में ही दर्शाता है।

मैक्सवेल की समीकरणे- मैक्सवेल ने विद्युत तथा चुम्बकत्व के आधारभूत नियमों को गणितीय रूप दिया, इन्हें मैक्सवेल के समीकरण कहते हैं।

(1) वैद्युत का गौस का नियम :-

इसके अनुसार, किसी बन्द पृष्ठ से बद्ध विद्युत फ्लक्स पृष्ठ द्वारा मिले नेट आवेश (q) का $1/E_0$ गुना होता है।

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

(2) चुम्बकत्व का गौस का नियम :-

इसके अनुसार, किसी बन्द पृष्ठ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स सदैव शून्य होता है।

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

(3) विद्युत चुम्बकीय प्रेरण का फैराडे का नियम :

इसके अनुसार, किसी बन्द परिपथ में प्रेरित विद्युत वाहक बल परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन की दर का ऋणात्मक होता है।

$$\left[e=-\frac{d\phi_B}{dt}\right]$$

(4) ऐम्पियर मैक्सवेल परिपथीय नियम :

इसके अनुसार, किसी बन्द परिपथ की सीमा के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र का रेखीय समाकलन चालन धारा तथा विस्थापन धारा के योग का μ_0 गुना होता है।

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\,(i+i_d)$$ जहाँ $$i_d=\varepsilon_0\frac{d\phi_E}{dt}$$

वैधुत तथा चुम्बकीय क्षेत्र के आयामो मे सम्बन्ध

माना किसी क्षण वैद्युत तथा चुंबकीय क्षेत्र के सदिशों के तात्क्षणिक मान –

$$E=E_0\sin(kx-\omega t)\qquad ----(\text{i})$$

$$B=B_0\sin(kx-\omega t)\qquad ----(\text{ii})$$

समीकरण (i) का x के सापेक्ष अवकलन करने पर –

$$\frac{dE}{dx}=kE_0\cos(kx-\omega t)\qquad ----(\text{iii})$$

समीकरण (ii) का t के सापेक्ष अवकलन करने पर –

$$\frac{dB}{dt}=-\omega B_0\cos(kx-\omega t)\qquad ----(\text{iv})$$

मैक्सवेल के समीकरण से –

$$\frac{dE}{dx}=-\frac{dB}{dt}$$

$$KE_0 \cos(kx - \omega t) = \omega B_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$KE_0 = \omega B_0$$

$$\frac{E_0}{B_0} = \frac{\omega}{K} \quad \Rightarrow \quad \left\{K = \frac{\omega}{c} \Rightarrow \frac{\omega}{K} = c\right\}$$

$$\left[\frac{E_0}{B_0} = c\right]$$

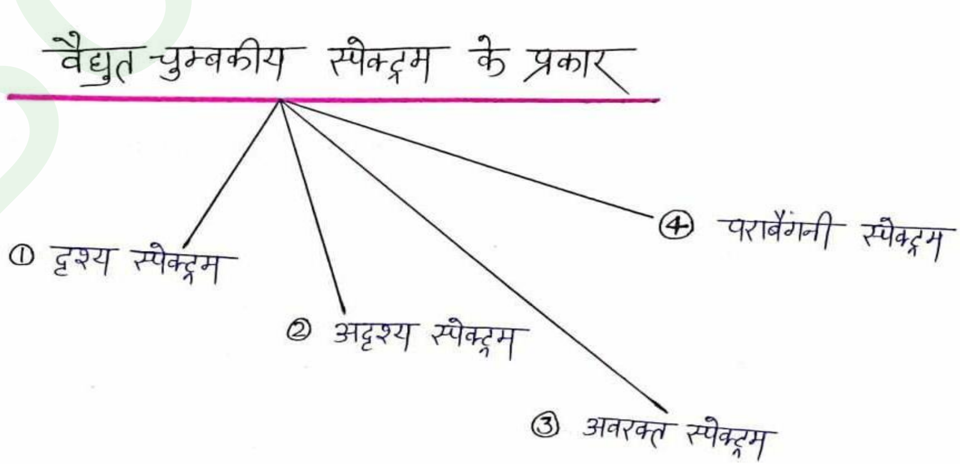
अतः E तथा B एक ही कला में हैं।

$$\left[\frac{E}{B} = c\right]$$

अतः वैद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्रों का अनुपात मुक्त आकाश में प्रकाश की चाल के बराबर होता है।

वैद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम

सामान्यतः वैद्युत चुम्बकीय तरंगों के तरंगदैर्ध्य के बढ़ते क्रम या आवृत्ति के घटते क्रम में व्यवस्थित प्रतिरूप को वैद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम कहते हैं।



विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम को नीचे अनेको भागों में विस्तार से दिया गया है:-

(1) रेडियो तरंगे :-

- **तरंगदैर्ध्य** – रेडियो तरंगों की तरंगदैर्ध्य 1×10^{-1} से 1×10^{4} मीटर होती है।
- **आवृत्ति** – रेडियो तरंगो की आवृत्ति 3×10^{9} से 3×10^{4} हर्ट्स तक होती है।
- **उपयोग** – रेडियो तथा टी.वी संचारण में।

(2) माइक्रो तरंगे :-

- **तरंगदैर्ध्य** – माइक्रो तरंगों की तरंगदैर्ध्य 1×10^{-3} से 3×10^{-1} मीटर तक होती है।
- **आवृत्ति** – माइक्रो तरंगों की आवृत्ति 3×10^{11} से 1×10^{9} हर्ट्स होती है।
- **उपयोग** – रेडार मे व माइक्रोवेव ओवन मे ।

(3) अवरक्त विकिरण :-

- **तरंगदैर्ध्य** – अवरक्त विकिरण की तरंगदैर्ध्य 7×10^{-7} से 5×10^{-3} मी० के बीच में होती है।
- **आवृत्ति** – अवरक्त विकिरण की आवृत्ति 4×10^{14} से 6×10^{10} हर्ट्स होती है।
- **उपयोग** – पौध घरो मे पौधों को गर्म रखने मे, युद्ध के समय।

(4) दृश्य विकिरण :-

- **तरंगदैर्ध्य** – दृश्य विकिरण की तरंगदैर्ध्य 4×10^{-7} से 7×10^{-7} मी. के बीच होती है।
- **आवृत्ति** – दृश्य विकिरण की आवृत्ति 7.5×10^{14} से 4×10^{14} हर्ट्स होती है।

- **उपयोग** – अणुओं की संरचना तथा परमाणु के बाह्य कोशो मे इलेक्ट्रानिक विन्यास का पता लगाने मे।

(5) पराबैंगनी विकिरण :-

- **तरंगदैर्ध्य** – पराबैंगनी विकिरण की तरंगदैर्ध्य 6×10^{-10} से 4×10^{-7} मी. तक होती है।
- **आवृत्ति** – पराबैंगनी विकिरण की आवृत्ति 5×10^{17} से 7.5×10^{14} हर्ट्स होती है।
- **उपयोग** – नकली दस्तावेजो तथा अंगुली के निशान पता लगाने मे, खाने की वस्तुओं के संरक्षण मे ।

(6) एक्स किरणे :-

- **तरंगदैर्ध्य** – एक्स किरणों का तरंगदैर्ध्य 1×10^{-13} से 3×10^{-8} मीटर के बीच होता है।
- **आवृत्ति** – एक्स किरणो की आवृत्ति 3×10^{21} से 1×10^{16} हर्ट्स होती है।
- **उपयोग** – चिकित्सा विज्ञान में क्रिस्टलो की आन्तरिक संरचना ज्ञात करने मे।

(7) गामा किरणे :

- **तरंगदैर्ध्य** – गामा किरणों की तरंगदैर्ध्य 1×10^{-14} से 1×10^{-10} मीटर तक होती है।
- **आवृत्ति** – गामा किरणों की आवृत्ति 3×10^{22} से 3×10^{18} हर्ट्स होती है।
- **उपयोग** – परमाणु के नाभिक की संरचना के सम्बन्ध में सूचना देने पर।

BoardStudy