

1. आवेश का आयतन घनत्व की परिभाषा दें। इसके S.I. मात्रक को लिखें।

- **परिभाषा:** किसी चालक या पदार्थ के प्रति इकाई आयतन (unit volume) में उपस्थित कुल विद्युत आवेश की मात्रा को आवेश का आयतन घनत्व (Volume density of charge) कहते हैं। इसे आमतौर पर ग्रीक अक्षर ρ (रो) से दर्शाया जाता है।

$$\rho = \frac{q}{V}$$

(जहाँ q = आवेश और V = आयतन है)

- **S.I. मात्रक:** इसका S.I. मात्रक कूलॉम प्रति घन मीटर (C/m^3 या C m^{-3}) होता है।

2. किसी सतह पर विद्युत फ्लक्स की परिभाषा दें।

- **परिभाषा:** विद्युत क्षेत्र में स्थित किसी सतह से लंबवत गुजरने वाली कुल विद्युत बल रेखाओं (Electric field lines) की संख्या को उस सतह का विद्युत फ्लक्स (Electric flux) कहते हैं। इसे ϕ_E से दर्शाया जाता है।
- गणितीय रूप में, यह विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ($\vec{E}$) और क्षेत्रफल अवयव ($\vec{A}$) का अदिश गुणनफल (dot product) होता है:

$$\phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos \theta$$

3. गॉस और एम्पियर के नियमों की तुलना करें।

गॉस का नियम और एम्पियर का नियम दोनों ही भौतिकी के मौलिक नियम हैं जो क्रमशः विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों की गणना को आसान बनाते हैं। इनकी तुलना नीचे दी गई है:

- **गॉस का नियम (Gauss's Law):** यह नियम विद्युत क्षेत्र से संबंधित है। इसके अनुसार किसी बंद सतह (Gaussian surface) से गुजरने वाला कुल विद्युत फ्लक्स, उस सतह के भीतर घिरे कुल नेट आवेश का $\frac{1}{\epsilon_0}$ गुना होता है। (

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0})$$

- **एम्पियर का नियम (Ampere's Law):** यह नियम चुंबकीय क्षेत्र से संबंधित है। इसके अनुसार किसी बंद लूप (Amperian loop) के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र का रेखीय समाकलन, उस लूप से गुजरने वाली कुल नेट धारा का μ_0 गुना होता है। ($\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$)

5. किसी समानांतर पट्टिका संधारित्र (Parallel Plate Capacitor) में दूसरे प्लेट की क्या भूमिका है?

- समानांतर पट्टिका संधारित्र में दूसरी प्लेट को **भू-सम्पर्कित (grounded या earthed)** किया जाता है।
- जब पहली आवेशित प्लेट के पास इस दूसरी प्लेट को लाया जाता है, तो प्रेरण (induction) के कारण इस पर विपरीत आवेश आ जाता है। यह विपरीत आवेश पहली प्लेट के विभव (potential) को कम कर देता है।
- चूंकि धारिता $C = \frac{Q}{V}$ होती है, इसलिए विभव (V) कम होने से संधारित्र की धारिता (आवेश सोखने की क्षमता) काफी बढ़ जाती है।

6. आवेश संरक्षण का सिद्धांत क्या है?

- **सिद्धांत:** इस सिद्धांत के अनुसार, किसी भी विलगित निकाय (isolated system) का **कुल विद्युत आवेश हमेशा नियत (constant) रहता है।**
- आवेश को न तो उत्पन्न किया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है; इसे केवल एक वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानांतरित (transfer) किया जा सकता है।

7. विभवमापी (Potentiometer) के दो उपयोगों को लिखें।

विभवमापी के दो प्रमुख व्यावहारिक उपयोग निम्नलिखित हैं:

1. दो प्राथमिक सेलों के विद्युत वाहक बलों (emf) की तुलना करने में।
2. किसी प्राथमिक सेल का आंतरिक प्रतिरोध (internal resistance) ज्ञात करने में।

8. आभासी नमन (Apparent Dip) से आप क्या समझते हैं?

- **उत्तर:** यदि नतिमापी (Dip circle) को चुंबकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian) के अलावा किसी अन्य ऊर्ध्वाधर तल में रखा जाए, तो सुई द्वारा क्षैतिज के साथ बनाया गया कोण वास्तविक नमन कोण न होकर बदल जाता है। इस कोण को **आभासी नमन कोण** कहते हैं।

9. धातु की प्रतिरोधकता पर तापमान बढ़ने का क्या असर होता है?

- **उत्तर:** तापमान बढ़ने पर धातु की प्रतिरोधकता (ρ) बढ़ जाती है।
- **कारण:** तापमान बढ़ने से धातु के भीतर मुक्त इलेक्ट्रॉनों की तापीय गति तेज हो जाती है, जिससे आयनों के साथ उनकी टक्करें जल्दी-जल्दी होने लगती हैं (विश्रांति काल τ घट जाता है)।

10. विद्युत वाहक बल (emf) एवं विभवांतर (Potential Difference) में क्या अंतर है?

विद्युत वाहक बल (emf)

यह खुले परिपथ (open circuit) में सेल के दोनों ध्रुवों के बीच का **अधिकतम विभवांतर** होता है।

यह परिपथ के प्रतिरोध पर निर्भर नहीं करता।

विभवांतर (Potential Difference)

यह बंद परिपथ (closed circuit) में किन्हीं दो बिंदुओं के बीच के **विभव का अंतर** होता है।

यह परिपथ के दो बिंदुओं के बीच के प्रतिरोध पर निर्भर करता है।

11. ऐम्पियर का परिपथीय नियम क्या है?

- **उत्तर:** इस नियम के अनुसार, किसी बंद वक्र या लूप के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र ($\vec{B}$) का रेखीय समाकलन (line integral), उस लूप द्वारा घिरी कुल नेट धारा (I) का μ_0 गुना होता है।

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

12. दिष्ट धारा (DC) तथा प्रत्यावर्ती धारा (AC) में क्या अंतर है?

दिष्ट धारा (DC)

इस धारा का परिमाण और दिशा समय के साथ नियत (निश्चित) रहती है।

इसे ट्रांसफार्मर की मदद से घटाया या बढ़ाया नहीं जा सकता।

प्रत्यावर्ती धारा (AC)

इस धारा का परिमाण और दिशा समय के साथ आवर्ती रूप से बदलती रहती है।

इसे ट्रांसफार्मर की मदद से आसानी से कम या ज्यादा किया जा सकता है।

13. समझाइए कि ट्रांसफार्मर का क्रोड परतदार (Laminated) क्यों होता है?

- **उत्तर:** जब ट्रांसफार्मर के क्रोड से परिवर्ती चुंबकीय फ्लक्स गुजरता है, तो उसमें भँवर धाराएं (Eddy currents) उत्पन्न होती हैं, जिससे ऊर्जा का ऊष्मा के रूप में ह्रास होता है। क्रोड को परतदार (laminated) बनाने से उसका प्रतिरोध बढ़ जाता है, जिससे भँवर धाराएं कमजोर हो जाती हैं और ऊर्जा का ह्रास न्यूनतम हो जाता है।

14. भँवर धाराएँ (Eddy currents) क्या हैं? इसका क्या प्रायोगिक उपयोग है?

- **परिभाषा:** जब किसी मोटे धातु के टुकड़े को बदलते हुए चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो उसके पूरे आयतन में चक्करदार प्रेरित धाराएँ उत्पन्न हो जाती हैं। जल में उठने वाले भँवर की तरह होने के कारण इन्हें **भँवर धाराएँ** कहते हैं।
- **उपयोग:** इसका प्रायोगिक उपयोग **प्रेरण भट्टी (Induction Furnace)** में धातुओं को पिघलाने या **एडी करंट ब्रेक (विद्युत ब्रेक)** में ट्रेनों को रोकने के लिए किया जाता है।

17. स्थिर वैद्युत परिरक्षण (Electrostatic Shielding) क्या है? इसके एक प्रायोगिक उपयोग लिखें।

- **परिभाषा:** किसी निश्चित बाहरी क्षेत्र को बाहरी विद्युत क्षेत्र के प्रभाव से सुरक्षित रखने की प्रक्रिया को **स्थिर वैद्युत परिरक्षण** कहते हैं। किसी खोखले चालक के अंदर विद्युत क्षेत्र हमेशा शून्य होता है।
- **उपयोग:** आसमानी बिजली चमकने के समय खुले मैदान में रहने की बजाय **कार या बस के अंदर बैठना** सुरक्षित होता है, क्योंकि कार का धात्विक ढांचा एक खोखले चालक (फैराडे केज) की तरह काम करता है।

18. शंट के दो उपयोग लिखें।

1. गैल्वेनोमीटर (धारामापी) को एमीटर में बदलने के लिए।
2. गैल्वेनोमीटर की कुंडली को तेज धारा से जलने से बचाने के लिए।

19. स्टील तथा नरम लोहे के चुम्बकीय गुणों की तुलना करें।

- **नरम लोहा (Soft Iron):** इसकी चुंबकीय सुग्राहिता (susceptibility) और धारणशीलता उच्च होती है, लेकिन इसकी निग्राहिता (coercivity) कम होती है। इसलिए यह आसानी से चुम्बकित और विचुम्बकित हो जाता है (इसका उपयोग विद्युत चुम्बक बनाने में होता है)।
- **स्टील (Steel):** इसकी निग्राहिता उच्च होती है। भले ही इसकी धारणशीलता नरम लोहे से थोड़ी कम हो, लेकिन यह अपने चुम्बकत्व को लंबे समय तक बनाए रखता है (इसका उपयोग स्थायी चुम्बक बनाने में होता है)।

20. अन्योन्य प्रेरण गुणांक (M) को परिभाषित करें। इसका S.I. मात्रक लिखें।

- **परिभाषा:** दो कुंडलियों के बीच अन्योन्य प्रेरण गुणांक प्राथमिक कुंडली में इकाई दर से धारा परिवर्तन (1 A/s) होने पर द्वितीयक कुंडली में उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल के परिमाण के बराबर होता है ($\mathcal{E} = -M \frac{dI}{dt}$)।
- **S.I. मात्रक:** इसका S.I. मात्रक हेनरी (H) होता है।

29. धारावाही वृत्ताकार कुंडली के अक्ष के किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त करें। कुंडली के केन्द्र पर भी चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करें।

- **अक्ष पर व्यंजक:** माना R त्रिज्या की एक वृत्ताकार कुंडली है जिसमें I धारा प्रवाहित हो रही है। इसके केंद्र से अक्ष पर x दूरी पर एक बिंदु P है। बायो-सावर्ट के नियम का उपयोग करके और चुंबकीय क्षेत्र के घटकों को जोड़ने पर अक्ष पर कुल चुंबकीय क्षेत्र आता है:

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

- **केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र:** केंद्र पर बिंदु के लिए $x = 0$ रख देंगे:

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

30. दो कुंडलियाँ जो युग्मित हैं, उनका अन्योन्य प्रेरकत्व 100 mH है।

प्राथमिक कुंडली से द्वितीयक कुंडली में 0.1 V का विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है। प्राथमिक कुंडली में धारा परिवर्तन की दर निकालें।

- **हल:** दिया है, $M = 100 \text{ mH} = 100 \times 10^{-3} \text{ H} = 0.1 \text{ H}$, प्रेरित emf (e) = 0.1 V

सूत्र से: $e = M \frac{dI}{dt}$

$$0.1 = 0.1 \times \frac{dI}{dt} \implies \frac{dI}{dt} = \frac{0.1}{0.1} = 1 \text{ A/s}$$

अतः प्राथमिक कुंडली में धारा परिवर्तन की दर 1 एम्पियर प्रति सेकंड है।

31. ट्रांसफार्मर के सिद्धांत, बनावट एवं क्रियाविधि का संक्षेप में वर्णन करें।

- **सिद्धांत:** यह अन्योन्य प्रेरण (Mutual Induction) के सिद्धांत पर कार्य करता है। जब प्राथमिक कुंडली में प्रत्यावर्ती धारा बहती है, तो बदलते चुंबकीय फ्लक्स के कारण द्वितीयक कुंडली में प्रेरित विभवांतर उत्पन्न होता है।
- **बनावट:** इसमें एक परतदार नर्म लोहे का क्रोड (Laminated Soft Iron Core) होता है, जिस पर तांबे के तारों की दो अलग-अलग कुंडलियां (प्राथमिक और द्वितीयक) लपेटी होती हैं।
- **क्रियाविधि:** यदि प्राथमिक में फेरे N_p और द्वितीयक में N_s हों, तो वोल्टेज का अनुपात फेरों के अनुपात के बराबर होता है: $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$ । इस प्रकार यह वोल्टेज को घटाने (Step-down) या बढ़ाने (Step-up) का काम करता है।

32. चुम्बकीय द्विध्रुव क्या है? चुम्बकीय द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की गणना करें।

- **परिभाषा:** दो समान परिमाण वाले विपरीत चुम्बकीय ध्रुवों (उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव) के बहुत पास स्थित होने वाले निकाय को **चुम्बकीय द्विध्रुव** कहते हैं (जैसे- छड़ चुम्बक)।
- **चुम्बकीय क्षेत्र की गणना:** चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण M के कारण r दूरी पर:

1. **अक्षीय स्थिति (Axial Line) पर:**

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2M}{r^3}$$

2. **निरक्षीय स्थिति (Equatorial Line) पर:**

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{r^3}$$