प्रश्न बैंक-सह-उत्तर पुस्तक

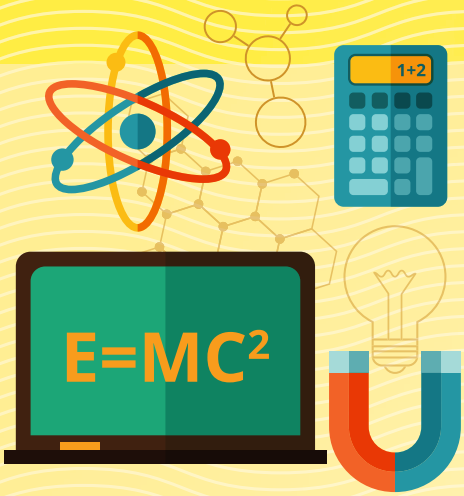
Question Bank–Cum–Answer Book

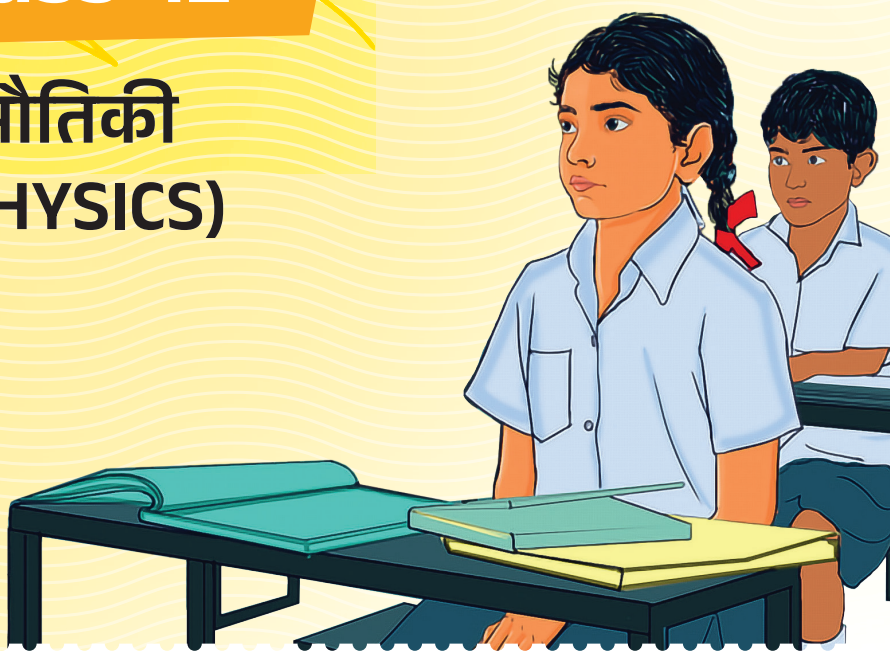
2023

Class-12

भौतिकी

(PHYSICS)





Jharkhandlab.com

झारखण्ड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची
Jharkhand Council of Educational Research and Training, Ranchi

प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक
Question Bank-Cum-Answer Book

Class - 12

भौतिकी
Physics

Jharkhandlab.com

2023

झारखंड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची
Jharkhand Council of Educational Research and Training, Ranchi

प्रथम संस्करण : माह अगस्त 2023, श्रावण विक्रम संवत् 2080

© झारखंड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची, झारखंड

jharkhandlab.com

सर्वाधिकार सुरक्षित

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस पुस्तक के किसी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी, छायाप्रतिलिपि अथवा किसी अन्य विधि से पुनः प्रयोग द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रसारण वर्जित है।

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना यह पुस्तक अपने मूल आवरण या जिल्द के साथ अथवा किसी अन्य प्रकार से व्यापार द्वारा उधारी या किराए पर न दी जाएगी, न बेची जाएगी।

- **क्रय–विक्रय दण्डनीय अपराध**

झारखंड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची, झारखंड द्वारा प्रकाशित

प्राक्कथन

बच्चों के लिए निर्धारित अधिगम प्रतिफल प्राप्त करने का मार्ग सरल एवं सुगम होना आवश्यक है। इस उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए झारखंड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची, झारखंड के द्वारा कक्षा 12 के सभी विषयों के लिए प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक का निर्माण बच्चों के अधिगम कौशल को सुगमतापूर्वक विकसित करने एवं झारखंड अधिविद्य परिषद् द्वारा आयोजित वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा के लिए उन्हें तैयार करने के उद्देश्य से किया गया है। इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक में सरल भाषा एवं रुचिकर ढंग से विषय–वस्तु को स्पष्ट करते हुए प्रश्नोत्तर दिए गए हैं। इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक के माध्यम से बच्चों में न केवल ज्ञानजन्य प्रतिभा का विकास होगा बल्कि आज के इस प्रतियोगिता के दौर में भी वे अनुकूल सफलता पाएंगे। हमारे प्रयत्न की सफलता इस बात पर निर्भर करती है कि विद्यालय के शिक्षकवृन्द बच्चों की कल्पनाओं के साथ कितना जुड़ पाते हैं और विभिन्न प्रकार के प्रश्नोत्तरों को सीखने–सिखाने के दौरान अपने अनुभवों के साथ–साथ बच्चों के विचारों के साथ कैसे सामंजस्य बनाते हैं।

इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक में झारखंड अधिविद्य परिषद् द्वारा आयोजित वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा में पूछे जाने वाले प्रश्नों के विविध प्रकारों यथा– बहुवैकल्पिक, अतिलघु उत्तरीय, लघु उत्तरीय एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न आदि के अंतर्गत पर्याप्त मात्रा में प्रश्नोत्तर समाहित किए गए हैं ताकि इसके अध्ययन से छात्रों में ना केवल विषय–वस्तु की समझ विकसित हो बल्कि उन्हें सीखने के प्रतिफल की भी प्राप्ति हो, साथ ही वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा के लिए उनकी अच्छी तैयारी हो सके और वे परीक्षा में बेहतर प्रदर्शन करते हुए सफलता प्राप्त कर सकें।

अंत में मैं इन पुस्तकों के लेखकों के प्रति आभार व्यक्त करता हूँ।

शुभकामनाओं के साथ।

के० रवि कुमार भा.प्र.से.
सचिव
स्कूली शिक्षा एवं साक्षरता विभाग, झारखण्ड

Jharkhandlab.com

भूमिका

प्रिय शिक्षक एवं विद्यार्थी,

जोहार !

हमें कक्षा 12 के विभिन्न विषयों के प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक से आपका परिचय कराने में प्रसन्नता हो रही है। इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक में झारखण्ड शैक्षिक अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची द्वारा प्रकाशित पाठ्यपुस्तकों के विषयवार एवं अध्यायवार अधिगम बिन्दुओं को समायोजित करते हुए झारखण्ड अधिविद्य परिषद् द्वारा आयोजित वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा में पूछे जानेवाले प्रश्नों के विविध प्रकारों के अंतर्गत पर्याप्त मात्रा में प्रश्नों का समावेश किया गया है। इस विषय आधारित प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक के निर्माण का उद्देश्य शिक्षण अधिगम प्रक्रिया को और अधिक रुचिकर, सरल एवं प्रभावशाली बनाना तथा विद्यार्थियों को वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा की तैयारियों में सहयोग प्रदान करना है, जिससे सकारात्मक रूप से छात्रों को सीखने के प्रतिफल प्राप्त हों और वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा में वे बेहतर प्रदर्शन कर सकें। राज्य के विभिन्न जिलों से चयनित अनुभवी शिक्षकों के द्वारा इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक का निर्माण किया गया है।

इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक की प्रमुख विशेषताएँ यह है कि इनमें प्रश्नों के उत्तर को सरल भाषा में प्रस्तुत करते हुए वैचारिक समझ (Conceptual Understanding) विकसित करने पर जोर दिया गया है। साथ ही इन पुस्तकों में झारखण्ड अधिविद्य परिषद् द्वारा आयोजित वार्षिक इंटरमीडिएट परीक्षा – 2023 के प्रश्नोत्तर को भी समाहित किया गया है। इन पुस्तकों के माध्यम से न केवल विद्यार्थियों की प्रतिभा में निखार आएगा बल्कि वर्तमान समय के प्रतियोगिताओं के इस दौर में वे अनुकूल एवं अपेक्षित सफलता प्राप्त करने में भी सक्षम हो सकेंगे। आशा है कि यह प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक आपको पसंद आएगी एवं आपके लिए उपयोगी सिद्ध होगी।

शुभकामनाओं के साथ।

किरण कुमारी पासी भा.प्र.से.
निदेशक
झारखण्ड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्
राँची, झारखण्ड

jharkhandlab.com

पाठकों से अनुरोध

इस प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक के निर्माण में काफी सावधानियाँ बरती गई है। इसके बावजूद यदि किसी प्रकार की अशुद्धियाँ मिले या कोई सुझाव हो तो इस email ID :- jcertquestionbank@gmail.com पर सूचित करें, ताकि अगले मुद्रण में इसे शुद्ध रूप से प्रस्तुत किया जा सके।

Jharkhandlab.com

प्रश्न बैंक–सह–उत्तर पुस्तक निर्माण समिति

मुख्य संरक्षक

श्री के० रवि कुमार (भा.प्र.से.)
सचिव
स्कूली शिक्षा एवं साक्षरता विभाग, झारखण्ड

संरक्षक

श्रीमती किरण कुमारी पासी (भा.प्र.से.)
निदेशक
झारखण्ड शैक्षिक अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची

अवधारणा एवं मार्गदर्शन

श्री मुकुंद दास उपनिदेशक (प्र.) झारखण्ड शैक्षिक अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची	**श्री बाँके बिहारी सिंह** सहायक निदेशक (अ.) झारखण्ड शैक्षिक अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची	**श्री मसुदी टुडू** सहायक निदेशक (अ.) झारखण्ड शैक्षिक अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची

समन्वय एवं निर्देशन

डॉ0 नीलम रानी
संकाय सदस्य, जे.सी.ई.आर.टी., राँची
(टी.जी.टी., सामाजिक विज्ञान, राजकीयकृत उत्क्रमित उच्च विद्यालय पैतानो, जलडेगा, सिमडेगा)

सहयोग

श्री मणिलाल साव
संकाय सदस्य, जे.सी.ई.आर.टी., राँची
(पी.जी.टी. जीव विज्ञान, के. एन. +2 उच्च विद्यालय हरनाद, कसमार, बोकारो)

Jharkhandlab.com

Question Bank Development Committee

Madan Mohan Tiwari
PGT (Physics)
Chhotanagpur Raj +2 High School, Ratu

Sumit Kumar
PGT (Physics)
Marwari +2 High School, Ranchi

Vivek Roshan
PGT (Physics)
S. S. +2 High School, Ormanjhi

Vivek Upadhyay
PGT (Physics)
S. S. +2 High School, Childag

Jharkhandlab.com

Jharkhandlab.com

विषय सूची

अध्याय - 01	Electric Charges and Fields वैद्युत आवेश तथा क्षेत्र	1
अध्याय - 02	Electrostatic Potential and Capacitance स्थिरवैद्युत विभव तथा धारिता	14
अध्याय - 03	Current Electricity विद्युत धारा	25
अध्याय - 04	Moving Charges and Magnetism गतिमान आवेश और चुम्बकत्व	34
अध्याय - 05	Magnetism and Matter चुम्बकत्व एवं द्रव्य	57
अध्याय - 06	Electromagnetic Induction वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण	73
अध्याय - 07	Alternating Current प्रत्यावर्ती धारा	83
अध्याय - 08	Electromagnetic Waves वैद्युत चुम्बकीय तरंगें	101
अध्याय - 09	Ray Optics and Optical Instruments किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र	105
अध्याय - 10	Wave Optics तरंग-प्रकाशिकी	116

Jharkhandlab.com

अध्याय - 11	Dual Nature of Radiation and Matter विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति	128
अध्याय - 12	Atoms परमाणु	131
अध्याय - 13	Nuclei नाभिक	134
अध्याय - 14	Semiconductor Electronics: materials, Devices and Simple Circuits अर्द्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी: पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ	137
	Solved Paper of JAC Annual Intermediate Examination - 2023	144

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 1 ELECTRIC CHARGES AND FIELDS
वैद्युत आवेश तथा क्षेत्र

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. Which of the following properties is not satisfied by an electric charge?

(a) Total charge conservation.
(b) Quantization of charge.
(c) Two types of charge.
(d) Circular line of force.

1. निम्नलिखित में से कौन सा गुण विद्युत आवेश में नहीं पाया जाता है?

(a) कुल आवेश संरक्षण।
(b) आवेश का परिमाणीकरण।
(c) दो प्रकार के आवेश।
(d) बल की वृतीय रेखा।

Ans. (d)

2. Which one of the following charges is possible?

(a) 5.8×10^{-18}C (b) 3.2×10^{-18}C
(c) 4.5×10^{-19}C (d) 8.6×10^{-19}C

2. निम्नलिखित में से कौन सा विद्युत आवेश संभव है?

(a) 5.8×10^{-18}C (b) 3.2×10^{-18}C
(c) 4.5×10^{-19}C (d) 8.6×10^{-19}C

Ans. (b)

3. If a charge on a body is 1 nC, then how many excess electrons are present on the body ?

(a) 6.25×10^{27} (b) 1.6×10^{19}
(c) 6.25×10^{27} (d) 6.25×10^{11}

3. यदि किसी पिंड पर आवेश 1 nC है, तो वस्तु पर कितने अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन मौजूद हैं?

(a) 6.25×10^{27} (b) 1.6×10^{19}
(c) 6.25×10^{27} (d) 6.25×10^{11}

Ans. (c)

4. Two charges of equal magnitudes kept at a distance r exert a force F on each other, if the Charges are halved and distance between them is doubled then the new force acting on each charge is

(a) F/8 (b) F/4
(c) 4F (d) F/16

4. दूरी r पर रखे समान परिमाण के दो आवेश एक दूसरे पर F बल लगाते हैं, यदि आवेशों को आधा कर दिया जाता है और उनके बीच की दूरी दोगुनी कर दी जाती है, तो प्रत्येक आवेश पर लगने वाला नया बल है

a) F/8 b) F/4
c) 4F d) F/16

Ans. (d)

5. Which one of the following is the SI unit of electric field?

(a) Coulomb (b) Newton
(c) Volt (d) N/C

5. निम्नलिखित में से कौन विद्युत क्षेत्र की SI इकाई है?

(a) Coulomb (b) Newton
(c) Volt (d) N/C

Ans. (d)

6. When an electric dipole is placed in uniform electric field it experiences

(a) a net force
(b) a torque
(c) both a net force and torque
(d) neither a net force nor a torque

6. जब एक विद्युत द्विध्रुव को एकसमान विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है तो यह अनुभव करता है

a) एक शुद्ध बल
b) एक बल आघुर्ण
c) एक शुद्ध बल और बल आघुर्ण
d) न तो एक शुद्ध बल और न ही बल आघुर्ण

Ans. (b)

7. The force per unit charge is known as

(a) electric flux (b) electric field
(c) electric potential (d) electric current

7. बल प्रति यूनिट (आवेश) चार्ज को किस रूप में जाना जाता है

(a) विद्युत प्रवाह (b) विद्युत क्षेत्र
(c) विद्युत क्षमता (d) विद्युत धारा

Ans. (b)

8. Two charged spheres are separated by a distance d ,exert a force F on each other. If charges are doubled and distance between them is doubled then the force is

(a) F (b) F/2
(c) F/4 (d) 4F

8. दो आवेश वाले गोले एक दूसरे पर d दूरी पर एक दूसरे पर F बल लगाते हैं। यदि आवेशों को दोगुना कर दिया जाए और उनके बीच की दूरी दोगुनी कर दी जाए तो बल होगा

(a) F (b) F/2
(c) F/4 (d) 4F

Ans. (a)

Jharkhandlab.com

9. A positively charged glass rod attracts an object. The object must be

(a) Negatively charged (b) neutral

(c) either negatively charged or neutral

(d) a magnet

9. एक धनावेशित कांच की छड़ किसी वस्तु को आकर्षित करती है। वस्तु होनी चाहिए

(a) ऋणात्मक चार्ज (b) आवेशहीन

(c) या तो ऋणात्मक चार्ज या आवेशहीन

(d) एक चुंबक

Ans. (c)

10. The surface considered for Gauss's law is called

(a) Closed surface (b) Spherical surface

(c) Gaussian surface (d) Plane surface

10. गॉस के नियम के लिए उपयोग कि जाने वाली सतह कहलाती है

(a) बंद सतह (b) गोलाकार सतह

(c) गॉसियन सतह (d) समतल

Ans. c

11. If a sphere of bad conductor is given charge then it is distributed on:

(a) surface

(b) inside the surface

(c) only inside the surface

(d) None

11. यदि कुचालक के गोले को आवेश दिया जाता है तो इसे वितरित किया जाता है:

(a) पृष्ट (सतह)

(b) पृष्ट (सतह) के अंदर

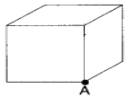
(c) केवल सतह के अंदर

(d) कोई नहीं

Ans. (d)

12. The total flux through the faces of the cube with side of length a if a charge q is placed at corner A of the cube is

यदि घन के कोने A पर चार्ज q रखा जाता है ,तो घन के फलक से कुल विद्युत प्रवाह कितना होगा



(a) $\frac{q}{8\varepsilon_0}$ (b) $\frac{q}{4\varepsilon_0}$

(c) $\frac{q}{2\varepsilon_0}$ (d) $\frac{q}{\varepsilon_0}$

Ans. (a)

13. Electric field lines provide information about

(a) field strength (b) direction

(c) nature of charge (d) all of these

13. विद्युत क्षेत्र रेखाएं किसके बारे में जानकारी प्रदान करती हैं

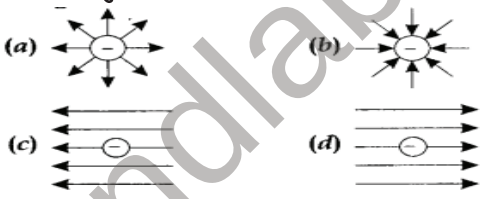
(a) विद्युत क्षेत्र की तीव्रता (b) दिशा

(c) आवेश की प्रकृति (d) उप्युक्त सभी

Ans. (d)

14. Which of the following figures represent the electric field lines due to a single negative charge?

निम्नलिखित में से कौन सा चित्र एकल ऋणात्मक आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र रेखाओं का प्रतिनिधित्व करता है?



Ans. (b)

15. The conservation of electric charge implies that:

(a) Charge can't be created

(b) Charge can't be destroyed

(c) The number of charged particle in the universe is constant

(d) Simultaneous creation of equal and opposite charges is permissible

15. विद्युत आवेश के संरक्षण का तात्पर्य है कि:

(a) विद्युत आवेश नहीं बनाया जा सकता है

(b) विद्युत आवेश नष्ट नहीं किया जा सकता है

(c) ब्रह्माण्ड में आवेशित कणों की संख्या नियत रहती है

(d) बराबर और विपरीत विद्युत आवेश का एक साथ निर्माण अनुमत है

Ans. (d)

16. The minimum amount of charge observed so far is:

अब तक पाए गए आवेश की न्यूनतम राशि है:

(a) 1 C (b) 4.8×10^{-13} C

(c) 1.6×10^{-19}C (d) 1.6×10^{19}C

Ans. (c)

17. Quantisation of charge implies:

(a) Charge does not exist

(b) Charge exists on particles

(c) There is a minimum permissible magnitude of charge

(d) Charge can't be created

17. आवेश के क्वांटमीकरण का अर्थ है:

(a) आवेश मौजूद नहीं है

(b) कणों पर आवेश होता है

(c) आवेश की न्यूनतम अनुमेय परिमाण है

(d) आवेश नहीं बनाया जा सकता है

Ans. (c)

18. Uniform Electric Field is

Jharkhandlab.com

(a) Conservative
(b) Non - Conservative
(c) Somewhere Conservative Somewhere non conservative
(d) None of above

18. स्थिर विद्युत क्षेत्र है
(a) संरक्षई
(b) असंरक्षई
(c) कहीं संरक्षई कहीं असंरक्षई
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

Ans. (a)

19. An electron and a proton are placed in the same electric field . What will be the ratio of their acceleration

19. एक इलेक्ट्रॉन और एक प्रोटॉन को एक ही विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है। उनके त्वरण का अनुपात क्या होगा
(a) Zero (शून्य) (b) 1
(c) Mp/Me (d) Me/Mp

Ans. (c)

20. What is the ratio of Electrostatic force and Gravitational Force between two electrons placed at certain distance

20. निश्चित दूरी पर रखे दो इलेक्ट्रॉनों के बीच स्थिर वैद्युत बल तथा गुरुत्वीय बल का अनुपात क्या होता है?
(a) $4x10^{52}$ (b) 10^{38}
(c) $2x10^{32}$ (d) $4x10^{38}$

Ans. (a)

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q.1. Which orientation of an electric dipole in a uniform electric field would correspond to stable equilibrium ?

Ans- When dipole moment vector is parallel to electric field vector

$$\vec{P} \parallel \vec{E}$$

प्रश्न 1 एकसमान वैद्युत क्षेत्र में वैद्युत द्विध्रुव का कौन-सा स्थिति स्थिर संतुलन के अनुरूप होगा?

उत्तर - जब द्विध्रुव आघूर्ण, विद्युत क्षेत्र के समान्तर होता है।

$$\vec{P} \parallel \vec{E}$$

Q.2. If the radius of the Gaussian surface enclosing a charge is halved, how does the electric flux through the Gaussian surface change ?

Ans: Electric flux ϕ_e is given by

$\phi e = \vec{E} \cdot \vec{ds} = Q/\varepsilon 0$

where [Q is total charge inside the closed surface

∴ On changing the radius of sphere, the electric flux through the Gaussian surface remains same.

प्रश्न 2 यदि किसी आवेश को घेरने वाली गाऊसी सतह की त्रिज्या आधी कर दी जाए, तो गाऊसी सतह से होकर गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स कैसे बदल जाएगा?

उत्तर. विद्युत प्रवाह ϕ द्वारा दिया जाता है

$\phi e = \vec{E} \cdot \vec{ds} = Q/\varepsilon_0$

जहां [Q बंद सतह के अंदर कुल चार्ज है]

∴ गोले की त्रिज्या बदलने पर गॉसियन सतह से गुजरने वाला वैद्युत फ्लक्स समान रहता है।

Q.3. Define the term electric dipole moment of a dipole. State its S.I. unit

Ans: $\tau = pE \sin\theta$

If E = 1 unit, $\theta = 90°$, then $\tau = p$

Dipole moment may be defined as the torque acting on an electric dipole, placed perpendicular to a uniform electric field of unit strength is called dipole moment.

$|\vec{p}| = q\,|2\vec{a}|$

∴ SI unit is Cm.

प्रश्न 3 विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण को परिभाषित कीजिए। इसकी S.I. इकाई बताइए

उत्तर. $\tau = PE \sin\theta$

यदि E = 1 इकाई, $\theta = 90°$, तो $\tau = p$

द्विध्रुवीय क्षण को एक विद्युत द्विध्रुवीय पर लगने वाले करने वाले बल आघूर्ण के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो इकाई शक्ति के एक समान विद्युत क्षेत्र के लंबवत रखा जाता है, जिसे द्विध्रुवीय आघूर्ण कहा जाता है।

$|\vec{p}| = q\,|2\vec{a}|$

∴ SI इकाई Cm है।

Q.4. In which orientation, a dipole placed in a uniform electric field is in (A) stable, (B)unstable equilibrium?

Ans. For stable equilibrium, a dipole is placed parallel to the electric field.For unstable equilibrium, a dipole is placed antiparallel to the electric field.

प्रश्न 4 किस स्थिति में, एक समान विद्युत क्षेत्र में रखा गया एक द्विध्रुव (ए) स्थिर, (बी) अस्थिर संतुलन में है?

उत्तर. स्थिर संतुलन के लिए, एक द्विध्रुव को विद्युत क्षेत्र के समानांतर रखा जाता है। अस्थिर संतुलन के लिए, एक द्विध्रुव को विद्युत क्षेत्र के प्रतिसमांतर रखा जाता है।

Q.5. Name the physical quantity whose S.I. unit is NC^{-1}. Is it a scalar or a vector quantity?

Ans- Electric Field. It is a vector quantity.

Jharkhandlab.com

प्रश्न 5 उस भौतिक राशि का नाम बताइए जिसका S.I. मात्रक NC^{-1} है। क्या यह एक अदिश या सदिश राशि है?

उत्तर- विद्युत क्षेत्र यह एक सदिश राशि है।

Q.6. Why should the electrostatic field be zero inside a conductor?

Ans- Electrostatic field inside a conductor should be zero because of the absence of charge. As in a static condition, charge remains only on the surface.

प्रश्न 6 सुचालक (कंडक्टर) के अंदर इलेक्ट्रोस्टैटिक क्षेत्र (स्थिर वैद्युत क्षेत्र) शून्य क्यों होना चाहिए?

उत्तर- आवेश की अनुपस्थिति के कारण किसी चालक के भीतर स्थिर वैद्युत क्षेत्र शून्य होना चाहिए। स्थिर स्थिति में, आवेश केवल सतह पर ही रहता है।

Q.7. Why must the electrostatic field be normal to the surface at every point of a charged conductor?

Ans- So that tangent on a charged conductor gives the direction of the electric field at that point.

प्रश्न 7 एक आवेशित चालक के प्रत्येक बिंदु पर स्थिर वैद्युत क्षेत्र पृष्ठ के लम्बवत् क्यों होना चाहिए?

उत्तर- ताकि आवेशित चालक पर स्पर्श रेखा उस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की दिशा बताए।

Q.8. A charge 'q' is placed at the center of a cube of side l. What is the electric flux passing through each face of the cube?

Ans- Electric flux through each face of the cube = $(q/6\varepsilon_0)$

प्रश्न 8 एक आवेश 'q' को भुजा l के घन के केंद्र में रखा गया है। घन के प्रत्येक फलक से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स क्या है?

उत्तर - घन के प्रत्येक फलक के माध्यम से विद्युत प्रवाह $=(q/6\varepsilon_0)$

Q.9. Why do the electric field lines not form closed loops?

Ans- Electric field lines do not form closed loops because the direction of an electric field is from positive to negative charge. So one can regard a line of force starting from a positive charge and ending on a negative charge. This indicates that electric field lines do not form closed loops.

प्रश्न 9 विद्युत क्षेत्र रेखाएँ बंद लूप क्यों नहीं बनाती हैं?

उत्तर- विद्युत क्षेत्र रेखाएँ बंद लूप नहीं बनाती हैं क्योंकि विद्युत क्षेत्र की दिशा धनात्मक से ऋणात्मक आवेश की ओर होती है। तो विद्युतक्षेत्र की रेखा को घनात्मक आवेश से शुरू होने वाली और ऋणात्मक आवेश पर समाप्त होने वाली मान सकता है। यह इंगित करता है कि विद्युत क्षेत्र रेखाएँ बंद लूप नहीं बनाती हैं।

Q.10 Why do the electric field lines never cross each other?

Ans- The electric lines of force give the direction of the electric field. In case two lines of force intersect, there will be two directions of the electric field at the point of intersection, which is not possible.

प्रश्न 10 विद्युत क्षेत्र रेखाएँ कभी एक दूसरे को काटती क्यों नहीं हैं?

उत्तर- विद्युत क्षेत्र रेखाएँ विद्युत क्षेत्र की दिशा बताती हैं। यदि बल की दो रेखाएँ प्रतिच्छेद करती हैं, तो प्रतिच्छेदन बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की दो दिशाएँ होंगी, जो संभव नहीं है।

Q.11. What is the electric flux through a cube of side 1 cm which encloses an electric dipole?

Ans- Zero because the net charge of an electric dipole (+ q and – q) is zero.

प्रश्न 11 1 cm भुजा वाले घन से होकर गुजरने वाला वैद्युत फ्लक्स क्या है जो एक विद्युत द्विध्रुव को परिबद्ध करता है?

उत्तर- शून्य क्योंकि एक विद्युत द्विध्रुव (+ q और - q) का कुल आवेश शून्य होता है।

Q.12. How does the electric flux due to a point charge enclosed by a spherical Gaussian surface get affected when its radius is increased?

Ans- The electric flux due to a point charge enclosed by a spherical gaussian surface remains 'unaffected' when its radius is increased.

प्रश्न 12 गोलाकार गॉसियन सतह से घिरे एक बिंदु आवेश के कारण विद्युत प्रवाह इसकी त्रिज्या बढ़ाने पर कैसे प्रभावित होता है?

उत्तर- एक गोलाकार गॉसियन सतह से घिरे बिंदु आवेश के कारण विद्युत प्रवाह इसकी त्रिज्या बढ़ने पर 'अप्रभावित' रहता है।

Q.13. Derive an expression for the torque experienced by an electric dipole kept in a uniform electric field.

Ans- Consider an electric dipole consisting of charges + q and – q and of length 2a placed in a uniform electric field $\vec{E}$ making an angle θ with it. It has a dipole moment of magnitude,

$p = q \times 2a$

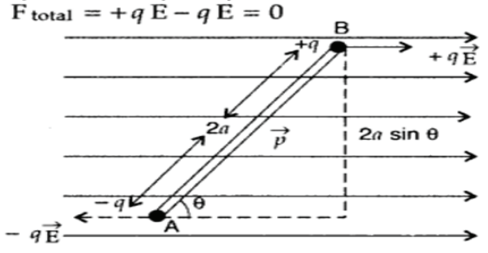
Force exerted on charge $+q$ by field,

$\vec{F} = q\vec{E}$ (along $\vec{E}$)

Force exerted on charge $-q$ by field,

$\vec{F} = q\vec{E}$ (opposite to $\vec{E}$)

$\therefore \quad \vec{F}_{\text{total}} = +q\vec{E} - q\vec{E} = 0$



Hence the net translating force on a dipole in a uniform electric field is zero. But the two equal and opposite forces act at different points of the dipole. They form a couple which exerts a torque.

Torque = Either force × Perpendicular distance between the two forces

Jharkhandlab.com

τ = qE × 2a sin θ

τ = pE sin θ [∵ p = q × 2a; p is dipole moment]

As the direction of torque τ is perpendicular to $\vec{p}$ and $\vec{E}$,so we can write $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

प्रश्न 13 एकसमान वैद्युत क्षेत्र में रखे वैद्युत द्विध्रुव द्वारा अनुभूत बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर: एक विद्युत द्विध्रुव पर विचार करें जिसमें आवेश + q और - q और लंबाई 2a है, जो एक समान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में इसके साथ कोण θ बनाते हुए रखा गया है।

यहाँ वैद्युत द्विध्रुवीय आघूर्ण का परिमाण है

$p = q \times 2a$

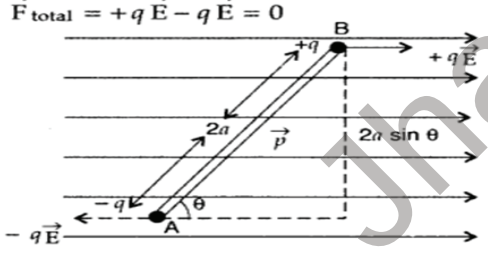
Force exerted on charge $+q$ by field,

$\vec{E} = q\vec{E}$ (along $\vec{E}$)

Force exerted on charge $-q$ by field,

$\vec{E} = q\vec{E}$ (opposite to $\vec{E}$)

$\therefore \quad \vec{F}_{total} = +q\vec{E} - q\vec{E} = 0$



इसलिए एक समान विद्युत क्षेत्र में द्विध्रुव पर कुल ट्रांसलेटिंग बल शून्य होता है। लेकिन दो समान और विपरीत बल द्विध्रुव के विभिन्न बिंदुओं पर कार्य करते हैं। वे एक युगल बनाते हैं जो एक बलाघूर्ण लगाता है।

बल आघूर्ण = एक बल x दोनों बलों के बीच लंबवत दूरी

τ = qE x 2a sin θ

τ = pE sin θ [∵ p = q x 2a; p द्विध्रुव आघूर्ण है]

चूंकि टार्क $\vec{\tau}$ की दिशा $\vec{p}$ और $\vec{E}$ के लंबवत है, इसलिए हम $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ लिख सकते हैं

Q.14. Define electric flux. Write its S.I. unit. A charge q is enclosed by a spherical surface of radius R. If the radius is reduced to half, how would the electric flux through the surface change?

Ans: Electric flux over an area in an electric field is the total number of lines of force passing through the area. It is represented by ϕ . It is a scalar quantity. Its S.I unit is $Nm^2 C^{-1}$ or Vm.

Electric flux ϕ when q charge is enclosed

$$i.e., \phi = \int_s \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

Hence the electric flux through the surface of the sphere remains the same.

प्रश्न14 विद्युत प्रवाह को परिभाषित कीजिए। इसका S.I. मात्रक लिखिए। एक आवेश q त्रिज्या R की एक गोलाकार सतह से घिरा है। यदि त्रिज्या को घटाकर आधा कर दिया जाए, तो सतह के माध्यम से विद्युत प्रवाह कैसे बदलेगा?

उत्तर: एक विद्युत क्षेत्र में एक क्षेत्र पर विद्युत प्रवाह क्षेत्र के माध्यम से गुजरने वाली बल की रेखाओं की कुल संख्या है। इसे ϕ द्वारा दर्शाया जाता है। यह एक अदिश राशि है। इसका S.I मात्रक $Nm^2 C^{-1}$ या Vm है।

$$i.e., \phi = \int_s \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

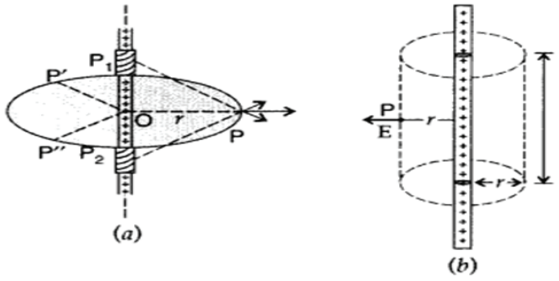
विद्युत प्रवाह ϕ जब आवेश q बंद सतह से घिरा हो अतः गोले की सतह से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स समान रहता है।

Q.15. A thin straight infinitely long conducting wire having charge density λ is enclosed by a cylindrical surface of radius r and length l, its axis coinciding with the length of the wire. Find the expression for the electric flux through the surface of the cylinder.

Ans- Since the field is radial everywhere, flux through the two ends of the cylindrical Gaussian surface is zero. At the cylindrical part of the surface, E is normal to the surface at every point, and its magnitude is constant, since it depends only on r. The surface area of the curved part is 2πrl, where l is the length of the cylinder.

Flux through the curved cylindrical part of the surface is zero. At the cylindrical part of the surface, E is normal to the surface at every point,and its magnitude is constant, since at every point, and its magnitude is constant, since it depends only on r.

Flux through the Gaussian surface = Flux through the curved cylindrical part of the surface = E x 2πrl



(a) Electric field due to an infinitely long thin straight wire is radial.

(b) The Gaussian surface for a long thin wire of uniform linear charge density

The surface includes a charge equal to λl.

Gauss's law then gives

$$E \times 2\pi rl = \lambda l/\varepsilon_0$$

$$\boxed{E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}}$$

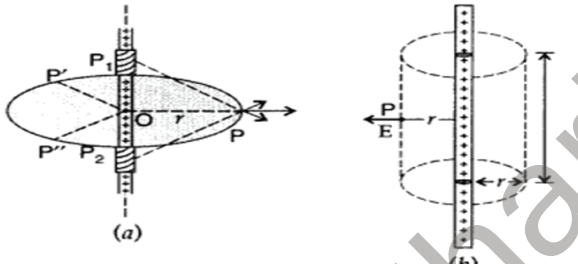
Jharkhandlab.com

प्रश्न 15 एक पतले सीधे असीम रूप से लंबे तार का चार्ज घनत्व λ है, जो त्रिज्या r और लंबाई l की एक बेलनाकार सतह से घिरा है, इसकी धुरी तार की लंबाई के साथ मेल खाती है। बेलन की सतह से गुजरने वाले विद्युत फ्लक्स के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- चूंकि क्षेत्र हर जगह त्रिजायई (रेडियल) है, बेलनाकार गॉसियन सतह के दोनों सिरों के माध्यम से प्रवाह शून्य है। सतह के बेलनाकार भाग पर, E प्रत्येक बिंदु पर सतह के लिए सामान्य है, और इसका परिमाण नियत है, क्योंकि यह केवल R पर निर्भर करता है। घुमावदार भाग का पृष्ठीय क्षेत्रफल 2πrl है, जहाँ l बेलन की लंबाई है।

सतह के घुमावदार बेलनाकार भाग के माध्यम से प्रवाह शून्य है। सतह के बेलनाकार भाग पर, E प्रत्येक बिंदु पर सतह पर अभिलम्ब है, और इसका परिमाण स्थिर है, क्योंकि प्रत्येक बिंदु पर, और इसका परिमाण स्थिर है, क्योंकि यह केवल R पर निर्भर करता है।

गॉसियन सतह के माध्यम से प्रवाह = सतह के घुमावदार बेलनाकार भाग के माध्यम से प्रवाह = E × 2πrl



(a) असीमित लंबे पतले सीधे तार के कारण विद्युत क्षेत्र रेडियल है।

(b) समान रैखिक चार्ज घनत्व के लंबे पतले तार के लिए गॉसियन सतह में λl के बराबर चार्ज शामिल है।

गॉस का नियम तब देता है

$$E \times 2\pi rl = \lambda l/\varepsilon_0$$

$$\boxed{E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}}$$

Q.16. Given a uniform electric field $\vec{E} = 5 \times 10^3 \hat{i}$ N/ C, find the flux of this field through a square of side 10 cm, whose plane is parallel to the y-z plane. What would be the flux through the same square, if the plane makes an angle of 30° with the x-axis?

Ans. Given : $\vec{E} = 5 \times 10^3 \hat{i}$ N/ C

$A = 10 \times 10 \times 10^{-4}$ m^2,

Flux (ϕ) = EA cos θ

(i) For first case, θ = 0, cos 0 = 1

∴ Flux = $(5 \times 10^3) \times (10 \times 10 \times 10^{-4})$

= 50 Nm^2 C^{-1}

(ii) Angle of square plane with x-axis = 30°

Hence the θ will be 90° – 30° = 60°

EAcos θ = $(5 \times 10^3) \times (10 \times 10 \times 10^{-4}) \times \cos 60°$

= 50 × 1/2

= 25 Nm^{2}C^{-1}

प्रश्न 16 एक समान विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = 5 \times 10^3 \hat{i}$ N/ C दिया गया है, इस क्षेत्र का प्रवाह 10 सेमी के वर्ग के माध्यम से खोजें, जिसका सतह yz सतह के समानांतर है। यदि तल x-अक्ष से 30° का कोण बनाता है, तो उसी वर्ग से होकर गुजरने वाला फ्लक्स क्या होगा?

उत्तर- दिया है : $\vec{E} = 5 \times 10^3 \hat{i}$ N/ C

$A = 10 \times 10 \times 10^{-4}$m^2,

फ्लक्स (ϕ) = EA cos θ

(i) पहली स्थिति के लिए, θ = 0, cos 0 = 1

∴ फ्लक्स = $(5 \times 10^3) \times (10 \times 10 \times 10^{-4})$

=50 Nm^{2}C^{-1}

(ii) x-अक्ष के साथ वर्गाकार तल का कोण = 30°

इसलिए θ होगा 90° – 30° = 60°

EA cos θ = $(5 \times 10^3) \times (10 \times 10 \times 10^{-4}) \times \cos 60°$

= 50 × 1/2

= 25 Nm^{2}C^{-1}

Q.17. An electric dipole is placed in a uniform electric field $\vec{E}$ with its dipole moment $\vec{P}$ parallel to the field. Find

(i) the work done in turning the dipole till its dipole moment points in the direction opposite to $\vec{E}$.

(ii) the orientation of the dipole for which the torque acting on it becomes maximum.

Ans- (i) $W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau\, d\theta$ | $W = \int_0^{\pi} pE\sin\theta\, d\theta$

$W = pE[-\cos\theta]_0^{\pi}$ | $W = pE[\cos\pi - \cos 0]$

$W = pE[(-1) - (1)]$ | $W = -2pE$

(ii) $|\vec{\tau}| = |\vec{P} \times \vec{E}| = pE\sin\theta$

For θ = π/2, sin θ = 1 and τ is maximum

प्रश्न 17. एक विद्युत द्विध्रुव को एकसमान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में इसके द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{P}$ क्षेत्र के समांतर रखा गया है। ज्ञात करें

(i) किया गया कार्य जब द्विध्रुव को घुमाया जाता है जबतक उसके द्विध्रुव आघूर्ण की दिशा $\vec{E}$ के विपरीत न हो जाये।

(ii) द्विध्रुव का अभिविन्यास जिसके लिए उस पर लगने वाला बल आघूर्ण अधिकतम हो जाता है।

उत्तर- (i) $W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau\, d\theta$ | $W = \int_0^{\pi} pE\sin\theta\, d\theta$

$W = pE[-\cos\theta]_0^{\pi}$ | $W = pE[\cos\pi - \cos 0]$

$W = pE[(-1) - (1)]$ | $W = -2pE$

एक विद्युत द्विध्रुव को एकसमान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में इसके

Jharkhandlab.com

(ii) $|\vec{\tau}| = |\vec{P} \times \vec{E}| = pE \sin\theta$

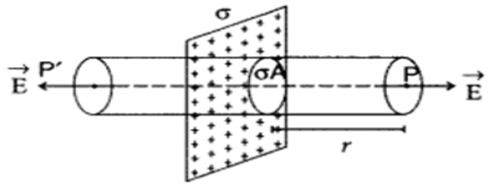
$\theta = \pi/2$ के लिए, $\sin\theta = 1$ और τ अधिकतम है

Q.18. State Gauss' law in electrostatics. Using this law derives an expression for the electric field due to a uniformly charged infinite plane sheet.

Ans. Gauss' Law states that "the total flux through a closed surface is 1/ε0 times the net charge enclosed by it

$$\phi E = \oint \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q}{\varepsilon 0}$$

Let σ be the surface charge density (charge per unit area) of the given sheet and let P be a point at distance r from the sheet where we have to find $\vec{E}$



Choosing point P', symmetrical with P on the other side of the sheet, let us draw a Gaussian cylindrical surface cutting through the sheet as shown in the diagram. As at the cylindrical part of the Gaussian surface, $\vec{E}$ and $\vec{ds}$ are at a right angle, the only surfaces having $\vec{E}$ and $\vec{ds}$ parallel are the plane ends

$$\therefore \phi E = \oint \vec{E}.\vec{ds} + \oint \vec{E}.\vec{ds}$$

$$= \oint Eds + \oint Eds = EA + EA = 2EA$$

[As E is outgoing from both plane ends, the flux is positive.

This is the total flux through the Gaussian surface.

Using *Gauss' law*, $\phi_E = \frac{q}{E_0}$

$\therefore \quad 2EA = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$ ...[As $q = \sigma A$]

$\therefore \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$.

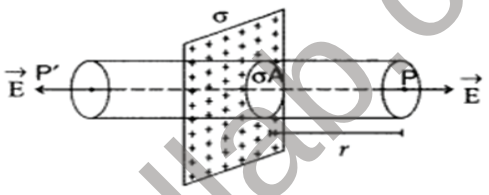
This value is independent of r. Hence, the electric field intensity is the same for all points near the charged sheet.

प्रश्न 18. इलेक्ट्रोस्टैटिक्स में गॉस का नियम बताएं। इस नियम का प्रयोग करते हुए एक समान रूप से आवेशित अनंत समतल शीट के कारण विद्युत क्षेत्र के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर : गॉस के नियम में कहा गया है कि "एक बंद सतह के माध्यम से कुल विद्युत प्रवाह 1/ε0 गुणा होता है सतह के अन्दर बंद आवेश के "

$$\phi E = \oint \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q}{\varepsilon 0}$$

मान लीजिए σ दी गई शीट का पृष्ठीय आवेश घनत्व (चार्ज प्रति यूनिट क्षेत्रफल) है और P शीट से दूरी r पर एक बिंदु है जहाँ हमें $\vec{E}$ खोजना है।



बिंदु P' का चयन,शीट के दूसरी तरफ P के साथ सममित किया गया है ,आइए चित्र में दिखाए अनुसार शीट के माध्यम से एक गॉसियन बेलनाकार सतह को काटें। गॉसियन सतह के बेलनाकार भाग के रूप में, $\vec{E}$ और $\vec{ds}$ एक समकोण पर हैं, $\vec{E}$ और $\vec{ds}$ समानांतर वाली एकमात्र सतहें समतल सिरे हैं

$$\therefore \phi E = \oint \vec{E}.\vec{ds} + \oint \vec{E}.\vec{ds}$$

$$= \oint Eds + \oint Eds = EA + EA = 2EA$$

[चूँकि E दोनों समतल सिरों से बाहर जा रहा है, फ्लक्स धनात्मक है।

यह गॉसियन सतह के माध्यम से कुल प्रवाह है।

Using *Gauss' law*, $\phi_E = \frac{q}{E_0}$

$\therefore \quad 2EA = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$ ...[As $q = \sigma A$]

$\therefore \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$.

यह मान r से स्वतंत्र है। इसलिए, चार्ज (आवेशित) शीट के पास सभी बिंदुओं के लिए विद्युत क्षेत्र की तीव्रता समान होती है।

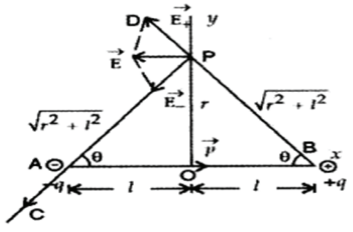
Q.19. (i) Derive the expression for an electric field at a point on the equatorial line of an electric dipole.

(ii) Depict the orientation of the dipole in
(a) stable equilibrium in a uniform electric field

(b) unstable equilibrium in a uniform electric field.

Ans. (i) Electric dipole moment: It is the product of the magnitude of either charge and distance between them.

It is a vector quantity whose direction is from negative to positive charge.



Expression :

Jharkhandlab.com

Electric field intensity at P due to +q charge is

$$\vec{E_+} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{BP^2} \text{ along PD}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PD} \ldots(i)$$

Electric field intensity at P due to -q charge is,

$$\vec{E_-} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{AP^2} \text{ along PC}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PC} \ldots(ii)$$

From (*i*) and (*ii*), $|\vec{E_+}| = |\vec{E_-}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)}$ ...(*iii*)

Net electric field intensity due to the electric dipole at point P

$$\therefore \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+E_-\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+^2\cos 2\theta} \qquad (\because E_- = E_+)$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 + 2E_+^2\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2(1 + \cos 2\theta)}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 2\cos^2\theta} \qquad (\because 1 + \cos 2\theta = 2\cos^2\theta)$$

$$\therefore \quad E = 2E_+ \cos\theta = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \cos\theta$$

[Using equation (*iii*)]

Now from ΔOAP, $\cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$

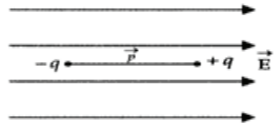
$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \times \frac{l}{(r^2 + l^2)^{1/2}}$$

$$\Rightarrow \quad E = \frac{q \times 2l}{4\pi\varepsilon_0(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

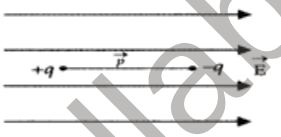
Since $q \times 2l = p$ ...(p is dipole moment)

$$\vec{E} = \frac{-\vec{p}}{4\pi\varepsilon_o r^3} \; (for\ very\ small\ dipole, r^2 >> l^2)$$

(ii) (a) For stable equilibrium, the angle between p and E is 0°,



(*b*) For unstable equilibrium, the angle between *p* and E is 180°,



(b) For unstable equilibrium, the angle between p and E is 180°

प्रश्न 19. (i) वैद्युत द्विध्रुव की विषुवतीय रेखा के किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

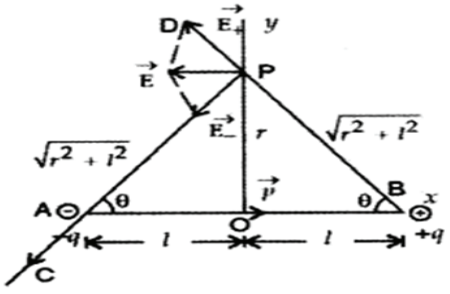
(ii) द्विध्रुव के अभिविन्यास को निरूपित करें

(a) एक समान विद्युत क्षेत्र में स्थिर संतुलन होने पर ,

(b) एक समान विद्युत क्षेत्र में अस्थिर संतुलन होने पर।

उत्तर- वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण: यह किसी एक आवेश के परिमाण और उनके बीच की दूरी का गुणनफल होता है।

यह एक सदिश राशि है जिसकी दिशा ऋणात्मक से धनात्मक आवेश की ओर होती है।



Expression :

+q आवेश के कारण P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता है

$$\vec{E_+} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{BP^2} \text{ along PD}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PD} \ldots(i)$$

-q आवेश के कारण P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता है,

$$\vec{E_-} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{AP^2} \text{ along PC}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PC} \ldots(ii)$$

From (*i*) and (*ii*), $|\vec{E_+}| = |\vec{E_-}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)}$ ...(*iii*)

विद्युत द्विध्रुव के कारण शुद्ध विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

Jharkhandlab.com

$$\therefore \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+E_-\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+^2\cos 2\theta} \qquad (\because E_- = E_+)$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 + 2E_+^2\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2(1 + \cos 2\theta)}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2\, 2\cos^2\theta} \qquad (\because 1 + \cos 2\theta = 2\cos^2\theta)$$

$$\therefore \quad E = 2E_+\cos\theta = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)}\cos\theta$$

[Using equation (*iii*)]

Now from ΔOAP, $\cos\theta = \dfrac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$

$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \times \frac{l}{(r^2 + l^2)^{1/2}}$$

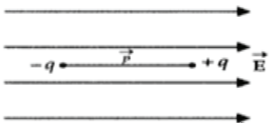
$$\Rightarrow \quad E = \frac{q \times 2l}{4\pi\varepsilon_0(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

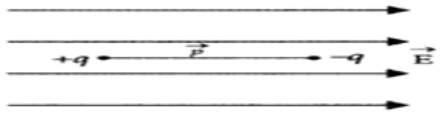
Since $q \times 2l = p$ ...(p is dipole moment)

$$\vec{E} = \frac{-\vec{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\,(for\ very\ small\ dipole,\ r^2 >> l^2)$$

(ii) (a) स्थिर संतुलन के लिए, $\vec{P}$ और $\vec{E}$ के बीच का कोण 0 डिग्री है,

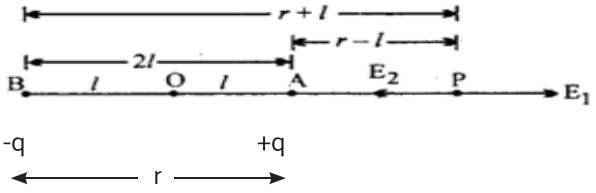
(b) अस्थिर संतुलन के लिए, $\vec{P}$ और $\vec{E}$ के बीच का कोण 180° डिग्री है।





Q.20. Derive an expression of electric field intensity on a point in axial position (end on position) of an electric dipole.

Ans: Consider an electric dipole made up of charges + q and – q separated by a distance 2*l* apart and placed in vacuum. We have to find out the electric field at point P situated at a distance r from the center of the dipole system. To find out the electric field intensity, imagine a unit positive test charge situated at P.



Electric field intensity due to charge (+q) situated at A will be

$$\vec{E_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{AP^2}, (\text{along } \vec{AP})$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{(r-l)^2}, (\text{along } \vec{AP})$$

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{(r-l)^2}, (\text{in magnitude form})$$

Electric field intensity due to charge (-q) situated at B will be 1

$$\vec{E_2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{-q}{BP^2}, (\text{along } \vec{PB})$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{-q}{(r+l)^2}, (\text{along } \vec{PB})$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{(r+l)^2}, (\text{in magnitude form})$$

As AP < PB, hence the repulsive effect due to charge +q will be more effect then the attractive effect of charge – q. Therefore, $E_1 > E_2$ but their directions are opposite. Hence, the net electric field will be

$$E = E_1 - E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r-l)^2} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r+l)^2}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(r+l)^2 - (r-l)^2}{(r-l)^2(r+l)^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(r^2 + l^2 + 2rl) - (r^2 + l^2 - 2rl)}{[(r-l)(r+l)]^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{4rl}{(r^2 - l^2)^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2.2rl}{(r^2 - l^2)^2}$$

$$E = \frac{2pr}{4\pi\varepsilon_0(r^2 - l^2)^2}\ N/C,\ (\because p = 2ql)\ ...(1)$$

This is the expression for the electric field which is directed from A to P. For small and strong dipoles,

$r >> 2l \Rightarrow r >> l \Rightarrow r^2 >>> l^2$

$\therefore r^2 - l^2 \approx r^2$

Hence, eqn. (1) becomes

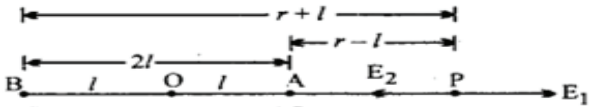
$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2pr}{(r^2)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2p}{r^3}\ N/C$$

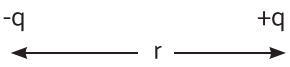
This is the required expression.

प्रश्न 20. किसी विद्युत द्विध्रुव की अक्षीय स्थिति में किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर: एक विद्युत द्विध्रुव पर विचार करें जो + q और - q आवेशों से बना है जो 2lदूरी से अलग हैं और निर्वात में रखे गए हैं। हमें द्विध्रुव निकाय के केंद्र से r दूरी पर स्थित बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र का पता लगाना है। विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का पता लगाने के लिए, P पर स्थित एक इकाई धनात्मक परीक्षण आवेश की कल्पना करें।

Jharkhandlab.com





A पर स्थित आवेश (+q) के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता होगी

$$\vec{E1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon 0}\cdot\frac{q}{AP^2},(\text{along } \vec{AP}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{(r-l)^2},(\text{along } \vec{AP})$$

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{(r-l)^2},\ (\text{in magnitude form})$$

B पर स्थित आवेश (-q) के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता होगी

$$\vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{-q}{BP^2},(\text{along } \vec{PB})$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{-q}{(r+l)^2},\ (\text{along } \vec{PB})$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{(r+l)^2},\ (\text{in magnitude form})$$

चूंकि AP<PB, इसलिए आवेश +q के कारण प्रतिकर्षण प्रभाव आवेश - q के आकर्षक प्रभाव से अधिक प्रभावी होगा। इसलिए, $E_1 > E_2$ लेकिन उनकी दिशाएं विपरीत हैं। इसलिए, शुद्ध विद्युत क्षेत्र होगा

$$E = E_1 - E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r-l)^2} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r+l)^2}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(r+l)^2-(r-l)^2}{(r-l)^2(r+l)^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(r^2+l^2+2rl)-(r^2+l^2-2rl)}{[(r-l)(r+l)]^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{4rl}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2.2rl}{(r^2-l^2)^2}$$

$$E = \frac{2pr}{4\pi\varepsilon_0(r^2-l^2)^2}\ N/C,\ (\because\ p = 2ql)\ ...(1)$$

यह विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक है जो A से P की ओर निर्देशित होता है। छोटे और मजबूत द्विध्रुव के लिए,

$r >> 2l \Rightarrow r >> l \Rightarrow r^2 >> l^2$

$\therefore r^2 - l^2 \approx r^2$

इसलिए, समीकरण (1) बन जाता है

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2pr}{(r^2)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2p}{r^3}\ N/C$$

यह आवश्यक अभिव्यक्ति है।

Q.21. Determine the intensity of electric field by Gauss' law, due to a uniformly charged spherical shell at a point

1. Outside the shell

2. On the surface of shell

3. Inside the shell.

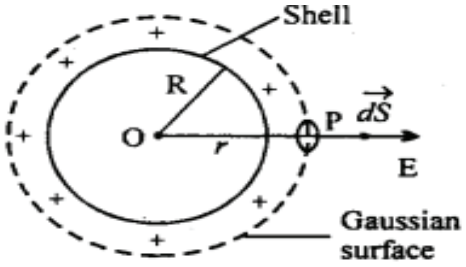
Draw a graph showing the variation of electric field with the distance from the center.

Ans: Intensity of electric field due to uniformly charged spherical shell:

Suppose that a sphere of radius R is uniformly charged with +q charge. Intensity at any point due to this charged sphere depends on its position relative to the sphere.

(i) When point P lies outside the spherical shell:

Consider a point P which lies outside the spherical shell of radius R. Now, imagine a sphere of radius r which passes through P. This closed surface behaves as a Gaussian surface. Since, sphere is uniformly charged, so that the electric field at each point on the surface is equal and points radially outward.



Net flux through the Gaussian sphere of radius r will be

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E}.\vec{dS} = \oint E\,dS\cos\theta$$

$$= E\oint dS\cos 0,\ (\because \theta = 0)$$

$$= E\oint dS$$

$$\Phi_E = E.4\pi r^2,\ (\because \oint dS = 4\pi r^2)\ ...(1)$$

But, the charge enclosed inside the Gaussian surface is q. Therefore, from Gauss' law

$\Phi_E = q/\in_0$.....(2)

Equating eqns. (1) and (2), we have

$E.4\pi r^2 = q/\in_0$

$E = (q/4\pi\in_0 r^2)$ .....(3)

It is clear from the above equation that the electric field outside any uniformly charged spherical shell is exactly to that electric field when we take the same charge at the center of the sphere.

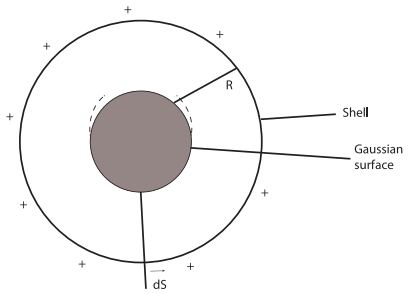
(ii) Point P lies on the surface of spherical shell:

In this case, r = R

Jharkhandlab.com

From eqn. (3),

$E = (q/4\pi\in_0 R^2)$



(iii) When point P lies inside the spherical shell:

As we know, the charge given to a spherical shell spreads equally all over the surface, there is no charge present inside the sphere. Hence, by Gauss' law,

$$\Phi_E = \frac{1}{\varepsilon_0}(0) = 0 \quad ...(4)$$

$$\text{But, } \Phi_E = \oint_S \vec{E}.\vec{dS} = \oint E\,dS\cos 0$$

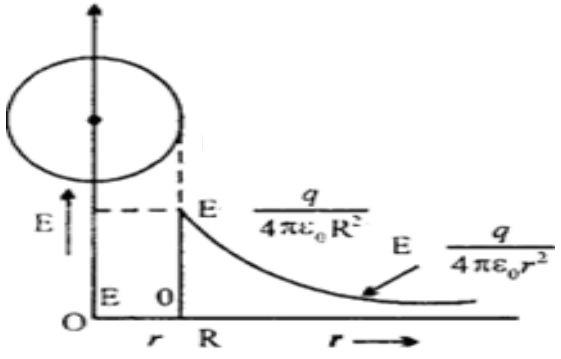
$$= E\oint dS = E.4\pi r^2 \text{ ----(5)}$$

From equations (4) and (5),

$E.4\pi r^2 = 0$

$\Rightarrow E = 0$

Therefore, the electric field inside a spherical shell is always zero. The adjacent figure shows the variation of electric field with distance



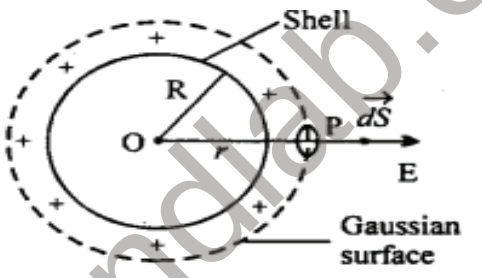
प्रश्न 21. गॉस के नियम द्वारा किसी बिंदु पर समान रूप से आवेशित गोलीय खोल के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए।
(i) खोल के बाहर
(ii) खोल की सतह पर
(iii) खोल के अंदर।
केंद्र से दूरी के साथ विद्युत क्षेत्र के परिवर्तन को दर्शाने वाला एक ग्राफ खींचिए।

उत्तर: एकसमान आवेशित गोलाकार खोल के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता:

मान लीजिए कि त्रिज्या R का एक गोला समान रूप से +q आवेश से आवेशित है। इस आवेशित गोले के कारण किसी बिंदु पर तीव्रता गोले के सापेक्ष उसकी स्थिति पर निर्भर करती है।

(i) जब बिंदु P गोलाकार खोल के बाहर स्थित होता है:

एक बिंदु P पर विचार करें जो त्रिज्या R के गोलाकार खोल के बाहर स्थित है। अब, त्रिज्या r के एक गोले की कल्पना करें जो P से होकर गुजरता है। यह बंद सतह गॉसियन सतह के रूप में व्यवहार करती है। चूंकि, गोला एकसमान रूप से आवेशित होता है, इसलिए सतह के प्रत्येक बिंदु पर विद्युत क्षेत्र बराबर होता है और त्रिज्यीय रूप से बाहर की ओर बिंदु होता है।



r त्रिज्या के गाऊसी गोले से नेट फ्लक्स होगा

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E}.\vec{dS} = \oint E\,dS\cos\theta$$

$$= E\oint dS\cos 0, \quad (\because \theta = 0)$$

$$= E\oint dS$$

$$\Phi_E = E.4\pi r^2, \ (\because \oint dS = 4\pi r^2) \ ...(1)$$

लेकिन गॉसियन सतह के अंदर परिबद्ध आवेश q है। अत: गॉस के नियम से

$\Phi_E = q/\in_0$ .....(2)

समीकरण (1) और (2), कि तुलना करने पर

$E.\ 4\pi r^2 = q/\in_0$

$E = (q/4\pi\in_0 r^2)$ .....(3)

उपरोक्त समीकरण से स्पष्ट है कि किसी समान आवेशित गोलीय कोश के बाहर विद्युत क्षेत्र ठीक उसी विद्युत क्षेत्र के समान होता है जब हम गोले के केंद्र पर समान आवेश लेते हैं।

(ii) बिंदु P गोलाकार खोल की सतह पर स्थित है:

इस स्थिति में, r = R

समीकरण (3) से,

$E= (q/4\pi\in_0 R^2)$

(iii) जब बिंदु P गोलाकार खोल के अंदर होता है:

जैसा कि हम जानते हैं कि गोलाकार खोल को दिया गया आवेश पूरी सतह पर समान रूप से फैलता है, गोले के अंदर कोई आवेश मौजूद नहीं होता है। इसलिए, गॉस के नियम द्वारा,

$$\Phi_E = \frac{1}{\varepsilon_0}(0) = 0 \quad ...(4)$$

$$\text{But, } \Phi_E = \oint_S \vec{E}.\vec{dS} = \oint E\,dS\cos 0$$

$$= E\oint dS = E.4\pi r^2 \text{ ----(5)}$$

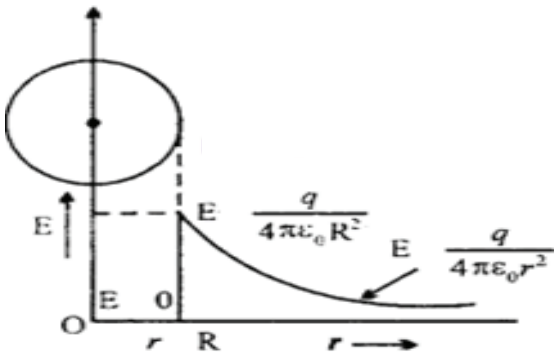
समीकरण (4) और (5)से,

$E.4\pi r^2 = 0$

$\Rightarrow E = 0$

इसलिए, गोलाकार खोल के अंदर विद्युत क्षेत्र हमेशा शून्य होता है। संलग्न चित्र दूरी के साथ विद्युत क्षेत्र के परिवर्तन को दर्शाता है

Jharkhandlab.com



Q.22. Two positive ions which have the same charges having a force of repulsion of 3.7 x 10^{-9}N. The distance between them is 5 Å. Find the deficiency of electrons on each ion.

Ans: Solution Given:

F = 3.7 x 10^{-9}N, r = 5Å = 5 x 10^{-10} m

$q_1 = q_2 = q$

$$\because \quad F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$3{\cdot}7\times10^{-9} = \frac{9\times10^9\times q^2}{(5\times10^{-10})^2}$$

$$\because \quad F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$3{\cdot}7\times10^{-9} = \frac{9\times10^9\times q^2}{(5\times10^{-10})^2}$$

$$q^2 = \frac{3{\cdot}7\times10^{-9}\times25\times10^{-20}}{9\times10^9}$$

$$= 10{\cdot}28\times10^{-38}$$

$$q = 3{\cdot}2\times10^{-19}\text{C}$$

q = 3.2 x 10^{-19}

q=n e

$$n = \frac{3{\cdot}2\times10^{-19}}{1{\cdot}6\times10^{-19}} = 2$$

There will be a deficiency of two electrons in each ion.

प्रश्न 22. समान आवेश वाले दो धनात्मक आयनों का प्रतिकर्षण बल 3.7 x 10^{-9}N है। उनके बीच की दूरी 5 Å है। प्रत्येक आयन में इलेक्ट्रॉन की कमी ज्ञात कीजिए।

उत्तर: F = 3.7 x 10^{-9}N, r = 5Å = 5 x 10^{-10} m

q1 = q2 = q

$$\because \quad F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$3{\cdot}7\times10^{-9} = \frac{9\times10^9\times q^2}{(5\times10^{-10})^2}$$

$$\because \quad F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$3{\cdot}7\times10^{-9} = \frac{9\times10^9\times q^2}{(5\times10^{-10})^2}$$

$$q^2 = \frac{3{\cdot}7\times10^{-9}\times25\times10^{-20}}{9\times10^9}$$

$$= 10{\cdot}28\times10^{-38}$$

$$q = 3{\cdot}2\times10^{-19}\text{C}$$

q = 3.2 x 10^{-19}

q=n e

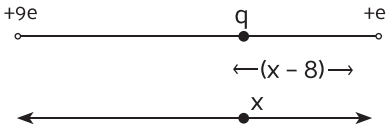
$$n = \frac{3{\cdot}2\times10^{-19}}{1{\cdot}6\times10^{-19}} = 2$$

प्रत्येक आयन में दो इलेक्ट्रॉनों की कमी होगी।

Q.23. Two point charges + 9e and + e are placed 8 m apart. Where should the third charge q be placed on the line joining the two charges so that q should be in equilibrium?

Ans: Let the charge q be placed at distance x from +9 e charge, then its distance from e will be 8 – x.

In equilibrium,



$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{9e\times q}{x^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{e\times q}{(8-x)^2}$$

$$\frac{9}{x^2} = \frac{1}{(8-x)^2}$$

$$\frac{3}{x} = \frac{\pm1}{8-x}$$

Taking + ve sign

⇒ 24 – 3x = x

24 = 4x or x = 6m

Taking – ve sign,

⇒ 24 – 3x = -x

24 – 2x or x = 12 m

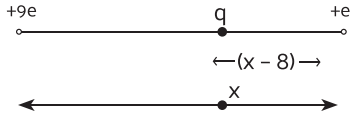
Since, +9e and+e are similar charges, hence q will be in equilibrium when x = 6 m i.e., q should be placed 6 m apart from +9e between the charges.

प्रश्न 23. दो बिंदु आवेश +9e और +e, 8 मीटर की दूरी पर रखे गए हैं। तीसरे आवेश q को दोनों आवेशों को मिलाने वाली रेखा पर कहाँ रखा जाए कि q साम्यावस्था में हो?

उत्तर: मान लीजिए चार्ज q को +9 e चार्ज से x दूरी पर रखा गया है, तो e से इसकी दूरी 8 - x होगी।

साम्यावस्था में,

Jharkhandlab.com



$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{9e\times q}{x^2}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{e\times q}{(8-x)^2}$$

$$\frac{9}{x^2}=\frac{1}{(8-x)^2}$$

$$\frac{3}{x}=\frac{\pm 1}{8-x}$$

+ ve चिह्न लेना

⇒ 24 - 3x = x

24 = 4x या x = 6 मी

लेना – ve चिह्न,

⇒ 24 - 3x = -x

24 - 2x या x = 12 मीटर

चूंकि, +9e और +e समान आवेश हैं, इसलिए q साम्यावस्था में होगा जब x = 6 मीटर।

Q.24. An electrified rod attracts pieces of paper. After a while these pieces fly away. Why?

Ans. When an electrified rod is brought close to the pieces of paper, by induction an opposite charge appears on pieces of paper due to which these pieces of paper are attracted towards the rod. But when these pieces of paper touch the charged rod, charge of rod transfers to the pieces of paper due to which there will be the force of repulsion between rod and pieces of paper, hence the pieces of paper fly away from the rod.

प्रश्न 24 एक विद्युतीकृत छड़ कागज के टुकड़ों को आकर्षित करती है। थोड़ी देर बाद ये टुकड़े उड़ जाते हैं। क्यों?

उत्तर. जब विद्युतीकृत छड़ को कागज के टुकड़ों के पास लाया जाता है, तो प्रेरण द्वारा कागज के टुकड़ों पर एक विपरीत आवेश आ जाता है जिसके कारण कागज के ये टुकड़े छड़ की ओर आकर्षित होते हैं। लेकिन जब कागज के ये टुकड़े आवेशित छड़ को छूते हैं, तो छड़ का आवेश कागज के टुकड़ों में स्थानांतरित हो जाता है जिसके कारण छड़ और कागज के टुकड़ों के बीच प्रतिकर्षण बल होगा, इसलिए कागज के टुकड़े छड़ से दूर उड़ जाते हैं।

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 2 ELECTROSTATIC POTENTIAL AND CAPACITANCE स्थिरवैद्युत विभव तथा धारिता

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. The process in which a region is made free from any electric field is known as _____.

a. Electrostatic forcing
b. Electrostatic binding
c. Electrostatic shielding
d. None of the options

वह प्रक्रिया जिसमें एक क्षेत्र को किसी भी विद्युत क्षेत्र से मुक्त किया जाता है, _____ के रूप में जाना जाता है।

a. स्थिरवैद्युत फोर्सिंग
b. स्थिरवैद्युत बाइंडिंग
c. स्थिरवैद्युत परिरक्षण
d. कोई विकल्प नहीं

Ans. c.

2. Three capacitors each of capacity C are added in series connection. Then the equivalent capacitance will be _

क्षमता C के तीन संधारित्र (कैपेसिटर) श्रेणी क्रम श्रृंखला कनेक्शन में जोड़े जाते हैं। समकक्ष धारिता होगी

a. 3C b. 3/C
c. C/3 d. 1/3C

Ans. c.

3. If a hollow spherical conductor be charged positively, then the electric potential inside it, will be___

a. Zero
b. Positive and uniform
c. Positive and non- uniform
d. Negative and uniform

यदि किसी खोखले गोलीय चालक को धनावेशित किया जाए, तो उसके भीतर विद्युत विभव, होगा___

a. शून्य
b. धनावेश और एक समान
c. ऋणात्मक और गैर-समान
d. ऋणात्मक और एक समान

Ans. b.

4. The formula for electrostatic potential is _____.

a. Electrostatic potential = Work donexcharge
b. Electrostatic potential = Work done/charge
c. Electrostatic potential = Work done+charge
d. Electrostatic potential = Work done-charge

स्थिरवैद्युत विभव का सूत्र _____ है।

a. स्थिरवैद्युत विभव = कार्य× चार्ज
b. स्थिरवैद्युत विभव = कार्य / चार्ज
c. स्थिरवैद्युत विभव = कार्य + आवेश
d. स्थिरवैद्युत विभव = कार्य -आवेश

Ans. b.

5. The work done in moving a unit positive test charge over a closed path in an electric field is _____.

a. Always 1 b. Infinite
c. Zero d. Negative

एक विद्युत क्षेत्र में एक बंद पथ पर एक इकाई धनात्मक आवेश को स्थानांतरित करने में किया गया कार्य _____ है।

a. हमेशा 1 होता है b. अनंत
c. शून्य d. ऋणात्मक

Ans. c.

6. The electrostatic potential on the perpendicular bisector due to an electric dipole is _____.

a. Zero b. 1
c. Infinite d. Negative

विद्युत द्विध्रुव के कारण लम्ब समद्विभाजक पर स्थिर वैद्युत विभव _____ होता है।

a. शून्य b. 1
c. अनंत d. ऋणात्मक

Ans. a.

7. A surface that has the same electrostatic potential at every point on it is known as _____.

a. Equal-potential surface
b. Same potential surface
c. Equi-magnitude surface
d. Equipotential surface

एक सतह जिसके प्रत्येक बिंदु पर समान स्थिरवैद्युत विभव होती है, उसे _____ के रूप में जाना जाता है।

a. समान वैद्युत विभव पृष्ट
b. समान स्थिर वैद्युत विभव पृष्ट
c. सम-परिमाण पृष्ट
d. समविभव पृष्ट

Ans. d.

8. Dielectrics are _____

a. Conducting substances
b. Non-conducting substances
c. Semi-conducting substances
d. None of the option

jharkhandlab.com

परावैधुत (डाइलेक्ट्रिक्स) _____ हैं

a. सुचालाक पदार्थ
b. कुचालक पदार्थ
c. अर्धचालक पदार्थ
d. कोई विकल्प नहीं

Ans. b.

9. The electric potential inside a conducting sphere _____

a. is zero
b. increases from centre to the surface
c. decreases from centre to the surface
d. remains constant from centre to the surface

एक चालक क्षेत्र के अंदर स्थिर वैद्युत विभव _____

a. शून्य होता है
b. केन्द्र से पृष्ट की ओर बढ़ता है
c. केंद्र से पृष्ट की ओर घटता है
d. केंद्र से पृष्ट तक (नियतांक) स्थिर रहता है

Ans. d.

10. The capacity of the parallel plate capacitor increases when

a. area of the plate is decreased
b. area of the plate is increased
c. distance between the plates increases
d. None of the option

समांतर पट्टीका संधारित्र की क्षमता तब बढ़ जाती है जब

a. पट्टीका का क्षेत्रफल कम हो जाता है
b. पट्टीका का क्षेत्रफल बढ़ जाता है
c. पट्टीका के बीच की दूरी बढ़ जाती है
d. कोई विकल्प नहीं

Ans. b.

11. A positively charged particle is released from rest in an uniform electric field. The electric potential energy of the charge

a. remains a constant because the electric field is uniform.
b. increases because the charge moves along the electric field.
c. decreases because the charge moves along the electric field.
d. decreases because the charge moves opposite to the electric field.

एक समान विद्युत क्षेत्र में एक घनात्मक रूप से आवेशित कण को विरामावास्था से छोड़ा जाता है। आवेश की स्थिरवैद्युत ऊर्जा

a. स्थिर रहता है क्योंकि विद्युत क्षेत्र एक समान है।
b. बढ़ता है क्योंकि आवेश विद्युत क्षेत्र के साथ चलता है।
c. घट जाती है क्योंकि आवेश विद्युत क्षेत्र के साथ चलता है।
d. घट जाती है क्योंकि आवेश विद्युत क्षेत्र के विपरीत गति करता है।

Ans. c.

12. Equipotentials at a great distance from a collection of charges whose total sum is not zero are approximately

a. spheres
b. planes
c. paraboloids
d. ellipsoids

आवेशों के संग्रह जिनका कुल योग शून्य नहीं है से बड़ी दूरी पर स्थित समविभव,, लगभग होते हैं

a. गोले
b. समतल पृष्ट
c. परवलयाकार
d. दीर्घवृत्त

Ans. a.

13. A conductor with a positive charge

a. is always at +ve potential.
b. is always at zero potential.
c. is always at negative potential.
d. may be at +ve, zero or -ve potential

घनात्मक आवेश वाला एक सुचालक

a. हमेशा घनात्मक वैद्युत विभव पर होता है।
b. हमेशा शून्य वैद्युत विभव पर है।
c. हमेशा नऋणात्मक वैद्युत विभव पर है।
d. +ve, शून्य या -ve वैद्युत विभव पर हो सकता है

Ans. d.

14. Which of the following options is correct? In a region of constant potential

a. the electric field is uniform.
b. the electric field is zero.
c. there can be charge inside the region.
d. the electric field shall necessarily change if a charge is placed outside the region

निम्नलिखित में से कौन सा विकल्प सही है? एक समान वैद्युत विभव के क्षेत्र में

a. वैद्युत क्षेत्र एक समान है।
b. वैद्युत क्षेत्र शून्य है।
c. क्षेत्र के अंदर आवेश हो सकता है।
d. यदि आवेश क्षेत्र के बाहर रखा जाता है तो वैद्युत क्षेत्र आवश्यक रूप से बदल जाएगा

Ans. b.

15. 64 drops each having the capacity C and potential V are combined to form a big drop. If the charge on the small drop is q, then the charge on the big drop will be

धारिता C और वैद्युत विभव V की 64 बूंदों को मिलाकर एक बड़ी बूंद बनाई जाती है। यदि छोटी बूंद पर आवेश q है, तो बड़ी बूंद पर आवेश होगा

a. 2q
b. 4q
c. 16q
d. 64q

Ans. d.

16. In a region of constant potential

a. the electric field is uniform.
b. the electric field is zero.
c. there can be no charge inside the region.
d. both (b) and (c) are correct

Jharkhandlab.com

निरंतर वैद्युत विभव के क्षेत्र में

a. विद्युत क्षेत्र एक समान है।
b. विद्युत क्षेत्र शून्य है।
c. क्षेत्र के अंदर कोई आवेश नहीं हो सकता है।
d. दोनों (b) और (c) सही हैं

Ans. d.

17. Dielectric constant for a metal is

a. zero b. infinite
c. 1 d. 10

किसी धातु का परावैद्युतांक होता है

a. शून्य b. अनंत
c. 1 d. 10

Ans. b.

18. A dielectric slab is introduced between the plates of a parallel plate charged capacitor. Which one of the following quantities will not change?

a. the charge on the capacitor
b. the electric field between the plates of the capacitor
c. the energy stored in the capacitor
d. the potential difference between the plates

समांतर पट्टीका संधारित्र की पट्टीका (प्लेटों) के बीच को परावैद्युत से भर दिया जाता है। तो निम्नलिखित में से कौन सी मात्रा नहीं बदलेगी?

a. संधारित्र पर आवेस
b. संधारित्र की पट्टीका (प्लेटों)के बीच विद्युत क्षेत्र
c. संधारित्र में संग्रहीत ऊर्जा
d. प्लेटों के बीच संभावित वैद्युत विभव

Ans. a.

19. The capacitance of a parallel plate capacitor depends upon_____

a. thickness of the plate
b. mass of the plate
c. density of the plate
d. area of the plate

समांतर पट्टीका की धारिता किस पर निर्भर करती है

a. पट्टीका की मोटाई
b. पट्टीका का द्रव्यमान
c. पट्टीका का घनत्व
d. पट्टीका का क्षेत्रफल

Ans. d.

20. The separation between the plates of a charged parallel plate capacitor is doubled by keeping the charge constant. In this case_____

a. potential difference is halved
b. the capacitance is doubled
c. the p.d. between the plates is doubled
d. the capacitance is halved but the energy of the capacitor is not changed

एक आवेशित समांतर पट्टीका संधारित्र की पट्टीका के बीच की दूरी आवेश को स्थिर रखते हुए दुगुनी कर दी जाती है। इस स्थिति में_____

a. वैद्युत विभव आधा हो जायेगा
b. धारिता दोगुनी हो जाती है
c. पट्टीका के बीच वैद्युत विभव दोगुना हो जाता है
d. धारिता आधा हो जाती है। लेकिन संधारित्र (कैपेसिटर) की ऊर्जा नहीं बदलती है

Ans. c.

21. Dielectric strength of a medium is 2 KV mm^{-1}. What is the maximum potential difference that can be set up across a 50 μm specimen without puncturing it.

किसी माध्यम का परावैद्युत सामर्थ्य 2 KV mm^{-1} है। अधिकतम वैद्युत विभव अंतर क्या होगा जिसे बिना परावैद्युत को भंजन किए 50 μm नमूने में स्थापित किया जा सकता है।

a. 10 V b. 100 V
c. 1000 V d. 10,000 V

Ans. b.

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q.1. A 500 μC charge is at the center of a square of side 10 cm. Find the work done in moving a charge of 10 μC between two diagonally opposite points on the square.

Ans- The work done in moving a charge of 10 μC between two diagonally opposite points on the square will be zero because these two points will be at equipotential.

प्रश्न1 एक 500 μC आवेश 10 सेमी भुजा वाले एक वर्ग के केंद्र में रखा गया है। वर्ग पर दो विकर्ण (तिरछे) विपरीत बिंदुओं के बीच 10 μC के आवेश को ले जाने में किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।

उत्तर- वर्ग पर दो तिरछे विपरीत बिंदुओं के बीच 10 μC आवेश को ले जाने में किया गया कार्य शून्य होगा क्योंकि ये दोनों बिंदु समविभव पर होंगे।

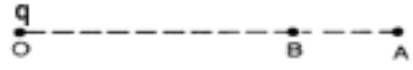
Q.2. Define the term 'potential energy' of charge 'q' at a distance r in an external electric field.

Ans- It is defined as the amount of work done in bringing the charge from infinity to its position in the system in the electric field of another charge without acceleration.

प्रश्न 2. किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र में r दूरी पर आवेश 'q' की 'स्थितिज ऊर्जा' शब्द को परिभाषित करें।

उत्तर- बिना त्वरण के किसी अन्य आवेश के विद्युत क्षेत्र में प्रणाली में आवेश को अनंत से उसकी स्थिति तक लाने में किए गए कार्य, उसकी 'स्थितिज ऊर्जा' होती है।

Q.3. A point charge q is placed at point O as shown in the figure.



Jharkhandlab.com

Is the potential difference $V_A - V_B$ positive, negative or zero, if q is

(i) positive

(ii) negative?

Answer-

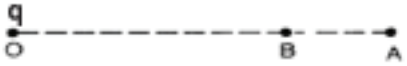
$$V_A - V_B = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{OA}\right) - \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{OB}\right)$$
$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left[\frac{1}{OA} - \frac{1}{OB}\right]$$

As OA > OB, so the quantity within the bracket is negative.

(i) If q is positive charge, $V_A - V_B$ = negative

(ii) If q is negative charge, $V_A - V_B$ = positive

प्रश्न 3 एक बिंदु आवेश q को बिंदु O पर रखा गया है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



यदि q है तो संभावित अंतर $V_A - V_B$ धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य है

(i) धनात्मक

(ii) ऋणात्मक?.

उत्तर-

$$V_A - V_B = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{OA}\right) - \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{OB}\right)$$
$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left[\frac{1}{OA} - \frac{1}{OB}\right]$$

चूंकि OA > OB, इसलिए कोष्ठक के भीतर की मात्रा ऋणात्मक है।

(i) यदि q धनात्मक आवेश है, $V_A - V_B$ = ऋणात्मक

(ii) यदि q ऋणात्मक आवेश है, $V_A - V_B$ = धनात्मक

Q.4. Why is electrostatic potential constant throughout the volume of the conductor and has the same value (as inside) on its surface?

Ans- Because Electric field inside the conductor = 0

$$E = -\frac{dV}{dr} \Rightarrow \frac{dV}{dr} = 0 \quad \therefore \mathbf{V = constant}$$

प्र 4. सुचालक (कंडक्टर) के पूरे आयतन में स्थिर वैद्युत विभव एक समान रूप (नियतांक) से क्यों होता है?

उत्तर- क्योकि सुचालक (कंडक्टर) के भीतर विद्युत क्षेत्र = 0 होता है

$$E = -\frac{dV}{dr} \Rightarrow \frac{dV}{dr} = 0 \quad \therefore \mathbf{V = constant}$$

V = नियतांक

Q 5 Distinguish between dielectric and a conductor .

Ans-

Dielectric	Conductor
Dielectrics are the insulating materials which transmit electric effects without conducting.	Conductors are the substances which can be used to carry or conduct electric charge from one place to the other.

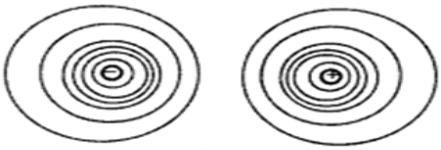
प्रश्न 5. परावैद्युत और सुचालक में भेद कीजिए।

उत्तर-

परावैद्युत	सुचालक
परावैद्युत (डाइलेक्ट्रिक्स) वे कुचालक (इंसुलेटिंग) पदार्थ हैं जो बिना संचालन के विद्युत प्रभाव संचारित करते हैं।	सुचालक (कंडक्टर) वे पदार्थ होते हैं जिनका उपयोग विद्युत आवेश को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने या संचालित करने के लिए किया जा सकता है।

Q.6. Two charges 2μC and – 2μC are placed at points A and B 5 cm apart. Depict an equipotential surface of the system.

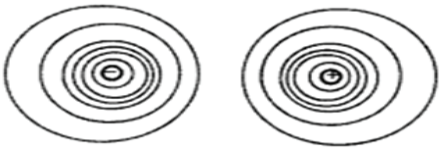
Ans-



Equipotential surfaces of the system

प्रश्न 6. दो आवेश 2μC और - 2μC बिंदुओं A और B पर 5 सेमी की दूरी पर रखे गए हैं। सिस्टम की एक समविभव सतह को चित्रित करें।

उत्तर-



समविभव (सतह)पृष्ठ

Q.7. What is the amount of work done in moving a point charge around a circular arc of radius r at the center of which another point charge is located?

Ans- Being an equipotential surface, work done will be zero.

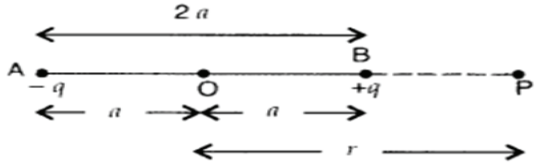
प्रश्न 7. त्रिज्या r के एक वृत्ताकार चाप के चारों ओर एक बिंदु आवेश को स्थानांतरित करने में कितना कार्य होता है, जिसके केंद्र में एक और बिंदु आवेश स्थित होता है?

उत्तर- समविभव पृष्ठ होने के कारण किया गया कार्य शून्य होगा

Q.8. Derive the expression for the electric potential at any point along the axial line of an electric dipole .

Ans- Consider an electric dipole consisting of two points charged -q and +q and separated by distance 2a. Let P be a point on the axis of the dipole at a distance r from its center O.

Jharkhandlab.com



Electric potential at point P due to dipole is,

$V = V_1 + V_2$

$$\text{or } V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{-q}{AP} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{BP}$$

$$\text{or } V = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r+a} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r-a}$$

$$\text{or } V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r-a} - \frac{1}{r+a}\right]$$

$$\text{or } V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(r+a)-(r-a)}{r^2-a^2}\right]$$

$$\text{or } V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q\times 2a}{r^2-a^2}$$

$$\text{or } V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{r^2-a^2}$$

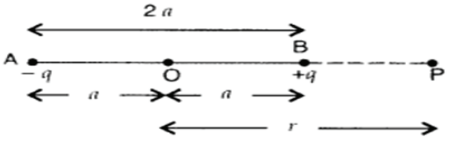
...where [p is dipole moment [$p = q \times 2a$]

For ideal dipole : $a << r$

So $a^2 << r^2$ $\quad\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{r^2}$

प्रश्न8. विद्युत द्विध्रुव की अक्षीय रेखा के अनुदिश किसी बिन्दु पर वैद्युत विभव के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- मान लिया कि एक विद्युत द्विध्रुव है , जिसमें दो आवेशित बिंदु -q और +q हैं जो 2a दूरी से अलग हैं। मान लीजिए P द्विध्रुव के अक्ष पर इसके केंद्र O से r दूरी पर स्थित एक बिंदु है।



द्विध्रुव के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव है,

$V = V_1 + V_2$

$$\text{or } V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{-q}{AP} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{BP}$$

$$\text{or } V = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r+a} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r-a}$$

$$\text{or } V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r-a} - \frac{1}{r+a}\right]$$

$$\text{or } V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(r+a)-(r-a)}{r^2-a^2}\right]$$

$$\text{or } V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q\times 2a}{r^2-a^2}$$

$$\text{or } V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{r^2-a^2}$$

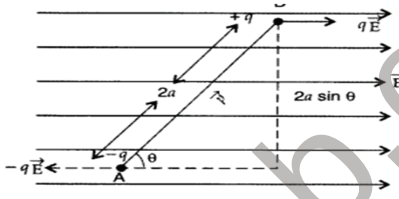
...where [p is dipole moment [$p = q \times 2a$]

For ideal dipole : $a << r$

So $a^2 << r^2$ $\quad\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{r^2}$

Q.9. Derive an expression for the potential energy of an electric dipole of dipole moment $\vec{P}$ in the electric field $\vec{E}$

Ans- Consider a dipole with charges +q and -q placed in a uniform electric field $\vec{E}$ such that AB = 2a as shown in the figure



Since the dipole experiences no net force in a uniform electric field but experiences a torque (τ) is given by

$$\vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E} \qquad \therefore \tau = pE\sin\theta$$

It tends to rotate the dipole in a clockwise direction. To rotate the dipole anticlockwise work has to be done on the dipole.

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2}\tau d\theta \qquad or\ W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} pE\sin\theta d\theta$$

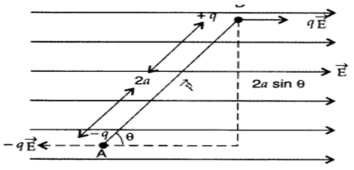
$$or\ W = pE[-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$\therefore W = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$$

$$U = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$$

प्रश्न9. वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{P}$ वैद्युत द्विध्रुव की स्थिरवैद्युत स्थितिज ऊर्जा के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- मान लीजिये कि एक समान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में आवेश +q और -q के साथ एक द्विध्रुव AB = 2a जैसा कि चित्र में दिखाया गया है



चूंकि द्विध्रुवीय एक समान विद्युत क्षेत्र में कोई शुद्ध बल का अनुभव नहीं करता है, लेकिन एक बलाघूर्ण (τ) का अनुभव करता है

$$\vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E} \qquad \therefore \tau = pE\sin\theta$$

यह द्विध्रुव को दक्षिणावर्त दिशा में घुमाता है। द्विध्रुव को वामावर्त घुमाने के लिए द्विध्रुव पर कार्य करना पड़ता है।

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2}\tau d\theta \qquad or\ W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} pE\sin\theta d\theta$$

$$or\ W = pE[-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$\therefore W = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$$

$$U = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$$

Q.10. Two point charges, $q_1 = 10 \times 10^{-8}C$, $q_2 = -2 \times 10^{-8}C$ are separated by a distance of 60 cm in air.

Jharkhandlab.com

(i) Find at what distance from the 1st charge, q1 would the electric potential be zero.

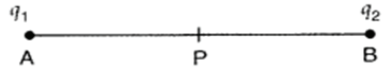
(ii) Also calculate the electrostatic potential energy of the system.

Ans- (i) Given : $q_1 = 10 \times 10^{-8}C$, $q_2 = -2 \times 10^{-8}C$

AB = 60 cm = 0.60 = 0.6m

Let AP = x

Let $AP = x$ then $PB = 0.6 - x$



Potential P due to charge $q_1 = \frac{Kq_1}{AP}$

Potential P due to charge $q_2 = \frac{Kq_2}{BP}$

$\because$ Potential at $P = 0$

$$\Rightarrow \frac{Kq_1}{AP} + \frac{Kq_2}{BP} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{q_1}{AP} = \frac{-q_2}{PB}$$

$$\therefore \quad \frac{10 \times 10^{-8}}{x} = \frac{-(-2 \times 10^{-8})}{0.6 - x}$$

$$\Rightarrow 2x + 10x = 6 \quad \Rightarrow \quad 12x = 6$$

$$\therefore \quad x = \frac{1}{2} = 0.5m$$

∴ Distance from first charge = 0.5 m = 50 cm.

(ii) Electrostatic energy of the system is

$$E_n = \frac{Kq_1q_2}{r} = \frac{-9 \times 10^9 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-8}}{60 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{-18 \times 10^{-6}}{60 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{-3}{10} \times 10^{-4} = -3 \times 10^{-5} \text{ Joule}$$

$$\therefore \quad \text{U or } E_n = \mathbf{-3 \times 10^{-5} \text{ Joule}}$$

Q.10. दो बिंदु आवेश, $q_1 = 10 \times 10^{-8}C$, $q_2 = -2 \times 10^{-8}C$ हवा में 60 सेमी की दूरी से अलग होते हैं।

(i) ज्ञात कीजिए कि प्रथम आवेश(q_1) से कितनी दूरी पर वैद्युत विभव शून्य होगा।

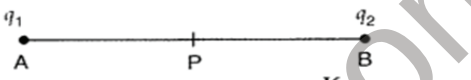
(ii) व्यवस्था की स्थिरवैद्युत स्थितिज ऊर्जा की भी गणना करें।

उत्तर- (i) दिया गया है:q1 = 10 x 10-8C, q2 = -2 x 10-8C

AB = 60 सेमी = 0.60 = 0.6 मी

माना AP = x

Let $AP = x$ then $PB = 0.6 - x$



Potential P due to charge $q_1 = \frac{Kq_1}{AP}$

Potential P due to charge $q_2 = \frac{Kq_2}{BP}$

$\because$ Potential at $P = 0$

$$\Rightarrow \frac{Kq_1}{AP} + \frac{Kq_2}{BP} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{q_1}{AP} = \frac{-q_2}{PB}$$

$$\therefore \quad \frac{10 \times 10^{-8}}{x} = \frac{-(-2 \times 10^{-8})}{0.6 - x}$$

$$\Rightarrow 2x + 10x = 6 \quad \Rightarrow \quad 12x = 6$$

$$\therefore \quad x = \frac{1}{2} = 0.5m$$

∴ प्रथम आवेश से दूरी = 0.5 मीटर = 50 सेमी.

(ii) व्यवस्था की स्थिरवैद्युत स्थितिज ऊर्जा है

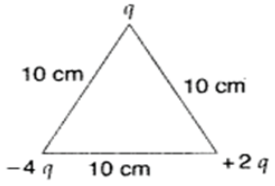
$$E_n = \frac{Kq_1q_2}{r} = \frac{-9 \times 10^9 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-8}}{60 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{-18 \times 10^{-6}}{60 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{-3}{10} \times 10^{-4} = -3 \times 10^{-5} \text{ Joule}$$

$$\therefore \quad \text{U or } E_n = \mathbf{-3 \times 10^{-5} \text{ Joule}}$$

Q.11. Calculate the work done to dissociate the system of three charges placed on the vertices of a triangle as shown.



Ans- Initial P.E. of the three charges

$$u_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1q_2}{r} + \frac{q_2q_3}{r} + \frac{q_1q_3}{r}\right]$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q(-4q)}{r} + \frac{(-4q) \times 2q}{r} + \frac{q \times 2q}{r}\right]$$

$$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{10q^2}{r} = \frac{-9 \times 10^9 \times 10 \times (1.6 \times 10^{-10})^2 \text{ J}}{0.10}$$

$$= \frac{-9 \times 10^9 \times 10 \times 2.56 \times 10^{-20} \times 100}{10}$$

$$= -23.04 \times 10^{-9} = -2.304 \times 10^{-8} \text{ J}$$

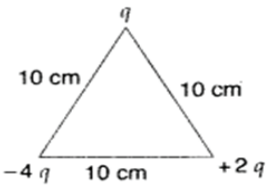
Final P.E, $u_f = 0$

∴ Work required to dissociate the system of three charges,

$W = u_f - u_i = -2.304 \times 10^{-8}$ J

Jharkhandlab.com

प्रश्न 11. दर्शाए अनुसार त्रिभुज के शीर्षों पर स्थित तीन आवेशों के निकाय को वियोजित करने में किए गए कार्य की गणना कीजिए।



उत्तर- प्रारंभिक p. E . तीनों आवेसो का

$$u_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1q_2}{r} + \frac{q_2q_3}{r} + \frac{q_1q_3}{r}\right]$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q(-4q)}{r} + \frac{(-4q)\times 2q}{r} + \frac{q\times 2q}{r}\right]$$

$$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{10q^2}{r} = \frac{-9\times10^9\times10\times(1.6\times10^{-10})^2\,\text{J}}{0.10}$$

$$= \frac{-9\times10^9\times10\times2.56\times10^{-20}\times100}{10}$$

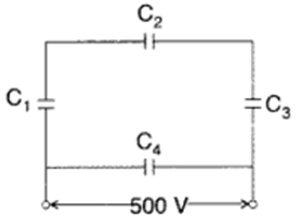
$$= -23.04\times10^{-9} = -2.304\times10^{-8}\ \text{J}$$

अंतिम P.E, $u_f = 0$

∴ तीन आवेशों की प्रणाली को अलग करने के लिए आवश्यक कार्य,

$W = u_f - u_i = -2.304 \times 10^{-8}$ J

Q.12. A network of four capacitors each of 12μF capacitance is connected to a 500 V supply as shown in the figure.

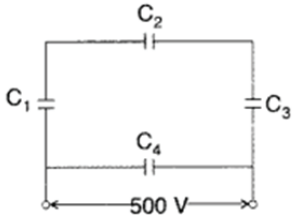


Determine

(a) equivalent capacitance of the network and

(b) charge on each capacitor.

प्रश्न. 12μF धारिता वाले चार संधारित्र (कैपेसिटर) का एक नेटवर्क 500 V आपूर्ति से जुड़ा है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



निर्धारित कीजिए

(a) नेटवर्क के समतुल्य(समकक्ष) धारिता और

(b) प्रत्येक संधारित्र पर चार्ज।

Ans- (a) Equivalent capacitance of the network,

(a) नेटवर्क की समतुल्य (समकक्ष) धारिता,

$$C_{123} = \frac{12\mu F}{3} = 4\,\mu F(\because \text{ being in series})\ldots(i)$$

$$C_{eq} = C_{123} + C_4 = (4 + 12)\,\mu F = \mathbf{16\,\mu F}$$

...[From (*i*)

(*b*) (*i*) $Q = CV, \quad Q_1 = C_4V$

$\therefore\ Q_1 = 500 \times 12 \times 10^{-6}$

$= 6000 \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-3}$ C

∴ Charge on capacitor,

$C_4 = \mathbf{6 \times 10^{-3}\ C}$

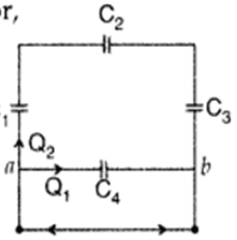
(*ii*) $Q_2 = C_{123}\,V$

$= (4 \times 10^{-6}) \times 500$

$= 2 \times 10^{-3}$ C

∴ Charge on each of the capacitors C_1, C_2 and C_3

$= \mathbf{2 \times 10^{-3}}$ C



Q.13. Obtain the expression for the energy stored in a charged parallel plate capacitor.

Ans- Energy of a parallel plate capacitor.

Potential of capacitor = q/C

Small amount of work done in giving an additional charge dq to the capacitor,

$$dW = \frac{q}{C} \times dq$$

Total work done in giving a charge Q to the capacitor

$$W = \int_{q=0}^{q=Q} \frac{q}{C} = \frac{1}{2}\left[\frac{q^2}{C}\right]_{q=0}^{q=Q} \quad \therefore\ W = \frac{Q^2}{2C}$$

As electrostatic force is conservative, this work is stored in the form of potential energy (U) of the capacitor.

प्रश्न 13 एक आवेशित समान्तर पट्टीका संधारित्र में संचित ऊर्जा के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- समान्तर पट्टीका संधारित्र (पैरेलल प्लेट कैपेसिटर) की ऊर्जा।

संधारित्र की धारिता = q/V

संधारित्र को अतिरिक्त आवेश dq देने में किया गया कार्य,

$$dW = \frac{q}{C} \times dq$$

संधारित्र को आवेश q देने में किया गया कुल कार्य

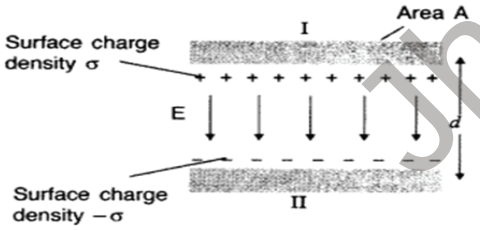
$$W = \int_{q=0}^{q=Q} \frac{q}{C} = \frac{1}{2}\left[\frac{q^2}{C}\right]_{q=0}^{q=Q} \quad \therefore\ W = \frac{Q^2}{2C}$$

Jharkhandlab.com

जैसा कि स्थिरवैद्युत (इलेक्ट्रोस्टैटिक) बल संरक्षी होता है, यह कार्य संधारित्र की स्थितिज उर्जा(U) के रूप में संग्रहीत होता है।

Q.14. Derive the expression for the capacitance of a parallel plate capacitor having plate area A and plate separation d.

Ans- A parallel plate capacitor consists of two large plane parallel conducting plates separated by a small distance. We first take the intervening medium between the plates to be vacuum. Let A be the area of each plate and the separation between them is d. The two plates have charges Q and – Q. Since d is much smaller than the linear dimension of the plates ($d^2 \ll A$), we can use the result on the electric field by an infinite plane sheet of uniform surface charge density. Plate I has surface charge density σ = Q/A and Plate II has a surface charge density -σ, the electric field in different region is:



Outer region I (region above the plate 1),

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$

Outer region II (region below the plate 2),

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$

In the inner region between the plates I and II, the electric fields due to the two charged plates add up, giving

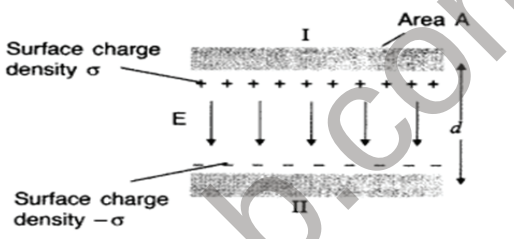
$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0 A} \text{ or } V = Ed = \frac{1}{\varepsilon_0}\frac{Qd}{A}$$

The capacitance C of the parallel plate capacitor is then

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

प्रश्न 14 पट्टीका क्षेत्रफल A तथा पट्टीका पृथक्करण d वाले समान्तर पट्टीका संधारित्र की धारिता के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- समान्तर पट्टीका संधारित्र में दो बड़े समान्तर पट्टीका सुचालक (कंडक्टिंग) पट्टीका होते हैं जो एक छोटी दूरी से अलग होते हैं। पहले हम पट्टीका के बीच के माध्यम को निर्वात लेते हैं। मान लीजिए A प्रत्येक पट्टीका का क्षेत्रफल है और उनके बीच की दूरी d है। दो पट्टीका पर आवेश Q और – Q हैं। चूँकि d प्लेटों के रैखिक आयाम (d << A) से बहुत छोटा है, हम विद्युत क्षेत्र पर परिणाम का उपयोग समान सतह आवेश घनत्व की अनंत समतल शीट द्वारा कर सकते हैं। प्लेट I का पृष्ठीय आवेश घनत्व σ = Q/A और प्लेट II का पृष्ठीय आवेश घनत्व -σ है, विभिन्न क्षेत्रों में विद्युत क्षेत्र है:



Outer region I (region above the plate 1),

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$

Outer region II (region below the plate 2),

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$

प्लेट I और II के बीच के आंतरिक क्षेत्र में, दो आवेशित पट्टीको के कारण विद्युत क्षेत्र जुड़ते हैं, देते हैं

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0 A} \text{ or } V = Ed = \frac{1}{\varepsilon_0}\frac{Qd}{A}$$

समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता C होगा

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

Q.15. Define an equipotential surface.

(a) Draw equipotential surfaces :

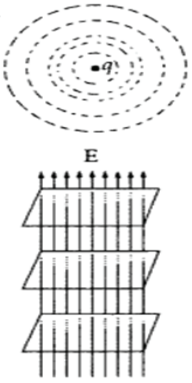
(i) in the case of a single point charge and

(ii) in a constant electric field in Z-direction.

(b) Write two properties of equipotential surfaces.

Ans- A surface with a constant value of potential at all points of the surface is defined as 'equipotential surface'

(a) (i) Equipotential surface for a single point charge.



(ii) Equipotential surface in a constant electric field as shown in the adjoining diagram.

(b) Properties of equipotential surfaces:

(i) No work is done in moving a test charge over an equipotential surface.

(ii) No two equipotential surfaces can intersect each other.

Jharkhandlab.com

(iii) Equipotential surface due to an isolated point charge is spherical.
(iv) The electric field at every point is normal to the equipotential surface passing through that point. (any two)

प्रश्न 15 समविभव पृष्ठ को परिभाषित कीजिए।

(a) समविभव पृष्ठ खींचिए :

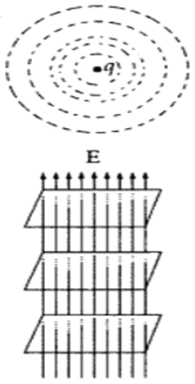
(i) सिंगल पॉइंट चार्ज के मामले में और

(ii) Z-दिशा में स्थिर विद्युत क्षेत्र में।

(b) समविभव पृष्ठों के दो गुण लिखिए।

उत्तर - सतह(पृष्ट) के सभी बिंदुओं पर स्थिरवैद्युत विभव के समान मान वाली सतह (पृष्ट) को 'समविभव सतह' (पृष्ट) के रूप में परिभाषित किया जाता है।

(a) (i) एकल बिंदु आवेश के लिए समविभव पृष्ठ।



(ii) एक स्थिर विद्युत क्षेत्र में समविभव पृष्ठ जैसा कि संलग्न आरेख में दिखाया गया है।

(b) समविभव पृष्ट के गुण:

(i) एक समविभव सतह पर एक परीक्षण आवेश को स्थानांतरित करने में कोई कार्य नहीं किया जाता है।

(ii) कोई भी दो समविभव पृष्ठ एक दूसरे को नहीं काट सकते।

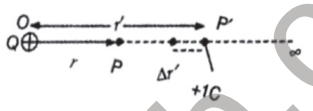
(iii) पृथक बिंदु आवेश के कारण समविभव पृष्ठ गोलीय होता है।

(iv) प्रत्येक बिंदु पर विद्युत क्षेत्र उस बिंदु से गुजरने वाले समविभव पृष्ठ के लम्बवत् होता है। (कोई दो)

Q.16. Obtain the expression for the potential due to a point charge.

Ans- Consider a point charge 'Q' kept at point O. Let P be the field point at distance r.

At some point p', the electrostatic force on the unit positive charge is



$$= \frac{Q \times 1}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}$$

Work done against this force r' to r' + Δr' is

$$\Delta W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\Delta r'$$

Total Work done 'W' by the External Force from ∞ to r

$$W = -\int_{\infty}^{r} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\Delta r' = -\left[\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}\right]_{\infty}^{r}$$

$$W = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

Hence potential at this point

$$V = W = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

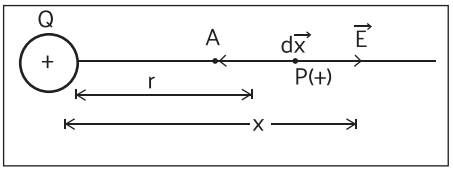
प्रश्न 16 बिंदु आवेश के कारण विभव के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर - बिंदु O पर रखे बिंदु आवेश 'Q' पर विचार करें। मान लीजिए कि दूरी r पर क्षेत्र बिंदु P है।

किसी बिंदु पर p', एकांक धनावेश पर वैद्युत बल है

किसी बिन्दू आवेश +Q के कारण वैद्युत क्षेत्र पर विचार करते हैं जिसे क्षेत्र रेखाओं से पर्दर्शित किया जाता है।

माना कि एक इकाई धनात्मक परिक्षण आवेश (+1) को बिंदु P पर रखा जाता है जिसकी +Q आवेश से दुरी x है।



माना बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र तीव्रता, (आवेश Q के कारण) $\vec{E}$ है।

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{Q}{x_2}$$

अतः इकाई धनात्मक आवेश (बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र के कारण बल F लगता है।

$$F = 1 \times E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}$$

यह बल बिंदु P के दायें ओर लगता है।

माना, इकाई धनात्मक आवेश को, आवेश Q कि ओर $d\vec{x}$ तक विस्थापित किया जाता है , ऐसा करने के लिए किया गया कार्य,

$$dw = -Fdx\ (\therefore \cos 180^0 = -1 \text{ and } F = E)$$

$$dw = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}dx$$

Jharkhandlab.com

माना, इकाई धनात्मक आवेश को अनंत से बिंदु A तक (जो वैद्युत क्षेत्र में स्थित है ।) लाया जाता है । ऐसा करने के लिए, कुल कार्य ।

$$\int dw = \int_{x=\infty}^{x=r} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2} dx = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \int_{\infty}^{r} x^2 dx$$

या $$w = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{x^{-1}}{-1}\right]_{\infty}^{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{x}\right]_{\infty}^{r}$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon^0}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right] = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{r} \left(\because \frac{1}{\infty} = 0\right)$$

यह कार्य (w) बिंदु A पर, आवेश Q के कारण वैद्युत विभव (V) होता है ।

अतः $$v = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$$

Q.17. (a) Define the SI unit of capacitance.

(b) Derive the expression for the effective capacitance of a series combination of n capacitors.

Ans- (a) When a charge of one coulomb produces a potential difference of one volt between the plates of capacitor, the capacitance is one farad.

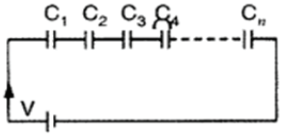
(b)The expression for the effective capacitance of a series combination of n capacitors In series combination, charge on each capacitor is the same.

Let it be Q.

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

.
.
.

$$V_n = \frac{Q}{C_n}$$



Total potential

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n$$

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} + \ldots + \frac{Q}{C_n}$$

$$\frac{V}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

प्रश्न 17 (a) धारिता की S.I मात्रक को परिभाषित करें।

(b) n संधारित्र (कैपेसिटर) के श्रृंखला संयोजन के प्रभावी धारिता के लिए अभिव्यक्ति ज्ञात करें।

उत्तर- (a) जब एक कूलॉम आवेश संधारित्र की (पट्टीका) प्लेटों के बीच एक वोल्ट का विभवान्तर उत्पन्न करता है, तो धारिता एक फैराड होती है।

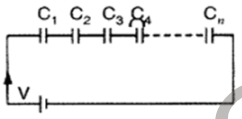
(b) n कैपेसिटर के श्रृंखला संयोजन के प्रभावी धारिता के लिए अभिव्यक्ति श्रृंखला संयोजन में, प्रत्येक संधारित्र पर आवेश समान होता है।

Let it be Q.

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

.
.
.

$$V_n = \frac{Q}{C_n}$$



Total potential

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n$$

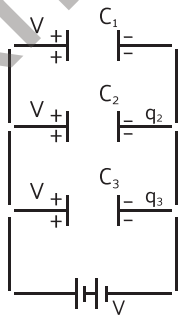
$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} + \ldots + \frac{Q}{C_n}$$

$$\frac{V}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

Q.18. Derive the expression for the effective capacitance of a parallel combination of n capacitors.

Ans- The expression for the effective capacitance of a parallel combination of n capacitors



In parallel combinations, potential across each capacitor is the same.

Parallel Combination of Capacitors:

in parallel combination.

i) Potential is same across each capacitor

ii) Charge is distributed in direct proportion to capacitances

i.e. $q = q_1 + q_2 + q_3$

But $q_1 = C_1V_1$, $q_2 = C_2V$, $q_3 = C_3V$ and $q = CV$

$\therefore CV = C_1V + C_2V + C_3V$ (Where C is the equivalent capacitance)

or $C = C_1 + C_2 + C_3$ $\sum_{i=1}^{n} C1$

The effective capacitance is the sum of the individual capacitances.

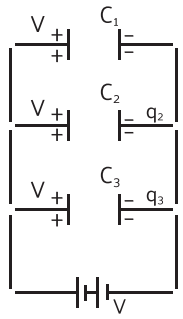
This equation can be generalized for n capacitors. The equivalent capacitance will be,

$C_p = C_1 + C_2 + C_3 \ldots + Cn$

प्रश्न 18 n संधारित्रों के समानांतर संयोजन की प्रभावी धारिता के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- n संधारित्रों के समानांतर संयोजन की प्रभावी धारिता के लिए व्यंजक समान्तर संयोजन में, प्रत्येक संधारित्र का विभव समान होता है।

Jharkhandlab.com



$q=q_1+q_2+q_3$

अब, चूंकि हम जानते हैं कि उन सभी में विभव समान है, धारिता के सूत्र का उपयोग करके, $q=CV$ हम प्रत्येक संधारित्र के आवेश के लिए सूत्र लिख सकते हैं,

$q_1=C_1V$; $q_2=C_2V$; $q_3=C_3V$

कुल आवेश लिखा जा सकता है,

$CpV =C_1V+C_2V+C_3V$

$Cp =C_1+C_2+C_3$

इस समीकरण को n संधारित्र के लिए सामान्यीकृत किया जा सकता है। समतुल्य धारिता होगी,

$Cp =C_1+C_2+C_3…+Cn$

यह समांतर संधारित्र सूत्र है

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 3 CURRENT ELECTRICITY विद्युत धारा

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. Ohm's law is followed by

(a) Conductor (b) Semiconductor
(c) Insulator (d) Both (a) & (b)

किनके द्वारा ओम के नियम का पालन किया जाता है।

(a) चालक (b) अर्धचालक
(c) कुचालक (d) दोनों (a) और (b)

Ans- (a)

2. Drift velocity V_d varies with the intensity of electric field as per the relation

(a) V_d is directly proportional to E^2
(b) V_d is inversely proportional to E
(c) V_d is constant
(d) V_d is directly proportional toE

अपवाह वेग V_d विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के साथ किस संबंध के अनुसार बदलता रहता है

(a) V_d , E^2 के अनुक्रमानुपाती है
(b) V_d, E के व्युत्क्रमानुपाती है
(c) V_d निएतांक है
(d) V_d, , E के अनुक्रमानुपाती है

Ans- (d)

3. Kirchhoff's junction rule is based on conservation of

(a) Mass (b) Charge
(c) Energy (d) None of these

किरचॉफ का संधि नियम किसके संरक्षण पर आधारित है

(a) द्रव्यमान (b) आवेश
(c) ऊर्जा (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (b)

4. Kirchhoff's loop rule is based on conservation of

(a) Mass (b) Charge
(c) Energy (d) None of these

किरचॉफ का लूप (पाश) नियम किसके संरक्षण पर आधारित है

(a) द्रव्यमान (b) आवेश
(c) ऊर्जा (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (c)

5. The resistivity of material of a conductor depends on

(a) Length
(b) Area of cross section
(c) Temperature
(d) None of these

किसी चालक के पदार्थ की प्रतिरोधकता निर्भर करती है

(a) लंबाई (b) अनुप्रस्त काट
(c) तापमान (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (c)

6. If n cells each of emf E and internal resistance r are connected in parallel then the total emf and internal resistance will be

यदि विद्युत वाहक बल E और आंतरिक प्रतिरोध r के n सेल समानांतर में जुड़े हुए हैं तो कुल विद्युत वाहक बल और आंतरिक प्रतिरोध होगा

(a) E, r/n (b) E, nr
(c) nE, r/n (d) nE, n

Ans- (a)

7. The resistivity of alloy manganin is

(a) Nearly independent of temperature
(b) Increases rapidly with increase in temperature
(c) Increases rapidly with decrease in temperature
(d) decreases rapidly with increase in temperature

मिश्र धातु मैंगानिन की प्रतिरोधकता

(a) तापमान से निर्भर नहीं करता है
(b) तापमान में वृद्धि के साथ तेजी से बढ़ता है
(c) तापमान में कमी के साथ तेजी से बढ़ता है
(d) तापमान में वृद्धि के साथ तेजी से घटता है

Ans- (a)

8. The equivalent resistance of resistors in parallel combination

(a) Increases (b) Decreases
(c) Remains same (d) None of these

समानांतर संयोजन में प्रतिरोधों का कुल प्रतिरोध

(a) बढ़ता है (b) घट जाती है
(c) वही रहता है (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (b)

9. In a Wheatstone bridge if the battery and galvanometer are interchanged then deflection in galvanometer will

(a) Change in previous direction
(b) Change in opposite direction
(c) Not change
(d) None of these

व्हीटस्टोन सेतु में यदि बैटरी और गैल्वेनोमीटर को आपस में बदल दिया जाए तो गैल्वेनोमीटर में विक्षेपण होगा

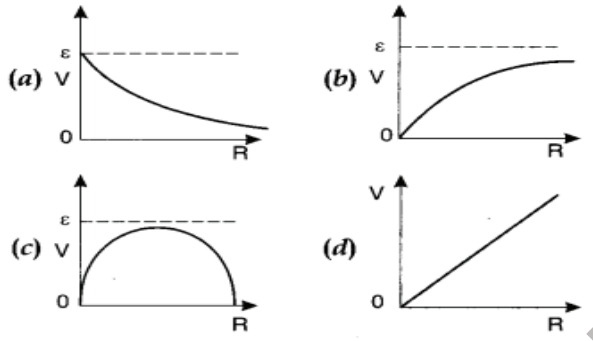
(a) पिछली दिशा में (b) विपरीत दिशा में
(c) परिवर्तन नहीं होगा (d) इनमें से कोई नहीं

Jharkhandlab.com

Ans- (c)

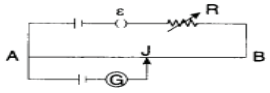
10. A cell having an emf E and internal resistance r is connected across a variable external resistance R. As the resistance R is increased, the plot of potential difference V across R is given by

विद्युत वाहक बल E और आंतरिक प्रतिरोध R वाले एक सेल को एक बाहरी प्रतिरोध R से जोड़ा जाता है। जैसे ही प्रतिरोध R बढ़ाया जाता है, R में संभावित अंतर और V को आलेख द्वारा दिया जाता है।



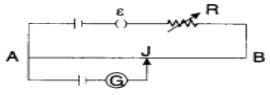
Ans- (b)

11. AB is a wire of potentiometer with the increase in the value of resistance R, the shift in the balance point J will be



(a) towards B
(b) towards A
(c) remains constant
(d) first towards B then back towards A.

AB एक पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) का तार है जिसका प्रतिरोध R के मान में वृद्धि के साथ सन्तुलन बिन्दु J किस ओर शिफ्ट होगा

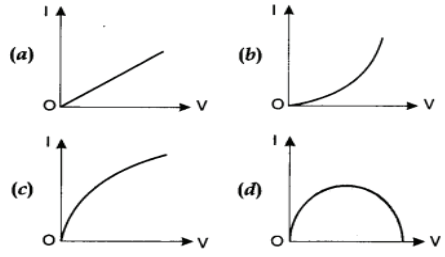


(a) B की ओर
(b) A की ओर
(c) स्थिर रहता है
(d) पहले B की ओर फिर वापस A की ओर।

Ans- (a)

12. Which of the following I-V graph represents ohmic conductors?

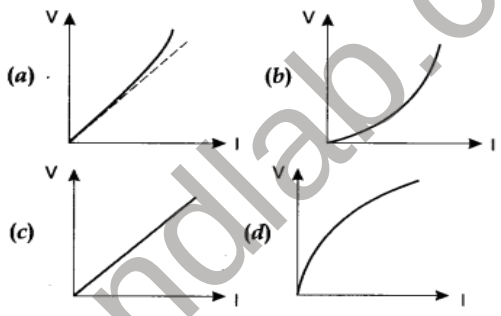
निम्नलिखित में से कौन सा I-V ग्राफ ओमिक चालक को दिखता है?



Ans- (a)

13. Which of the following is correct for V-I graph of a good conductor?

सुचालक के V-I ग्राफ के लिए निम्नलिखित में से कौन सा सही है?



Ans- (a)

14. In the series combination of two or more than two resistances

(a) the current through each resistance is same.
(b) the voltage through each resistance is same.
(c) neither current nor voltage through each resistance is same.
(d) both current and voltage through each resistance are same.

श्रृंखला में दो या दो से अधिक प्रतिरोधों का संयोजन में

(a) प्रत्येक प्रतिरोध से समान विधुत धारा परवाहित होगी।
(b) प्रत्येक प्रतिरोध पर विभवांतर समान होगा।
(c) प्रत्येक प्रतिरोध के न ही विधुत धारा न ही विभवांतर समान है।
(d) प्रत्येक प्रतिरोध के माध्यम से विधुत धारा और विभवांतर दोनों समान हैं।

Ans- (a)

15. The resistivity of alloy manganin is

(a) Nearly independent of temperature
(b) Increases rapidly with increase in temperature
(c) Decreases with increase in temperature
(d) Increases rapidly with decrease in temperature

मिश्र धातु मैंगानिन की प्रतिरोधकता है

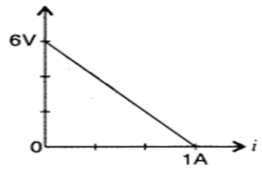
(a) तापमान से लगभग स्वतंत्र
(b) तापमान में वृद्धि के साथ तेजी से बढ़ता है
(c) तापमान में वृद्धि के साथ घट जाती है
(d) तापमान में कमी के साथ तेजी से बढ़ता है

Ans- (a)

Jharkhandlab.com

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

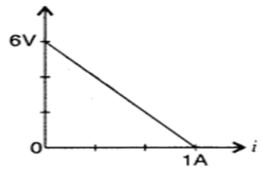
Q.1. The plot of the variation of potential difference across a combination of three identical cells in series, versus current is as shown in the figure. What is the emf of each cell?



Ans: Total emf of three cells in series = P.D corresponding to zero current = 6V

∴ The emf of each cell = 6/3 = 2V

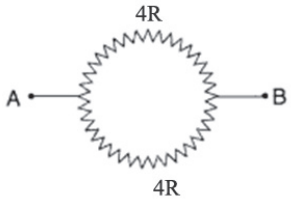
प्रश्न.1. श्रृंखला में तीन समान सेल के संयोजन में विभवांतर बनाम विधुत धारा चित्र में दिखाया गया है। प्रत्येक सेल का ई एम एफ (E M F) क्या है?



उत्तर: श्रृंखला में तीन सेल का कुल विद्युत वाहक बल = विभवांतर शून्य विद्युत धारा पर = 6 V के अनुरूप

∴ प्रत्येक सेल का विद्युत प्रभावन बल = 6/3 = 2V

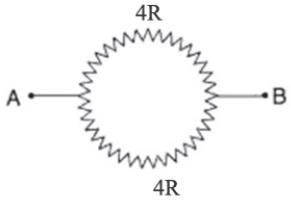
Q.2. A wire of resistance 8R is bent in the form of a circle. What is the effective resistance between the ends of a diameter AB?



Ans: The effective resistance between A and B

$$R_{eff} = \frac{4R \times 4R}{4R + 4R} = \frac{16R^2}{8R} = 2R$$

प्रश्न.2. 8R प्रतिरोध का एक तार एक वृत्त के रूप में मुड़ा हुआ है। व्यास AB के सिरों के बीच प्रभावी प्रतिरोध क्या है?



उत्तर: A और B के बीच प्रभावी प्रतिरोध

$$R_{eff} = \frac{4R \times 4R}{4R + 4R} = \frac{16R^2}{8R} = 2R$$

Q.3. Two conducting wires X and Y of same diameter across a battery. If the number density of electrons in X is twice that in Y, find the ratio of drift velocity of electrons in the two wires.

Ans:

$$I = neA\, v_d \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{n_y}{n_x}$$

$$\text{As } n_x = 2n_y \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{1}{2}$$

प्रश्न.3. एक बैटरी से समान व्यास के दो संवाहक तार X और Y। यदि X में विद्युत का संख्या घनत्व Y से दुगना है, तो दोनों तारों में इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

$$I = neA\, v_d \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{n_y}{n_x}$$

$$\text{As } n_x = 2n_y \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{1}{2}$$

Q.4. A resistance R is connected across a cell of emf ε and internal resistance r. A potentiometer now measures the potential difference between the terminals of the cell as V. write the expression for 'r' in terms of ε, V and R.

Ans:

$$r = \left(\frac{\varepsilon}{V} - 1\right)R$$

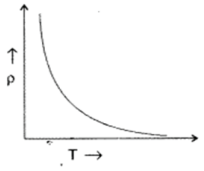
प्रश्न.4. एक प्रतिरोध (R), emf (ε) और आंतरिक प्रतिरोध (r) के एक सेल से जुड़ा है। एक विभवमापी ,सेल के टर्मिनलों के बीच विभवान्तर को V के रूप में मापता है। 'r' के लिए ε, V और R के पदों में व्यंजक लिखिए।

उत्तर:

$$r = \left(\frac{\varepsilon}{V} - 1\right)R$$

Q5. Show on a graph the variation of resistivity with temperature for a typical semiconductor .

Ans:

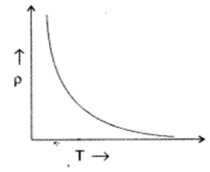


Resistivity of a semiconductor decreases rapidly with temperature.

Jharkhandlab.com

प्रश्न.5. अर्धचालक के लिए तापमान के साथ प्रतिरोधकता की भिन्नता को एक ग्राफ पर दिखाएँ।

उत्तर:



Q.6. Two wires of equal length, one of copper and the other of manganin have the same resistance. Which wire is thicker?

Ans:

$$\text{As } R = \frac{\rho l}{A} \qquad \therefore A = \frac{\rho l}{R}$$

For both wires R and l are the same and ρ copper < ρ manganin.

∴ A copper < A manganin

i.e. Manganin wire is thicker than copper wire.

प्रश्न.6. समान लंबाई के दो तार, एक तांबे का और दूसरा मैंगानिन का एक ही प्रतिरोध है। कौन सा तार मोटा होगा?

उत्तर:

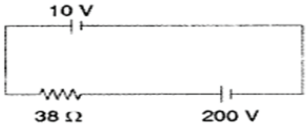
$$\text{As } R = \frac{\rho l}{A} \qquad \therefore A = \frac{\rho l}{R}$$

दोनों तारों के लिए R और l समान हैं और ρ कॉपर < ρ मैंगानिन।

∴ A कॉपर < A मैंगानिन

अर्थात मैंगनीन का तार ताँबे के तार से मोटा होता है।

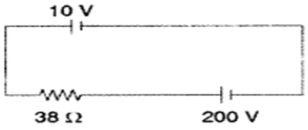
Q.7. A 10 V battery of negligible internal resistance is connected across a 200 V battery and a resistance of 38Ω as shown in the figure. Find the value of the current in the circuit.



Ans: Applying Kirchhof s rule, we get 200 -10 = 190

$$\text{and } I = \frac{V}{R} = \frac{190}{38} = 5 \text{ A}$$

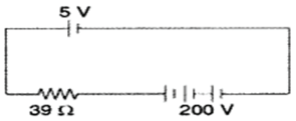
प्रश्न 7 नगण्य आंतरिक प्रतिरोध की 10 V की बैटरी को 200 V की बैटरी और 38Ω के प्रतिरोध से जोड़ा जाता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। परिपथ में धारा का मान ज्ञात कीजिए



उत्तर: किरचॉफ के नियम लगाने पर 200 -10 = 190 V प्राप्त होता है

$$\text{and } I = \frac{V}{R} = \frac{190}{38} = 5 \text{ A}$$

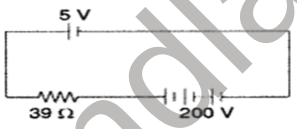
Q.8. A 5 V battery of negligible internal resistance is connected across a 200 V battery and a resistance of 39 Ω as shown in the figure. Find the value of the current



Ans:

$$\text{Value of current, } i = \frac{200-5}{39} = 5\text{A}$$

प्रश्न.8. नगण्य आंतरिक प्रतिरोध की एक 5 V बैटरी 200 V बैटरी और 39 Ω के प्रतिरोध से जुड़ी है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। धारा का मान ज्ञात कीजिए



उत्तर:

$$i = \frac{200-5}{39} = 5\text{A}$$

Q9. The emf of a cell is always greater than its terminal voltage during discharging of cell. Why? Give a reason.

Ans: Emf is the p.d. when no current is drawn. When current is drawn, there will be potential drop across the internal resistance of the cell. So, terminal voltage will be less than the emf.

प्रश्न.9. सेल के निर्वहन के दौरान सेल का विद्युत वाहक बल हमेशा उसके टर्मिनल वोल्टेज से अधिक होता है। क्यों? कारण बताईये।

उत्तर: विद्युत वाहक बल विभवांतर (p.d) है जब कोई विद्युत धारा नहीं खींचा जाता है। जब करंट खींचा जाता है, तो सेल के आंतरिक प्रतिरोध में संभावित गिरावट आएगी। तो, टर्मिनल वोल्टेज विद्युत वाहक बल से कम होगा।

Q.10. A cell of emf 'E' and internal resistance 'r' draws a current 'I'. Write the relation between terminal voltage 'V' in terms of E, I and r.

Ans: V = E – I

प्रश्न.10. विद्युत वाहक बल 'E' और आंतरिक प्रतिरोध 'r' की एक सेल एक धारा 'I' खींचती है। टर्मिनल वोल्टेज 'V' के संबंध को E, I और r के संदर्भ में लिखें।

उत्तर: V = E – I

Q.11. Define the term 'Mobility' of charge carriers in a conductor. Write its S.I. unit.

Ans: Mobility of charge carriers is defined as the magnitude of the drift velocity per unit electric field E.

UNIT m^2/Vs

$$\therefore \quad \mu = \left|\frac{V_d}{E}\right| = \frac{e\tau}{m}$$

Jharkhandlab.com

प्रश्न.11. किसी चालक में आवेश वाहकों की 'गतिशीलता' शब्द को परिभाषित करें। इसका S.I. मात्रक लिखिए।

उत्तर: आवेश वाहकों की गतिशीलता को प्रति एकांक विद्युत क्षेत्र E के अपवाह वेग के परिमाण के रूप में परिभाषित किया गया है।

मात्रक m^2/Vs

$$\therefore \quad \mu = \left|\frac{V_d}{E}\right| = \frac{e\tau}{m}$$

Q.12. Define the term 'electrical conductivity' of a metallic wire. Write its S.I. unit.

Ans: The reciprocal of the resistivity of the material of a conductor is called its conductivity 'σ'

$$\therefore \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

The SI unit of conductivity is $\Omega^{-1} m^{-1}$.

प्रश्न.12. धात्विक तार की 'विद्युत चालकता' शब्द को परिभाषित करें। इसका S.I. मात्रक लिखिए।

उत्तर: किसी चालक के पदार्थ की प्रतिरोधकता के व्युत्क्रम को उसकी चालकता 'σ' कहते हैं।

$$\therefore \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

चालकता की एस आई मात्रक $\Omega^{-1} m^{-1}$ है।

Q13. Define the term 'drift velocity' of charge carriers in a conductor and write its relationship with the current flowing through it.

Ans: Drift velocity. It is the velocity with which a free electron in the conductor gets drifted under the influence of the applied external electric field

$$\therefore \quad \vec{V}_d = \frac{e\tau\vec{E}}{m} = \frac{I}{neA}$$

...where
- τ is average relaxation time.
- n is number of free electrons per unit volume in the conductor.
- m is mass of an electron and $\vec{E}$ is electric field.

प्रश्न.13. किसी चालक में आवेश वाहकों के 'अपवाह वेग' पद को परिभाषित कीजिए तथा उसमें प्रवाहित होने वाली धारा से इसका संबंध लिखिए।

उत्तर: अपवाह वेग- यह वह वेग है जिसके साथ कंडक्टर में एक मुक्त इलेक्ट्रॉन लगाए गए बाहरी विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में प्रवाहित होता है।

$$\therefore \quad \vec{V}_d = \frac{e\tau\vec{E}}{m} = \frac{I}{neA}$$

...where
- τ is average relaxation time.
- n is number of free electrons per unit volume in the conductor.
- m is mass of an electron and $\vec{E}$ is electric field.

Q.14. State the underlying principle of a potentiometer.

Ans: When a constant current flows through a wire of uniform cross-section and of uniform composition, the potential difference across any length of wire is directly proportional to its length, i.e.,

$V \alpha l$

प्रश्न.14. पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) के अंतर्निहित सिद्धांत को बताएं।

उत्तर: जब एकसमान अनुप्रस्थ काट(क्रॉस सेक्शन) और एकसमान संघटन वाले तार में स्थिर धारा प्रवाहित होती है, तो तार की किसी भी लम्बाई पर विभवान्तर उसकी लम्बाई के समानुपाती होता है, अर्थात,

$V \alpha l$

Q.15. Explain Why there is increase in resistivity of a metal with increase of temperature?

Ans: With increase in temperature, the relaxation time (average time between successive collisions) decreases and hence resistivity increases. Also,

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

resistivity increases, as relaxation time decreases with increase in temperature.

प्रश्न.15. व्याख्या कीजिए कि ताप बढ़ने पर किसी धातु की प्रतिरोधकता क्यों बढ़ जाती है?

उत्तर: तापमान में वृद्धि के साथ विश्रान्ती काल (क्रमिक टक्करों के बीच औसत समय) कम हो जाता है और इसलिए प्रतिरोधकता बढ़ जाती है। भी,

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

प्रतिरोधकता बढ़ती है, क्योंकि तापमान में वृद्धि के साथ विश्रान्ती काल घटता है।

Q.16. Why is a potentiometer preferred over a voltmeter for determining the emf of a cell?

Ans: Potentiometer does not draw any (net) current from the cell; while Voltmeter draws some current from cell, when connected across it, hence it measures terminal voltage. It is why a potentiometer is preferred over a voltmeter to measure emf.

प्रश्न.16. किसी सेल का विद्युत वाहक बल ज्ञात करने के लिए वोल्टमीटर की अपेक्षा विभवमापी को वरीयता क्यों दी जाती है?

उत्तर: पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) सेल से कोई (नेट) करंट नहीं खींचता है; जबकि वाल्टमीटर सेल से कुछ करंट खींचता है, जब इसे सेल से जोड़ा जाता है, इसलिए यह टर्मिनल वोल्टेज को मापता है। यही कारण है कि विद्युत वाहक बल मापने के लिए वोल्टमीटर की तुलना में पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) को प्राथमिकता दी जाती है।

Q.17. Derive an expression for drift velocity of free electrons in a conductor in terms of relaxation time.

Ans: In the absence of an electric field the electrons motion is random and the net velocity is zero. In the presence of electric fields, they tend to flow opposite to that of the electric field in the conduction. If an electric field 'E' is applied across a length l of

Jharkhandlab.com

the conductor, the electrons will experience an acceleration, $a = \frac{eE}{m}$

If the average time for the acceleration is τ, the velocity required is

$$\vec{v}d = \vec{u} + \vec{a}\tau = \vec{a}\tau. \therefore v_d = -\frac{e\vec{E}}{m}\tau, |\vec{v}d| = \frac{eE}{m}\tau$$

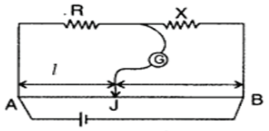
प्रश्न.17. विश्रान्ती काल के संदर्भ में एक कंडक्टर में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग के लिए एक व्यंजक प्राप्त करें।

उत्तर: विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में इलेक्ट्रॉनों की गति यादृच्छिक होती है और शुद्ध वेग शून्य होता है। विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में, वे चालन में विद्युत क्षेत्र के विपरीत प्रवाहित होते हैं। यदि विद्युत क्षेत्र 'E' चालक की लंबाई l पर लगाया जाता है, तो इलेक्ट्रॉनों को त्वरण का अनुभव होगा, a = eE/ml

यदि त्वरण का औसत समय (विश्रान्ती काल) τ है, तो अपवाह वेग होगा

$$\vec{v}d = \vec{u} + \vec{a}\tau = \vec{a}\tau. \therefore v_d = -\frac{e\vec{E}}{m}\tau, |\vec{v}d| = \frac{eE}{m}\tau$$

Q18. In the meter bridge experiment, balance point was observed at J with AJ = l.



(i) The values of R and X were doubled and then interchanged. What would be the new position of balance point?

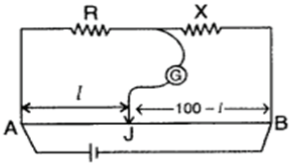
(ii) If the galvanometer and battery are interchanged at the balance position, how will the balance point get affected?

Ans: (i) Balance point will change from l to (100 – l),

$$\because \frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \text{ and } \frac{2X}{2R} = \frac{X}{R} = \frac{100-l}{l}$$

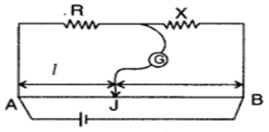
(ii) From the principle of Wheatstone bridge

$$\frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \quad \Rightarrow X = R\left(\frac{100-l}{l}\right)$$



Hence, the galvanometer and cell are interchanged, the condition for a balance bridge is still satisfied. Therefore, the galvanometer will not show any deflection.

प्रश्न.18. मीटर ब्रिज प्रयोग में, AJ = l के साथ J पर संतुलन बिंदु देखा गया था।



(i) R और X के मान दोगुने और फिर आपस में बदल दिए गए। संतुलन बिंदु की नई स्थिति क्या होगी?

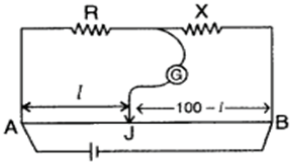
(ii) यदि गैल्वेनोमीटर और बैटरी को संतुलन की स्थिति में आपस में बदल दिया जाए, तो संतुलन बिंदु कैसे प्रभावित होगा?

उत्तर: (i) संतुलन बिंदु l से (100 - l) में बदल जाएगा,

$$\because \frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \text{ and } \frac{2X}{2R} = \frac{X}{R} = \frac{100-l}{l}$$

(ii) व्हीटस्टोन ब्रिज के सिद्धांत से

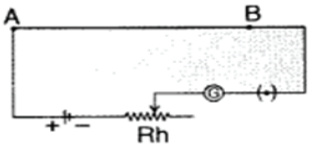
$$\frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \quad \Rightarrow X = R\left(\frac{100-l}{l}\right)$$



इसलिए, गैल्वेनोमीटर और सेल को आपस में बदल दिया जाता है, बैलेंस ब्रिज कंडीशन (संतुलन प्रतिबंध) की स्थिति अभी भी संतुष्ट है। इसलिए, गैल्वेनोमीटर कोई विक्षेपण नहीं दिखाएगा।

Q.19. State the principle of a potentiometer. Describe briefly, with the help of a circuit diagram, how this device is used to compare the emf's of two cells.

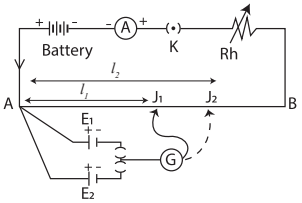
Ans: Potentiometer : A potentiometer is a device used to measure potential difference.



Principle : The basic principle of a potentiometer is that when a constant current flows through a wire of uniform cross-sectional area and composition, the potential drop across any length of the wire is directly proportional to that length.

$$v \propto l \qquad V = Kl$$

where [K is called potential gradient



When the key K is closed, a constant current flows through the potentiometer wire. By closing

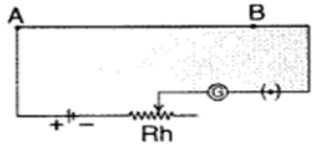
Jharkhandlab.com

key K_1, the null point can be obtained by cell E_1. The jockey is moved along the wire and adjusted till galvanometer shows no deflection. Suppose, $AJ_1 = l_1$ is the balancing length for cell E_1. Then $E_1 = kl_1$ where k→Potential gradient Now, let the null point of cell E_2 be obtained by closing key K_2. Let $AJ_2 = l_2$ Then, $E_2 = Kl_2$

$\therefore E_1/E_2 = l_1/l_2$

प्रश्न.19. विभवमापी का सिद्धांत बताइए। एक सर्किट आरेख की सहायता से संक्षेप में वर्णन करें कि इस उपकरण का उपयोग दो सेलों के विद्युत वाहक बल की तुलना करने के लिए कैसे किया जाता है।

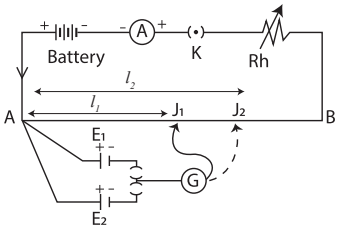
उत्तर: विभवमापी एक उपकरण है जिसका उपयोग विभवान्तर को मापने के लिए किया जाता है।



सिद्धांत : विभवमापी का मूल सिद्धांत यह है कि जब एकसमान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल और संघटन वाले तार से निरंतर धारा प्रवाहित होती है, तो तार की किसी भी लंबाई पर संभावित गिरावट उस लंबाई के समनानुपति होती है।

$v \propto l \qquad V = Kl$

...जहाँ [K को विभव प्रवणता कहते हैं

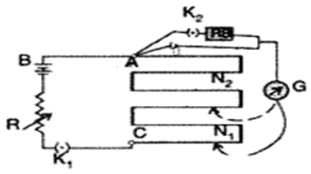


जब कुंजी K को बंद की जाती है, तो विभवमापी (पोटेंशियोमीटर) तार के माध्यम से एक निरंतर धारा प्रवाहित होती है। कुंजी K_1 को बंद करके, सेल E_1 द्वारा शून्य बिंदु प्राप्त किया जा सकता है। जॉकी को तार के साथ घुमाया जाता है और तब तक समायोजित किया जाता है जब तक कि गैल्वेनोमीटर कोई विक्षेप न दिखाए। मान लीजिए, $AJ_1 = l_1$ सेल E_1 के लिए संतुलन लंबाई है, फिर $E_1 = kl_1$, जहां k→संभावित ग्रेडिएंट अब, सेल E_2 का शून्य बिंदु मान लें कुंजी K_2 को बंद करके प्राप्त किया जा सकता है। मान लीजिए $AJ_2 = l_2$ फिर, $E_2 = Kl_2$

$\therefore E_1/E_2 = l_1/l_2$

Q.20. Describe briefly, with the help of a circuit diagram, how a potentiometer is used to determine the internal resistance of a cell.

Ans: The apparatus is set up as per circuit diagram drawn here.



The cell (emf ε), whose internal resistance (r) is to be determined, is connected across a resistance box through a key K_2, as shown in the figure. With key K_2 is open, balance is obtained at length l_1 (AN_1), then

$$e = \phi l_1 \qquad \text{.....(i)}$$

When key K_2 is closed, the cell sends a current (I) through the resistance box (R). If V is the terminal potential difference of the cell and balance is obtained at length l_2 (AN_2)

$$V = \phi l_2 \qquad \ldots(ii)$$

So, we have $\frac{e}{V} = \frac{l_1}{l_2}$ $\ldots(iii)$

But $e = I(r + R)$ and $V = IR$, this gives

$$\frac{e}{V} = \left(\frac{r+R}{R}\right) \qquad \ldots(iv)$$

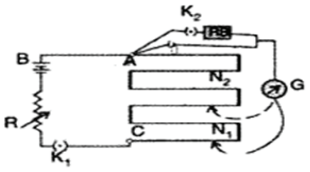
From *(iii)* and *(iv)*, we have

$$\frac{R+r}{R} = \frac{l_1}{l_2} \qquad \Rightarrow r = R\left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right) \qquad \ldots(v)$$

Using equation (v) we can find internal resistance of the cell.

प्रश्न.20. एक परिपथ आरेख की सहायता से, एक सेल के आंतरिक प्रतिरोध को निर्धारित करने के लिए एक पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) का उपयोग कैसे किया जाता है, इसका संक्षेप में वर्णन करें।

उत्तर: उपकरण यहां खींचे गए सर्किट आरेख के अनुसार स्थापित किया गया है।



सेल (विद्युत वाहक बल ε), जिसका आंतरिक प्रतिरोध (r) निर्धारित किया जाना है, एक कुंजी के माध्यम से प्रतिरोध बॉक्स में जुड़ा हुआ है, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। कुंजी K_2 के खुले होने से, लंबाई l_1 (AN_1) पर संतुलन प्राप्त होता है, तब

$$e = \phi l_1 \qquad \text{.....(i)}$$

जब कुंजी K_2 को बंद कर दिया जाता है, तो सेल प्रतिरोध बॉक्स (R) के माध्यम से करंट (I) भेजता है। यदि V सेल का टर्मिनल संभावित अंतर है और लंबाई l_2 (AN_2) पर संतुलन प्राप्त किया जाता है

$$V = \phi l_2 \qquad \ldots(ii)$$

So, we have $\frac{e}{V} = \frac{l_1}{l_2}$ $\ldots(iii)$

But $e = I(r + R)$ and $V = IR$, this gives

$$\frac{e}{V} = \left(\frac{r+R}{R}\right) \qquad \ldots(iv)$$

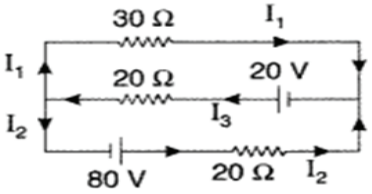
From *(iii)* and *(iv)*, we have

$$\frac{R+r}{R} = \frac{l_1}{l_2} \qquad \Rightarrow r = R\left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right) \qquad \ldots(v)$$

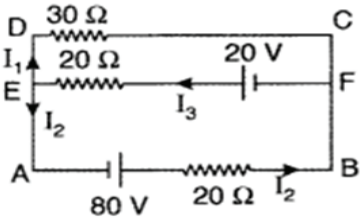
समीकरण (v) का प्रयोग करके हम सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात कर सकते हैं।

Jharkhandlab.com

Q.21. Use Kirchhoff's rules to determine the value of the current I1 flowing in the circuit shown in the figure.



Ans: Using Kirchoff's first law at junction E, we get



$I_3 = I_3 + I_2$

In loop ABCDA, using Kirchoff's second law, we get

$80 - 20\ I_2 + 30\ I_1 = 0$

$\Rightarrow \quad 2\ I_2 - 3\ I_1 = 8$ [÷ by 10] ...(*ii*)

In loop ABFEA, we get

$80 - 20\ I_2 + 20 - 20\ I_3 = 0$

$\Rightarrow \quad I_2 + I_3 = 5$ [÷ by 20] ...(*iii*)

Putting the value of I_3 into (*iii*), we have

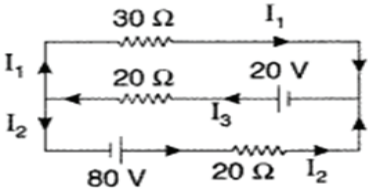
$I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \Rightarrow 2\ I_2 + I_1 = 5$ ...(*iv*)

Solving equations (*ii*) and (*iv*), we get

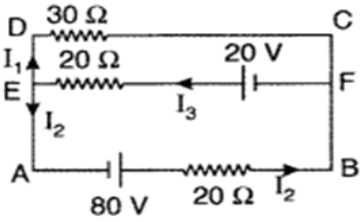
$$I_1 = -\frac{3}{4}\text{A} = -0.75\ \text{A}$$

So (-) sign of current indicates that the direction of current is opposite to that as shown in the circuit diagram.

प्रश्न.21. चित्र में दिखाए गए सर्किट में प्रवाहित धारा I1 का मान निर्धारित करने के लिए किरचॉफ के नियमों का उपयोग करें।



उत्तर: संधी (जंक्शन) E पर किरचॉफ के प्रथम नियम का उपयोग करने पर, हम प्राप्त करते हैं



$I_3 = I_3 + I_2$

लूप ABCDA में, किरचॉफ के दूसरे नियम का उपयोग करने पर, हम प्राप्त करते हैं

$80 - 20\ I_2 + 30\ I_1 = 0$

$\Rightarrow \quad 2\ I_2 - 3\ I_1 = 8$ [÷ by 10] ...(*ii*)

In loop ABFEA, we get

$80 - 20\ I_2 + 20 - 20\ I_3 = 0$

$\Rightarrow \quad I_2 + I_3 = 5$ [÷ by 20] ...(*iii*)

Putting the value of I_3 into (*iii*), we have

$I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \Rightarrow 2\ I_2 + I_1 = 5$ ...(*iv*)

Solving equations (*ii*) and (*iv*), we get

$$I_1 = -\frac{3}{4}\text{A} = -0.75\ \text{A}$$

अतः (-) धारा का चिह्न दर्शाता है कि धारा की दिशा परिपथ आरेख में दर्शाई गई दिशा के विपरीत है।

Q.22. State Kirchhoff's rules. Explain briefly how these rules are justified.

Ans: Kirchhoff's rules.

1. Kirchhoff's junction rule : At any junction, the sum of the currents entering the junction is equal to the sum of currents leaving the junction.

2. Kirchhoff's loop rule : The algebraic sum of changes in potential in any closed loop involving resistors and cells is zero.

These two laws are justified on the basis of law of conservation of charge and the law of conservation of energy respectively.

प्रश्न.22. किरचॉफ के नियम बताइये। संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि ये नियम किस प्रकार न्यायोचित हैं।

उत्तर: किरचॉफ के नियम।

1. किरचॉफ का संधि नियम : किसी भी संधि पर संधि में प्रवेश करने वाली धाराओं का योग संधि से निकलने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है।

2. किरचॉफ का लूप नियम : प्रतिरोधों और सेलों वाले किसी भी बंद लूप में संभावित परिवर्तन का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

ये दोनों नियम क्रमशः आवेश संरक्षण नियम तथा ऊर्जा संरक्षण नियम के आधार पर न्यायोचित हैं।

Jharkhandlab.com

Q.23. Estimate the average drift speed of conduction electrons in a copper wire of cross-sectional area 2.5×10^{-7} m^2 carrying a current of 1.8 A. Assume the density of conduction electrons to be 9×10^{28} m^{-3}.

Ans: Given : $A = 2.5 \times 10^{-7}$ m^2, $I = 1.8$ A,
$m = 9 \times 10^{28}$ m^{-3}, $v_d = ?$
We know $I = neAv_d$

$$\therefore \quad v_d = \frac{I}{n_e A} = \frac{1.8}{(9\times10^{28})\times(1.6\times10^{-19})(2.5\times10^{-7})}$$
$$= 0.05 \times 10^{-2} \text{ m} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$
$$= \mathbf{0.5 \text{ mm}}$$

प्रश्न.23. 2.5×10^{-7} m^2 अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले ताँबे के तार में 1.8 A धारा प्रवाहित करने वाले चालक इलेक्ट्रॉनों की औसत अपवाह गति का आकलन कीजिए। चालन इलेक्ट्रॉनों का घनत्व 9×10^{28} m^{-3} मान लीजिए।

उत्तर: Given : $A = 2.5 \times 10^{-7}$ m^2, $I = 1.8$ A,
$m = 9 \times 10^{28}$ m^{-3}, $v_d = ?$
We know $I = neAv_d$

$$\therefore \quad v_d = \frac{I}{n_e A} = \frac{1.8}{(9\times10^{28})\times(1.6\times10^{-19})(2.5\times10^{-7})}$$
$$= 0.05 \times 10^{-2} \text{ m} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$
$$= \mathbf{0.5 \text{ mm}}$$

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 4 MOVING CHARGES AND MAGNETISM गतिमान आवेश और चुम्बकत्व

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

Q1: Magnetic field is not produced by:

(a) A charge in uniform motion
(b) A charge at rest
(c) An accelerating charge
(d) A decelerate charge

Q1: चुंबकीय क्षेत्र का उत्पादन नहीं होता है:

(a) एकसमान गति के आवेश में
(b) विराम अवस्था के आवेश में
(c) एक त्वरित आवेश में
(d) एक मंदित आवेश में

Ans- (b)

Q2: A current carrying coil acts as a magnetic dipole. If area of the coil is A and magnetic moment is M then current flowing through the coil is :

(a) M/A (b) A/M
(c) MA (d) M

Q2: एक विद्युत धारा प्रवाहित वाला कॉइल चुंबकीय द्विध्रुव के रूप में कार्य करता है। यदि कुण्डली का क्षेत्रफल A और चुम्बकीय आघूर्ण M है तो कुण्डली में बहने वाली धारा है :

(a) M/A (b) A/M
(c) MA (d) M

Ans- (a)

Q3: A moving charge produces:

(a) Only electric field
(b) Only magnetic field
(c) Electric and magnetic field both
(d) None of these

Q3: एक गतिमान चार्ज उत्पन्न करता है:

(a) केवल विद्युत क्षेत्र
(b) केवल चुंबकीय क्षेत्र
(c) विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र दोनों
(d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (c)

Q4: When a current is made to flow through a conductor then it produces:

(a) Only electric field
(b) Only magnetic field
(c) Electric field and magnetic field both
(d) None of these

Q4: जब किसी चालक के माध्यम से करंट प्रवाहित किया जाता है तो यह उत्पन्न करता है:

(a) केवल विद्युत क्षेत्र
(b) केवल चुंबकीय क्षेत्र
(c) विद्युत क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र दोनों
(d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (b)

Q5: I ampere current is flowing through a wire of length " l ". It is placed parallel to uniform magnetic field.The work done on it will be:

(a) $\frac{1}{2}$ibl
(b) 2Ibl
(c) Zero
(d) 2Bl

Q5: "l" लम्बाई के एक तार में I एम्पीयर धारा प्रवाहित हो रही है l इसको एकसमान चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर रखा जाता है। इस पर किया जाने वाला कार्य होगा:

(a) $\frac{1}{2}$ibl
(b) 2Ibl
(c) Zero
(d) 2Bl

Ans- (c)

Q6: In an electric circuit:

(a) Ammeter is connected in series and voltmeter in parallel
(b) Ammeter is connected in parallel and voltmeter in series
(c) Ammeter and voltmeter both are joined in series
(d) Ammeter and voltmeter both are joined in parallel

Q6: एक विद्युत परिपथ में:

(a) एमीटर को श्रेंणीक्रम में और वोल्टमीटर को समानांतर क्रम में जोड़ा जाता है।
(b) एमीटर को समानांतर क्रम में और वोल्टमीटर श्रेंणीक्रम में में जोड़ा जाता है।
(c) एमीटर और वोल्टमीटर दोनों को श्रेंणीक्रम में में जोड़ा जाता है।
(d) एमीटर और वोल्टमीटर दोनों को समानांतर क्रम में जोड़ा जाता है।

Ans- (a)

Jharkhandlab.com

Q7: **An α - particle is moving parallel to the magnetic field the force acts on it will be of:**

(a) 1N (b) 2N

(c) 3N (d) 0

Q7: **एक α - कण चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर चल रहा है, इस पर लगने वाला बल होगा:**

(a) 1N (b) 2N

(c) 3N (d) 0

Ans- (d)

Q8: **A charge particle is moving in an uniform magnetic field.It will experience maximum force when:**

(a) It will move parallel to magnetic field

(b) It will move perpendicular to magnetic field

(c) It will move at angle with field

(d) All the above

Q8: **एक आवेश कण एक समान चुंबकीय क्षेत्र में गति कर रहा है। यह अधिकतम बल का अनुभव करेगा जब:**

(a) यह चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर चलेगा

(b) यह चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत गति करेगा

(c) यह चुंबकीय क्षेत्र पर के कोण के साथ चलेगा

(d) उपरोक्त सभी।

Ans- (b)

Q9: **The resistance of a galvanometer is R_G, resistance of ammeter is R_A and that of voltmeter is R_V. Which of the following statement is correct:**

(a) $R_G > R_A > R_V$ (b) $R_G < R_A < R_V$

(c) $R_A < R_G < R_V$ (d) $R_A = R_G = R_V$

Q9: **गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध है R_G, एमीटर का प्रतिरोध है R_A और वोल्टमीटर का है R_V। निम्नलिखित में से कौन सा कथन सही है:**

(a) $R_G > R_A > R_V$ (b) $R_G < R_A < R_V$

(c) $R_A < R_G < R_V$ (d) $R_A = R_G = R_V$

Ans- (c)

Q10: **Which of the following statement is incorrect:**

(a) The resistance of an ideal ammeter is infinite

(b) resistance of an ideal ammeter is zero

(c) The torque acting on a coil in uniform magnetic field is maximum when its plate is parallel to the field

(d) The magnetic field is not uniform at the centre of current carrying coil

Q10: **निम्न में से कौन सा कथन गलत है:**

(a) एक आदर्श एमीटर का प्रतिरोध अनंत होता है।

(b) एक आदर्श एमीटर का प्रतिरोध शून्य होता है।

(c) कुंडली पर लगने वाला बल आघुर्ण अधिकतम तब होता है जब इसकी प्लेट की सतह चुम्बकीय क्षेत्र के समानांतर होती है।

(d) कुंडली के केंद्र में चुंबकीय क्षेत्र एकसमान नहीं होता है।

Ans- (a)

Q11: **Magnetic effect of electric current was discovered by:**

(a) Fleming (b) Oersted

(c) Faraday (d) Ampere

Q11: **विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव की खोज किसने की :**

(a) फ्लेमिंग (b) ओर्स्टेड

(c) फैराडे (d) एम्पीयर

Ans- (b)

Q12: **A proton enters a uniform magnetic field of 5T with velocity 4×10^7 m/s at right angles to the field. The magnetic force acting on the proton is (Charge of Proton= 1.6×10^{-19} C)**

(a) 3.2×10^{-13}N (b) 3.2×10^{-11}N

(c) 2.3×10^{-13}N (d) 3.0×10^{-10}N

Q12: **एक प्रोटॉन 5T के एक समान चुंबकीय क्षेत्र में प्रवेश करता है जिसका वेग 4×10^7 मीटर/सेकंड है। प्रोटॉन पर लगने वाला चुंबकीय बल क्या है (प्रोटॉन का आवेश = 1.6×10^{-19} C)**

(a) 3.2×10^{-13}N (b) 3.2×10^{-11}N

(c) 2.3×10^{-13}N (d) 3.0×10^{-10}N

Ans- (b)

Q13: **Two long parallel wires each carrying a current of 1 A in the same direction, are placed 1m apart. The force of attraction between them is**

(a) 2×10^{-7}N/m (b) 2×10^{-4}N/m

(c) 1×10^{-7}N/m (d) 4×10^{-7}N/m

Q13: **दो लम्बे समान्तर तार, जिनमें से प्रत्येक में एक ही दिशा में 1 A धारा प्रवाहित हो रही है, एक दूसरे से 1 मीटर की दूरी पर रखे गए हैं। उनके बीच आकर्षण बल है**

(a) 2×10^{-7}N/m (b) 2×10^{-4}N/m

(c) 1×10^{-7}N/m (d) 4×10^{-7}N/m

Ans- (a)

Q14: **The expression for Lorentz Force is**

(a) F= qE (b) F=q(B×V)

(c) F=q[E+(V×B)] (d) F=[qE+(V×B)]

Q14: **लोरेंत्ज़ फ़ोर्स के लिए व्यंजक है**

(a) F= qE (b) F=q(B×V)

(c) F=q[E+(V×B)] (d) F=[qE+(V×B)]

Ans- (c)

Q15: **The magnetic field at a point at a distance r from the current carrying wire is proportional to**

(a) r (b) r^2

(c) $\frac{1}{r}$ (d) $\frac{1}{r^2}$

Q15: **धारावाही तार से r दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र समानुपाती होता है**

(a) r (b) r^2

(c) $\frac{1}{r}$ (d) $\frac{1}{r^2}$

Ans- (d)

Jharkhandlab.com

Q16: Which of the following equations represents Biot-savart law?

(a) $dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{|d|}{r^2}$ (b) $\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{|d|\sin\theta}{r^2}$

(c) $\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\vec{dl}\times\vec{r}}{r^2}$ (d) $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\overrightarrow{Idl}\times\vec{r}}{r^3}$

Q16: निम्नलिखित में से कौन सा समीकरण बायोट -सावर्ट नियम का प्रतिनिधित्व करता है?

(a) $dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{|d|}{r^2}$ (b) $\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{|d|\sin\theta}{r^2}$

(c) $\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\vec{dl}\times\vec{r}}{r^2}$ (d) $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\overrightarrow{Idl}\times\vec{r}}{r^3}$

Ans- (d)

Q17: Dimensions of permeability is

(a) $[MLT^{-2}A^{-2}]$ (b) $[MLT^2A^{-2}]$

(c) $[MLT^{-1}A^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}A^{-1}]$

Q17: पारगम्यता का विमीय सूत्र है :

(a) $[MLT^{-2}A^{-2}]$ (b) $[MLT^2A^{-2}]$

(c) $[MLT^{-1}A^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}A^{-1}]$

Ans- (a)

Q18: If the number of turns in a moving coil galvanometer is increased its sensitivity:

(a) Increases
(b) decreases
(c) remains the same
(d) may increase or decrease

Q18: यदि गतिमान कुण्डली गैल्वेनोमीटर में घुमावों की संख्या बढ़ा दी जाए तो इसकी संवेदनशीलता:

(a) बढ़ता है
(b) घटता है
(c) वही रहता है
(d) बढ़ या घट सकता है

Ans- (a)

Q19: Unit of magnetic field is

(a) Wb m^2 (b) Wb/ m^2

(c) Wb (d) Wb /m

Q19: चुंबकीय क्षेत्र की इकाई है

(a) Wb m^2 (b) Wb/ m^2

(c) Wb (d) Wb /m

Ans- (b)

Q20: According to Ampere's circuital law

(a) $\oint \vec{B}\times\vec{dt} = 0$ (b) $\oint \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 I$

(c) $\oint \vec{B}\times\vec{dl} = 0$ (d) $\oint \vec{B}.\vec{dt} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$

Q20: एम्पीयर के परिपथीय नियम के अनुसार

(a) $\oint \vec{B}\times\vec{dt} = 0$ (b) $\oint \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 I$

(c) $\oint \vec{B}\times\vec{dl} = 0$ (d) $\oint \vec{B}.\vec{dt} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$

Ans- (b)

Q21: When the ammeter is shunted, its measuring range

(a) Increases
(b) decreases
(c) remains the same
(d) may increase or decrease

Q21: जब एमीटर को शंट किया जाता है, तो इसकी मापने की सीमा में क्या बादलाव होता है ?

(a) बढ़ता है (b) घटता है
(c) वही रहता है (d) बढ़ या घट सकता है

Ans- (a)

Q22: An electron enters perpendicular to a uniform magnetic field. The path of the electron will be :

(a) Circular (b) Parabolic
(c) Linear (d) Spiral

Q22: एक इलेक्ट्रॉन एकसमान चुंबकीय क्षेत्र के लम्बवत् प्रवेश करता है। इलेक्ट्रॉन का पथ होगा :

(a) वृत्तीय (b) परवलयिक
(c) रैखिक (d) सर्पिल

Ans- (a)

Q23: Dimension of magnetic field is:

(a) $[ML^0T^{-2}A^{-1}]$ (b) $[MLT^2A^{-2}]$

(c) $[MLT^{-1}A^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}A^{-1}]$

Q23: चुम्बकीय क्षेत्र की विमीय सूत्र है :

(a) $[ML^0T^{-2}A^{-1}]$ (b) $[MLT^2A^{-2}]$

(c) $[MLT^{-1}A^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}A^{-1}]$

Ans- (a)

Q24: What is the effect of increasing the number of turns on magnetic field produced due to circular coil

(a) Increases (b) decreases
(c) remains the same (d) none of these

Q24: वृत्ताकार कुण्डली के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र पर फेरों की संख्या बढ़ने का क्या प्रभाव पड़ता है

(a) बढ़ता है (b) घटता है
(c) वही रहता है (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (a)

Q25: Mention S.I. unit of magnetic field :

(a) Gauss (b) Tesla
(c) Weber (d) None of these

JharkhandLab.com

Q25: चुंबकीय क्षेत्र की S.I. इकाई का उल्लेख करें:

(a) गॉस (b) टेस्ला

(c) वेबर (d) कोई नहीं

Ans- (b)

Q26: What is Lorentz force

(a) Force on a moving charge in a magnetic field

(b) Force on a current carrying conductor in a uniform magnetic field

(c) Force on parallel current carrying conductors

(d) None of these

Q26: लोरेंत्ज़ बल क्या है

(a) चुंबकीय क्षेत्र में गतिमान आवेश पर बल

(b) एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर बल

(c) समांतर धारावाही चालकों पर बल

(d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (a)

Q27: A charge (q) is moving in a uniform magnetic field (B) such that velocity (v) is parallel to B, then the force acting on charge is :

(a) Zero (b) qvB

(c) qB/v (d) None of these

Q27: एक आवेश (q) एकसमान चुंबकीय क्षेत्र (B) में इस प्रकार गति कर रहा है कि वेग (v) B के समानांतर है, तो आवेश पर कार्य करने वाला बल है:

(a) शून्य (b) qvB

(c) qB/v (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (a)

Q28: A charge (q) is moving in a uniform magnetic field (B) such that velocity (v) is perpendicular to B, then the force acting on charge is :

(a) Zero (b) qvB

(c) qB/v (d) None of these

Q28: एक आवेश (q) एकसमान चुंबकीय क्षेत्र (B) में इस प्रकार गति कर रहा है कि वेग (v) B के लम्बवत् है, तब आवेश पर कार्य करने वाला बल है:

(a) शून्य (b) qvB

(c) qB/v (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (b)

Q29: Two parallel conductors carrying current in the same direction will

(a) Attract each other

(b) Repel each other

(c) Neither attract nor repel

(d) None of these

Q29: एक ही दिशा में धारा प्रवाहित करने वाले दो समानांतर चालक

(a) एक दूसरे को आकर्षित करेगा

(b) एक दूसरे को विकर्षण करेगा

(c) न तो आकर्षित करेगा और न ही विकर्षण करेगा

(d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (a)

Q30: If the current through loop of a wire is tripled, its magnetic moment will become :

(a) Half (b) Doubled

(c) Four times (d) Tripled

Q30: यदि किसी तार के लूप में प्रवाहित धारा को तीन गुना कर दिया जाए, तो इसका चुंबकीय आघूर्ण हो जाएगा:

(a) आधा (b) दोगुना

(c) चार गुना (d) तीन गुना

Ans- (d)

Q31: What is the use of Galvanometer:

(a) To measure deflection when current is passed in the circuit

(b) To measure the potential difference

(c) To measure Voltage

(d) None of these

Q31: गैल्वेनोमीटर का उपयोग क्या है :

(a) परिपथ में धारा प्रवाहित होने पर विक्षेपण को मापने के लिए

(b) विभवांतर को मापने के लिए

(c) वोल्टेज मापने के लिए

(d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (a)

Q32: Dimensions of magnetic moment are:

(a) $[M^0 L^2 T^0 A^1]$ (b) $[MLT^2A^{-2}]$

(c) $[MLT^{-1}A^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}A^{-1}]$

Q32: चुम्बकीय आघूर्ण की विमाएँ हैं:

(a) $[M^0 L^2 T^0 A^1]$ (b) $[MLT^2A^{-2}]$

(c) $[MLT^{-1}A^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}A^{-1}]$

Ans- (a)

Q33: S.I unit of magnetic moment is :

(a) IT^{-2} (b) Am^2

(c) IT (d) Am^{-1}

Q33: चुम्बकीय आघूर्ण का S.I मात्रक है :

(a) IT^{-2} (b) Am^2

(c) IT (d) Am^{-1}

Ans- (b)

Q34: Do magnetic field lines always form closed loops

(a) Yes (b) No

(c) Sometimes (d) None of these

Q34: क्या चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ हमेशा बंद लूप बनाती हैं

(a) हां (b) नहीं

(c) कभी-कभी (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (a)

Q35: When a magnetic dipole is placed in a uniform magnetic field, it will experience

(a) A force but no torque

(b) A torque but no force

Jharkhandlab.com

(c) A force as well as a torque

(d) Neither a force nor a torque

Q35: जब एक चुंबकीय द्विध्रुव को एक समान चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो यह अनुभव करेगा

(a) एक बल लेकिन कोई बल आघूर्ण नहीं।

(b) एक बल आघूर्ण लेकिन कोई बल नहीं।

(c) एक बल और साथ ही एक बल आघूर्ण।

(d) न तो बल और न ही बल आघूर्ण।

Ans- (b)

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q1: What is meant by magnetic field give its SI unit

Ans: The space around a magnet or a current carrying conductor in which its magnetic influence can be experienced is called the magnetic field. Its SI unit is tesla.

Q1: चुंबकीय क्षेत्र का क्या अर्थ है ? इसका SI मात्रक बतायें।

उत्तर: एक चुंबक या विद्युत धारा प्रवाहित होने वाले चालक के आसपास का स्थान जिसमें उसके चुंबकीय प्रभाव का अनुभव किया जा सकता है, चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। इसका SI मात्रक टेस्ला है।

Q2: What do you mean by magnetic field lines? Mention the properties of magnetic field lines.

Ans: The magnetic field line is the path along which an isolated north pole will tend to move if it is free to do so.

Properties:-

(i)Magnetic field lines are closed continuous curves.

(ii)The tangent at any point of the magnetic lines of force gives the direction of the magnetic field at that point.

(iii)No two magnetic lines of force can intersect each other.

(iv) Magnetic lines of force are crowded in the region of strong magnetic field.

Q2: चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं से आप क्या समझते हैं? चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के गुण लिखिए।

उत्तर: चुंबकीय क्षेत्र रेखा वह पथ है जिसके साथ एक पृथक उत्तरी ध्रुव गति करेगा यदि वह ऐसा करने के लिए स्वतंत्र है।

गुण:-

(i) चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं बंद निरंतर वक्र रेखा होती है।

(ii) चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के किसी भी बिंदु पर स्पर्श रेखा उस बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बताती है।

(iii) कोई भी दो चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को नहीं काटती है।

(iv) चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ प्रबल चुंबकीय क्षेत्र में घनीभूत होती हैं।

Q3: Which fields are produced by a moving charge?

Ans: A moving charge produces both magnetic field and electric field.

Q3: गतिमान आवेश द्वारा कौन से क्षेत्र उत्पन्न होते हैं?

उत्तर: एक गतिमान आवेश के द्वारा चुंबकीय क्षेत्र और विद्युत क्षेत्र दोनों उत्पन्न होता है।

Q4: Which fields are produced by a charge at rest?

Ans: A charge at rest produces only an electric field.

Q4: स्थिर आवेश द्वारा कौन से क्षेत्र उत्पन्न होते हैं?

उत्तर: स्थिर आवेश के द्वारा केवल विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है।

Q5: Which fields are produced by a current carrying conductor?

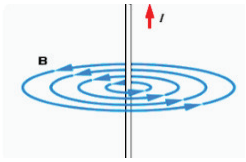
Ans: A current carrying conductor produces only magnetic field

Q5: विद्युत धारा प्रवाहित होने वाले चालक के द्वारा कौन से क्षेत्र उत्पन्न होते हैं?

उत्तर: विद्युत धारा प्रवाहित होने वाले चालक के द्वारा केवल चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है।

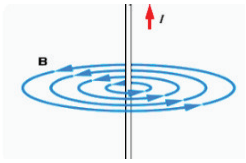
Q6: Draw the magnetic field lines due to a current carrying straight wire

Ans:



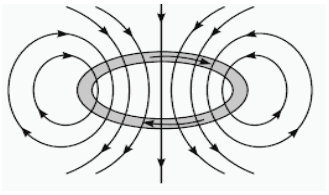
Q6: विद्युत धारा प्रवाहित होने वाले तार के कारण चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचिए।

उत्तर:



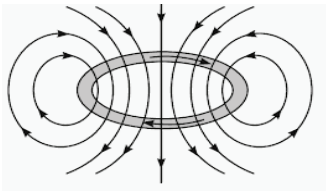
Q7: Draw the magnetic field lines due to a current carrying circular loop

Ans:



Q7: धारावाही वृत्ताकार लूप के कारण चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचिए।

उत्तर:

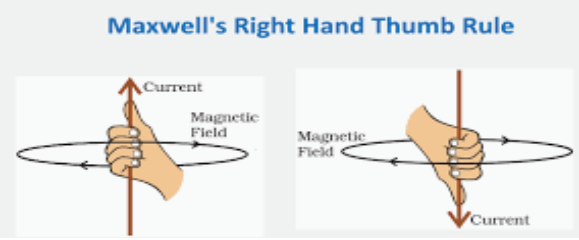


Q8: State Maxwell's right hand thumb rule.

Ans: If a conductor carrying current is imagine to be held

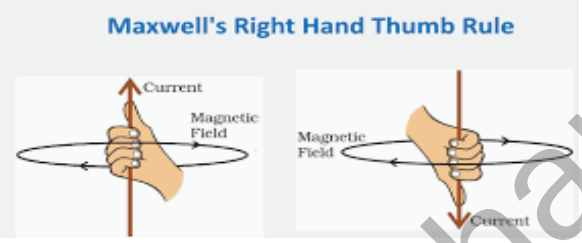
Jharkhandlab.com

in the right hand such that the thumb points in the direction of current then the tips of the curled fingers encircling the conductors will give the direction of the magnetic field lines as shown in figure



Q8: मैक्सवेल के दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम बताइए।

उत्तर: दाएँ हाथ के अँगूठे का नियम : यदि धारावाही चालक को दाएँ हाथ में इस प्रकार रखा जाये कि अँगूठा धारा की दिशा में रहे, तब मुड़ी हुई अँगुलियां चुम्बकीय बल रेखाओं की दिशा देंगी जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



Q9: What is the Lorentz force ?

Ans: The total force experienced by a charge moving inside the electric and magnetic fields is called Lorentz force.It is given by :

$$\vec{F} = \underset{\text{Electric force}}{q\vec{E}} + \underset{\text{Magnetic force}}{q\vec{v} \times \vec{B}}$$

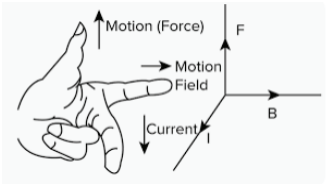
Q9: लोरेंत्ज़ बल क्या है?

उत्तर: वैद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों के अंदर गतिमान आवेश द्वारा अनुभव किए गए कुल बल को लोरेंत्ज़ बल कहा जाता है। यह इस प्रकार दिया जाता है।

$$\vec{F} = \underset{\text{Electric force}}{q\vec{E}} + \underset{\text{Magnetic force}}{q\vec{v} \times \vec{B}}$$

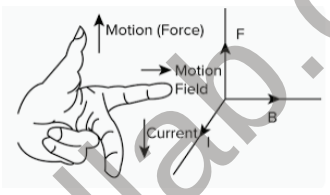
Q10: State Fleming's left hand rule .

Ans: Stretch the thumb and first two fingers of the left hand in mutually perpendicular directions, if the fore finger points in the direction of magnetic field central finger in the direction of current then the thumb gives the direction of the force on the conductor



Q10: फ्लेमिंग का वामहस्त नियम लिखिए।

उत्तर: बाएं हाथ के अंगूठे और पहली दो उंगलियों को परस्पर लंबवत दिशाओं में इस तरह से फैलाएं जिससे तर्जनी उंगलि चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में और केंद्रीय उंगली विद्युत धारा की दिशा में इंगित करता हो तो अंगूठा चालक पर लगने वाले बल की दिशा को बतायेगा।



Q11: Differentiate between Ammeter and Voltmeter .

Ans:

Ammeter	Voltmeter
1. It is used to measure electric current flowing in an electrical circuit.	1. It is used to measure potential difference between two points of an electrical circuit.
2. A galvanometer can be converted into an ammeter by connecting a small resistance (called shunt) in parallel with it.	2. A galvanometer can be converted into a voltmeter by connecting a large resistance in series to the galvanometer.
3. It is always connected in series with an electrical circuit.	3. It is always connected in parallel with an electrical circuit.
4. Its resistance is very low. An ideal ammeter has zero resistance.	4. Its resistance is very high. An ideal voltmeter has infinite resistance.

Q11: ऐमीटर और वोल्टमीटर में अंतर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर:

ऐमीटर	वोल्टमीटर
1. इसका उपयोग विद्युत परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा को मापने के लिए किया जाता है।	1. इसका उपयोग विद्युत परिपथ के दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर मापने में किया जाता है।
2. किसी गैल्वेनोमीटर को एमीटर में इसके समानान्तर एक अल्प प्रतिरोध (जिसे शंट कहते हैं) लगाकर परिवर्तित किया जा सकता है।	2.किसी गैल्वेनोमीटर के श्रेणी क्रम में एक उच्च प्रतिरोध जोड़कर इसे वोल्टमीटर में परिवर्तित किया जा सकता है।
3. यह सदैव विद्युत परिपथ के साथ श्रेणीक्रम में जुड़ा होता है।	3. यह हमेशा एक विद्युत परिपथ के साथ समानांतर में जुड़ा होता है।
4. इसका प्रतिरोध बहुत कम होता है। एक आदर्श अमीटर का प्रतिरोध शून्य होता है।	4. इसका प्रतिरोध बहुत अधिक होता है। एक आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनंत होता है।

Jharkhandlab.com

Q12: What will be the work done by a magnetic field on a moving charge ?

Ans. Zero, because the Lorentz force acting on a charge is perpendicular to its velocity.

Q12: किसी गतिमान आवेश पर चुंबकीय क्षेत्र द्वारा किया जाने वाला कार्य क्या होगा ?

उत्तर. शून्य, क्योंकि आवेश पर कार्य करने वाला लोरेंत्ज़ बल उसके वेग के लंबवत होता है।

Q13: A charged particle moves in an uniform magnetic field with initial velocity. Give the shape of its path in the following conditions :

(i) When it moves parallel to field,

(ii) Perpendicular to field,

(iii) Making an arbitrary angle with the direction of the field.

Ans. (i) Straight line,

(ii) A circular path perpendicular to the plane of the field,

(iii) Helix, whose axis is parallel to the field.

Q13: एक आवेशित कण एक समान चुंबकीय क्षेत्र में प्रारंभिक वेग के साथ चलता है। निम्नलिखित स्थितियों में इसके पथ का आकार बतायें :

(i) जब यह चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर चलता है,

(ii) जब यह चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत चलता है,

(iii) जब यह चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के साथ कोण बनाता है।

उत्तर. (i) सीधी रेखा,

(ii) क्षेत्र के तल के लम्बवत् एक वृत्ताकार पथ,

(iii) हेलिक्स, जिसका अक्ष चुंबकीय क्षेत्र के समांतर है।

Q14: A magnetic field cannot produce any change in the speed of a charged particle. Why ?

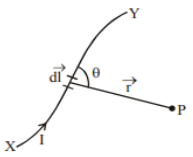
Ans. Because the force acting on a charged particle in a magnetic field is perpendicular to the direction of motion of the charged particle.

Q14: एक चुंबकीय क्षेत्र आवेशित कण की गति में कोई परिवर्तन नहीं कर सकता है। क्यों ?

उत्तर. एक चुंबकीय क्षेत्र आवेशित कण की गति में कोई परिवर्तन नहीं कर सकता है क्योंकि चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित कण पर कार्य करने वाला बल आवेशित कण की गति की दिशा के लंबवत होता है।

Q15: State Biot Savart's law.

Ans: Biot-Savart's law:- The strength of magnetic field (dB) at a point P due to the current element dl will be dependent on,



(i) $dB \alpha I$

(ii) $dB \alpha dl$

(iii) $dB \alpha \sin\theta$

(iv) $dB \alpha \frac{1}{r^2}$

where, θ is the angle between length of the current element and line joining the element to point (p)

On combining

$$dB \propto \frac{Idl\sin\theta}{r^2} \Rightarrow dB = k\frac{Idl\sin\theta}{r^2} \quad [k = \text{Proportionality constant}]$$

In S.I. units, $k = \frac{\mu_0}{4\pi}$ where μ_0 is called permeability of free space.

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ TA^{-1}m$

$\therefore dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$ and $\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I\frac{(\vec{dl}\times\vec{r})}{r^3}$

where μ_0 is the absolute permeability of the free space. The direction of the magnetic field dB is perpendicular perpendicular to the plane containing vector $\vec{dl}$ and vector $\vec{r}$ and is directed into the plane of paper.

Q15: बायो सावर्ट का नियम बताएं।

उत्तर: बायो-सावर्ट का नियमः- धारावाही अल्पांश dl के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र (dB) की सामर्थ्य निम्न पर निर्भर करेगी,

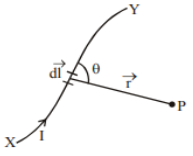
(i) $dB \alpha I$

(ii) $dB \alpha dl$

(iii) $dB \alpha \sin\theta$

(iv) $dB \alpha \frac{1}{r^2}$

जहाँ θ ,धारावाही अल्पांश $\vec{dl}$ और $\vec{r}$ के बीच का कोण है।



संयोजन करने पर

Jharkhandlab.com

$$dB \propto \frac{Idl\sin\theta}{r^2} \Rightarrow dB = k\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$$

[k = Proportionality constant]

In S.I. units, $k = \frac{\mu_0}{4\pi}$

where μ_0 is called permeability of free space.

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ TA^{-1}m$

$\therefore\ dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$ and $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I\frac{(\vec{dl}\times\vec{r})}{r^3}$

जहाँ μo को मुक्त स्थान की पूर्ण पारगम्यता कहते है।

यहाँ चुंबकीय क्षेत्र dB की दिशा $\vec{dl}$ और $\vec{r}$ से युक्त तल के लम्बवत् होगी और कागज के तल में लम्बवत् अंदर की ओर निर्देशित होती है।

Q16: State Ampere's circuital law.

Ans: Ampere's Circuital Law: The line integral of magnetic field induction B around any closed path in vacuum is equal to μ_0 times the total current threading the closed path,

i.e. $\oint \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 I$

where, B is the magnetic field, dl is small element, μ_0 is the absolute permeability of free space and I is the current.

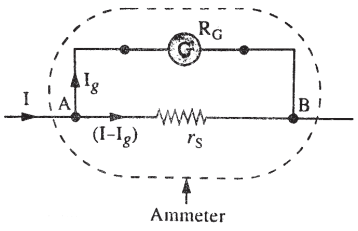
Q 16 : ऐम्पियर का परिपथीय नियम बताइए ।

उत्तर: एम्पीयर का परिपथीय नियम: निर्वात में किसी भी बंद पथ के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र प्रेरण B का समाकलन पथ में कुलधारा तथा निरपेक्ष पारगम्यता μ_0 के गुणनफल के बराबर होता है।

यानी $\oint \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 I$ जहां, B चुंबकीय क्षेत्र है, dl अल्पांश तत्व है μ_0 मुक्त स्थान का निरपेक्ष पारगम्यता है और I विदुतधारा है।

Q17: How can a galvanometer be converted into an ammeter? Calculate the effective resistance of the ammeter.

Ans: A galvanometer is converted into an ammeter by connecting a small resistance (called shunt) in parallel with it.



Let G = Resistance of the galvanometer.

S = Resistance of the shunt.

I = Total current detected by the ammeter in the circuit.

I_g = Current through the galvanometer at which full deflection occurs in the galvanometer.

$(I - I_g)$ = Remaining current flows through the shunt.

Since G and S are parallel, the potential difference across them is the same.

$$I_g G = (I - I_g)s$$

$$S = \left(\frac{I_g}{I - I_g}\right)G$$

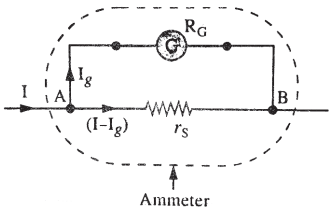
This is the required value of shunt resistance to convert a galvanometer into an ammeter of range 0 - I.

Effective resistance of the ammeter: The total effective resistance R_{eff} of the ammeter can be written as:

$$\frac{1}{R_{eff}} = \frac{1}{G} + \frac{1}{S} = \frac{G+S}{GS} \text{ या } R_{eff} = \frac{GS}{G+S}$$

Q17: गैल्वेनोमीटर को एमीटर में किस प्रकार परिवर्तित किया जा सकता है? एमीटर का प्रभावी प्रतिरोध की गणना कीजिए।

उत्तर: किसी गैल्वेनोमीटर को एमीटर में इसके समानान्तर एक अल्प प्रतिरोध (जिसे शंट कहते हैं) लगाकर परिवर्तित किया जाता है।



माना की G =गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध हैं।

S= शंट का प्रतिरोध हैं।

I= परिपथ में एमीटर द्वारा ज्ञात कुल धारा हैं।

I_g = गैल्वेनोमीटर से प्रवाहित वह धारा है जिस पर गैल्वेनोमीटर में पूर्ण विक्षेप उत्पन्न होता है।

$(I - I_g)$= शेष धारा शंट से होकर प्रवाहित होती है।

G और S समानान्तर है जिसके कारण उनमें विभवान्तर भी समान होता है।

अर्थात्

$$I_g G = (I - I_g)s$$

$$S = \left(\frac{I_g}{I - I_g}\right)G$$

यह गैल्वेनोमीटर को 0 - I एम्पियर सीमा के एमीटर में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक शंट प्रतिरोध का मान है।

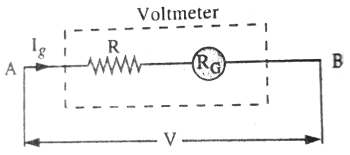
एमीटर का प्रभावी प्रतिरोध : एमीटर का कुल प्रभावी प्रतिरोध R_{eff} को निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है।

$$\frac{1}{R_{eff}} = \frac{1}{G} + \frac{1}{S} = \frac{G+S}{GS} \text{ या } R_{eff} = \frac{GS}{G+S}$$

Jharkhandlab.com

Q18: How can a galvanometer be converted into a voltmeter? Calculate the effective resistance of the voltmeter.

Ans: A galvanometer can be converted into a voltmeter by connecting a large resistance in series to the galvanometer



Let G = resistance of the galvanometer.

R = resistance of the conductor connected in series with the galvanometer.

I_g = current through the galvanometer at which full deflection occurs in the galvanometer.

V = the potential difference measured by the voltmeter.

Now the potential difference between points A and B can be represented as follows.

$$V = I_g R + I_g G$$

$$= I_g (R + G)$$

$$\Rightarrow R + G = \frac{V}{I_g}$$

$$\Rightarrow \quad R = \frac{V}{I_g} - G$$

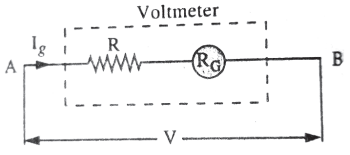
It is the value of the required resistance that is connected in series with the galvanometer to convert it into a voltmeter of 0 -V volts.

The effective resistance of the voltmeter is given by

$R_{eff.}$= (R + G), which is very high.Thus voltmeter is a high resistance device. The resistance of an ideal voltmeter is infinite. A voltmeter is always connected in parallel to the circuit.

Q18: एक गैल्वेनोमीटर को वोल्टमीटर में किस प्रकार परिवर्तित किया जा सकता है? वोल्टमीटर का प्रभावी प्रतिरोध की गणना कीजिए।

उत्तर: किसी गैल्वेनोमीटर के श्रेणी क्रम में एक उच्च प्रतिरोध जोड़कर इसे वोल्टमीटर में परिवर्तित किया जाता है।



माना की G =गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध हैं।

R= गैल्वेनोमीटर के श्रेणीक्रम में संयोजित चालक का प्रतिरोध हैं।

I_g = गैल्वेनोमीटर से प्रवाहित वह धारा है जिस पर गैल्वेनोमीटर में पूर्ण विक्षेप उत्पन्न होता है।

V = वोल्टमीटर के द्वारा मापा गया विभवान्तर है।

अब A और B बिन्दुओं के मध्य विभवान्तर को निम्न प्रकार से दर्शाया जा सकता है।

$$V = I_g R + I_g G$$

$$= I_g (R + G)$$

$$\Rightarrow R + G = \frac{V}{I_g}$$

$$\Rightarrow \quad R = \frac{V}{I_g} - G$$

यह आवश्यक प्रतिरोध का मान है जिसे गैल्वेनोमीटर के श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है जिससे यह 0 -V वोल्ट के वोल्टमीटर में परिवर्तित हो जाता है।

वोल्टमीटर का प्रभावी प्रतिरोध : वोल्टमीटर का प्रभावी प्रतिरोध को निम्न प्रकार से लिखा जा सकता हैं।

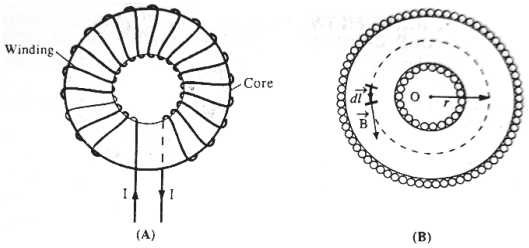
$R_{eff.}$= (R + G), जो बहुत उच्च होता है।

इस प्रकार वोल्टमीटर एक उच्च प्रतिरोध वाली युक्ति है। आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनन्त होता है।

किसी वोल्टमीटर को सदैव परिपथ के समान्तर क्रम में संयोजित किया जाता है।

Q19: Using Ampere's circuital law, derive an expression for the magnetic field along the axis of a current carrying toroidal solenoid.

Ans: Toroid can be considered as a ring shaped closed solenoid. The magnetic lines of force in a toroid lie in the core of the toroid and are in the form of concentric circles. Consider a toroid with n turns per unit length in which a current is I. Imagine a circle of radius r inside the toroid.



now

$$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \oint Bdl\cos\theta$$

By symmetry, the magnetic field $\vec{B}$ in the coil is constant and is along the tangent of the path $\vec{dl}$ .Therefore, the angle θ between $\vec{B}$ and $\vec{dl}$ is zero, thus

$$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \oint Bdl\cos 0 = B\oint dl$$

= B✖ Circumference of the circle of radius r.

Or $\oint \vec{B}.d\vec{l} = B \times 2\pi r$ .....(1)

Jharkhandlab.com

According to Ampere's circuit law

$\oint \vec{B}.d\vec{l}$ = $\mu 0$ × net current enclosed by the circle of radius r

= μ_o × total number of turns x I

= $\mu_o (n \times 2\pi r) I$ .....(2)

Comparing equation (1) and (2) we get

$B \times 2\pi r = \mu_0 (n \times 2\pi r) I$ .....(3)

$B = \mu_0 nI$

If the total number of turns is N then $N = n \times 2\pi r$

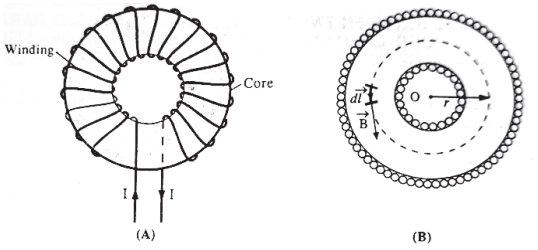
or $n = \frac{N}{2\pi r}$

equation (3) It can be written that $B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$

For any point inside the empty space surrounded by toroid and outside the toroid, the magnetic field B is zero because the net current enclosed in these spaces is zero.

Q19: ऐम्पियर परिपथीय नियम का प्रयोग करते हुए, विद्युत धारावाही टोरॉइडल परिनालिका के अक्ष के अनुदिश चुंबकीय क्षेत्र के लिए व्यंजक प्राप्त करें।

उत्तर: टोरोइड एक वृत्त के समान बन्द परिनालिका मानी जा सकती है। टोरोइड में चुम्बकीय बल रेखाएँ टोरोइड के परिधि में रहती है और संकेन्द्रीय वृत्तों के रूप में होती है।प्रति इकाई लम्बाई में n फेरों वाली टोरोइड की कल्पना कीजिए जिसमे प्रवाहित धारा I हैं। टोरोइड के अन्दर r त्रिज्या के वृत्त की कल्पना कीजिए।



अब

$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \oint Bdl\cos\theta$

इसके समरूप, कुण्डली में चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ निश्चित है और $\vec{dl}$ मार्ग की स्पर्श रेखा पर है, इसके मध्य कोण शून्य है, इस प्रकार

$$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \oint Bdlcos0 = B\oint dl$$

= B x r त्रिज्या के वृत्त कि परिधि

Or $\oint \vec{B}.d\vec{l} = B \times 2\pi r$ .....(1)

एम्पियर के परिपथीय नियम के अनुसार

$\oint \vec{B}.d\vec{l}$ = $\mu 0$ × r त्रिज्या के वृत्त के चारों ओर धारा

= μ_o × कुल फेरों कि संख्या x I

= $\mu_o (n \times 2\pi r) I$ .....(2)

समीकरण (1) और (2) में तुलना करने पर

$B \times 2\pi r = \mu_0 (n \times 2\pi r) I$ .....(3)

$B = \mu_0 nI$

यदि कुल फेरों की संख्या N है तब

$N = n \times 2\pi r$

या $n = \frac{N}{2\pi r}$

समीकरण (3) को लिखा जा सकता है $B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$

टाराइड के अन्दर रिक्त स्थान में किसी बिन्दु पर तथा टोरोइड के बाहर चुम्बकीय क्षेत्र B शून्य होता है क्योंकि

इन स्थानों में परिवृत्त (enclosed) परिणामी धारा शून्य होती है।

Q20: What is the use of a Galvanometer?

Ans: Uses of Galvanometer

(i) It is used to detect electric current in a circuit, (e.g in Wheatstone bridge)

(ii) It is used as an ammeter by using a low resistance across it.

(iii) It is used as a voltmeter by using a high resistance in series with it,

(iv) It is used as an Ohm meter by making special arrangements.

Q20: गैलवैनोमीटर का क्या उपयोग हैं ?

उत्तर: गैलवैनोमीटर के उपयोग (Uses of Galvanometer)

(i) इसका उपयोग किसी परिपथ में धारा की उपस्थिति ज्ञात करने के लिये किया जाता है, उदाहरणार्थ ह्वीटस्टौन सेतु (Wheatstone bridge) में

(ii) इसके आर-पार कम प्रतिरोध का प्रयोग करके इसका ऐमीटर के रूप में प्रयोग किया जाता है।

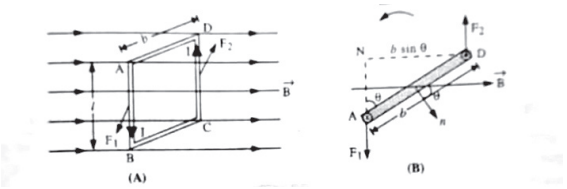
(iii) उच्च समानान्तर प्रतिरोध को इसके श्रेणी क्रम से प्रयोग करके इसको वोल्टमीटर के रूप में प्रयोग किया जाता है।

(iv) विशेष प्रबंध करके इसका ओममीटर (Ohm meter) के रूप में प्रयोग किया जाता है।

Q21: Derive an expression for the torque on a rectangular coil of area A carrying a current I placed in a magnetic field B. The angle between the direction of B and the vector perpendicular to the plane of the coil is θ .

Ans: Consider a rectangular conducting loop (ABCD) of length l and breadth b placed in a uniform magnetic field $\vec{B}$. Let I be the current flowing in the loop in anticlockwise direction. Let θ be the angle between the normal (n) of the plane of the loop and the magnetic field $\vec{B}$ Fig(B) which shows the magnified top view of arm AD of the loop ABCD.

Jharkhandlab.com



We know, force acting on a conductor of length l carrying current I in the magnetic field is given by

$\vec{F} = I(\vec{l}\times\vec{B})$

∴ Force acting on the arm AB of the loop

$\vec{F_1} = I(\vec{l}\times\vec{B})$ ....(i)

Direction of $\vec{F}$ is perpendicular to the length of arm AB and directed outward of the sheet of paper (Fleming's left hand rule).

Similarly, the force acting on the arm CD of the loop is $\vec{F_2} = I(\vec{l}\times\vec{B})$ ....(ii)

$\vec{F_2}$ is perpendicular to the length of arm CD and is directed inside the sheet of the paper (Fleming's left hand rule)

Force acting on the arm BC and force acting on the arm DA of the loop are equal, opposite and act along the same line, hence they cancel each other as shown in Fig (C). Therefore, only two forces $\vec{F_1}$ and $\vec{F_2}$ act on the loop. $\vec{F_1}$ and $\vec{F_2}$ form a couple and try to rotate the loop anticlockwise.

The magnitude of the torque (ح) due to forces $\vec{F_1}$ and $\vec{F_2}$ is given by

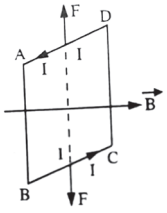
τ = Magnitude of the either force x lever arm

$= F_1 \times DN$

$= \left|I(\vec{l}\times\vec{B})\right| \times DN$

$= I(lB\sin 90^0) \times b\sin\theta$

$\tau = I(lB)b\sin\theta$



Since (lb) = A= Area of the loop

∴ τ = IAB sin θ

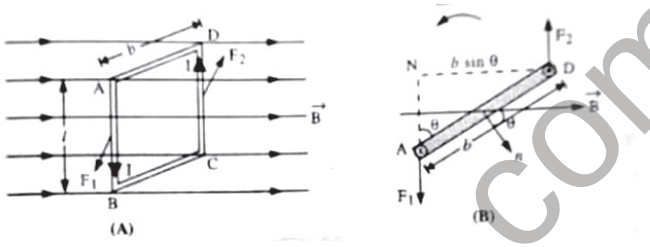
If there are N turns in the loop, then the net torque acting on the loop is

τ = NIAB sinθ = MBsinθ

where M = NIA= The magnetic dipole moment of Current carrying loop with N turns.

Q21: B चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित I धारावाही A क्षेत्रफल वाली आयताकार कुण्डली के लिए बल आघूर्ण का व्यंजक व्युत्पित कीजिए। B की दिशा और कुण्डली के तल के लम्बवत् सदिश के मध्य कोण है।

उत्तर: चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही लूप पर बल आघूर्ण (Torque on a Rectangular Current Loop in a Uniform Magnetic Field)



माना एक समान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में l लम्बाई तथा b चौड़ाई का एक आयताकार चालक लूप स्थित है। लूप में प्रवाहित धारा वामावर्त दिशा में है। चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ तथा लूप के तल के अभिलम्ब के मध्य कोण θ लिया गया है। लूप ABCD की भुजा AD का आवर्धित रूप चित्र (B)में प्रदर्शित किया गया है। हम जानते हैं की चुम्बकीय क्षेत्र में चालक की / लम्बाई में धारा I प्रवाह के कारण कार्यरत् बल

$\vec{F} = I(\vec{l}\times\vec{B})$

∴ लूप की AB भुजा पर कार्यरत् बल, $\vec{F_1} = I(\vec{l}\times\vec{B})$ ....(i)

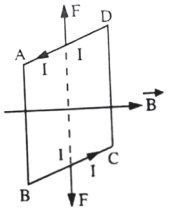
$\vec{F}$ की दिशा AB भुजा की लम्बाई के लम्बवत् तथा कागज की शीट के बाहर की ओर होती है (फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम के अनुसार)।

इसी प्रकार लूप की भुजा CD पर कार्यरत् बल

$\vec{F_2} = I(\vec{l}\times\vec{B})$ ....(ii)

$\vec{F_2}$ भुजा CD के लम्बवत् होता है और कागज़ के तल के अन्दर की ओर होता है (फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम के अनुसार)।

भुजा BC पर कार्यरत् बल भुजा DA पर कार्यरत् बल समान, विपरीत और समान रेखा के संगत कार्य करता है, इस प्रकार वे एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं जैसा की निचे के चित्र में दिखाया गया हैं।



$\vec{F_1}$ और $\vec{F_2}$ एक युग्म बनाते हैं और लूप को वामावर्त घुमाने का प्रयास करते हैं। $\vec{F_1}$ और $\vec{F_2}$ बल के कारण लगने वाले बल आघूर्ण (ح) का परिमाण दिया जा सकता है।

τ = किसी भी बल का परिमाण x लीवर भुजा

$= F_1 \times DN$

$= \left|I(\vec{l}\times\vec{B})\right| \times DN$

$= I(lB\sin 90^0) \times b\sin\theta$

$\tau = I(lB)b\sin\theta$

लेकिन (lb) = A= लूप का क्षेत्रफल

∴ τ = IAB sinθ

यदि लूप में N फेरे हों, तब कुल बल आघूर्ण जो लूप पर कार्य कर रहा है

τ = NIAB sinθ = MBsinθ

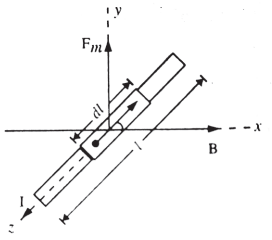
जहाँ M = NIA= N फेरे वाली धारा वाही लूप का चुम्बकीय दिव्ध्रुव आघुर्ण हैं।

Jharkhandlab.com

Q22: Derive an expression for the force acting on a current carrying conductor placed in a uniform magnetic field.Name the rule which gives the direction of the force. Write the condition for which this force will have maximum and minimum value

Ans: A current carrying conductor contains a large number of free electrons. These electrons move with drift velocity $\vec{v}$ in a direction opposite to the direction of conventional current flowing in the conductor. An electron moving in a uniform magnetic field experiences a deflecting force which is transmitted to the conductor.

Consider a conductor of length *l* carrying a current I placed in a uniform magnetic field $\vec{B}$ as shown in figure.



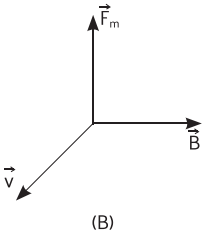
Let n = Number of free electrons per unit volume of the conductor.

A = Area of cross-section of the conductor.

Magnetic Lorentz force acting on an electron,

$$\vec{f}_m = -e(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \text{.....(i)}$$

acting perpendicular to the plane containing $\vec{v}$ and $\vec{B}$



(B)

Now consider a small element of length dl of the given conductor.

Number of electrons in the small element = n x volume of the element=nAdl

∴ Magnetic Lorentz Force experienced by the element,

$$\vec{v} = -\frac{\vec{dl}}{dt}$$

$$\vec{dF_m} = (nAdl)\vec{f}_m = nAdl\left[-e(\vec{v} \times \vec{B})\right] = -nAedl(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \text{.....(ii)}$$

But drift velocity, $\vec{v} = -\frac{\vec{dl}}{dt}$ (Since $\vec{dl}$ is in a direction opposite to $\vec{v}$) and (nA dl) e = dq where dq is the charge on the small element.

$$\therefore \overrightarrow{dF_m} = dq\left(\frac{\vec{dl}}{dt} \times \vec{B}\right) = \frac{dq}{dt}(\vec{dl} \times \vec{B})$$

$$\therefore \overrightarrow{dF_m} = I(\vec{dl} \times \vec{B})$$

Since conductor is made of large number of such elements, therefore, total force experienced by the conductor is given by,

$$\vec{F}_m = \int d\vec{F}_m = \int I(d\vec{l} \times \vec{B}) \text{ or } \vec{F}_m = I(\vec{l} \times \vec{B})$$

Direction of $\vec{F}_m$ is perpendicular to the plane containing $\vec{B}$ and $\vec{dl}$ and can be determined by using Fleming's Left Hand Rule.

Condition for minimum Force:

If θ = 0° or 180°, F_m = 0. It means the current carrying conductor experiences no force when placed parallel or anti-parallel to the direction of the magnetic field.

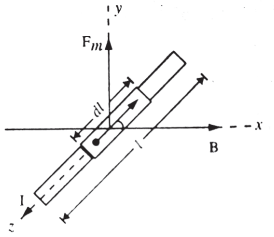
Condition for maximum Force:

If $\theta = 90°$, $F_m = BIl$. It means, a current carrying conductor placed at right angle to the uniform magnetic field experiences maximum force.

Q22: एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर कार्य करने वाले बल के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। उस नियम का नाम बताइए जो बल की दिशा बताता है। वह स्थिति लिखिए जिसके लिए इस बल का अधिकतम और न्यूनतम मान होगा।

उत्तर: एक धारावाही चालक में बड़ी संख्या में मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं। ये इलेक्ट्रॉन चालक में प्रवाहित होने वाली संवहन धारा की दिशा के विपरीत अपवाह वेग $\vec{v}$ से गति करते हैं। एक समान चुंबकीय क्षेत्र में गतिमान एक इलेक्ट्रॉन एक विक्षेपक बल का अनुभव करता है जो चालक को स्थानांतरित हो जाता है।

किसी समरूप चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में स्थित l लम्बाई के चालक पर विचार करते हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। । माना इसमें से प्रवाहित धारा I है।



माना की n = चालक के प्रति इकाई आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉन्स की संख्या ।

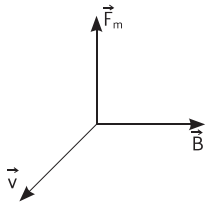
A = चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल।

किसी इलेक्ट्रॉन पर कार्यरत् चुम्बकीय लॉरेन्ज बल,

$$\vec{f}_m = -e(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \text{..... (i)}$$

बल $\vec{F}_m$ की दिशा $\vec{v}$ और $\vec{B}$ के तल के लम्बवत् होती है जैसा की चित्र में दिखाया गया हैं।

Jharkhandlab.com



(B)

अब dl लम्बाई के किसी अल्पांश पर विचार करते हैं।

अल्पांश में इलेक्ट्रॉन्स की संख्या = n x अल्पांश का आयतन = nAdl

∴अल्पांश पर लगने वाला चुम्बकीय लॉरेन्ज बल,

$$d\vec{F}_m = (nAdl)\vec{f}_m = nAdl\left[-e(\vec{v}\times\vec{B})\right] = -nAedl(\vec{v}\times\vec{B})$$

.....(ii)

लेकिन अपवाह वेग, $\vec{v} = -\frac{\vec{dl}}{dt}$ (चूँकि $\vec{dl}$, $\vec{v}$ के विपरीत दिशा में है)

और (nA dl) e = dq जहां छोटे तत्व पर आवेश है।

$$\therefore d\vec{F_m} = dq\left(\frac{\vec{dl}}{dt}\times\vec{B}\right) = \frac{dq}{dt}(\vec{dl}\times\vec{B})$$

$$\therefore d\vec{F_m} = I(\vec{dl}\times\vec{B})$$

चूँकि चालक इस प्रकार के अल्पांशों की बड़ी संख्या से मिलकर बना है, अतः चालक द्वारा अनुभव किया गया कुल बल इस प्रकार दिया जाता है,

$$\vec{F}_m = \int d\vec{F}_m = \int I(d\vec{l}\times\vec{B}) \text{ or } \vec{F}_m = I(\vec{l}\times\vec{B})$$

$\vec{F_m}$ की दिशा $\vec{B}$ और $\vec{dl}$ के समतल के लंबवत होती है तथा इसे फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम का उपयोग करके निर्धारित किया जा सकता है ।

न्यूनतम बल के लिए शर्तः

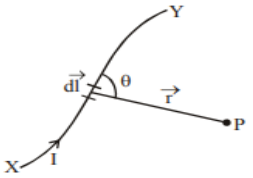
यदि θ = 0° या 180°, F_m = 0. इसका अर्थ है कि धारावाही चालक को चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के समानांतर या विपरीत दिशा में रखने पर कोई बल नहीं लगता है।

अधिकतम बल के लिए शर्तः

यदि $\theta = 90°$, $F_m = BIl$ इसका अर्थ है, एक समान चुंबकीय क्षेत्र के समकोण पर रखा गया धारावाही चालक अधिकतम बल का अनुभव करता है।

Q23: State Biot Savart's law. Derive an expression for magnetic field strength B at a point P due to current flowing through a straight conductor.

Ans: Biot-Savart's law:- The strength of magnetic field (dB) at a point P due to the current element dl will be dependent on,



(i) dB α I

(ii) dB α dl

(iii) dB α sinθ

(iv) $dB\alpha\frac{1}{r_2}$

where, θ is the angle between length of the current element and line joining the element to point (p)

On combining

$$dB \propto \frac{Idl\sin\theta}{r^2} \Rightarrow dB = k\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$$

[k = Proportionality constant]

In S.I. units, $k = \frac{\mu_0}{4\pi}$

where μ_0 is called permeability of free space.

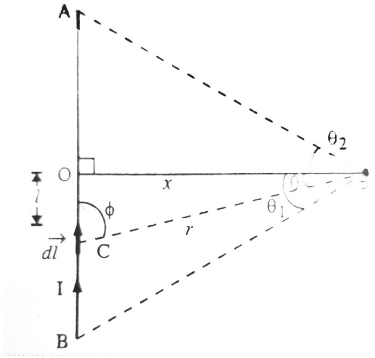
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ TA^{-1}m$$

$$\therefore dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2} \text{ and } d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}I\frac{(\vec{dl}\times\vec{r})}{r^3}$$

where μ_o is the absolute permeability of the free space. The direction of the magnetic field dB is perpendicular perpendicular to the plane containing vector $\vec{dl}$ and vector $\vec{r}$ and is directed into the plane of paper.

Magnetic field due to infinitely long straight wire carrying current using Biot Savart's law

Consider a long straight wire AB carrying current I. Let P be the point at a distance x from the wire, where the magnetic field is to be calculated.Consider a small current element of length dl at distance l from the centre of wire. Let r be the distance of a point P from the current element.



Jharkhandlab.com

According to Biot Savart's law, magnetic field at point P due to small element of the wire is given by

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\phi}{r^2} \quad \text{.....(i)}$$

In right angle triangle △POC,

$$\sin\phi = \frac{x}{r} = \cos\theta \quad \text{.....(ii)}$$

Or

$$r = \frac{x}{\cos\theta} \quad \text{.....(iii)}$$

$$\tan\theta = \frac{1}{x} \text{ or } l = x\tan\theta$$

$$dl = x\sec^2\theta d\theta \quad \text{.....(iv)}$$

Substitution the values of equations (ii), (iii) and (iv) in equation (i), we get

$$dB = \frac{\mu 0}{4\pi}\frac{I(x\sec^2 d\theta)\cos\theta}{(x^2/\cos^2\theta)}$$

Or, $$dB = \frac{\mu 0}{4\pi}\frac{I\cos\theta d\theta}{x} \quad \text{.....(v)}$$

Magnetic field due to the whole conductor AB can be calculated by integrating equation (v) within the limit from $-\theta_1$ to θ_2.

$$B = \int_{-\theta_1}^{\theta_2} dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\int_{-\theta_1}^{\theta_2}\cos\theta d\theta$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\left[\sin\theta\right]_{-\theta_1}^{\theta_2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\left[\sin\theta_2 - \sin(-\theta_1)\right]$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\left[\sin\theta_1 + \sin\theta_2\right] \quad (\because \sin(-\theta_1) = -\sin\theta_1)$$

If the straight wire is infinitely long, then θ_1 to θ_2 are taken as $\pi/2$, then above equation becomes

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\left(\sin\frac{\pi}{2} + \sin\frac{\pi}{2}\right) = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}(I+1)$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{21}{x}\right)$$

Here, the direction of magnetic field at point P will be perpendicular to the plane containing vector and vector $\vec{dl}$ and vector $\vec{r}$ is directed into the plane of paper.

Q23: बायो सावर्ट का नियम बताएं। किसी सीधे चालक से प्रवाहित धारा के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता B के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर: बायो-सावर्ट का नियम:- धारावाही अल्पांश dl के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र (dB) की सामर्थ्य निम्न पर निर्भर करेगी,

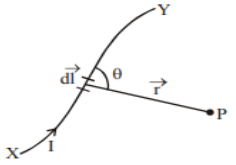
(i) dB α I

(ii) dB α dl

(iii) dB α sinθ

(iv) $dB\alpha\frac{1}{r_2}$

जहाँ θ, धारावाही अल्पांश $\vec{dl}$ और $\vec{r}$ के बीच का कोण है।



संयोजन करने पर

$$dB \propto \frac{Idl\sin\theta}{r^2} \Rightarrow dB = k\frac{Idl\sin\theta}{r^2} \quad [k = \text{Proportionality constant}]$$

In S.I. units, $k = \frac{\mu_0}{4\pi}$ where μ_0 is called permeability of free space.

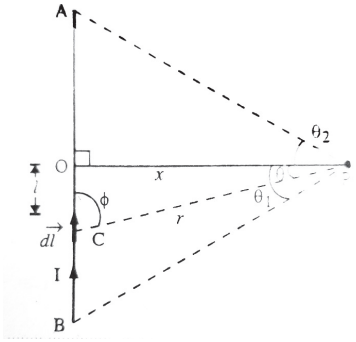
$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ TA^{-1}m$

$$\therefore dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2} \text{ and } d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}I\frac{(\vec{dl}\times\vec{r})}{r^3}$$

जहाँ μ_0 को मुक्त स्थान की पूर्ण पारगम्यता कहते है।

यहाँ चुंबकीय क्षेत्र dB की दिशा $\vec{dl}$ और $\vec{r}$ से युक्त तल के लम्बवत् होगी और कागज के तल में लम्बवत् अंदर की ओर निर्देशित होती है।

सीधे धारावाही तार के कारण चुंबकीय क्षेत्र : लंबे सीधे तार AB में प्रवाहित धारा I की कल्पना कीजिए। तार पर a दूरी पर एक बिंदु P लीजिए जहां चुंबकीय क्षेत्र की गणना करनी है। dl लंबाई के अल्प धारावाही अल्पांश की कल्पना कीजिए। धारावाही अल्पांश के मध्य बिंदु C से r दूरी पर बिंदु P लीजिए।



बायोट सावर्ट के नियम के अनुसार, धारावाही तार के अल्पांश (छोटे तत्व) के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र दिया जाता हैं।

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\phi}{r^2} \quad \text{.....(i)}$$

समकोण त्रिभुज में △ POC से,

$$\sin\phi = \frac{x}{r} = \cos\theta \quad \text{.....(ii)}$$

या

$$r = \frac{x}{\cos\theta} \quad \text{.....(iii)}$$

$$\tan\theta = \frac{1}{x} \text{ or } l = x\tan\theta$$

$$dl = x\sec^2\theta d\theta \quad \text{.....(iv)}$$

समीकरण (ii), (iii) और (iv) के मानों को समीकरण (i) में रखने पर हम पाते है

Jharkhandlab.com

$$dB = \frac{\mu 0}{4\pi}\frac{I(x\sec^2 d\theta)\cos\theta}{(x^2/\cos^2\theta)}$$

Or, $$dB = \frac{\mu 0}{4\pi}\frac{I\cos\theta d\theta}{x}$$ .....(v)

सम्पूर्ण चालक (AB) के कारण चुंबकीय क्षेत्र की गणना समीकरण (v) के समाकलन -θ1 से θ2 तक करके प्राप्त किया जा सकता है।

$$B = \int_{-\theta_1}^{\theta_2} dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\int_{-\theta_1}^{\theta_2}\cos\theta d\theta$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}[\sin\theta]_{-\theta_1}^{\theta_2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}[\sin\theta_2 - \sin(-\theta_1)]$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}[\sin\theta_1 + \sin\theta_2] \quad (\because \sin(-\theta_1) = -\sin\theta_1)$$

यदि सीधा तार अनन्त लंबाई का हो तो θ1 ओर θ2 को π /2लिया जाता है, तो उपरोक्त समीकरण बन जाता है ।

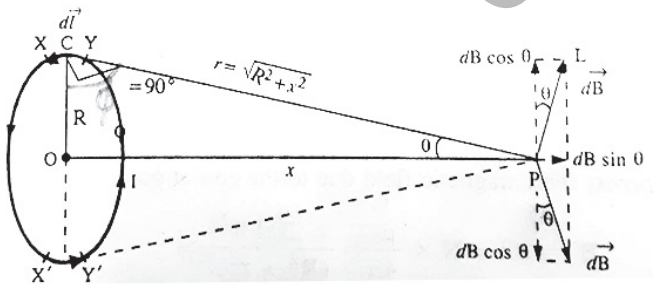
$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}\left(\sin\frac{\pi}{2} + \sin\frac{\pi}{2}\right) = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}(I + 1)$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{21}{x}\right)$$

यहाँ चुंबकीय क्षेत्र dB की दिशा $\vec{dl}$ और $\vec{r}$ से युक्त तल के लम्बवत् होगी और कागज के तल में लम्बवत् अंदर की ओर निर्देशित होती है।

Q24: Derive an expression for magnetic field strength B at a point P lying on the axis of a current carrying circular loop. Also find a magnetic field at the centre of a current carrying circular loop.

Ans :



Let P be the point on the axis of a circular loop of radius R carrying current I. The distance of P from the centre of loop is x. Let XY be a small element of length dl at a distance r from point P. Every current element is perpendicular to vector $\vec{r}$. According to Biot-Savart's law, magnetic field due to a small element XY at point P is

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\phi}{r^2}$$ .....(i)

Since $\phi = 90^\circ$,therefore equation (i) can be written as

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin 90^0}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{r^2}$$ .....(ii)

The direction of $\vec{dB}$ is perpendicular to the plane formed by vector $\vec{dl}$ and vector $\vec{r}$ and is along PL which is perpendicular to PC

Resolving $\vec{dB}$ into two components:

(i) dBcosθ, which is perpendicular to the axis of the coil.

(ii) dB sinθ, which is along the axis of the coil and away from the centre of the coil.

As the coil is symmetrical about its axis so every element of length ***dl*** has another equal and opposite element on the circular loop.For example element **XY** has equal and opposite element **X'Y'**.The perpendicular components of the magnetic field due to these elements being equal and opposite cancel each other. Hence the total contribution of perpendicular components of the magnetic field (i.e. dBcosθ) to the net magnetic field zero.

On the other hand, dB sinθ component of magnetic field due to each element of the loop is directed in the same direction. Therefore magnetic field at point P due to the whole loop is equal to the sum of dB sinθ components of magnetic field due to each element

i.e.

$$B = \Sigma dB\sin\theta \text{ or } B = \int dB\sin\theta \text{ or } B = \int \frac{\mu_0 Idl}{4\pi r^2}\sin\theta \text{ (Using eqn. (ii)}$$

$$B = \frac{\mu_0 I\sin\theta}{4\pi r^2}\int dl$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0\sin\theta \times 2\pi R}{4\pi r^2}$$

$$\sin\theta = \frac{R}{r} \therefore B = \frac{\mu_0 I}{4r^2}\cdot\frac{R2\pi R}{r}$$

$$= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{2\pi IR^2}{r^3} \text{ but } r = \sqrt{R^2 + x^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi IR^2}{(R^2 + X^2)^{\frac{3}{2}}}$$

If the coil has N turns, then magnetic field due to the coil at point P becomes,

$$B' = nB = N \times \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2\pi IR^2}{(R^2 + X^2)^{3/2}}$$

$$B' = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot 2\pi NI\cdot\frac{R^2}{(R^2 + X^2)^{3/2}}$$

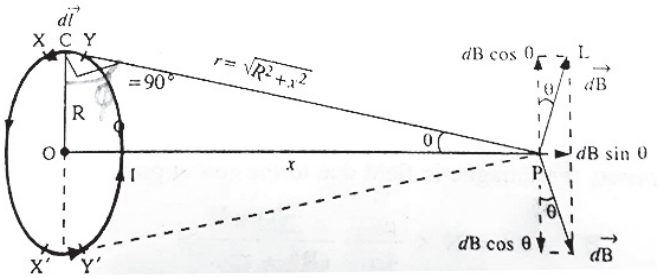
Magnetic field at the centre of the coil can be determined by putting x =0 in the above equation.

$$B' = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi NI}{R}$$

Q24: धारावाही वृत्ताकार लूप के अक्ष पर स्थित बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता B के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। किसी धारावाही वृत्ताकार लूप के केंद्र पर भी चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

Jharkhandjac.com



मान लीजिए कि त्रिज्या R के एक वृत्ताकार लूप जिसमें I धारा प्रवाहित हो रही है के धुरी पर बिंदु P है। लूप के केंद्र से x दूरी पर बिंदु P स्थित है।बायोट सावर्ट के नियम के अनुसार, धारावाही तार के अल्पांश (छोटे तत्व) XY के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र दिया जाता हैं।

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\phi}{r^2} \quad \text{.....(i)}$$

चूँकि ϕ = , इसलिए समीकरण (i) को निम्न तरीके से लिखा जा सकता है

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin 90^0}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{r^2} \quad \text{.....(ii)}$$

$\vec{dB}$ की दिशा $\vec{dl}$ और $\vec{r}$ के तल के लंबवत हैं और PL के दिशा में है जो PC के लंबवत है। $\vec{dB}$ को दो घटको में विभाजित करने पर -

(i) dBcosθ, जो लूप के अक्ष के लंबवत है।

(ii) dB sinθ, जो लूप के अक्ष के दिशा मे केंद्र से दूर है।

चूंकि लूप अपनी अक्ष के चारों ओर सममित रहती है, इसलिए dl लम्बाई का प्रत्येक धारावाही अंश का एक समान और विपरीत अल्पांश होता है। उदाहरण के लिए अल्पांश XY का समान और विपरीत अल्पांश X'Y' है। इन अल्पांश के कारण चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत घटक dBcosθ बराबर और विपरीत होने के कारण एक दूसरे को निरस्त कर देते हैं।कारण चुंबकीय क्षेत्र के घटक dBcosθ समान और विपरीत दिशा में है एक दूसरे को निरस्त करते हैं इसलिए चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत घटकों (यानी dBcosθ) का शुद्ध चुंबकीय क्षेत्र में कुल योगदान शून्य होता है।

दूसरी ओर, लूप के प्रत्येक अल्पांश के कारण चुंबकीय क्षेत्र का dB sinθ घटक एक ही दिशा में निर्देशित होता है। इसलिए पूरे लूप के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र dB sinθ के घटकों के योग के बराबर होता है। अर्थात

$$B = \sum dB\sin\theta \text{ or } B = \int dB\sin\theta \text{ or } B = \int \frac{\mu_0 Idl}{4\pi r^2}\sin\theta \text{ (using eqn. .....(ii))}$$

$$B = \frac{\mu_0 I\sin\theta}{4\pi r^2}\int dl$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0\sin\theta \times 2\pi R}{4\pi r^2}$$

$$\sin\theta = \frac{R}{r} \therefore B = \frac{\mu_0 I}{4r^2}\cdot\frac{R2\pi R}{r}$$

$$= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{2\pi IR^2}{r^3} \text{ but } r = \sqrt{R^2+x^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi IR^2}{(R^2+X^2)^{\frac{3}{2}}}$$

यदि लूप में N फेरे हैं, तो कुण्डली के कारण बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र होता है,

$$B' = nB = N\times\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2\pi IR^2}{(R^2+X^2)^{3/2}}$$

$$B' = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot 2\pi NI\cdot\frac{R^2}{(R^2+X^2)^{3/2}}$$

लूप के केंद्र में चुम्बकीय क्षेत्र को उपरोक्त समीकरण में x = 0 रखकर ज्ञात किया जा सकता है।

$$B' = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi NI}{R}$$

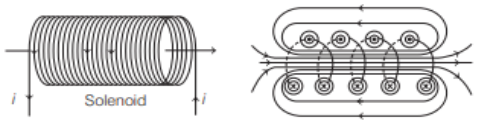
Q25: State and explain Ampere's circuital law. Obtain an expression for the magnetic field along the axis of a current carrying solenoid of length L and having N numbers of turns.

Ans: Ampere's Circuital Law: The line integral of magnetic field induction B around any closed path in vacuum is equal to μ_0 times the total current threading the closed path,

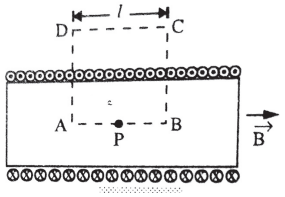
i.e. $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I$

where, B is the magnetic field, dl is small element, μ_0 is the absolute permeability of free space and I is the current.

Solenoid: A solenoid is a closely wound helix of insulated copper wire. Magnetic field inside the solenoid is almost uniform, strong and directed along the axis of the solenoid.The magnetic field outside a very long solenoid is very weak and can be neglected .



Consider a very long solenoid having n turns per unit length of solenoid.Let current I be flowing through the solenoid.Let P be a point well within the solenoid.Consider any rectangular loop ABCD passing through point P as shown in figure.



Line integral of magnetic field across the loop ABCD,

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_A^B \vec{B}\cdot d\vec{l} + \int_B^C \vec{B}\cdot d\vec{l} + \int_C^D \vec{B}\cdot d\vec{l} + \int_D^A \vec{B}\cdot d\vec{l}$$

.....(i)

$\vec{B}$ is perpendicular to path BC and AD i.e. angle between $\vec{B}$ and $\vec{dl}$ is 90° for these paths.

$$\int_B^C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_D^A \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int Bdl\cos 90^0 = 0$$

Since path CD is outside the solenoid, where $\vec{B}$ is taken as zero,

Jharkhandlab.com

so, $\int_C^D \vec{B} \cdot \vec{dl} = 0$

For path AB, the direction of $\vec{dl}$ and $\vec{B}$ is same i.e. $\theta = 0$.

Hence equation (i) becomes

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int_A^B \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int_A^B Bdl\cos\theta = \int_A^B bdl$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = B\int_A^B dl \qquad (\therefore \text{ B is uniform})$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = Bl\left(\therefore \int_A^B dl = \text{total length of path AB} = l\right)$$

.....(ii)

According to Ampere's circuital law,

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl}$$

$= \mu_0 \times$ net current enclosed by loop ABCD

$= \mu_0 \times$ number of turns in the loop ABCD $\times$ I $= \mu_0 nlI$

.....(iii)

Comparing eq (ii) and (iii), We get

$Bl = \mu_0 nlI$

$B = \mu_0 nI$

Where $n=N/l$ = numbers of turn per unit length.

N= Total numbers of turns of solenoid

and l = length of solenoid.

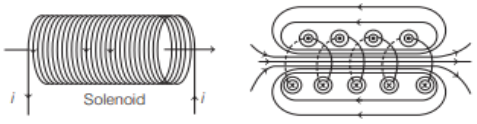
So $B = \frac{\mu_0 NI}{l}$

Q25: ऐम्पियर का परिपथीय नियम बताइए और समझाइए। लंबाई L की धारावाही परिनालिका के अक्ष के अनुदिश चुंबकीय क्षेत्र के लिए व्यंजक प्राप्त करें यदि इसमे घुमावों की संख्या N है।

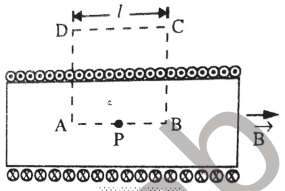
उत्तर: एम्पीयर का परिपथीय नियम: निर्वात में किसी भी बंद पथ के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र प्रेरण B का समाकलन पथ में कुलधारा तथा निरपेक्ष पारगम्यता (μ_0) के गुणनफल के बराबर होता है।

यानी $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$ जहां, B चुंबकीय क्षेत्र है, dl अल्पांश तत्व है, μ_0 मुक्त स्थान का निरपेक्ष पारगम्यता है और I विदुतधारा है।

परिनालिका: परिनालिका विद्युतरोधित ताँबे के तार का बारीकी से लिपटा हुआ कुण्डल है। परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र लगभग समान, मजबूत और परिनालिका की धुरी के साथ निर्देशित होता है। बहुत लंबे परिनालिका के बाहर चुंबकीय क्षेत्र बहुत कमजोर होता है और इसे उपेक्षित किया जा सकता है।



एक बहुत लंबी परिनालिका पर विचार करें जिसमें परिनालिका की प्रति इकाई लंबाई में n फेरे हैं। मान लीजिए कि परिनालिका से धारा I प्रवाहित हो रही है। मान लीजिए कि P परिनालिका के भीतर एक बिंदु है। कि सी भी आयताकार लूप ABCD पर विचार करें जो बिंदु P से होकर गुजरता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



लूप ABCD के आर-पार चुंबकीय क्षेत्र का रेखा समाकलन,

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int_A^B \vec{B} \cdot \vec{dl} + \int_B^C \vec{B} \cdot \vec{dl} + \int_C^D \vec{B} \cdot \vec{dl} + \int_D^A \vec{B} \cdot \vec{dl}$$

.....(i)

$\vec{B}$ पथ BC और AD के लम्बवत् होता है अर्थात $\vec{B}$ और $\vec{dl}$ होता है इन पथों के

$$\int_B^C \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int_D^A \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int Bdl\cos 90^0 = 0$$

चूँकि पथ CD परिनालिका के बाहर है, जहाँ $\vec{B}$ शून्य के रूप में लिया जाता है,

इसलिए $\int_C^D \vec{B} \cdot \vec{dl} = 0$

पथ AB के लिए $\vec{dl}$ और $\vec{B}$ समान है अर्थात $\theta = 0$.

इसलिए समीकरण (i) बन जाता है

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int_A^B \vec{B} \cdot \vec{dl} = \int_A^B Bdl\cos\theta = \int_A^B bdl$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = B\int_A^B dl \qquad (\therefore \text{ B is uniform})$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = Bl\left(\therefore \int_A^B dl = \text{total length of path AB} = l\right)$$

.....(ii)

ऐम्पियर के परिपथीय नियम के अनुसार,

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl}$$

$= \mu_0 \times$ net current enclosed by loop ABCD

$= \mu_0 \times$ number of turns in the loop ABCD $\times$ I $= \mu_0 nlI$

.....(iii)

(ii) और (iii) की तुलना करने पर, हमें यह प्राप्त

$Bl = \mu_0 nlI$

$B = \mu_0 nI$

Jharkhandlab.com

जहाँ n=N/*l* = प्रति इकाई लंबाई में घुमावों की संख्या ।

N = परिनालिका के घुमावों की कुल संख्या

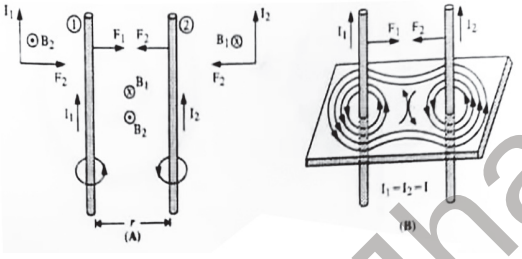
और *l* = परिनालिका की लंबाई।

इसलिए

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l}$$

Q26: Derive an expression for the force per unit length between two long straight parallel conductors carrying current in the same direction and hence define the unit of current. Is this force attractive or repulsive?

Ans: Consider two infinitely long parallel conductors carrying currents I_1 and I_2 in the same direction .Let r be the perpendicular distance between the two conductors.The current I_1 in the conductor (1) produces a magnetic field around it as shown in Figure .



The magnetic field at any point on the conductor (2) due to current I_1 in conductor (1) is given by

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right) \quad \text{.....(i)}$$

The direction of B_1 , with reference to conductor (2) is perpendicular to the plane of the conductor and is directed vertically downward (i.e. into the plane)..

We know, a current carrying conductor of length l placed at right angle to the magnetic field (B) experiences a force, which is given by

$$F = IBl$$

Therefore, force experienced per unit length of conductor (2) in the magnetic field B_1 is given by

$$F_2 = B_1 I_2 \times 1 = B_1 I_2$$

From equation (1),

$$F_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right)I_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right) \quad \text{.....(ii)}$$

Applying Fleming's left hand rule to conductor (2), the direction of F_2 is in the plane of the conductors directed towards conductor (1).

Similarly, the force experienced per unit length of conductor (1) in the magnetic field (B_2) due to e current carrying conductor (2) is given by

$$F1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right)$$

Applying Fleming's left hand rule to conductor (1), the direction of F_1, lies in the plane of the conductors and is directed towards conductor (2).

Since F_1 and F_2 are equal and opposite, so these forces pull the two conductors towards each other. Hence, we conclude that two long parallel conductors carrying currents in the same direction attract each other.

Similarly, it can be said that two long parallel current carrying conductors carrying current in opposite directions repel each other.

Definition of ampere

Force experienced per metre length of conductor by two parallel infinitely long straight conductors carrying currents I_1 and I_2 is given by

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right)Nm^{-1}$$

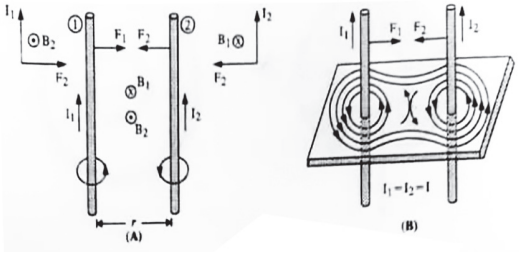
if $I_1 = I_2 = 1$ ampere and r = 1 m, then

$$F = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{4\pi} \times \frac{2 \times 1 \times 1}{1} = 2 \times 10^{-7} Nm^{-1}$$

Ampere is that current which if maintained in two infinitely long parallel conductors of negligible cross-sectional area separated by 1 metre in vacuum causes a force of 2 x 10^{-7}N on each metre of the other wire.

Q26: दो लम्बे सीधे समानान्तर समान दिशा में धारावाही चालकों के मध्य प्रति इकाई लम्बाई पर लगने वाले बल का व्यंजक व्युत्पित कीजिए और और धारा की इकाई को परिभाषित कीजिए। यह बल आकर्षक है या प्रतिकर्षिक ?

उत्तर: किन्हीं दो अनन्त लम्बाई के समानान्तर चालकों, जिनमें I_1 और I_2 , धाराएँ समान दिशा में बह रही हैं, की कल्पना कीजिए ।



माना की r दोनों चालकों के मध्य लम्बवत दूरी है। धारा I_1 के कारण चालक (1) के चारों तरफ चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। चालक (1) में I_1 धारा के कारण चालक (2) के किसी भी बिन्दु पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र इस प्रकार दी जाती है।

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right) \quad \text{.....(1)}$$

चालक (2) के सापेक्ष B_1 की दिशा चालक (2) के तल के लम्बवत् होती है और ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर होती है। हम जानते हैं, चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् रखे धारावाही चालक पर बल इस प्रकार दी जाती है।

$$F = IBl$$

इसलिए चुम्बकीय क्षेत्र B_1 में चालक (2) की प्रति इकाई लम्बाई पर लगने वाला बल इस प्रकार से दी जा सकती है।

jharkhandlab.com

$$F_2 = B_1 I_2 \times 1 = B_1 I_2$$

समीकरण (1) से,

$$F_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right)I_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right) \quad \text{.....(ii)}$$

चालक (2) पर फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम के प्रयोग से F_2 की दिशा चालक (1) की ओर हैं। इसी तरह, धारावाही चालक (2) के कारण चुम्बकीय क्षेत्र B_2 में चालक (1) की प्रति इकाई लम्बाई पर लगने वाला बल इस प्रकार से दी जा सकती है।

$$F1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right)$$

चालक (1) पर फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम के प्रयोग से F_1 की दिशा चालक (2) की ओर होती है। चूँकि F_1 तथा F_2 समान तथा विपरीत हैं, अतः ये बल दोनों चालकों को एक दूसरे की ओर खींचेंगे।

इससे निष्कर्ष निकलता है कि दो लम्बे समानान्तर धारावाही चालक जिनमें समान दिशा में धारायें हो, एक दूसरे को आकर्षित करते हैं।

इसी प्रकार से, यह कहा जा सकता है कि दो लम्बे समानान्तर धारावाही चालक जिनमें धारा विपरीत दिशा में हो एक दुसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

एम्पियर की परिभाषा

I_1 तथा I_2 धारा के सीधे दो अनन्त लम्बाई के दो समानान्तर चालकों के द्वारा चालक की प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल इस प्रकार से दी जा सकती है।

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right)\mathrm{Nm^{-1}}$$

यदि $I_1 = I_2 = 1$एम्पियर और $r = 1$ m हो तब

$$F = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{4\pi} \times \frac{2 \times 1 \times 1}{1} = 2 \times 10^{-7}\mathrm{Nm^{-1}}$$

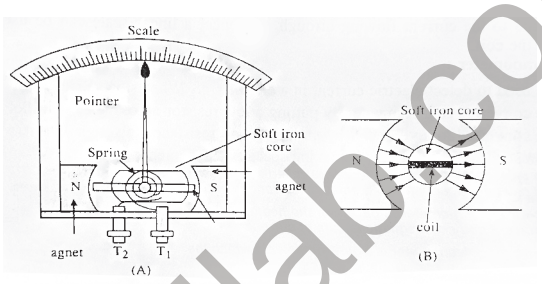
इस प्रकार, एक एम्पियर वह धारा है जो निर्वात् में 1 मीटर की दूरी पर रखे नगण्य अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले दो अनन्त लम्बाई के समानान्तर चालकों में प्रवाहित होने पर आपस में एक दूसरे तार की प्रति मीटर लम्बाई पर 2×10^{-7} Nबल उत्पन्न करती है।

Q27: Describe the principle construction and working of a moving coil galvanometer. How can its sensitivity be increased? What is the use of a radial magnetic field?

Ans: Moving Coil Galvanometer is an electric device used to measure or detect small electric current in the electric circuit.

Principle: The moving coil galvanometer works on the principle that when a current carrying loop or coil is placed in a uniform magnetic field,it experiences torque.

Construction: It consists of a coil which is wound on a non-metallic frame. The coil is suspended between the two poles of a permanent magnet which are cylindrical in shape. The coil is suspended by a hair-like spiral spring which acts as a path for the current to the coil also. The terminals T1 and T2 of the galvanometer are connected to the ends of the coil. The spring exerts a very small restoring couple on the coil. A piece of soft iron is placed within the frame of the coil. A plane circular mirror is attached below the pointer to note the deflection of the coil using scale arrangement.



Let B = Intensity of magnetic field

I = Current flowing through the coil

l = Length of coil

b = Breadth of the coil

(l x b) = A = Area of the coil

N = Number of turns in the coil

Principle

When current flows through the coil, it experiences a torque, which is given by

$\tau = NIAB \sin\theta$

Where θ is the angle made by the normal to the plane of the coil with the direction of the magnetic field. If this angle is 90° then sinθ = sin 90° = 1. It is possible when cylindrical poles of permanent magnet are used which produce radial magnetic field shown in figure

Then $\tau = NIAB$ .....(i)

This torque is known as the deflecting torque.

As the coil gets deflected, the spring is twisted and a restoring torque is developed in it. If k is the restoring torque per unit twist then the restoring torque for the deflection α is given by

$\tau = k\alpha$ .....(ii)

For equilibrium of the coil, Deflecting torque = Restoring torque

i.e. $NIAB = k\alpha$

$$I = \frac{k\alpha}{NAB}$$

$$I = G\alpha$$

$$G = \frac{k}{NAB}$$

$$I \propto \alpha$$

Where G is called galvanometer constant.

Thus, deflection of the coil is directly proportional to the current flowing through it. Hence we can use a linear scale in the galvanometer to detect the current in the circuit

Jharkhandlab.com

Use of Radial Magnetic Field in Moving Coil Galvanometer

A radial magnetic field is generated by the cylindrical poles of the permanent magnet of the galvanometer and is always parallel to the plane of the coil . The torque produced in the galvanometer coil is given by $\tau = NIAB\sin\theta$, throughout the rotation of the coil.

For a radial magnetic field, the angle between the normal to the plane of the loop and the magnetic field will be $\theta = 90°$. Therefore $\tau = NIAB$ Thus, when a radial magnetic field is applied, the deflection of the coil is proportional to the current flowing through it. Hence a linear scale can be used to determine the deflection of the coil.

Sensitivity of Galvanometer: A galvanometer is said to be sensitive if a small current flowing through the coil of the galvanometer produces a large deflection in it.

Current sensitivity : The current sensitivity of a galvanometer is defined as the deflection produced in the galvanometer per unit current flowing through it.

I,e. Current sensitivity= $\frac{\alpha}{I} = \frac{\alpha(NAB)}{k\alpha} = \frac{NAB}{k}$

since $\left(\because I = \frac{k\alpha}{NAB}\right)$

Therefore, the current sensitivity of the galvanometer can be increased in the following way.

(a) By increasing the magnetic field B using a strong permanent horse-shoe magnet.

(b) By increasing the number of turns N.

(c) By increasing the area of coil A.

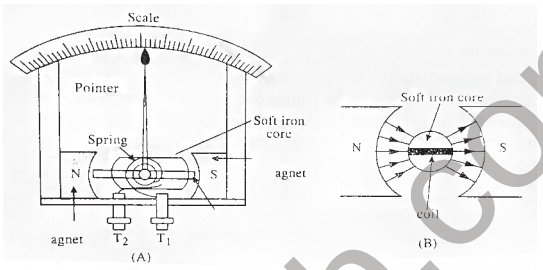
(d) by decreasing the value of restoring force constant K.

Q27: चल कुंडली गैल्वेनोमीटर के सिद्धांत निर्माण और कार्यप्रणाली का वर्णन करें। इसकी संवेदनशीलता कैसे बढ़ाई जा सकती है?त्रिज्यीय चुंबकीय क्षेत्र का क्या महत्व है?

उत्तर: चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर (Moving Coil Galvanometer) विद्युत परिपथ में प्रवाहित अल्प विद्युत धारा को मापन करने के लिए प्रयुक्त युक्ति है।

सिद्धान्त : चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर इस सिद्धान्त पर कार्य करता है कि जब एक धारावाही लूप या कुण्डली को समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाये तो इस पर बल आपूर्ण कार्य करता है।

बनावट : इसमें एक कुण्डली होती हैं जिसको एक अधातु फ्रेम पर लपेट कर रखा जाता है। कुण्डली को स्थिर चुम्बक के दो ध्रुवों के मध्य लटका कर रखा जाता है जो आकार में बेलनाकार होते हैं। धारामापी के टरमीनल T_1 और T_2 कुण्डली के सिरे से सम्बन्धित होते हैं। स्प्रिंग कुण्डली पर अल्प प्रत्यानयन बल युग्म आरोपित करती है। कोमल लोहे का एक टुकड़ा कुण्डली के फ्रेम के मध्य रखा जाता है।



सिद्धान्त

जब धारा कुण्डली से प्रवाहित होती है तो इस पर बल आपूर्ण कार्य करता है जो इस प्रकार दिया जाता है

$\tau = NIAB\sin\theta$

जहाँ θ =कुण्डली के तल से अभिलम्ब द्वारा चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा से बनाया गया कोण है।

B =चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

I = कुण्डली में प्रवाहित धारा

l = कुण्डली की लम्बाई

b = कुण्डली की चौड़ाई

(l x b) = A = कुण्डली का क्षेत्रफल

N = कुण्डली के फेरों की संख्या

यदि यह कोण 90° है तो $\sin\theta = \sin 90° = 1$ [यह सम्भव है जब स्थिर चुम्बक का बेलनाकार ध्रुव प्रयुक्त किया जाये जो त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।]

तब $\tau = NIAB$ .....(i)

यह बल आघूर्ण 'विक्षेप आघूर्ण' के नाम से जाना जाता है। जैसे ही कुण्डली विक्षेपित होती है, निलम्बित तार में ऐंठन उत्पन्न हो जाती है और प्रत्यानयन बल युग्म उत्पन्न होता है। यदि k प्रत्यानयन बलयुग्म निलम्बन तार की प्रति इकाई ऐंठन पर हो तो α विक्षेप के लिए प्रत्यानयन बलयुग्म इस प्रकार दिया जा सकता है।

$\tau = k\alpha$ .....(ii)

कुंडली के संतुलन के लिए , विक्षेप आघूर्ण=प्रत्यानयन बलयुग्म

अर्थात $NIAB = k\alpha$ या

$$I = \frac{k\alpha}{NAB}$$

$$I = G\alpha$$

$$G = \frac{k}{NAB}$$

$$I \propto \alpha$$

जहाँ G को धारा मापी नियतांक कहते हैं।

इस प्रकार, कुण्डली का विक्षेपण इसमें प्रवाहित धारा के सीधे समानुपाती होता है।

चलकुण्डली गैलवेनोमीटर में त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र का उपयोग (Use of Radial Magnetic Field in Moving Coil Galvanometer)

एक त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र, गैल्वेनोमीटर के स्थायी चुम्बक के बेलनाकार ध्रुवों के द्वारा उत्पन्न होता है तथा यह सदैव चुम्बकीय क्षेत्र की कुण्डली के तल के समानान्तर होता है। धारामापी की कुण्डली में उत्पन्न बल आघूर्ण

Jharkhandlab.com

τ = NIABsinθ से दिया जाता है।

त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र के लिए, लूप के तल के अभिलम्ब और चुम्बकीय क्षेत्र के मध्य कोण $\theta = 90°$ होगा।

τ = NIAB

इस प्रकार, जब त्रिज्यीय चुम्बक क्षेत्र प्रयुक्त किया जाता है, कुण्डली का विक्षेप इसमें प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।

(Sensitivity of Galvanometer)

यदि गैल्वेनोमीटर की कुण्डली से प्रवाहित अल्प धारा इसमें अधिक विक्षेप उत्पन्न करे तो गैल्वेनोमीटर अधिक सुग्राही होता है।

धारा सुग्राहिता : गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता इसमें प्रवाहित प्रति इकाई धारा के कारण उत्पन्न विक्षेप से प्रदर्शित की जाती है। अर्थात्

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\alpha(NAB)}{k\alpha} = \frac{NAB}{k} \quad \left(\because I = \frac{k\alpha}{NAB}\right)$$

अतः गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता में निम्न प्रकार से वृद्धि की जा सकती है।

(a) प्रबल स्थायी हार्स-शू चुम्बक के प्रयोग से चुम्बकीय क्षेत्र B में वृद्धि के द्वारा।

(b) फेरों N की संख्या में वृद्धि के द्वारा।

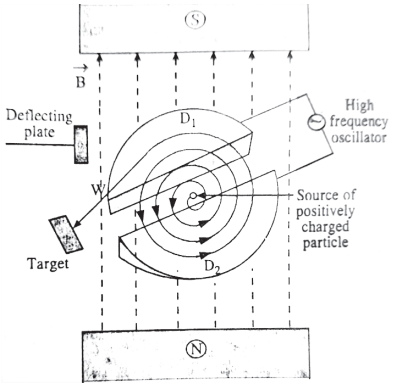
(c) कुण्डली A के क्षेत्रफल में वृद्धि करके।

(d) प्रतिबल नियतांक K के मान में कमी करके।

Q28: Describe principle construction theory and working of a cyclotron. Why is a cyclotron not suitable for accelerating electrons?

Ans: Cyclotron is a device used to accelerate positively charged particles (like protons, a-particles, deuterons, ions etc.) to acquire enough energy to carry out nuclear disintegrations.

Principle: When a positively charged particle is made to move again and again in a high frequency electric field and using a strong magnetic field, it gets accelerated and acquires a sufficiently large amount of energy.



Construction : It consists of two hollow D-shaped metallic chambers D_1 and D_2 called dees. These dees are separated by a small gap where a source of positively charged particles is placed. Dees are connected to a high frequency oscillator, which provides a high frequency electric field across the gap of the dees. The particles inside the dees are shielded from electric fields but the magnetic field acts on them and makes them move in circular paths in the dee. Reversal of the polarity of electric oscillations ensures that the particle is always accelerated by the electric field. Radius of the circular path increases with increase in acceleration, so the path of the particle becomes a spiral . This arrangement is placed between two poles of a strong electromagnet. The magnetic field due to this electromagnet is perpendicular to the plane of the dees.

Working: If a positively charged particle (say proton) is emitted from source, when dee D_2 is negatively charged and dee D_1 is positively charged, it will accelerate towards D_2. As soon as it enters D_2, it is shielded from the electric field by the metallic chamber. Inside D_2, it moves at right angle to the magnetic field and hence describes a semi-circle inside it. After completing the semi-circle, it enters the gap between the dees at the time, when polarities of dees have been reversed. Now the proton is further accelerated towards D_1. Then it enters D_1, and again describes the semi-circle due to the magnetic field which is perpendicular to the motion of the proton. This process continues till the proton reaches the periphery (i.e., external boundary) of the dee system. At this stage, the proton (or a heavy charged particle) is deflected by the deflecting plate, which then comes out through the window (W) and hits the target.

Theory: When a proton (or other positively charged particle) moves at right angle to the magnetic field (B) inside the dee, magnetic Lorentz force acting on it is given by

$F = qvB \sin 90° = qvB$ (q = charge on the particle)

This force provides the centripetal force $\frac{mv^2}{r}$ to the charged particle to move in a circular path of radius r.

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \quad or \quad r = \frac{mv}{qB} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

The time taken by the particle to complete a semicircle inside the dee,

$$t = \frac{Distance}{Speed} = \frac{\pi r}{v} \quad or \quad t = \frac{\pi}{v} \times \frac{mv}{qB}$$

$$or \quad t = \frac{\pi m}{qB}$$

..............................(ii)

This shows that time taken by positively charged particles to complete a semicircle is uniform and does not depend on the radius.

Jharkhandlab.com

Time Period- Let T be the time period of the high frequency electric field, then the polarities of dees will change after time T/2. The particle will be accelerated if time taken by it to describe the semi-circle is equal to T/2.

I.e. $$\frac{T}{2}=t=\frac{\pi m}{qB}$$

or

$$T=\frac{2\pi m}{qB} \quad \text{.....(iii)}$$

cyclotron frequency (Cyclotron frequency)

$$f=\frac{1}{T}=\frac{qB}{2\pi m} \quad \text{.....(iv)}$$

Cyclotron angular frequency,

$$W=2\pi f=\frac{qB}{m} \quad \text{..... .....(v)}$$

(iii) Energy gained – received by a positively charged particle The energy carried is given as

$$E=\frac{1}{2}mv^2$$

Using equation (i) $$v=\frac{qBr}{m}$$

$$E=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m\left(\frac{qBr}{m}\right)^2=\frac{q^2B^2r^2}{2m} \quad \text{..... (vi)}$$

The maximum energy obtained by a positively charged particle,

$$E_{max}=\left(\frac{q^2B^2}{2m}\right)r_{max}^2 \quad \text{.... ..... (vii)}$$

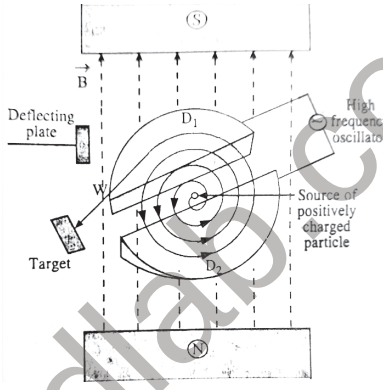
Thus, the positively charged particle will acquire maximum energy, when it is at the periphery of the dees (where, r is maximum).

Cyclotron cannot accelerate electrons because their mass is very small. They move with very high velocities even after receiving low energy in the cyclotron. Also Oscillating electric fields make them go quickly out of phase because of their high speed.

Q28: साइक्लोट्रॉन के सिद्धांत निर्माण और कार्यप्रणाली का वर्णन करें। इलेक्ट्रॉनों को त्वरित करने के लिए एक साइक्लोट्रॉन उपयुक्त क्यों नहीं है?

उत्तर: साइक्लोट्रॉन-(Cyclotron) : साइक्लोट्रॉन धनावेशित कणों (जैसे प्रोटॉन्स, a-कण, ड्यूट्रॉन आदि) को त्वरित करने में प्रयुक्त युक्ति है जिनको प्रयाप्त ऊर्जा देकर नाभिकीय विघटनों आदि में प्रयुक्त किया जाता है।

सिद्धान्त - जब किसी धनावेशित कण को उच्च आवृत्ति विद्युत् क्षेत्र में प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र का प्रयोग करते हुए बार-बार गति कराई जाती है तो यह त्वरित होता है तथा पर्याप्त मात्रा में अत्यधिक ऊर्जा प्राप्त कर लेता है।



बनावट-यह दो खोखले D-आकृति के धात्विक कक्षों का बना होता है जिन्हें डीज़ (Dees) कहते हैं। इन डीज़ के मध्य कुछ अन्तराल रखा जाता है जिसमें धनावेशित कणों के स्रोत (source) को रखा जाता है। डीज़ को उच्च आवृत्ति दोलक से जोड़ा जाता है जो कि डीज के अन्तराल में उच्च आवृत्ति विद्युत् क्षेत्र प्रदान करता है। इस व्यवस्था को प्रबल विद्युत् चुम्बक के दो ध्रुवों के मध्य रखा जाता है। इस विद्युत् चुम्बक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र डीज के तल के लम्बवत् होता है।

कार्यप्रणाली- यदि O से कोई धनावेशित कण (प्रोटॉन) उत्सर्जित होता है तथा जब D_2 ऋणावेशित होती है व D_1 धनावेशित होती है तो कण D_2 की ओर त्वरित होता है। D_2 में यह चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् गति करता है। इसलिए D_2 में यह अर्द्धवृत्ताकार पथ का अनुकरण करता है। अर्धवृत्त पूर्ण करने के पश्चात् जब डीज की ध्रुवणता उत्क्रमित (reverse) हो जाती है तो यह डीज के मध्य अन्तराल में प्रवेश करता है। अब प्रोटॉन D_1 की ओर त्वरित होता है। अब यह D_1 में प्रवेश करता है तथा चुम्बकीय क्षेत्र के कारण अर्धवृत्ताकार पथ का अनुसरण करता है जोकि प्रोटॉन की गति के लम्बवत् होता है। यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि प्रोटॉन डीज़ निकाय की परिधि तक नहीं पहुँच जाए। इस स्थिति में प्रोटॉन (या भारी आवेशित कण) विक्षेपण प्लेट द्वारा विक्षेपित हो जाता है जो कि खिड़की (W) में से होता हुआ लक्ष्य से टकराता है।

सिद्धान्त- जब कोई प्रोटॉन (अथवा अन्य धनात्मक आवेशित कण) अर्धचन्द्र में चुम्बकीय क्षेत्र (B) के लम्बवत् गति करता है तो इस पर कार्यरत् लॉरेन्ज बल

F = qvB sin 90° = qvB (q = कण पर आवेश)

यह बल आवेशित कण को r त्रिज्या के वृत्ताकार पथ में गति कराने के लिए अभिकेन्द्रीय बल $\frac{mv^2}{r}$ प्रदान करता है।

$$qvB=\frac{mv^2}{r} \quad or \quad r=\frac{mv}{qB} \text{.....(i)}$$

अर्द्धचन्द्र में कण द्वारा अर्द्धवृत्त पूर्ण करने में लगा समय,

$$t=\frac{Distance}{Speed}=\frac{\pi r}{v} \; or \; t=\frac{\pi}{v}\times\frac{mv}{qB}$$

$$or \; t=\frac{\pi m}{qB} \quad \text{.....(ii)}$$

इससे यह प्रदर्शित होता है कि धनात्मक आवेशित कण द्वारा अर्द्धवृत्त पूर्ण करने में लगा समय समान होता है तथा त्रिज्या पर निर्भर नहीं करता है।

Jharkhandlag.com

आवर्तकाल (Time Period)-माना प्रत्यावर्ती विद्युत् क्षेत्र का आवर्तकाल T है तो अर्द्धचन्द्रों की ध्रुवणता T/2 समय के पश्चात् परिवर्तित होगी। यदि किसी कण द्वारा अर्द्धवृत्त पूर्ण करने में लगा समय T/2 के बराबर होगा तो कण त्वरित होगा।

अर्थात् $\frac{T}{2} = t = \frac{\pi m}{qB}$

या

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad \text{.....(iii)}$$

साइक्लोट्रॉन आवृत्ति (Cyclotron frequency)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m} \quad \text{.....(iv)}$$

साइक्लोट्रॉन कोणीय आवृत्ति,

$$W = 2\pi f = \frac{qB}{m} \quad \text{.....(v)}$$

(iii) प्राप्त की गई ऊर्जा (Energy gained)- धनात्मक आवेशित कण द्वारा प्राप्त की गई ऊर्जा इस प्रकार दी जाती है।

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

समी० (i) के प्रयोग से

$$v = \frac{qBr}{m}$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{qBr}{m}\right)^2 = \frac{q^2B^2r^2}{2m} \quad \text{.....(vi)}$$

धनात्मक आवेशित कण द्वारा प्राप्त की गई अधिकतम ऊर्जा,

$$E_{max} = \left(\frac{q^2B^2}{2m}\right)r_{max}^2 \quad \text{..... (vii)}$$

अत: जब धनात्मक आवेशित कण अर्द्धचन्द्र की परिधि पर होगा (जहाँ r अधिकतम है) तो वह अधिकतम ऊर्जा ग्रहण करेगा।

साइक्लोट्रॉन इलेक्ट्रॉन्स को त्वरित नहीं कर सकता क्योंकि उनके द्रव्यमान बहुत कम हैं। साइक्लोट्रॉन में निम्न ऊर्जा ग्रहण करने पर भी वे बहुत उच्च वेग से गति करते हैं।इसके अलावा दोलनशील विद्युत क्षेत्र उनकी उच्च गति के कारण उन्हें जल्दी से चरण से बाहर कर देते हैं।

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 5 MAGNETISM AND MATTER
चुम्बकत्व एवं द्रव्य

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

Q1. The magnetic lines of force inside a bar magnet:
a) do not exist
b) depends on area of cross-section of bar magnet
c) are from N-pole to S-pole of the magnet
d) are from S-pole to N-pole of the magnet.

Ans: (d)

Q1. एक छड़ चुंबक के अंदर चुंबकीय बल रेखाएँ:
a) मौजूद नहीं होती है
b) दंड चुम्बक के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर करता है
c) चुम्बक के N-ध्रुव से S-ध्रुव तक होते हैं
d) चुंबक के S-ध्रुव से N-ध्रुव तक होते हैं।

उत्तर- (d)

Q2. A magnetic dipole moment is a vector quantity directed from:
a) S to N b) N to S
c) E to W d) W to E

Ans: (a)

Q2. चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण एक सदिश राशि है जिसकी दिशा होती है:
a) दक्षिण से उत्तर की ओर
b) उत्तर से दक्षिण की ओर
c) पूर्व से पश्चिम की ओर
d) पश्चिम से पूर्व की ओर

उत्तर- (a)

Q3. A magnetic needle is kept in a non-uniform magnetic field. It experiences
a) a torque but not a force.
b) Neither a force nor a torque.
c) a force and a torque.
d) a force but not a torque.

Ans: (c)

Q3. एक चुंबकीय सुई को असमान चुंबकीय क्षेत्र में रखा गया है। यह अनुभव करता है
a) एक बल आघूर्ण लेकिन बल नहीं।
b) न तो कोई बल और न ही कोई बल आघूर्ण।
c) एक बल और एक बल आघूर्ण ।
d) एक बल लेकिन एक बल आघूर्ण नहीं।

उत्तर- (c)

Q4. The angle of dip at poles is:
a) 0° b) 90°
c) 45° d) 180°

Ans (b)

Q4. ध्रुव पर नती अथवा नमन कोण का मान कितना होता है?
a) 0° b) 90°
c) 45° d) 180°

उत्तर- (b)

Q5. Which of the following materials is the most suitable for making a permanent magnet?
a) Soft Iron b) Nickel
c) Copper d) Steel

Ans: (d)

Q5. स्थायी चुम्बक बनाने के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा पदार्थ सर्वाधिक उपयुक्त है?
a) सॉफ्ट आयरन b) निकेल
c) कॉपर d) स्टील

उत्तर- (d)

Q6. For which of the following is magnetic susceptibility negative?
a) Paramagnetic and Ferromagnetic materials
b) Paramagnetic Materials only
c) Ferromagnetic Materials only
d) Diamagnetic Materials

Ans: (d)

Q6. निम्नलिखित में से किसके लिए चुंबकीय सुग्राहिता(magnetic susceptibility) ऋणात्मक है?
a) अनुचुम्बकीय और लौह चुम्बकीय पदार्थ
b) केवल अनुचुम्बकीय पदार्थ
c) लौह चुम्बकीय पदार्थ
d) प्रतिचुम्बकीय पदार्थ

उत्तर- (d)

Q7. A sensitive magnetic field instrument can be effectively shielded from the external magnetic field by placing it inside which of the following materials?
a) Plastic Material
b) Wood
c) Soft Iron of high permeability
d) A metal of high conductivity

Ans: (c)

Q7. एक संवेदनशील चुंबकीय क्षेत्र उपकरण को निम्नलिखित में से किस सामग्री के अंदर रखकर बाहरी चुंबकीय क्षेत्र से प्रभावी रूप से परिरक्षित किया जा सकता है?

Jharkhandlab.com

a) प्लास्टिक सामग्री
b) लकड़ी
c) उच्च पारगम्यता का नरम लोहा
d) उच्च चालकता वाली धातु

उत्तर- (c)

Q8. What happens to the magnetic moment if a hole is made at the centre of a bar magnet?

a) Decreases b) Increases
c) No change d) None of the above

Ans: (c)

Q8. यदि छड़ चुम्बक के केंद्र में छेद किया जाए तो चुंबकीय आघूर्ण का क्या होगा?

a) घटता
b) बढ़ता है
c) कोई परिवर्तन नहीं होता है
d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर- (c)

Q9. Three needles N_1 N_2 and N_3 are made of a ferromagnetic, a paramagnetic and a diamagnetic substance respectively. A magnet, when brought close to them, will

a) attract N_1 strongly, but repel weakly.
b) attract all three of them.
c) attract N_1 and N_2 strongly but repel N_3.
d) attract N_1 strongly, N_2 weakly and repel N_3 weakly.

Ans: (d)

Q9. तीन सुइयां N_1 N_2 और N_3 क्रमशः लौह चुम्बकीय पदार्थ ,अनुचुम्बकीय पदार्थ और प्रतिचुम्बकीय पदार्थ पदार्थ से बनी हैं। जब एक चुंबक को उनके करीब लाया जाता है तो

(a) N_1 को दृढ़ता से आकर्षित करेगा पर N_2 और N_3को कमजोर रूप से पीछे हटा देगा।
b) उन तीनों को आकर्षित करेगा।
c) N_1 और N_2 को मजबूती से आकर्षित करेगा हैं लेकिन N_3 को पीछे हटा देगा।
d) N_1 को मजबूती से आकर्षित करता है, N_2 को कमजोर रूप से से आकर्षित करता है और N_3 को कमजोर रूप से पीछे हटा देगा।

उत्तर- (d)

Q10. What is the work done by the magnet of moment M if it is rotated through 360° in magnetic field B?

a) 2MB b) MB
c) 2πBH d) Zero

Ans: (d)

Q10. आघूर्ण M के चुम्बक द्वारा किया गया कार्य क्या होगा यदि इसे चुम्बकीय क्षेत्र B में 360° से घुमा दिया जाय ?

a) 2MB b) MB
c) 2πBH d) शून्य

उत्तर- (d)

Q11. What is the net magnetic moment of an atom of a diamagnetic material?

a) Greater than 1
b) Less than 1 but greater than zero
c) Less than zero but greater than –1
d) Zero

Ans: (d)

Q11. किसी प्रतिचुंबकीय पदार्थ के परमाणु का शुद्ध चुंबकीय आघूर्ण क्या होता है?

a) 1 से बड़ा
b) 1 से कम लेकिन शून्य से अधिक
c) शून्य से कम लेकिन -1 से अधिक
d) शून्य

उत्तर- (d)

Q12. What is the S.I. unit of magnetic susceptibility?

a) Am^{-1} b) TA^{-1}
c) TmA^{-1} d) No units

Ans: (d)

Q12. चुम्बकीय सुग्राहिता की SI इकाई क्या है?

a) Am^{-1} b) TAm^{-1}
c) TmA^{-1} d) No units

उत्तर- (d)

Q13. Curie temperature is the temperature above which

a) a ferromagnetic material becomes paramagnetic.
b) a ferromagnetic material becomes diamagnetic.
c) a paramagnetic material becomes diamagnetic.
d) a paramagnetic material becomes ferromagnetic.

Ans: (a)

Q13. क्यूरी तापमान वह तापमान है जिसके ऊपर

a) एक लौहचुम्बकीय पदार्थ अनुचुम्बकीय पदार्थ बन जाता है।
b) एक लौहचुम्बकीय पदार्थ प्रतिचुम्बकीय बन जाता है।
c) एक अनुचुम्बकीय पदार्थ प्रतिचुम्बकीय बन जाता है।
d) एकअनुचुम्बकीय पदार्थ लोहचुंबकीय बन जाता है।

उत्तर- (a)

Q14. What is the value of angle of dip at the magnetic equator?

a) 0° b) 90°
c) 45° d) Nearly 30°

Ans: (a)

Q14. चुंबकीय भूमध्य रेखा पर नती अथवा नमन कोण का मान कितना होता है?

a) 0° b) 90°
c) 45° d) लगभग 30°

उत्तर- (a)

Q15. What is the angle of dip at a place where the horizontal component of earth's magnetic field is equal to the vertical component?

Jharkhandlab.com

a) 0° b) 30°
c) 45° d) 90°

Ans. (c)

Q15. किसी स्थान पर नमन कोण क्या होता है जहाँ पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक ऊर्ध्वाधर घटक के बराबर होता है?

a) 0° b) 30°
c) 45° d) 90°

उत्तर- (C)

Q16. Which of the following is a paramagnetic substance?

a) Iron b) Aluminium
c) Nickel d) Hydrogen.

Ans- (b)

Q16. निम्न में से कौन अनुचुम्बकीय पदार्थ है ?

a) लौहा b) एल्यूमीनियम
c) निक्कल d) हाड्रोजन

उत्तर- (b)

Q17. The most suitable material for making transformer core is -

a) Steel b) Nickel
c) Copper d) Soft iron

Ans: (d)

Q17. ट्रांसफर कोर को बनाने के लिए सबसे उपयुक्त पदार्थ -

a) स्टील b) निक्कल (Nickel)
c) कॉपर d) नरम लोहा

Ans: (d)

Q18. At room temperature Nickel (Ni) shows Ferromagnetic properties. If the temperature is increased above the Curie temperature, it will show :

a) paramagnetism
b) Ferromagnetism
c) no magnetising property
d) diamagnetism.

Ans- (a)

Q18. कमरे के तापमान पर निक्कल (Ni) लौहचुम्बकीय गुण दर्शाता है। यदि ताप को क्यूरी ताप से अधिक बढ़ा दिया जाए तब यह दिखाएगा :

(a) अनुचुम्बकत्व
(b) लौह चुम्बकत्व
(c) कोई भी चुम्बकत्व गुण नहीं
(d) प्रतिचुम्बकत्व।

उत्तर- (a)

Q19. A small piece of a substance (which is not magnetic) is brought near a strong magnet. If a piece of matter is repelled by a magnet, then what is this matter?

a) paramagnetic b) diamagnetic
c) ferromagnetic d) none of these

Ans- (b)

Q19. एक पदार्थ के छोटे टुकड़े को (जो चुम्बकीय नहीं है) शक्तिशाली चुम्बक के पास लाया जाता है। यदि पदार्थ का टुकड़ा चुम्बक से प्रतिकर्षित होता है तो यह पदार्थ क्या है ?

a) अनुचुम्बकीय b) प्रति चुम्बकीय
c) लौह चुम्बकीय d) इनमें से कोई भी नहीं।

उत्तर- (b)

Q20. The potential energy of a magnetic dipole is :

a) $U = \vec{m} \cdot \vec{B}$ b) $U = \vec{m} \times \vec{B}$
c) $U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$ d) $U = -\vec{m} + \vec{B}$

Ans- (c)

Q20. चुम्बकीय द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा होती है :

a) $U = \vec{m} \cdot \vec{B}$ b) $U = \vec{m} \times \vec{B}$
c) $U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$ d) $U = -\vec{m} + \vec{B}$

उत्तर- (c)

Q21. The relation between magnetic field, dipole moment and torque is:

a) $\vec{\tau} = \vec{m} \cdot \vec{B}$ b) $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$
c) $\vec{\tau} = \vec{m} + \vec{B}$ d) $\vec{m} = \vec{\tau} \cdot \vec{B}$

Ans- (b)

Q21. चुम्बकीय क्षेत्र, द्विध्रुव आघूर्ण तथा बल आघूर्ण का सम्बन्ध होता है :

a) $\vec{\tau} = \vec{m} \cdot \vec{B}$ b) $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$
c) $\vec{\tau} = \vec{m} + \vec{B}$ d) $\vec{m} = \vec{\tau} \cdot \vec{B}$

उत्तर-(b)

Q22. The dimensions of the magnetic dipole moment are:

a) $[M^0LT^0A]$ b) $[M^0L^2T^0A]$
c) $[M^0LT^{-1}A]$ d) $[M^0L^2T^{-1}A]$

Ans- (b)

Q22. चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण की विमाएँ होती हैं :

a) $[M^0LT^0A]$ b) $[M^0L^2T^0A]$
c) $[M^0LT^{-1}A]$ d) $[M^0L^2T^{-1}A]$

उत्तर- (b)

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q1. What is a magnet?

Ans: A magnet is a substance that can attract magnetised substances such as iron and remains in the north-south direction when freely suspended in a linear fashion.

Q1. चुम्बक क्या है ?

उत्तर: चुम्बक एक पदार्थ है जो लोहे जैसे चुम्बकीय पदार्थों को आकर्षित कर सकता है तथा मुक्त रूप से रेखीय आकृति में लटकाए जाने

Jharkhandlab.com

पर उत्तर-दक्षिण दिशा में रहता है।

Q2. What is an artificial magnet?

Ans: Man-made magnets are known as artificial magnets.

Q2. कृत्रिम चुम्बक क्या है ?

उत्तर: मानव निर्मित चुम्बक कृत्रिम चुम्बक के रूप में जाने जाते हैं।

Q3. Give two ways to demagnetize a magnet.

Ans: (i) By heating it (ii) By dropping it repeatedly on the ground.

Q3. किसी चुम्बक को विचुम्बकित करने के दो उपाय बताइये।

उत्तर: (i) इसे गर्म करके (ii) इसे बार-बार धरातल पर गिराने से।

Q4. What is the reliable test of magnetism?

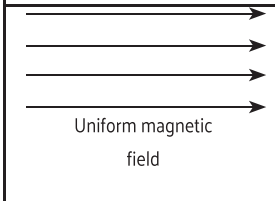
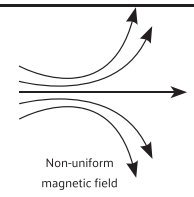
Ans: Repulsion is the real test of magnetism.

Q4. चुम्बकत्व का विश्वसनीय परीक्षण क्या है ?

उत्तर: प्रतिकर्षण चुम्बकत्व का वास्तविक परीक्षण है।

Q5. What are magnetic fields? What is the difference between uniform and non-uniform magnetic fields? Explain with the help of a diagram.

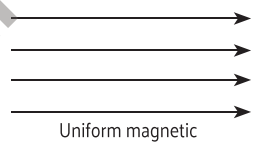
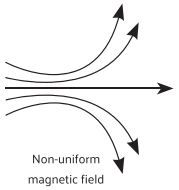
Ans: Magnetic field: Magnetic field is the space around a magnet (or current carrying conductor) within which its effect can be experienced by a small magnet.

Uniform field	magnetic Non uniform magnetic field
1. If the magnetic field is the same at all points in a region, then it is called a uniform magnetic field. Example: Earth's magnetic field and magnetic field inside a long solenoid.	1. If the magnetic field is different at different points in a region, then it is called a non-uniform magnetic field. Example- The magnetic field due to a magnet is non-uniform.
2. In a uniform magnetic field, the magnitude and direction of the magnetic field remain the same throughout the region.	2. In a non-uniform magnetic field, the magnitude and direction of the magnetic field are different at different points.
3. Uniform magnetic field is represented by equally spaced parallel lines.	3. A non-uniform magnetic field is represented by converging, diverging or unequally spaced lines.
	

Q5. चुम्बकीय क्षेत्र क्या हैं ?समरूप तथा असमरूप चुम्बकीय क्षेत्रों के मध्य क्या अन्तर है ? चित्र की सहायता से समझाइये ।

उत्तर : चुम्बकीय क्षेत्र : (Magnetic Field)

चुम्बकीय क्षेत्र किसी चुम्बक (अथवा धारावाही चालक) के चारों ओर का वह स्थान है जिसके भीतर इसका प्रभाव किसी छोटे चुंबक के द्वारा महसूस किया जा सकता है ।

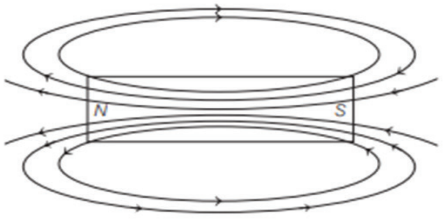
समरूप चुम्बकीय क्षेत्र (uniform magnetic field)	असमरूप चुम्बकीय क्षेत्र (Non uniform magnetic field)
1. यदि किसी क्षेत्र में सभी बिन्दुओं पर चुम्बकीय सामर्थ्य समान हो तो यह समरूप चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है। उदाहरण:- पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र तथा लम्बी परिनालिका के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र ।	1. यदि किसी क्षेत्र में भिन्न बिन्दुओं पर चुम्बकीय सामर्थ्य भिन्न हो तो यह असमरूप चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है। उदाहरण- एक चुम्बक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र असमरूप होता है।
2. समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण तथा दिशा सम्पूर्ण क्षेत्र में समान बने रहते हैं।	2. असमरूप चुम्बकीय क्षेत्र में, चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण तथा दिशा भिन्न बिन्दुओं पर अलग होती है।
३. समरूप चुम्बकीय क्षेत्र को समान दूरी वाली समानान्तर रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।	३. असमान चुम्बकीय क्षेत्र को अभिसारित, अपसारित अथवा असमान दूरी वाली रेखाओं से प्रदर्शित किया जाता है।
	

Q6. What are magnetic field lines? Give their main characteristics.

Ans: Magnetic field lines: The magnetic field is represented by a set of lines or curves which are called magnetic field lines. These lines are not real, but they are drawn to simply visualise the magnetic field .

The main properties of magnetic field lines are as follows:

(a) Magnetic field lines form continuous and closed curves. It moves from north pole to south pole outside the magnet while it moves from south pole to north pole inside the magnet.

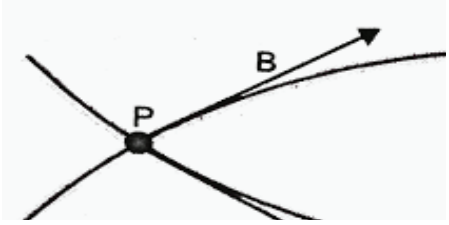


(b) The tangent drawn at any point to the magnetic field line shows the direction of the magnetic field B (flux density, magnetic field or magnetic field strength) at that point.

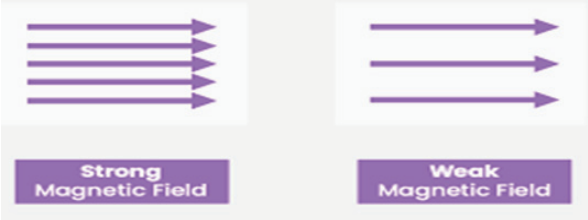
(c) Two magnetic field lines do not intersect each other. If they cross each other then there will be two directions of magnetic field at the point of

jharkhandlab.com

intersection which is impossible.



(d) Magnetic field lines that are far from each other represent a weak magnetic field while magnetic field lines that are close to each other represent a strong magnetic field.



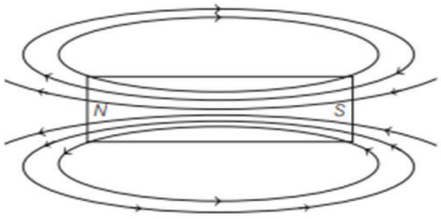
(e) Although magnetic lines are not real, yet they represent the magnetic field which is real.

Q6. चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ क्या हैं ? उनकी प्रमुख विशेषताएँ दीजिए।

उत्तर: चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ(Magnetic field Lines): चुम्बकीय क्षेत्र को वक्रित रेखाओं अथवा रेखाओं के समूहों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जिन्हें चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ कहा जाता जाता है। ये रेखाएँ वास्तविक नहीं होती अपितु इन्हें चुम्बकीय क्षेत्र को सरल रूप में प्रदर्शित करने हेतु खींचा जाता है।

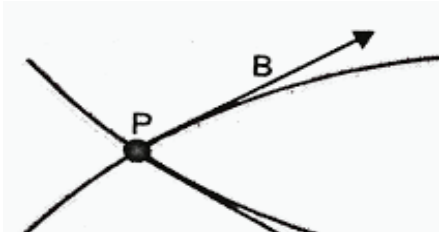
चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के प्रमुख गुण निम्न प्रकार हैं :

(a) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ सतत् तथा बन्द वक्रों का निर्माण करती हैं। ये चुम्बक के बाहर उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव की ओर गति करती है जबकि चुम्बक के भीतर दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर गति करती है।

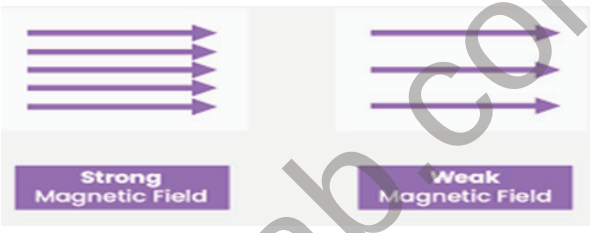


(b) चुम्बकीय क्षेत्र रेखा के किसी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B (फ्लक्स घनत्व, चुम्बकीय क्षेत्र अथवा चुम्बकीय क्षेत्र का सामर्थ्य) की दिशा को प्रदर्शित करती है।

(c) दो चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ आपस में एक-दूसरे को नहीं काटती हैं। यदि वे एक-दूसरे को काटती हैं तो वहाँ चुम्बकीय क्षेत्र की दो दिशाएँ प्राप्त होती हैं जो कि असम्भव है।



(d) एक दूसरे से दूर चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ दुर्बल चुम्बकीय क्षेत्र को प्रदर्शित करती हैं जबकि एक दूसरे से निकट चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र को प्रदर्शित करती हैं।



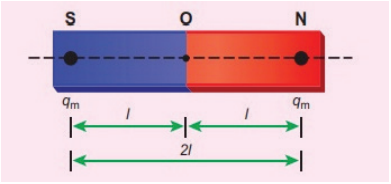
(e) यद्यपि चुम्बकीय रेखाएँ वास्तविक नहीं होती हैं फिर भी ये चुम्बकीय क्षेत्र को प्रदर्शित करती हैं जो कि वास्तविक होता है।

Q7. What is magnetic dipole and magnetic moment?

Ans: A magnetic dipole consists of a pair of magnetic poles of equal and opposite strengths separated by a small distance. Examples of magnetic dipole are: magnetic needle, bar magnet, current carrying solenoid, current loop etc.

Magnetic dipole moment: The magnetic dipole moment (m) is defined as the product of the pole strength of either pole and the distance between the magnetic poles.

The distance between the two poles is called the magnetic length and is taken as $2l$. Let q_m be the pole strength of each pole, then magnetic dipole moment is given as $m = q_m \times 21$



The magnetic dipole moment is a vector, so it can be written as $\vec{m} = q(\vec{2l})$

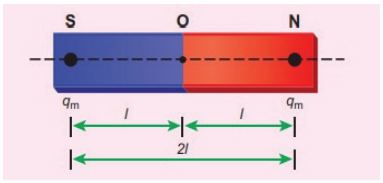
where $2l$ is the magnetic length vector directed from the south to the north pole. Thus the direction of magnetic dipole moment is from south to north.

Q7. चुम्बकीय द्विध्रुव तथा चुम्बकीय आघूर्ण क्या है ?

उत्तर: चुम्बकीय द्विध्रुव, अल्प दूरी पर स्थित समान तथा विपरीत सामर्थ्य के चुम्बकीय ध्रुवों द्वारा बनाया जाता है। चुम्बकीय द्विध्रुव के उदाहरण हैं : चुम्बकीय सूई, छड़ चुम्बक, धारावाही परिनालिका, धारालूप आदि।

चुम्बकीय आघूर्ण (Magnetic dipole moment): चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण (m) को किसी एक ध्रुव की ध्रुव सामर्थ्य तथा ध्रुवों के मध्य दूरी के गुणनफल से परिभाषित किया जाता है। दो ध्रुवों के मध्य की दूरी को चुम्बकीय लम्बाई कहते हैं तथा इसे $2l$ लिया जाता है। प्रत्येक ध्रुव की चुम्बकीय सामर्थ्य को q_m be the pole strength of each pole, then magnetic मानते हुए चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण इस प्रकार दिया जाता है। $m = q_m \times 21$

Jharkhandlab.com



चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण एक सदिश है अतः इसे इस प्रकार लिखा जा सकता है। $\vec{m} = q(\vec{2l})$

जहाँ $2l$ दक्षिणी से उत्तरी ध्रुव की ओर निर्देशित सदिश है। इस प्रकार चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण की दिशा दक्षिण से उत्तर की ओर है।

Q8. Derive the relation for the torque on a dipole (bar magnet) in a uniform magnetic field.

Ans: If a magnetic dipole (bar magnet) is placed in a uniform magnetic field, then the north and south poles of the magnet experience equal and opposite forces.

Let the magnetic length of the magnet = $2l$

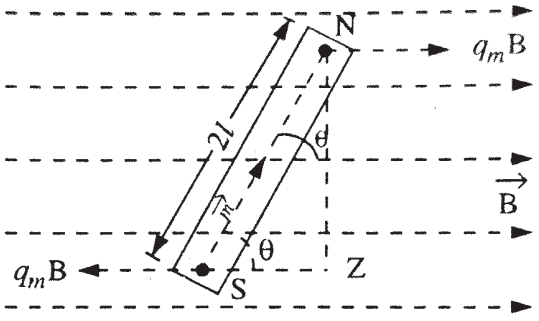
Pole strength of each pole = q_m

Strength of Magnetic field = $\vec{B}$

Angle between $\vec{B}$ and $\vec{m}$ = θ

Then, force acting on north pole $\vec{F_N} = q_m\vec{B}$

Force acting on South Pole $\vec{F_s} = -q_m\vec{B}$



These forces constitute a couple which tends to rotate the magnet in the direction of $\vec{B}$; thus the magnet experiences a torque.

Therefore, torque acting on the bar magnet is given by,

τ = force x perpendicular distance between the forces

Or, τ = B x ZN = B (SN sin θ) = q_m B ($2l$ sin θ)

(since in SNZ, sin θ =ZN/SN or ZN = SN sin θ)

τ = (q_m x$2l$) B sin θ = mB sin θ (since q_m x $2l$ =m)

In vector form, $\tau = \vec{m} \times \vec{B}$

Q8. एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में किसी द्विध्रुव (छड़ चुम्बक) पर बलआघूर्ण के लिए सम्बन्ध व्युत्पित कीजिए।

उत्तर: यदि कोई चुम्बकीय द्विध्रुव (छड़-चुम्बक) किसी समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित है तो चुम्बक के उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुव समान तथा विपरीत बल अनुभव करते हैं।

माना की चुम्बक की चुम्बकीय लम्बाई = $2l$

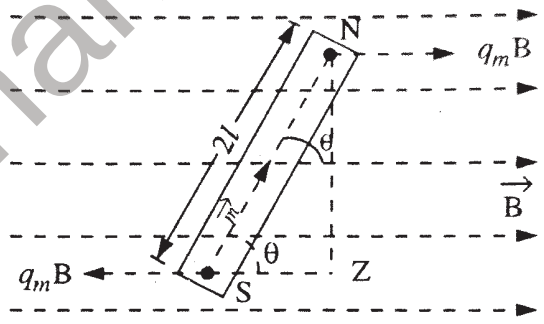
प्रत्येक ध्रुव की ध्रुव सामर्थ्य = q_m

चुम्बकीय क्षेत्र की सामर्थ्य = $\vec{B}$

$\vec{B}$ के सापेक्ष चुम्बक की स्थिति = θ

तब, उत्तरी ध्रुव पर कार्यरत् बल $\vec{F_N} = q_m\vec{B}$

दक्षिणी ध्रुव पर कार्यरत् बल $\vec{F_s} = -q_m\vec{B}$



ये बल एक युग्म का निर्माण करते हैं जिसकी प्रवृत्ति चुम्बक को B की दिशा में घुमाने की होती है; इस प्रकार चुम्बकीय बल आघूर्ण अनुभव होता है।

अतः छड़ चुम्बक पर कार्यरत बल आघूर्ण

τ =बल x बलों के मध्य लम्बवत् दूरी

या, τ = q_m B x ZN = B (SN sin θ) = q_m B ($2l$ sin θ)

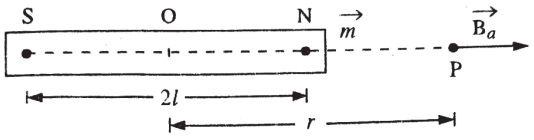
(चूँकि SNZ में sin θ =ZN/SN या ZN = SN sin θ)

τ =(q_m x $2l$) B sin θ = mB sin θ (चूँकि q_m x $2l$ =m)

सदिश रूप में, $\tau = \vec{m} \times \vec{B}$

Q9. Derive the relation for the intensity of the magnetic field at a point on the axial line of the magnet.

Ans: Magnetic field intensity at a point on the axial line of a bar magnet:



Let O be the centre of a bar magnet having magnetic length $2l$. Point P lies on the axial line of the bar magnet at a distance r from the centre O. The position of the point P on the axial line is also known as the end of position with respect to the magnet. The magnetic field intensity at P due to the north pole of the bar magnet $\vec{B_1}$ will be along NP

Jharkhandlab.com

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qm}{(r-l)^2}$$

Similarly, the magnetic field intensity at point P due to the south pole of the bar magnet $\vec{B}_2$ will be along PS.

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r+l)^2}$$

Therefore, the intensity of the resultant magnetic field at the point P due to the bar magnet,

$$B_a = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r-l)^2} - \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r+l)^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}q_m\left[\frac{(r+l)^2-(r-l)^2}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}q_m\left[\frac{(r+l+r-l)(r+l-r+l)}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}q_m\left[\frac{2r\times 2l}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

since $qm \times 2l = m$

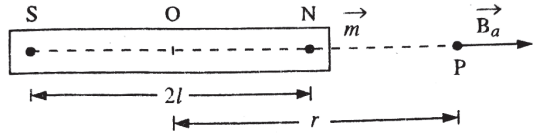
hence $B_a = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2mr}{(r^2-l^2)^2}$ along NP

if the length of the magnet is very small, $l^2 << r^2$

$$B_a = \frac{\mu_0 2m}{4\pi r^3}$$

Q9. चुम्बक की अक्षीय रेखा पर किसी विन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के लिए सम्बन्ध व्युत्पित कीजिए।

उत्तर: किसी छड़ चुम्बक की अक्षीय रेखा पर स्थित बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता :



माना की बिंदु O, $2l$ चुम्बकीय लम्बाई की किसी छड़ चुम्बक का केन्द्र हैं। केन्द्र O से अक्षीय रेखा पर कोई बिन्दु P स्थित है।अक्षीय रेखा पर P बिन्दु की स्थिति को चुम्बक के सापेक्ष अक्षीय (end on) की स्थिति के रूप में भी जाना जाता है। छड़ चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के कारण P बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता $\vec{B}_1$ NP के अनुदिश होगा

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qm}{(r-l)^2}$$

इसी प्रकार, छड़ चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव के कारण P बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता $\vec{B}_2$ PS के अनुदिश होगा।

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r+l)^2}$$

अतः छड़ चुम्बक के कारण P बिन्दु पर परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता,

$$B_a = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r-l)^2} - \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r+l)^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}q_m\left[\frac{(r+l)^2-(r-l)^2}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}q_m\left[\frac{(r+l+r-l)(r+l-r+l)}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}q_m\left[\frac{2r\times 2l}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

चूँकि $qm \times 2l = m$

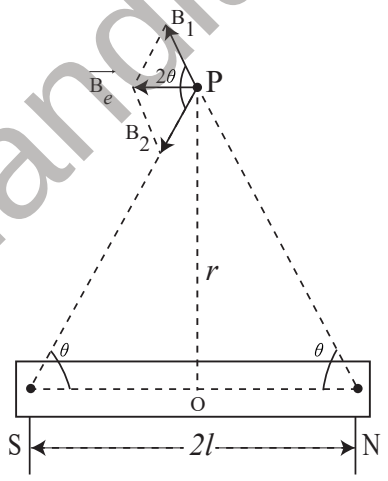
अतः $B_a = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2mr}{(r^2-l^2)^2}$ के अनुदिश

यदि चुम्बक की लंबाई बहुत कम हो तो $l^2 << r^2$

$$B_a = \frac{\mu_0 2m}{4\pi r^3}$$

Q10. Derive the relation for the intensity of the magnetic field at the equatorial point of the magnet.

Ans: Magnetic field intensity at the equatorial point of a bar magnet



Let the point O be the centre of a bar magnet of magnetic length $2l$. Let the equatorial point P be at a distance r from the centre O. The position of the equatorial point P is also known as Broad-on position with respect to the magnet. The magnetic field intensity at P due to the north pole of the bar magnet $\vec{B}_1$ will be along NP

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{(r^2+l^2)^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{(r^2+l^2)} \text{ along NP} \quad \text{.....(i)}$$

Similarly, the magnetic field intensity at P due to the south pole of the bar magnet $\vec{B}_2$ will be along PS.

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{(r^2+l^2)} \text{ along PS} \quad \text{.....(ii)}$$

$\vec{B}_1$ and $\vec{B}_2$, are inclined at an angle of 2θ.Therefore , the resultant of these two field intensities is given by,

$$B_\theta = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2\cos 2\theta}$$

since $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$

$$B_e = \sqrt{2B_1^2 + 2B_1^2\cos 2\theta}$$

Hence $$= \sqrt{2B_1^2(1+\cos 2\theta)}$$

$$= \sqrt{2B_1^2 \times 2\cos^2\theta}$$

$$= 2B_1\cos\theta$$

Jharkhandlab.com

(since $(1 + \cos 2\theta) = 2\cos^2\theta$)

Using equation (i), we get

$$B_e = 2 \times \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_m}{(r^2 + l^2)} \cos\theta$$

From the picture,

$$\cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$$

therefore

$$Be = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{q_m \times 2l}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

since

$$qm \times 2l = m$$

in

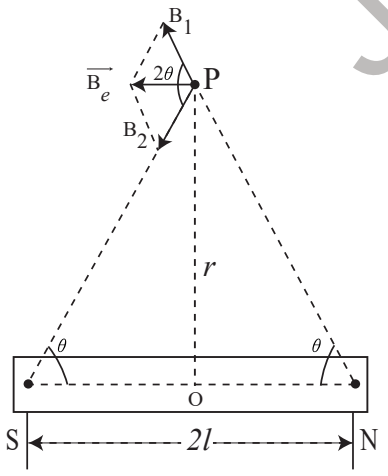
$$Be = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{m}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

In case magnet is of very small, then $l^2 << r^2$

$$B_e = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3}$$

Q10. चुम्बक के भूमध्य - रेखीय विन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के लिए सम्बन्ध व्युत्पित कीजिए।

उत्तर: किसी छड़ चुम्बक के भूमध्य रेखीय बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता :



माना की बिंदु O, 2 $2l$ चुम्बकीय लम्बाई की किसी छड़ चुम्बक का केन्द्र हैं। माना की केन्द्र O से r दूरी पर स्थित भूमध्य-रेखीय बिन्दु P है।भूमध्य रेखीय स्थित P बिन्दु की स्थिति को चुम्बक के सापेक्ष (Broad-on) की स्थिति के रूप में जाना जाता है। छड़ चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के कारण P बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता $\vec{B_1}$ NP के अनुदिश होगा

$$\vec{B_1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_m}{(r^2 + l^2)^2} \text{ NP के अनुदिश} \quad \text{.....(i)}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2 + l^2)}$$

इसी प्रकार, छड़ चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव के कारण P बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता $\vec{B_2}$ PS के अनुदिश होगा।

$$\vec{B_2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2 + l^2)} \text{ PS के अनुदिश} \quad \text{.....(ii)}$$

तथा , 2θ कोण पर झुके हुए हैं। इसलिए दोनों क्षेत्र की तीव्रताओं का परिणामी इस प्रकार दिया जाता है,

$$B_\theta = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1 B_2 \cos 2\theta}$$

चूँकि $\vec{B_1} = \vec{B_2}$

$$B_e = \sqrt{2B_1^2 + 2B_1^2 \cos 2\theta}$$

अतः
$$= \sqrt{2B_1^2 (1 + \cos 2\theta)}$$

$$= \sqrt{2B_1^2 \times 2\cos^2\theta}$$

$$= 2B_1 \cos\theta$$

(चूँकि $(1 + \cos 2\theta) = 2\cos^2\theta$)

समीकरण (i) के प्रयोग से, हम पाते हैं।

$$B_e = 2 \times \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_m}{(r^2 + l^2)} \cos\theta$$

चित्र से,

$$\cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$$

अतः

$$Be = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{q_m \times 2l}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

चूँकि

$$qm \times 2l = m$$

अतः

$$Be = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{m}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

उस परिस्थिति में जब चुम्बक की लंबाई बहुत कम हो तो $l^2 << r^2$

$$B_e = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3}$$

Q11. In a short bar magnet, what is the relation between the value of magnetic induction at a point located on the axial line of the magnet and the magnetic induction at the equatorial point located at the same distance?

Ans: In a short bar magnet, the value of magnetic induction at a point located on the axial line of the magnet is twice the value of magnetic induction obtained at the equatorial point located at the same distance and direction is opposite.

$$\vec{\mathbf{B}}a = -2\vec{\mathbf{B}}e$$

Q11. किसी छोटी छड़ चुम्बक में चुम्बक की अक्षीय रेखा पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय प्रेरण का मान और समान दूरी पर स्थित भूमध्य रेखीय बिन्दु पर प्राप्त चुम्बकीय प्रेरण के मध्य क्या सम्बन्ध होता है ?

उत्तर : किसी छोटी छड़ चुम्बक में चुम्बक की अक्षीय रेखा पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय प्रेरण का मान समान दूरी पर स्थित भूमध्य रेखीय बिन्दु पर प्राप्त चुम्बकीय प्रेरण का मान दुगुना और विपरीत दिशा में होता है।

$$\vec{\mathbf{B}}a = -2\vec{\mathbf{B}}e$$

Jharkhandlab.com

Q12. What is the basic difference between electric and magnetic fields?

Ans: A. Electric field is caused by stationary charges and magnetic field is caused by moving charges.

B. Electric field lines are not continuous; they start at positive charges and end at negative charges but magnetic field lines are continuous.

Q12. विद्युत् तथा चुम्बकीय क्षेत्रों के मध्य आधारभूत अंतर क्या है ?

उत्तर : A. विद्युत् क्षेत्र का कारण स्थिर आवेश है,चुम्बकीय क्षेत्र गतिमान आवेश के कारण होता है।

B. विद्युत् बल रेखाएँ सतत् नहीं होती हैं ये धनावेश से शुरू होती हैं तथा ऋणावेश पर समाप्त होती हैं परन्तु चुम्बकीय वल रेखाएँ सतत् होती हैं।

Q13. Derive the relation for the potential energy of a bar magnet or magnetic dipole when it is placed in a magnetic field?

Ans: The work done in rotating a magnetic dipole (bar magnet) in a magnetic field is stored in the form of potential energy of the magnetic dipole.The potential energy of a bar magnet in a uniform magnetic field is defined as the work done in deflecting it from standard position (i.e magnet makes 90 degree angle with the direction of field) to other position.

If a dipole of magnetic moment m is placed at an angle θ with respect to a uniform magnetic field B. Then the torque experienced by it is given by. $\tau = mB \sin\theta$

If the dipole is rotated through an angle dθ then the work done is given by

$dW = \tau\, d\theta = mB\sin\theta d\theta$

The total work done in rotating the dipole from $\theta_1$to θ_2 position Work

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} mB\sin\theta d\theta = mB\int_{\theta_1}^{\theta_2}\sin\theta d\theta = -mB\left[\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right]$$

Therefore by the definition of potential energy,

$$U = W = -mB\left(\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right)$$

$$or,\ U = W = -mB\left(\cos\theta_2 - \cos 90^0\right) = -mB\cos\theta$$

$$since\ \theta_2 = \theta\ and\ \theta_1 = 90^0$$

$$In\ vector\ form,\ U = -\underset{m}{\longrightarrow}.\underset{B}{\longrightarrow}$$

Q13. किसी छड़ चुंबक या चुम्बकीय द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा के लिए सम्बन्ध व्युत्पित कीजिए जब इसे चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है ?

उत्तर: चुम्बकीय क्षेत्र में किसी चुम्बकीय द्विध्रुव (छड़ चुंबक) को घुमाने में किया गया कार्य चुम्बकीय द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। एक समान चुंबकीय क्षेत्र में एक छड़ चुंबक (द्विध्रुव) को मानक स्थिति (यानी छड़ चुंबक चुंबक क्षेत्र की दिशा के साथ 90 डिग्री का कोण बनाता है) से दूसरी स्थिति में विक्षेपित करने में किए गए कार्य को स्थितिज ऊर्जा रूप में परिभाषित किया जाता है।

यदि किसी द्विध्रुव जिसका चुम्बकीय आघूर्ण m है, को B सामर्थ्य वाले समरूप चुम्बकीय क्षेत्र के सापेक्ष θ कोण पर रखा गया है। तब इसके द्वारा अनुभव किया जाने वाले बल आघूर्ण इस प्रकार दिया जाता है।

$\tau = mB\sin\theta$

यदि द्विध्रुव dθ कोण पर घूमता हो तो किया गया कार्य है,

$dW = \tau\, d\theta = mB\sin\theta d\theta$

द्विध्रुव को θ_1 से θ_2 स्थिति तक घुमाने में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} mB\sin\theta d\theta = mB\int_{\theta_1}^{\theta_2}\sin\theta d\theta = -mB\left[\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right]$$

अत: स्थैतिज ऊर्जा की परिभाषा से,

$$U = W = -mB\left(\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right)$$

$$or,\ U = W = -mB\left(\cos\theta_2 - \cos 90^0\right) = -mB\cos\theta$$

$$since\ \theta_2 = \theta\ and\ \theta_1 = 90^0$$

$$In\ vector\ form,\ U = -\underset{m}{\longrightarrow}.\underset{B}{\longrightarrow}$$

Q14. When does a magnetic dipole have maximum potential energy inside a magnetic field?

Ans: A magnetic dipole has maximum potential energy in a magnetic field when it is anti parallel (i.e θ = 180°) so, U_{max} = mB.

Q14. किसी चुम्बकीय क्षेत्र के भीतर एक चुम्बकीय द्विध्रुव कब अधिकतम स्थितिज ऊर्जा रखता है ?

उत्तर: कोई चुम्बकीय द्विध्रुव किसी चुम्वकीय क्षेत्र में अधिकतम स्थितिज ऊर्जा रखता है जब यह प्रति समानान्तर हों (θ = 180°) तब U max= mB

15. When does a magnetic dipole have minimum potential energy inside a magnetic field ?

Ans: A magnetic dipole has minimum potential energy in a magnetic field when $\vec{m}$ and $\vec{B}$ are parallel (θ = 0°) So, U_{max} = - mB

Q15. किसी चुम्बकीय क्षेत्र के भीतर एक चुम्बकीय द्विध्रुव कब न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा रखता है ?

उत्तर: कोई चुम्बकीय द्विध्रुव किसी चुम्वकीय क्षेत्र में न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा रखता है जब $\vec{m}$ तथा $\vec{B}$ समानान्तर हों (θ = 0°) तब U_{max} = - mB

Q16. Explain geographic pole, magnetic pole, geographic axis and magnetic axis with the help of diagrams.

Ans: Earth behaves like a giant magnet. The N-pole of this magnet points towards the Geographical South (GS) and the S-pole points towards the Geographical North (GN). When a small magnet is suspended

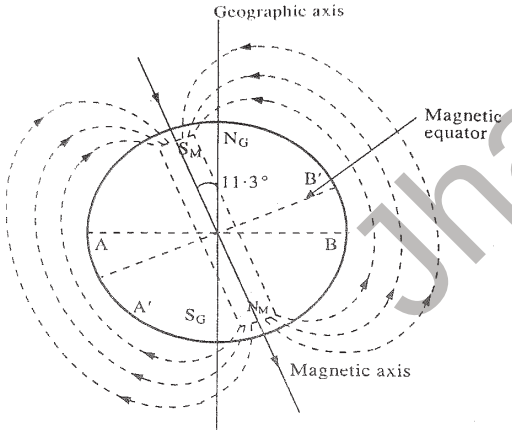
Jharkhandlab.com

freely, it points in the NS direction. The end of a freely suspended magnet which is directed towards the geographic north has an N-pole due to the attraction of the S pole of Earth's magnet. Similarly the other end of a freely suspended magnet which is directed towards geographic south, is the S-pole.

The imaginary line which joins the geographic poles (GS and GN) of the earth is called geographic axis. Similarly, the line joining the magnetic poles of the earth is called the magnetic axis.

The geographic axis and the magnetic axis do not superimpose on each other. The magnetic axis makes an angle of 11.3° with the geographic axis.

Due to the Earth's magnetism, the magnetic field lines are parallel to the Earth's surface near the magnetic equator and perpendicular to the Earth's surface near the Earth's magnetic poles.

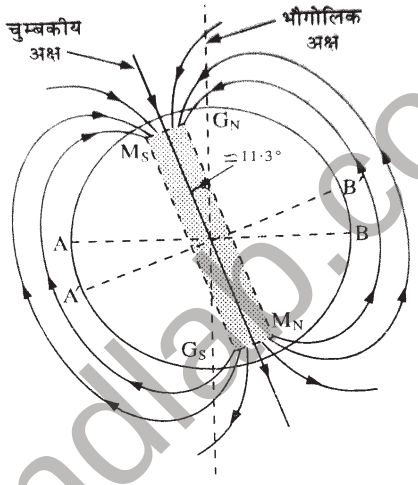


Q16. चित्र कि सहायता से भौगोलिक ध्रुव , चुम्बकीय ध्रुव,भौगोलिक अक्ष तथा चुम्बकीय अक्ष को समझाएं।

उत्तर: पृथ्वी एक विशाल चुम्बक की भाँति व्यवहार करती है। इस चुम्बक का N-ध्रुव भौगोलिक दक्षिण (GS) की ओर रहता है तथा S-ध्रुव भौगोलिक उत्तर (GN) की ओर रहता है ।जब एक छोटी चुम्बक को मुक्त रूप से लटकाया जाता है तो यह N-S दिशा में निर्देशित हो जाती है। मुक्त रूप से लटकी हुई चुम्बक का वह सिरा जो भौगोलिक उत्तर की ओर है, पृथ्वी के चुम्बक के S ध्रुव के आकर्षण के कारण N-ध्रुव है।इसी प्रकार मुक्त रूप से लटकी हुई चुम्बक का अन्य सिरा जो भौगोलिक दक्षिण की ओर निर्देशित है, S-ध्रुव है।

वह काल्पनिक रेखा जो पृथ्वी के भौगोलिक ध्रुवों (GS तथा GN) को जोड़ती है, भौगोलिक अक्ष कहलाती है। इसी प्रकार पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुवों को जोड़ने वाली रेखा को चुम्बकीय अक्ष कहलाती है।

भौगोलिक अक्ष तथा चुम्बकीय अक्ष आपस में एक-दूसरे पर अध्यारोपित नहीं होते हैं । चुम्बकीय अक्ष भौगोलिक अक्ष के साथ 11.3° का कोण बनाती है।पृथ्वी के चुम्बकत्व के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की बल रेखाएँ चुम्बकीय भूमध्य रेखा के समीप पृथ्वी की सतह के समानान्तर तथा पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुवों के समीप पृथ्वी की सतह के लम्बवत् होती है।



Q17. What is the geographical meridian?

Ans: The geographic meridian is the vertical plane that passes through the geographic axis.

Q17. भौगोलिक याम्योत्तर क्या है ?

उत्तर: भौगोलिक याम्योत्तर उर्ध्वाधर तल है जो भौगोलिक अक्ष से गुज़रता है।

Q18. What is the magnetic meridian?

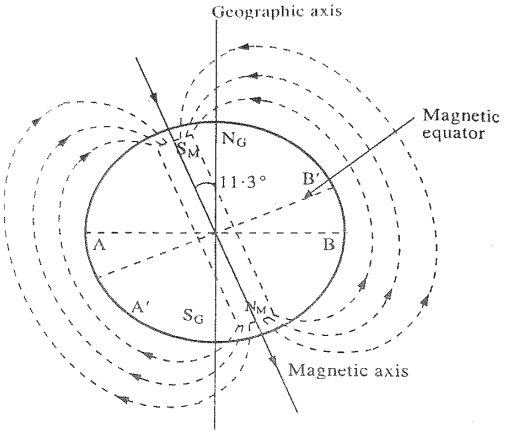
Ans: The vertical plane which passes through the magnetic axis is called the magnetic meridian.

Q18. चुम्बकीय याम्योत्तर क्या है ?

उत्तर: ऊर्ध्वाधर तल जो चुम्बकीय अक्ष से होकर गुजरता है, चुम्बकीय याम्योत्तर कहलाता है।

Q19. What is the magnetic equator ?

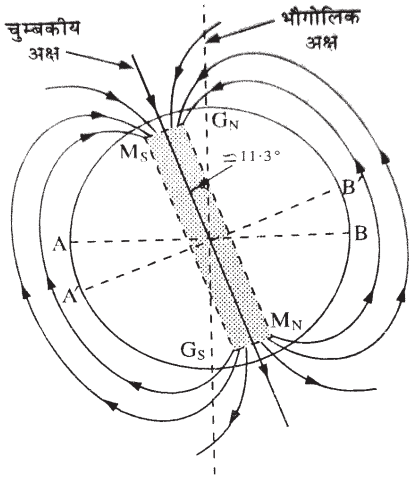
Ans: A great circle (circle having diameter A' B' as per figure) which lies perpendicular to the magnetic axis on the surface of the earth is known as magnetic equator.



19. भू-चुम्बकीय भूमध्य रेखा क्या है ?

उत्तर: एक वृहत वृत्त (चित्र के अनुसार A' B' व्यास रखने वाला वृत्त) जो पृथ्वी की सतह पर चुम्बकीय अक्ष के लम्बवत् स्थित होता है, भू-चुम्बकीय भूमध्य रेखा के नाम से जाना जाता है ।

jharkhandlab.com



Q20. Write the names of the magnetic elements of the earth and define them?

Ans: The magnitude and direction of Earth's magnetic field at any place are completely given by three quantities known as magnetic elements. These are the following:-

(1) Magnetic declination (θ)

(2) Magnetic inclination or dip (δ)

(3) Horizontal component of magnetic field (B_H) of earth

(1) Magnetic declination (θ) : Magnetic declination at a place is defined as the angle between geographic meridian and magnetic meridian at that place.

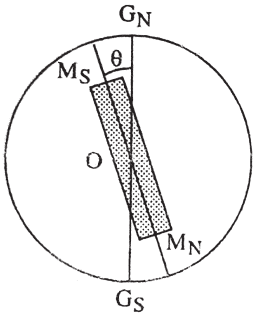
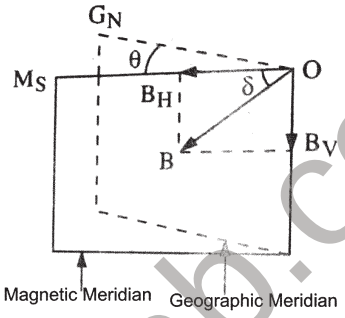


Figure (A)

Figure (A) shows the top view of the Earth where G_N- Gs and M_N - Ms represent the geographic and magnetic meridians respectively. Then the angle $G_NOM_s = \theta$ is the magnetic declination.

2. Magnetic inclination or dip (δ) - The angle between the direction of the total intensity of the Earth's magnetic field and a horizontal line in the magnetic meridian is called Magnetic inclination or dip (δ) .



Figure(B)

In figure(B) OB shows the total intensity of the earth's magnetic field.OM_s is a horizontal line in the magnetic meridian making an angle δ with OB. This angle is called the Magnetic inclination or dip (δ) of that place.

3. Horizontal component of the Earth's magnetic field (B_H)- The component of the total intensity of the magnetic field in the horizontal direction in the magnetic meridian is called the horizontal component of the Earth's magnetic field.

Q20. पृथ्वी के चुम्बकीय तत्त्वों के नाम लिखिए और उन्हें परिभाषित करें ?

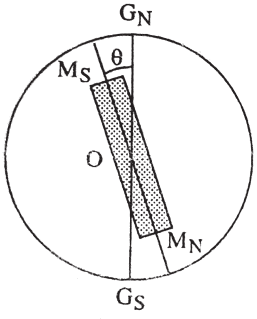
उत्तर: किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा तथा परिमाण पूर्णतया तीन राशीयों द्वारा दिया जाता है, जिन्हें चुम्बकीय तत्त्व कहा जाता है। ये निम्नलिखित है:-

(1) चुम्बकीय अवनमन या दिक्पात(θ)

(2)चुम्बकीय नति अथवा नमन (δ)

(3)चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक (B_H)

1. चुम्बकीय अवनमन या दिक्पात (θ)- किसी स्थान पर भौगोलिक याम्योत्तर तथा चुम्बकीय याम्योत्तर के मध्य कोण को उस स्थान का चुम्बकीय अवनमन या दिक्पात (θ) से परिभाषित किया जाता है।

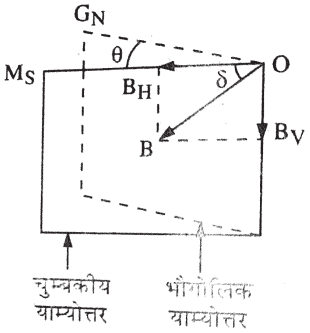


चित्र(A)

चित्र (A) पृथ्वी का शीर्ष दृश्य दर्शाती है जहाँ G_N - Gs तथा M_N - Ms के क्रमश: भौगोलिक तथा चुम्बकीय याम्योत्तर को दर्शाते होते हैं। तब कोण $G_NOMs = \theta$, चुम्बकीय अवनमन है।

2. चुम्बकीय नति अथवा नमन (δ)- चुम्बकीय नति पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की कुल तीव्रता की दिशा तथा चुम्बकीय याम्योत्तर में एक क्षैतिज रेखा के मध्य कोण को चुम्बकीय नति अथवा नमन (δ) कहते है।

Jharkhandlab.com



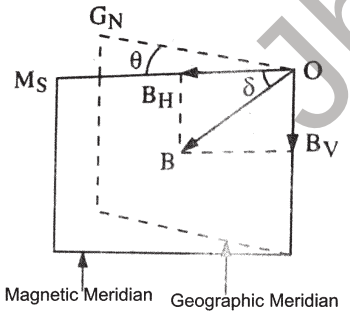
चित्र(B)

चित्र(B) में OB चुम्बकीय क्षेत्र की कुल तीव्रता को दर्शाता है। OB चुम्बकीय याम्योत्तर में एक क्षैतिज रेखा OM_S से कोण δ बनाती है। यह कोण उस स्थान का चुम्बकीय नति अथवा नमन (δ) कहलाता है।

3. पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक (B_H)- चुम्बकीय याम्योत्तर में क्षैतिज दशा में चुम्बकीय क्षेत्र की कुल तीव्रता का घटक पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक कहलाता है।

Q21. Derive the relation for the horizontal and vertical components of the earth's magnetic field at a given location with the angle of dip.

Ans:



In the figure, B_H is the horizontal component and Bv is the vertical component of the intensity of the earth's magnetic field.

Then

$B_H = B \cos\delta$.....(i)

$B_V = B \sin\delta$ .....(ii)

Dividing (i) by equation (ii), we get

$$\frac{B_V}{B_H} = \frac{B\sin\delta}{B\cos\delta} = \tan\delta \quad \text{.....(iii)}$$

$$\tan\delta = \frac{B_V}{B_H}$$

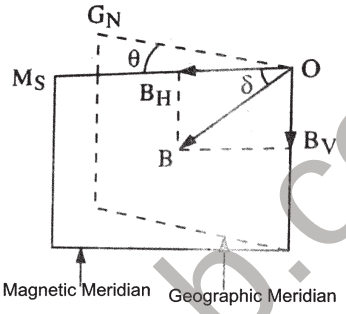
Squaring and adding equations (i) and (ii), we get

$B_H^2+B_V^2=B^2\cos^2\delta+B^2\sin^2\delta=B^2(\cos^2\delta+\sin^2\delta)=B^2$

$$B = \sqrt{B_H^{\,2} + B_V^{\,2}} \text{ ...(iv)}$$

Q21. किसी दिये हुए स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज तथा उर्ध्व घटकों के लिए नति कोण के साथ सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर :



चित्र में, B_H क्षैतिज घटक है तथा Bv पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का लम्बवत् घटक है।

तब

$B_H = B \cos\delta$.....(i)

$Bv = B \sin\delta$ .....(ii)

समीकरण (ii) में (i) का भाग देने पर,

$$\frac{B_V}{B_H} = \frac{B\sin\delta}{B\cos\delta} = \tan\delta$$

$$\tan\delta = \frac{B_V}{B_H} \quad \text{.....(iii)}$$

समीकरण (i) व (ii) को वर्ग करके जोड़ने पर हम पाते हैं,

$B_H^2+B_V^2=B^2\cos^2\delta+B^2\sin^2\delta=B^2(\cos^2\delta+\sin^2\delta)=B^2$

$$B = \sqrt{B_H^{\,2} + B_V^{\,2}} \text{ ...(iv)}$$

Q22. How will the angle of dip change if one moves from the magnetic equator to the pole?

Ans: At different places on the earth Magnetic inclination or dip (θ) is different. If one moves from the magnetic equator towards the pole, its value changes from 0° to 90°. The value of magnetic declination (δ) is 90° at the poles and 0° at the equator.

Q22. नति कोण किस प्रकार परिवर्तित होगा यदि कोई चुम्बकीय विषुवत् रेखा से ध्रुव की ओर जाता है ?

उत्तर: पृथ्वी पर अलग-अलग स्थानों पर चुम्बकीय नति अथवा नमन (θ) अलग-अलग होता है। यदि कोई चुम्बकीय विषुवत् रेखा से ध्रुव की ओर जाता है तो इसका मान 0° से 90° तक परिवर्तित होता है। चुम्बकीय अवनमन (δ) का मान ध्रुवों पर 90° होता है तथा भूमध्य रेखा पर 0° होता है।

Q23. Where on the surface of the earth is the value of the vertical component of the earth's magnetic field zero?

Ans: The vertical component of the Earth's magnetic field at the magnetic equator is zero.

Q23. पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक का मान पृथ्वी की सतह पर कहाँ शून्य होता है?

उत्तर: चुंबकीय भूमध्य रेखा पर पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक का मान शून्य होता है।

Q24. Where on the surface of the earth is the value of the horizontal component of the earth's magnetic field zero?

Ans: The horizontal component of the Earth's magnetic field at the magnetic pole is zero.

Jharkhandlab.com

Q24. पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक का मान पृथ्वी की सतह पर कहाँ शून्य होता है?

उत्तर: ध्रुवों पर पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक का मान शून्य होता है।

Q25. Define magnetic flux. Give its SI unit.

Ans: Magnetic flux - The number of magnetic field lines passing perpendicular to a surface is defined as magnetic flux. Flux is symbolically denoted by Φ. The unit of magnetic flux in the SI system is the weber (Wb) or Tm^2.

$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$ = BA cosθ, where θ, is the angle between $\vec{B}$ and $\vec{A}$

Q25. चुम्बकीय फलक्स को परिभाषित करें।इसका S.I. मात्रक बताएं।

उत्तर: चुम्बकीय फ्लक्स(Magnetic flux) - किसी सतह से लम्बवत् गुजरने वाली चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की संख्या को चुम्बकीय फ्लक्स के रूप में परिभाषित की जाती है। फ्लक्स को प्रतीकानुसार Φ के द्वारा निरूपित किया जाता है। S.I. पद्धति में चुम्बकीय फ्लक्स की इकाई वेबर (Wb) या Tm^2 है।

$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$ = BA cosθ, जहाँ θ, $\vec{B}$ और $\vec{A}$ के मध्य कोण हैं।

Q26. Define magnetic flux density or magnetic induction (B). State its SI unit.

Ans: Magnetic Flux Density (B) or Strength of Magnetic Field: The number of field lines passing perpendicular to the unit area of a substance is defined as the magnetic flux density and it is represented by B. If Φ is the flux passing through a material of area A, then the flux density will be B = Φ/A. In the SI system, the unit of magnetic flux density is the Tesla, or Wb/m^2.

Q26. चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व या चुम्बकीय प्रेरण (B) को परिभाषित करें। इसका S.I. मात्रक बताएं।

उत्तर: चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (B) (Magnetic Flux Density or Strength of Magnetic Field) : किसी पदार्थ के इकाई क्षेत्रफल के लम्बवत् गुजरने वाली क्षेत्र रेखाओं की संख्या को चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व के रूप में परिभाषित किया जाता है तथा इसे B द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। यदि A क्षेत्रफल युक्त किसी पदार्थ से गुज़रने वाला फ्लक्स Φ हो तो फ्लक्स घनत्व B = Φ/A होगा। S.I. पद्धति में, चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व की इकाई Tesla या Wb/m^2 है।

Q27. Define Intensity of Magnetisation.

Ans: The degree or extent to which a substance placed in a magnetic field can be magnetised is called Intensity of Magnetisation. It is denoted by ***I***. When a magnetic material is placed in a magnetic field, then that material acquires magnetism. Thus the magnetised substance acquires some dipole - moment .

The magnetic dipole moment of a substance per unit volume is called the intensity of magnetization (***I***). If m_{net} is the total amount of the dipole moment and V is the volume of the substance, then

$$I = \frac{m_{net}}{V}$$

$$Since\ m_{net} = q_m \times 2l\ ,\ and\ V = A \times 2l$$

$$So,\ I = \frac{q_m \times 2l}{A \times 2l} = \frac{q_m\ (for\ bar\ magnet)}{A\ (cylindrical\ magnet)}$$

where q_m = pole strength of the pole, l = magnetic length of the magnet of cross-section area A.

Magnetic intensity is a vector quantity. Its SI unit is A/m.

Q27. चुम्बकीकरण तीव्रता (*I*) (Intensity of Magnetisation)को परिभाषित करें।

उत्तर: वह कोटि (degree) अथवा सीमा जहाँ तक एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखे पदार्थ का चुम्बकीकरण किया जा सकता है उसे चुम्बकीकरण तीव्रता (*I*) (Intensity of Magnetisation) कहते हैं। इसको (*I*) के द्वारा निरूपित किया जाता है। जब किसी चुम्बकीय पदार्थ को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तब वह पदार्थ चुम्बकत्व को ग्रहण कर लेता है। इस प्रकार चुम्बकीकृत पदार्थ का कुछ द्विध्रुव आघूर्ण हो जाता है।

पदार्थ के द्विध्रुव चुम्बकीय आघूर्ण की प्रति इकाई आयतन को चुम्बकीकरण तीव्रता (*I*) कहते हैं। यदि m_{net} द्विध्रुव आघूर्ण की कुल मात्रा है तथा V उस पदार्थ का आयतन है, तब

$$I = \frac{m_{net}}{V}$$

$$Since\ m_{net} = q_m \times 2l\ ,\ and\ V = A \times 2l$$

$$So,\ I = \frac{q_m \times 2l}{A \times 2l} = \frac{q_m\ (\text{बार चुम्बक के लिए})}{A\ (\text{बेलनाकार चुम्बक के लिए})}$$

जहाँ q_m = ध्रुव की ध्रुव सामर्थ्य

2*l* = चुम्बक की चुम्बकीय लम्बाई

और A= अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

चुम्बकीकरण तीव्रता एक सदिश राशि है। इसका S.I. मात्रक A/m है।

Q28. Define Magnetising Force or Magnetic Intensity (H) of magnetic field.

Ans: The extent to which the magnetising field can magnetise a substance is called the Magnetising Force or Magnetic Intensity. It is denoted by H.

The Magnetising Force or Magnetic Intensity (H) is equal to the ratio of the magnetising field B_0 to the permeability of free space μ_0 .

That is,

$$H = \frac{B_0}{\mu_0}$$

$$or,\ B_0 = \mu_0 H$$

Q28. चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता अथवा चुम्बकन तीव्रता (H) (Magnetising Force or Magnetic Intensity) को परिभाषित करें।

उत्तर: परिमाण या सीमा जहाँ तक चुम्बकन क्षेत्र किसी पदार्थ को

Jharkhandiah.com

चुम्बकित कर सकता है, चुम्बकित करने वाले क्षेत्र की तीव्रता अथवा चुम्बकन तीव्रता (H)(Magnetising Force or Magnetic Intensity) कहलाती है। इसे H से प्रदर्शित किया जाता है। चुम्बकीय तीव्रता H को चुम्बकन बल भी कहा जाता है। चुम्बकन क्षेत्र की तीव्रता, चुम्बकन क्षेत्र (B_0) तथा निर्वात् में पारगम्यता (μ_0) के अनुपात के बराबर होती है।

अर्थात ,

$$H = \frac{B_0}{\mu_0}$$

$$or,\ B_0 = \mu_0 H$$

Q29. Define Magnetic Permeability (μ). State its SI unit.

Ans: The extent to which the magnetic lines of force can enter into a material is called the magnetic permeability (μ) of the material. That is, the power of conduction of magnetic lines of force through a material is known as the magnetic permeability. It is denoted by μ.

The magnetic permeability of a material is equal to the ratio of the magnitude of the magnetic induction (B) to the intensity of the magnetising field (H).

i.e, μ= B/H or B= μH

. The SI unit of magnetic permeability is Tm/A.

Q29. चुम्बकीय पारगम्यता (Magnetic Permeability) (μ) को परिभाषित करें ।इसका S.I. मात्रक बताएं ।

उत्तर: वह परिणाम या सीमा जहाँ तक चुम्बकीय बल रेखाएं किसी पदार्थ में प्रवेश कर जाती हैं ,पदार्थ कि चुम्बकीय पारगम्यता (μ) कहलाती हैं ।अर्थात् , किसी पदार्थ के द्वारा चुम्बकीय बल रेखाओं के चालन की शक्ति चुम्बकीय पारगम्यता के रूप में जानी जाती है।इसे μ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

किसी पदार्थ की चुम्बकीय पारगम्यता चुम्बकीय प्रेरण (B) के परिमाण तथा चुम्बकित करने वाले क्षेत्र की तीव्रता (H) के अनुपात के बराबर होती है।

अर्थात् , μ= B/H या B= μH

चुम्बकीय पारगम्यता की S.I. इकाई Tm/A हैं।

30. Define relative magnetic permeability (μ_r).

Ans: The ratio of flux density in a material to flux density in vacuum (B_0) is known as relative magnetic permeability.

i.e,

$$\mu_r = \frac{B}{B_0} = \frac{\mu H}{\mu_o H} = \frac{\mu}{\mu_o}$$

$$So,\quad \mu = \mu_o \mu_r$$

μ_r are dimensionless.

Q30. आपेक्ष चुम्बकीय पारगम्यता (μ_r) को परिभाषित करें ।

उत्तर: किसी पदार्थ में फ्लक्स घनत्व तथा निर्वात् में फ्लक्स घनत्व (B_0) का अनुपात आपेक्ष चुम्बकीय पारगम्यता के रूप में जाना जाता है। अर्थात्

$$\mu_r = \frac{B}{B_0} = \frac{\mu H}{\mu_o H} = \frac{\mu}{\mu_o}$$

$$So,\quad \mu = \mu_o \mu_r$$

μ_r विमाहीन हैं।

Q31. Define magnetic susceptibility.

Ans: It is the property of a material which shows how easily the material can be magnetised when placed in a magnetic field. It is denoted by x_m

Magnetic susceptibility is equal to the ratio of magnetising intensity (I) and magnetising field (H).

That

magnetic susceptibility(x_m)= $\frac{I}{H}$

x_m has no unit. It's just a number.

Q31. चुम्बकीय सुग्राहिता या प्रवृत्ति को परिभाषित करें ।

उत्तर: यह किसी पदार्थ का गुण है जो चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर पदार्थ के आसानी से चुम्बकन को दर्शाता है। इसे x_m से प्रदर्शित किया जाता है।

चुम्बकीय सुग्राहिता चुम्बकीकरण तीर्वता (I) तथा चुम्बकन तीव्रता (H) के अनुपात के बराबर होता है।

अर्थात्

magnetic susceptibility(x_m)= $\frac{I}{H}$

x_m मात्रकहीन है। यह मात्र एक संख्या है।

Q32. Establish relation between Magnetic Permeability and Magnetic Susceptibility.

Ans: The total magnetic flux density (B) in a material is the sum of the magnetic flux density in vacuum (B_o) and the magnetic flux density due to the magnetization of the material (B_m).

i.e.

$$B = B_0 + B_m \quad .....(i)$$

$$or,\ B = \mu_o H + \mu_o I = \mu_o (H + I)$$

$$Since\ B_0 = \mu_o H\ and\ B_m = \mu_o I$$

$$or,\ \frac{B}{H} = \mu_o \left(1 + \frac{I}{H}\right) \quad .....(ii)$$

$$or,\ \mu = \mu_o \left(1 + \chi_m\right) \quad .....(iii)$$

$$Since\quad \mu = \frac{B}{H}\ and\ \chi_m = \frac{I}{H}$$

$$or,\ \frac{\mu}{\mu_o} = \left(1 + \chi_m\right)$$

$$or,\ \mu_r = \left(1 + \chi_m\right) \quad .....(iv)$$

$$Since\quad \mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

Jharkhandlab.com

Q32. चुम्बकीय पारगम्यता तथा चुम्बकीय सुग्राहिता या प्रवृत्ति के मध्य सम्बन्ध (Relation between Magnetic Permeability and Magnetic Susceptibility) स्थापित करें।

उत्तर: किसी पदार्थ में कुल चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (B) निर्वात् में चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (B_o) तथा पदार्थ के चुम्बकत्व (B_m) के कारण चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व का योग है।

अर्थात्

$$B = B_0 + B_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

$$or,\ B = \mu_o H + \mu_o I = \mu_o (H + I)$$

$$Since\ B_0 = \mu_o H \ and\ B_m = \mu_o I$$

$$or,\ \frac{B}{H} = \mu_o \left(1 + \frac{I}{H}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (ii)$$

$$or,\ \mu = \mu_o \left(1 + \chi_m\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (iii)$$

$$Since \quad \mu = \frac{B}{H} \ and\ \chi_m = \frac{I}{H}$$

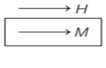
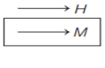
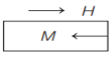
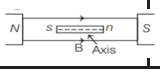
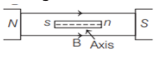
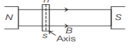
$$or,\ \frac{\mu}{\mu_o} = \left(1 + \chi_m\right)$$

$$or,\ \mu_r = \left(1 + \chi_m\right) \quad \ldots\ldots\ldots (iv)$$

$$Since \quad \mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

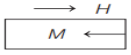
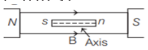
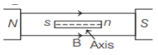
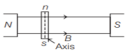
Q33. Compare ferromagnetic material, paramagnetic material and diamagnetic material.

Ans:

	Ferromagnetic substances	Paramagnetic substances	Diamagnetic substances
1	These substances are strongly attracted by a magnet	These substances are feebly attracted by a magnet.	These substances are repelled by a magnet.
2	These substances when placed in magnetic fields are strongly magnetised in the direction of the field. 	These substances, when placed in a magnetic field, acquire feeble magnetism in the direction of the magnetic field. 	These substances, when placed in a magnetic field, acquire feeble magnetism opposite to the direction of the magnetic field. 
3	If a rod of Ferromagnetic material is suspended freely between two magnetic poles, its axis becomes parallel to the magnetic field. 	If a rod of Paramagnetic material is suspended freely between two magnetic poles, its axis becomes parallel to the magnetic field. 	If a rod of diamagnetic material is suspended freely between two magnetic poles, its axis becomes perpendicular to the magnetic field. 
4	In a non-uniform magnetic field, they move from weaker to stronger magnetic fields rapidly.	In a non-uniform magnetic field, they move from weaker to stronger parts of the magnetic field slowly.	In a non-uniform magnetic field, the diamagnetic substances are attracted towards the weaker fields, i.e. they move from stronger to weaker magnetic field.
5	In these substances, magnetic lines of force are much closer than in air.	In these substances, the magnetic lines of force are closer than in air.	In these substances, the magnetic lines of force are farther than in air.
6	These substances also have a permanent magnetic moment.	These substances have a small permanent magnetic moment.	The resultant magnetic moment of these substances is zero.

Q33. लोहचुम्बकीय पदार्थ, अनुचुम्बकीय पदार्थ तथा प्रतिचुम्बकीय पदार्थ की तुलना कीजिए।

उत्तर:

	लौहचुम्बकीय पदार्थ	अनुचुम्बकीय पदार्थ	प्रतिचुंबकीय पदार्थ
1	लौहचुम्बकीय पदार्थ चुम्बक द्वारा प्रबल रूप से आकर्षित होते हैं।	अनुचुम्बकीय पदार्थ चुम्बक द्वारा दुर्बल रूप से आकर्षित होते हैं।	प्रतिचुंबकीय पदार्थ चुंबक द्वारा प्रतिकर्षित होते हैं।
2	चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर ये पदार्थ क्षेत्र की दिशा में प्रबल रूप से चुम्बकित हो जाते हैं।	चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर ये पदार्थ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में अल्प चुंबकत्व प्राप्त कर लेते हैं	चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर ये पदार्थ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के विपरीत अल्प चुंबकत्व प्राप्त कर लेते हैं। 
3	यदि लौहचुम्बकीय पदार्थ की एक छड़ को दो चुंबकीय ध्रुवों के बीच स्वतंत्र रूप से लटकाया जाता है, तो इसकी धुरी चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर हो जाती है। 	यदि अनुचुंबकीय पदार्थ की छड़ को दो चुंबकीय ध्रुवों के बीच स्वतंत्र रूप से लटकाया जाता है, तो इसकी धुरी चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर हो जाती है। 	यदि प्रतिचुंबकीय पदार्थ की एक छड़ को दो चुंबकीय ध्रुवों के बीच स्वतंत्र रूप से लटकाया जाता है, तो इसकी धुरी चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत हो जाती है। 
4	असमान चुंबकीय क्षेत्र में, लौहचुम्बकीय पदार्थ कमजोर चुंबकीय क्षेत्र से मजबूत चुंबकीय क्षेत्र की ओर तेजी से जाते हैं।	असमान चुंबकीय क्षेत्र में, अनुचुम्बकीय पदार्थ चुंबकीय क्षेत्र के कमजोर से मजबूत हिस्से की ओर धीरे-धीरे जाते हैं।	असमान चुंबकीय क्षेत्र में प्रतिचुंबकीय पदार्थ कमजोर क्षेत्रों की ओर आकर्षित होते हैं, अर्थात वे मजबूत से कमजोर चुंबकीय क्षेत्र की ओर बढ़ते हैं।
5	इन पदार्थों में, चुंबकीय बल रेखाएँ हवा की तुलना में बहुत अधिक निकट होती हैं।	इन पदार्थों में चुंबकीय बल रेखाएँ हवा की तुलना में अधिक निकट होती हैं।	इन पदार्थों में,चुंबकीय बल रेखाएँ हवा की तुलना में दूर होती हैं।
6	इन पदार्थों का स्थायी चुम्बकीय आघूर्ण भी होता है।	इन पदार्थों का एक स्थायी चुंबकीय अल्प होता है।	इन पदार्थों का परिणामी चुंबकीय आघूर्ण शून्य होता है।

Jharkhandiap.com

Q34. Compare ferromagnetic material, paramagnetic material and diamagnetic material on the basis of susceptibility and permeability .

Ans:

	Ferromagnetic substances	Paramagnetic substances	Diamagnetic substances
1	Their permeability is much greater than one ($\mu >> 1$).	Their permeability is slightly greater than one ($\mu > 1$).	Their permeability is less than one ($\mu < 1$).
2	Their susceptibilityis x_m large and positive. They also follow Curie's law.	Their susceptibility is small and positive. Their susceptibility is inversely proportional to absolute temperature.	Their susceptibility is small and negative. Their susceptibility is independent of temperature.

Q34. संवेदनशीलता और पारगम्यता के आधार पर लोहचुम्बकीय पदार्थ, अनुचुम्बकीय पदार्थ तथा प्रतिचुम्बकीय पदार्थ की तुलना कीजिए।

उत्तर:

	लौहचुम्बकीय पदार्थ	अनुचुम्बकीय पदार्थ	प्रतिचुंबकीय पदार्थ
1	उनकी पारगम्यता एक से बहुत अधिक होती है। ($\mu >> 1$)	उनकी पारगम्यता एक से थोड़ी अधिक होती है। ($\mu > 1$)	उनकी पारगम्यता एक से कम होती है।($\mu < 1$)
2	उनकी चुम्बकीय सुग्राहिता x_m बड़ी और धनात्मक होती है। वे क्यूरी के नियम का भी पालन करते हैं।	उनकी चुम्बकीय सुग्राहिता छोटी और धनात्मक होती है। उनकी चुम्बकीय सुग्राहिता पूर्ण तापमान के व्युत्क्रमानुपाती होती है।	उनकी चुम्बकीय सुग्राहिता छोटी और नकारात्मक होती है। उनकी चुम्बकीय सुग्राहिता तापमान से स्वतंत्र होती है।

35. What is Curie Law in Magnetism ?

Ans: The magnetic susceptibility of a paramagnetic substance is inversely proportional to its absolute temperature.

$$\chi_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \chi_m T = \text{constant}$$

where, x_m = magnetic susceptibility of a paramagnetic substance

and T = absolute temperature.

At Curie temperature, ferromagnetic substances change into paramagnetic substances.

Q35. चुंबकत्व में क्यूरी का नियम क्या है ?

उत्तर: अनुचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय सुग्राहिता इसके पूर्ण तापमान के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

$$\chi_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \chi_m T = \text{constant}$$

जहाँ, x_m = अनुचुंबकीय पदार्थ की चुंबकीय सुग्राहिता है।

और T = पूर्ण तापमान हैं ।

क्यूरी ताप पर लौहचुम्बकीय पदार्थ अनुचुम्बकीय पदार्थों में परिवर्तित हो जाते हैं।

Q36. Compare Electromagnet and Permanent Magnet.

Ans:

Electromagnet	Permanent Magnet
These are temporarily magnetised	They are permanently magnetised
They are usually made of soft materials.	These are usually made of hard materials.
The strength of the magnetic field lines can be varied according to our need.	The strength of the magnetic field line cannot be varied.
The poles of an electromagnet can be altered.	The poles of a Permanent magnet cannot be changed.
Example of a temporary magnet is solenoid wounded across a nail and connected to a battery.	Example of a permanent magnet is a Bar Magnet.

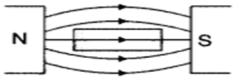
36.. विद्युत चुंबक और स्थायी चुंबक कि तुलना कीजिए।

उत्तर:

विद्युत चुंबक (इलेक्ट्रोमैग्नेट)	स्थायी चुंबक
ये अस्थायी रूप से चुम्बकित होते हैं	ये स्थायी रूप से चुम्बकित होते हैं
ये आमतौर पर नरम सामग्री से बने होते हैं।	ये आमतौर पर कठोर सामग्री से बने होते हैं।
चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की प्रबलता को हमारी आवश्यकता के अनुसार बदला जा सकता है।	चुंबकीय क्षेत्र रेखा की शक्ति स्थिर होती है अर्थात् इसमें परिवर्तन नहीं किया जा सकता है।
विद्युत चुम्बक के ध्रुवों को बदला जा सकता है।	स्थायी चुम्बक के ध्रुवों को बदला नहीं जा सकता।
एक अस्थायी चुंबक का उदाहरण एक कील पर बंधा हुआ सोलनॉइड है जो एक बैटरी से जुड़ा है।	स्थायी चुंबक का उदाहरण बार चुंबक है।

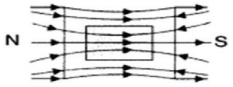
Q37. Draw magnetic field lines when a (i) diamagnetic, (ii) paramagnetic substances are placed in an external magnetic field.

Ans: (i) When a diamagnetic material is placed in an external magnetic field.



Diamagnetic

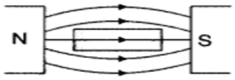
(ii) When a paramagnetic material is placed in an external magnetic field.



Paramagnetic

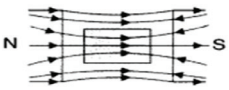
Q37. जब (i) प्रतिचुम्बकीय, (ii) अनुचुंबकीय पदार्थ किसी बाहरी चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाते हैं तो चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचिए।

उत्तर: (i) जब एक प्रतिचुंबकीय पदार्थ को बाहरी चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है।



Diamagnetic

(ii) जब एक अनुचुंबकीय पदार्थ को बाहरी चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है।



Paramagnetic

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 6 ELECTROMAGNETIC INDUCTION
वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

Q1: The electromagnetic induction was discovered by:

(a) Ampere (b) Faraday
(c) Fleming (d) Oersted.

Ans: (b)

Q1: विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की खोज किसके द्वारा की गई थी:

(a) एम्पीयर (b) फैराडे
(c) फ्लेमिंग (d) ओर्स्टेड।

उत्तर: (b)

Q2: In the electromagnetic induction, the induced e.m.f. is independent of:

(a) Change in flux (b) Time
(c) Number of turns (d) Resistance of coil.

Ans: (d)

Q2: विद्युत चुम्बकीय प्रेरण में, प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) स्वतंत्र होता है:

(a) फ्लक्स में परिवर्तन (b) समय
(c) घुमावों की संख्या (d) कॉइल का प्रतिरोध।

उत्तर: (d)

Q3. Lenz's law is in accordance with:

(a) Law of conservation of charge
(b) Law of conservation of energy
(c) Law of conservation of mass
(d) Law of conservation of momentum.

Ans: (b)

Q3: लेंज का नियम निम्नलिखित के अनुसार होता है:

(a) आवेश संरक्षण का नियम
(b) ऊर्जा संरक्षण का नियम
(c) द्रव्यमान संरक्षण का नियम
(d) संवेग संरक्षण का नियम।

उत्तर: (b)

Q4: Unit of self inductance is :

(a) ampere (b) faraday
(c) henry (d) weber.

Ans: (c)

Q4: स्वप्रेरण की इकाई है:

(a) एम्पीयर (b) फैराडे
(c) हेनरी (d) वेबर।

उत्तर: (c)

Q5: The eddy currents are used:

(a) To make a galvanometer dead beat
(b) In speedometer
(c) Electric brake
(d) All the above.

Ans: (d)

Q5: भँवर धाराओं का उपयोग किया जाता है:

(a) गैल्वेनोमीटर के डेड बीट बनाने के लिए
(b) स्पीडोमीटर में
(c) इलेक्ट्रिक ब्रेक में
(d) उपरोक्त सभी।

उत्तर: (d)

Q6: The direction of induced current is determined by:

(a) Lenz's law
(b) Fleming's right hand rule
(c) Lenz's law and Fleming's right hand rule
(d) Fleming's left hand rule.

Ans: (c)

Q6: प्रेरित धारा की दिशा निर्धारित होती है:

(a) लेंज के नियम से।
(b) फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम से।
(c) लेन्ज़ के नियम से और फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम से।
(d) फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम से।

उत्तर: (c)

Q7: If a plane circular coil has N turns then its self-inductance be proportional to the :

(a) N^2 (b) N
(c) $\sqrt{N}$ (d) N^3

Ans: (a)

Q7: यदि एक समतल वृत्ताकार कुंडली में N फेरे हैं तो इसका स्वप्रेरण किसके समानुपाती होगा ?

(a) N^2 (b) N
(c) $\sqrt{N}$ (d) N^3

उत्तर: (a)

Q8: The two identical coils made of copper and aluminum are rotated with uniform speed in a uniform magnetic field then the value of induced current in aluminum coil will be:

(a) Less than that in copper coil
(b) More than that in copper coil
(c) Equal to that in copper coil

Jharkhandlab.com

(d) No certain relation with copper coil.

Ans: (a)

Q8: कॉपर और एल्युमिनियम से बनी दो समान कुण्डलियों को एक समान चुंबकीय क्षेत्र में एक समान गति से घुमाया जाता है तो एल्युमिनियम की कुंडली में प्रेरित धारा का मान होगा:

(a) तांबे की कुंडली से कम
(b) तांबे की कुंडली से अधिक
(c) तांबे की कुंडली के बराबर
(d) तांबे की कुंडली के साथ कोई निश्चित संबंध नहीं होगा।

उत्तर: (a)

Q9: Keeping the total length of a coil unchanged, the number of turns in it are doubled. Its self inductance will be:

(a) Four time (b) Doubled
(c) Halved (d) None of the above.

Ans: (a)

Q9: किसी कुंडली की कुल लंबाई में कोई परिवर्तन न करते हुए उसमें फेरों की संख्या को दोगुना कर दिया जाता है। इसका स्वप्रेरण होगा:

(a) चार गुना (b) दोगुना
(c) आधा (d) उपरोक्त में से कोई नहीं।

उत्तर: (a)

Q10: The mutual inductance between the two coil be equal to the emf induced in secondary coll if the current through primary coil is :

(a) Kept constant at one ampere
(b) Reduced from 1 ampere to zero
(c) Varied with the rate of one ampere per second
(d) None of the above.

Ans: (c)

Q10: दो कॉइल के बीच पारस्परिक प्रेरण द्वितीयक कॉइल में प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) के बराबर होगा यदि प्राथमिक कॉइल के माध्यम से विद्युत धारा:

(a) एक एम्पीयर पर स्थिर रखा जाए।
(b) एक एम्पीयर से शून्य तक कम किया जाए।
(c) एक एम्पीयर प्रति सेकंड की दर से बदला जाए।
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं।

उत्तर: (c)

Q11: The SI unit of magnetic flux is:

(a) weber (c) oersted
(b) gauss (d) tesla.

Ans: (a)

Q11: चुंबकीय प्रवाह की SI इकाई है:

(a) वेबर (c) ओर्स्टेड
(b) गॉस (d) टेस्ला।

उत्तर: (a)

Q12: Wb/m^2 is the unit.

(a) magnetic field
(b) magnetic potential
(c) magnetic flux
(d) magnetic moment

Ans- (a)

Q12: Wb/m^2 मात्रक है।

(a) चुम्बकीय क्षेत्र का (b) चुम्बकीय विभव का
(c) चुम्बकीय फ्लक्स का (d) चुम्बकीय आघूर्ण का

उत्तर- (a)

Q13: A coil of area 5 cm^2 and 100 turns is placed in a uniform magnetic field of 0.2 T. The magnetic field makes an angle of 60° with the normal to the plane of the coil. The magnetic flux through the coil will be

(a) $5x10^{-5}$ Wb (b) $5x10^{-4}$ Wb
(c) 5×10^{-3} Wb (d) none of the above.

Ans- (c)

Q13: 100 फेरों तथा 5 cm^2 क्षेत्रफल की किसी कुंडली को 0.2 T समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में रखा गया है। कुंडली के तल पर अभिलंब के साथ चुम्बकीय क्षेत्र 60° का कोण बनाता है। कुण्डली में से चुम्बकीय फ्लक्स होगा

(a) $5x10^{-5}$ Wb (b) $5x10^{-4}$ Wb
(c) 5×10^{-3} Wb (d) उपरोक्त में से कोई नहीं।

उत्तर- (c)

Q14: The resistance of a closed circuit is 10 ohms. In this circuit flux changes according to the equation $\Phi = 6t^2 - 5t + 1$ (t in second). so the current induced in the circuit at t=0.25 s will be

(a) 0.3 A (b) 0.2 A
(c) 0.4 A (d) 2.0

Ans- (b)

Q14: किसी बन्द परिपथ का प्रतिरोध 10 ओम है। इस परिपथ में t समय (सेकण्ड में) में चुम्बकीय फ्लक्स (वेबर में) इस समीकरण के अनुसार परिवर्तित होता है $\Phi = 6t^2 - 5t + 1$ तो t=0.25 s पर परिपथ में प्रेरित धारा होगी।

(a) 0.3 A (b) 0.2 A
(c) 0.4 A (d) 2.0A

उत्तर- (b)

Q15: The dimensional formula of magnetic flux is

(a) $[ML^2T^{-2}A]$ (b) $[ML^2T^2A^{-1}]$
(c) $[ML^{-2}T^2A^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

Ans- (b)

Q15: चुम्बकीय फ्लक्स का विमीय सूत्र है

(a) $[ML^2T^{-2}A]$ (b) $[ML^2T^2A^{-1}]$
(c) $[ML^{-2}T^2A^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

उत्तर- (b)

Q16: The current in a coil changes from 0.2A to 0.4A in 0.1s. If the average induced emf in the coil is 1 volt

Jharkhandlab.com

then the self inductance will be.

(a) 0.1H (b) 0.4H

(c) 0.5H (d) 1H

Ans- (c)

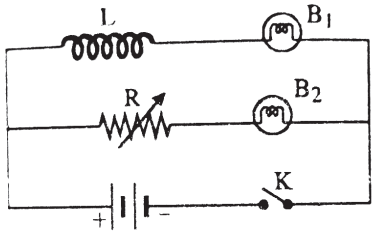
Q16: किसी कुंडली में 0.1s में 0.2A से 0.4 A तक धारा परिवर्तित होती है। कुंडली में औसत प्रेरित विद्युत वाहक बल 1 वोल्ट है तो स्वप्रेरकत्व होगा।

(a) 0.1H (b) 0.4H

(c) 0.5H (d) 1H

उत्तर- (c)

Q17: Two identical bulbs are connected as shown in the figure.



(a) After some time both bulbs B_1 and B_2 stop emitting light.

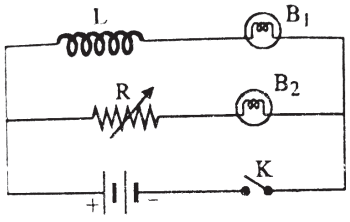
(b) Both the bulbs B_1 and B_2 stop glowing immediately.

(c) Bulb B_1 immediately and bulb B_2 stop glowing after some time.

(d) Bulb B_2 immediately and bulb B_1 stop glowing after some time.

Ans- (d)

Q17: दो समरूप बल्बों को चित्रानुसार जोड़ा जाता है



(a) कुछ समय पश्चात B_1, व B_2 दोनों बल्ब प्रकाशित होना बंद कर देते हैं।

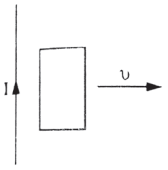
(b) B_1, व B_2 दोनों बल्ब तुरन्त प्रकाशित होना बंद कर देते हैं।

(c) बल्ब B_1, तुरन्त तथा बल्ब B_2, कुछ समय पश्चात प्रकाशित होना बन्द कर देते हैं।

(d) बल्ब B_2 तुरन्त तथा बल्ब B_1, कुछ समय पश्चात प्रकाशित होना बन्द कर देते हैं।

उत्तर- (d)

Q18: A current I is flowing upwards in a long straight wire as shown in the figure. When a rectangular loop of wire placed near it is pulled to the right, the current induced in the loop will



(a) be zero

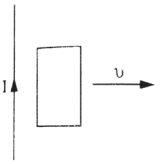
(b) flow in anti-clockwise direction

(c) flow in clockwise direction

(d) none of the above.

Ans- (c)

Q18: किसी लम्बे सीधे तार में ऊपर की ओर। धारा प्रवाहित हो रही है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। इसके निकट रखे तार के किसी आयताकार लूप को जब दायीं ओर खींचा जाता है तो लूप में प्रेरित धारा



(a) शून्य होगी

(b) वामावर्त दिशा में प्रवाहित होगी

(c) दक्षिणावर्त दिशा में प्रवाहित होगी

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं।

उत्तर- (c)

Q19: The dimensional formula of induced emf is

(a) $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$ (b) $[ML^2T^2A^{-1}]$

(c) $[ML^{-2}T^2A^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

Ans- (a)

Q19: प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) का विमीय सूत्र है

(a) $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$ (b) $[ML^2T^2A^{-1}]$

(c) $[ML^{-2}T^2A^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

उत्तर-(a)

Q20: The dimensional formula of self-induction is

(a) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$ (b) $[ML^2T^2A^{-1}]$

(c) $[ML^{-2}T^2A^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

Ans- (a)

Q20: स्वप्रेरण का विमीय सूत्र है

(a) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$ (b) $[ML^2T^2A^{-1}]$

(c) $[ML^{-2}T^2A^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

उत्तर- (a)

Jharkhandlab.com

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q1. What is electromagnetic induction ?

Ans: Whenever the magnetic flux linked with an electric circuit changes, an emf is induced in the circuit. This phenomenon is called electromagnetic induction.

Q1. विद्युत चुम्बकीय प्रेरण क्या है ?

उत्तर: जब भी किसी विद्युत परिपथ से जुड़े चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है, तो परिपथ में एक विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है। इस घटना को विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहा जाता है।

Q2. What is magnetic flux ? Is it scalar or vector? Write its SI unit.

Ans: The total number of magnetic field lines crossing through any surface normally, when it is placed in a magnetic field is known as magnetic flux of that surface.

$$d\phi = \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = Bds \cos\theta$$

It is a scalar quantity. Its SI unit is tesla-meter^2 (or weber)

Q2. चुम्बकीय फ्लक्स क्या है? क्या यह अदिश या सदिश है? इसका SI मात्रक लिखिए।

उत्तर: किसी भी सतह को चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर उस सतह से लंबवत रूप से गुजरने वाले चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की कुल संख्या को उस सतह के चुम्बकीय फ्लक्स के रूप में जाना जाता है।

$$d\phi = \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = Bds \cos\theta$$

यह एक अदिश राशि है। इसकी SI इकाई tesla-metre^2 (or weber) हैं।

Q3. Name the physical quantity which is measured by weber.

Ans: Magnetic flux

Q3. वेबर द्वारा मापी जाने वाली भौतिक राशि का नाम लिखिए।

उत्तर: चुम्बकीय फ्लक्स।

Q4. On what factors does the flux passing through a coil depend?

Ans: Since Φ= BAcosθ, hence the magnetic flux through the coil depends on:

(i) magnetic induction

(ii) the area of the coil A and

(iii) the angle between B and A.

Q4. किसी कुंडली में से गुजरने वाला फ्लक्स किन कारकों पर निर्भर करता है ?

उत्तर: चुकी Φ = BAcosθ अत: कुण्डली में से चुम्बकीय फ्लक्स निम्न कारकों पर निर्भर करता है:

(i) चुम्बकीय प्रेरण

(ii) कुंडली का क्षेत्रफल A तथा

(iii) B तथा A के मध्य का कोण।

Q5. State Faraday's laws of electromagnetic induction.

Ans: (i) Whenever the magnetic flux linked with a circuit changes, an induced emf is produced in it.The induced emf lasts, so long as the change in magnetic flux continues.

(ii) The magnitude of induced emf is directly proportional to the rate of change in magnetic flux, i.e.

$$e \propto \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow e = -\frac{d\phi}{dt}$$

where, constant of proportionality is one and negative sign indicates that the induced emf in the circuit due to the changing flux always opposes the change in magnetic flux.

Q5. फैराडे के विद्युत चुंबकीय प्रेरण के नियमों का उल्लेख कीजिए।

उत्तर: (i) जब भी किसी सर्किट से जुड़े चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है, तो उसमें एक प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) उत्पन्न होता है। प्रेरित विद्युत वाहक बल तब तक रहता है, जब तक चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन जारी रहता है।

(ii) प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) का परिणाम चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर के समानुपाती होता है,

$$e \propto \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow e = -\frac{d\phi}{dt}$$

अर्थात

जहां, समानुपाती का स्थिरांक एक है और ऋणात्मक चिह्न इंगित करता है कि बदलते चुम्बकीय फ्लक्स के कारण सर्किट में प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) हमेशा चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करता है।

Q6. What is the unit of induced electromotive force?

Ans: Volt.

Q6. प्रेरित विद्युत वाहक बल का मात्रक क्या है ?

उत्तर: वोल्ट।

Q7. State Lenz's law. Lenz's law is based on the conservation of which physical quantity?

Ans: The direction of induced emf or induced current is always in such a way that it opposes the cause due to which it is produced. Lenz's law is in accordance with the conservation of energy.

Q7. लेंज का नियम लिखिए। लेन्ज का नियम किस भौतिक राशि के संरक्षण पर आधारित है ?

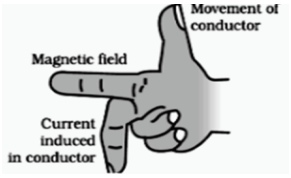
उत्तर: प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) या प्रेरित धारा की दिशा हमेशा इस तरह से होती है कि यह उस कारण का विरोध करती है जिसके कारण यह उत्पन्न होता है। लेंज का नियम ऊर्जा संरक्षण सिद्धांत के अनुसार है।

Q8. Define Fleming's right hand rule.

Ans: Fleming's Right Hand Rule: If we stretch the thumb, the forefinger and the central finger of right hand in such a way that all three are perpendicular to each other, then if thumb represent the direction of motion, the forefinger represent the direction of magnetic field, then central finger will represent the

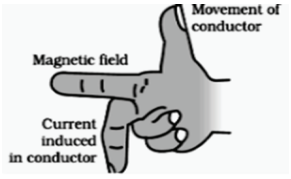
Jharkhandlab.com

direction of induced current.



Q9. फ्लेमिंग के दायें हाथ के नियम को परिभाषित कीजिए।

उत्तर: फ्लेमिंग का दाहिना हाथ नियमः यदि हम दाहिने हाथ के अंगूठे, तर्जनी और मध्यमा उंगली को इस प्रकार फैलाते हैं कि तीनों एक दूसरे के लंबवत हों, तो यदि अंगूठा गति की दिशा का प्रतिनिधित्व करता है,और तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा का प्रतिनिधित्व करती हो तो मध्यमा उंगली प्रेरित धारा की दिशा का प्रतिनिधित्व करेगी।



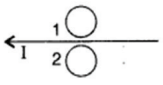
Q10. Predict the directions of induced currents in metal rings 1 and 2 lying in the same plane where current I in the wire is increasing steadily.

Ans: In metal ring 1, the induced current flows in the clockwise direction and in metal ring 2, the induced current flows in the anticlockwise direction.

Q10. एक ही तल में स्थित धातु के छल्ले 1 और 2 में प्रेरित धाराओं की दिशा को बताएं जब तार में धारा I लगातार बढ़ रही है।

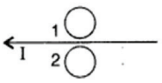
उत्तर: मेटल रिंग 1 में, प्रेरित धारा घड़ी की दिशा (clockwise direction) में प्रवाहित होगी और मेटल रिंग 2 में, प्रेरित धारा वामावर्त दिशा (घड़ी की उल्टी दिशा) में प्रवाहित होगी।

Q11. Predict the directions of induced current in metal rings 1 and 2 when current I in the wire is steadily decreasing?



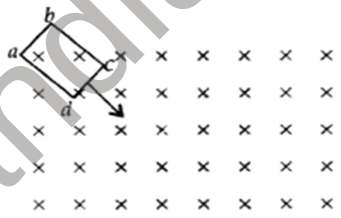
Ans: In metal ring 1, the induced current flows in an anticlockwise direction and in metal ring 2, the induced current flows in the Clockwise direction.

Q11. धातु के छल्लों 1 और 2 में प्रेरित धारा की दिशाओं की दिशा को बताएं जब तार में धारा I लगातार कम हो रही हो?



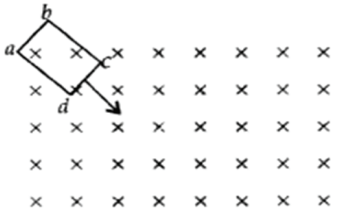
उत्तर: मेटल रिंग 1 में, प्रेरित धारा घड़ी की उल्टी दिशा में प्रवाहित होगी और मेटल रिंग 2 में, प्रेरित धारा घड़ी की दिशा (clockwise direction) में प्रवाहित होगी।

Q12. Predict the direction of the induced current in the rectangular loop abcd as it is moved into the region of a uniform magnetic field B directed normal to the plane of the loop.



Ans: The direction of the induced current in the given rectangular loop is anti-clockwise, i.e., cbadc.

Q12. आयताकार लूप abcd में प्रेरित धारा की दिशा बताएं जब यह एक समान चुंबकीय क्षेत्र B जो की लंबवत रूप से तल के नीचे की ओर हैं, में प्रवेश करता है।



उत्तर: दिए गए आयताकार लूप में प्रेरित धारा की दिशा घड़ी की उल्टी दिशा में अर्थात cbadc है।

Q13. What are Eddy Currents?

Ans: If a piece of metal is placed in a varying magnetic field or rotated with high speed in an uniform magnetic field, then induced currents set up in the piece are like whirlpools of air, called eddy currents.

The magnitude of eddy currents is given by

$I = -\frac{e}{R} = \frac{d\phi/dt}{R}$ where, R is the resistance.

Eddy currents are also known as Foucault's currents.

Q13. भंवर धाराएं (Eddy Currents) क्या हैं ?

उत्तर: यदि धातु के एक टुकड़े को एक परिवर्तनीय चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है या एक समान चुंबकीय क्षेत्र में उच्च गति से घुमाया जाता है, तो टुकड़े में हवा के भंवरों की तरह प्रेरित धारा उत्पन्न होती हैं, जिन्हें भंवर धाराएं कहा जाता है।

भँवर धाराओं का परिमाण को इस प्रकार से दर्शाया जाता है।

$I = -\frac{e}{R} = \frac{d\phi/dt}{R}$ जहाँ, R प्रतिरोध है।

भंवर धाराएं को फौकॉल्ट धाराओं के रूप में भी जाना जाता है।

Jharkhandlab.com

Q14. Name applications where eddy currents are used.

Ans: Applications of eddy currents:

1. Electromagnetic Damping
2. Magnetic brakes in trains
3. Induction Furnace
4. Electric Power Metres.

Q14. उन अनुप्रयोगों के नाम बताइए जहां भंवर धारा का उपयोग किया जाता है।

उत्तर: भंवर धाराओं के अनुप्रयोग:

1. विद्युत चुम्बकीय अवमंदन
2. रेलगाड़ियों में चुम्बकीय ब्रेक में
3. प्रेरण भट्ठी में
4. इलेक्ट्रिक पावर मीटर में ।

Q15. Define self-inductance of a coil. Write S.I. unit and its dimensional formula of coefficient of self-induction.

Ans: The phenomena of production of induced emf in a circuit due to change in current flowing on its own, is called self-induction. Due to this property it opposes the growth or decay of the current flowing through it.

The magnetic flux linked with a coil, $\phi = LI$

The induced emf in the coil, $e = -L\frac{dI}{dt}$

where, L = Coefficient of self-induction.

The SI unit of self-induction is henry (H) and its dimensional formula is $[ML^2 T^{-2} A^{-2}]$.

Q15. कुंडली के स्वप्रेरण को परिभाषित करें।स्वप्रेरण का गुणांक का S.I. मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर: किसी परिपथ में बहने वाली धारा में परिवर्तन के कारण प्रेरित विद्युत वाहक बल के उत्पन्न होने की परिघटना स्व-प्रेरण कहलाती है। इस गुण के कारण यह अपने में बहने वाली धारा की वृद्धि या क्षय का विरोध करता है।

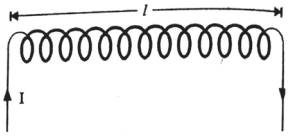
कुंडली से जुड़ा चुंबकीय फ्लक्स को इस प्रकार से लिखा जा सकता है , $\phi = LI$

कुंडली में प्रेरित विद्युत वाहक बल को इस प्रकार से लिखा* जा सकता है। $e = -L\frac{dI}{dt}$ जहां, L = स्वप्रेरण का गुणांक।

स्व-प्रेरण की SI इकाई हेनरी (H) है और इसका विमीय सूत्र $[ML^2 T^{-2} A^{-2}]$ है।

Q16. Derive an expression for the self-inductance of a long air-cored solenoid of length and number of turns N.

Ans: Consider a long solenoid of length l , area of cross section A and number of turns per unit length n. Let I be the current flowing through the solenoid.



The magnetic field inside this solenoid is uniform and given by $B = \mu_o nI$

Total number of turns in the solenoid $N = n\,l$

Now the magnetic flux linked with each turn of the solenoid= $B \times A = \mu_o nIA$

So, Total magnetic flux linked with the whole solenoid,

Φ=magnetic flux linked with each turn x number of turns in the solenoid

or, $\Phi = \mu_o nIA \times N = \mu_o nI\,A \times n\,l = \mu_o n^2 I\,A\,l$ .....(i)

Also, Φ= LI .....(ii)

From (i) and (ii) ,we get

$LI = \mu_o n^2 I\,A\,l$

or, $L = \mu_o n^2\,A\,l$ .....(iii)

Since n= N/ l , So eqn (iii) becomes.

$L = (\mu_o N^2 A)/l$

Thus, self inductance of an air cored solenoid (L) depends on (i) the total number of turns (N) of the solenoid and (ii) the length (l) of the solenoid and (iii) the area of cross-section (A) of the solenoid.

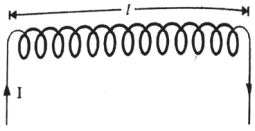
Q16. एक l लंबाई और N घुमावों की संख्या वाले वायु-कोर परिनालिका के लिये स्व प्रेरण गुणांक के लिये व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

उत्तर: माना की l = एक लंबी परिनालिका की लंबाई

A= अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

n= प्रति इकाई लंबाई पर फेरों की संख्या है और

I= परिनालिका में प्रवाहित होने वाली धारा है ।



इस परिनालिका के भीतर एक समान चुंबकीय क्षेत्र होगा जिसे इस प्रकार से दिखाया जा सकता है ।

$B = \mu_o nI$

परिनालिका में घुमावों की कुल संख्या $N = n\,l$

अब परिनालिका के प्रत्येक फेरे से जुड़ा चुंबकीय फ्लक्स = $BXA = \mu_o nI\,A$

तो, संपूर्ण परिनालिका से जुड़ा कुल चुंबकीय फ्लक्स,

Φ = परिनालिका में प्रत्येक फेरों से जुड़ा चुंबकीय प्रवाह x फेरों की संख्या

या, $\Phi = \mu_o nI\,AXN = \mu_o nI\,AX\,n\,l = \mu_o n^2 I\,A\,l$ .....(i)

साथ ही, Φ= LI .....(ii)

(i) और (ii) से, हम पाते हैं की ,

$LI = \mu_o n^2 I\,A\,l$

Jharkhandlab.com

या, $L = \mu_0 n^2 A$ .....(iii)

चूँकि $n = N/l$,

अतः समीकरण (iii) इस प्रकार से दिखाया जा सकता है

$L = (\mu_0 N^2 A)/l$

इस प्रकार, वायु कोर वाली परिनालिका (L) का स्वप्रेरकत्व (i) परिनालिका के घुमावों की कुल संख्या (N) और (ii) परिनालिका की लंबाई (l) और (iii) परिनालिका के अनुप्रस्थ काट (A) का क्षेत्रफल पर निर्भर करता है।

Q17. Define mutual induction. Write S.I. unit and dimensional formula of coefficient of mutual induction.

Ans: The phenomena of production of induced emf in a circuit due to the change in magnetic flux in its neighboring circuit, is called mutual induction.

If two coils are coupled with each other, then magnetic flux linked with a coil (secondary coil)

$$\phi = MI$$

where, M is coefficient of mutual induction and I is current flowing through the primary coil.

The induced emf in the secondary coil,

$$e = -M\frac{dI}{dt}$$

where, $\frac{dI}{dt}$ is the rate of change of current through primary coil.

The unit of coefficient of mutual induction is henry (H) and its dimensional formula is $[ML^2 T^{-2} A^{-2}]$.

Q17. अन्योन्य प्रेरण को परिभाषित कीजिए।अन्योन्य प्रेरण का गुणांक का S.I. मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर: किसी परिपथ में उसके पड़ोसी परिपथ के चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन के कारण प्रेरित विद्युत वाहक बल के उत्पन्न होने की परिघटना को अन्योन्य प्रेरण कहा जाता है।

यदि दो कुंडलियों एक दूसरे से चुम्बकीय क्षेत्र से जुड़ी हो , तो द्वितीयक कुंडली से जुड़ा चुंबकीय प्रवाह को इस प्रकार से लिखा जा सकता है ,

$$\phi = MI$$

जहां, M= अन्योन्य प्रेरण का गुणांक है और I प्राथमिक कुंडली के माध्यम से बहने वाली धारा है।

द्वितीयक कुंडल में प्रेरित विद्युत वाहक बल को इस प्रकार से लिखा जा सकता है।

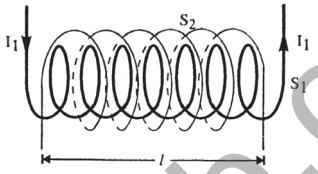
$$e = -M\frac{dI}{dt}$$

जहां, $\frac{dI}{dt}$ प्राथमिक कॉइल में करंट के परिवर्तन की दर है।

अन्योन्य प्रेरण की SI इकाई हेनरी (H) है और इसका विमीय सूत्र $[ML^2 T^{-2} A^{-2}]$ है।

Q18. Derive an expression for coefficient of mutual induction of two long coaxial solenoids

Ans: Consider two solenoids S_1 and S_2 such that the solenoid S_2 completely surrounds the solenoid S_1.



Let length of each solenoid be l and the area of cross section of each solenoid is A. N_1 and N_2 are the total number of turns of solenoid S_1 and S_2 respectively.

$\therefore$ Number of turns per unit length of solenoid S_1 is given by, $n_1 = \frac{N_1}{l}$

Number of turns per unit length of solenoid S_2 is given by,

$$n_2 = \frac{N_2}{l}$$

Let current I_1 flow through solenoid S_1. Then magnetic field inside the solenoid S_1 is given by,

$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1 = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1$$

So, Magnetic flux linked with each turn of solenoid S_2 is given by,

$$B_1 A = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1 A$$

Then total magnetic flux linked with N_2 turns of the solenoid S_2 is

$$\phi_2 = N_2(B_1 A) = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1 A \times N_2 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I_1 A}{l} \quad .....(i)$$

$$Also,\ \phi_2 = M_{12} I_1 \quad .....(ii)$$

where, M_{12} is the mutual inductance of coil S_2 with respect to the coil S_1.

From (i) and (ii), we get

$$M_{12} I_1 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I_1 A}{l}$$

$$So,\ M_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}$$

$$Similarly,\quad M_{21} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}$$

, where M_{21} is the mutual inductance of coil S_1 with respect to the coil S_2.

Clearly, $M_{21} = M_{12} = M$

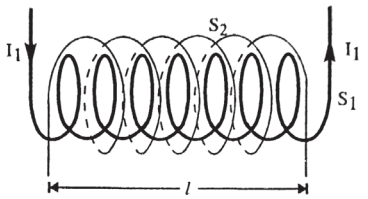
If the two solenoids are wound on a magnetic substance of a relative permeability μ_r then the mutual inductance is given by

Jharkhandlab.com

$$M = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{l}$$

Q18. दो लम्बी परिनालिकाओं के अन्योन्य गुणांक के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर: माना की S_1 और S_2 दो परिनालिकायें हैं और परिनालिका S_2 पूरी तरह से परिनालिका S_1 को घेरे हुए है।



मान लीजिए कि प्रत्येक परिनालिका की लंबाई l है और प्रत्येक परिनालिका का अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है। N_1 और N_2 क्रमशः परिनालिका S_1 और S_2 के घुमावों की कुल संख्या है।

∴ परिनालिका S_1 की प्रति इकाई लंबाई में फेरों की संख्या इस प्रकार दी जा सकती है।

$$n_1 = \frac{N_1}{l}$$

परिनालिका S_2 की प्रति इकाई लंबाई में फेरों की संख्या इस प्रकार दी जा सकती है।

$$n_2 = \frac{N_2}{l}$$

माना की परिनालिका S_1 के माध्यम धारा I_1 प्रवाहित हो रही हैं, तब परिनालिका S_1 के अंदर चुंबकीय क्षेत्र इस प्रकार दी जा सकती है।

$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1 = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1$$

इसलिए, परिनालिका S_2 के प्रत्येक घुमावों से जुड़ा चुंबकीय प्रवाह इस प्रकार दी जा सकती है।

$$B_1 A = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1 A$$

फिर परिनालिका S_2 के N_2 घुमावों से जुड़ा कुल चुंबकीय प्रवाह इस प्रकार दी जा सकती है।

$$\phi_2 = N_2(B_1 A) = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1 A \times N_2 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I_1 A}{l} \quad \ldots\ldots(i)$$

$$Also,\ \phi_2 = M_{12} I_1 \quad \ldots\ldots\ldots(ii)$$

जहां, M_{12} कॉइल S_2 का कुंडली S_1 के सापेक्ष अन्योन्य प्रेरण है।

समीकरण (i) और (ii) से, हम पाते हैं की,

$$M_{12} I_1 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I_1 A}{l}$$

$$So,\ M_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}$$

$$Similarly,\quad M_{21} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}$$

जहां M_{21} कुंडली S_1 का कुंडली S_2 के सापेक्ष अन्योन्य प्रेरण है।

स्पष्ट रूप से, $M_{21} = M_{12} = M$

यदि दो परिनालिका एक सापेक्ष पारगम्यता μ_r के चुंबकीय पदार्थ पर लपेटे जाते हैं तो अन्योन्य प्रेरण इस प्रकार दिया जाता है।

$$M = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{l}$$

Q19. How does the mutual inductance of a pair of coils change when

(i) distance between the coils is increased and

(ii) number of turns in the coils is increased

Ans: (i) Mutual inductance decreases because flux linked with the secondary coil decreases.

(ii) $M = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{l}$ so when N_1 and N_2 increase, mutual inductance (M) increases.

Q19. जब (i) कुंडलियों के बीच की दूरी बढ़ाई जाती है और (ii) कुंडलियों में घुमावों की संख्या बढ़ाई जाती है, तो कुंडलियों के एक जोड़े का अन्योन्य प्रेरण कैसे बदलता है।

उत्तर: (i) अन्योन्य प्रेरण घटता है, क्योंकि द्वितीयक कुंडली से जुड़ा फ्लक्स घटता है।

(ii) $M = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{l}$ इसलिए जब N_1 और N_2 बढ़ते हैं, अन्योन्य प्रेरण (M) बढ़ता है।

Q20. On what factors mutual inductance of a pair of coils depends.

Ans: The value of mutual inductance of two coils depends upon :

(i) geometry of two coils i.e. size, shape and number of turns (N_1 and N_2) of the coils.

(ii) nature of the material on which the two coils are wound.

(iii) the distance between the two coils.

(iv) the relative placement of two coils.

Q20. कुंडलियों के एक जोड़े का अन्योन्य प्रेरण किन कारकों पर निर्भर करता है।

उत्तर: दो कुंडलियों के अन्योन्य प्रेरकत्व का मान निम्न बातों पर निर्भर करता है :

(i) दो कुंडलियों की ज्यामिति अर्थात कुंडलियों का आकार, आकृति और घुमावों की संख्या (N_1 और N_2)।

(ii) उस पदार्थ की प्रकृति जिस पर दो कुण्डलियाँ लिपटी होती हैं।

(iii) दो कुंडलियों के बीच की दूरी।

(iv) दो कुंडलियों का आपेक्षिक स्थान।

Q21. Show that energy stored in an inductor L when a current I is established through it is given by

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

Ans: Let I be the current through the inductor L .At any instant the current rises at the rate dI /dt, so the induced emf

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

JharkhandLab.com

Work done against the induced emf in small time dt is

$$dW = |e|Idt = LI\frac{dI}{dt}dt = LIdI$$

Total work done in building up the current from 0 to I is

$$W = \int dW = \int_0^1 LIdI = L\int_0^1 IdI = L\left[\frac{I^2}{2}\right]_0^1 = \frac{1}{2}LI^2$$

This work done is stored as the magnetic field energy U in the inductor

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

Q21. सिद्ध करें की एक इंडक्टर L जिसमे विद्युत धारा। प्रवाह कर रही हो तो उसमें संग्रहित ऊर्जा को निम्न प्रकार से दर्शाया जा सकता हैं।

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

उत्तर: माना की प्रेरित्र L में विद्युत धारा। प्रवाहित हो रही हैं। किसी भी क्षण t पर धारा dI /dt की दर से बढ़ती है,तो प्रेरित e.m.f. को इस प्रकार से लिखा जा सकता हैं।

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

अल्प समय dt में प्रेरित e.m.f के विरुद्ध में किया गया कार्य इस प्रकार से लिखा जा सकता है।

$$dW = |e|Idt = LI\frac{dI}{dt}dt = LIdI$$

0 से I तक धारा के निर्माण में किया गया कुल कार्य इस प्रकार से लिखा जा सकता हैं।

$$W = \int dW = \int_0^1 LIdI = L\int_0^1 IdI = L\left[\frac{I^2}{2}\right]_0^1 = \frac{1}{2}LI^2$$

यह कार्य कुंडली में चुंबकीय ऊर्जा U के रूप में संग्रहित हो जाता है।

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

Q22. Two coils of self inductance L_1 and L_2 are connected in series. What will be the equivalent self-inductance of this combination?

Ans: $L_{eq} = L_1 + L_2$

Q22. L_1 तथा L_2 स्वप्रेरकत्व की दो कुण्डलियों को श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है। इस संयोजन का तुल्य स्वप्रेरकत्व क्या होगा ?

उत्तर : $L_{eq} = L_1 + L_2$

Q23. Two coils of self inductance L_1 and L_2 are connected in parallel. What will be the equivalent self-inductance of this combination?

Ans:

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$$so,\ L_{eq} = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

Q23. L_1 तथा L_2 स्वप्रेरकत्व की दो कुण्डलियों को समान्तर क्रम में जोड़ा गया है। इस संयोजन का तुल्य स्वप्रेरकत्व क्या होगा ?

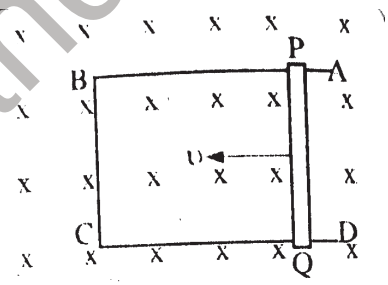
उत्तर :

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$$so,\ L_{eq} = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

Q24. A conducting rod moves with a certain velocity in a uniform magnetic field. Derive an expression for the induced electromotive force between the ends of the rod.

Ans: Consider a conductor PQ of length l moving freely in a uniform magnetic field $\vec{B}$ with uniform velocity v on a rectangular conductor ABCD .



Let any arbitrary positive charge q in the conductor also move in the field with the same velocity.

Magnitude of Lorentz force on this charge, $F_m = qvB$

Direction of this force on the charge as per Fleming's left hand Rule comes out to be along PQ towards Q.

Work done in moving the charge from P to Q is given by,

$$W = F_m \times PQ = (qvB)l$$

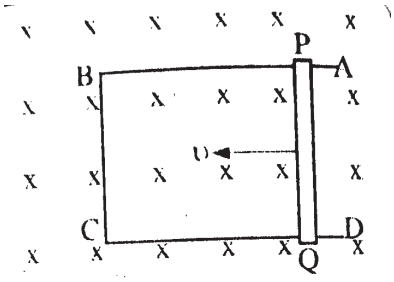
Electromotive force (e.m.f.) is defined as the work done per unit charge so, emf across conductor PQ is given by,

$$\varepsilon = \frac{W}{q} = \frac{qvBl}{q} = vBl$$

$$i.e.,\ \varepsilon = vBl$$

Q24. कोई चालक छड़ निश्चित वेग से समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में गति करती है। छड़ के सिरों के मध्य प्रेरित विद्युत वाहक बल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर: माना की l लंबाई के एक सुचालक PQ जो एक समान चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में एक समान वेग v के साथ एक आयताकार सुचालक ABCD पर स्वतंत्र रूप से घूम रहा है।



Jharkhandlab.com

मान लीजिए कि सुचालक में कोई धनात्मक आवेश q भी उसी वेग से चुम्बकीय क्षेत्र में गति कर रहा है।

इस आवेश पर लोरेंट्ज़ बल का परिमाण इस प्रकार से दिया जा सकता हैं।

$$F_m = qvB$$

फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम के अनुसार आवेश पर इस बल की दिशा PQ के अनुदिश Q की ओर होंगी।

आवेश को P से Q तक ले जाने में किया गया कार्य इस प्रकार दिया जाता है।

$$W = F_m \times PQ = (qvB)l$$

विद्युत वाहक बल (e.m.f.) को प्रति इकाई आवेश पर किए गए कार्य के रूप में परिभाषित किया जाता है, इसलिए छड़ चालक PQ के सिरों के मध्य प्रेरित विद्युत वाहक बल (e.m.f.)को इस प्रकार से दिया जा सकता हैं।

$$\varepsilon = \frac{W}{q} = \frac{qvBl}{q} = vBl$$

$$i.e,\ \varepsilon = vBl$$

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 7 ALTERNATING CURRENT प्रत्यावर्ती धारा

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

Q 1 : What is the frequency of the AC Mains in India?

a. 60 Hz b. 50 Hz
c. 40 Hz d. 30 Hz

Q 1 : भारत में आपूर्ति की प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति क्या होती है ?

a. 60 Hz b. 50 Hz
c. 40 Hz d. 30 Hz

Ans : - b.

Q 2 : An alternating current can be produced by

a. Choke Coil b. Dynamo
c. Electric Motor d. Transformer

Q 2 : प्रत्यावर्ती धारा उत्पन्न की जा सकती है

a. चोक कॉइल b. डाइनेमो
c. विद्युत मोटर d. ट्रांसफार्मर

Ans : - b.

Q 3 : The device which converts mechanical energy into electrical energy is:

a Transformer b. Dynamo
c Motor d Choke coil.

Q 3 : वह युक्ति जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करती है :

a ट्रांसफार्मर b डायनेमो
c मोटर d चोक कॉइल।

Ans : - b.

Q 4 : Which of the following circuits exhibits maximum power dissipation?

a. Pure Inductive Circuit
b. Pure Capacitive Circuit
c. Pure Resistive Circuit
d. None of the above

Q 4 : निम्नलिखित में से कौन सा सर्किट अधिकतम शक्ति अपव्यय प्रदर्शित करता है?

a. शुद्ध प्रेरक परिपथ
b. शुद्ध संधारित्र परिपथ
c. शुद्ध प्रतिरोधक परिपथ
d. इनमे से कोई भी नहीं

Ans : - c.

Q 5 : What happens to the inductive reactance when the frequency of the AC supply is increased?

a. Increases b. Decreases
c. Remains the same d. Decreases inversely

Q 5 : प्रत्यावर्ती धारा (A C) आपूर्ति की आवृत्ति बढ़ने पर प्रेरकीय प्रतिघात का क्या होता है?

a. बढ़ती है
b. कम हो जाती है
c. वैसा ही रहता है
d. व्युत्क्रमानुपाती रूप से घटता है

Ans : - a.

Q 6 : What happens to the quality factor of an LCR circuit if the resistance is increased?

a. Increases b. Decreases
c. Remains the same d. None of the above

Q 6 : प्रतिरोध बढ़ने पर LCR सर्किट के विशेषता गुणांक का क्या होता है?

a. बढ़ती है b. कम हो जाती है
c. वैसा ही रहता है d. इनमे से कोई भी नहीं

Ans : - b.

Q 7 : When is the current in a circuit wattless?

a. When the inductance of the circuit is zero.
b. When the resistance of the circuit is zero.
c. When the current is alternating.
d. When both resistance and inductance are zero.

Q 7 : सर्किट में करंट कब वॉटलेस होता है?

a. जब सर्किट का प्रेरकत्व शून्य होता है।
b. जब परिपथ का प्रतिरोध शून्य होता है।
c. जब करंट बदल रहा हो।
d. जब प्रतिरोध तथा प्रेरकत्व दोनों शून्य हो।

Ans : - b.

Q 8 : Energy dissipated in LCR circuit in :

a. L only b. C only
c. R only d. All of the above

Q 8 : LCR परिपथ में ऊर्जा की क्षती होती है :

a. केवल L के द्वारा b. केवल C के द्वारा
c. केवल R के द्वारा d. ऊपर के सभी के द्वारा

Ans : - c.

Q 9 : What is the ratio of inductive and capacitive reactances in an ac circuit?

a. 1 b. $\omega^2 L$
c. $\omega^2 LC$ d. 0

Q 9 : एक प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में प्रेरकत्व और संधारित्र प्रतिघात का अनुपात क्या है?

a. 1 b. $\omega^2 L$

Jharkhandlab.com

c. $\omega^2 LC$ d. 0

Ans : - c.

Q 10 : In series resonant LCR circuit:

a. reactance is zero b. current is zero
c. voltage is zero d. None of these

Q 10 : श्रेणी सयोंजित अनुनाद LCR परिपथ में:

a. प्रतिघात शून्य होता है b. धारा शून्य होता है
c. वोल्टेज शून्य होता है d. इनमें से कोई नहीं

Ans : - a.

Q 11 : The no. of turns in the primary coil of a transformer is 200 and the no. of turns in the secondary is 10. If 240 V a.c. is applied to primary, the output from the secondary

a. 6 V b. 12 V
c. 24 V d. 48 V

Q 11 : किसी ट्रांसफार्मर की प्राथमिक कुण्डली में फेरों की संख्या 200 तथा द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या 10 है। यदि 240 V a.c. प्राथमिक कुण्डली पर लागू होता है तो द्वितीयक कुण्डली से आउटपुट होगा :

a. 6 V b. 12 V
c. 24 V d. 48 V

Ans : - b.

Q 12 : Transformer works on the principle of:

a. convertor b. self-induction
c. mutual induction d. None of these.

Q 12 : ट्रांसफार्मर किस सिद्धांत पर काम करता है:

a. कनवर्टर b. स्व प्रेरण
c. अन्योन्य प्रेरण d. इनमें से कोई नहीं

Ans : - c.

Q 13 : In pure inductive circuit current

a. lags behind emf by $\pi/2$
b. leads the emf by $\pi/2$
c. lags behind emf by π
d. leads the emf by π

Q 13 : शुद्ध प्रेरकत्व परिपथ में विद्युत धारा

a. विद्युत वाहक बल से $\pi/2$ कोण से पीछे होता है।
b. विद्युत वाहक बल से $\pi/2$ कोण से आगे बढ़ाता है।
c. विद्युत वाहक बल से π कोण से पीछे होता है।
d. विद्युत वाहक बल से π कोण से आगे बढ़ाता है।

Ans : - a.

Q 14 : The average power dissipation in pure inductance or capacitance is:

a. $1/2\ LI^2$ b. $3/2CV^2$
c. either (a) or (b) d. Zero

Q 14 : शुद्ध प्रेरकत्व या संधारित्र में औसत शक्ति अपव्यय होता है:

a. $1/2\ LI^2$ b. $3/2CV^2$
c. या तो (a) या (b) d. शून्य

Ans : - d.

Q 15 : Capacitor acts as an infinite resistance for

a. D.C. b. A.C.
c. Both A.C. and D.C. d. neither A.C. nor D.C.

Q 15 : संधारित्र अनंत प्रतिरोध के रूप में कार्य करता है

a. DC में b. ACमें
c. AC और DC दोनों में d. न तो A.C. न ही D.C. में

Ans : - a.

Q 16 : The core of transformer is made laminated because:

a. By doing this the current of high power can be obtained.
b. By doing this the loss of energy can be reduced.
c. Due to this transformer looks good.
d. None of these.

Q 16 : ट्रांसफॉर्मर के कोर को लैमिनेट किया जाता है क्योंकि:

a. ऐसा करने से उच्च शक्ति का करंट प्राप्त किया जा सकता है।
b. ऐसा करने से ऊर्जा की हानि को कम किया जा सकता है।
c. इसके कारण ट्रांसफॉर्मर अच्छा दिखता है।
d. इनमें से कोई नहीं।

Ans : - b.

Q 17 : The peak value of alternating current is I_o. Its root mean square value will be:

a. $I_o/\sqrt{2}$ b. $I_o/2$
c. $I_o/2\pi$ d. None of these.

Q 17 : प्रत्यावर्ती धारा का चरम मान Io है। इसका मूल माध्य वर्ग मान होगा:

a. $I_o/\sqrt{2}$ b. $I_o/2$
c. $I_o/2\pi$ d. इनमें से कोई नहीं।

Ans : - a.

Q 18 : In a step up transformer the number of turns in the primary and secondary coils are respectively N1 and N2 ,then

a. N1> N2 b. N1 < N2
c. N1 = N2 d. N1 =0

Q 18 : एक स्टेप अप ट्रांसफार्मर में प्राथमिक और द्वितीयक कॉइल में घुमावों की संख्या क्रमशः N1 और N2 है तो ,

a. N1> N2 b. N1 < N2
c. N1 = N2 d. N1 =0

Ans : - b.

Q 19 : What is the reactance of a capacitor in a D.C. circuit ?

a. 0 b. Infinity
c. 1 d. None of these

Q 19 : D.C. परिपथ में संधारित्र की प्रतिघात क्या है?

a. 0 b. अनन्त
c. 1 d. इनमें से कोई नहीं।

Ans : - b.

Jharkhandlab.com

Q 20 : The transformation ratio of step up transformer is:

a. Equal to 1 b. Less than 1

c. Greater than 1 d. Not certain.

Q 20 : स्टेप अप ट्रांसफॉर्मर का परिवर्तन अनुपात है:

a. 1 के बराबर b. 1 से कम

c. 1 से अधिक d. निश्चित नहीं है।

Ans : - c.

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q 1 : What is alternating current? Define Peak value,Time Period and frequency of Alternating Current.

Ans : - An electric current whose magnitude changes with time and polarity reverses periodically is called alternating current. The current obtained by dynamo and generator is alternating current .

The sinusoidal alternating current (a.c.) is expressed as $I = I_0 \sin \omega t$ .....(1)

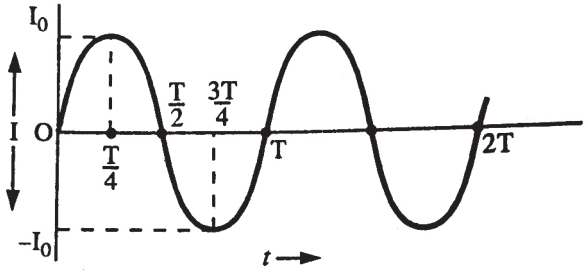
where, I_0 = the maximum value or peak value or amplitude of a.c.

$\omega = 2\pi / T = 2\pi f$ is called angular velocity

T= time period and

f = frequency.

The variation of a.c. with time is shown in figure.



(i) Amplitude or peak value: "The maximum value of alternating current in any direction is called its amplitude or peak value".

In expression of ac, $I = I_0 \sin \omega t$ I_0 is amplitude or peak or maximum value of alternating current.

(ii) Time-period : The time taken by alternating current to complete its one cycle is called its time-period. If angular velocity of coil is ω then time-period $T = 2\pi/\omega$

(iii) Frequency: Number of cycles completed by alternating current in one second is called its frequency. If frequency of ac is f and time-period is T, then f = 1/T

Q 1 : प्रत्यावर्ती धारा क्या है? प्रत्यावर्ती धारा के शिखर मान या आयाम , आवर्त काल और आवृत्ति को परिभाषित करें।

उत्तर : - एक विद्युत धारा जिसका परिमाण समय के साथ बदलता है और ध्रुवीयता आवर्ती रूप से परिवर्तित होती है, उसे प्रत्यावर्ती धारा कहा जाता है। डायनेमो और जनरेटर द्वारा प्राप्त धारा प्रत्यावर्ती धारा होती है।

साइनुसोइडल प्रत्यावर्ती धारा (a.c.) को इस के रूप में व्यक्त किया जाता है। $I = I_0 \sin \omega t$ .....(1)

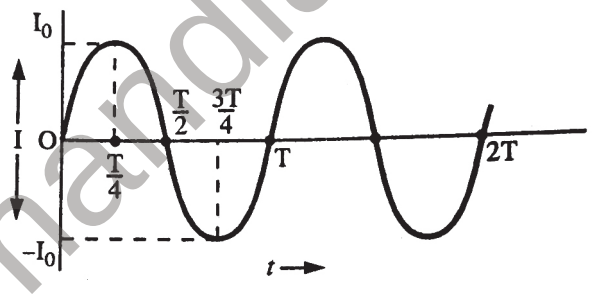
जहां, I_0= प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान या आयाम है

$\omega = 2\pi / T = 2\pi f$. कोणीय वेग हैं

T= आवर्त काल और

f = आवृत्ति।

प्रत्यावर्ती धारा के मान की भिन्नता समय के साथ चित्र में दिखाया गया है।



(i) आयाम या शिखर मानः किसी भी दिशा में प्रत्यावर्ती धारा के अधिकतम मान को उसका आयाम या शिखर मान कहा जाता है। प्रत्यावर्ती धारा $I = I_0 \sin \omega t$ में I_0= प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान या आयाम है।

(ii) आवर्त काल : प्रत्यावर्ती धारा को अपना एक चक्र पूरा करने में लगने वाले समय को आवर्तकाल कहते हैं। यदि कुंडली का कोणीय वेग ω है तो आवर्त काल, $T = 2\pi/\omega$

(iii) आवृत्ति (Frequency) : प्रत्यावर्ती धारा द्वारा एक सेकण्ड में पूरे किये गये चक्रों की संख्या को उसकी आवृत्ति कहते हैं। यदि प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति f है और समय-अवधि T है, तो f=1/T

Q 2 : What is the frequency of alternating current supply in India? What is the frequency of direct current?

Ans : - The frequency of alternating current supply in India is 50Hz and the frequency of direct current is 0Hz

Q 2 : भारत में आपूर्ति की प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति क्या है ? दिष्ट धारा की आवृत्ति क्या है ?

उत्तर : - भारत में प्रत्यावर्ती धारा आपूर्ति की आवृत्ति 50Hz है और दिष्ट धारा की आवृत्ति 0Hz है।

Q 3 : Why is the use of a.c. voltage preferred over d.c. voltage? Give two reasons.

Ans : - 1. A.C. voltage can be easily increased or decreased

2. A.C. voltage can be easily converted into D.C.

Q 3 : A.C. का उपयोग D.C. से अधिक पसंदीदा वोल्टेज के रूप में क्यों किया जाता है? दो कारण दीजिए।

उत्तर : - 1. प्रत्यावर्ती धारा को आसानी से बढ़ाया या घटाया जा सकता है।

2. प्रत्यावर्ती धारा को आसानी से D.C में बदला जा सकता है।

Jharkhandlab.com

Q 4 : Write differences between AC and DC

Ans : -

Alternating Current	Direct Current
In AC the flow of current changes its direction forward and backward periodically.	It flows in a single direction steadily
The frequency of AC is dependent upon the country. But, generally, the frequency is 50 Hz or 60 Hz.	DC has zero frequency.
Electrons in AC keep changing their directions – backward and forward.	Electrons only move in one direction.
AC is easy to be transferred over longer distances without much energy loss.	DC cannot be transferred over a very long distance. It loses electric power.

Q 4 : प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा में अंतर लिखिए।

उत्तर : -

प्रत्यावर्ती धारा	दिष्ट धारा
प्रत्यावर्ती धारा में समय-समय पर धारा के प्रवाह की दिशा आगे और पीछे बदलती रहती है।	दिष्ट धारा एक ही दिशा में लगातार बहती है
प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति देश पर निर्भर है। लेकिन, आम तौर पर, आवृत्ति 50 Hz या 60 Hz होती है।	दिष्ट धारा में शून्य आवृत्ति होती है।
प्रत्यावर्ती धारा में इलेक्ट्रॉन अपनी दिशा आगे और पीछे बदलते रहते हैं।	इलेक्ट्रॉन केवल एक दिशा में गति करते हैं।
प्रत्यावर्ती धारा को लंबी दूरी तक बिना ज्यादा ऊर्जा हानि के स्थानांतरित करना आसान है।	दिष्ट धारा को बहुत लंबी दूरी पर स्थानांतरित नहीं किया जा सकता है। यह विद्युत शक्ति खो देता है।

Q 5 : Define mean or average value of alternating current. Derive an expression for the average value of alternating current.

Ans : - Mean or average value of alternating current is that value of steady current which sends the same amount of charge through a circuit in a certain time interval as is sent by an alternating current through the same circuit in half cycle.

Derivation of Expression for mean value of a.c.

Let an alternating current be represented by, $I = I_0 \sin \omega t$

The charge sent by the alternating current I in time dt is given by,

$dq = Idt = I_0 \sin \omega t\, dt$ (since $I = dq/dt$)

Therefore, the charge sent by a.c. in the first half cycle (i.e. t = 0 to t = T/2) is given by,

$$\int dq = \int_0^{T/2} I_0 \sin\omega t dt$$

$$q = I_0 \int_0^{T/2} \sin\omega t dt = I_0 \left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^{T/2}$$

$$= -\frac{I_0}{\omega}[\cos\omega t]_0^{T/2}$$

$$= -\frac{I_0}{(2\pi/T)}\left[\cos\frac{2\pi}{T}t\right]_0^{T/2} \quad (\because \omega = 2\pi/T)$$

$$q = -\frac{I_0 T}{2\pi}\left[\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{2} - \cos 0\right]$$

$$= -\frac{I_0 T}{2\pi}[\cos\pi - \cos 0]$$

$$= -\frac{I_0 T}{2\pi}[-1 - 1] \quad (\because \cos\pi = -1 \text{ and } \cos 0 = 1)$$

So, $q = \frac{I_0 T}{\pi}$ .....(i)

Let I_{av} be the mean or average value of a.c. over positive half cycle, then the charge sent by it in time T/2 is given by

$$q = I_{av} \times \frac{T}{2} \quad \text{.....(ii)}$$

According to definations, equation (i) = equation (ii)

So,

$$I_{av} \times \frac{T}{2} = \frac{I_0 T}{\pi}$$

$$\text{or,} \quad I_{av} = \frac{2I_0}{\pi} = 0.637 I_0$$

Mean value of an a.c. over half cycle is 63.7% of its peak value.

Q 5 : प्रत्यावर्ती धारा के माध्य या औसत मान को परिभाषित कीजिए। प्रत्यावर्ती धारा के औसत मान के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर : - विद्युत् धारा का नियत मान जो किसी परिपथ में किसी निश्चित समयान्तराल में आवेश की उतनी ही मात्रा प्रदान करता है जितनी उसी परिपथ में प्रत्यावर्ती विद्युत् धारा के अर्द्धचक्र द्वारा प्रदान की जाती है, प्रत्यावर्ती धारा का माध्य या औसत मान कहलाता है।

प्रत्यावर्ती धारा का माध्य या औसत मान के लिए व्यंजक की व्युत्पत्ति:

मान लीजिए कि एक प्रत्यावर्ती धारा को $I = I_0 \sin \omega t$ द्वारा निरूपित किया जाता है

प्रत्यावर्ती धारा I द्वारा अल्प समय अन्तराल dt में भेजा गया आवेश इस प्रकार दिया जाता है,

$dq = Idt = I_0 \sin \omega t\, dt$ (चुकी $I = dq/dt$)

इसलिए, पहले आधे चक्र में (यानी t= 0 से t = T/2)में प्रत्यावर्ती धारा. द्वारा भेजा गया आवेष इस प्रकार दिया जा सकता हैं।

Jharkhandlab.com

$$\int dq = \int_0^{T/2} I_0 \sin\omega t dt$$

$$q = I_0 \int_0^{T/2} \sin\omega t dt = I_0 \left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^{T/2}$$

$$= -\frac{I_0}{\omega}[\cos\omega t]_0^{T/2}$$

$$= -\frac{I_0}{(2\pi/T)}\left[\cos\frac{2\pi}{T}t\right]_0^{T/2} \qquad (\because \omega = 2\pi/T)$$

$$q = -\frac{I_0 T}{2\pi}\left[\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{2} - \cos 0\right]$$

$$= -\frac{I_0 T}{2\pi}[\cos\pi - \cos 0]$$

$$= -\frac{I_0 T}{2\pi}[-1 - 1] \quad (\because \cos\pi = -1 \text{ and } \cos 0 = 1)$$

अतः $q = \frac{I_0 T}{\pi}$ .....(i)

मान की Iav प्रत्यावर्ती धारा के धनात्मक आधे चक्र का माध्य या औसत मान है तो T/2 समय में इसके द्वारा प्रदान किया गया आवेश इस प्रकार दिया जाता है।

$q = I_{av} \times \frac{T}{2}$ .....(ii)

परिभाषाओं के अनुसार, समीकरण (i) = समीकरण (ii)

इसलिए,

$$I_{av} \times \frac{T}{2} = \frac{I_0 T}{\pi}$$

$$\text{or,} \quad I_{av} = \frac{2I_0}{\pi} = 0.637 I_0$$

प्रत्यावर्ती धारा के धनात्मक आधे चक्र का माध्य या औसत मान इसके शिखर (चरम) मान का 63.7% होता है।

Q 6 : What is the average value of A.C. for a complete cycle ?

Ans : - The mean or average value of A.C. over a complete cycle is zero.

Q 6 : किसी पूर्ण चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान क्या होता है ?

उत्तर : - एक पूरे चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का माध्य या औसत मान शून्य होता है।

Q 7 : Define Root Mean Square value of alternating current. Derive an expression for the r.m.s. value of alternating current.

Ans : - The root mean square value of alternating current is defined as that steady (constant) current which produces the same amount of heat in a conductor in a certain time interval as is produced by the A.C. in the same conductor during the time period T (i.e. full cycle).It is represented by Irms.

Derivation of Expression for r.m.s. value of a.c.

Let an alternating current $I = I_0 \sin \omega t$ flow through a conductor of resistance R for time dt. Then, heat produced in the conductor is given by,

$dH = I^2 R\, dt = (I_0^2 \sin^2 \omega t) R dt$

Or, $dH = I_0^2 R \sin^2 \omega t\, dt$

Now heat produced in the conductor, when current flows for time period T (i.e. from t = 0 to t = T) is given by,

$$\int dH = \int_0^T I_0^2 R \sin^2 w t dt$$

$$\text{or,} \quad H = I_0^2 R \int_0^T \sin^2 w t dt$$

$$\text{Since } \sin^2\omega t = \left(\frac{1 - \cos 2\omega t}{2}\right)$$

$$\therefore \quad H = I_0^2 R \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt$$

$$= \frac{I_0^2 R}{2}\int_0^T (1 - \cos 2\omega t) dt$$

$$= \frac{I_0^2 R}{2}\left[\int_0^T dt - \int_0^T (\cos 2\omega t) dt\right]$$

$$= \frac{I_0^2 R}{2}\left[[t]_0^T - \left[\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right]_0^T\right]$$

$$= \frac{I_0^2 R}{2}\left[(T - 0) - \frac{1}{2\omega}\left[\sin 2 \times \frac{2\pi}{T}\right]_0^T\right] \quad \left(\because \omega = \frac{2\pi}{T}\right)$$

$$= \frac{I_0^2 R}{2}\left[T - \frac{1}{2\omega}\left(\sin 2 \times \frac{2\pi}{T} - \sin 0\right)\right]$$

$$\text{or,} \quad H = \frac{I_0^2 R}{2} T \quad (\because \sin 4\pi = \sin 0 = 0) \quad \text{.....eqn (1)}$$

Let Irms be the r.m.s. value of a.c. which flows through the conductor of resistance R for time T.

So, Heat produced in the conductor,

$H = I_{rms}^2 RT$ .....(ii)

According to the definition of r.m.s. value of a.c.; equation (i) =equation (ii)

$$\text{So, } I_{rms}^2 RT = \frac{I_0^2 RT}{2}$$

$$\text{or, } I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 0.707 I_0$$

Q 7 : प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग-माध्य-मूल मान को परिभाषित कीजिए। प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग-माध्य-मूल (r.m.s.) मान के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर : - प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान उस स्थिर धारा के बराबर होता है जो किसी चालक में किसी निश्चित समय अन्तराल में उतनी ऊष्मा उत्पन्न करती है जितनी कि उसी चालक में आवर्तकाल T (अर्थात् पूर्ण चक्र) के दौरान उत्पन्न होती है। इसे Irms. द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग-माध्य-मूल (r.m.s.) मान के लिए व्यंजक

माना की प्रत्यावर्ती धारा $I = I_0 \sin \omega t$ प्रतिरोध R के एक चालक के माध्यम से प्रवाहित हो रही हो तो चालक में अल्प समय dt में उत्पन्न ऊष्मा इस प्रकार दी जाती है ,

$dH = I^2 R\, dt = (I_0^2 \sin^2 \omega t) R dt$

या , $dH = I_0^2 R \sin^2 \omega t\, dt$

अब चालक में उत्पन्न ऊष्मा जब धारा आवर्तकाल T (अर्थात्

Jharkhandlab.com

t = 0 tसे t = T तक)के लिए प्रवाहित हो तो इस प्रकार दी जा सकती है ,

$$\int dH = \int_0^T I^2{}_0 R\sin^2 wtdt$$

$$\text{or,} \quad H = I^2{}_0 R\int_0^T \sin^2 wtdt$$

$$\text{Since } \sin^2\omega t = \left(\frac{1-\cos 2\omega t}{2}\right)$$

$$\therefore \quad H = I^2{}_0 R\int_0^T \frac{1-\cos 2\omega t}{2}dt$$

$$= \frac{I^2{}_0 R}{2}\int_0^T (1-\cos 2\omega t)dt$$

$$= \frac{I^2{}_0 R}{2}\left[\int_0^T dt - \int_0^T (\cos 2\omega t)dt\right]$$

$$= \frac{I^2{}_0 R}{2}\left[[t]_0^T - \left[\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right]_0^T\right]$$

$$= \frac{I^2{}_0 R}{2}\left[(T-0) - \frac{1}{2\omega}\left[\sin 2\times\frac{2\pi}{T}\right]_0^T\right] \quad \left(\because \omega = \frac{2\pi}{T}\right)$$

$$= \frac{I^2{}_0 R}{2}\left[T - \frac{1}{2\omega}\left(\sin 2\times\frac{2\pi}{T} - \sin 0\right)\right]$$

$$\text{or,} \quad H = \frac{I^2{}_0 R}{2}T \quad (\because \sin 4\pi = \sin 0 = 0) \quad \ldots\ldots(i)$$

माना की Irms प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान है जो T समय के लिए R प्रतिरोध के चालक में से प्रवाहित होता है।

अतः चालक में उत्पन्न ऊष्मा , $H = I^2{}_{rms}RT$ .....(ii)

प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग माध्य मूल मान की परिभाषा के अनुसार; समीकरण (i) =समीकरण (ii)

$$I^2{}_{rma}RT = \frac{I^2{}_0 RT}{2}$$

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 0.707 I_0$$

स्पष्ट है कि प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान इसके शिखर मान का 70.7% होता है।

Q 8 : The instantaneous current flowing from an ac source is I = 5 sin 314 t. What is the rms value of current?

Ans : - The rms value of current is

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}}, \text{ since } I_0 = 5$$

Q 8 : एक A C स्रोत से बहने वाली तात्कालिक धारा I = 5 sin 314 t है। विद्युत धारा का rms मान क्या होगा ?

उत्तर : - धारा का rms मान होगा

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}}, \text{ since } I_0 = 5$$

Q 9 : The root mean square value of alternating electromotive force is 180V value. What will be its peak value?

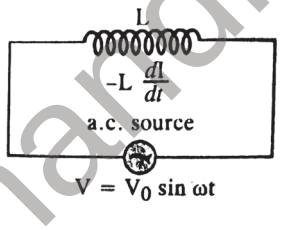
Ans : - Eo = √2 Erms =1.414 x 180 =254.52 V (since Erms=Eo /√2)

Q 9 : प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल का वर्ग माध्य मूल मान 180V मान है। इसका शिखर (चरम) मान क्या होगा ?

उत्तर : - Eo = √2 Erms =1.414 x 180 =254.52 V (चूँकि Erms=Eo /√2)

Q 10 : An alternating e.m.f. is applied across an inductor. Show mathematically that the current in it lags behind the applied e.m.f. by a phase angle of π/ 2 .

Ans : - Consider an alternating source connected to an ideal inductor of inductance L as shown in figure. Such a circuit is known as a purely inductive circuit.



The alternating voltage across the inductor is given by, V = Vo sinωt .....(i)

The induced e.m.f. across the inductor = - LdI/dt which opposes the growth of current in the circuit.

As there is no potential drop across the circuit, so,

$$V + \left(-L\frac{dI}{dt}\right) = 0 \text{ or } L\frac{dI}{dt} = V \text{ or } \frac{dI}{dt} = \frac{V}{L}$$

Using equation (i), we get,

$$\frac{dI}{dt} = \frac{V_0}{L}\sin\omega t \quad \text{or} \quad dI = \frac{V_0}{L}\sin\omega t dt$$

Integrating both sides, we get,

$$\int dI = \int \frac{V_0}{L}\sin\omega t dt = \frac{V_0}{L}\int \sin\omega t dt$$

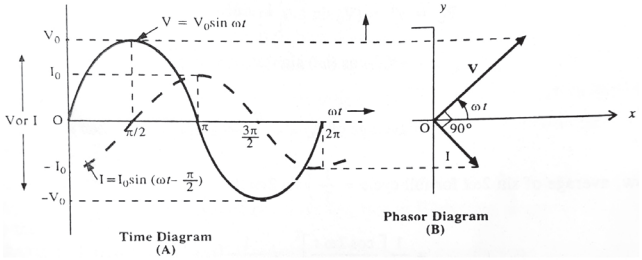
$$I = \frac{V_0}{L}\left(-\frac{\cos\omega t}{\omega}\right) = \frac{V_0}{L\omega}(-\cos\omega t)$$

$$(-\cos\omega t) = \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\text{and peak value, } I_0 = \frac{V_0}{L\omega}$$

Or, $I = I_0 \sin(\omega t - \pi/2)$ .....(ii)

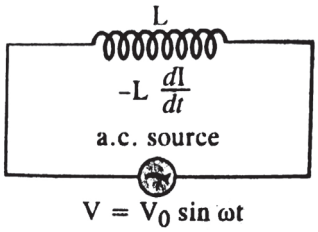
Comparison of eqn. (i) and (ii) shows that in this case the current lags behind the voltage by an angle of π/2.



Jharkhandlab.com

Q 10 : एक प्रेरक पर एक प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल (e.m.f.) लगाया जाता है। गणितीय रूप से प्रदर्शित करें कि इसमें धारा कार्यरत विद्युत वाहक बल (e.m.f.) से π/2 के कला कोण से पीछे है।

उत्तर :- माना की एक प्रत्यावर्ती स्रोत एक आदर्श प्रेरक L से चित्र में दर्शाए अनुसार जुड़ा हैं । ऐसे परिपथ को शुद्ध रूप से प्रेरकत्व परिपथ के रूप में जाना जाता है।



आरोपित प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल इस प्रकार दिया जाता है, $V = V_0 \sin\omega t$ .... (i)

प्रेरकत्व के सिरों पर प्रेरित विद्युत वाहक बल $= -L\,dI/dt$ जो परिपथ में धारा की वृद्धि का विरोध करता है।

चूंकि परिपथ के सिरों पर कोई विभव पतन नहीं होता है, इसलिए,

$$V + \left(-L\frac{dI}{dt}\right) = 0 \text{ or } L\frac{dI}{dt} = V \text{ or } \frac{dI}{dt} = \frac{V}{L}$$

समीकरण (i) का उपयोग करके, हम प्राप्त करते हैं,

$$\frac{dI}{dt} = \frac{V_0}{L}\sin\omega t \quad \text{or} \quad dI = \frac{V_0}{L}\sin\omega t\,dt$$

दोनों तरफ समाकलन करने पर हम पाते हैं की ,

$$\int dI = \int \frac{V_0}{L}\sin\omega t\,dt = \frac{V_0}{L}\int \sin\omega t\,dt$$

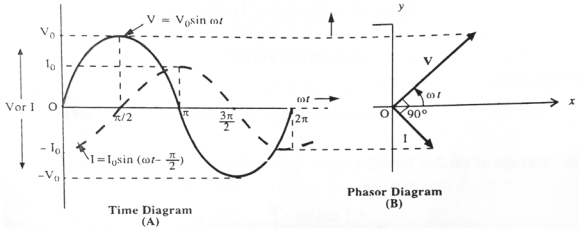
$$I = \frac{V_0}{L}\left(-\frac{\cos\omega t}{\omega}\right) = \frac{V_0}{L\omega}(-\cos\omega t)$$

$$(-\cos\omega t) = \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\text{and peak value, } I_0 = \frac{V_0}{L\omega}$$

या, $I = I_0 \sin(\omega t - \pi/2)$ ....(ii)

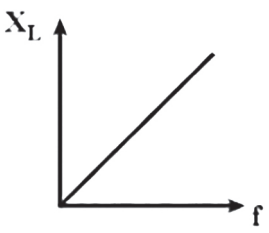
समीकरण। (i) और (ii) की तुलना यह दर्शाती है की विद्युत वाहक बल से धारा π/2 के कोण से पीछे है।



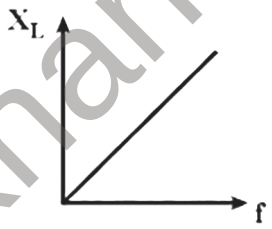
Q 11 : What is inductive reactance ? Draw a graph showing the variation of inductive reactance with the frequency of the a.c. source.

Ans :- The opposition offered by the inductor to the flow of current is called Inductive reactance. It is given by X_L=WL

Q 11 : प्रेरणिक प्रतिघात क्या है? प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति के साथ प्रेरणिक प्रतिघात की भिन्नता को दर्शाने वाला एक ग्राफ बनाएं।



उत्तर :- प्रेरक द्वारा धारा के प्रवाह में आरोपित अवरोध प्रेरणिक प्रतिघात कहते हैं। यह X_L=WL द्वारा दिया जाता है ।



Q 12 : What is the reactance of inductance in a direct current circuit?

Ans :- Since, $X_L = L\omega = L\times 2\pi f$

And f = 0 for direct current

Therefore, $X_L = 0$

Q 12 : किसी दिष्ट धारा परिपथ में प्रेरकत्व का प्रतिघात क्या होता है ?

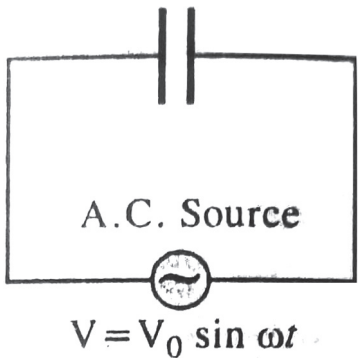
उत्तर :- चूँकि, $X_L = L\omega = L\times 2\pi f$

और दिष्ट धारा के लिए f = 0

इसलिए, $X_L = 0$

Q 13 : An alternating e.m.f. is applied across a capacitor. Show mathematically that the current in it leads the applied e.m.f. by a phase angle of π/ 2 .

Ans :- Consider an Alternating source connected to a capacitor as shown in Figure. Such a circuit is known as a purely capacitive circuit. The capacitor is periodically charged and discharged when alternating voltage is applied to it.



The alternating voltage applied across the capacitor

Jharkhandlab.com

is given by

$V = V_0 \sin\omega t$ .....(i)

Let q be the charge on the capacitor at any instant. Then potential difference across the capacitor,

$V_C = q/C$ .....(ii)

Since $V_c = V$

So, $\frac{q}{C} = V = V_0 \sin\omega t \quad (\text{using eqn (i) and (ii)})$

So, $q = V_0 C \sin\omega t$

Since, $I = \frac{dq}{dt} = \frac{d(V_0 C \sin\omega t)}{dt}$

$= V_0 C\omega \cos\omega t = \frac{V_0}{\left(\frac{1}{C\omega}\right)} \cos\omega t$

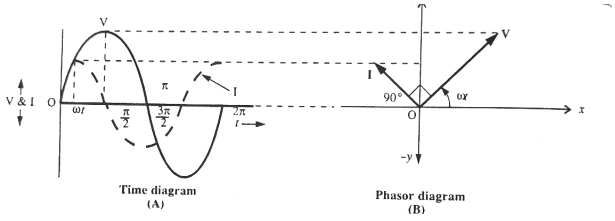
Since, $\cos\omega t = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

So, $I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ .....eqn (iii)

where $I_0 = \frac{V_0}{\left(\frac{1}{C\omega}\right)} = \frac{V_0}{X_c}$ = the peak value of A.C.

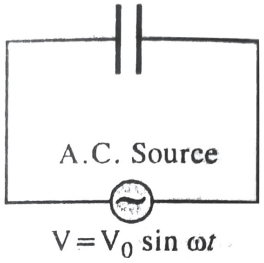
and $X_c = \left(\frac{1}{C_w}\right)$ = capacitive reactance

Comparison of equations (i) and (iii) shows that current leads the e.m.f. by an angle π/ 2 in a purely capacitive a.c. circuit. Time diagram and the phasor diagram for the same is shown in figure below.



Q 13 : एक संधारित्र के सिरों पर एक प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल (e.m.f.) कार्यरत है। गणितीय रूप से प्रदर्शित करें कि इसमें धारा कार्यरत विद्युत वाहक बल (e.m.f.) से π/2 के कला कोण से आगे रहती है।

उत्तर : - माना की एक प्रत्यावर्ती स्रोत एक आदर्श संधारित्र C से चित्र में दर्शाए अनुसार जुड़ा हैं । ऐसे परिपथ को शुद्ध रूप से संधारित्र युक्त परिपथ के रूप में जाना जाता है। आरोपित प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल द्वारा संधारित्र को समय-समय पर चार्ज और डिस्चार्ज किया जाता है।



संधारित्र पर आरोपित प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल इस प्रकार दिया जाता है, $V = V_0 \sin\omega t$ ..... (i)

माना की q किसी समय पर संधारित्र पर आवेश है।

संधारित्र के सिरों पर विभवांतर

$V_c = q/C$ .....(ii)

Since $V_c = V$

So, $\frac{q}{C} = V = V_0 \sin\omega t \quad (\text{using eqn (i) and (ii)})$

So, $q = V_0 C \sin\omega t$

Since, $I = \frac{dq}{dt} = \frac{d(V_0 C \sin\omega t)}{dt}$

$= V_0 C\omega \cos\omega t = \frac{V_0}{\left(\frac{1}{C\omega}\right)} \cos\omega t$

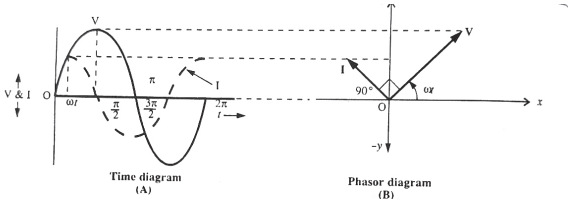
Since, $\cos\omega t = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

So, $I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ .....eqn (iii)

where $I_0 = \frac{V_0}{\left(\frac{1}{C\omega}\right)} = \frac{V_0}{X_c}$ = the peak value of A.C.

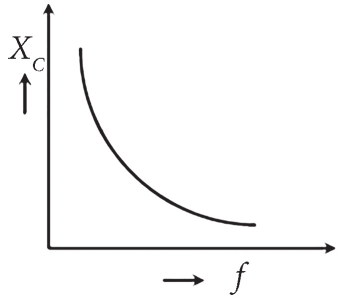
and $X_c = \left(\frac{1}{C_w}\right)$ = capacitive reactance

समीकरणों (i) और (iii) की तुलना से पता चलता है कि प्रत्यावर्ती धारा प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल से π/2 कोण से आगे रहती है विशुद्ध रूप से संधारित्र प्रत्यावर्ती परिपथ में समय आरेख और उसी के लिए कालांक आरेख नीचे चित्र में दिखाया गया है।



Q 14 : What is capacitive reactance? Draw a graph showing the variation of capacitive reactance with the frequency of applied alternating voltage.

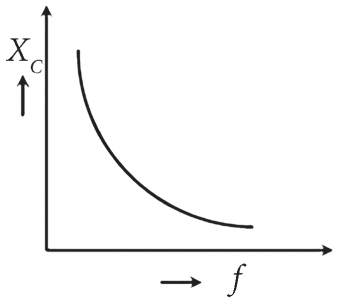
Ans : - The capacitive reactance is the effective opposition offered by a capacitor to the flow of current in the circuit. It is given by Xc=1/(Cw)



Jharkhandlab.com

Q 14 : संधारित्र प्रतिघात क्या है? प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति के साथ संधारित्र प्रतिघात की भिन्नता को दर्शाने वाला एक ग्राफ बनाएं।

उत्तर : - संधारित्र द्वारा धारा के प्रवाह में आरोपित अवरोध संधारित्र प्रतिघात कहते हैं। यह Xc=1/(Cw) द्वारा दिया जाता है।



Q 15 : What is the phase relation between current and voltage when (i) an inductor and (ii) a capacitor are present in the circuit?

Ans : - (i) In case of an inductor, the voltage leads the current by an angle of π/2.

(ii) In the case of a capacitor, the voltage lags behind the current by an angle of π/2.

Q 15 : धारा तथा वोल्टता में क्या कला सम्बन्ध होता है जब परिपथ में (i) प्रेरकत्व तथा (ii) संधारित्र लगा हो ?

उत्तर : - (i) प्रेरकत्व की स्थिति में वोल्टता धारा से π/2 कोण से आगे रहती है।

(ii) संधारित्र की स्थिति में, वोल्टता धारा से π/2 कोण से पीछे रहती है।

Q 16 : What is the unit of reactance?

Ans : - Ohm(Ω)

Q 16 : प्रतिघात का मात्रक क्या होता है ?

उत्तर : - ओम (Ω)

Q 17 : What is the reactance of a capacitor in a DC circuit?

Ans : - Since, $X_c = 1/CW = 1/ (C2\pi f)$, and f = 0 for direct current

Therefore, $X_C = \infty$ (infinity)

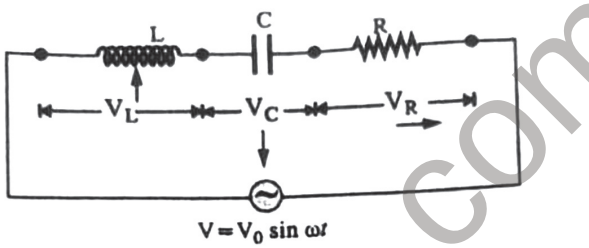
Q 17 : दिष्ट धारा परिपथ में संधारित्र का प्रतिघात क्या होता है ?

उत्तर : - चूँकि, $X_c = 1/CW = 1/ (C2\pi f)$, और दिष्ट धारा के लिए f = 0

इसलिय , $X_c = \infty$ (अनन्त)

Q 18 : Using a phasor diagram, derive the expression for impedance of an a.c. circuit containing L-C-R in series. What is meant by resonance of this circuit and find the expression for resonant frequency.

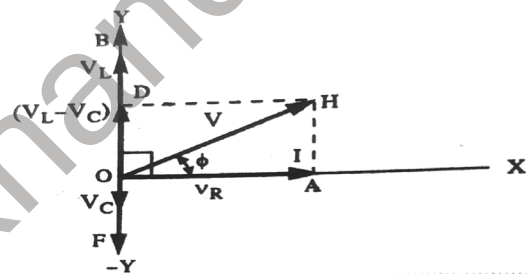
Ans : - A circuit containing inductor of pure inductance (L), capacitor of pure capacitance (C) and resistor of resistance (R), all joined in series across an a.c. supply, is shown in figure.



Let V be the r.m.s. value of the applied alternating e.m.f. to the LCR circuit.

Let I be the r.m.s. value of current flowing through all the circuit elements.

Phasor Diagram:



The potential difference across inductor,

$V_L = I X_L$ .....(i)

This potential difference or voltage leads current I by an angle of π/2. so V_L is represented by OB perpendicular to the direction of I.

The potential difference across conductor C,

$V_C = I X_C$ .....(ii)

This potential difference or voltage lags behind the current I by an angle of π/2. so V_C is represented by OF perpendicular to the direction of I.

The potential difference across R,

$V_R = IR$ .....(iii)

This potential difference or voltage is in phase with the current. Since V_R and I are in phase, so V_R is represented by OA in the direction of I.

Since V_L and V_C are in opposite phases, their resultant $(V_L - V_C)$ is represented by OD (Here $V_L > V_C$).

The resultant of V_R and $(V_L - V_C)$ is given by OH. The magnitude of OH is given by

jharkhandlab.com

$$OH = \sqrt{(OA^2 + OD^2)} = \sqrt{V^2{}_R + (V_L - V_C)^2}$$

$$\text{or, } V = \sqrt{V^2{}_R + (V_L - V_C)^2}$$

Using equation (i), (ii) and (iii), we get

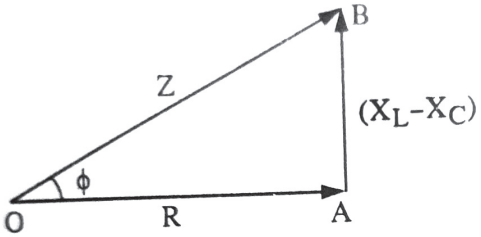
$$V = \sqrt{(I^2R^2 + (IX_L - IX_C)^2)}$$

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

$$\text{or, } \frac{V}{I} = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$$

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

Where Z is the total effective opposition offered by LCR circuit to A.C. called impedance of the circuit. Impedance (Z) of LCR circuit can be represented diagrammatically by Impedance triangle as shown in figure below.



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

$$= \sqrt{\left(R^2 + \left(LW - \frac{1}{CW}\right)^2\right)}$$

Electrical Resonance is said to take place in a series LCR circuit, When the circuit allows maximum current for a given frequency of the source of A.C. supply for which capacitive reactance becomes equal to the inductive reactance.

$$\text{since, } I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}}$$

From this equation it is clear that current I will be maximum if the impedance (Z) of the circuit is minimum.

So, For electrical resonance,

$$X_L = X_L$$

$$\text{or, } L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$$

$$\text{or, } \omega^2{}_0 = \frac{1}{LC}$$

$$\text{or, } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

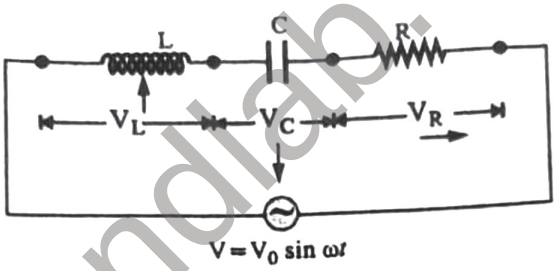
$$\text{or, } 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

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

At this particular frequency (fo), the current amplitude in LCR circuit becomes maximum This frequency (fo) is known as the resonant frequency and the phenomenon is called electrical resonance.

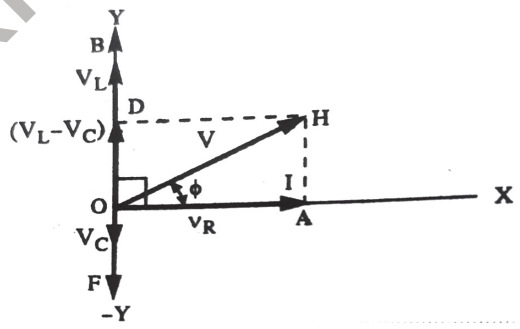
Q 18 : कालांक चित्र का प्रयोग करते हुए LCR श्रेणी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ की प्रतिबाधा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। इस परिपथ के अनुनाद से क्या तात्पर्य है तथा अनुनादी आवृत्ति के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

उत्तर :- किसी परिपथ में शुद्ध प्रेरण कुण्डली (L), C धारिता के संधारित्र तथा R प्रतिरोध को श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। माना LCR परिपथ में प्रवाहित प्रत्यावर्ती विद्युत् वाहक बल का वर्ग माध्य मूल V है।



माना परिपथ के सभी अवयवों में से प्रवाहित होने वाली धारा का वर्ग माध्य मूल मान I है।

चरण आरेख:



प्रेरकत्व के सिरों पर विभवान्तर, $V_L = I X_L$ .....(i)

यह विभवान्तर, धारा I से π/2 कोण से आगे रहता है।अतः VL को धारा I की दिशा के लम्बवत OB द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर , $V_C = I X_C$ .....(ii)

यह विभवान्तर, धारा I से π/2 कोण से पीछे रहता है।अतः VC को धारा I की दिशा के लम्बवत OF द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

प्रतिरोध के सिरों पर विभवांतर , $V_R = IR$ .....(iii)

यह विभवान्तर, धारा I के साथ सामान कला में है। चूँकि V_R और I सामान कला में हैं, इसलिए V_R को धारा I की दिशा में OA द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

चूँकि V_L और V_C विपरीत कला में हैं, इसलिए इनके परिणामी $(V_L - V_C)$ को OD द्वारा दर्शाया गया है

(यहाँ $V_L > V_C$) ।

V_R और $(V_L - V_C)$ का परिणामी विभवान्तर OH द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

$$OH = \sqrt{(OA^2 + OD^2)} = \sqrt{V^2{}_R + (V_L - V_C)^2}$$

$$\text{or, } V = \sqrt{V^2{}_R + (V_L - V_C)^2}$$

Using equation (i), (ii) and (iii), we get

$$V = \sqrt{(I^2R^2 + (IX_L - IX_C)^2)}$$

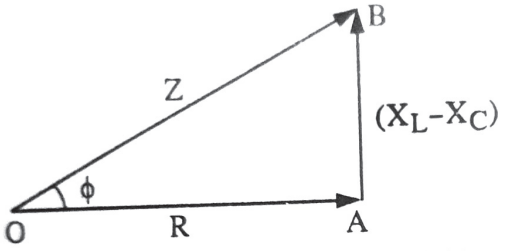
Jharkhandlab.com

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

$$\text{or, } \frac{V}{I} = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$$

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

जहाँ Z LCR परिपथ द्वारा प्रत्यावर्ती धारा की विपरीत प्रभावी अवरोध है , जिसे परिपथ का प्रतिबाधा कहा जाता है। LCR परिपथ के प्रतिबाधा (Z) को प्रतिबाधा त्रिभुज द्वारा आरेखीय रूप से दर्शाया जा सकता है जैसा कि नीचे चित्र में दिखाया गया है।



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

$$= \sqrt{\left(R^2 + \left(LW - \frac{1}{CW}\right)^2\right)}$$

यदि किसी LCR श्रेणी परिपथ में किसी दी गई आवृत्ति की प्रत्यावर्ती सप्लाई के लिए संधारित्र प्रतिघात तथा प्रेरणिक प्रतिघात का मान बराबर हो तथा परिपथ में प्रवाहित धारा अधिकतम हो तो इस स्थिति को विद्युतीय अनुनाद (electrical resonance) कहा जाता है।

$$\text{since, } I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}}$$

इस समीकरण से यह स्पष्ट है कि धारा I अधिकतम होगा यदि परिपथ का प्रतिबाधा (Z) न्यूनतम हो।

इसलिए, विद्युत अनुनाद के लिए संधारित्र प्रतिघात तथा प्रेरणिक प्रतिघात का मान बराबर होगा ,

$$X_L = X_L$$

$$\text{or, } L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$$

$$\text{or, } \omega^2_0 = \frac{1}{LC}$$

$$\text{or, } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

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

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

इस विशेष आवृत्ति (fo)पर, LCR परिपथ में धारा अधिकतम हो जाता है। इस आवृत्ति (fo) को अनुनादी आवृत्ति के रूप में जाना जाता है और इस घटना को विद्युत अनुनाद कहा जाता है।

Q 19 : Give the phase difference between the applied ac voltage and the current in an LCR circuit at resonance.

Ans : - The applied ac voltage and the current in an LCR circuit at resonance are in phase.Hence phase difference = 0.

Q 19 : अनुनाद पर एक LCR परिपथ में लागू प्रत्यावर्ती वोल्टेज और धारा के बीच कला अंतर बताएं।

उत्तर : - अनुनाद पर एक LCR सर्किट में प्रत्यावर्ती वोल्टेज और धारा सामान कला में होते हैं। इसलिए कालांतर शून्य होता हैं।

Q 20 : What is the phase difference between the voltage across the inductor and the capacitor in an LCR circuit?

Ans : - The phase difference is 180°.

Q 20 : एक LCR परिपथ में प्रेरक और संधारित्र के वोल्टेज के बीच का कला अंतर क्या है?

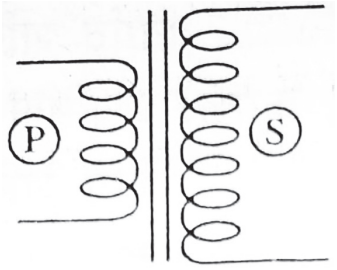
उत्तर : - कला अंतर 180° होता है।

Q 21 : Describe the principle, construction and working of a transformer. Why is the core of the transformer laminated?

Ans : - Transformer is a device used to convert low alternating voltage at higher current into high alternating voltage at lower current and vice-versa. In other words, a transformer is an electrical device used to increase or decrease alternating voltage.

Types of Transformers

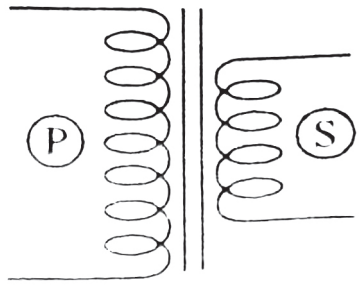
(i) Step-up transformer: The transformer which converts low alternating voltage at higher current into a high alternating voltage at lower current is called step-up transformer. In other words, a step up transformer gives increased alternating voltage output. Symbol of the step-up transformer is shown in figure(A).



(A)

(ii) Step-down transformer: The transformer which converts high alternating voltage at lower current into a low alternating voltage at higher current is called step-down transformer. In other words, a step down transformer gives decreased alternating voltage output. Symbol of the step down transformer is shown in figure(B).

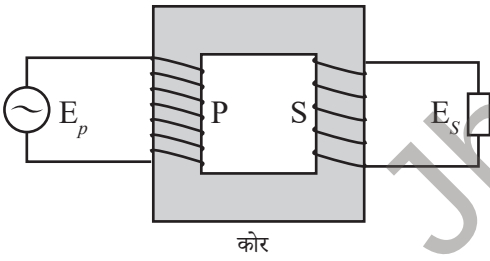
jharkhandiah.com



(B)

Principle: A transformer is based on the principle of mutual induction. An e.m.f. is induced in a coil, when a changing current flows through its nearby coil.

Construction: It consists of two separate coils of insulated wire wound on the same iron core. One of the coils connected to a.c. input is called primary (P) and the other winding giving output is called secondary (S) winding or coil as shown in figure below.



The primary coil is connected to a source of alternating voltage (Ep). The primary coil along with a source of alternating voltage is called the primary circuit. The output alternating voltage (Es) is taken across the secondary coil and the load is connected to this winding. The secondary coil along with load is called a secondary circuit.

Theory: When an alternating source of e.m.f. Ep, is connected to the primary coil, an alternating current flows through it. Due to the flow of alternating current in the primary coil, an alternating magnetic field is produced and hence changing magnetic flux is linked with the coils. This changing magnetic flux induces an alternating e.m.f. in the secondary coil (Es). Let Np and Nş be the number of turns in the primary and secondary coils respectively. The iron core is capable of coupling the whole of the magnetic flux Φ produced by the turns of the primary coil with the secondary coil.

According to Faraday's law of electromagnetic induction, the induced e.m.f. in the primary coil,

$$E_P = -N_P \frac{d\phi}{dt} \quad \text{.....(i)}$$

The induced e.m.f. in the secondary coil,

$$E_S = -N_S \frac{d\phi}{dt} \quad \text{.....(ii)}$$

Dividing (ii) by (i), we get,

$$\frac{E_S}{E_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$\text{or, } \frac{E_S}{E_P} = \frac{N_S}{N_P} = K$$

$$\text{Where, } K = \frac{E_S}{E_P} = \text{Turn Ratio or Transformation Ratio}$$

Case(i): K< 1 for step down transformer.

In this case Ns < Np and Es < Ep

i.e. output alternating voltage< Input alternating voltage.

Case(ii): K> 1 for step up transformer.

In this case Ns > Np and Es > Ep

i.e. output alternating voltage is greater than the input alternating voltage.

For an ideal transformer (in which there are no energy losses),

Output power = Input power ... (iii)

Let I_p and I_s be the current in the primary and secondary coils respectively.

Then, Input power = $E_p I_p$

Output power = $E_s I_s$;

From equation (iii),

$$E_S I_S = E_P I_P$$

$$\text{or, } \frac{E_S}{E_P} = \frac{I_P}{I_S} \quad \text{.....eqn(iv)}$$

$$\text{or, } E \alpha \frac{1}{I}$$

Eqn. (iv) shows that for the same power transfer, voltage increases with the decrease in current and vice-versa Thus, whatever is gained in voltage ratio is lost in the current ratio and vice-versa.

So, a step-up transformer increases the alternating voltage by decreasing the alternating current and step-down transformer decreases the alternating voltage by increasing the alternating current,

For a transformer, efficiency,

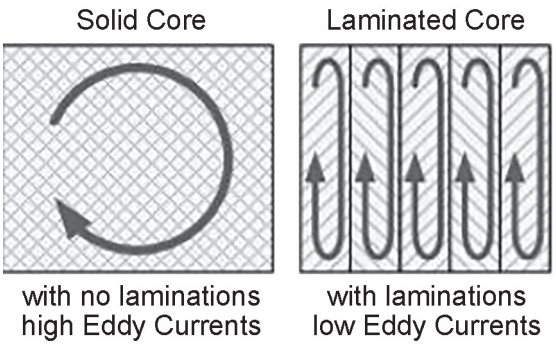
$$\eta = \frac{\text{Output Power}}{\text{Input Power}} = \frac{E_S I_S}{E_P I_P}$$

For an ideal transformer, efficiency η is 100%. But in a real transformer, the efficiency varies from 90-99%. This indicates that there are some energy losses in the transformer.

When a changing magnetic flux links with the iron core of the transformer, eddy currents are set up. These eddy currents in the iron core produce heat which leads to the wastage of energy. This energy loss is reduced by using laminated iron cores. Eddy currents are reduced in a laminated core because

Jharkhandlab.com

their paths are broken as compared to solid core.

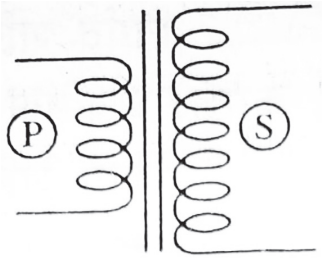


Q 21 : किसी ट्रॉसफॉर्मर के सिद्धान्त, बनावट तथा कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए। ट्राँसफॉर्मर की क्रोड को पटलित क्यों किया जाता है?

उत्तर : - ट्राँसफॉर्मर ऐसी विद्युत् युक्ति है जिसकी सहायता से उच्च धारा की निम्न प्रत्यावर्ती वोल्टता को निम्न धारा की उच्च प्रत्यावर्ती वोल्टता में तथा निम्न धारा की उच्च प्रत्यावर्ती वोल्टता को उच्च धारा की निम्न प्रत्यावर्ती वोल्टता में परिवर्तित किया जा सकता है। अर्थात , ट्रांसफॉर्मर प्रत्यावर्ती वोल्टता को बढ़ाने अथवा घटाने में प्रयुक्त की जाने वाली युक्ति है।

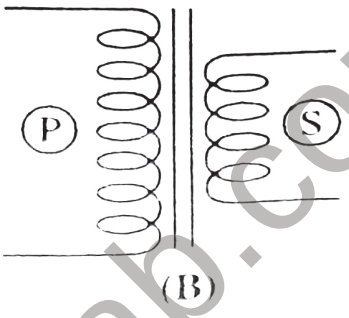
ट्रांसफॉर्मरों के प्रकार (Types of transformers)

(i) उच्चायी ट्रॉसफॉर्मर ((Step-up transformer) : वह ट्रांसफॉर्मर जो उच्च धारा की निम्न प्रत्यावर्ती वोल्टता को निम्न धारा की उच्च प्रत्यावर्ती वोल्टता में परिवर्तित करने में प्रयुक्त होता है, उच्चायी ट्रांसफॉर्मर कहलाता है। अर्थात, उच्चायी ट्राँसफॉर्मर आवर्धित प्रत्यावर्ती वोल्टता निर्गत करता है। उच्चायी ट्रांसफॉर्मर को चित्र(A) में सांकेतिक रूप में दर्शाया गया है।



(A)

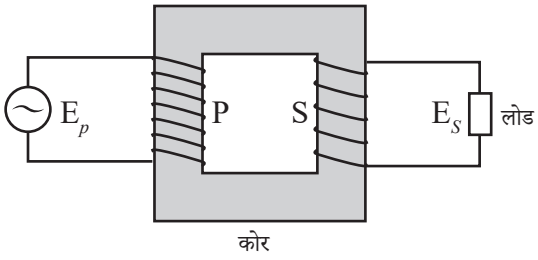
(ii) अपचायी ट्रांसफॉर्मर (Step-down transformer): वह ट्रांसफॉर्मर जो निम्न धारा की उच्च प्रत्यावर्ती वोल्टता को उच्च धारा की निम्न प्रत्यावर्ती वोल्टता में परिवर्तित करने में प्रयुक्त होता है, अपचायी ट्रांसफॉर्मर कहलाता है। अर्थात , अपचायी ट्रांसफॉर्मर कम मान की प्रत्यावर्ती वोल्टता निर्गत करता है। अपचायी ट्रांसफॉर्मर को चित्र(B) में सांकेतिक रूप में दर्शाया गया है।



(B)

सिद्धान्त (Principle) : ट्राँसफॉर्मर अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित युक्ति है। जब किसी कुण्डली में धारा परिवर्तित होती है तो इसके निकट स्थित कुण्डली में विद्युत् वाहक बल उत्पन्न होता है।

बनावट (Construction) : ट्रांसफॉर्मर में विद्युत् रोधित तारो से बनी दो अलग-अलग कुण्डलियों को एक ही लोहे की क्रोड पर लपेटा जाता है। एक कुण्डली को प्रत्यावर्ती धारा निवेश (Input) से जोड़ा जाता है। इसे प्राथमिक (Primary) कुण्डली (P) कहते हैं तथा जो कुण्डली निर्गत (Output) प्रदान करती है वह द्वितीयक (Secondary) कुण्डली (S) कहलाती है।



प्राथमिक कुण्डली को प्रत्यावर्ती वोल्टता (Ep) के स्रोत से जोड़ा जाता है। प्राथमिक कुण्डली तथा प्रत्यावर्ती वोल्टता के स्त्रोत से बने परिपथ को प्राथमिक परिपथ कहा जाता है। द्वितीयक कुण्डली से निर्गत प्रत्यावर्ती वोल्टता (Es) प्राप्त की जाती है तथा इसे लोड (Load) से जोड़ा जाता है। द्वितीयक कुण्डली तथा लोड से बने परिपथ को द्वितीयक परिपथ कहा जाता है।

व्याख्या (Theory) : जब Ep विद्युत् बाहक बल युक्त किसी प्रत्यावर्ती स्त्रोत को प्राथमिक कुण्डली से जोड़ा जाता है तो इसमें प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है। प्राथमिक कुण्डली में प्रवाहित होने वाली प्रत्यावर्ती धारा के कारण प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है तथा इसलिए कुण्डलियों में परिवर्ती चुम्बकीय फ्लक्स सम्बद्ध रहता है। यह परिवर्ती चुम्बकीय फ्लक्स द्वितीयक कुण्डली में प्रत्यावर्ती विद्युत् वाहक बल (Es) प्रेरित करता है। माना Np तथा Nş क्रमशः प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या है। लोहे की क्रोड प्राथमिक कुण्डली के फेरों द्वारा जनित चुम्बकीय फ्लक्स Φ को पूर्णतः द्वितीयक कुण्डली से सम्बद्ध कराती है।

फैराडे के विद्युत् चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त के अनुसार, प्राथमिक कुण्डली में प्रेरित विद्युत् वाहक बल,

$$E_P = - N_P \frac{d\phi}{dt} \quad \text{.....(i)}$$

द्वितीयक कुंडली मे प्रेरित विद्युत् वाहक बल,

jharkhandlab.com

$$E_S = - N_S \frac{d\phi}{dt} \quad \text{.....(ii)}$$

समीकरण (ii) में समीकरण (i) से भाग देने पर हम पाते हैं,

$$\frac{E_S}{E_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$\text{or,} \frac{E_S}{E_P} = \frac{N_S}{N_P} = K$$

$$\text{Where, } K = \frac{E_S}{E_P} = \text{Turn Ratio or Transformation Ratio}$$

Case(i): अपचायी ट्रांसफॉर्मर के लिए K < 1 होगा इस स्थिति में

$N_S < N_P$ तथा $E_S < E_P$

अर्थात्, निर्गत प्रत्यावर्ती वोल्टता < निवेशी प्रत्यावर्ती वोल्टता

Case(ii): उच्चायी ट्रॉसफॉर्मर के लिए K >1 होगा इस स्थिति में

$N_S > N_P$ तथा $E_S > E_P$

अर्थात्, निर्गत प्रत्यावर्ती वोल्टता > निवेशी प्रत्यावर्ती वोल्टता

किसी आदर्श ट्रांसफॉर्मर के लिए (जिसमें कोई ऊर्जा हानि नहीं होती),

निर्गत शक्ति =निवेशी शक्ति.....(iii)

माना I_P तथा I_S क्रमश: प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलियों में प्रवाहित होने वाली धारा है।

तो निर्गत शक्ति = $E_S I_S$

निवेशी शक्ति = $E_P I_P$

समीकरण (iii) से,

$$E_S I_S = E_P I_P$$

$$\text{or,} \frac{E_S}{E_P} = \frac{I_P}{I_S} \quad \text{.....eqn(iv)}$$

$$\text{or, } E \alpha \frac{1}{I}$$

उपर्युक्त समीकरण दर्शाती है कि समान शक्ति स्थानान्तरण के लिए, धारा घटाने पर वोल्टता बढ़ती है तथा धारा बढ़ने पर वोल्टता घटती है।

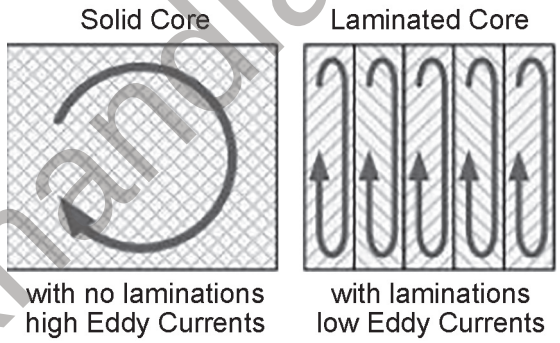
अत: वोल्टता अनुपात में जितना लाभ होता है, धारा अनुपात में उतनी ही हानि होती है तथा इसका विपरीत भी सत्य है। इसलिए उच्चायी ट्रॉसफॉर्मर प्रत्यावर्ती धारा को घटाते हुए प्रत्यावर्ती वोल्टता को बढ़ाता है तथा अपचायी ट्रांसफॉर्मर प्रत्यावर्ती धारा को बढ़ाते हुए प्रत्यावर्ती वोल्टता को घटाता है।

किसी ट्रांसफॉर्मर के लिए, दक्षता (efficiency),

$$\eta = \frac{\text{Output Power}}{\text{Input Power}} = \frac{E_S I_S}{E_P I_P}$$

किसी आदर्श ट्रान्सफॉर्मर के लिए, दक्षता $\eta = 100\%$ होती है। परन्तु किसी व्यावहारिक ट्रांसफॉर्मर के लिए, दक्षता 90 से 99% तक होती है। यह दर्शाता है कि ट्रांसफॉर्मरों में कुछ ऊर्जा हानि होती है।

जब ट्राँसफॉर्मर की लौह क्रोड से परिवर्ती चुम्बकीय फ्लक्स सम्बद्ध किया जाता है तो भंवर धाराएँ उत्पन्न होती हैं। ये भंवर धाराएँ लोहे की क्रोड में ऊष्मा उत्पन्न करती हैं जिससे ऊर्जा की हानि होती है। इस ऊर्जा हानि को पटलित लौह क्रोड (laminated iron core) के उपयोग द्वारा कम किया जा सकता है। पटलित क्रोड में भंवर धाराएँ कम हो जाती हैं क्योंकि ठोस क्रोड के स्थान पर पटलित क्रोड में इनके पथ टूट जाते हैं।



Q 22. Explain various energy losses in the transformer.

Ans : - The various energy losses in a transformer are as follows.

(i) Copper losses: Energy lost in windings of the transformer is known as copper loss. Primary and secondary coils of a transformer are generally made of copper wires. These copper wires have resistance (R). When current (I) flows through these wires, power loss (I^2R) takes place. This loss appears as the heat produced in the primary and secondary coils. Copper losses can be reduced by using thick wires for the windings.

(ii) Flux leakage losses: In the actual transformer, the coupling between primary and secondary coils is not perfect. It means the magnetic flux linked with the primary coil is not equal to the magnetic flux linked with the secondary coil. So a certain amount of electrical energy supplied to the primary coil is wasted,

(iii) Iron losses. These are grouped as below:

(a) Eddy Current losses. When a changing magnetic flux links with the iron core of the transformer, eddy currents are set up. These eddy currents in the iron core produce heat which leads to the wastage of energy. This energy loss is reduced by using laminated iron cores. Eddy currents are reduced in a laminated core because their paths are broken as compared to solid core.

(b) Hysteresis Losses. When alternating current passes through the primary coil of the transformer, the iron core of the transformer is magnetized and demagnetised over a complete cycle. Some energy is lost in magnetizing and demagnetising the iron core. The energy loss in a complete cycle is equal to the area of the hysteresis loop.

This energy loss can be minimized by using suitable material having a narrow hysteresis loop for the core of a transformer.

Jharkhandlab.com

(iv) Losses due to Vibration of core. A transformer produces humming noise due to magnetostriction effects. Some electrical energy is lost in the form of mechanical energy to produce vibration in the core.

Q 22 : ट्रांसफार्मर में होने वाली विभिन्न ऊर्जा हानियों को समझाइए।

उत्तर : - किसी ट्राँसफॉर्मर में होने वाले विभिन्न ऊर्जा हानि निम्न हैं।

(i) ताम्रिक हानि (Copper Losses) : ट्राँसफॉर्मर के घेरों में होने वाली ऊर्जा हानि को ताम्रिक हानि कहते हैं। ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलियाँ सामान्यतः तांबे की तारों की बनी होती हैं। इन तांबे की तारों का प्रतिरोध (R) होता है। जब इन तारों से धारा (I) प्रवाहित होती है, तो शक्ति हानि (I^2R) होती है। यह हानि प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलियों में ऊष्मा उत्सर्जन के रूप में देखी जा सकती हैं। ताम्रिक हानि को मोटे तार प्रयुक्त करके कम किया जा सकता है।

(ii) फ्लक्स हानि (Flux Losses) : व्यावहारिक ट्रांसफॉर्मर में, प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलियों में युग्मन (Coupling) सही नहीं होता अर्थात् प्राथमिक कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स द्वितीयक कुण्डली से पूर्णतः सम्बद्ध नहीं होता अतः प्राथमिक कुण्डली को प्रदान की गई विद्युत् ऊर्जा का कुछ भाग नष्ट हो जाता है।

(iii) लौह हानि (Iron Losses) :

(a) भंवर धारा हानि (Eddy currents losses) : जब ट्राँसफॉर्मर की लौह क्रोड से परिवर्ती चुम्बकीय फ्लक्स सम्बद्ध किया जाता है तो भंवर धाराएँ उत्पन्न होती हैं। ये भंवर धाराएँ लोहे की क्रोड में ऊष्मा उत्पन्न करती हैं जिससे ऊर्जा की हानि होती है। इस ऊर्जा हानि को पटलित लौह क्रोड (laminated iron core) के उपयोग द्वारा कम किया जा सकता है। पटलित क्रोड में भंवर धाराएँ कम हो जाती हैं क्योंकि ठोस क्रोड के स्थान पर पटलित क्रोड में इनके पथ टूट जाते हैं।

(b) शैथिल्य हानि (Hysteresis Losses) : जब ट्राँसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है तो ट्रांसफॉर्मर की लोह क्रोड पूर्ण चक्र में चुम्बकित तथा अचुम्बकित होती रहती हैं। लौह क्रोड को चुम्बकित तथा अचुम्बकित करने में कुछ ऊर्जा की हानि होती है। एक पूर्ण चक्र में होने वाली ऊर्जा हानि शैथिल्य पाश (Hysteresis loop)क्षेत्रफल के बराबर होता है।

(iv) क्रोड के कम्पन के कारण हानि (Losses due to vibration of core) :

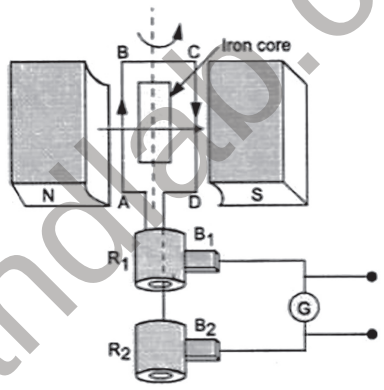
चुम्बकीय आकारान्तर प्रभाव (magnetostriction effect) के कारण ट्राँसफॉर्मर कलकल ध्वनि (humming noise) उत्पन्न करता है। क्रोड में कम्पन उत्पन्न करने के लिए कुछ विद्युत् ऊर्जा की यांत्रिक ऊर्जा के रूप में हानि हो जाती है।

Q 23. Describe the principle, construction and working of an A.C. generator with the help of a labeled diagram .

Ans : - An electrical machine used to convert mechanical energy into electrical energy is known as A.C. generator/alternator.

Principle: It works on the principle of electromagnetic induction i.e., when a coil is rotated in uniform magnetic field, an induced e.m.f. is produced in it.

Construction: The main components of a.c. generator are given below:



(i) Armature: Armature coil (ABCD) consists of a large number of turns of insulated copper wire wound over a soft iron core.

(ii) Strong field magnet: A strong permanent magnet or an electromagnet whose poles (N an S) are cylindrical in shape used as a field magnet. The armature coil rotates between the pole pieces of the field magnet. The uniform magnetic field provided by the field magnet is perpendicular to the axis of rotation of the coil.

(iii) Slip Rings: The two ends of the armature coil are connected to two brass slip rings R1and R2. These rings rotate along with the armature coil.

(iv) Brushes: Two carbon brushes (B_1 and B_2), are pressed against the slip rings. The brushes remain fixed while slip rings rotate along with the armature. These brushes are connected to the load through which the output is obtained.

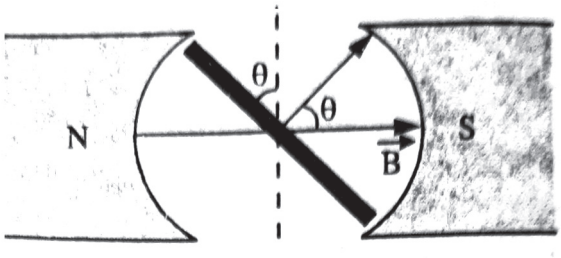
Working: When the armature coil ABCD rotates in the magnetic field provided by the strong field magnet, it cuts the magnetic lines of force. The magnetic flux linked with the coil changes due to the rotation of the armature and hence induced e.m.f. is set up in the coil. The direction of the induced e,m.f. or the current in the coil is determined by the Fleming's right hand rule.

The current flows out through the brush B1 in one direction of half of the revolution and through the brush B2 in the next half revolution in the reverse direction. This process is repeated. Therefore, e.m.f. produced is of alternating nature.

Theory: Consider the plane of the coil to be perpendicular to the magnetic field B.

Let the coil be rotated anti-clockwise with a constant angular velocity ω as shown in figure below.

jharkhandiap.com



Then the angle between the normal to the coil and at any instant t is given by

$\theta=\omega t$ .....(i)

So,The component of the magnetic field normal to the plane of the coil = B cosθ = B cosωt. Magnetic flux linked with a single turn of the coil = (B cosωt)A, where A is the area of the coil.

If the coil has n turns, then the total magnetic flux linked with the coil is given by

$\Phi=n(B\cos\omega t)A=nBA\cos\omega t$ .....(ii)

According to Faraday's laws of electromagnetic induction, the induced e.m.f. produced in the coil is given by

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{d(nBA\cos\omega t)}{dt} = nBA(\omega\sin\omega t)$$

$$\text{or, } \varepsilon = nBA\omega\sin\omega t \ .....\text{eqn(iii)}$$

This is the expression for the induced e.m.f. produced in the coil at any instant t.

Induced e.m.f. will be maximum (i.e.$\varepsilon=\varepsilon_0$) if sinωt = 1.

From eqn. (iii), we get a maximum value of e.m.f.

$\varepsilon_0=nBA\omega$ .....(iv)

Substituting the value of eqn. (iv) in eqn. (iii), we get,

$\varepsilon=\varepsilon_0 \sin\omega t$ .....(v)

Instantaneous current in the circuit is given by,

$$.I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_0}{R}\sin\omega t \ .....\text{eqn(vi)}$$

where R is the resistance of the circuit.

When the coil is rotated from its position at right angle to the magnetic field through 180°, the induced e.m.f. and the current increases from zero to maximum (ε_0) and then decreases from maximum to zero in the same direction. When the coil is further rotated through the next 180°, the e.m.f. and current rises from zero to maximum and then decreases from maximum to zero in the opposite direction. Current supplied by an a.c. generator is sinusoidal like its e.m.f.

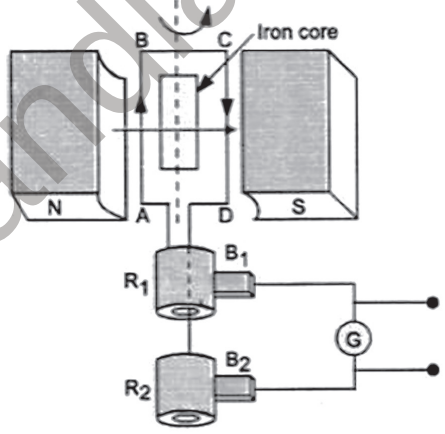
i.e., $I = I_0\sin\omega t$

Q 23 : नामांकित आरेख की सहायता से प्रत्यावर्ती धारा जनित्र के सिद्धांत, संरचना और कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए।

उत्तर : -यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत् ऊर्जा में परिवर्तित करने वाली विद्युत् मशीन को प्रत्यावर्ती धारा जनित्र कहते हैं।

सिद्धान्त (Principle) : यह विद्युत् चुम्बकीय प्रेरण (electromagnetic induction) के सिद्धान्त पर कार्य करता है। अर्थात् जब किसी कुण्डली को समरूप (uniform) चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाया जाता है तो इसमें प्रेरित विद्युत् वाहक बल उत्पन्न होता है।

बनावट (Construction) : प्रत्यावर्ती धारा जनित्र के प्रमुख घटक निम्न हैं।



(i) आर्मेचर (Armature): आर्मेचर कुण्डली (ABCD) को कच्चे लोहे के क्रोड पर विद्युत् रोधी ताँबे की तार के बहुत से फेरों को लपेट कर बनाया जाता है।

(ii) शक्तिशाली क्षेत्र चुम्बक (Strong field magnet) : बेलनाकार ध्रुवों (N तथा S) वाली किसी शक्तिशाली स्थायी चुम्बक अथवा विद्युत् चुम्वक को क्षेत्र चुम्बक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। आर्मेचर कुण्डली क्षेत्र चुम्वक के ध्रुव खण्डों (Pole pieces) के मध्य घूर्णन करती है। क्षेत्र चुम्बक से उत्पन्न समांगी चुम्बकीय क्षेत्र कुण्डली के घूर्णन अक्ष के लम्बवत् होता है।

(iii) सर्पीवलय (Slip Rings): आर्मेचर कुण्डली के दोनों सिरों को पीतल (Bass) की दो सर्पीवलय R1, तथा R2 से जोड़ा जाता है। ये सर्पीवलय आमेचर कुण्डली के साथ घूर्णन करते हैं।

(iv) बुश (Brushes) : दो कार्बन बुश (B1 तथा B2) सर्पीवलय के सम्पर्क में रहते हैं। सर्पीवलयों के घूर्णन के समय बुश स्थाई अवस्था में रहते है। सर्पीवलयों के घूर्णन के समय बुश स्थाई अवस्था में रहते हैं। ये बुश लोड से सम्बद्ध रहते हैं जिससे निर्गत प्राप्त किया जाता है।

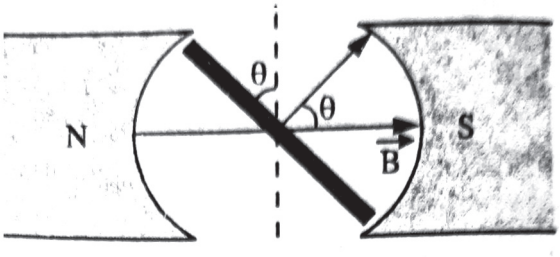
कार्यप्रणाली (Working) : जब आर्मेचर कुण्डली ABCD शक्तिशाली क्षेत्र चुम्बक द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन करती है तो यह चुम्बकीय बल रेखाओं को काटती है। आर्मेचर के घूर्णन के कारण कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तित होता है तथा इसलिए कुण्डली में प्रेरित विद्युत् बाहक बल उत्पन्न होता है। कुण्डली में प्रेरित विद्युत् वाहक बल अथवा धारा की दिशा फ्लेमिंग के दायें हाथ के नियम (Fleming's right hand rule) से निर्धारित की जाती है।

पहले अर्द्धचक्र में धारा ब्रुश B1से एक दिशा में प्रवाहित होती है तथा दूसरे अर्द्धचक्र में धारा बुश B2 से विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है। यह प्रक्रिया लगातार चलती रहती है। अतः उत्पन्न होने वाली धारा प्रत्यावर्ती होती है।

सिद्धान्तः एक कुण्डली के तल की कल्पना कीजिए जो चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत् है। माना कुण्डली को वामावर्त

Jharkhandlab.com

दिशा में, कोणीय वेग ω से घुम रही है,



तब किसी क्षण 't' पर कुण्डली के अभिलम्ब तथा B के मध्य कोण का परिमाण निम्नवत् होगा

$\theta=\omega t$ .....(i)

कुण्डली के तल के लम्बवत् चुम्बकीय क्षेत्र के घटक का मान = $B\cos\theta = B\cos\omega t$.

कुण्डली के एक लपेट (turn) से जुड़ा हुआ चुम्बकीय फ्लक्स = $(B\cos\omega t)A$ जहाँ A. कुण्डली का क्षेत्रफल है। यदि कुण्डली में n लपेट है तब कुण्डली से जुड़ा हुआ चुम्बकीय फ्लक्स निम्नवत् होगी।

$\Phi=n(B\cos\omega t)A=nBA\cos\omega t$ .....(ii)

फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के अनुसार कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित e.m.f. निम्नवत् होगा।

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{d(nBA\cos\omega t)}{dt} = nBA(\omega\sin\omega t)$$

$$\text{or, } \varepsilon = nBA\omega\sin\omega t \quad .....\text{eqn(iii)}$$

यह कुण्डली में किसी क्षण 't' पर उत्पन्न प्रेरित e.m.f. के परिमाण के लिए व्यंजक है।

प्रेरित e.m.f. का परिमाण महत्तम होगा (अर्थात्, $\varepsilon=\varepsilon_o$) यदि $\sin\omega t = 1$; अतः समीकरण (iii) से e.m.f. का महत्तम मान निम्नवत होगा।

$\varepsilon_o=nBA\omega$ .....(iv)

समीकरण (iv) का मान समीकरण (iii) में प्रतिस्थापित करने पर,

$\varepsilon=\varepsilon_o \sin\omega t$ .....(v)

परिपथ में तत्क्षणिक धारा निम्न सम्बन्ध से दि जा सकती हैं।

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_0}{R}\sin\omega t \quad .....\text{eqn(vi)}$$

जहाँ R, परिपथ का प्रतिरोध है।

जब कुण्डली समकोण से प्रक्रमित होकर 180° तक होती है तब प्रेरित e.m.f. का मान शून्य से महत्तम (ε_o) तक उसी दिशा में बढ़ता है तथा इसके बाद महत्तम से शून्य तक उसी दिशा में घटता है। जब कुण्डली पुनः 180° तक परिक्रमित होती है तब em.f. तथा धारा शून्य से अधिकतम् तब बढ़ती है और इसके बाद अधिकतम् से शून्य तक विपरीत दिशा में घटती है।प्रत्यावर्ती धारा जनित्र द्वारा की गई धारा की आपूर्ति e.m.f. के सामान ज्या वक्रीय (sinusoidal) होती हैं।

i.e., $I = I_0\sin\omega t$

Q 24 : Find the expression for power of an A.C. circuit containing L,C and R in series. What will be the power of a circuit having (i) only R (ii) only L and (iii) only C?

Ans : - Power dissipated in an a.c. circuit is the product of r.m.s. value of voltage and component of current in phase with r.m.s. voltage.

Let in a series LCR circuit, the phase difference between current and voltage be Φ. The instantaneous values of voltage and current in LCR circuit are given by

$$V = V_o\sin\omega t \quad \text{and} \quad I = I_o\sin(\omega t+\phi)$$

So, Instantaneous power input to LCR circuit is given by

$$P_i = VI = V_oI_o\sin\omega t\sin(\omega t+\phi)$$
$$= V_oI_o\sin\omega t[\sin\omega t\cos\phi + \cos\omega t\sin\phi]$$
$$\text{since, } \sin(A+B) = \sin A\sin B + \cos A\sin B$$
$$= V_oI_o[\sin^2\omega t\cos\phi + \sin\omega t\cos\omega t\sin\phi]$$
$$= V_oI_o\left[\sin^2\omega t\cos\phi + \frac{2\sin\omega t\cos\omega t}{2}\sin\phi\right]$$
$$= V_oI_o\left[\sin^2\omega t\cos\phi + \frac{\sin 2\omega t}{2}\sin\phi\right] .....\text{eqn(i)}$$
$$\text{since} \quad \sin 2A = 2\sin A\cos A$$

The average power over a complete cycle of a.c. through LCR circuit is given by

$$\frac{\int_0^T P_i\,dt}{T} \quad .....\text{eqn(ii)}$$

Using equation (i) in equation (ii), we get

$$P = \frac{V_oI_o}{T}\int_0^T\left[\sin^2\omega t\cos\phi + \frac{\sin 2\omega t\sin\phi}{2}\right]dt$$
$$= \frac{V_oI_o}{T}\left[\int_0^T \sin^2\omega t\cos\phi\,dt + \int_0^T\frac{\sin 2\omega t\sin\phi}{2}dt\right]$$
$$= \frac{V_oI_o}{T}\left[\cos\phi\int_0^T\sin^2\omega t\,dt + \frac{\sin\phi}{2}\int_0^T\frac{\sin 2\omega t}{2}dt\right]$$
.....eqn(iii)

$$\text{since, } \int_0^T\sin^2\omega t\,dt = \int_0^T\frac{1-\cos 2\omega t}{2}dt$$
$$= \frac{1}{2}\left[\int_0^T dt - \int_0^T\cos 2\omega t\,dt\right]$$
$$= \frac{1}{2}[T-0] = \frac{T}{2}$$
$$\text{and} \int_0^T\sin 2\omega t\,dt = 0$$

So equation (iii) can be written as,

$$P = \frac{V_oI_o}{T}\left\{\cos\phi\times\frac{T}{2} + \frac{\sin\phi}{2}\times 0\right\}$$
$$= \frac{V_oI_oT}{2T}\cos\phi = \frac{V_oI_o}{2}\cos\phi$$
$$\text{or, } P = \frac{V_o}{\sqrt{2}}\times\frac{I_o}{\sqrt{2}}\cos\phi = V_{rms}I_{rms}\cos\phi$$

jharkhandlab.com

Here, $\cos\Phi$ is called power factor.

P is called True Power and $V_{rms}I_{rms}$ is called apparent power or virtual power.

Case(i) : A.C. circuit having resistor only

In such a circuit, phase angle $\Phi = 0$.

True power dissipated

$P=V_{rms}I_{rms}\cos\Phi=P=V_{rms}I_{rms}\cos 0=P=V_{rms}I_{rms}$

So, True Power=Apparent power

Case(ii) : A.C. Circuit having pure inductor only

In such a circuit, the angle between voltage and current is $\Phi = \pi/2$

i.e. Power dissipated $P=V_{rms}I_{rms}\cos\Phi$

$P=V_{rms}I_{rms}\cos\pi/2 =0$

Thus, no power loss takes place in a circuit having pure inductor only.

Case(iii) : A.C. circuit having pure capacitor only

In such a circuit, the angle between voltage and current is $\Phi = \pi/2$

i.e. Power dissipated $P=V_{rms}I_{rms}\cos\Phi$

$\Rightarrow P=V_{rms}I_{rms}\cos\pi/2 =0$

Thus, no power loss takes place in a circuit having pure capacitor only.

Q 24 : LCR श्रेणी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में शक्ति के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। शक्ति क्या होगी जब परिपथ में (i) केवल R (ii) केवल L और (iii) केवल C जुड़ा है ?

उत्तर :- माना LCR श्रेणी परिपथ में धारा तथा वोल्टता में कलान्तर Φ है। LCR परिपथ में वोल्टता तथा धारा का तात्क्षणिक मान इस प्रकार दिया जाता है।

$$V = V_o\sin\omega t \quad \text{and} \quad I = I_o\sin(\omega t+\phi)$$

LCR परिपथ में निवेशित तात्क्षणिक शक्ति इस प्रकार दी जा सकती है।

$$P_i = VI = V_oI_o\sin\omega t\sin(\omega t+\phi)$$

$$= V_oI_o\sin\omega t[\sin\omega t\cos\phi + \cos\omega t\sin\phi]$$

$$\text{since, } \sin(A+B) = \sin A\sin B + \cos A\sin B$$

$$= V_oI_o[\sin^2\omega t\cos\phi + \sin\omega t\cos\omega t\sin\phi]$$

$$= V_oI_o\left[\sin\omega t\cos\phi + \frac{2\sin\omega t\cos\omega t}{2}\sin\phi\right]$$

$$= V_oI_o\left[\sin^2\omega t\cos\phi + \frac{\sin 2\omega t}{2}\sin\phi\right] \text{.............eqn(i)}$$

$$\text{since} \quad \sin 2A = 2\sin A\cos A$$

LCR परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा के एक पूर्ण चक्र की औसत शक्ति इस प्रकार दी जाती है।

समीकरण (iii) को इस प्रकार से लिखा जा सकता हैं।

$$\frac{\int_0^T P_i\,dt}{T} \text{.............eqn(ii)}$$

Using equation (i) in equation (ii), we get

$$P = \frac{V_0I_0}{T}\int_0^T\left[\sin^2\omega t\cos\phi + \frac{\sin 2\omega t\sin\phi}{2}\right]dt$$

$$= \frac{V_0I_0}{T}\left[\int_0^T \sin^2\omega t\cos\phi\,dt + \int_0^T \frac{\sin 2\omega t\sin\phi}{2}dt\right]$$

$$= \frac{V_0I_0}{T}\left[\cos\phi\int_0^T \sin^2\omega t\,dt + \frac{\sin\phi}{2}\int_0^T \frac{\sin 2\omega t}{2}dt\right] \text{........eqn(iii)}$$

$$\text{since, } \int_0^T \sin^2\omega t\,dt = \int_0^T \frac{1-\cos 2\omega t}{2}dt$$

$$= \frac{1}{2}\left[\int_0^T dt - \int_0^T \cos 2\omega t\,dt\right]$$

$$= \frac{1}{2}[T-0] = \frac{T}{2}$$

$$\text{and } \int_0^T \sin 2\omega t\,dt = 0$$

$$P = \frac{V_oI_o}{T}\left\{\cos\phi\times\frac{T}{2} + \frac{\sin\phi}{2}\times 0\right\}$$

$$= \frac{V_oI_oT}{2T}\cos\phi = \frac{V_oI_o}{2}\cos\phi$$

$$\text{or, } P = \frac{V_o}{\sqrt{2}}\times\frac{I_o}{\sqrt{2}}\cos\phi = V_{rms}I_{rms}\cos\phi$$

यहाँ राशि $\cos\Phi$ को शक्ति गुणांक कहते हैं।

P को वास्तविक शक्ति और $V_{rms}I_{rms}$ = आभासी शक्ति कहा जाता है।

Case 1. केवल प्रतिरोध युक्त प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में, $\Phi = 0$. होता है।

अर्थात्, व्यय हुई शक्ति, = $P=V_{rms}I_{rms}\cos\Phi$

$P=V_{rms}I_{rms}\cos 0$

$\Rightarrow P=V_{rms}I_{rms}$

Case 2. केवल शुद्ध प्रेरकत्व युक्त प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में, वोल्टता तथा धारा में कला कोण $\Phi = \pi/2$ होता है।

अर्थात्, व्यय हुई शक्ति, $P=V_{rms}I_{rms}\cos\Phi$

$P=V_{rms}I_{rms}\cos\pi/2 =0$

अतः केवल प्रेरकत्व युक्त परिपथ में कोई शक्ति हानि नहीं होती है।

Case 3. केवल शुद्ध संधारित्र युक्त प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में वोल्टता तथा धारा के मध्य कला कोण $\Phi = \pi/2$ होता है।

अर्थात्, व्यय हुई शक्ति, $P=V_{rms}I_{rms}\cos\Phi$

$P=V_{rms}I_{rms}\cos\pi/2 =0$

अतः केवल संधारित्र युक्त परिपथ में कोई शक्ति नहीं होती है।

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 8

ELECTROMAGNETIC WAVES
वैद्युत चुम्बकीय तरंगें

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

Q1. **Maxwell in his famous equations of electromagnetism introduce the concept of**

(a) ac current (b) displacement current
(c) impedance (d) reactance

Q1. **मैक्सवेल ने विद्युत चुम्बकत्व के अपने प्रसिद्ध समीकरणों में किसकी अवधारणा प्रस्तुत की है**

(a) प्रत्यावर्ती धारा (b) विस्थापन धारा
(c) प्रतिबाधा (d) प्रतिघात

Ans : (b)

Q2. **Conduction current is same as displacement current when the source is -**

(a) only alternating current
(b) only direct current
(c) either alternating current or direct current
(d) neither direct current or alternating current

Q2. **चालन धारा, विस्थापन धारा के समान होती है जब स्रोत होता है -**

(a) केवल प्रत्यावर्ती धारा
(b) केवल दिष्ट धारा
(c) या तो प्रत्यावर्ती धारा या दिष्ट धारा
(d) ना तो दिष्ट धारा ना प्रत्यावर्ती धारा

Ans : (c)

Q3. **Suitable radiations for telecommunication are-**

(a) Ultraviolet, (b) Visible light,
(c) X-rays (d) Microwave

Q3. **दूरसंचार के लिए उपयुक्त विकिरण हैं -**

(a) पराबैगनी (b) दृश्य प्रकाश
(c) एक्स किरणें (d) माइक्रो तरंगे

Ans : (d)

Q4. **The speed of electromagnetic waves in vacuum is obtained from the following equation**

(a) $\mu_o\varepsilon_o$ (b) $\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}$
(c) $\frac{1}{\mu_o\varepsilon_o}$ (d) $\frac{1}{\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}}$

Q4. **निर्वात में विद्युत चुंबकीय तरंगों की चाल निम्न समीकरण से प्राप्त होती है-**

(a) $\mu_o\varepsilon_o$ (b) $\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}$
(c) $\frac{1}{\mu_o\varepsilon_o}$ (d) $\frac{1}{\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}}$

Ans : (d)

Q5. **The frequency of microwaves is -**

(a) less than the frequency of radio waves
(b) more than the frequency of radio waves
(c) more then the frequency of light waves
(d) more than the frequency of infrared rays

Q5. **माइक्रो तरंगों की आवृत्ति होती है -**

(a) रेडियो तरंगों की आवृत्ति से कम
(b) रेडियो तरंगों की आवृत्ति से अधिक
(c) प्रकाश तरंगों की आवृत्तिसे अधिक
(d) अवरक्त किरणों की आवृत्ति से अधिक

Ans : (b)

Q6. **The highest frequency is-**

(a) gamma rays (b) Ultraviolet radiation
(c) blue light (d) infrared rays

Q6. **सबसे अधिक आवृत्ति होती है-**

(a) गामा किरणों की (b) पराबैगनी विकिरण की
(c) नीले प्रकाश की (d) अवरक्त किरणों की

Ans : (a)

Q7. **Used for photography in fog**

(a) polaroid (b) infrared
(c) ultraviolet (d) X-rays.

Q7. **कोहरे में फोटोग्राफी के लिए प्रयुक्त होती है-**

(a) पोलरोइड (b) अवरक्त
(c) पराबैगनी (d) X- किरण

Ans : (b)

Q8. **Which of the following waves has minimum wavelength?**

(a) infrared rays (b) ultraviolet rays
(c) x-rays (d) gamma rays

Q8. **निम्नलिखित में से किस तरंग की तरंगदैर्ध्य न्यूनतम होती है-**

(a) अवरक्त किरणें (b) पराबैंगनी किरणें
(c) एक्स-रे (d) गामा किरणें

Ans : (d)

Q9. **Suitable for disinfecting water -**

(a) infrared (b) microwave
(c) ultraviolet rays (d) yellow light

Q9. **जल को कीटाणु रहित करने के लिए उपयुक्त है -**

(a) अवरक्त किरणें (b) सूक्ष्म तरंग
(c) पराबैंगनी किरणें (d) पीली रोशनी

Ans : (c)

Q10. **The energy in an electromagnetic wave is**

(a) Wholly shared only by electric field vector
(b) Wholly shared only by magnetic field vector
(c) Equally divided between electric and magnetic field
(d) Zero

Jharkhandlab.com

Q10. एक विद्युत चुम्बकीय तरंग में ऊर्जा

(a) केवल विद्युत क्षेत्र वेक्टर द्वारा पूर्ण रूप से साझा की जाती है

(b) केवल चुंबकीय क्षेत्र वेक्टर द्वारा पूर्ण रूप से साझा की जाती है

(c) विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र के बीच समान रूप से विभाजित होती है

(d) शून्य

Ans : (c)

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

Q1. What electromagnetic waves are used to examine the crystal structure of solids?

Q1. ठोसों की क्रिस्टल संरचना की जांच के लिए कौन सी विद्युत चुम्बकीय तरंगों का उपयोग किया जाता है?

Ans : X-rays are used to examine the crystal structure of solids.

उत्तर : ठोस पदार्थों की क्रिस्टल संरचना की जांच के लिए एक्स-रे का उपयोग किया जाता है।

Q2. Electromagnetic waves are ______ waves.

Q2. विद्युत चुम्बकीय तरंगें ______ तरंगें होती हैं।

Ans : transverse

उत्तर : अनुप्रस्थ

Q3. Which section of the electromagnetic spectrum is absorbed from sunlight by the ozone layer?

Q3. ओजोन परत द्वारा विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम का कौन सा भाग सूर्य के प्रकाश से अवशोषित होता है?

Ans : Ultraviolet rays are absorbed by the ozone layer.

उत्तर : पराबैंगनी किरणें ओजोन परत द्वारा अवशोषित होती हैं।

Q4. Electromagnetic waves are generated by ________ particles that are in the state of acceleration.

Q4. विद्युत चुम्बकीय तरंगें ________ कणों द्वारा उत्पन्न होती हैं जो त्वरण की स्थिति में होती हैं।

Ans : electrically charged

उत्तर : विद्युत आवेशित

Q5. Write some properties of electromagnetic waves?

Q5. विद्युत चुम्बकीय तरंगों के कुछ गुण लिखिए?

Ans :

(a) These waves travel at the speed of light.

(b) For propagation of these waves medium is not required.

(c) These waves undergo interference and diffraction and can be polarized.

उत्तर :

(a) ये तरंगें प्रकाश की गति से चलती हैं।

(b) इन तरंगों के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है।

(c) ये तरंगें व्यतिकरण और विवर्तन से गुजरती हैं और इन्हें ध्रुवीकृत किया जा सकता है।

Q6. What are electromagnetic waves?

Q6. विद्युत चुम्बकीय तरंगें क्या हैं?

Ans : Electromagnetic waves are also known as EM waves. Electromagnetic radiation is composed of electromagnetic waves that are produced when an electric field comes in contact with the magnetic field. It can also be said that electromagnetic waves are the composition of oscillating electric and magnetic fields.

उत्तर : विद्युत चुम्बकीय तरंगों को EM तरंगों के रूप में भी जाना जाता है। विद्युत चुम्बकीय विकिरण विद्युत चुम्बकीय तरंगों से बना होता है जो तब उत्पन्न होती हैं जब कोई विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र के संपर्क में आता है। यह भी कहा जा सकता है कि विद्युत चुम्बकीय तरंगें विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों को दोलन करने की संरचना हैं।

Q7. Which of the following is not a property of electromagnetic waves? Explain it.

Q7. निम्नलिखित में से कौन सा विद्युत चुम्बकीय तरंगों का गुण नहीं है? स्पष्ट करें।

a) speed(गति)

b) energy(ऊर्जा)

c) pressure(दबाव)

d) heat energy(ऊष्मा ऊर्जा)

Ans :

a) EM waves can impart momentum (and angular momentum) to the material it interacts with.

b) Electromagnetic waves carry energy. EM waves are the only waves capable of carrying energy in a vacuum.

c) EM waves also exert pressure, which is shown by a radiometer. One side of the panels is black, the other side is white and the pressure difference under the light causes the panels to rotate.

d) EM waves do not carry heat energy but any EM radiation can heat an object if it is absorbed.

उत्तर :

a) EM तरंगें उस सामग्री को संवेग (और कोणीय संवेग) प्रदान कर सकती हैं जिसके साथ यह परस्पर क्रिया करता है।

b) विद्युत चुम्बकीय तरंगें ऊर्जा ले जाती हैं। EM तरंगें एकमात्र ऐसी तरंगें हैं जो निर्वात में ऊर्जा ले जाने में सक्षम हैं।

c) EM तरंगें भी दबाव डालती हैं, जो एक रेडियोमीटर द्वारा दिखाया जाता है। पैनलों का एक पक्ष काला है, दूसरा पक्ष सफेद है और प्रकाश के नीचे दबाव के अंतर के कारण पैनल घूमते हैं।

d) EM तरंगें ऊष्मा ऊर्जा नहीं ले जाती हैं लेकिन कोई भी EM विकिरण अवशोषित होने पर किसी वस्तु को गर्म कर सकता है।

Q8. Make a spectrum of electromagnetic waves and write the properties and uses of its different parts.

Q8. विद्युत चुम्बकीय तरंगों का वर्णक्रम बनाये तथा इसके विभिन्न भागों के गुण एवं उपयोग लिखीये।

Ans : The electromagnetic spectrum is a range of frequencies, wavelengths, and photon energies that cover frequencies above 1 Hz to 10^{25} Hz,

Jharkhandlab.com

corresponding to wavelengths that are within the spectrum of electromagnetic waves for a fraction of the size of an atomic nucleus.

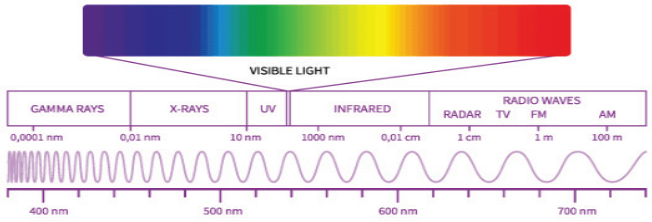
The electromagnetic spectrum consists of a period of all electromagnetic radiation with further subranges commonly referred to as parts. These can be further classified as infrared radiation, visible light or ultraviolet radiation.

Electromagnetic waves in the electromagnetic spectrum

The entire range (electromagnetic spectrum) is given by radio waves, microwaves, infrared radiation, visible light, ultraviolet radiation, X-rays, gamma rays, and cosmic rays in increasing order of frequency and decreasing order of wavelength. The types of radiation and their frequency and wavelength ranges are as follows:

Type of Radiation	Frequency Range (Hz)	Wavelength Range
gamma-rays	10^{20} - 10^{24}	$<10^{-12}$m
x-rays	10^{17} - 10^{20}	1 nm - 1 pm
ultraviolet	10^{15} - 10^{17}	400 nm - 1 nm
visible	4 x 10^{14} - 7.5 x 10^{14}	750 nm - 400 nm
near-infrared	1 x 10^{14} - 4 x 10^{14}	2.5 μm - 750 nm
infrared	10^{13} - 10^{14}	25 μm - 2.5 μm
microwaves	3 x 10^{11} - 10^{13}	1 mm - 25 μm
radio waves	<3 x 10^{11}	> 1 mm

The electromagnetic spectrum can be represented as follows:



electromagnetic spectrum

We see the use of electromagnetic waves in our daily life in the following ways:

Radio : A radio basically captures radio waves that are broadcast by radio stations. Radio waves can also be emitted by gasses and stars in space. Radio waves are mainly used for TV/mobile communication.

Microwave : This type of radiation is found in the microwave and helps in cooking food at home/ office. It is also used by astronomers to determine and understand the composition of nearby galaxies and stars.

Infrared : This is widely used in night vision goggles. These devices can read and capture the infrared light emitted along with heat by our skin and objects. In space, infrared light helps map interstellar dust.

X-rays : X-rays can be used in many cases. For example, a doctor may use an X-ray machine to take pictures of our bones or teeth. Airport security personel use it to see through and examine bags. X-rays are also released by hot gasses in the universe.

Gamma-ray : It has wide application in the medical field. Gamma-ray imaging is used to see inside our bodies. Interestingly, the universe is the largest gamma-ray generator of all.

Ultraviolet : Sun is the main source of ultraviolet radiation. This causes skin tanning and irritation. Hot matter in space also emits UV radiation.

Visible : Visible light can be detected by our eyes. Light bulbs, stars, etc. emit visible light

उत्तर : इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम आवृत्तियों, तरंग दैर्ध्य और फोटॉन ऊर्जा की एक श्रृंखला है जो 1 हर्ट्ज से 10^{25} हर्ट्ज तक की आवृत्तियों को कवर करती है, तरंग दैर्ध्य के अनुरूप जो परमाणु नाभिक के आकार के एक अंश के लिए विद्युत चुम्बकीय तरंगों के स्पेक्ट्रम के भीतर होती है।

इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम में सभी इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रेडिएशन की अवधि होती है, जिसमें आगे की सबरेंज को आमतौर पर भागों के रूप में संदर्भित किया जाता है। इन्हें आगे अवरक्त विकिरण, दृश्य प्रकाश या पराबैंगनी विकिरण के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

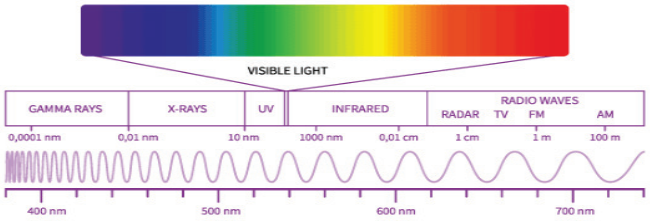
विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में विद्युत चुम्बकीय तरंगें

संपूर्ण रेंज (विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम) आवृत्ति के बढ़ते क्रम और तरंग दैर्ध्य के घटते क्रम में रेडियो तरंगों, माइक्रोवेव, अवरक्त विकिरण, दृश्य प्रकाश, अल्ट्रा-वायलेट विकिरण, एक्स-रे, गामा किरणों और कॉस्मिक किरणों द्वारा दी जाती है। विकिरण के प्रकार और उनकी आवृत्ति और तरंग दैर्ध्य रेंज इस प्रकार हैं:

Type of Radiation	Frequency Range (Hz)	Wavelength Range
gamma-rays	10^{20} - 10^{24}	$<10^{-12}$m
x-rays	10^{17} - 10^{20}	1 nm - 1 pm
ultraviolet	10^{15} - 10^{17}	400 nm - 1 nm
visible	4 x 10^{14} - 7.5 x 10^{14}	750 nm - 400 nm
near-infrared	1 x 10^{14} - 4 x 10^{14}	2.5 μm - 750 nm
infrared	10^{13} - 10^{14}	25 μm - 2.5 μm
microwaves	3 x 10^{11} - 10^{13}	1 mm - 25 μm
radio waves	<3 x 10^{11}	> 1 mm

Jharkhandlib.com

विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम को निम्नानुसार दर्शाया जा सकता है:



विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम

हम अपने दैनिक जीवन में वैद्युतचुंबकीय तरंगों के उपयोग को निम्न प्रकार से देखते हैं:

रेडियो : एक रेडियो मूल रूप से रेडियो तरंगों को पकड़ता है जो रेडियो स्टेशनों द्वारा प्रसारित की जाती हैं। अंतरिक्ष में गैसों और तारों द्वारा भी रेडियो तरंगें उत्सर्जित की जा सकती हैं। रेडियो तरंगों का उपयोग मुख्य रूप से टीवी/ मोबाइल संचार के लिए किया जाता है।

माइक्रोवेव : इस प्रकार का विकिरण माइक्रोवेव में पाया जाता है और घर/कार्यालय में खाना पकाने में मदद करता है। इसका उपयोग खगोलविदों द्वारा आस-पास की आकाशगंगाओं और तारों की संरचना को निर्धारित करने और समझने के लिए भी किया जाता है।

इन्फ्रारेड : यह नाइट विजन गॉगल्स में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। ये डिवाइस हमारी त्वचा और वस्तुओं द्वारा गर्मी के साथ-साथ उत्सर्जित इन्फ्रारेड लाइट को पढ़ और कैप्चर कर सकते हैं। अंतरिक्ष में, इन्फ्रारेड लाइट इंटरस्टेलर धूल को मैप करने में मदद करती है।

एक्स-रे : कई मामलों में एक्स-रे का इस्तेमाल किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, एक डॉक्टर हमारी हड्डियों या दांतों की तस्वीरें लेने के लिए एक्स-रे मशीन का उपयोग कर सकता है। हवाई अड्डे के सुरक्षा कर्मी इसका उपयोग बैगों के आर-पार देखने और उनकी जांच करने के लिए करते हैं। एक्स-रे भी ब्रह्मांड में गर्म गैसों द्वारा जारी किए जाते हैं।

गामा-रे : चिकित्सा क्षेत्र में इसका व्यापक अनुप्रयोग है। गामा-रे इमेजिंग का उपयोग हमारे शरीर के अंदर देखने के लिए किया जाता है। दिलचस्प बात यह है कि ब्रह्मांड सभी का सबसे बड़ा गामा-किरण जनरेटर है।

पराबैंगनी : सूर्य पराबैंगनी विकिरण का मुख्य स्रोत है। इससे स्किन टैनिंग और जलन होती है। अंतरिक्ष में गर्म पदार्थ भी यूवी विकिरण उत्सर्जित करता है।

दृश्यमान : हमारी आँखों द्वारा दृश्यमान प्रकाश का पता लगाया जा सकता है। प्रकाश बल्ब, तारे आदि दृश्य प्रकाश उत्सर्जित करते हैं।

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 9 RAY OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENTS किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1) **A virtual image larger than the object is formed in**

(a) Convex mirror (b) Concave mirror

(c) Plane mirror (d) None of these

वस्तु से बड़ा आभासी प्रतिबिंब बनता है।

(a) उत्तल दर्पण से। (b) अवतल दर्पण से।

(c) समतल दर्पण (d) इनमें से कोई नहीं।

Ans- (b)

2) **A ray of light bends when it passes from one medium to another. The bending of a ray is called.**

(a) Interference (b) dispersion

(c) refraction (d) eflection

एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने पर प्रकाश की किरण मुड़ जाती है।किरण के मुड़ने को कहा जाता है।

(a) व्यातिकरण (b) वर्ण- विछेपण

(c) अपवर्तन (d) परावर्तन

Ans- (c)

3) **The refractive index of water and glass are 4/3 and 3/2 respectively. The relative refractive index of water to glass will be-**

(a) 2 (b) 1/2

(c) 9/8 (d) 8/9

जल और कांच के अपवर्तनांक क्रमश: 4/3 तथा 3/2 है। जल का कांच के सापेक्ष अपवर्तनांक होगा-

(a) 2 (b) 1/2

(c) 9/8 (d) 8/9

Ans- (d)

4) **When a convex lens whose refractive index is 1.5 and focal length f is immersed in water (n=4/3) , then its focal length-**

(a) becomes greater than f,

(b) becomes smaller than f,

(c) remains unchanged,

(d) none of the above.

जब एक उत्तल लेंस जिसका अपवर्तनांक 1.5 तथा फोकस दूरी f है, पानी में डुबोया जाता है (n=4/3), तो इसकी फोकस दूरी-

(a) f से बड़ा हो जाती है , (b) f से छोटा हो जाती है ,

(c) अपरिवर्तित रहती है , (d) इनमें से कोई नहीं।

Ans- (a)

5) **The radii of curvature of a bi-convex lens are 10 cm and 15 cm. If the refractive index of its material is 1.5, then its focal length will be-**

(a) 30 cm (b) 24 cm

(c) 12 cm (d) 24 cm

द्वि -उत्तल लेंस की वक्रता त्रिज्याएँ 10 सेमी और 15 सेमी हैं। यदि इसके पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 हो, तो इसकी फोकस दूरी होगी-

(a) 30 सेमी (b) 24 सेमी

(c) 12 सेमी (d) 24सेमी

Ans - (c)

6) **The image formed by a simple microscope is-**

(a) imaginary and erect

(b) imaginary and inverted

(c) real and erect

(d) real and inverted

एक सरल सूक्ष्मदर्शी से बना हुआ प्रतिबिम्ब होता है-

(a) कल्पनिक व सीधा

(b) काल्पनिक व उल्टा

(c) वास्तविक व सीधा

(d) वास्तविक व उल्टा ।

Ans- (a)

7) **The focal lengths of the objective and the eyepiece of a telescope are F and f respectively. The magnifying power of the telescope is-**

(a) F+f (b) F-f

(c) F/f (d) f/F

किसी दूरदर्शी के अभिदृश्यक तथा नेत्रिका की फोकस दूरियाँ क्रमश: F तथा f हैं। दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता है-

(a) F+f (b) F-f

(c) F/f (d) f/F

Ans - (c)

8) When the length of the tube of the compound microscope is increased, then its magnifying power -

(a) increases, (b) decreases,

(c) becomes zero (d) remains unchanged.

जब संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की नली की लम्बाई बढ़ा दी जाती है, तो उसकी आवर्धन क्षमता-

(a) बढ़ती है (b) घटती है

(c) शून्य हो जाती है (d) अपरिवर्तित रहती है।

Ans- (a)

9) With increase in wavelength, the value of refractive index-

(a) increases, (b) decreases,

(c) remains unchanged, (d) none of these

तरंग दैर्ध्य में वृद्धि के साथ, अपवर्तनांक का मान-

(a) बढ़ता है (b) घटता है

(c) अपरिवर्तित रहता है, (d) इनमें से कोई नहीं।

Ans- (b)

Jharkhandlab.com

10) In the absence of atmosphere, the color of the sky would be visible from the earth -

(a) Black, (b) Blue,
(c) Orange, (d) Red

वायुमंडल की अनुपस्थिति में पृथवी से आसमान का रंग दिखाई देगा -

(a) काला, (b) नीला,
(c) नारंगी, (d) लाल।

Ans- (a)

Subjective question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

1) The wavelength of light from sodium source in vacuum is 5893Å.What are its (a) wavelength, (b) speed and (c) frequency when this light travels in water which has a refractive index of 1.33.

निर्वात में सोडियम स्रोत से प्रकाश की तरंग दैर्ध्य 5893Å है। इसकी (a) तरंग दैर्ध्य, (b) गति और (c) आवृत्ति क्या हैं जब यह प्रकाश पानी में यात्रा करता है जिसका अपवर्तनांक 1.33 है।

Ans -

The refractive index of vacuum, $n_1 = 1$

The wavelength in vacuum, $\lambda_1 = 5893$ Å.

The speed in vacuum, $c = 3 \times 10^8$ m s^{-1}

The refractive index of water, $n_2 = 1.33$

The wavelength of light in water, λ_2=?

The speed of light in water, v_2=?

(a) The equation relating the wavelength and refractive index is,

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Rewriting, $\lambda_2 = \frac{n_1}{n_2} \times \lambda_1$

Substituting the values,

$$\lambda_2 = \frac{1}{1.33} \times 5893 \text{ Å} = 4431 \text{ Å}$$

$$\lambda_2 = 4431 \text{ Å}$$

(b) The equation relating the speed and refractive index is,

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

Rewriting, $v_2 = \frac{n_1}{n_2} \times v_1$

Substituting the values,

$$v_2 = \frac{1}{1.33} \times 3 \times 10^8 = 2.256 \times 10^8$$

$$v_2 = 2.256 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

(c) Frequency of light in vacuum is,

$$v_1 = \frac{c}{\lambda_1}$$

Substituting the values,

$$v_1 = \frac{3 \times 10^8}{5893 \times 10^{-10}} = 5.091 \times 10^{14} \, Hz$$

Frequency of light in water is, $v_2 = \frac{v}{\lambda_2}$

Substituting the values,

$$v_2 = \frac{2.256 \times 10^8 \, ms^{-1}}{4431 \times 10^{-10}} = 5.091 \times 10^{14} \, Hz$$

The results show that the frequency remains the same in all media.

उत्तर - निर्वात का अपवर्तक सूचकांक, $n_1 = 1$

निर्वात में तरंगदैर्ध्य, $\lambda_1 = 5893$ Å।

निर्वात में गति, $c = 3 \times 10^8$ m s^{-1}

जल का अपवर्तनांक, $n_2 = 1.33$

पानी में प्रकाश की तरंग दैर्ध्य, λ_2=?

जल में प्रकाश की गति, v_2=?

(a) तरंग दैर्ध्य और अपवर्तक सूचकांक से संबंधित समीकरण है?

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Rewriting, $\lambda_2 = \frac{n_1}{n_2} \times \lambda_1$

Substituting the values,

$$\lambda_2 = \frac{1}{1.33} \times 5893 \text{ Å} = 4431 \text{ Å}$$

$$\lambda_2 = 4431 \text{ Å}$$

(b) गति और अपवर्तक सूचकांक से संबंधित समीकरण है?

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

Rewriting, $v_2 = \frac{n_1}{n_2} \times v_1$

Substituting the values,

$$v_2 = \frac{1}{1.33} \times 3 \times 10^8 = 2.256 \times 10^8$$

$$v_2 = 2.256 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

(c) निर्वात में प्रकाश की आवृत्ति है,

$$v_1 = \frac{c}{\lambda_1}$$

Substituting the values,

$$v_1 = \frac{3 \times 10^8}{5893 \times 10^{-10}} = 5.091 \times 10^{14} \, Hz$$

Frequency of light in water is, $v_2 = \frac{v}{\lambda_2}$

Substituting the values,

$$v_2 = \frac{2.256 \times 10^8 \, ms^{-1}}{4431 \times 10^{-10}} = 5.091 \times 10^{14} \, Hz$$

परिणाम बताते हैं कि आवृत्ति सभी मीडिया में समान रहती है।

2) A glass lens of refractive index 1.5 is placed in a trough of liquid. What must be the refractive index of the liquid in order to mark the lens disappear?

Jharkhandlab.com

अपवर्तनांक 1.5 को द्रव की एक गर्त में रखा गया है। लेंस के गायब होने को चिह्नित करने के लिए तरल का अपवर्तनांक क्या होना चाहिए ?

Ans- In order to make the lens disappear the refractive index of liquid must be equal to 1.5 i.e. equal to that of glass lens.

उत्तर - लेंस को लुप्त करने के लिए तरल का अपवर्तनांक 1.5 के बराबर होना चाहिए अर्थात कांच के लेंस के बराबर होना चाहिए।

3) **A converging lens of refractive index 1.5 is kept in a liquid medium having the same refractive index. What would be the focal length of the lens in this medium?**

अपवर्तनांक 1.5 का एक अभिसारी लेंस समान अपवर्तनांक वाले द्रव माध्यम में रखा जाता है। इस माध्यम में लेंस की फोकस दूरी क्या होगी?

Ans- The lens in the liquid will act like a plane sheet of glass

$\therefore$ Its focal length will be infinite (∞)

उत्तर - तरल में लेंस कांच की एक समतल शीट की तरह कार्य करेगा इसकी फोकस दूरी अनंत होगी (∞)

4) **Write the laws of reflection of light?**

प्रकाश के परावर्तन के नियम लिखें ?

Ans- There are two laws of reflection of light.

1. The incident ray, the reflected ray and the normal to the reflecting plane at the point of incidence all lie in the same plane.
2. The angle of incidence and the angle of reflection are equal to each other.

उत्तर - प्रकाश के परावर्तन के दो नियम हैं ।

1. आपतित किरण,परावर्तित किरण तथा परावर्तक तल के आपतन बिन्दु पर खींचा गया अभिलंब तीनों एक ही समतल में होते हैं ।
2. आपतन कोण और परावर्तन कोण परस्पर बराबर होते हैं।

5) **What is refraction?**

अपवर्तन क्या है?

Ans - Refraction is the phenomenon of change in the direction of a light traveling from one medium to another or it may be defined as the bending of a light when it passes from one medium to another. It is caused by the difference in optical density between the two media.

उत्तर - अपवर्तन एक माध्यम से दूसरे माध्यम में यात्रा करने वाली प्रकाश की दिशा में परिवर्तन की घटना है या इसे प्रकाश के झुकने के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जब यह एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है। यह दो माध्यमों के बीच ऑप्टिकल घनत्व में अंतर के कारण होता है।

6) **What is the difference between reflection and refraction of light?**

प्रकाश के परावर्तन और अपवर्तन में क्या अंतर है?

Ans - Reflection of light occurs when light bounces off a medium. If the surface of the medium is smooth, then the angle of incidence is equal to the angle of reflection. Refraction of light is the change in the direction of light as it passes from one medium to another.

उत्तर - प्रकाश का परावर्तन तब होता है जब प्रकाश किसी माध्यम से टकराता है। यदि माध्यम की सतह चिकनी है, तो आपतन कोण परावर्तन कोण के बराबर होता है। प्रकाश का अपवर्तन प्रकाश की दिशा में परिवर्तन है क्योंकि यह एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है।

7) **Why do stars twinkle?**

तारे क्यों टिमटिमाते हैं?

Ans - As light from a star enters Earth's atmosphere, each stream of starlight is refracted slightly due to the direction being changed by the different temperature and density layers in Earth's atmosphere. That's why the stars twinkle.

उत्तर - जैसे ही एक तारे से प्रकाश पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करता है, पृथ्वी के वायुमंडल में अलग-अलग तापमान और घनत्व परतों द्वारा दिशा बदलने के कारण तारों की प्रत्येक धारा अपवर्तित हो जाती है। इसलिए तारे टिमटिमाते हैं।

8) **अपवर्तक सूचकांक क्या है?**

What is the refractive index?

Ans - The refractive index is a measure of the bending of a light ray when it passes from one medium to another. It can also be defined as the ratio of the velocity of a light beam in free space to the speed of light in a substance, $n = c/v$.

उत्तर - अपवर्तक सूचकांक एक प्रकाश किरण के झुकने का एक उपाय है जब यह एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है। इसे किसी पदार्थ में प्रकाश की गति के मुक्त स्थान में प्रकाश किरण के वेग के अनुपात के रूप में भी परिभाषित किया जा सकता है, $n = c/v$

9) **Define a simple microscope with its magnifying power and uses.**

सरल सूक्ष्मदर्शी को उसकी आवर्धन क्षमता एवं उपयोग के साथ परिभाषित कीजिए।

Ans- A simple microscope is one that uses a single lens for magnification, such as a magnifying lens while a compound microscope uses multiple lenses to increase the magnification of an object. It uses a lens to magnify an object only through angular magnification, giving the viewer an upright enlarged virtual image. A simple microscope has a convex lens of short focal length, which is used to view magnified images of small objects.

The magnifying power of a simple microscope is given by:

$m = 1 + D/F$ where D = least distance of distinct vision, F = focal length of the convex lens

उत्तर - एक साधारण सूक्ष्मदर्शी वह है जो आवर्धन के लिए एकल लेंस का उपयोग करता है, जैसे आवर्धक लेंस जबकि एक मिश्रित सूक्ष्मदर्शी किसी वस्तु के आवर्धन को बढ़ाने के लिए कई लेंसों का उपयोग करता है। यह केवल कोणीय आवर्धन के माध्यम से किसी वस्तु को बड़ा करने के लिए एक लेंस का उपयोग करता है, जिससे दर्शक को एक सीधा बढ़ा हुआ आभासी चित्र मिलता है। सरल सूक्ष्मदर्शी में छोटी फोकस दूरी का एक उत्तल लेंस होता है, जिसका उपयोग छोटी वस्तुओं के आवर्धित प्रतिबिम्बों को देखने के लिए किया जाता है।

एक साधारण सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता इसके द्वारा दी जाती है:

$m = 1 + D/F$ जहाँ D = सुस्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूर ,

F = उत्तल लेंस की फोकस दूरी

10) **A man with a near point of 25 cm reads a book with small print using a magnifying glass, a convex lens of focal length 5 cm. (a) What is the closest and the**

Jharkhandlab.com

farthest distance at which he should keep the lens from the page so that he can read the book when viewing through the magnifying glass? (b) What is the maximum and the minimum angular magnification (magnifying power) possible using the above simple microscope?

25 cm के निकट बिंदु वाला एक आदमी 5 cm फोकल लंबाई के उत्तल लेंस, एक आवर्धक लेंस का उपयोग करके छोटे प्रिंट वाली एक किताब पढ़ता है। (a) वह निकटतम और सबसे दूर की दूरी क्या है जिस पर उसे लेंस को पृष्ठ से रखना चाहिए ताकि आवर्धक लेंस के माध्यम से देखने पर वह पुस्तक को पढ़ सके? (b) उपरोक्त सरल सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करके अधिकतम और न्यूनतम कोणीय आवर्धन (आवर्धन शक्ति) क्या संभव है?

Ans - D = 25 cm; f = 5 cm;

For closest object distance, u; the image distance, v is, –25 cm. (near point focusing)

For farthest object distance, u'; the corresponding image distance, v' is, v' = ∞ (normal focusing)

(a) To find closest image distance, lens equation, 1/v – 1/u = 1/f

Rewriting for closest object distance, 1/u = 1/v - 1/f

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

Substituting ,

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{-25} - \frac{1}{5} = \frac{1}{-25} - \frac{1}{5}$$

$$= \left(\frac{-1-5}{25}\right) = -\frac{6}{25}$$

$$u = -\frac{25}{6} = -4.167\text{cm}$$

The closest distance at which the person should can keep the book is, u = –4.167 cm

To find farthest object distance, lens equation is, 1/v' – 1/u' = 1/f'

Rewriting for farthest object distance, 1/u' = 1/v' - 1/f'

Substituting, 1/u' = 1/∞ - 1/5; u' = –5 cm

The farthest distance at which the person can keep the book is, u' = –5 cm

(b) To find magnification in near point focusing, m = 1+ D/f = 1+ 25/5 = 6

To find magnification in normal focusing,

m = D/f = 25/5 = 5

उत्तर - D = 25 cm ; f = 5 cm ;

निकटतम वस्तु दूरी के लिए, u ; प्रतिबिंब दूरी, v है, -25 सेमी। (निकट बिंदु फोकसिंग)

सबसे दूर की वस्तु दूरी के लिए, u' ; संबंधित प्रतिबिंब दूरी, v' है, v' = ∞ (सामान्य फ़ोकसिंग)

(a) निकटतम प्रतिबिंब दूरी, लेंस समीकरण, 1 / v - 1 / u = 1 / f के लिए

निकटतम वस्तु दूरी के लिए पुनर्लेखन, 1/u = 1/v - 1/f

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

Substituting ,

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{-25} - \frac{1}{5} = \frac{1}{25} - \frac{1}{5}$$

$$= \left(\frac{-1-5}{25}\right) = -\frac{6}{25}$$

$$u = -\frac{25}{6} = -4.167\text{cm}$$

वह निकटतम दूरी जिस पर व्यक्ति पुस्तक रख सकता है, u = -4.167 cm है

सबसे दूर वस्तु दूरी खोजने के लिए, लेंस समीकरण है, 1/v ' - 1/u ' = 1/f '

सबसे दूर वस्तु दूरी के लिए पुनर्लेखन, 1/u ' = 1/v ' - 1/f '

प्रतिस्थापन, 1/u ' = 1/∞ - 1/5; u = -5 cm

वह अधिकतम दूरी जिस पर व्यक्ति पुस्तक रख सकता है, u ' = -5 cm है

(b) निकट बिंदु फोकस में आवर्धन खोजने के लिए, एम = 1+ D /f = 1+ 25/5 = 6

सामान्य फ़ोकसिंग में आवर्धन खोजने के लिए,

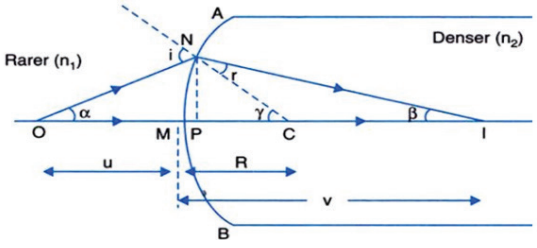
M = D /f = 25/5 = 5

11) Establish the formula n/v-1/u=(n-1)/R for refraction of light on a spherical surface (convex or concave).

किसी गोलीय पृष्ठ (उत्तल अथवा अवतल) पर प्रकाश के अपवर्तन के लिए सूत्र n/v-1/u=(n-1)/R स्थापित कीजिए। ।

Ans - The change in direction or bending of a light wave passing from one transparent medium to another caused by the change in wave's speed is the Refraction. Suppose the below figure is a spherical surface. There is one medium with refractive index n_1 and second medium with refractive index n_2.

There is an object O and a ray of light from the object O is incident on the spherical mirror. Since it is moving from a rarer medium to a denser medium, the ray bends towards the normal. An image is formed and radius of curvature of a spherical surface is R with the center C of the spherical surface.



"u" is the object distance from a pole of a spherical surface

"v" is the image distance from a pole of the spherical surface

Now as we know that,

n_1 is the refractive index of a medium from which rays are incident, n_2 is the refractive index of another medium.

Jharkhandlab.com

We get,

$\tan\alpha$ = MN/OM

$\tan\gamma$ = MN/MC

$\tan\beta$ = MN/MI

Now, for Δ NOC,

i is the exterior angle.

i = ∠ NOM + ∠ NCM

i= MN/OM+MN/MC .....(1)

Similarly,

r = MN/MC–MN/MI .....(2)

Now by using Snell's law we get

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$

Substituting i and r from Eq. (1) and (2), we get $n_1/OM+n_2/MI=(n_2-n_1)/MC$

As, OM = -u, MI = +v, MC = +R

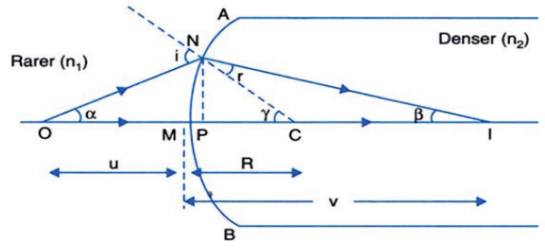
Hence, the equation becomes $n_2/v-n_1/u=(n_2-n_1)/R$

If first medium is air and second medium having refractive index n with respect to air then $n_1=1$ and $n_2=n$

Then equation becomes

n/v-1/u=(n-1)/R

उत्तर - तरंग की गति में परिवर्तन के कारण एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे में जाने वाली प्रकाश तरंग की दिशा में परिवर्तन या मुड़ना अपवर्तन है। मान लीजिए निम्न आकृति एक गोलाकार सतह है। एक माध्यम है जिसका अपवर्तनांक n_1 है और दूसरा माध्यम जिसका अपवर्तनांक n_2 है। एक वस्तु O है और वस्तु O से प्रकाश की किरण गोलीय दर्पण पर आपतित होती है। चूँकि यह विरल माध्यम से सघन माध्यम में जा रही है, इसलिए किरण अभिलम्ब की ओर मुड़ जाती है और एक प्रतिबिंब बनती है।



गोलाकार सतह की वक्रता की त्रिज्या गोलाकार सतह के केंद्र C के साथ R है।

"u" गोलाकार सतह के ध्रुव से वस्तु की दूरी है

"v" गोलाकार सतह के एक ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी है

अब जैसा कि हम जानते हैं कि,

n_1 उस माध्यम का अपवर्तनांक है जिससे किरणें आपतित होती हैं।

n_2 दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक है।

हम पाते हैं,

$\tan\alpha$ = MN/OM

$\tan\gamma$ = MN/MC

$\tan\beta$ = MN/MI

अब, Δ NOC के लिए, i बहिष्कोण है।

i = ∠ NOM + ∠ NCM

i= MN/OM +MN/MC .....(1)

इसी प्रकार, r = MN/MC–MN/MI .....(2)

अब स्नेल के नियम का प्रयोग करने पर हमें प्राप्त होता है

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$

Eq से i और r को प्रतिस्थापित करना। (1) और (2), हम प्राप्त करते हैं

$n_1/OM+n_2/MI=(n_2-n_1)/MC$

जैसे, OM = -u, MI = +v, MC = +R

इसलिए, समीकरण $n_2/v-n_1/u=(n_2-n_1)/R$ बन जाता है।

यदि प्रथम माध्यम वायु हो तथा द्वितीय माध्यम का वायु के सापेक्ष अपवर्तनांक n हो,तो $n_1=1$ तथा $n_2= n$

अतः समीकरण से

n/v-1/u = (n-1)/R

12) किसी लेंस के लिए निम्नलिखित सूत्र प्राप्त कीजिए

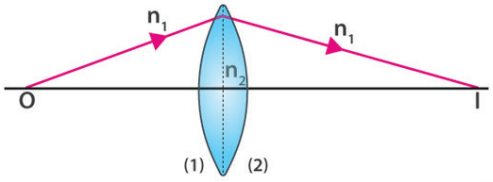
$$\frac{1}{f} = (n-1)\left[\frac{1}{R1} - \frac{1}{R2}\right]$$

जहां विभिन्न संकेत सामान्य अर्थों में प्रयुक्त है।

Derive the following formula for a lens

Where different symbols are used in the general sense.

Ans-



The complete derivation of the lens maker formula is described below. Using the formula for refraction at a single spherical surface, we can say that,

For the first surface,

$$\frac{n_2}{v_1} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R_1} \quad .....(1)$$

For the second surface,

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_2}{v_1} = \frac{n_1 - n_2}{R_2} \quad .....(2)$$

Now adding equation (1) and (2),

Jharkhandlab.com

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_1}{u} = (n_2 - n_1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

When $u = \infty$ and $v = f$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

Therefore , we can say that,

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

Where n is the refractive index of the material.

This is the lens maker formula derivation.

उत्तर - लेंस मेकर फॉर्मूला की पूरी व्युत्पत्ति नीचे वर्णित है।

एक गोलाकार सतह पर अपवर्तन के सूत्र का उपयोग करके हम कह सकते हैं कि,

पहली सतह के लिए,

$$\frac{n_2}{v_1} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R_1} \quad \ldots\ldots (1)$$

दूसरी सतह के लिए,

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_2}{v_1} = \frac{n_1 - n_2}{R_2} \quad \ldots\ldots (2)$$

अब समीकरण (1) और (2) को जोड़ने पर,

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_1}{u} = (n_2 - n_1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

When $u = \infty$ and $v = f$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

Therefore , we can say that,

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

जब $u = \infty$ और $v = f$

लेकिन,

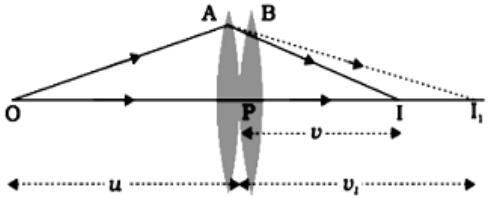
इसलिए, हम कह सकते हैं कि,जहां n लेंस का अपवर्तक सूचकांक है।

यह लेंस मेकर फॉर्मूला व्युत्पत्ति है।

13) Derive an expression for the effective (equivalent) focal length of two thin lenses in contact.

संपर्क में दो पतले लेंसों की प्रभावी (समतुल्य) फोकल लंबाई के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

Ans -



Consider two lenses A and B of focal length f1 and f2 placed in contact with each other. Let the object be placed at a point O beyond the focus of the first lens A (Fig.). The first lens produces an image at I1. Since image I1 is real, it serves as a virtual object for the second lens B, producing the final image at I. It must, however, be borne in mind that formation of image by the first lens is presumed only to facilitate determination of the position of the final image. In fact, the direction of rays emerging from the first lens gets modified in accordance with the angle at which they strike the second lens. Since the lenses are thin, we assume the optical centers of the lenses to be coincident. Let this central point be denoted by P. For the image formed by the first lens A, we get,

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

for the image formed by the

second lens B, we get

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_2} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

Adding eqn (1) and (2) we get,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

If the two - lens - system is considered

equivalent to a single lens of focal

length f, then

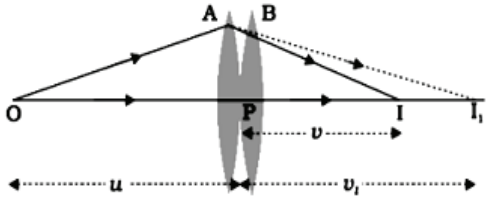
$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

so that we get,

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

The derivation is valid for any number of thin lenses in contact. If several thin lenses of focal length f1, f2, f3,... are in contact, the effective focal length of their combination is given by

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \ldots\ldots$$



उत्तर - फोकस दूरी f_1 और f_2 के दो लेंस A और B पर विचार करें जो एक दूसरे के संपर्क में रखे गए हैं। मान लीजिए कि वस्तु पहले लेंस A (चित्र) के फोकस से परे बिंदु O पर रखी गई है। पहला लेंस I_1 पर एक प्रतिबिंब बनाता है। चूंकि प्रतिबिंब I_1 वास्तविक है, यह दूसरे लेंस B के लिए एक आभासी वस्तु के रूप में कार्य करता है, I पर अंतिम प्रतिबिंब बनाता है। हालांकि, यह ध्यान में रखा जाना चाहिए कि पहले लेंस द्वारा प्रतिबिंब का निर्माण केवल निर्धारित करने की सुविधा के लिए माना जाता है। अंतिम प्रतिबिंब की स्थिति। वास्तव में, पहले लेंस से निकलने वाली किरणों की दिशा दूसरे लेंस से टकराने वाले कोण के अनुसार बदल जाती है। चूंकि लेंस पतले होते हैं, इसलिए हम लेंस के प्रकाशिक केंद्रों को संपाती मान लेते हैं। इस केंद्रीय बिंदु को P द्वारा निरूपित करें। पहले लेंस A द्वारा बनाई गई छवि के लिए हमें मिलता है,

Jharkhandlab.com

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \ldots\ldots\ldots (1)$$

दूसरे लेंस B द्वारा बने प्रतिबिंब के लिए, हम प्राप्त करते हैं

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_2} \ldots\ldots\ldots (2)$$

Eq (1) और (2) को जोड़ने पर हम प्राप्त करते हैं,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

यदि दो लेंस-प्रणाली को फोकल लंबाई f के एकल लेंस के समतुल्य माना जाता है, तो

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

ताकि हम प्राप्त करें

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

व्युत्पत्ति संपर्क में किसी भी संख्या में पतले लेंसों के लिए मान्य है। यदि $f_1, f_2, f_3, \ldots$ के कई पतले लेंस संपर्क में हैं, तो उनके संयोजन की प्रभावी फोकल लंबाई इस प्रकार दी जाती है

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \ldots\ldots$$

14) What do you understand by the condition of minimum deviation of a prism? Find the following formula for prism

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\left[(A + \delta_m)/2\right]}{\sin\left[A/2\right]}$$

प्रिज्म के न्यूनतम विचलन की स्थिति से आप क्या समझते हैं? प्रिज्म के लिए निम्न सूत्र खोजें

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\left[(A + \delta_m)/2\right]}{\sin\left[A/2\right]}$$

Ans -

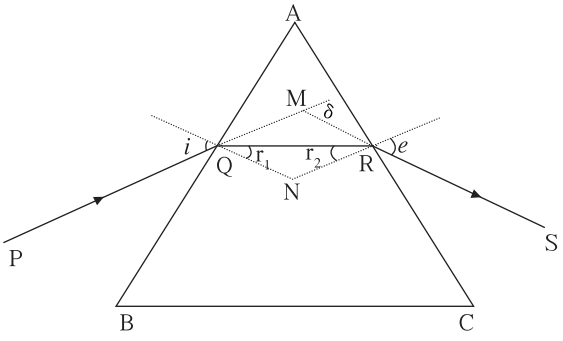


Figure shows the passage of light through a triangular prism ABC.

The angles of incidence and refraction on the first face AB are i and r_1,

While the angle of incidence (from glass to air) on the other face AC is r_2 and the angle of refraction or emergent angle e.

Angle between the direction of emergent ray RS and incident ray PQ is called angle of deviation .

In quadrilateral AQNR, two angles (vertices Q and R) are at right angles.

Therefore, the sum of other angles In the quadrilateral is 180°.

$A + \angle QNR = 180°$

from triangle QNR,

$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180°$

Comparing these two equations, we get

$r_1 + r_2 = A$

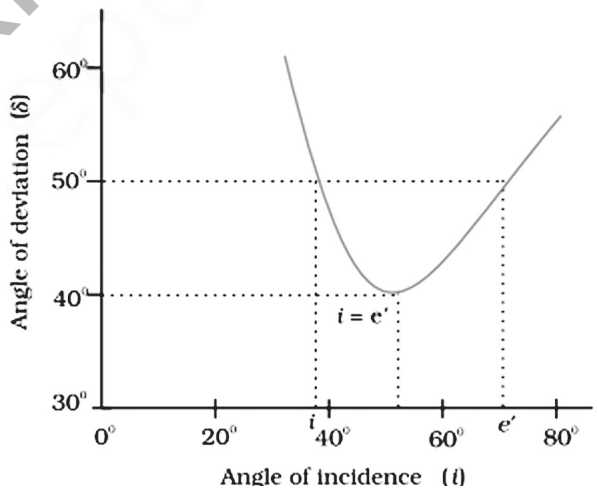
The total deviation δ is the sum of the deviations on two faces

$\delta = (i - r_1) + (e - r_2)$

or,

$\delta = i + e - A$

Thus, the angle of deviation depends on the angle of incidence.



A plot between the angle of deviation and the angle of incidence is shown in above figure. We can see that, in general, for any given value of, i = e, corresponds to two values i and hence e. It is, in fact, expected by the symmetry of i and e in the above equation, i.e. remains the same if i and e are interchanged. minimum deviation at δ_m

The refracted ray becomes parallel inside the prism to its base. we have

$\delta = \delta_m$, i = e which means $r_1 = r_2$.

gives,

2r = A or r =A/2

in the same way,

$\delta_m = 2i - A$, or $i = (A + \delta_m)/2$

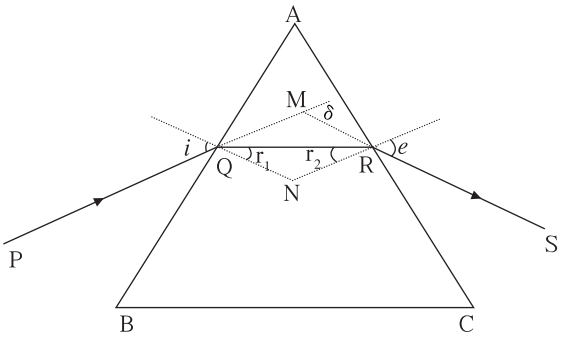
the refractive index of the prism is

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\left[(A + \delta_m)/2\right]}{\sin\left[A/2\right]}$$

The angles A and δ_m can be measured experimentally and the refractive index of the prism can be determined from it.

उत्तर -

Jharkhandlab.com



चित्र में एक प्रिज्म ABC के माध्यम से प्रकाश के मार्ग को दर्शाता है।

पहले फलक AB पर आपतन और अपवर्तन कोण i और r_1 हैं,

जबकि दूसरे फलक AC पर आपतन कोण (काँच से हवा में) r_2 है

और अपवर्तन कोण या निर्गत कोण e.

निर्गत किरण RS और आपतित किरण PQ की दिशा के बीच का कोण विचलन का कोण कहलाता है।

चतुर्भुज AQNR में, दो कोण (शीर्ष Q और R पर) समकोण हैं।

अतः अन्य कोणों का चतुर्भुज में योगफल 180° है।

$A + \angle QNR = 180°$

त्रिभुज QNR से,

$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180°$

इन दो समीकरणों की तुलना करने पर, हम प्राप्त करते हैं

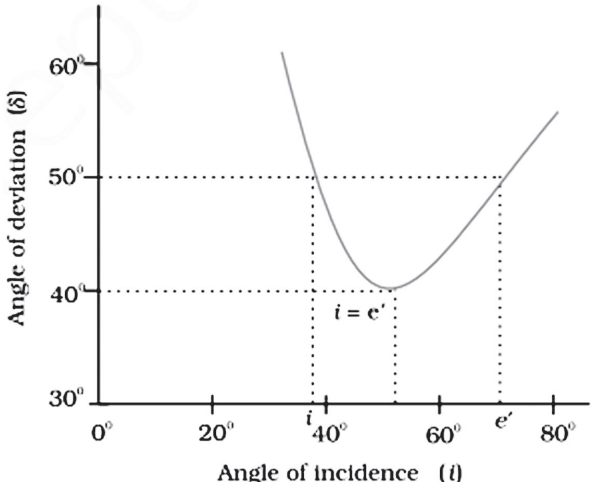
$r_1 + r_2 = A$

कुल विचलन , δ विचलन का योग है दो फलको पर,

$\delta = (i - r_1) + (e - r_2)$

या, $\delta = i + e - A$

इस प्रकार, विचलन का कोण आपतन कोण पर निर्भर करता है।



एक आलेख विचलन कोण और आपतन कोण के बीच उपर दर्शाया गया है।

हम देख सकते हैं कि, सामान्य तौर पर, के किसी भी दिए गए मान i = e को छोड़कर दो मानों i और इसलिए e के संगत है। यह, वास्तव में, अपेक्षित हैउपरोक्त समीकरण में i और e की सममिति से, अर्थात वही रहता है यदि i और e आपस में बदल जाते हैं।

न्यूनतम विचलन δ_m पर,

प्रिज्म के अंदर अपवर्तित किरण समानांतर हो जाती है

इसके आधार पर

$\delta = \delta_m$, i = e जिसका अर्थ है $r_1 = r_2$

देता है

2r = A या r = A/2

उसी तरह से,

$\delta_m = 2i - A$, या $i = (A + \delta_m)/2$

प्रिज्म का अपवर्तनांक है

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\left[(A + \delta_m)/2\right]}{\sin\left[A/2\right]}$$

कोण A और δ_m को प्रयोगात्मक रूप से मापा जा सकता है और उससे प्रिज्म के अपवर्तक सूचकांक का निर्धारण किया जा सकता है।

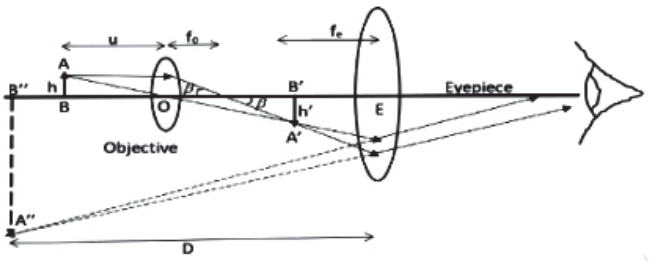
15) With the help of a ray diagram, describe the construction, working of a compound microscope when the final image is formed at the least distance of distinct vision (D = 25 cm). Derive an expression for the magnifying power (m).

किरण आरेख की सहायता से, एक मिश्रित सूक्ष्मदर्शी की संरचना, कार्यप्रणाली का वर्णन करें जब प्रतिबिंब स्पष्ट दृष्टि की दूरी (D = 25 सेमी) पर बनती है। आवर्धन क्षमता (m) के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

Ans- A compound microscope is an optical instrument composed of two convex lenses of short focal length, used to magnify images of very small objects up to 1000 times. The working principle of a compound microscope is that when a very small object is placed just beyond the focus of the objective lens, an inverted, virtual and highly magnified image is formed. The image is formed at the least distance of distinct vision from the eyepiece.

The compound microscope consists of two convex lenses; A lens having short focal length and small aperture is called an objective lens. The focus distance and aperture of the second lens, which is called the eyepiece, is greater than that of the objective. As the name suggests, the eyepiece is placed close to the eye and the objective is placed towards the object.

We can draw a schematic diagram of a compound microscope as follows,



The image formed by the objective is real, inverted and magnified and acts as an object for the eyepiece. This object is magnified by the eyepiece to form the final image which is virtual, inverted and enlarged. The first

Jharkhandlab.com

image formed is near the focal plane of the eyepiece and at a suitable distance for the final image formed at infinity.

We will first find the linear magnification by the objective using $\tan\beta = h/f_O = h'/f_O$

Thus, we have $m_O = h'/h = L/f_O$ ..... (I)

Where, h is the size of the object, h' is the size of the first image, f_O is the focal length of the objective, L is the distance between the focal length of the objective and the eyepiece and is called the tube length of the compound microscope.

Now, we will use a simple microscopic magnification equation to find the angular magnification $m_e = D/f_e$..... (ii)

Where, D is the distance of the final image from the eyepiece and f_e is the focal length of the eyepiece.

Now, the total magnification after the image is formed at infinity will be

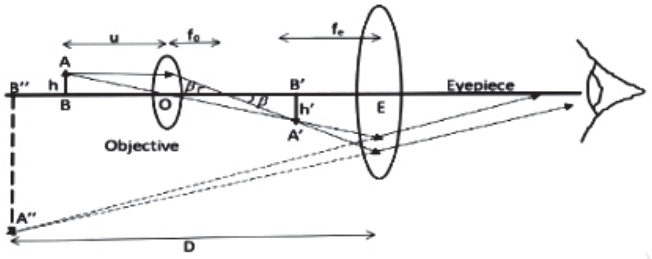
$m = m_o \times m_e = L/f_o \times D/f_e$

Hence the final image formed can be placed by our eyes close to the eyepiece and the final image can be seen after adjusting to the minimum distance of distinct vision i.e. D = 25 cm.

Ans - एक यौगिक सूक्ष्मदर्शी एक ऑप्टिकल उपकरण है जो छोटी फोकल लंबाई के दो उत्तल लेंसों से बना होता है, जिसका उपयोग बहुत छोटी वस्तुओं की प्रतिबिम्बों को 1000 गुना तक आवर्धित करने के लिए किया जाता है। यौगिक सूक्ष्मदर्शी का कार्य सिद्धांत यह है कि जब एक बहुत छोटी वस्तु को अभिदृश्यक (ऑब्जेक्टिव) लेंस के फोकस के ठीक परे रखा जाता है, तो एक उलटी, आभासी और अत्यधिक आवर्धित प्रतिबिंब बनती है। बनने वाला प्रतिबिम्ब नेत्रिका (ऐपिस) से स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बनता है।

यौगिक सूक्ष्मदर्शी में दो उत्तल लेंस होते हैं; एक लेंस का फोकस दूरी कम तथा द्वारक छोटा होता है इसे अभिदृश्यक (ऑब्जेक्टिव) लेंस कहते हैं। दूसरा लेंस जिसे नेत्रिका (ऐपिस) कहते है का फोकस दूरी व द्वारक अभिदृश्यक की अपेक्षा अधिक होती है। जैसा कि नाम से पता चलता है, नेत्रिका को आंख के करीब रखा जाता है और अभिदृश्यक को ऑब्जेक्ट की ओर रखा जाता है।

हम एक यौगिक सूक्ष्मदर्शी का योजनाबद्ध आरेख इस प्रकार बना सकते हैं



अभिदृश्यक द्वारा बना प्रतिबिम्ब वास्तविक, उल्टा तथा आवर्धित होता है तथा नेत्रिका के लिए वस्तु का कार्य करता है। इस वस्तु को नेत्रिका द्वारा आवर्धित करके अंतिम प्रतिबिम्ब बनाया जाता है जो आभासी, उल्टा और बड़ा होता है। निर्मित पहली प्रतिबिंब नेत्रिका के फोकल तल के पास है और अनंत पर बनने वाली अंतिम प्रतिबिंब के लिए उपयुक्त दूरी पर है।

हम पहले $\tan\beta = h/f_O = h'/f_O$ का प्रयोग करके अभिदृश्यक द्वारा रेखीय आवर्धन ज्ञात करेंगे

इस प्रकार, हमारे पास $m_o = h'/h = L/f_O$ ..... (i)

जहाँ, h वस्तु का आकार है, h' पहली छवि का आकार है, f_O अभिदृश्यक की फोकस दूरी है, L अभिदृश्यक और नेत्रिका की फोकस दूरी के बीच की दूरी है और इसे ट्यूब की लंबाई कहा जाता है।

अब, हम कोणीय आवर्धन $m_e = D/f_e$ .....(ii) ज्ञात करने के लिए एक सरल सूक्ष्म आवर्धन समीकरण का उपयोग करेंगे।

जहाँ, D नेत्रिका से अंतिम छवि की दूरी है और f_e नेत्रिका की फोकल लंबाई है।

अब, अनंत पर छवि बनने के बाद कुल आवर्धन होगा $m = m_O \times m_e = L/f_O \times D/f_e$

अतः निर्मित अंतिम प्रतिबिम्ब को हमारी आँखों द्वारा नेत्रिका के पास रखा जा सकता है और अंतिम प्रतिबिम्ब को स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी अर्थात D = 25 सेमी में समायोजित करने के बाद देखा जा सकता है।

16) A microscope has an objective and eyepiece of focal lengths 5 cm and 50 cm respectively with tube length 30 cm. Find the magnification of the microscope in the (i) near point and (ii) normal focusing.

एक माइक्रोस्कोप में ट्यूब की लंबाई 30 cm के साथ क्रमशः 5 cm और 50 cm फोकल लंबाई का एक अभिदृश्यक और नेत्रिका होता है। (i) निकट बिंदु और (ii) सामान्य फ़ोकसिंग में माइक्रोस्कोप का आवर्धन ज्ञात कीजिए।

Ans - $f_o = 5\text{ cm} = 5\times10^{-2}\text{ m}$; $f_e = 50\text{cm} = 50\times10^{-2}\text{ m}$;

$L = 30\text{cm} = 30\times10^{-2}\text{ m}$; $D = 25\text{cm} = 25\times10^{-2}\text{ m}$

(i) The total magnification m in near point focusing is, $m = m_o m_e$

$$m = m_0 m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

Substituting ,

$$m = m_0 m_e = \left(\frac{30 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}}\right)\left(1 + \frac{25 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-2}}\right)$$

$$= (6)(1.5) = 9$$

(ii) The total magnification m in normal focusing is, $m = m_o m_e$

$$\text{focusing is }, m = m_0 m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right)$$

Substituting ,

$$m = m_0 m_e = \left(\frac{30 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}}\right)\left(\frac{25 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-2}}\right)$$

$$= (6)(0.5) = 3$$

उत्तर - $f_O = 5\text{ cm} = 5\times10^{-2}\text{ m}$; $f_e = 50\text{ cm} = 50\times10^{-2}\text{ m}$;

$L = 30\text{cm} = 30\times10^{-2}\text{ m}$; $D = 25\text{ cm} = 25\times10^{-2}\text{ m}$

(i) निकट बिंदु फ़ोकसिंग में कुल आवर्धन m है, $m = m_o m_e$

Jharkhandlab.com

$$m = m_0 m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

Substituting ,

$$m = m_0 m_e = \left(\frac{30 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}}\right)\left(1 + \frac{25 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-2}}\right)$$

$$= (6)(1.5) = 9$$

(ii) सामान्य फ़ोकसिंग में कुल आवर्धन m है, $m = m_o m_e$

focusing is , $m = m_0 m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right)$

Substituting ,

$$m = m_0 m_e = \left(\frac{30 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}}\right)\left(\frac{25 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-2}}\right)$$

$$= (6)(0.5) = 3$$

17) Draw a labeled ray diagram of a refracting telescope. Define its magnifying power and write the expression for it.

Write two important limitations of a refracting telescope over a reflecting type telescope.

अपवर्तक दूरदर्शी का नामांकित किरण आरेख बनाइए। इसकी आवर्धन क्षमता को परिभाषित कीजिए तथा इसके लिए व्यंजक लिखिए।

परावर्तक प्रकार के दूरदर्शी पर अपवर्तक दूरदर्शी की दो महत्वपूर्ण सीमाएँ लिखिए।

Ans- Light from a distant object enters the objective and a real image is formed in the tube at its second focal point. The eyepiece magnifies this image to form a final inverted image.

Magnifying power : The magnifying power is the ratio of the angle β subtended at the eye by the final image to the angle α which the object subtends at the lens or the eye.

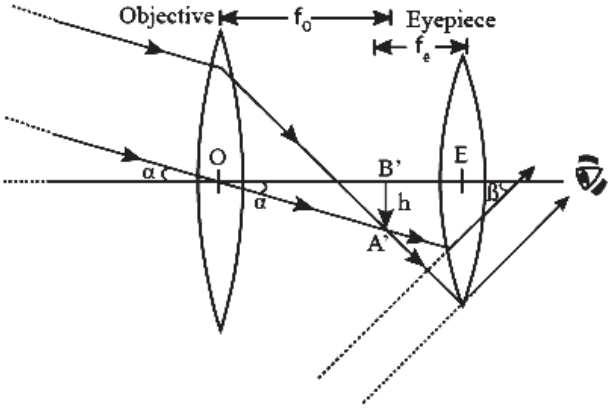
$m=-\beta/\alpha=-h/f_e.f_o/h=-f_o/f_e$

Limitations of refracting telescope over reflecting type telescope :

(i) Refracting telescope suffers from chromatic aberra tion as it uses large sized lenses.

(ii) The requirement of big lenses tend to be very heavy and therefore, difficult to make.

Refracting telescope :



उत्तर - दूर की वस्तु से प्रकाश अभिदृश्यक में प्रवेश करता है और ट्यूब में उसके दूसरे फोकस बिंदु पर वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है। नेत्रिका इस प्रतिबिंब को आवर्धित करके एक अंतिम उलटी प्रतिबिंब बनाता है।

आवर्धन क्षमता: आवर्धन क्षमता, अंतिम छवि द्वारा आंख पर अंतरित कोण β और वस्तु द्वारा लेंस या आंख पर अंतरित कोण α का अनुपात है।

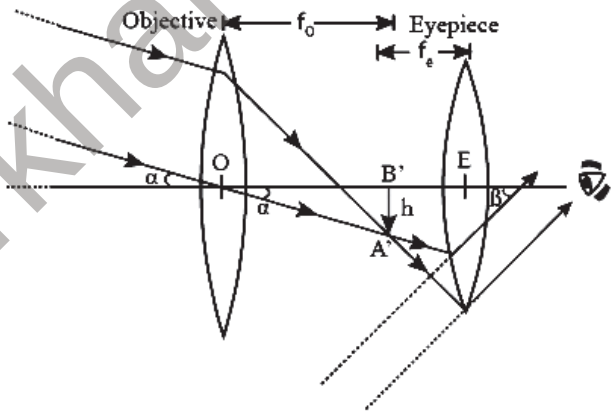
$m=-\beta/\alpha=-h/f_e.f_o/h=-f_o/f_e$

परावर्तक प्रकार के टेलीस्कोप पर अपवर्तक टेलीस्कोप की सीमाएं:

(i) अपवर्तक दूरदर्शी रंगीन विपथन से ग्रस्त है क्योंकि यह बड़े आकार के लेंसों का उपयोग करता है।

(ii) बड़े लेंसों की आवश्यकता बहुत अधिक होती है और इसलिए इसे बनाना कठिन होता है।

अपवर्तक दूरबीन:



18) A small telescope has an objective lens of focal length 125 cm and an eyepiece of focal length 2 cm. What is the magnification of the telescope? What is the separation between the objective and the eyepiece?

एक छोटे टेलीस्कोप में 125 cm फोकस दूरी का अभिदृश्यक लेंस तथा 2 cm फोकस दूरी की नेत्रिका है। टेलीस्कोप का आवर्धन क्या है? उद्देश्य और नेत्रिका के बीच की दूरी क्या है?

Ans - $f_O = 125$ cm; $f_e = 2$ cm; m = ?; L = ?

Equation for magnification of telescope, $m = f_O / f_e$

Substituting, m = 125/2 = 62.5

Equation for approximate length of telescope, $L = f_O + f_e$

Substituting, L = 125+2 = 127 cm = 1.27 m

$f_o = 125$ cm ; $f_e = 2$ cm ; m = ?; L = ?

दूरबीन के आवर्धन के लिए समीकरण, $m = f_o / f_e$

प्रतिस्थापन, m = 125/2 = 62.5

टेलीस्कोप की अनुमानित लंबाई के लिए समीकरण, $L = f_o + f_e$

प्रतिस्थापन, L = 125+2 = 127 cm = 1.27 m

jharkhandlab.com

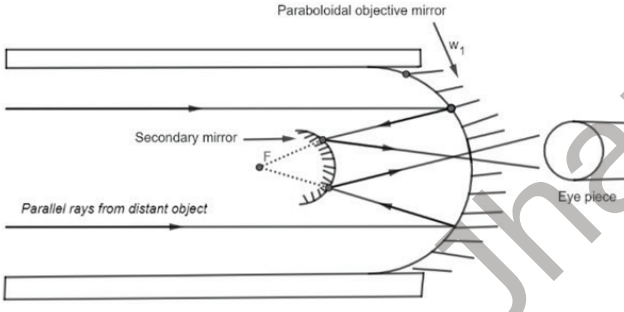
19) Draw a labeled ray diagram of the reflecting telescope. Mention its two advantages over the refracting telescope.

परावर्तक दूरदर्शी का नामांकित किरण आरेख खींचिए। अपवर्तक दूरदर्शी की तुलना में इसके दो लाभों का उल्लेख कीजिए।

Ans - A telescope is an optical instrument designed to see distant objects, as it makes them appear nearer. It is constructed using an arrangement of lenses, or of curved mirrors and lenses, using these the rays of light are collected and focused and the resulting image is magnified in nature.

It consists of a large paraboloidal (primary) concave mirror of a large focal length with a hole at its center. There is a small convex (secondary mirror) near the focus of the primary mirror. The eyepiece is placed on the axis of the telescope near the hole of the primary mirror.

The following diagram will clearly portray a reflecting telescope:



Let f_o be the focal length of the objective and f_e the focal length of the eyepiece.

For the final image formed at the least distance of distinct vision

$$m = \frac{f_0}{f_e}\left(1 + \frac{fe}{D}\right)$$

For the final image fomed at infinity

$$m = \frac{f_0}{fe} = \frac{\frac{R}{2}}{fe}$$

The following are two advantages of a reflecting telescope in comparison to a reflecting telescope.

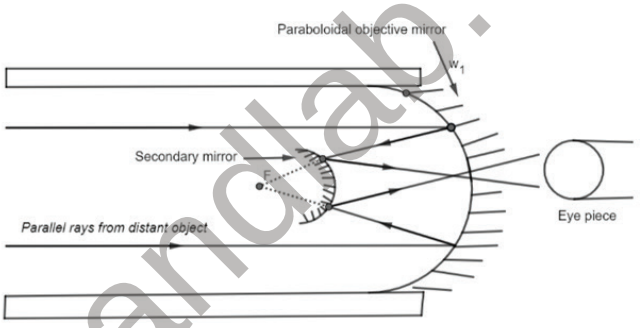
(i) A concave mirror of a large aperture has a high gathering power and absorbs a very less amount of light than the lenses of a large aperture. Thus the final image formed in the reflecting telescope is very bright . So even the faint or distant stars can be viewed easily.

(ii) The use of a paraboloidal mirror reduce the spherical aberration i.e the phenomenon of formation of a non-point and blurred image of a point object.

उत्तर - टेलीस्कोप एक ऑप्टिकल उपकरण है जिसे दूर की वस्तुओं को देखने के लिए डिज़ाइन किया गया है क्योंकि यह उन्हें करीब दिखाई देता है। यह लेंसों, या घुमावदार दर्पणों और लेंसों की एक व्यवस्था का उपयोग करके बनाया गया है, जिसके उपयोग से प्रकाश की किरणों को एकत्रित और केंद्रित किया जाता है और परिणामी छवि प्रकृति में आवर्धित होती है।

इसमें केंद्र में एक छेद के साथ एक बड़ी फोकल लंबाई का एक बड़ा परवलयिक (प्राथमिक) अवतल दर्पण होता है। प्राथमिक दर्पण के फोकस के पास एक छोटा उत्तल (द्वितीयक दर्पण) होता है। ऐपिस को प्राथमिक दर्पण के द्वारक के निकट दूरदर्शी के अक्ष पर रखा जाता है।

निम्नलिखित चित्र एक परावर्तक दूरदर्शी को स्पष्ट रूप से चित्रित करेगा:



मान लीजिये की fo अभिदृश्यक की फोकस दूरी है और fe नेत्रिका की फोकस दूरी है। स्पष्ट दृष्टि की दूरी पर बनने वाली प्रतिबिंब लिए :

$$m = \frac{f_0}{f_e}\left(1 + \frac{fe}{D}\right)$$

अनंत पर बनी अंतिम प्रतिबिंब के लिए :

$$m = \frac{f_0}{fe} = \frac{\frac{R}{2}}{fe}$$

अपवर्तक दूरदर्शी की तुलना में परावर्तक दूरदर्शी के निम्नलिखित दो लाभ हैं :

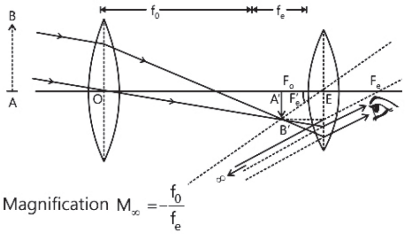
(i) बड़े द्वारक के अवतल दर्पण में उच्च संग्रहण शक्ति होती है और बड़े द्वारक के लेंसों की तुलना में बहुत कम मात्रा में प्रकाश अवशोषित करता है। इस प्रकार परावर्तक दूरदर्शी में बनने वाली अंतिम प्रतिबिंब बहुत चमकीली होती है। इसलिए धुंधले या दूर के तारों को भी आसानी से देखा जा सकता है।

(ii) परवलयज दर्पण के प्रयोग से गोलीये विपथन कम हो जाता है, अर्थात बिंदु वस्तु का अबिन्दु और धुंधला प्रतिबिम्ब बनने की घटना

20) Draw a ray diagram of an astronomical telescope in a normal adjustment position. Write the expression for its magnifying power.

सामान्य समायोजन स्थिति में किसी खगोलीय दूरदर्शी का किरण आरेख खींचिए। इसकी आवर्धन क्षमता के लिए व्यंजक लिखिए।

Ans- For the eye at rest, the intermediate image should be at the first focus of the eyepiece or Ue = fe



Magnification $M_\infty = -\frac{f_0}{f_e}$

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 10 WAVE OPTICS तरंग-प्रकाशिकी

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1) According to Huygens, the waves of light are-

(a) Mechanical, longitudinal.
(b) Mechanical, transverse.
(c) Electromagnetic.
(d) Mechanical, spherical.

हाइगेन्स के अनुसार प्रकाश की तरंगें होती है-

(a) यांत्रिक ,अनुदैर्ध्य। (b) यांत्रिक , अनुप्रस्थ।
(c) विद्युतचुंबकीय। (d) यांत्रिक , गोलीय।

Ans- (a)

2) The concept of secondary wavelets was given by-

(a) Fresnel (b) Newton
(c) Huygens (d) Maxwell

द्वितीयक तरंगिकाओं की अवधारणा दी थी-

(a) फ्रेनेल ने (b) न्यूटन ने
(c) हाइगेन्स ने (d) मैक्सवेल ने।

Ans- (c)

3) Two sources of waves are said to be in coherent if-

(a) The wavefronts generated by both should be of the same shape.
(b) Both produce waves of the same wavelength.
(c) Both produce waves of the same velocity.
(d) Both produce waves of the same wavelength having a constant phase difference.

तरंगों के दो स्रोत कला संबंध कहे जाते हैं , यदि-

(a) दोनों से उत्पन्न तरंगाग्र समान आकृति के हो।
(b) दोनों समान तरंगदैर्ध्य की तरंगें उत्पन्न करते हों।
(c) दोनों समान वेग की तरंगें उत्पन्न करते हों।
(d) दोनों समान तरंगदैर्ध्य की तरंगें ,जिनमें नियत कलांतर रहता है ,उत्पन्न करते हों।

Ans- (d)

4) In the phenomenon of interference of waves -

(a) There is a loss of energy
(b) There is a gain of energy
(c) There is no loss of energy, no gain of energy and only redistribution of energy.
(d) Nothing can be said about energy.

तरंगों के व्यतिकरण की घटना में -

(a) ऊर्जा का नुकसान होता है
(b) ऊर्जा का लाभ होता है
(c) ऊर्जा का कोई नुकसान नहीं है ऊर्जा का कोई लाभ नहीं है और केवल ऊर्जा का पुनर्वितरण है।
(d) ऊर्जा के बारे में कुछ नहीं कहा जा सकता है।

Ans- (c)

5) Two waves whose intensities are in the ratio 9:1 produce interference. The ratio of maximum and minimum intensities will be-

(a) 10:8 (b) 9:1
(c) 4:1 (d) 2:1

दो तरंगें जिनकी तीव्रताओं का अनुपात 9:1 है, व्यतिकरण उत्पन्न करती है।अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात होगा-

(a) 10:8 (b) 9:1
(c) 4:1 (d) 2:1

Ans- (c)

6) If the wavelength of light is doubled in Young's experiment, then the width of the fringe-

(a) will remain the same (b) will be doubled
(c) will be halved (d) will be quadrupled

यंग के प्रयोग में यदि प्रकाश की तरंगदैर्ध्य दोगुनी कर दी जाए तो , तो फ्रिंज की चौड़ाई-

(a) वही रहेगी (b) दोगुनी हो जाएगी
(c) आधी रह जाएगी (d) चार गुनी हो जाएगी।

Ans- (b)

7) Young's double slit experiment uses a monochromatic source of light. The shape of the interference fringes formed on the screen is-

(a) Parabola (b) Straight line
(c) Circle (d) Hyperbola.

यंग का डबल स्लिट प्रयोग प्रकाश के एकवर्णी स्रोत का उपयोग करता है। पर्दे पर बनने वाली व्यतिकरण फ्रिन्जों की आकृति होती है-

(a) परवलय (b) सीधी रेखा
(c) वृत्त (d) अतिपरवलय।

Ans- (d)

8) The size of the obstacle for the diffraction of light-

(a) be much larger than the wavelength of light.
(b) be much smaller than the wavelength of light.
(c) be of the order of wavelength of light.
(d) anything can happen.

प्रकाश के विवर्तन के लिए अवरोधक का आकार-

(a) प्रकाश की तरंगदैर्ध्य से बहुत बड़ा होना चाहिए।
(b) प्रकाश की तरंगदैर्ध्य से बहुत छोटा होना चाहिए।
(c) प्रकाश की तरंगदैर्ध्य की कोटि का होना चाहिए।
(d) कुछ भी हो सकता है।

Ans- (c)

Jharkhandlab.com

9) **The phenomenon by which the nature of light waves is transverse-**

(a) Interference (b) Diffraction

(c) Polarization (d) Refraction.

वह परिघटना जिससे प्रकाश तरंगों की प्रकृति अनुप्रस्थ होती है-

(a) व्यतिकरण (b) विवर्तन

(c) ध्रुवण (d) अपवर्तन।

Ans- (c)

10) **A ray of light is incident on a glass plate at an angle of 60°. If the reflected and refracted rays are mutually perpendicular, then the refractive index of the material is -**

(a) √3/2 (b) √3

(c) 1/√3 (d) 1/2

कांच की एक पट्टिका पर प्रकाश किरण 60 डिग्री के कोण पर आपतित होती है। यदि परावर्तित तथा अपवर्तित किरणें परस्पर लंबवत हों ,तो पदार्थ का अपवर्तनांक है -

(a) √3/2 (b) √3

(c) 1/√3 (d) 1/2

Ans- (b)

Subjective Questions/विषयनिष्ठ प्रश्न

1) **What is fringe width?**

फ्रिंज चौड़ाई क्या है?

Ans- The distance between successive bright or dark fringes is called fringe width.

उत्तर - उत्तरोत्तर दीप्त या अदीप्त फ्रिजों के बीच की दूरी को फ्रिंज चौड़ाई कहते हैं।

2) **What type of source is used in Young's double slit experiment?**

यंग के द्विझिरी प्रयोग में किस प्रकार के स्रोत का प्रयोग किया जाता है ?

Ans- In Young's double slit experiment, a coherent source is used.

उत्तर - यंग के डबल स्लिट प्रयोग में सुसंगत स्रोत का उपयोग किया जाता है।

3) **What is interference?**

व्यतिकरण क्या है?

Ans- Interference is the phenomenon in which two waves superimpose to form a resultant wave of lower, higher or equal amplitude.

उत्तर - व्यतिकरण वह परिघटना है जिसमें दो तरंगें अध्यारोपित होकर निम्न, उच्च या समान आयाम की परिणामी तरंग बनाती हैं।

4) **How many types of light interference are there?**

प्रकाश व्यतिकरण कितने प्रकार के होते हैं ?

Ans- There are the following types of light interference:

- constructive interference
- destructive interference

उत्तर - निम्न प्रकार के प्रकाश व्यतिकरण हैं:

- रचनात्मक व्यतिकरण
- विनाशी व्यतिकरण

5) **Explain the principle of superposition?**

अध्यारोपण का सिद्धांत समझाइए?

Ans- The superposition principle states that "if two or more waves are traveling in a medium, the resultant wave function is the algebraic sum of the individual wave functions."

उत्तर - सुपरपोज़िशन सिद्धांत कहता है कि "यदि दो या दो से अधिक तरंगें एक माध्यम में यात्रा कर रही हैं, तो परिणामी तरंग कार्य अलग-अलग तरंग कार्यों का बीजगणितीय योग है।"

6) **Can light waves pass through interference?**

क्या प्रकाश तरंगें व्यतिकरण से गुजर सकती हैं?

Ans- Yes, interference of light waves can happen.

उत्तर - हाँ, प्रकाश तरंगों का व्यतिकरण हो सकता है।

7) **Write the difference between diffraction and interference.**

विवर्तन और व्यतिकरण के बीच अंतर लिखें।

Ans- Difference between Diffraction and Interference

Interference

1. Interference may be defined as waves emerging from two different sources, producing different wavefronts.
2. The contrast between maxima and minima is very good.
3. The width of the fringes in interference is equal.
4. The sources are referred to as interference sources if the number of sources is as few as two sources

Diffraction

1. Diffraction, on the other hand, can be termed as secondary waves that emerge from the different parts of the same wave.
2. The contrast between maxima and minima is poor.
3. The width of the fringes is not equal in diffraction.
4. If the number of sources is more than two the sources are referred to as diffraction sources.

उत्तर - विवर्तन और व्यतिकरण के बीच अंतर

व्यतिकरण

1. व्यतिकरण को दो अलग-अलग स्रोतों से निकलने वाली तरंगों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो अलग-अलग तरंगों का निर्माण करती हैं।
2. मैक्सिमा और मिनिमा के बीच का अंतर बहुत अच्छा है।
3. व्यतिकरण में फ्रिजों की चौड़ाई बराबर होती है।
4. यदि स्रोतों की संख्या दो स्रोतों जितनी कम है तो स्रोतों को व्यतिकरण स्रोत कहा जाता है।

विवर्तन

1. दूसरी ओर, विवर्तन को द्वितीयक तरंगें कहा जा सकता है जो एक ही तरंग के विभिन्न भागों से निकलती हैं।
2. मैक्सिमा और मिनिमा के बीच का अंतर खराब है।
3. विवर्तन में फ्रिजों की चौड़ाई समान नहीं होती है।
4. यदि स्रोतों की संख्या दो से अधिक है तो स्रोतों को विवर्तन स्रोत कहा जाता है।

8) **The ratio of maximum and minimum intensities in an interference pattern is 36:1. What is the ratio of the**

Jharkhandlab.com

amplitudes of the two interfering waves?

एक व्यतिकरण पैटर्न में अधिकतम और न्यूनतम तीव्रता का अनुपात 36:1 है। दो व्यतिकारी तरंगों के आयामों का अनुपात क्या है?

Ans-

Given:

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{36}{1}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = ?$$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{(A_1 + A_2)^2}{(A_1 - A_2)^2} = \frac{36}{1}$$

$$\therefore \frac{A_1 + A_2}{A_1 - A_2} = \frac{6}{1}$$

$$1(A_1 + A_2) = 6(A_1 - A_2)$$

$$7A_2 = 5A_1$$

$$\therefore \frac{A_1}{A_2} = \frac{7}{5}$$

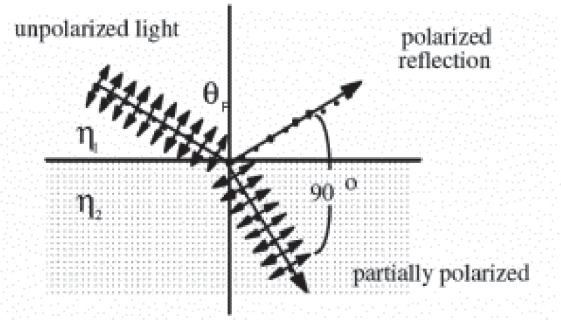
$$A_1 : A_2 :: 7 : 5$$

9) What is Brewster's law?

ब्रूस्टर का नियम क्या है ?

Ans- **Brewster's Law**

If the angle of incidence of which the reflected light is completely plane polarized is called polarizing angle or Brewster's angle.



Polarization by Reflection at Brewster's Angle

When an unpolarized light incident at a polarizing angle, ip on an interface separating air from a medium of refractive index, then the reflected light is fully polarized if

μ = tan ip

According to Snell's law

μ = sin i/sin r

Basically reflected rays should be perpendicular to refracted rays. In that case only i = ip & r = 90-ip.

i = ip

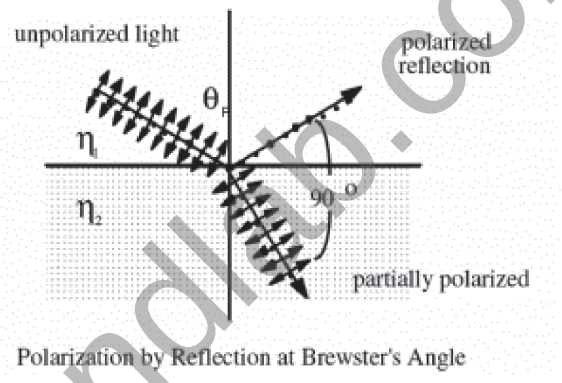
r = 90 – ip

μ = sin ip/sin(90-ip)

μ = tan ip

उत्तर - **ब्रूस्टर का नियम**

यदि वह आपतन कोण जिसका परावर्तित प्रकाश पूरी तरह से समतल ध्रुवित है, ध्रुवीकरण कोण या ब्रूस्टर का कोण कहलाता है।



Polarization by Reflection at Brewster's Angle

जब एक ध्रुवीकृत प्रकाश अपवर्तक सूचकांक के माध्यम से हवा को अलग करने वाले एक इंटरफ़ेस पर एक ध्रुवीकरण कोण ip पर आपतित करता है, तो परावर्तित प्रकाश पूरी तरह से ध्रुवीकृत होता है यदि

μ = tanip

स्नेल के नियम के अनुसार

μ = sin i/sin r

मूल रूप से परावर्तित किरण अपवर्तित किरण के लंबवत होनी चाहिए। उस स्थिति में केवल i = ip & r = 90-ip.

i = ip

r = 90 - ip

μ = sin ip/sin(90-ip)

μ = tanip

10) Two polaroids are kept with their transmission axes inclined at 30°. Unpolarised light of intensity I falls on the first polaroid. Find out the intensity of light emerging from the second polaroid.

दो पोलेरॉइड्स को उनके संचरण अक्षों के साथ 30° पर झुका हुआ रखा गया है। । तीव्रता का अध्रुवित प्रकाश सर्वप्रथम पोलेरॉइड पर पड़ता है। दूसरे पोलेरॉइड से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता ज्ञात कीजिए।

Ans - As the intensity of the unpolarised light falling on the first polaroid is I, the intensity of polarized light emerging will be, $I_0 = (I/2)$.

Let I' be the intensity of light emerging from the second polaroid.

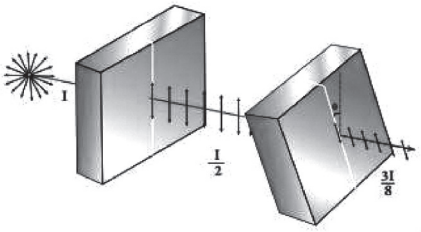
Malus' law, $I' = I_0 \cos^2 \theta$

Substituting,

Jharkhandlib.com

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(30^\circ) = \left(\frac{I}{2}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = I\frac{3}{8}$$

$$I' = \left(\frac{3}{8}\right)I$$



उत्तर - चूंकि पहले पोलेरॉइड पर पड़ने वाले अध्रुवित प्रकाश की तीव्रता I है, इसलिए निकलने वाले ध्रुवीकृत प्रकाश की तीव्रता $I_0 = (I/2)$ होगी।

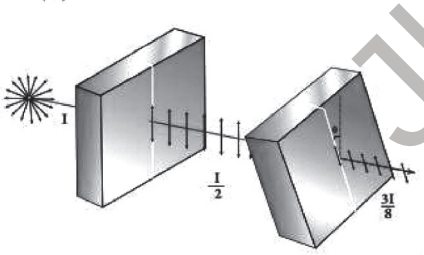
दूसरे पोलेरॉइड से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता I' होने दें।

मैलस का नियम, $I' = I_0 \cos^2\theta$

प्रतिस्थापन,

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(30^\circ) = \left(\frac{I}{2}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = I\frac{3}{8}$$

$$I' = \left(\frac{3}{8}\right)I$$



11) Two polaroids are kept crossed (transmission axes at 90°) to each other.

(i) What will be the intensity of the light coming out from the second polaroid when an unpolarised light of intensity I falls on the first polaroid?

(ii) What will be the intensity of light coming out from the second polaroid if a third polaroid is kept at 45° inclination to both of them.

दो पोलेरॉइड्स को एक दूसरे से क्रॉस (90° पर ट्रांसमिशन अक्ष) रखा जाता है।

(i) दूसरे पोलेरॉइड से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता क्या होगी जब । तीव्रता का एक अध्रुवीकृत प्रकाश पहले पोलेरॉइड पर पड़ता है?

(ii) दूसरे पोलेरॉइड से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता क्या होगी यदि एक तीसरा पोलेरॉइड इन दोनों से 45° झुकाव पर रखा जाए।

Ans- (i) As the intensity of the unpolarised light falling on the first polaroid is I, the intensity of polarized light emerging from it will be $I_0 = (I/2)$.

Let I' be the intensity of light emerging from the second polaroid.

Malus' law, $I' = I_0 \cos^2\theta$

Here θ is 90° as the transmission axes are perpendicular to each other.

Substituting,

$I_0 = (I/2)\cos^2(90°) = 0$

[$\because \cos(90°) = 0$]

No light comes out from the second polaroid.

(ii) Let the first polaroid be P1 and the second polaroid be P2. They are oriented at 90°. The third polaroid P3 is introduced between them at 45°. Let I' be the intensity of light emerging from P3.

Angle between P1 and P3 is 45°. The intensity of light coming out from P3 is,

$I' = I_0 \cos^2\theta$

Substituting,

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(45^\circ) = \left(\frac{I}{2}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I}{4};\ I' = \frac{I}{4}$$

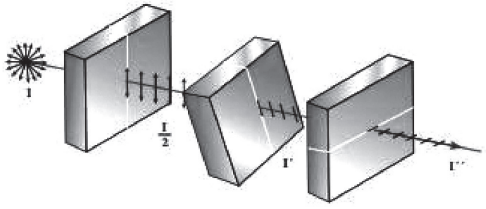
Angle between P3 and P2 is 45°. Let I'' is the intensity of light coming out from P2 $I'' = I'\cos^2\theta$

Here, the intensity of polarized light existing between P3 and P2 is 1/4.

Substituting,

$$I'' = \left(\frac{I}{4}\right)\cos^2(45^\circ) = \left(\frac{I}{4}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I}{8}$$

$$I'' = \frac{I}{8}$$



उत्तर - (i) चूँकि पहले पोलेरॉइड पर पड़ने वाले अध्रुवित प्रकाश की तीव्रता । है, इससे निकलने वाले ध्रुवित प्रकाश की तीव्रता $I_0 = (I/2)$ होगी।

मान लीजिए I' दूसरे पोलेरॉइड से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता है।

मालुस का नियम, $I' = I_0 \cos^2\theta$

यहाँ θ =90° है क्योंकि संचरण अक्ष एक दूसरे के लंबवत हैं।

प्रतिस्थापन,

$I_0 = (I/2)\cos^2(90°) = 0$

[$\because \cos(90°) = 0$]

दूसरे पोलेरॉइड से कोई प्रकाश नहीं निकलता है।

(ii) माना पहला पोलेरॉइड P1 है और दूसरा पोलेरॉइड P2 है। वे 90° पर उन्मुख हैं। तीसरा पोलेरॉइड P3 उनके बीच 45° पर पेश किया जाता है। मान लीजिए । P3 से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता है।

P1 और P3 के बीच का कोण 45° है। P3 से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता $I' = I_0 \cos^2\theta$ है

प्रतिस्थापन,

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(45^\circ) = \left(\frac{I}{2}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I}{4};\ I' = \frac{I}{4}$$

P3 और P2 के बीच का कोण 45° है। मान लीजिए I'' P2 से

Jharkhandiab.com

निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता

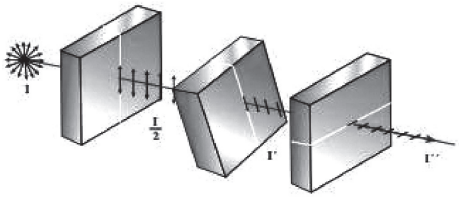
$I'' = I' \cos^2\theta$ है

यहाँ, P3 और P2 के बीच विद्यमान ध्रुवीकृत प्रकाश की तीव्रता 1/4 है।

प्रतिस्थापन

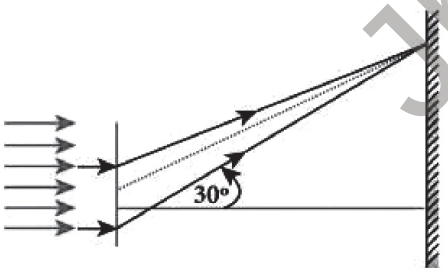
$$I'' = \left(\frac{I}{4}\right)\cos^2(45^\circ) = \left(\frac{I}{4}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I}{8}$$

$$I'' = \frac{I}{8}$$



12) A monochromatic light of wavelength 5000 Å passes through a single slit producing diffraction pattern for the central maximum as shown in the figure. Determine the width of the slit.

5000 Å तरंगदैर्घ्य का एक मोनोक्रोमैटिक प्रकाश एकल स्लिट से गुजरता है जो केंद्रीय अधिकतम के लिए विवर्तन पैटर्न बनाता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। स्लिट की चौड़ाई निर्धारित करें।



Ans- λ = 5000 Å = 5000x10^{-10}m; sin 30° = 0.5; n = 1; a =?

Equation for diffraction minimum is, a sin θ = nλ

The central maximum is spread up to the first minimum. Hence, n = 1

Rewriting, a = λ/ Sin θ

Substituting, a = 5000x10^{-10} / 0.5

a = 1x10^{-6} m = 0.001x10^{-3} m = 0.001mm

λ = 5000 Å = 5000x10^{-10} m ; Sin 30° = 0.5 ; n = 1 ; a =?

उत्तर - न्यूनतम विवर्तन के लिए समीकरण है, a sin θ = nλ

केंद्रीय अधिकतम पहले न्यूनतम तक फैला हुआ है। इसलिए, n = 1

पुनर्लेखन, a = λ / sin θ

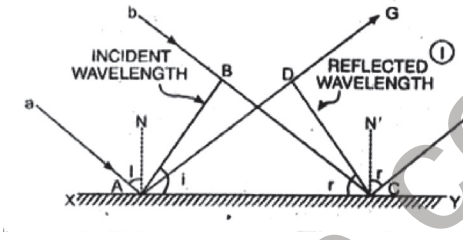
प्रतिस्थापित करना, a = 5000x10^{-10}/ 0.5

a = 1x10^{-6} m = 0.001x10^{-3} m = 0.001 mm

13) हाइगेन्स की तरंग सिद्धान्त लिखिए।तथा इससे परावर्तन और अपवर्तन के नियमों को व्युत्पन्न कीजिये।

Write the wave theory of Huygens. And derive the laws of reflection and refraction from it.

Ans- Huygens' Principle states that every point on a wavefront is the source of wavelets that spread out in the forward direction at the same speed as the wave itself



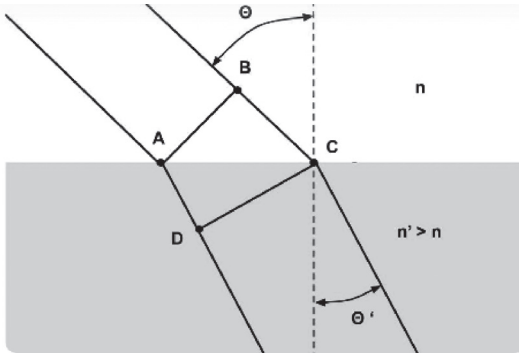
Huygens' Principle can be applied to prove the laws of reflection. The above figure demonstrates the incident ray being reflected by a reflecting surface.

aA represents the wavefront incident in a reflecting mirror XY with an angle of incidence i. Every point on aA acts as a source of a secondary wavelet. As mentioned by Huygens' principle, the rays will take equal time to cover the distance between A to D and C to B. Therefore, the angle of incidence will be equal to the angle of reflection.

This proves the first law of reflection. The direction of propagation of the secondary wavelets is also the direction of propagation of their primary wave sources.

It is also observed that the incident ray and the reflected ray lie on opposite sides of the normal. The normal is perpendicular to the reflecting surface and originates at the point of incidence. The normal, incident ray, and reflected ray lie on the same plane, and hence, the second law of reflection is proven.

Therefore, both the laws of reflection can be analyzed through Huygens' Principle.



Huygens' Principle can help us prove the laws of refraction with the help of the above diagram.

Considering a wavefront BC incident on the surface, we evaluate that the incident ray has a velocity of V_1 and the refracted ray AD has a velocity of V_2.

Since Huygens' Principle states that despite differences in density, the time taken by the waves to travel will be the same, let's assume the time taken is t.

Therefore, distance BC = V_1t and AD = V_2t.

Considering the triangles ABC and ADC, we get:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{BC}{AC} \div \frac{AD}{AC}$$

$$= \frac{BC}{AD}$$

$$= \frac{V_1 t}{V_2 t}$$

$$= \frac{V_1}{V_2}$$

$$= \mu$$

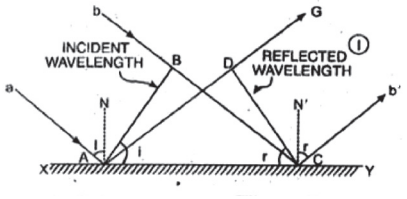
Jharkhandlab.com

Here, μ is a constant. It represents the refractive index of the medium through which the light rays are traveling. Another keen observation is that the incident and refracted wavefront lie on the same plane as the normal. This proves the 2nd law of refraction.

The refractive index is also calculated as the ratio of the velocity of light in a vacuum or air to the velocity of light in another medium.

Hence, Snell's law of refraction is proved via the application of Huygens' Principle. This proves the first law of refraction.

उत्तर - हायगेन्स का सिद्धांत कहता है कि तरंग के सामने का प्रत्येक बिंदु तरंगिकाओं का स्रोत है जो आगे की दिशा में उसी गति से फैलती हैं जैसे तरंग स्वयं



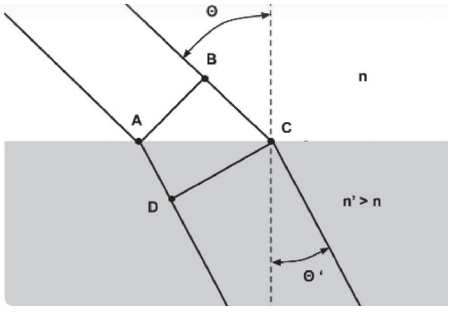
ह्यूजेंस के सिद्धांत को प्रतिबिंब के नियमों को साबित करने के लिए लागू किया जा सकता है। उपरोक्त चित्र एक परावर्तक सतह द्वारा आपतित किरण के परावर्तित होने को प्रदर्शित करता है।

aA एक परावर्तक दर्पण XY में आपतन कोण i के साथ तरंगाग्र आपतित को निरूपित करता है। एए पर प्रत्येक बिंदु द्वितीयक तरंगिका के स्रोत के रूप में कार्य करता है। जैसा कि हाइजेन्स के सिद्धांत द्वारा उल्लेख किया गया है, किरणों को A से D और C से B के बीच की दूरी को कवर करने में समान समय लगेगा। इसलिए, आपतन कोण परावर्तन कोण के बराबर होगा।

इससे परावर्तन का प्रथम नियम सिद्ध होता है। द्वितीयक तरंगिकाओं के संचरण की दिशा उनके प्राथमिक तरंग स्रोतों के संचरण की दिशा भी होती है।

यह भी देखा गया है कि आपतित किरण और परावर्तित किरण अभिलंब के विपरीत दिशा में स्थित हैं। अभिलंब परावर्तक सतह के लंबवत होता है और आपतन बिंदु पर उत्पन्न होता है। अभिलंब, आपतित किरण और परावर्तित किरण एक ही तल पर स्थित होते हैं, और इसलिए, परावर्तन का दूसरा नियम सिद्ध होता है।

इसलिए, परावर्तन के दोनों नियमों का विश्लेषण हायगेन्स के सिद्धांत के माध्यम से किया जा सकता है।



हायगेन्स का सिद्धांत उपरोक्त आरेख की सहायता से अपवर्तन के नियमों को सिद्ध करने में हमारी सहायता कर सकता है।

सतह पर तरंगाग्र BC आपतित को ध्यान में रखते हुए, हम यह मूल्यांकन करते हैं कि आपतित किरण का वेग V_1 है और अपवर्तित किरण AD का वेग V_2 है।

चूंकि ह्यूजेंस का सिद्धांत कहता है कि घनत्व में अंतर के बावजूद, तरंगों द्वारा यात्रा करने में लगने वाला समय समान होगा, मान लें कि लिया गया समय t है।

अतः दूरी BC = V_1t और AD = V_2t।

त्रिभुज ABC और ADC को ध्यान में रखते हुए, हम प्राप्त करते हैं:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{BC}{AC} \div \frac{AD}{AC}$$

$$= \frac{BC}{AD}$$

$$= \frac{V_1 t}{V_2 t}$$

$$= \frac{V_1}{V_2}$$

$$= \mu$$

यहाँ, μ एक अचर है। यह उस माध्यम के अपवर्तनांक का प्रतिनिधित्व करता है जिसके माध्यम से प्रकाश किरणें यात्रा कर रही हैं। एक और गहन अवलोकन यह है कि आपतित और अपवर्तित तरंगाग्र अभिलंब के समान तल पर स्थित होते हैं। यह अपवर्तन का दूसरा नियम सिद्ध करता है।

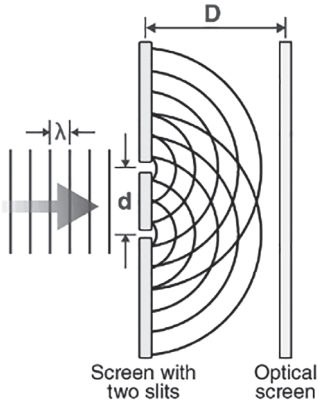
अपवर्तनांक की गणना निर्वात या वायु में प्रकाश के वेग के अनुपात से दूसरे माध्यम में प्रकाश के वेग के अनुपात के रूप में भी की जाती है।

इसलिए, स्नेल के अपवर्तन के नियम को हायगेन्स के सिद्धांत के आवेदन के माध्यम से सिद्ध किया गया है। इससे अपवर्तन का प्रथम नियम सिद्ध होता है।

14) Explain the principle of Young's double slit experiment for Young's interference and derive the formula for the width of the interference fringes.

यंग के व्यतिकरण के लिए यंग के द्वी- छिद्र प्रयोग का सिद्धांत समझाए तथा व्यतिकरण फ्रिन्जो की चौड़ाई के लिए सूत्र प्राप्त कीजिये।

Ans- Young's double-slit experiment uses two coherent sources of light placed at a small distance apart. Usually, only a few orders of magnitude greater than the wavelength of light are used. Young's double-slit experiment helped in understanding the wave theory of light, which is explained with the help of a diagram.



Derivation of Young's Double Slit Experiment-

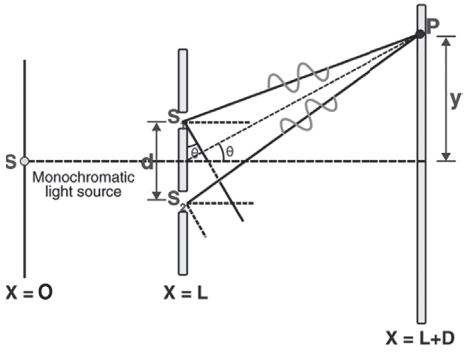
Consider a monochromatic light source 's' kept at a considerable distance from two slits s_1 and s_2. s is equidistant from s_1 and s_2. s_1 and s_2 behave as two coherent sources as both are derived from s.

The light passes through these slits and falls on a screen which is at a distance 'D' from the position of slits s_1 and s_2. 'd' is the separation between two slits.

If s_1 is open and s_2 is closed, the screen opposite to s_1 is closed, and only the screen opposite to s_2 is illuminated.

jharkhandlab.com

The interference patterns appear only when both slits s_1 and s_2 are open.



When the slit separation (d) and the screen distance (D) are kept unchanged, the light waves from s_1 and s_2 must travel different distances to reach P. This means that in Young's double slit experiment, the path difference between the two light waves is from s_1 and s_2.

In Young's double slit experiment

D >> d : Since D >> d, the two light rays are considered parallel.

d/λ >>1 : Often, d is a fraction of a millimeter, and λ is a fraction of a micrometer for visible light.

Under these conditions, θ is small. Thus, we can use the approximation $\sin\theta = \tan\theta \approx \theta = \lambda/d$.

$\therefore$ path difference, $\Delta z = \lambda/d$

It is the path difference between two waves meeting at a point on the screen. Because of this path difference in Young's double-slit experiment, some points on the screen are bright, and some points are dark.

We now discuss the position of these light, dark fringes and fringe widths.

Position of fringes in Young's double slit experiment

bright edge position

To form the maximum intensity or bright fringe at P

path difference, $\Delta z = n\lambda$ (n = 0, ±1, ±2,...)

i.e., $x\, d/D = n\lambda$

either

$x = n\lambda D/d$

The distance of the n^{th} bright fringe from the center is

$x_n = n\lambda D/d$

Similarly, the distance of $(n-1)^{th}$ bright fringe from the center is

$x_{(n-1)} = (n-1)\,\lambda\, D/d$

Fringe width, $\beta = x_n - x_{(n-1)} = n\lambda D/d - (n-1)\lambda D/d = \lambda D/d$

(n = 0, ±1, ±2,...)

dark fringe position

For the minimum intensity or dark fringe formed at P,

Path difference, $\Delta z = (2n+1)(\lambda/2)$ (n = 0, ±1, ±2,...)

i.e., $x = (2n+1)\lambda D/2d$

The distance of the n^{th} dark fringe from the center is

$x_n = (2n+1)\lambda D/2d$

Similarly, the distance of $(n-1)^{th}$ bright fringe from the center is

$x(n-1)=(2(n-1)+1)\lambda D/2d$

Fringe width, $\beta = x_n - x_{(n-1)} = (2n+1)\lambda D/2d - (2(n-1)+1)\lambda D/2d = \lambda D/d$

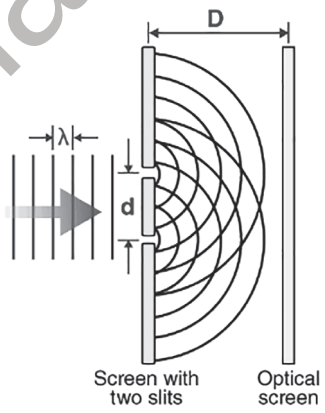
(n = 0, ±1, ±2,...)

fringe width

The distance between two adjacent bright (or dark) fringes is called the fringe width.

$\beta = \lambda D/d$

उत्तर - यंग का डबल-स्लिट प्रयोग थोड़ी दूरी पर रखे प्रकाश के दो सुसंगत स्रोतों का उपयोग करता है। आम तौर पर, प्रकाश की तरंग दैर्ध्य से अधिक परिमाण के केवल कुछ क्रमों का उपयोग किया जाता है। यंग के डबल-स्लिट प्रयोग ने प्रकाश के तरंग सिद्धांत को समझने में मदद की, जिसे आरेख की सहायता से समझाया गया है।

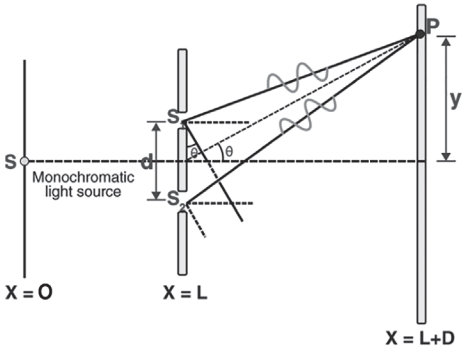


यंग के डबल स्लिट प्रयोग की व्युत्पत्ति-

दो स्लिटोंs_1 और s_2 से काफी दूरी पर रखे एकवर्णी प्रकाश स्रोत 's' पर विचार करें। s, s_1 और s_2 से समदूरस्थ है। s_1 और s_2 दो सुसंगत स्रोतों के रूप में व्यवहार करते हैं क्योंकि दोनों ही s से व्युत्पन्न हैं।

प्रकाश इन स्लिट्स से होकर गुजरता है और एक स्क्रीन पर गिरता है जो स्लिट्स s_1 और s_2 की स्थिति से 'D' की दूरी पर है। 'd' दो स्लिट्स के बीच की दूरी है।

यदि s_1 खुला है और s_2 बंद है, तो s_1 के विपरीत स्क्रीन बंद है, और केवल s_2 के विपरीत स्क्रीन प्रकाशित है। व्यतिकरण प्रतिरूप तभी प्रकट होता है जब दोनों रेखाछिद्र s_1 और s_2 खुले हों।



जब स्लिट अलगाव (d) और स्क्रीन दूरी (D) को अपरिवर्तित रखा जाता है, तो P तक पहुंचने के लिए s1 और s2 से प्रकाश तरंगों को अलग-अलग दूरी तय करनी चाहिए। इसका तात्पर्य है कि यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में s1 और s2 से दो प्रकाश तरंगों के बीच पथांतर है।

jharkhandlab.com

यंग के डबल स्लिट प्रयोग में

D > > d: चूंकि D > > d, दो प्रकाश किरणों को समानांतर माना जाता है।

d/λ >> 1: अक्सर, d एक मिलीमीटर का अंश होता है, और λदृश्य प्रकाश के लिए माइक्रोमीटर का एक अंश होता है।

इन शर्तों के तहत, θ छोटा है। इस प्रकार, हम सन्निकटन $\sin\theta = \tan\theta \approx \theta = \lambda/d$ का उपयोग कर सकते हैं।

∴ पथांतर, $\Delta z = \lambda/d$

यह स्क्रीन पर किसी बिंदु पर मिलने वाली दो तरंगों के बीच का पथांतर है। यंग के डबल-स्लिट प्रयोग में इस पथ अंतर के कारण, स्क्रीन पर कुछ बिंदु चमकीले होते हैं, और कुछ बिंदु गहरे रंग के होते हैं।

अब हम इन प्रकाश, अदीप्त फ्रिजों और फ्रिंज चौड़ाई की स्थिति पर चर्चा करेंगे।

यंग के डबल स्लिट प्रयोग में फ्रिंजों की स्थिति चमकीले किनारों की स्थिति P पर अधिकतम तीव्रता या दीप्त फ्रिन्ज बनने के लिए पथ अंतर, $\Delta z = n\lambda$ (n = 0, ±1, ±2,...)

यानी, $xd/D = n\lambda$

या

$x = n\lambda D/d$

केंद्र से nवें दीप्त फ्रिन्ज की दूरी है

$x_n = n\lambda D/d$

इसी प्रकार केंद्र से (n-1)वें दीप्त फ्रिन्ज की दूरी है

$x(n-1) = (n-1)\lambda D/d$

फ्रिंज चौड़ाई, $\beta = xn - x(n-1) = n\lambda D/d - (n-1)\lambda D/d = \lambda D/d$

(n = 0, ±1, ±2,...)

डार्क फ्रिंज की स्थिति

P पर बनने वाली न्यूनतम तीव्रता या अदीप्त फ्रिंज के लिए,

पथ अंतर, $\Delta z = (2n+1)(\lambda/2)$ (n = 0, ±1, ±2,...)

यानी, $x = (2n+1)\lambda D/2d$

केंद्र से nवें अदीप्त फ्रिज की दूरी है

$x_n = (2n+1)\lambda D/2d$

इसी प्रकार केंद्र से (n-1)वें दीप्त फ्रिन्ज की दूरी है

$X(n-1) = (2(n-1)+1)\lambda D/2d$

फ्रिंज चौड़ाई, $\beta = xn - x(n-1) = (2n+1)\lambda D/2d - (2(n-1)+1)\lambda D/2d = \lambda D/d$

(n = 0, ±1, ±2,...)

फ्रिंज चौड़ाई

दो आसन्न दीप्त (अथवा अदीप्त) फ्रिजों के बीच की दूरी को फ्रिंज चौड़ाई कहते हैं।

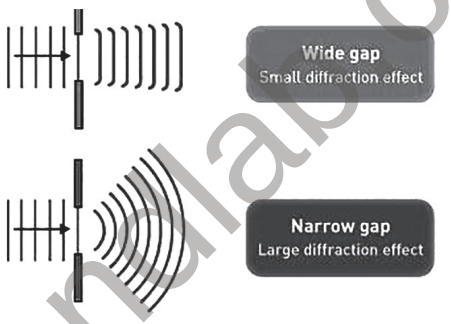
$\beta = \lambda D/d$

15) What is meant by diffraction of light? Explain diffraction by a narrow slit. Explain the formation of fringe-patterns on the screen and draw a graph to show the variation of fringe intensity with angle θ.

प्रकाश के विवर्तण से क्या तात्पर्य है ? एक संकीर्ण रेखा -छिद्र द्वारा विवर्तन की व्याख्या कीजिये , पर्दे पर फ्रिन्ज - प्रारूप का बनना समझाइये तथा कोण θ के साथ फ्रिंज की तीव्रता में परिवर्तन को प्रदर्शित करने के लिये ग्राफ खींचिये ।

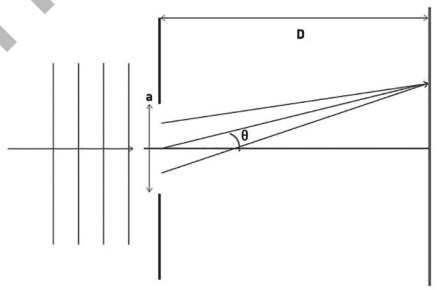
Ans- Diffraction of light is defined as the bending of light around corners as it spreads and illuminates areas where shadows are expected.

In a single-slit diffraction experiment, we can observe the phenomenon of bending of light or diffraction which causes light from a coherent source to interfere with itself and produce a characteristic pattern on the screen called the diffraction pattern . Diffraction is apparent when sources are so small that they are relatively the size of a wavelength of light. We can see this effect in the picture below. For large slits, the dispersion is small and generally not noticeable.



Single Slit Diffraction Formula

We shall assume the slit width a << D. D is the separation between slit and source.



We will identify the angular position of any point on the screen by θ measured from the slit center which divides the slit by a/2 length. To describe the pattern, we'll first look at the position of the dark fringe. Furthermore, we divide the slit into regions of equal width a/2.

The path difference represented by the top two rays shown is:

We can consider any number of ray pairs starting at a distance a/2 from each other like the two rays in the diagram below.

For a dark fringe, path difference must cause destructive interference; The path difference should be out of phase by λ/2. (λ is the wavelength)

for the first edge,

For a ray emerging from any point in the slit, there exists another ray at a distance of a/2 that can cause destructive interference.

Thus, destructive interference occurs at $\theta = \sin^{-1}\lambda/a$ because any ray emanating from a point has a pattern that causes destructive interference. Hence a dark fringe is obtained.

For the next fringe, we can divide the slit into 4 equal parts of a/4 and apply the same logic. Thus, for the second minimum:

Similarly, for the n^{th} fringe, we can divide the slit into 2n parts and use this condition as:

$n\lambda = a \sin\theta$

central maximum

The minima lies between the width of the minimum

Jharkhandlab.com

and the central maximum, the distance between the first order minima from the center of the screen on either side of the center.

The position of the minimum given by y (measured from the center of the screen) is:

$\tan\theta \approx \theta \approx y/d$

for small θ,

$\sin\theta \approx \theta$

$\Rightarrow \lambda = a \sin\theta \approx a\theta$

$\Rightarrow \theta = y/D = \lambda/a$

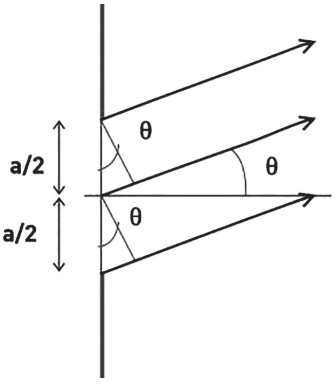
$\Rightarrow y = \lambda D/a$

The width of the central maximum is only twice this value.

$\Rightarrow$ width of central maximum $= 2\lambda D/a$

$\Rightarrow$ Angular width of central maximum $= 2\theta = 2\lambda/a$

The diffraction pattern and intensity graph is shown below.



The path difference represented by the top two rays shown is:

$$\triangle L = \frac{a}{2}\sin\theta$$

We can consider any number of ray pairs starting at a distance a/2 from each other like the two rays in the diagram below.

For a dark fringe, path difference must cause destructive interference; The path difference should be out of phase by $\lambda/2$. (λ is the wavelength) for the first fringe,

$$\triangle L = \frac{\lambda}{2} = \frac{a}{2}\sin\theta$$

$$\lambda = a\sin\theta$$

For a ray emerging from any point in the slit, there exists another ray at a distance of a/2 that can cause destructive interference.

Thus, destructive interference occurs at $\theta = \sin^{-1}\lambda/a$ because any ray emanating from a point has a pattern that causes destructive interference. Hence a dark fringe is obtained.

For the next fringe, we can divide the slit into 4 equal parts of a/4 and apply the same logic. Thus, for the second minimum:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{a}{4}\sin\theta$$

$$2\lambda = a\sin\theta$$

Similarly, for the nth fringe, we can divide the slit into 2n parts and use this condition as:

$n\lambda = a \sin\theta$

central maximum

The minima lie between the width of the minimum and the central maximum, the distance between the first order minima from the center of the screen on either side of the center.

The position of the minimum given by y (measured from the center of the screen) is:

$\tan\theta \approx \theta \approx y/d$

for small θ,

$\sin\theta \approx \theta$

$\Rightarrow \lambda = a \sin\theta \approx a\theta$

$\Rightarrow \theta = y/D = \lambda/a$

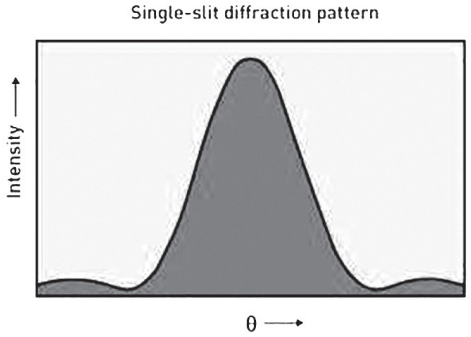
$\Rightarrow y = \lambda D/a$

The width of the central maximum is only twice this value.

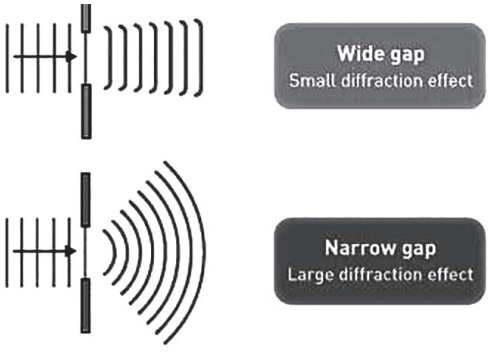
$\Rightarrow$ width of central maximum $= 2\lambda D/a$

$\Rightarrow$ Angular width of central maximum $= 2\theta = 2\lambda/a$

The diffraction pattern and intensity graph is shown below.



उत्तर - प्रकाश के विवर्तन को कोनों के चारों ओर प्रकाश के मोड़ के रूप में परिभाषित किया जाता है जैसे कि यह फैलता है और उन क्षेत्रों को प्रकाशित करता है जहां छाया की उम्मीद होती है।एकल-स्लिट विवर्तन प्रयोग में, हम प्रकाश या विवर्तन की झुकने की घटना का निरीक्षण कर सकते हैं जो एक सुसंगत स्रोत से प्रकाश को स्वयं में हस्तक्षेप करने का कारण बनता है और स्क्रीन पर एक विशिष्ट पैटर्न उत्पन्न करता है जिसे विवर्तन पैटर्न कहा जाता है। विवर्तन तब स्पष्ट होता है जब स्रोत इतने छोटे होते हैं कि वे अपेक्षाकृत प्रकाश की तरंग दैर्ध्य के आकार के होते हैं। हम इस प्रभाव को नीचे चित्र में देख सकते हैं। बड़े स्लिट्स के लिए, फैलाव छोटा होता है और आम तौर पर ध्यान देने योग्य नहीं होता है।

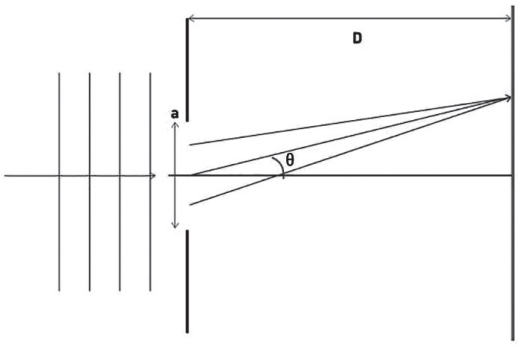


सिंगल स्लिट डिफ्रैक्शन फॉर्मूला

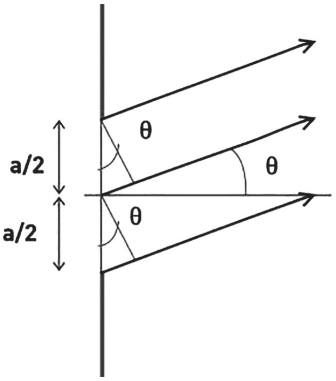
हम मान लेंगे कि स्लिट की चौड़ाई a « D है। D स्लिट और

Jharkhandlab.com

स्रोत के बीच की दूरी है।



हम स्क्रीन पर किसी भी बिंदु की कोणीय स्थिति की पहचान स्लिट केंद्र से मापे गए θ द्वारा करेंगे जो स्लिट को a/2 लंबाई से विभाजित करता है। पैटर्न का वर्णन करने के लिए, हम पहले डार्क फ्रिंज की स्थिति देखेंगे। इसके अलावा, हम झिरी को समान चौड़ाई वाले क्षेत्रों में विभाजित करते हैं a/2



दिखाई गई शीर्ष दो किरणों द्वारा प्रदर्शित पथांतर है:

$$\triangle L = \frac{a}{2}\sin\theta$$

हम किसी भी संख्या में किरण युग्मों पर विचार कर सकते हैं जो एक दूसरे से a/2 की दूरी से शुरू होती हैं जैसे आरेख में नीचे की दो किरणें।

एक अदीप्त फ्रिंज के लिए, पथान्तर विनाशी व्यतिकरण का कारण होना चाहिए; पथ अंतर $\lambda/2$ द्वारा चरण से बाहर होना चाहिए। (λ तरंग दैर्ध्य है)

पहले फ्रिंज के लिए,

$$\triangle L = \frac{\lambda}{2} = \frac{a}{2}\sin\theta$$

$$\lambda = a\sin\theta$$

रेखाछिद्र में किसी भी बिंदु से निकलने वाली किरण के लिए, a/2 की दूरी पर एक और किरण मौजूद होती है जो विनाशकारी हस्तक्षेप का कारण बन सकती है।

इस प्रकार, $\theta = \sin^{-1}\lambda/a$ पर विनाशी व्यतिकरण होता है क्योंकि एक बिंदु से निकलने वाली किसी भी किरण का एक प्रतिरूप होता है जो विनाशी व्यतिकरण का कारण बनता है। अतः एक अदीप्त फ्रिंज प्राप्त होती है।

अगले फ्रिंज के लिए, हम झिरी को a/4 के 4 बराबर भागों में विभाजित कर सकते हैं और समान तर्क लागू कर सकते हैं। इस प्रकार, दूसरी न्यूनतम के लिए:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{a}{4}\sin\theta$$

$$2\lambda = a\sin\theta$$

इसी प्रकार, nवें फ्रिंज के लिए, हम झिरी को 2n भागों में विभाजित कर सकते हैं और इस स्थिति का उपयोग इस प्रकार कर सकते हैं:

$n\lambda = a\sin\theta$

केंद्रीय अधिकतम

मिनिमा न्यूनतम और केंद्रीय अधिकतम की चौड़ाई के बीच स्थित है, केंद्र के दोनों किनारों पर स्क्रीन के केंद्र से पहली ऑर्डर मिनीमा के बीच की दूरी है।

y द्वारा दी गई निम्निष्ठ की स्थिति (स्क्रीन के केंद्र से मापी गई) है:

$\tan\theta \approx \theta \approx y/d$

छोटे θ के लिए,

$\sin\theta \approx \theta$

$\Rightarrow \lambda = a\sin\theta \approx a\theta$

$\Rightarrow \theta = y/D = \lambda/a$

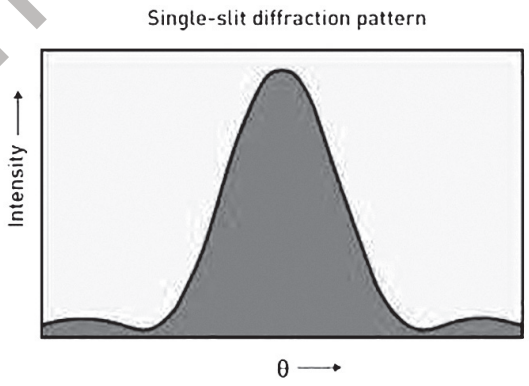
$\Rightarrow y = \lambda D/a$

केंद्रीय अधिकतम की चौड़ाई इस मान से केवल दोगुनी है

$\Rightarrow$ केंद्रीय अधिकतम की चौड़ाई = $2\lambda D/a$

$\Rightarrow$ केंद्रीय अधिकतम की कोणीय चौड़ाई = $2\theta = 2\lambda/a$

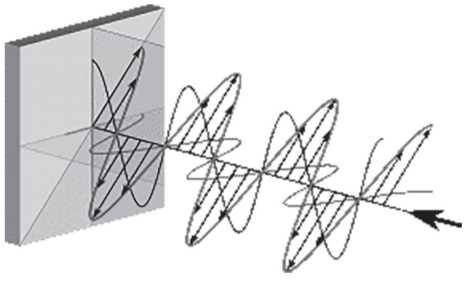
विवर्तन पैटर्न और तीव्रता ग्राफ नीचे दिखाया गया है।



16) What do you understand by polarization of light? How does this prove the transverse nature of light waves? Explain.

प्रकाश के ध्रुवण से क्या समझते हैं ? इससे प्रकाश- तरंगो की अनुप्रस्थ प्रकृति कैसे प्रमाणित होती है ? समझाइये ।

Ans- light waves that vibrate in more than one plane are referred to as unpolarized light such as the light emitted by the sun, a lamp, or candle flame is unpolarized light. Such light waves consist of an electromagnetic wave that vibrates in a variety of directions. However, it is possible to transform unpolarized light into polarized light.



Polarized light waves are the waves in which the vibrations occur in a single plane. The process of transforming unpolarized light into polarized light is

Jharkhandlab.com

known as polarization.

The phenomenon of restricting the vibration of light (electric field) in a particular direction (plane), perpendicular to the direction of wave motion is called polarization of light.

The polarization of transverse waves.

Let a rope AB be passed through two parallel vertical slits S_1 and S_2 placed close to each other. The rope is fixed at the end B. If the free end A of the rope is moved up and down perpendicular to its length, transverse waves are generated with vibrations parallel to the slit. These waves pass through both S_1 and S_2 without any change in their amplitude. But if S_2 is made horizontal, the two slits are perpendicular to each other. Now, no vibrations will pass through S_2 and the amplitude of vibrations will become zero. i.e the portion S_2B is without wave motion as shown in the figure.

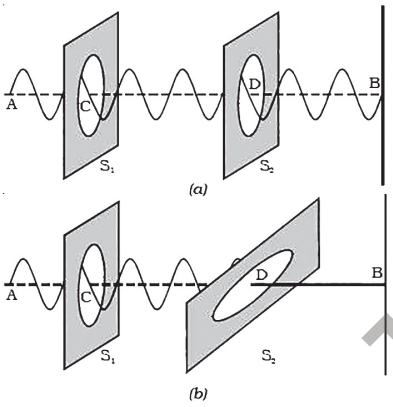


Fig: Polarization of transverse waves

On the other hand, if longitudinal waves are generated in the rope by moving the rope along forward and backward, the vibrations will pass through S_1 and S_2 irrespective of their positions.

This implies that the orientation of the slits has no effect on the propagation of the longitudinal waves, but the propagation of the transverse waves is affected if the slits are not parallel to each other.

A similar phenomenon has been observed in light when light passes through a tourmaline crystal.

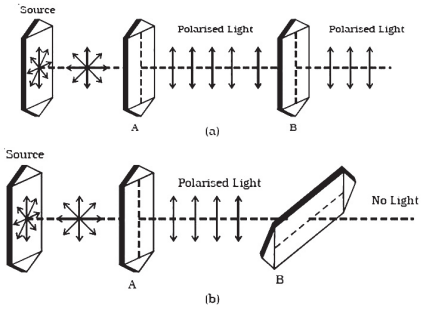


Fig: Polarization of transverse waves

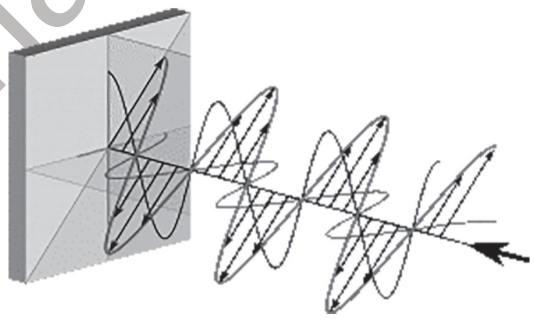
Light from the source is allowed to fall on a tourmaline crystal which is cut parallel to its optic axis (Figure: a).

The emergent light will be slightly coloured due to the natural color of the crystal. When the crystal A is rotated, there is no change in the intensity of the emergent light. Place another crystal B parallel to A in the path of the light. When both the crystals are rotated together so that their axes are parallel, the intensity of light coming out of B does not change. When the crystal B alone is rotated, the intensity of the emergent light from B gradually decreases. When the axis of B is at right angles to the axis of A, no light emerges from B (Figure: b).

If the crystal B is further rotated, the intensity of the light coming out of B gradually increases and is maximum again when their axis is parallel.

Comparing these observations with the mechanical analogue discussed earlier, it is concluded that the light waves are transverse in nature.

उत्तर - एक प्रकाश तरंग जो एक से अधिक तलों में कंपन करती है, उसे अध्रुवीकृत प्रकाश कहा जाता है जैसे कि सूर्य द्वारा उत्सर्जित प्रकाश, एक दीपक, या मोमबत्ती की लौ अध्रुवीकृत प्रकाश है। ऐसी प्रकाश तरंगों में एक विद्युत चुम्बकीय तरंग होती है जो विभिन्न दिशाओं में कंपन करती है। हालांकि, अध्रुवीकृत प्रकाश को ध्रुवीकृत प्रकाश में बदलना संभव है।



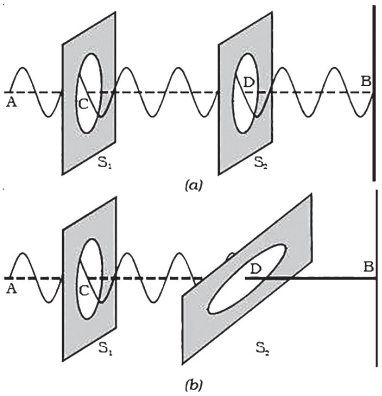
ध्रुवीकृत प्रकाश तरंगें वे तरंगें होती हैं जिनमें कंपन एक ही तल में होता है। अध्रुवित प्रकाश को ध्रुवीकृत प्रकाश में बदलने की प्रक्रिया को ध्रुवीकरण के रूप में जाना जाता है।

प्रकाश के कंपन (विद्युत क्षेत्र) को एक विशेष दिशा (तल) में तरंग गति की दिशा के लम्बवत् सीमित करने की घटना को प्रकाश का ध्रुवीकरण कहा जाता है।

अनुप्रस्थ तरंगों का ध्रुवीकरण।

एक रस्सी AB को दो समांतर ऊर्ध्वाधर स्लिट्स S_1 और S_2 के माध्यम से एक दूसरे के करीब रखा जाता है। रस्सी अंत B पर तय की गई है। यदि रस्सी के मुक्त सिरे A को उसकी लंबाई के लंबवत ऊपर और नीचे ले जाया जाता है, तो स्लिट के समानांतर कंपन के साथ अनुप्रस्थ तरंगें उत्पन्न होती हैं। ये तरंगें अपने आयाम में बिना किसी बदलाव के S_1 और S_2 दोनों से होकर गुजरती हैं। लेकिन अगर S_2 को क्षैतिज बनाया जाता है, तो दो स्लिट एक दूसरे के लंबवत होते हैं। अब, कोई भी कंपन S_2 से नहीं गुजरेगा और कंपन का आयाम शून्य हो जाएगा। i.e S_2B बिना तरंग गति के है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।

Jharkhandlab.com

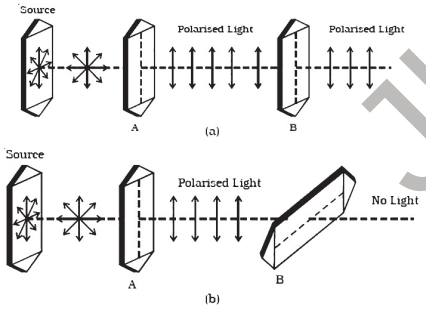


चित्र: अनुप्रस्थ तरंगों का ध्रुवीकरण

दूसरी ओर, यदि रस्सी को आगे और पीछे ले जाकर रस्सी में अनुदैर्ध्य तरंगें उत्पन्न की जाती हैं, तो कंपन उनकी स्थिति के बावजूद S_1 और S_2 से होकर गुजरेगा।

इसका तात्पर्य यह है कि स्लिट्स के उन्मुखीकरण का अनुदैर्ध्य तरंगों के प्रसार पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है, लेकिन स्लिट्स एक दूसरे के समानांतर नहीं होने पर अनुप्रस्थ तरंगों का प्रसार प्रभावित होता है।

इसी तरह की घटना प्रकाश में देखी गई है जब प्रकाश टूमलाइन क्रिस्टल से होकर गुजरता है।



चित्र: अनुप्रस्थ तरंगों का ध्रुवीकरण

स्रोत से प्रकाश को एक टूमलाइन क्रिस्टल पर गिरने दिया जाता है जो इसके ऑप्टिक अक्ष के समानांतर कट जाता है (चित्र: a)।

क्रिस्टल के प्राकृतिक रंग के कारण उभरती हुई रोशनी थोड़ी रंगीन होगी। जब क्रिस्टल A को घुमाया जाता है, तो निर्गत प्रकाश की तीव्रता में कोई परिवर्तन नहीं होता है। प्रकाश के पथ में A के समानांतर एक और क्रिस्टल B रखें। जब दोनों क्रिस्टलों को एक साथ इस प्रकार घुमाया जाता है कि उनके अक्ष समानान्तर हों, तो B से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता में कोई परिवर्तन नहीं होता। जब अकेले क्रिस्टल B को घुमाया जाता है, तो B से निर्गत प्रकाश की तीव्रता धीरे-धीरे कम हो जाती है। जब B की धुरी A की धुरी के समकोण पर होती है, तो B से कोई प्रकाश नहीं निकलता है (चित्र: b)।

यदि क्रिस्टल B को और घुमाया जाता है, तो B से निकलने वाले प्रकाश की तीव्रता धीरे-धीरे बढ़ती है और फिर से अधिकतम होती है जब उनकी धुरी समानांतर होती है।

इन प्रेक्षणों की तुलना पहले चर्चित यांत्रिक अनुरूप से करने पर यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रकाश तरंगें अनुप्रस्थ प्रकृति की होती हैं।

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 11 DUAL NATURE OF RADIATION AND MATTER
विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति

Objective Questions/ वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1) **When light is incident on the surface of a metal, the phenomenon of emission of electrons from the surface is called-**

(a) Photoelectric emission.
(b) Photometry.
(c) Photosynthesis.
(d) photography.

जब प्रकाश किसी धातु की सतह पर आपतित होता है तो सतह से इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की घटना कहलाती है-

(a) प्रकाश विद्युत उत्सर्जन। (b) फोटोमेट्री।
(c) प्रकाश संश्लेषण। (d) फोटोग्राफी।

Ans- (a)

2) **Photoelectric emission from a surface starts only when the incident light on the surface has a certain-**

(a) minimum frequency (b) minimum speed
(c) minimum intensity (d) minimum wavelength

किसी सतह से प्रकाश विद्युत उत्सर्जन तभी प्रारंभ होता है जबकि पृष्ठ आपतित प्रकाश की होती है एक निश्चित --

(a) न्यूनतम आवृत्ति (b) न्यूनतम चाल
(c) न्यूनतम तीव्रता (d) न्यूनतम तरंग दैर्ध्य

Ans- (a)

3) **In photoelectric , the threshold frequency of light is that at which-**

(a) Only photo electrons are emitted.
(b) The velocity of the photoelectron is important.
(c) The rate of emission of photoelectrons is minimum.
(d) none of these.

प्रकाश विद्युत् में आपत्ति प्रकाश की देहली आवृत्ति वह है जिसपर-

(a) फोटो इलेक्ट्रॉन मात्र उत्सर्जित होते हैं।
(b) फोटो इलेक्ट्रॉन का वेग महत्त्व होता है।
(c) फोटो इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की दर न्यूनतम होती है।
(d) इनमें से कोई नहीं।

Ans- (a)

4) **Which of the following metals has minimum work function -**

(a) Iron (b) Copper
(c) Barium (d) Sodium.

निम्नलिखित में से किस धातु का न्यूनतम कार्य फलन है -

(a) आयरन (b) कॉपर
(c) बेरियम (d) सोडियम।

Ans- (d)

5) **The work function of a metal surface is 2.1 electron volts. The maximum kinetic energy of the photo-electron emitted from it is 0.1 electron volts. The energy of the incident photon is-**

(a) 21eV (b) 0.9eV
(c) 2.2eV (d) 2.0eV

एक धातु पृष्ठ का कार्य फलन 2.1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट है।इससे उत्सर्जित फोटो- इलेक्ट्रॉन की महत्तम गतिज ऊर्जा 0.1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट है।आपतित फोटॉन की ऊर्जा है-

(a) 21eV (b) 0.9eV
(c) 2.2eV (d) 2.0eV

Ans- (c)

6) **Energy of photon is-**

(a) $h\nu$ (b) $h\nu/c^2$
(c) $h\nu/c^2$ (d) $h\nu/c^2$

फोटॉन की ऊर्जा है-

(a) $h\nu$ (b) $h\nu/c^2$
(c) $h\nu/c^2$ (d) $h\nu/c^2$

Ans- (a)

7) **Which of the following represents the momentum of the photon -**

(a) $h\nu$ (b) $h\nu/c^2$
(c) h/λ (d) hc/λ

निम्न में से कौन सा फोटोन के संवेग को व्यक्त करता है-

(a) $h\nu$ (b) $h\nu/c^2$
(c) h/λ (d) hc/λ

Ans- (c)

8) **The dimension of Planck's constant is -**

(a) force x time
(b) force x distance
(c) force x distance x time
(d) force x distance/time

प्लांक नियतांक की विमा है -

(a) बल x समय (b) बल x दूरी
(c) बल x दूरी x समय (d) बल x दूरी /समय

Ans- (c)

9) **If the frequency of incident light is doubled in the experiment of photoelectric effect, then the stopping potential will become -**

(a) twice (b) half
(c) less than twice (d) more than twice

यदि प्रकाश विद्युत प्रभाव के प्रयोग में आपतित प्रकाश की आवृत्ति दुगनी कर दी जाए तो निरोधी विभव हो जाएगा -

(a) दुगना (b) आधा
(c) दुगने से कम (d) दुगने से अधिक

Ans- (d)

Jharkhandlab.com

10) The ratio of de-Broglie wavelength associated with two electrons accelerated 25V and 36V is-

(a) 25/36 (b) 36/25

(c) 5/6 (d) 6/5

25V और 36V त्वरित दो इलेक्ट्रॉनों से जुड़े डी-ब्रॉग्ली तरंग दैर्ध्य का अनुपात है-

(a) 25/36 (b) 36/25

(c) 5/6 (d) 6/5

Ans- (d)

11) The photocurrent generated is in the order of -

(a) ampere (b) milliampere

(c) microampere (d) none of the above.

उत्पन्न प्रकाशिक धारा किस क्रम में होती है -

(a) एम्पीयर (b) मिलीएम्पियर

(c) माइक्रोएम्पीयर (d) उपरोक्त में से कोई नहीं।

Ans- (c)

Subjective Questions/विषयनिष्ठ प्रश्न

1) What is the phenomenon of emission of electrons from the surface of a metal on illumination called?

किसी धातु के पृष्ठ पर प्रकाश डालने पर उस पृष्ठ में से इलेक्ट्रॉनों उत्सर्जित होने की घटना को क्या कहते हैं ?

Ans- Photoelectric Effect

उत्तर - प्रकाश विद्युत् प्रभाव

2) What is the rest mass of a photon?

फोटोन का विराम द्रव्यमान क्या होता है ?

Ans- zero

3) Two particles have equal momenta. What is the ratio of their de-Broglie wavelengths?

दो कणों का संवेग बराबर होता है। उनके डी-ब्रॉग्ली तरंग दैर्ध्य का अनुपात क्या है?

Ans- $P_1 = P_2$

ratio $\lambda_1 : \lambda_2 = 1:1$

4) Write Einstein's photo-electric equation.

आइंस्टीन का प्रकाश - विद्युत् समीकरण लिखें।

Ans- $\frac{1}{2}mv^2_{max} = h(\nu - \nu_0)$

5) Describe the laws of photoelectric effect?

फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव के नियमों का वर्णन करें?

Ans- The laws of photoelectric effects are as below:

1. Given metal and frequency of incident radiation, the number of photoelectrons ejected per second is directly proportional to the intensity of the incident light.
2. With a given metal, there exists some certain minimum frequency of the incident radiation below which no emission of photoelectrons takes place. This frequency is called threshold frequency.
3. With a threshold frequency set, the maximum kinetic energy of the emitted photoelectron is independent of the intensity of the incident light but depends only upon frequency (or wavelength) of the incident light.
4. The photoelectric emission is an instantaneous process. The time lag between the incidence of radiation and emissions of photo electrons is very small, less than even 10^{-9} seconds.

उत्तर- फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव के नियम इस प्रकार हैं:

1. दी गई धातु और आपतित विकिरण की आवृत्ति, प्रति सेकंड उत्सर्जित फोटोइलेक्ट्रॉनों की संख्या आपतित प्रकाश की तीव्रता के समानुपाती होती है।
2. किसी दिए गए धातु के साथ, आपतित विकिरण की कुछ निश्चित न्यूनतम आवृत्ति मौजूद होती है जिसके नीचे फोटोइलेक्ट्रॉन का कोई उत्सर्जन नहीं होता है। इस आवृत्ति को दहलीज आवृत्ति कहा जाता है।
3. दहलीज आवृत्ति सेट के साथ, उत्सर्जित फोटोइलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा आपतित प्रकाश की तीव्रता से स्वतंत्र होती है, लेकिन केवल आपतित प्रकाश की आवृत्ति (या तरंग दैर्ध्य) पर निर्भर करती है।
4. फोटोइलेक्ट्रिक उत्सर्जन तात्कालिक प्रक्रिया पर है। विकिरणों की घटना और फोटो इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन के बीच का समय अंतराल बहुत छोटा है, यहां तक कि 10^{-9} सेकंड से भी कम।

6) Write and explain Einstein's Equation of the Photoelectric Effect?

फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव के आइंस्टीन के समीकरण को लिखें और समझाएं?

Ans- Einstein explained the photoelectric effect on the basis of Planck's quantum theory, according to which light radiation travels in the form of discrete photons. The energy of photon is $h\nu$,

$E = h\nu$ ...(1)

Where 'h' is Planck's constant, and 'ν' is the frequency of the emitted radiation.

The quantum energy provided by the photons is partially used by the electron to overcome the molecular attraction of the surface.

This energy is constant for a surface, and is denoted by Φ. It is called the work function of a surface and is constant for a given material.

Therefore,

The kinetic energy of a photoelectron = (energy provided by the photon) – (energy used to come out of the surface).

Thus the equation is given, K.E. = $h\nu - \Phi$ ...(2)

This is Einstein's photoelectric equation.

उत्तर - आस्टीन ने प्लैंक के क्वांटम सिद्धांत के आधार पर फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव की व्याख्या की, जिसके अनुसार प्रकाश विकिरण असतत फोटोन के रूप में यात्रा करता है। फोटॉन ऊर्जा $h\nu$ है।

$E = h\nu$ ...(1)

जहाँ 'h' प्लैंक स्थिरांक है, और 'ν' उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति है।

सतह के आणविक आकर्षण को दूर करने के लिए फोटॉनों द्वारा प्रदान की जाने वाली क्वांटम ऊर्जा आंशिक रूप से इलेक्ट्रॉन द्वारा उपयोग की जाती है।

यह ऊर्जा एक सतह के लिए स्थिर है, और इसे Φ द्वारा निरूपित किया जाता है। इसे किसी सतह का कार्य फलन कहा जाता है और यह किसी दिए गए पदार्थ के लिए स्थिर होता है।
अतः एक फोटोइलेक्ट्रॉन की

गतिज ऊर्जा = (फोटॉन द्वारा प्रदान की गई ऊर्जा) - (सतह से बाहर आने के लिए उपयोग की गई ऊर्जा)।

इस प्रकार समीकरण दिया गया है, K.E. = $h\nu - \Phi$ ...(2)

यह आइंस्टीन का फोटोइलेक्ट्रिक समीकरण है।

Jharkhandeb.com

7) Write properties of the Photon.

फोटॉन के गुण लिखिए।

Ans- Properties of the Photon

1. For a photon, all the quantum numbers are zero.
2. A photon does not have any mass, charge and they are not reflected in a magnetic and electric field.
3. The photon moves at the speed of light in empty space.
4. During the interaction of matters with radiation, radiation behaves as it is made up of small particles called photons.
5. Photons are virtual particles. The photon energy is directly proportional to its frequency and inversely proportional to its wavelength.
6. The momentum and energy of the photons are related as given below

E = p.c where
p = magnitude of the momentum
c = speed of light

उत्तर - फोटॉन के गुण

1. एक फोटॉन के लिए, सभी क्वांटम संख्याएँ शून्य होती हैं।
2. एक फोटॉन का कोई द्रव्यमान, आवेश नहीं होता है और वे चुंबकीय और विद्युत क्षेत्र में परिलक्षित नहीं होते हैं।
3. फोटॉन खाली जगह में प्रकाश की गति से चलता है।
4. विकिरण के साथ पदार्थ की परस्पर क्रिया के दौरान, विकिरण व्यवहार करता है जैसे यह छोटे कणों से बना होता है जिन्हें फोटॉन कहा जाता है।
5. फोटोन आभासी कण होते हैं। फोटॉन ऊर्जा इसकी आवृत्ति के सीधे आनुपातिक और इसकी तरंग दैर्ध्य के व्युत्क्रमानुपाती होती हैं।
6. फोटॉनों के संवेग और ऊर्जा का संबंध नीचे दिए गए अनुसार है

E = p. c जहां, **p** = संवेग का परिमाण, **c** = प्रकाश की गति

8) Define threshold frequency (ν_0).

देहली आवृत्ति (ν_0) को परिभाषित करें।

Ans- Threshold frequency (ν_0)

The minimum frequency of incident light or radiation that will produce a photoelectric effect i.e. the extraction of photoelectrons from the surface of a metal is known as the threshold frequency for the metal. It is constant for a specific metal but may be different for different metals.

If ν = frequency of incident photon and ν_0 = threshold frequency, then,

If $\nu < \nu_0$, there will be no ejection of photoelectrons and hence, no photoelectric effect.

If $\nu = \nu_0$, photoelectrons are ejected from the metal surface, in this case, the kinetic energy of the electron is zero.

If $\nu > \nu_0$, then photoelectrons will eject from the surface with kinetic energy

उत्तर - देहली आवृत्ति (ν_0)

यह घटना प्रकाश या विकिरण की न्यूनतम आवृत्ति है जो एक फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव उत्पन्न करेगी यानी धातु की सतह से फोटोइलेक्ट्रॉनों की निकासी धातु के लिए थ्रेसहोल्ड आवृत्ति के रूप में जानी जाती है। यह एक विशिष्ट धातु के लिए स्थिर है लेकिन विभिन्न धातुओं के लिए भिन्न हो सकता है।

यदि ν = आपतित फोटॉन की आवृत्ति और ν_0 = देहली आवृत्ति, तब,

यदि $\nu < \nu_0$, तो फोटोइलेक्ट्रॉन का कोई इजेक्शन नहीं होगा और इसलिए, कोई फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव नहीं होगा।

यदि $\nu = \nu_0$, धातु की सतह से फोटोइलेक्ट्रॉनों को बाहर निकाल दिया जाता है, इस मामले में, इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा शून्य होती है

यदि $\nu > \nu_0$, तो गतिज ऊर्जा के साथ फोटोइलेक्ट्रॉन सतह से बाहर निकलेंगे

9) Define work function or threshold energy (Φ).

कार्य फलन या थ्रेसहोल्ड एनर्जी (Φ) को परिभाषित करें।

Ans- Work Function or Threshold Energy (Φ)

The minimum energy required to emit photoelectrons from a metal is called the work function of that metal.

$\Phi = h\nu_0 = hc/\lambda_{th}$

The work function is a characteristic of a given metal. If E = energy of incident photon, then

- If $E < \Phi$, there will be no photoelectric effect.
- If $E = \Phi$, there will be only a photoelectric effect but the kinetic energy of the emitted photoelectron will be zero.
- If $E > \Phi$, the photoelectric effect will occur with the capture of kinetic energy by the emitted electron.

उत्तर - कार्य फलन या थ्रेसहोल्ड एनर्जी (Φ)

उस न्यूनतम ऊर्जा को जो किसी धातु से प्रकाश इलेक्ट्रान उत्सर्जित करने के लिए आवश्यक है , उस धातु का कार्य फलन कहते हैं।

$\Phi = h\nu_0 = hc/\lambda_{th}$

कार्य फलन किसी दिए गए धातु की विशेषता है। यदि E = आपतित फोटॉन की ऊर्जा, तब

- यदि $E < \Phi$, कोई प्रकाश-विद्युत प्रभाव नहीं होगा।
- यदि $E = \Phi$, केवल प्रकाश विद्युत प्रभाव होगा लेकिन उत्सर्जित फोटोइलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा शून्य होगी
- यदि $E > \Phi$, उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन द्वारा गतिज ऊर्जा के साथ फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव होगा।

10) What are matter waves?

द्रव्य-तरंगे क्या हैं?

Ans- Waves associated with moving particles of matter are called de-Broglie waves or matter waves.

The wavelength **λ** of a matter-wave can be determined by -

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

where ***h*** represents Planck's constant, and p represents the traveling particle's momentum.

उत्तर - पदार्थ के गतिमान कणों से जुड़ी तरंगों को डी-ब्रॉग्ली तरंगें या पदार्थ तरंगें कहा जाता है।

तरंग दैर्ध्य (**λ**) का निर्धारण किया जा सकता है-

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

जहां ***h*** प्लैंक स्थिरांक का प्रतिनिधित्व करता है, और p यात्रा करने वाले कण की गति का प्रतिनिधित्व करता है।

jharkhandiab.com

CHAPTER - 12 ATOMS परमाणु

Objective Questions/ वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. The size of an atom is

a) 10^{-6}m b) 10^{-8}m

c) 10^{-10}m d) 10^{-12}m

परमाणु का आकार होता है

a) 10^{-6}m b) 10^{-8}m

c) 10^{-10}m d) 10^{-12}m

उत्तर- c) 10^{-10}m

2. The force which causes scattering of alpha particles in the Rutherford alpha particle scattering experiment is-

a) Gravitational force b) Coulomb force

c) Magnetic force d) Nucleus force

रदरफोर्ड के अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग में अल्फा कणों के प्रकीर्णन का कारण बनने वाला बल है-

a) गुरुत्वाकर्षण बल b) कूलम्ब बल

c) चुंबकीय बल d) नाभिकिय बल

उत्तर- b) कूलम्ब बल

3. The Dimensional formula of Rydberg constant is

a) $[M^0L^{-1}T^0]$ b) $[M^0L^0T^{-1}]$

c) $[M^0L^1T^{-1}]$ d) $[M^1L^2T^{-1}]$

रिडबर्ग नियतांक का विमीय सूत्र है

a) $[M^0L^{-1}T^0]$ b) $[M^0L^0T^{-1}]$

c) $[M^0L^1T^{-1}]$ d) $[M^1L^2T^{-1}]$

उत्तर- a) $[M^0L^{-1}T^0]$

4. x rays are made of

a) positively charged particles

b) negatively charged particles

c) from neutrons

d) from electromagnetic waves

x किरणें बनी होती हैं

a) धनात्मक आवेशित कण द्वारा

b) नकारात्मक रूप से आवेशित कण द्वारा

c) न्यूट्रॉन से

d) विद्युत चुम्बकीय तरंगों से

उत्तर- d) विद्युत चुम्बकीय तरंगों से

5. Which of the following series in hydrogen spectrum lies in ultraviolet range

a) Lyman b) Balmer

c) Paschen d) Brackett

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में निम्नलिखित में से कौन सी श्रृंखला पराबैंगनी रेंज में है

a) लाइमैन b) बाल्मर

c) पसचेन d) ब्रैकेट

उत्तर- a) लाइमैन

6. The ionization energy of a hydrogen atom is

a) -13.6 eV b) 13.6 eV

c) Infinity d) zero

हाइड्रोजन परमाणु की आयनन ऊर्जा होती है

a) -13.6 eV b) 13.6 eV

c) अनंत d) शून्य

उत्तर- b) 13.6 eV

7. Electron Volt measures

a) Charge b) Potential Energy

c) current d) Energy

इलेक्ट्रॉन वोल्ट मापता है

a) विद्युत् आवेश b) स्थितिज उर्जा

c) विद्युत् धरा d) ऊर्जा

उत्तर- d) ऊर्जा

8. Nucleus of an atom consists of

a) Protons b) Protons and Neutrons

c) Alpha particles d) Protons and Electrons

परमाणु के नाभिक में होते हैं

a) प्रोटान b) प्रोटॉन और न्यूट्रॉन

c) अल्फा कण d) प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन

उत्तर- b) प्रोटॉन और न्यूट्रॉन

9. The unit of Rydberg constant is

a) m^{-1} b) m

c) s^{-1} d) s

रिडबर्ग स्थिरांक की इकाई है

a) m^{-1} b) m

c) s^{-1} d) s

उत्तर- a) m^{-1}

10. The atomic number and mass number of a sample of atoms are A and Z respectively. The number of neutrons in its atom will be

Jharkhandlab.com

a) A b) B

c) A+Z d) A-Z

परमाणुओं के एक नमूने की परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या क्रमशः A और Z हैं। इसके परमाणु में न्यूट्रॉनों की संख्या होगी

a) A b) B

c) A+Z d) A-Z

उत्तर- d) A-Z

Subjective questions/विषयनिष्ठ प्रश्न

1. Which experiment proves the existence of a nucleus.

Ans- Rutherford scattering Experiment

1. किस प्रयोग से नाभिक का अस्तित्व सिद्ध होता है।

उत्तर- रदरफोर्ड प्रकीर्णन प्रयोग

2. The mass of a neutron is almost equal to the mass of?

Ans– Proton

2. न्यूट्रॉन का द्रव्यमान लगभग किसके द्रव्यमान के बराबर होता है?

उत्तर- प्रोटोन

3. Hydrogen atoms consist of which particles?

Ans- A proton and an Electron

3. हाइड्रोजन परमाणु किन कणों से मिलकर बना होता है?

उत्तर- एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन

4. Which forces act between a proton and an electron inside an atom?

Ans- Gravitational and Coulomb force

4. परमाणु के अंदर प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन के बीच कौन-सा बल कार्य करता है?

उत्तर- गुरुत्वाकर्षण बल तथा कूलॉम बल

5. A difference of 2.3 eV separates two energy levels in an atom. What is the frequency of radiation emitted when the atom makes a transition from the upper to the lower level?

Ans- It is given that

Separation of two energy levels

$\Delta E=2.3eV=2.3\times1.6\times10^{-19}J$

$h=6.62\times10^{-34}Js$, ν=frequency of the emitted radiation

$\nu=\Delta E/h=2.3\times1.6\times10^{-19}/6.62\times10^{-34}=5.6\times10^{14}$ Hz.

5. 2.3 eV का अंतर एक परमाणु में दो ऊर्जा स्तरों को अलग करता है। जब परमाणु ऊपरी से निचले स्तर में संक्रमण करता है तो उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति क्या होती है?

उत्तर- दिया है

दो ऊर्जा स्तरों का पृथक्करण

$\Delta E=2.3eV=2.3\times1.6\times10^{-19}J$

$h=6.62\times10^{-34}$ Js, ν=उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति

$\nu=\Delta E/h=2.3\times1.6\times10^{-19}/6.62\times10^{-34}=5.6\times10^{14}$ हर्ट्ज

6. Mention Three limitations of Bohr's Atomic Model

Ans- i) It only explains the spectra of Hydrogen like atoms like He^+, Li^{++}

ii) It considers an electron as a particle but electrons also have wave nature.

iii) It is against the Hesienberg Uncertainty principle.

6. बोर के परमाणु मॉडल की तीन सीमाओं का उल्लेख कीजिए

उत्तर- i) यह केवल हाइड्रोजन जैसे परमाणुओं जैसे He^+, Li^{++} के स्पेक्ट्रा की व्याख्या करता है

ii) यह एक इलेक्ट्रॉन को कण मानता है लेकिन इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति भी होती है।

iii) यह हेसेनबर्ग अनिश्चितता सिद्धांत के खिलाफ है।

7. What do you understand by excitation energy and Ionisation Energy? What measurement unit is commonly used for them?

Ans- Excitation Energy- The amount of energy required by an electron to jump from the ground state to any one of excited states.

Ionisation Energy- the amount of energy given to an electron due to which it comes out completely from the atom.

For both types of energies the measurement unit commonly used is Electron Volt.

7. उत्तेजन ऊर्जा और आयनन ऊर्जा से आप क्या समझते हैं? उनके लिए आमतौर पर किस माप की इकाई का उपयोग किया जाता है?

उत्तर- उत्तेजन ऊर्जा- जमीनी स्थिति से किसी उत्तेजित स्थिति में कूदने के लिए एक इलेक्ट्रॉन द्वारा आवश्यक ऊर्जा की मात्रा

आयनीकरण ऊर्जा- किसी इलेक्ट्रॉन को दी जाने वाली ऊर्जा की वह मात्रा जिसके कारण वह परमाणु से पूरी तरह बाहर निकल आता है।

दोनों प्रकार की ऊर्जाओं के लिए आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाली माप इकाई इलेक्ट्रॉन वोल्ट है।

8. Using the Bohr's Hypothesis derive the de Broglie wavelength of the electrons of a Hydrogen atom.

Ans- According to Bohr's quantum hypothesis
Angular momentum=nh/2π
Therefore mvr=nh/2π
Or, pr=nh/2π (p=mv)
Or, nh=p(2πr)
Or, h/p=2πr/n
We know that de Broglie wavelength $\lambda=h/p$
Therefore $\lambda=2\pi r/n$

8. बोह्र की परिकल्पना का उपयोग करके हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रॉनों की डी ब्रोगली तरंग दैर्ध्य प्राप्त करें।

उत्तर- बोर की क्वांटम परिकल्पना के अनुसार
कोणीय संवेग =nh/2π
इसलिए mvr=nh/2π
या pr=nh/2π(p=mv)
या nh=p(2πr)
या h/p=2πr/n
हम जानते हैं कि डी ब्रोगली तरंग दैर्ध्य $\lambda=h/p$
इसलिए $\lambda=2\pi r/n$

9. Are the electrons in the stationary orbit of an atom at rest? Explain.

Ans- No. The electrons in the stationary orbit of an atom are not at rest. Stationary orbit does not mean that the electrons are a rest but it means that the electrons revolving in an orbit have constant energy.

9. क्या परमाणु की स्थिर कक्षा में इलेक्ट्रॉन स्थिर हैं? समझायें।

उत्तर- नहीं। किसी परमाणु की स्थिर कक्षा में इलेक्ट्रॉन स्थिर अवस्था में नहीं होते हैं। स्थिर कक्षा का अर्थ यह नहीं है कि इलेक्ट्रॉन स्थिर हैं बल्कि इसका अर्थ है कि कक्षा में घूमने वाले इलेक्ट्रॉनों में ऊर्जा नियत होती है।

Jharkhandlab.com

10. Explain Rutherford's α –particle scattering experiment.

Ans- Rutherford studied scattering of α- particle from a thin gold foil.

α- particle is a positively charged particle, with mass almost equal to that of a Helium atom and positive charge equal in magnitude to the charge of two electrons.

When α- particles fall on a thin gold foil then they get scattered.

We have the following observations from this experiment-

1. Most of the α-particles go undeviated.
2. Few of the α- particles get slightly deviated i.e get deviated by small angles.
3. Very few particles, almost one in 10000, get deviated by 90° or more.

We draw following conclusions from above observations-

1. Most parts of an atom are empty therefore most α-particles go undeviated .
2. As positively charged α- particles get deviated by the nucleus so the nucleus is also positively charged.
3. The size of a nucleus is very small compared to an atom.

10. रदरफोर्ड के α-कण प्रकीर्णन प्रयोग की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- रदरफोर्ड ने सोने की पतली पन्नी से α-कण के प्रकीर्णन का अध्ययन किया।

α- कण एक धनात्मक रूप से आवेशित कण है, जिसका द्रव्यमान लगभग एक हीलियम परमाणु के बराबर होता है और धनात्मक आवेश दो इलेक्ट्रॉनों के आवेश के परिमाण के बराबर होता है।

जब α-कण किसी पतली सोने की पन्नी पर गिरते हैं तो वे बिखर जाते हैं।

इस प्रयोग से हमें निम्नलिखित प्रेक्षण प्राप्त हुए हैं

1. अधिकांश α-कण अविचलित रहते हैं।
2. कुछ α-कण थोड़े विचलित हो जाते हैं अर्थात छोटे कोणों से विचलित हो जाते हैं।
3. बहुत कम कण, लगभग 10000 में से एक, 90° या इससे अधिक विचलित हो जाते हैं।

उपरोक्त प्रेक्षणों से हम निम्नलिखित निष्कर्ष निकालते हैं

1. एक परमाणु का अधिकांश भाग खाली होता हैं इसलिए अधिकांश α- कण अविचलित रहते हैं।
2. चूँकि धनात्मक रूप से आवेशित α- कण नाभिक द्वारा विचलित हो जाते हैं इसलिए नाभिक भी धनात्मक रूप से आवेशित होता है।
3. परमाणु की तुलना में नाभिक का आकार बहुत छोटा होता है।

11. Derive the expression for the energy of an orbital electron of Hydrogen using Bohr's principle.

Ans- Centripetal Force on the electron of hydrogen atom due to the proton present in the nucleus

$mv^2/r=e^2/4\pi\varepsilon_0 r^2$.....(i)

according to the Bohr's Principle

$mvr=nh/2\pi$.....(ii)

Kinetic Energy=$mv^2/2=K$.....(iii)

Electrical Potential Energy=- $e^2/4\pi\varepsilon_0 r=V$.....(iv)

Total Energy E=K+V

We can get the expressions for r and v from equations (i) and (ii), and then get K and V from equations (iii) and (iv)

From equation (ii)

r= nh/2πmv

substituting the expression of r in equation (i)

$$mv^2 = \frac{e^2 2\pi mv}{4\pi\varepsilon_o nh}$$

$v=e^2/2\varepsilon_0 nh$.....(v)

putting the expression of v from equation (v) into (ii)

$r=2n^2h^2\ \varepsilon_0/2\pi me^2$.....(vi)

Calculating kinetic and potential energy from equation (v) and(vi)and adding

$$En = -\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon 0}\right)^2 \frac{2\pi^2 me^4}{n^2 h^2}$$

11. बोर के सिद्धांत का प्रयोग करते हुए हाइड्रोजन के एक कक्षीय इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- नाभिक में उपस्थित प्रोटॉन के कारण हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रॉन पर अभिकेन्द्र बल

$mv^2/r=e^2/4\pi\varepsilon_0 r^2$.....(i)

बोह्र के सिद्धांत के अनुसार

$mvr=nh/2\pi$.....(ii)

गतिज ऊर्जा=$mv^2/2=K$.....(iii)

विद्युत स्थितिज ऊर्जा=- $e^2/4\pi\varepsilon_0 r=V$.....(iv)

कुल ऊर्जा E = K + V

हम समीकरणों (i) और (ii) से r और v के लिए व्यंजक प्राप्त कर सकते हैं, और फिर समीकरण (iii) और (iv) से K और V प्राप्त कर सकते हैं

समीकरण (ii) से

r= nh/2πmv

r का मान समीकरण (i) में रखने पर

$$mv^2 = \frac{e^2 2\pi mv}{4\pi\varepsilon_o nh}$$

$v=e^2/2\varepsilon_0 nh$.....(v)

v का मान समीकरण (ii) में रखने पर

$r=2n^2h^2\ \varepsilon_0/2\pi me^2$.....(vi)

समीकरण (v) और (vi) से गतिज और संभावित ऊर्जा की गणना कर के और जोड़ने पर

$$En = -\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon 0}\right)^2 \frac{2\pi^2 me^4}{n^2 h^2}$$

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 13 NUCLEI नाभिक

Objective Questions/ वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. What is the difference between atoms $_{17}A^{35}$ and $_{17}A^{36}$.

a) $_{17}A^{35}$ has one more electron
b) $_{17}A^{36}$ has one more proton
c) $_{17}A^{36}$ has one more neutron
d) None of the above

परमाणु $_{17}A^{35}$ और $_{17}A^{36}$ में क्या अंतर है।

a) $_{17}A^{35}$ में एक अधिक इलेक्ट्रॉन है
b) $_{17}A^{36}$ में एक अधिक प्रोटॉन है
c) $_{17}A^{36}$ में एक अधिक न्यूट्रॉन है
d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर- c) $_{17}A^{36}$ में एक अधिक न्यूट्रॉन है

2. Which of the following is not present in a Hydrogen Atom.

a) Electron b) Proton
c) Neutron d) Nucleus

निम्नलिखित में से कौन सा हाइड्रोजन परमाणु में मौजूद नहीं है।

a) इलेक्ट्रॉन b) प्रोटॉन
c) न्यूट्रॉन d) नाभिक

उत्तर- c) न्यूट्रॉन

3. If a radioactive Atom emits gamma radiation its atomic number

a) Increases by one unit
b) Decreases by one unit
c) Decreases by two units
d) Remains unchanged

यदि कोई रेडियोधर्मी परमाणु गामा विकिरण उत्सर्जित करता है तो उसका परमाणु क्रमांक

a). एक इकाई से बढ़ता है
b) एक इकाई से घट जाती है
c) दो इकाइयों से घट जाती है
d) नहीं बदलता है

उत्तर- d) नहीं बदलता है

4. Which Force works between a proton and a neutron inside a nucleus

a) Gravitational b) Nuclear
c) (a) and (b) d) None of these

नाभिक के अंदर प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के बीच कौन सा बल कार्य करता है

a) गुरुत्वीय b) नाभिकीय
c) (a) और (b) d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर- c) (a) और (b)

5. An electric field can deflect

a) X-rays b) Neutrons
c) α-Particles d) γ-rays

विद्युत क्षेत्र विक्षेपित कर सकता है

a) एक्स-रे b) न्यूट्रॉन
c) α-कण d) γ-किरणें

उत्तर- c) α-कण

6. How much percentage of a radioactive sample gets disintegrated after three half lives?

a) 12.5% b) 25%
c) 100% d) 87.5%

तीन आधे जीवन के बाद कितना प्रतिशत रेडियोधर्मी पदार्थ विघटित हो जाता हैं?

a) 12.5% b) 25%
c) 100% d) 87.5%

उत्तर- d) 87.5%

7. If a radioactive Atom emits a β-particle then its atomic mass

a) Increases by one unit
b) Remains unchanged
c) Decreases by two units
d) Increases by two units

यदि कोई रेडियोधर्मी परमाणु β-कण उत्सर्जित करता है तो उसका परमाणु द्रव्यमान

a) एक इकाई से बढ़ता है
b) अपरिवर्तित रहता है
c) दो इकाइयों से घट जाती है
d) दो इकाइयों से बढ़ जाती है

उत्तर- b) अपरिवर्तित रहता है

8. Bi^{210} has a half life of 5 days. If we start with 10,000 atoms of it, then the number of atoms that remains after 10 days are

a) 5000 b) 2500
c) 1500 d) 1250

Bi^{210} का आधा जीवन 5 दिनों का होता है। यदि हम इसके 10,000 परमाणुओं से प्रारंभ करें, तो 10 दिनों के बाद शेष बचे परमाणुओं की संख्या है

a) 5000 b) 2500
c) 1500 d) 1250

उत्तर- b) 2500

9. Radioactive isotope $_{90}X^{240}$ emits two α-Particles and one β-particle. The resulting isotope is

a) $_{87}Y^{232}$ b) $_{86}Y^{232}$
c) $_{86}Y^{240}$ d) $_{84}Y^{242}$

Jharkhandlab.com

रेडियोधर्मी समस्थानिक $_{90}X^{240}$ दो α-कण और एक β-कण उत्सर्जित करता है। परिणामी आइसोटोप है

a) $_{87}Y^{232}$ b) $_{86}Y^{232}$

c) $_{86}Y^{240}$ d) $_{84}Y^{242}$

उत्तर- a) $_{87}Y^{232}$

10. Which one is not an electromagnetic radiation

a) α- rays b) γ-rays

c) X-rays d) Infrared Rays

कौन सा विद्युत चुम्बकीय विकिरण नहीं है

a) α- किरणें b) γ-किरणें

c) एक्स-रे d) इन्फ्रारेड किरणें

उत्तर- a) α- किरणें

Subjective Questions/विषयनिष्ठ प्रश्न

1. Write the relation between mass number and the radius of a nucleus.

Ans- $R=R_0A^{1/3}$ Where R_0 is a constant and A is the mass number and R is the radius of the nucleus.

1. द्रव्यमान संख्या और नाभिक की त्रिज्या के बीच संबंध लिखिए।

उत्तर- $R=R_0A^{1/3}$ जहां R_0 एक स्थिरांक है और A द्रव्यमान संख्या है और R नाभिक की त्रिज्या है।

2. what is the equivalent energy of one kg of mass?

Ans- we know that $E=mc^2$

$E=1kg \times (3x10^8m/s)^2=9 \times 10^{16}J$ here $c=3x10^8m/s$ is the speed of light in vacuum.

2. एक किग्रा द्रव्यमान की समतुल्य ऊर्जा कितनी होती है?

उत्तर- हम जानते हैं कि $E=mc^2$

$E=1kg \times (3x10^8m/s)^2=9 \times 10^{16}J$ यहाँ $c=3x10^8m/s$ निर्वात में प्रकाश की गति है।

3. Write relation between half life and average life of a radioactive isotope.

Ans- Average LIfe(T_{avg})=Half Life($T_{1/2}$)/0.693

3. रेडियोधर्मी समस्थानिक की अर्द्ध आयु और औसत आयु के बीच संबंध लिखिए।

उत्तर- औसत जीवन(T_{avg})=आधा जीवन($T_{1/2}$)/0.693

4. What is the mass number of an atom?

Ans- mass number(A) of an atom is the sum of its proton number(Z) and neutron number(N).

$A=Z+N$

4. परमाणु की द्रव्यमान संख्या क्या होती है?

उत्तर- किसी परमाणु की द्रव्यमान संख्या (A) उसकी प्रोटॉन संख्या (Z) और न्यूट्रॉन संख्या (N) का योग होता है।

$A = Z + N$

5. What changes take place in the atomic number and mass number in a negative β decay?

Ans- In a negative β decay the mass number remains unchanged and atomic number increases by one.

5. ऋणात्मक β क्षय में परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या में क्या परिवर्तन होते हैं?

उत्तर- ऋणात्मक β क्षय में द्रव्यमान संख्या अपरिवर्तित रहती है और परमाणु संख्या एक बढ़ जाती है

6. Show that the density of a nucleus is independent of its mass number.

Ans- Radius of a nucleus is given by

$R=R_0A^{1/3}$

Where R_0 is a constant and A is the mass number , R is the radius of the nucleus.

Considering nucleus to be a sphere

Volume of the nucleus

$V=4\pi R^3/3=4\pi R_0^3A/3$

Density of the nucleus(ρ)

=mA/V (m is the mass of one nucleon)

$=3m/4\pi R_0^3$

Hence ρ , is free of A

6. दर्शाइए कि नाभिक का घनत्व उसकी द्रव्यमान संख्या पर निर्भर नहीं करता।

उत्तर- नाभिक की त्रिज्या इस प्रकार दी जाती है

$R = R_0A^{1/3}$

जहाँ R_0 एक नियतांक है और A द्रव्यमान संख्या है , R नाभिक की त्रिज्या है।

नाभिक को गोला मानते हुए

नाभिक का आयतन

$V=4\pi R^3/3=4\pi R_0^3A/3$

नाभिक का घनत्व (ρ)

=mA/V (m एक न्यूक्लियॉन का द्रव्यमान है)

$=3m/4\pi R_0^3$

अतः ρ, A से मुक्त है

7. Why are the number of the neutrons in a heavy nuclei more than the number of protons?

Ans- The neutrons inside a nucleus exert only the attractive nuclear force on other nucleons, unlike the protons which exert repulsive coulomb force also. So the presence of more neutron increases the binding nuclear force inside a heavy nucleus. The presence of more neutrons is necessary because nuclear force is a short range force in contrast to the coulomb force which is long range force, hence neutrons need to be present in all vicinity of the nucleus to balance the repulsive and long range coulomb force.

7. किसी भारी नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या प्रोटॉनों की संख्या से अधिक क्यों होती है?

उत्तर- एक नाभिक के अंदर के न्यूट्रॉन अन्य नुक्लेओंस पर केवल आकर्षक नाभिकीय बल लगाते हैं, प्रोटॉन के विपरीत जो प्रतिकारक कूलॉम बल भी लगाते हैं।अतः अधिक न्यूट्रॉनों की उपस्थिति भारी नाभिक के भीतर बंधनकारी नाभिकीय बल को बढ़ा देती है।अधिक न्यूट्रॉन की उपस्थिति आवश्यक है क्योंकि नाभिकीय बल, कूलम्ब बल के विपरीत एक छोटी दूरी का बल है, इसलिए प्रतिकारक और लंबी दूरी के कूलम्ब बल को संतुलित करने के लिए न्यूट्रॉन को नाभिक के चारों ओर मौजूद होना चाहिए।

8. Find out the binding energy of the Nitrogen nucleus($_7N^{14}$) in MeV.

$m_N=14.00307u, m_n=1.00867u, m_H=1.00783u$

Ans- $_7N^{14}$ nucleus contains 7 protons and 7 neutrons and its atom has 7 electrons also

$m_N=14.00307u$ (Atomic mass of $_7N^{14}$)

$\Delta m=7m_H+7m_n-m_N$

$\Delta m=7x1.007825+7x1.008665-14.00307$

Jharkhandlab.com

$\Delta m=0.11236u$

But,$1u=931.5MeV/c^2$

$\Delta m=0.11236x931.5MeV/c^2$

$E_b=0.11236x931.5(MeV/c^2)xc^2$

$E_b=104.66334MeV$

Binding Energy=104.66334MeV

8. MeV में नाइट्रोजन नाभिक ($_7N^{14}$) की बंधन ऊर्जा का पता लगाएं।

$m_N=14.00307u, m_n=1.00867u, m_H=1.00783u$

उत्तर- $_7N^{14}$ नाभिक में 7 प्रोटॉन और 7 न्यूट्रॉन होते हैं और इसके परमाणु में 7 इलेक्ट्रॉन भी होते हैं।

$m_N=14.00307u$ ($_7N^{14}$ की परमाणु द्रव्यमान)

$\Delta m=7m_H+7m_n-m_N$

$\Delta m=7x1.007825+7x1.008665-14.00307$

$\Delta m=0.11236u$

परन्तु, $1u=931.5MeV/c^2$

$\Delta m=0.11236x931.5MeV/c^2$

$E_b=0.11236x931.5(MeV/c^2)xc^2$

$E_b=104.66334MeV$

बंधन उर्जा =104.66334MeV

9. Write the nuclear equation of the following-

(i) α-decay of $_{84}X^{218}$

(ii) β^--decay of $_{91}X^{236}$

(iii) β^+-decay of $_{82}X^{210}$

(Daughter nucleus may be called Y)

Ans-

(i) $_{84}X^{218}\rightarrow{}_{82}Y^{214}+{}_2He^4(\alpha\text{-particle})$

(ii) $_{91}X^{236}\rightarrow{}_{92}Y^{236}+e^-(\beta^-\text{-particle})+\bar{\upsilon}$

(iii) $_{82}X^{210}\rightarrow{}_{81}Y^{210}+e^++\upsilon$

9. निम्न का नाभिकीय समीकरण लिखें-

(i) $_{84}X^{218}$ का α-क्षय

(ii) $_{91}X^{236}$ का β^--क्षय

(iii) $_{82}X^{210}$ का β^+-क्षय

(संतति नाभिक को Y बोल सकते हैं)

उत्तर-

(i) $_{84}X^{218}\rightarrow{}_{82}Y^{214}+{}_2He^4(\alpha\text{-कण})$

(ii) $_{91}X^{236}\rightarrow{}_{92}Y^{236}+e^-(\beta^-\text{-कण})+\bar{\upsilon}$

(iii) $_{82}X^{210}\rightarrow{}_{81}Y^{210}+e^++\upsilon$

10. The fission properties of $_{94}Pu^{239}$ are very similar to those of $_{92}U^{235}$.The average energy released per fission is 180MeV.How much energy, in MeV, is released if all the atoms in 1kg of pure $_{94}Pu^{239}$ undergo fission?

Ans- No of nuclei present in 239gm of $_{94}Pu^{239}=6.023x10^{23}$

So from unitary method

No of nuclei present in 1000 gm of $_{94}Pu^{239}$ = $(6.023x10^{23}.x1000)/239=25.2\ x10^{23}$

Energy released from fission of 1kg of $_{94}Pu^{239}$

$= 180.x25.2.x10^{23}$ MeV

$=4.536x10^{26}$ MeV

10. $_{94}Pu^{239}$ के विखंडन गुण $_{92}U^{235}$के समान हैं। प्रति विखंडन से निकलने वाली औसत ऊर्जा 180MeV है। यदि 1kg शुद्ध $_{94}Pu^{239}$ में सभी परमाणु विखंडन से गुजरते हैं, तो MeV में कितनी ऊर्जा निकलती है?

उत्तर- $_{94}Pu^{239}$ के 239 gm में उपस्थित नाभिकों की संख्या=$6.023x10^{23}$

अतः ऐकिक नियम से

$_{94}Pu^{239}$ के 1000 ग्राम में उपस्थित नाभिकों की संख्या = $(6.023x10^{23}x1000)/239=25.2\ x10^{23}$

$_{94}Pu^{239}$ के 1 kg के विखंडन से मुक्त ऊर्जा

$= 180.x25.2.x10^{23}$ MeV

$=4.536x10^{26}$ MeV

Jharkhandlab.com

CHAPTER - 14 SEMICONDUCTOR ELECTRONICS: MATERIALS, DEVICES, AND SIMPLE CIRCUITS
अर्द्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी: पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ

Objective Questions/ वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. **Universal Gate is -**

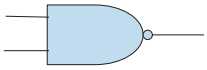
a) NAND b) NOR
c) Both a and b d) AND

सार्वत्रिक गेट है -

a) NAND b) NOR
c) दोनों अ और ब d) AND

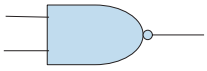
Ans- c)

2. **The name of the given gate is -**



a) NAND b) NOR
c) AND d) OR

दिए गए गेट का नाम है -



a) NAND b) NOR
c) AND d) OR

Ans- a)

3. **The basic gates are**

a) OR, NOR, NOT b) AND, OR, NOT
c) OR, NAND, NO d) XOR, NOT, AND

मूल गेट हैं

a) OR, NOR, NOT b) AND, OR, NOT
c) OR, NAND, NO d) XOR, NOT, AND

Ans- b)

4. **In p -type semiconductor What kind of impurity is found**

a) with valency of three b) with valency of five
c) with valency of two d) with valency of one

p -टाइप अर्धचालक में कैसी अशुद्धि मिली होती है

a) संयोजकता तीन की b) संयोजकता पांच की
c) संयोजकता दो की d) संयोजकता एक की

Ans- a)

5. **The depletion layer of p-n junction diode consists of**

a) electrons only
b) holes only
c) both electron and holes
d) neither electron nor holes

p-n संधि डायोड के ह्रासी परत में होते हैं

a) केवल इलेक्ट्रान
b) केवल रिक्तियाँ
c) इलेक्ट्रान और रिक्तियाँ दोनों
d) न इलेक्ट्रान न रिक्तियाँ

Ans- d)

6. **अर्ध चालकों की चालकता**

a) ताप पर निर्भर नहीं करती है b) ताप बढ़ने से घटती है
c) ताप बढ़ने से बढती है d) इनमे से कोई नही

Conductivity of semiconductors

a) does not depend on temperature
b) decreases with increase in temperature
c) increases with increase in temperature
d) none of these

Ans- c)

7. **At what temperature the semiconductor behaves like a perfect insulator**

a) 0 K b) 0℃
c) 0℉ d) 100 ℃

कौन से तापमान पर अर्ध चालक एक पूर्ण कुचालक के जैसे व्यवहार करता है

a) 0 K b) 0 ℃
c) 0 ℉ d) 100 ℃

Ans- a)

8. **The most common material used in the manufacture of transistors is**

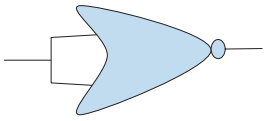
a) Copper b) Silicon
c) Ebonite d) Silver

ट्रांजिस्टर की रचना में प्रयुक्त सर्वाधिक सामान्य पदार्थ है

a) तांबा b) सिलिकॉन
c) एबोनाइट d) चांदी

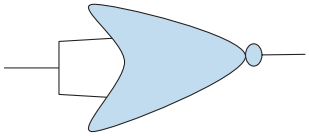
Ans- b)

9. **The gate shown in the picture works as which of the following gate?**



a) OR b) AND
c) NOT d) none of these

चित्र में दिया गया गेट कौन से गेट का काम करता है

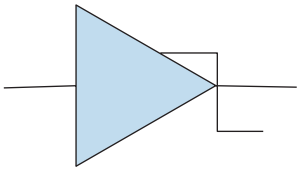


a) OR b) AND
c) NOT d) इनमे से कोई नहीं

Ans- c)

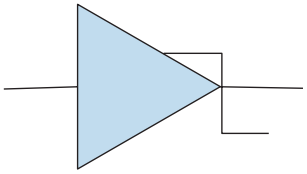
Jharkhandlab.com

10. Name the diode given in the figure



a) ZENER b) LED
c) LDR d) none of these

चित्र में दिए गए डायोड का नाम बताएं।



a) ZENER b) LED
c) LDR d) इनमे से कोई नहीं

Ans- a)

Subjective Questions/विषयनिष्ठ प्रश्न

1. What is a semiconductor?

Ans- The materials in which the electrical conductivity lies between conductors and insulators are called semiconductors. The electrical conductivity of a semiconductor increases, when we add impurities and by increasing the temperature and it is contrary to the metals. They have negative temperature Coefficient of resistance and they are formed by covalent bonds.

1. अर्धचालक क्या है?

उत्तर- जिन सामग्रियों में विद्युत चालकता कंडक्टरों और इंसुलेटर के बीच होती है उन्हें अर्धचालक कहा जाता है। अर्धचालक की विद्युत चालकता बढ़ जाती है, जब हम अशुद्धियों को मिलाते हैं और तापमान में वृद्धि करते हैं और यह धातुओं के विपरीत होता है। उनके पास नकारात्मक तापमान प्रतिरोध का गुणांक होता है और ये सहसंयोजक बंधों द्वारा बनते हैं।

2. What are intrinsic semiconductors?

Ans- A semiconductor in which holes and electrons are created only by thermal excitation across the energy gap is called an intrinsic semiconductor. A pure crystal of silicon or germanium is an intrinsic semiconductor. In an intrinsic semiconductor the number of holes in the valence band is equal to the number of electrons in the conduction band. The Fermi level for an intrinsic semiconductor lies midway in the forbidden gap.

2. नैज़ अर्धचालक क्या हैं?

उत्तर- एक सेमीकंडक्टर जिसमें ऊर्जा अंतराल के पार केवल थर्मल उत्तेजना द्वारा केवल रिक्तियां और इलेक्ट्रॉन बनाए जाते हैं नैज़ सेमीकंडक्टर कहलाते हैं। सिलिकॉन या जर्मेनियम का शुद्ध क्रिस्टल एक नैज़ अर्धचालक है। एक नैज़ अर्धचालक में वैलेंस बैंड में रिक्तियां की संख्या चालन बैंड में इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है। नैज़ अर्धचालक के लिए फर्मी स्तर वर्जित अंतर के बीच में स्थित होता है।

3. What are extrinsic semiconductors? (or) What is the effect of impurity states over intrinsic semiconductor?

Ans- It is an impure semiconductor made by doping process thereby reducing the band gap up to 0.01 eV.

In the case of n-type semiconductor, the donor energy level is very close to the unfilled energy band (Conduction band). So it can easily donate an electron to that unfilled state.

In the case of P-type semiconductor, the acceptor energy level is very close to the filled energy band (Valance band). So it can easily accept the electrons from the filled state.

3. बाह्य अर्धचालक क्या होते हैं? (या) आंतरिक अर्धचालक पर अशुद्धता की स्थिति का क्या प्रभाव होता है?

उत्तर- यह डोपिंग प्रक्रिया द्वारा बनाया गया एक अशुद्ध सेमीकंडक्टर है जिससे बैंड गैप 0.01 eV तक हो जाता है।

n-टाइप सेमीकंडक्टर के मामले में, डोनर एनर्जी लेवल अपूर्ण उर्जा बैंड (कंडक्शन बैंड) के बहुत करीब होता है। तो यह आसानी से कंडक्शन बैंड में एक इलेक्ट्रॉन दान कर सकता है।

p-टाइप सेमीकंडक्टर के मामले में, स्वीकर्ता ऊर्जा स्तर भरे हुए ऊर्जा बैंड (वैलेंस बैंड) के बहुत करीब होता है। तो यह भरे हुए ऊर्जा बैंड से इलेक्ट्रॉनों को आसानी से स्वीकार कर सकता है।

4. Differentiate n-type and p-type Semiconductors.

Ans- **N-type**

1. Impurity atom is pentavalent
2. Donor level lies close to the bottom of the conduction band
3. Electrons are the majority carriers and holes are the minority carriers

P-type

1. Impurity atom is trivalent
2. Acceptor level lies close to the top of the valence band.
3. Holes are the majority carriers and electrons are the minority carriers.

4. n-टाइप और p-टाइप सेमीकंडक्टर में अंतर करें।

उत्तर- **n-टाइप**

1. अशुद्धि परमाणु पञ्चसंयोजक है
2. डोनर लेवल कंडक्शन बैंड के नीचे के करीब होता है
3. इलेक्ट्रॉन बहुसंख्यक वाहक होते हैं और छिद्र अल्पसंख्यक वाहक होते हैं

p-टाइप

1. अशुद्धि परमाणु त्रिसंयोजक है
2. स्वीकार्य स्तर वैलेंस बैंड के शीर्ष के करीब स्थित होता है।
3. होल्स बहुसंख्यक वाहक होते हैं और इलेक्ट्रॉन अल्पसंख्यक वाहक होते हैं।

5. What are donor and acceptor impurities?

Ans- A semiconductor in which the impurity atoms are added by doping process is called Extrinsic semiconductor. The addition of impurities increases the carrier concentration and conductivity. There are two types of impurities.

1. Donor impurity which leads to N-type semiconductor.
2. Acceptor impurity which leads to P-type semiconductor.

Donor impurity means it donates the electron to the semiconductor materials and Acceptor impurity means

Jharkhandjac.com

it is ready to accept an electron to form the covalent bond in semiconductor materials.

5. दाता और ग्राही अशुद्धियाँ क्या हैं?

उत्तर- जिस सेमीकंडक्टर में डोपिंग प्रक्रिया द्वारा अशुद्धि परमाणु जुड़ते हैं, उसे एक्सट्रिंसिक सेमीकंडक्टर (वाह्य अर्धचालक) कहते हैं। अशुद्धियों से,अतिरिक्त वाहक सांद्रता और सेमीकंडक्टर की चालकता बढ़ जाती है। अशुद्धियाँ दो प्रकार की होती हैं।

1. दाता अशुद्धता जो एन-टाइप सेमीकंडक्टर बनाती है।
2. स्वीकार्य अशुद्धता जो पी-टाइप सेमीकंडक्टर बनाती है।

दाता अशुद्धता का अर्थ है कि यह अर्धचालक सामग्री को इलेक्ट्रॉन दान करता है और स्वीकर्ता अशुद्धता का अर्थ है कि यह अर्धचालक सामग्री में सहसंयोजक बंधन बनाने के लिए एक इलेक्ट्रॉन को स्वीकार करने के लिए तैयार होता है।

6. What are the differences between a conductor and a semiconductor?

Ans- **Conductor**

1. The conductor is a material which has low resistivity
2. They will not behave as an insulator at any temperature.
3. They have positive coefficient of resistance

Semiconductor

1. The semiconductor is a material which has resistivity lying between the conductor and an insulator.
2. The pure form of semiconductor can behave as an insulator at zero Kelvin.
3. They have a negative temperature coefficient of resistance.

6. कंडक्टर और अर्धचालक के बीच क्या अंतर हैं?

उत्तर- **कंडक्टर**

1. कंडक्टर एक ऐसी सामग्री है जिसकी प्रतिरोधकता कम होती है
2. वे किसी भी तापमान पर एक विसंवाहक के रूप में व्यवहार नहीं करते।
3. उनके प्रतिरोध का गुणांक धनात्मक होता है।

सेमीकंडक्टर

1. सेमीकंडक्टर एक ऐसी सामग्री है जिसकी प्रतिरोधकता कंडक्टर और एक इन्सुलेटर के बीच होती है।
2. अर्धचालक का शुद्ध रूप जीरो केल्विन पर एक कुचालक के रूप में व्यवहार कर सकता है।
3. उनके प्रतिरोध का तापमान गुणांक ऋणात्मक होता है।

7. In half-wave rectification, what is the output frequency if the input frequency is 50 Hz. What is the output frequency of a full-wave rectifier for the same input frequency.

Ans- Given Input frequency = 50 Hz

For a half-wave rectifier, the output frequency is equal to the input frequency.

Therefore output frequency for a half-wave rectifier = 50 Hz

For a full-wave rectifier, the output frequency is twice the input frequency.

Therefore output frequency for a full-wave rectifier = 2 × 50 = 100 Hz

7. अर्ध तरंगी दिष्करण में यदि निवेश आवृति 50Hz है तो निर्गम आवृति क्या है ? सामान निवेश आवृति हेतु पूर्ण तरंग दिष्कारी की निर्गम आवृति क्या है ?

उत्तर- दिया गया इनपुट फ्रीक्वेंसी (निवेश आवृति)= 50 हर्ट्ज

एक अर्ध तरंग दिष्टकारी के लिए, आउटपुट फ्रीक्वेंसी (निर्गम आवृति) इनपुट फ्रीक्वेंसी के बराबर होती है।

अतः एक अर्ध तरंग दिष्टकारी के लिए आउटपुट फ्रीक्वेंसी = 50 हर्ट्ज

पूर्ण तरंग दिष्टकारी के लिए, आउटपुट फ्रीक्वेंसी इनपुट फ्रीक्वेंसी से दोगुनी होती है।

अतः पूर्ण तरंग दिष्टकारी के लिए आउटपुट फ्रीक्वेंसी = 2 × 50 = 100 हर्ट्ज।

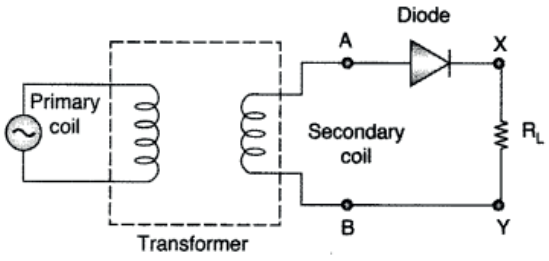
8. Explain, with the help of a circuit diagram, the working of a p-n junction diode as a half-wave rectifier.

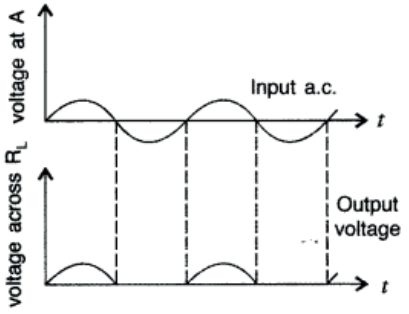
Ans- Rectifier- A rectifier is a circuit which converts an alternating current into direct current.

p-n diode as a half wave rectifier-

A half wave rectifier consists of a single diode as shown in the circuit diagram. The secondary of the transformer gives the desired a.c. voltage across A and B.

In the positive half cycle of a.c., the voltage at A is positive, the diode is forward biased and it conducts current.





In the negative half cycle of a.c., the voltage at A is negative, the diode is reversed biased and it does not conduct current.

Thus, we get output across R_L during positive half cycles only. The output is unidirectional but varying.

8. एक अर्ध-तरंग दिष्टकारी के रूप में p-n संधि डायोड की कार्यप्रणाली परिपथ आरेख की सहायता से समझाइए।

उत्तर- दिष्टकारी -दिष्टकारी एक परिपथ है जो प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा में परिवर्तित करता है।

p-n डायोड हाफ वेव रेक्टिफायर (अर्ध तरंग दिष्टकारी) के रूप में -

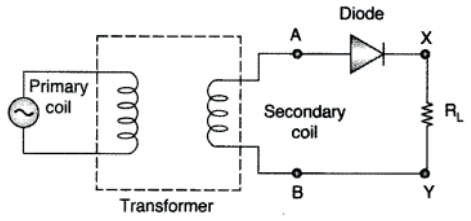
अर्ध तरंग दिष्टकारी में एक डायोड होता है जैसा कि परिपथ आरेख में दिखाया गया है। ट्रांसफार्मर का द्वितीयक वांछित ए.सी. देता है ए और बी बिंदुओं के बीच में।

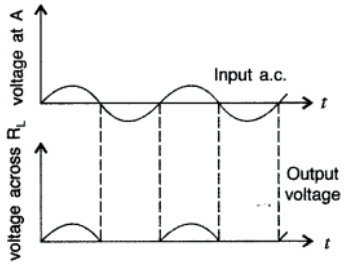
a.c. के धनात्मक अर्धचक्र में, A पर वोल्टता धनात्मक होती है, डायोड अग्रदिशिक बायस्ड होता है और यह धारा का संचालन

Jharkhandlab.com

करता है।

एसी के ऋणात्मक अर्धचक्र में, A पर वोल्टेज ऋणात्मक होता है, डायोड रिवर्स बायस्ड होता है और यह करंट का संचालन नहीं करता है।





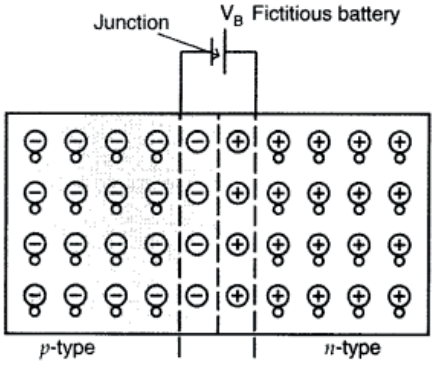
इस प्रकार, हम केवल सकारात्मक आधे चक्रों के दौरान R_L में आउटपुट प्राप्त करते हैं। आउटपुट एकदैशिक है लेकिन परिवर्तित होता रहता है।

9. With the help of a suitable diagram, explain the formation of depletion regions in a p-n junction. How does its width change when the junction is

(i) forward biased, and

(ii) reverse biased?

Ans- As soon as a p-n junction is formed, the majority charge carriers begin to diffuse from the regions of higher concentration to the regions of lower concentrations. Thus the electrons from the n-region diffuse into the p-region and where they combine with the holes and get neutralized. Similarly, the holes from the p-region diffuse into the n-region where they combine with the electrons and get neutralized.This process is called electron-hole recombination.



The p-region near the junction is left with immobile -ve ions and the n-region near the junction is left with +ve ions as shown in the figure. The small region in the vicinity of the junction which is depleted of free charge carriers and has only immobile ions is called the depletion layer. In the depletion region, a potential difference V_B is created, called potential barrier as it creates an electric field which opposes the further diffusion of electrons and holes.

(i) In forward bias,the width of the depletion region is decreased.

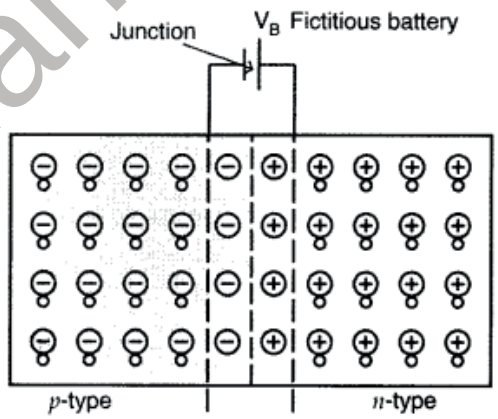
(ii) In reverse bias,the width of the depletion region is increased.

9. उपयुक्त आरेख की सहायता से p-n सन्धि में अवक्षय क्षेत्रों के बनने की व्याख्या कीजिए। संधि होने पर इसकी चौड़ाई कैसे बदल जाती है

(i) अग्रदिशिक बायस में

(ii) पश्चदिशिक बायस में

उत्तर- जैसे ही p-n जंक्शन बनता है, अधिकांश आवेश वाहक उच्च सांद्रता वाले क्षेत्रों से कम सांद्रता वाले क्षेत्रों में विसरित होने लगते हैं। इस प्रकार n-क्षेत्र से इलेक्ट्रॉन p-क्षेत्र में विसरित हो जाते हैं और जहाँ वे छिद्रों से संयोजित होकर उदासीन हो जाते हैं। इसी प्रकार, p-क्षेत्र से छिद्र n-क्षेत्र में विसरित होते हैं जहाँ वे इलेक्ट्रॉनों के साथ जुड़ते हैं और उदासीन हो जाते हैं। इस प्रक्रिया को इलेक्ट्रॉन-छिद्र पुनर्संयोजन कहा जाता है।



जंक्शन के पास p-क्षेत्र में स्थिर -ve आयन ही बचते हैं ,और जंक्शन के पास n-क्षेत्र में स्थिर +veआयन ही बचते हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। जंक्शन के आसपास के क्षेत्र में छोटा क्षेत्र जिसमें मुक्त आवेश वाहकों की कमी होती है और केवल स्थिर आयन होते हैं, अवक्षय परत या ह्रासी क्षेत्र कहलाता है । अवक्षय परत में, एक विभावांतर V_B बन जाता है, जिसे रोधिका विभव कहा जाता है क्योंकि यह एक विद्युत क्षेत्र है जो इलेक्ट्रॉनों और छिद्रों के आगे प्रसार का विरोध करता है।

(i) अग्रदिशिक बायस में अवक्षय क्षेत्र की चौड़ाई कम हो जाती है।

(ii) पश्चदिशिक बायस में अवक्षय क्षेत्र की चौड़ाई बढ़ जाती है।

10. (i) With the help of circuit diagrams, distinguish between forward biasing and reverse biasing of a p-n junction diode.

(ii) Draw V-I characteristics of a p-n junction diode in

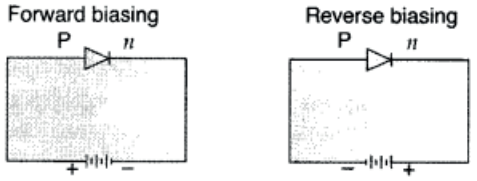
(a) forward bias,

(b) reverse bias.

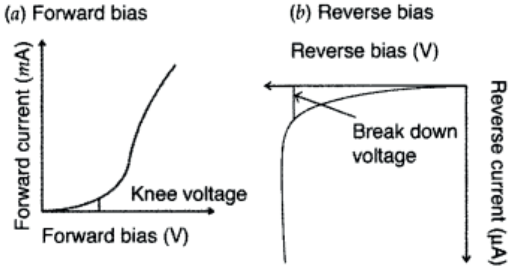
Jharkhandeb.com

Ans-

(i)



(ii) *V-I characteristics of a p-n junction diode*



10. (i) परिपथ आरेखों की सहायता से किसी p-n संधि डायोड के अग्रदिशिक बायसिंग तथा पश्चदिशिक बायसिंग में विभेद कीजिए।

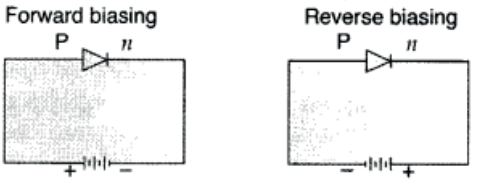
(ii) p-n सन्धि डायोड का V-I अभिलाक्षणिक आरेखित कीजिए

(ए) अग्रदिशिक बायसिंग

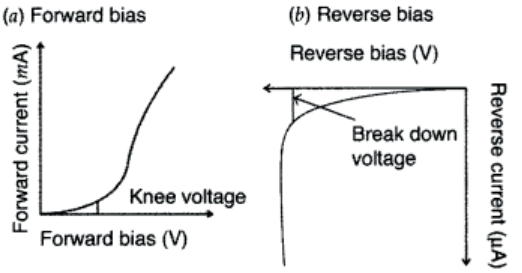
(बी) पश्चदिशिक बायसिंग

उत्तर-

(i)



(ii) *V-I characteristics of a p-n junction diode*

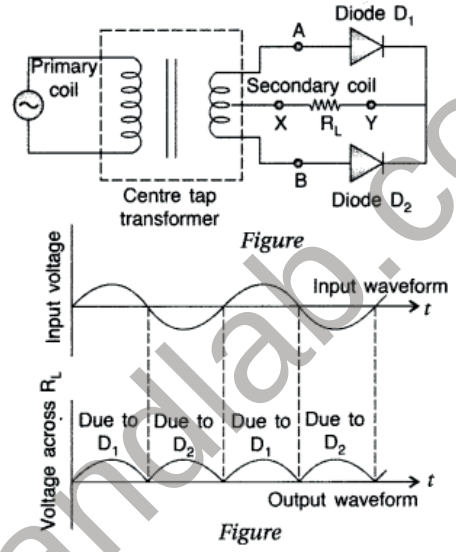


11. Draw a labeled diagram of a full wave rectifier circuit. State its working principle. Show the input-output waveforms.

Ans- **p-n junction diode as full wave rectifier**

A full wave rectifier consists of two diodes and a special type of transformer known as center tap transformer as shown in the circuit. The secondary of the transformer gives the desired a.c. voltage across A and B.

During the positive half cycle of a.c. input, the diode D_1 is in forward bias and conducts current while D_2 is in reverse biased and does not conduct current. So we get an output voltage across the load resistor R_L.



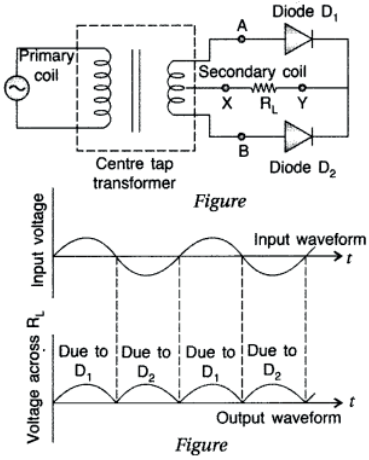
During the negative half cycle of a.c. input, the diode D_1 is in reverse biased and does not conduct current while diode D_2 is forward biased and conducts current. So we get an output voltage across the load resistor R_L.

11. पूर्ण तरंग दिष्टकारी परिपथ का नामांकित चित्र बनाइए। इसके कार्य सिद्धांत को बताइए। इनपुट-आउटपुट वेवफॉर्म दिखाएं।

उत्तर- **पूर्ण तरंग दिष्टकारी के रूप में पी-एन जंक्शन डायोड**

एक फुल वेव रेक्टिफायर में दो डायोड और एक विशेष प्रकार का ट्रांसफॉर्मर होता है जिसे सेंटर टैप ट्रांसफार्मर के रूप में जाना जाता है जैसा कि सर्किट में दिखाया गया है।ट्रांसफार्मर का द्वितीयक वांछित ए.सी. देता है ए और बी बिंदुओं के बीच में।

एसी के सकारात्मक आधे चक्र के दौरान इनपुट, डायोड D_1 अग्र बायस में है और करंट का संचालन करता है जबकि D_2 रिवर्स बायस्ड में है और करंट का संचालन नहीं करता है। तो हमें लोड रेसिस्टर R_L के पार एक आउटपुट वोल्टेज मिलता है।



AC के नकारात्मक आधे चक्र के दौरान इनपुट, डायोड D_1 रिवर्स (पश्चदिशिक) बायस्ड में है और करंट का संचालन नहीं करता है जबकि डायोड D_2 फॉरवर्ड (अग्रदिशिक) बायस्ड में है और करंट का संचालन करता है। तो हमें लोड रेसिस्टर R_L के पार एक आउटपुट वोल्टेज मिलता है।

12. Draw V-I characteristics of a p-n junction diode.

Answer the following questions, giving reasons:

1. Why is the current under reverse bias almost independent of the applied potential upto a critical voltage?

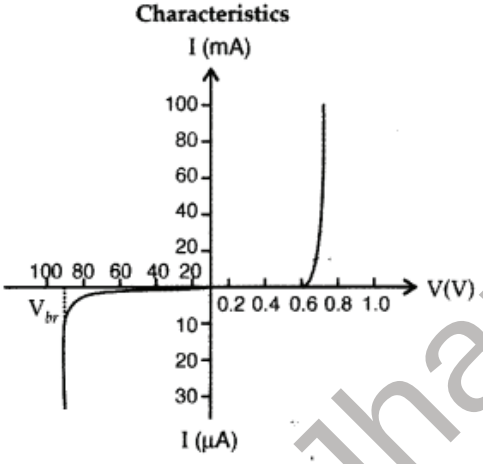
Jharkhandlab.com

2. Why does the reverse current show a sudden increase at the critical voltage?

Name any semiconductor device which operates under the reverse bias in the breakdown region.

Ans-

1. In reverse bias of p-n junction diodes the small current is due to the minority carrier and hence resistance is also very high. Increase in voltage leads to a very-very small increase in reverse bias currents so we conclude that in reverse bias reverse current is almost independent of applied potential up to a critical voltage because after this critical voltage, current increases suddenly.



2. In reverse bias, reverse current through junction diodes is due to minority charge carriers. As reverse bias voltage is increased, the electric field at the junction becomes significant. When reverse bias voltage becomes equal to zener voltage, electric field strength across the junction becomes high. Electric field across the junction is sufficient to pull valence electrons from the atom on the p- side and accelerate them towards the n-side. The movement of these electrons across the junction account for high current which is observed at breakdown reverse voltage.

   Zener diode and photodiode operate under reverse bias.

12. p-n सन्धि डायोड का V-I अभिलाक्षणिक बनाइए।

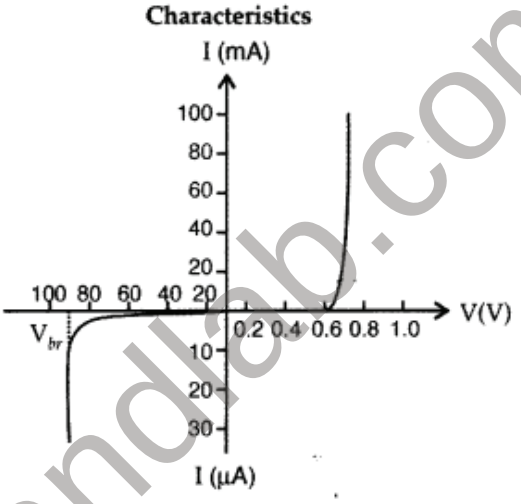
कारण बताते हुए निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए-

1. पश्चदिशिक बायस के तहत करंट क्रिटिकल वोल्टेज (क्रांतिक वोल्टेज) तक विभावांतर से लगभग स्वतंत्र क्यों होती है?
2. विपरित धारा क्रांतिक वोल्टता पर अचानक वृद्धि क्यों दर्शाती है?

किसी अर्धचालक युक्ति का नाम लिखिए जो भंजन क्षेत्र में पश्चदिशिक बायस के अंतर्गत कार्य करती है।

उत्तर:

1. p-n जंक्शन डायोड के रिवर्स बायस में अल्प धारा अल्पांश वाहक के कारण होती है और इसलिए प्रतिरोध भी बहुत अधिक होता है। वोल्टेज में वृद्धि से रिवर्स बायस धाराओं में बहुत कम वृद्धि होती है, इसलिए हम निष्कर्ष निकालते हैं कि रिवर्स बायस में रिवर्स करंट एक क्रिटिकल वोल्टेज तक विभावांतर से लगभग स्वतंत्र होता है क्योंकि इस क्रिटिकल वोल्टेज के बाद करंट अचानक बढ़ जाता है।



2. पश्चदिशिक बायस में,जंक्शन डायोड के माध्यम से रिवर्स करंट अल्पसंख्यक आवेश वाहकों के कारण होता है। जैसे ही रिवर्स बायस वोल्टेज बढ़ता है,जंक्शन पर विद्युत क्षेत्र अत्यधिक हो जाता है। जब रिवर्स बायस वोल्टेज जेनर वोल्टेज के बराबर हो जाता है, तो जंक्शन में विद्युत क्षेत्र की ताकत अधिक हो जाती है। जंक्शन के पास विद्युत क्षेत्र परमाणु से पी-साइड पर वैलेंस इलेक्ट्रॉनों को खींचने और उन्हें एन-साइड की ओर बढ़ाने के लिए पर्याप्त है। ब्रेकडाउन रिवर्स वोल्टेज पर इन इलेक्ट्रॉनों की जो गति होती है वो उच्च धारा का कारन बनती है।

   जेनर डायोड और फोटो डायोड रिवर्स बायस के तहत काम करते हैं।

13. Write distinguishing features between conductors, semiconductors and insulators on the basis of energy band diagrams.

Ans- Distinguishing features between conductors, semiconductors and insulators:

(i) Insulator

In the insulator, the valence band is completely filled. The conduction band is empty and the forbidden energy gap is quite large. So no electron is able to go from valence band to conduction band even if an electric field is applied. Hence electrical conduction is impossible.

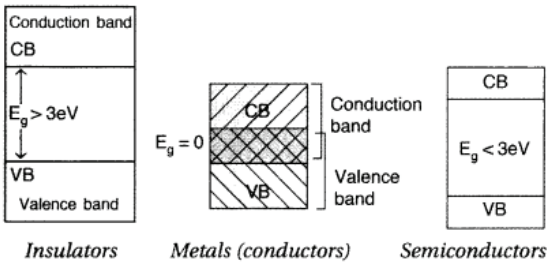
(ii) Conductors (Metals)

In metals, either the conduction band is partially filled or the conduction and valence band partly overlap each other. If a small electric field is applied across the metal, the free electrons start moving in a direction opposite to the direction of the electric field.Hence, metal behaves as a conductor.

(iii) Semiconductors

At absolute zero, the conduction band is empty and the valence band is filled.The material is an insulator at low temperature. However the energy gap between valence band and conduction band is small. At room temperature, some valence electrons acquire thermal energy and jump to the conduction band where they can conduct electricity. The holes left behind in the valence band act as a positive charge carrier.

Jharkhandlab.com



13. ऊर्जा बैण्ड आरेखों के आधार पर चालकों, अर्धचालकों तथा विद्युतरोधकों के बीच विशिष्ट विभेद लिखिए।

उत्तर- कंडक्टर, सेमीकंडक्टर्स और इंसुलेटर के बीच विशिष्ट विभेद -

(i) इन्सुलेटर

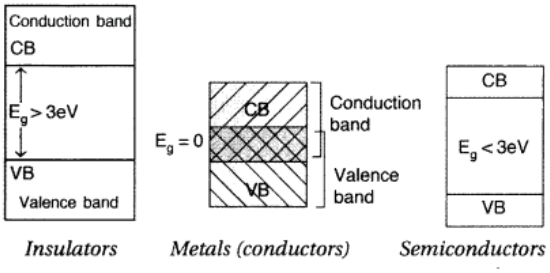
इन्सुलेटर में वैलेंस बैंड (संयोजी बैंड) पूरी तरह से भरा होता है। चालन बैंड खाली होता है और वर्जित ऊर्जा अंतराल काफी बड़ा होता है। इसलिए कोई भी इलेक्ट्रॉन वैलेंस बैंड से कंडक्शन बैंड (चालन बैंड) तक नहीं जा सकता है, भले ही विद्युत क्षेत्र लगाया जाए। अतः विद्युत चालन असम्भव होता है।

(ii) कंडक्टर (धातु)

धातुओं में, या तो चालन बैंड आंशिक रूप से भरा होता है या चालन और वैलेंस बैंड आंशिक रूप से एक दूसरे को अतिव्याप्त करते हैं। यदि धातु पर एक छोटा विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है, तो मुक्त इलेक्ट्रॉन विद्युत क्षेत्र की दिशा के विपरीत दिशा में गति करना शुरू कर देते हैं। अतः धातु चालक की भाँति व्यवहार करती है।

(iii) अर्धचालक

शून्य केल्विन पर, कंडक्शन बैंड खाली होता है और वैलेंस बैंड भरा होता है। अर्धचालक कम तापमान पर एक इन्सुलेटर होता है। हालाँकि वैलेंस बैंड और कंडक्शन बैंड के बीच ऊर्जा का अंतर छोटा होता है। कमरे के तापमान पर, कुछ वैलेंस इलेक्ट्रॉन तापीय ऊर्जा प्राप्त करते हैं और कंडक्शन बैंड में कूद जाते हैं जहां वे विद्युत् का संचालन कर सकते हैं। वैलेंस बैंड में पीछे छोड़े गए छिद्र धनात्मक आवेश वाहक के रूप में कार्य करते हैं।



14. Draw the truth table of a NAND and AND gate.

Ans- A,B- Input

X-Output

Truth table of a NAND gate-

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Truth table of AND gate-

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

14. NAND और AND गेट की सत्यता सारणी बनाइए।

उत्तर-

A,B- इनपुट (निवेशी सिग्नल)

X-आउटपुट (निर्गत सिग्नल)

एक NAND गेट की सत्यता सारणी-

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

एक AND गेट की सत्यता सारणी-

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

jharkhandiab.com

झारखंड अधिविद्य परिषद्
ANNUAL INTERMEDIATE EXAMINATION 2023

Physics (Compulsory)

SOLVED PAPER

बहुविकल्पीय आधारित प्रश्न

MCQ. BASED QUESTIONS / (बहुविकल्पीय आधारित प्रश्न)

Total Time : 3 Hours 20 minute Full Marks : 70

कुल समय : 3 घंटे 20 मिनट **पूर्णांक** : 70

General Instructions/सामान्य निर्देश :

This Question booklet has two Parts- **Part-A** and **Part-B.**

Part-A is of MCQ Type having 35 marks which are to be answered on the **OMR** Answer sheet which will be provided separately. **Part-A** has to answered first from 2.00 pm. to 3.35 pm and the **OMR** Answer Sheet has to be handed over to the Invigilator by 3.35 p.m.

Part-B is of Subjective Type having 35 marks which are to be answered in the Answer book provided separately. **Part-B** has to be answered from 3.40 p.m. to 5.20 p.m.

Candidates can take away the Question Booklet after completion of the Examination.

इस प्रश्न पुस्तिका में दो भाग हैं - **भाग-A** तथा **भाग- B.**

भाग-A में 35 अंक के बहुविकल्पीय प्रश्न हैं जिनके उत्तर अलग से दिये गये **OMR** उत्तर पत्रक पर चिह्नित करें। **भाग-A** के उत्तर पहले 2.00 अपराह्न से 3.35 अपराह्न तक हल करेंगे एवं इसके उपरान्त **OMR** उत्तर पत्रक वीक्षक को 3.35 अपराह्न पर लौटा देंगे।

भाग-B में 35 अंक के विषयनिष्ठ प्रश्न हैं जिनके उत्तर अलग से दिये गये उत्तर पुस्तिका पर हल करें। **भाग-B** के उत्तर के लिए समय 3.40 अपराह्न से 5.20 अपराह्न तक निर्धारित है।

परीक्षार्थी परीक्षा के उपरान्त प्रश्न पुस्तिका को ले जा सकते हैं।

PART-A/ भाग - A

Class- 12 (वर्ग -12)	Sub.- Physics (विषय -भौतिकी)	F.M.- 35 (पूर्णांक -35)	Time - 1 Hour 30 Min. (समय - 1 घंटा 30 मिनट)

INSTRUCTION / निर्देश :

1. Carefully fill up the necessary particulars on the OMR Answer Sheet.
   सावधानी पूर्वक सभी विवरण OMR उत्तर पत्रक पर भरें।
2. Put your full signature on the OMR Answer Sheet in the space provided.
   आप अपना पूरा हस्ताक्षर OMR उत्तर पत्रक पर दी गई जगह पर करें।
3. There are 35 Multiple Choice Questions in this Part.
   इस भाग में कुल 35 बहु-विकल्पीय प्रश्न हैं।
4. All questions are compulsory. Each question carries 1 mark.
   सभी प्रश्नों के उत्तर देना अनिवार्य है। प्रत्येक प्रश्न की अधिमानता 1 अंक निर्धारित है।
5. There is no negative marking for any wrong answer.
   गलत उत्तर के लिए कोई अंक नहीं काटा जायेगा।
6. Use the page given at the end of question booklet for Rough Work. Do not do any Rough Work on the OMR Answer Sheet.
   रफ कार्य हेतु प्रश्न पुस्तिका के अंत में दिये गये पृष्ठ का ही प्रयोग कीजिए। OMR उत्तर पत्रक पर कोई रफ कार्य न करें।
7. Read all the instructions provided on page 2 of the OMR Answer Sheet carefully and do accordingly.
   OMR उत्तर पत्रक के पृष्ठ 2 पर प्रदत्त सभी निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़ें तथा उसके अनुसार कार्य करें।
8. Four options are given for each question. **You have to darken duly the most suitable answer on your OMR Answer Sheet.** Use only Blue or Black Ball-Point Pen. The use of Pencil is not allowed.
   प्रत्येक प्रश्न में चार विकल्प दिये गये हैं। इनमें से सबसे उपयुक्त उत्तर को आप अपने OMR उत्तर पत्रक पर ठीक-ठीक गहरा काला करें। केवल नीला या काला बॉल-प्वाइंट कलम का ही प्रयोग करें। पेंसिल का प्रयोग वर्जित है।
9. Adhere to the instructions provided in the OMR Answer Sheet very carefully otherwise your OMR Answer Sheet will be treated as invalid and it will not be evaluated.
   OMR उत्तर पत्रक पर दिये गये निर्देशों का ध्यानपूर्वक पालन कीजिए अन्यथा आपका OMR उत्तर पत्रक अमान्य होगा और उसका मूल्यांकन नहीं किया जायेगा।

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1) **Dimensional formula of $\in_0$ is**

(1) $[M^1L^2T^{-4}A^{-2}]$ (2) $[M^{-1}L^{-3}T^4A^2]$

(3) $[M^1L^3T^{-4}A^{-2}]$ (4) $[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$

$\in_0$ का विमीय सूत्र है

(1) $[M^1L^2T^{-4}A^{-2}]$ (2) $[M^{-1}L^{-3}T^4A^2]$

(3) $[M^1L^3T^{-4}A^{-2}]$ (4) $[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$

Ans : (2)

2) **According to Gauss' Law of electrostatics**

(1) $\phi_E = \frac{\in_0}{2}$ (2) $\phi_E = \frac{q}{\in_0}$

(3) $\phi_E = q \in_0$ (4) $\phi_E = \frac{1}{q \in_0}$

गॉस के इलेक्ट्रोस्टैटिक्स के नियमानुसार

(1) $\phi_E = \frac{\in_0}{2}$ (2) $\phi_E = \frac{q}{\in_0}$

(3) $\phi_E = q \in_0$ (4) $\phi_E = \frac{1}{q \in_0}$

Ans : (2)

3) **The number of electrons for two coulombs of charge is**

(1) 1.25×10^{18} (2) 1.25×10^{19}

(3) 1.25×10^{21} (4) 1.25×10^{23}

Jharkhandiab.com

दो कूलॉम आवेश के लिए इलेक्ट्रॉनों की संख्या है

(1) 1.25×12^{18} (2) 1.25×10^{19}

(3) 1.25×10^{21} (4) 1.25×10^{23}

Ans : (2)

4) **If the distance between two plates of a parallel plate capacitor is halved, its capacity**

(1) increases 2 times (2) decreases 2 times

(3) increases 4 times (4) decreases 4 times

यदि किसी समानांतर पट्टिका संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच की दूरी आधी कर दी जाए तो उसकी धारिता

(1) दुगुनी बढ़ जाती है (2) दुगुनी घट जाती है

(3) चार गुनी बढ़ जाती है (4) चार गुनी घट जाती है

Ans : (1)

5) **The electric potential at a point inside a charged spherical shell is**

(1) zero (2) constant

(3) variable (4) maximum

किसी आवेशित गोलीय कवच के आन्तरिक बिंदु पर विद्युत विभव का मान होता है

(1) शून्य (2) स्थिर

(3) परिवर्ती (4) महत्तम

Ans : (2)

6) **The electric field and the potential of an electric dipole vary with distance r as**

(1) 1/r and $1/r^2$ (2) $1/r^2$ and 1/r

(3) $1/r^2$ and $1/r^3$ (4) $1/r^3$ and $1/r^2$

किसी विद्युत द्विध्रुव के विद्युत क्षेत्र एवं विभव, दुरी r के साथ किस प्रकार परिवर्तित होते हैं?

(1) 1/r एवं $1/r^2$ (2) $1/r^2$ एवं 1/r

(3) $1/r^2$ एवं $1/r^3$ (4) $1/r^3$ एवं $1/r^2$

Ans : (4)

7) **Kirchhoff's loop rule is a direct consequence of law of conservation of**

(1) Charge (2) Momentum

(3) Angular momentum (4) Energy

किर्कहॉफ का पाश नियम किस राशि के संरक्षण के नियम की सीधी परिणति है?

(1) आवेश (2) संवेग

(3) कोणीय संवेग (4) उर्जा

Ans : (4)

8) **A charged particle has drift velocity 4.2×10^{-4} ms^{-1} in electric field of 2.1×10^{-10} V m^{-1}. Its mobility is**

(1) 0.5×10^{6} $m^2V^{-1}s^{-1}$ (2) 2×10^{6} $m^2V^{-1}s^{-1}$

(3) 0.5×10^{-6} $m^2V^{-1}s^{-1}$ (4) 2×10^{-6} $m^2V^{-1}s^{-1}$

विद्युत क्षेत्र 2.1×10^{-10} V m^{-1} में एक आवेशित कण का अपवाह वेग 4.2×10^{-4} ms^{-1} है। कण की गतिशीलता का मान है

(1) 0.5×10^{6} $m^2V^{-1}s^{-1}$ (2) 2×10^{6} $m^2V^{-1}s^{-1}$

(3) 0.5×10^{-6} $m^2V^{-1}s^{-1}$ (4) 2×10^{-6} $m^2V^{-1}s^{-1}$

Ans : (2)

9) **The magnetic force $\vec{F}$ on a current carrying conductor of length ℓ in an external magnetic field $\vec{B}$ is given by**

(1) $\frac{I \times \vec{B}}{\vec{l}}$ (2) $\frac{\vec{l} \times \vec{B}}{\vec{I}}$

(3) $I(\vec{l} \times \vec{B})$ (4) $I^2(\vec{l} \times \vec{B})$

किसी बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में ℓ लम्बाई के धारावाही चालक पर चुम्बकीय बल $\vec{F}$ को किस प्रकार से व्यक्त किया जाता है?

(1) $\frac{I \times \vec{B}}{\vec{l}}$ (2) $\frac{\vec{l} \times \vec{B}}{\vec{I}}$

(3) $I(\vec{l} \times \vec{B})$ (4) $I^2(\vec{l} \times \vec{B})$

Ans : (3)

10) **A circular coil of radius 10 cm having 100 turns carries a current of 3.2 A. The magnetic field at the centre of the coil is**

(1) 2.01×10^{-3} T (2) 5.64×10^{-3} T

(3) 2.64×10^{-4} T (4) 5.64×10^{-4} T

100 फेरों वाली 10 cm त्रिज्या की वृत्तीय कुंडली में 3.2 A की धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली के केंद्र पर चुम्बकीय क्षेत्र होगा

(1) 2.01×10^{-3} T (2) 5.64×10^{-3} T

(3) 2.64×10^{-4} T (4) 5.64×10^{-4} T

Ans : (1)

11) **Which of the following is not correct about the magnetic field lines?**

(1) The magnetic field lines of a magnet form continuous closed loops

(2) The tangent to the field lines at a given point represents the direction of the net magnetic field at that point

(3) The larger the number of field lines crossing per unit area, the stronger is the magnitude of the magnetic field B

(4) The magnetic field lines may intersect each other in certain conditions

निम्न में से कौन-सा चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के बारे में सही नहीं है?

(1) किसी चुम्बक की चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ सतत बन्द लूप बनाती हैं

(2) दिये गये किसी बिन्दु पर क्षेत्र रेखा की स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर नेट चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करती है।

(3) प्रति एकांक क्षेत्रफल में से गुजरने वाली क्षेत्र रेखाओं की संख्या जितनी अधिक होती है, चुम्बकीय क्षेत्र B का परिमाण उतना ही अधिक होता है

(4) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ निश्चित स्थितियों में एक-दूसरे को काट सकती हैं

Ans : (4)

12) **The magnetic lines of force inside a bar margent**

(1) are from N-pole to S-pole of the magnet

(2) are from S-pole to N-pole of the magnet

(3) depends on area of cross-section of bar magnet

(4) do not exist

Jharkhandlab.com

एक छड़ चुम्बक के अंदर बल की चुम्बकीय रेखाएँ

(1) चुम्बक के N ध्रुव से S-ध्रुव तक हैं

(2) चुम्बक के S-ध्रुव से N ध्रुव तक हैं

(3) दण्ड चुम्बक के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्र पर निर्भर करता है

(4) मौजूद नहीं है

Ans : (2)

13) The vertical component of earth's magnetic field at a place is $\sqrt{3}$ times the horizontal component. The value of angle of dip at this place is

(1) 30° (2) 45°

(3) 60° (4) 90°

किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक क्षैतिज घटक का $\sqrt{3}$ गुना है। इस स्थान पर नमन कोण का मान है

(1) 30° (2) 45°

(3) 60° (4) 90°

Ans : (3)

14) The magnetic flux linked with a coil of N turns of area of cross-section A held with its plane parallel to the field B is

(1) NAB (2) NAB/2

(3) NAB/4 (4) zero

क्षेत्र B के समानांतर इसके ताल के साथ रखे गए अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल A के N फेरों की कुंडली के साथ जुड़ा चुम्बकीय फ्लक्स होता है

(1) NAB (2) NAB/2

(3) NAB/4 (4) शून्य

Ans : (4)

15) Direction of current induced in a wire moving in a magnetic field is found using

(1) Fleming's left hand rule

(2) Fleming's right hand rule

(3) Ampere's rule

(4) none of these

किसी चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान तार में प्रेरित धारा की दिशा किसका प्रयोग करके प्राप्त की जाती है?

(1) फ्लेमिंग के बाएं हाथ का नियम

(2) फ्लेमिंग के दायें हाथ का नियम

(3) एम्पियर का नियम

(4) इनमें से कोई नहीं

Ans : (2)

16) If number of turns in primary and secondary coils is increased to two times each, the mutual inductance

(1) becomes 4 times (2) becomes 2 times

(3) becomes 1/4 time (4) remains unchanged

यदि प्राथमिक एवं द्वितीयक कुंडलियों में फेरों की संख्या प्रत्येक में दो गुना बढ़ जाती है, तो अन्योन्य प्रेरकत्व

(1) 4 गुना हो जाता है

(2) 2 गुना हो जाता है

(3) 1/4 गुना हो जाता है

(4) अपरिवर्तित रहता है

Ans : (1)

17) A 100 Ω resistor is connected to a 220 V, 50 Hz ac supply. The r.m.s. value of current in the circuit is

(1) 1.56 A (2) 1.56 mA

(3) 2.2 A (4) 2.2 mA

एक 100 Ω के प्रतिरोधक को 220 V, 50 Hz की ए. सी. सप्लाई से जोड़ा जाता है। परिपथ में धारा का वर्ग माध्य मूल मान क्या होगा?

(1) 1.56 A (2) 1.56 mA

(3) 2.2 A (4) 2.2 mA

Ans : (3)

18) In series LCR circuit, the phase angle between supply voltage and current is

(1) $\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$ (2) $\tan\phi = \frac{R}{X_L - X_C}$

(3) $\tan\phi = \frac{R}{X_L + X_C}$ (4) $\tan\phi = \frac{X_L + X_C}{R}$

श्रेणी LCR परिपथ में, सप्लाई वोल्टता एवं धारा के मध्य कला कोण होगा

(1) $\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$ (2) $\tan\phi = \frac{R}{X_L - X_C}$

(3) $\tan\phi = \frac{R}{X_L + X_C}$ (4) $\tan\phi = \frac{X_L + X_C}{R}$

Ans : (1)

19) Which of the following electromagnetic waves has the greatest frequency?

(1) Radio waves (2) Ultraviolet rays

(3) Infrared rays (4) γ-rays

निम्न में से किस विद्युत चुम्बकीय तरंग की आवृति महत्तम होता है

(1) रेडियो तरंगें (2) पराबैंगनी किरणें

(3) अवरक्त किरणें (4) γ- किरणें

Ans : (4)

20) ..... is used for photography in fog.

(1) Polaroid (2) Infrared

(3) Ultraviolet (4) X-rays

कोहरे में फोटोग्राफी के लिए प्रयुक्त होता है

(1) पोलरोइड (2) अवरक्त

(3) पराबैंगनी (4) x-किरणें

Ans : (2)

21) A virtual image larger than the object is formed in

(1) Convex mirror (2) Concave mirror

(3) Plane mirror (4) None of these

वस्तु से बड़ा आभासी प्रतिबिंब बनता है

(1) उत्तल दर्पण में (2) अवतल दर्पण में

(3) समतल दर्पण में (4) इनमें से कोई नहीं

Ans : (2)

22) The image formed by a simple microscope is

(1) imaginary and erect

(2) imaginary and inverted

(3) real and erect

(4) real and inverted

एक सरल सूक्ष्मदर्शी से बना हुआ प्रतिबिंब होता है

(1) काल्पनिक व सीधा (2) काल्पनिक व उल्टा

(3) वास्तविक व सीधा (4) वास्तविक व उल्टा

Ans : (1)

Jharkhandlab.com

23) **With increase in wavelength, the value of refractive index**

(1) increases (2) decreases

(3) remains unchanged (4) none of these

तरंगदैर्ध्य में वृद्धि के साथ अपवर्तनांक का मान

(1) बढ़ता है (2) घटता है

(3) अपरिवर्तित रहता है (4) इनमें से कोई नहीं

Ans : (2)

24) **The concept of secondary wavelets was given by**

(1) Fresnel (2) Newton

(3) Huygens (4) Maxwell

द्वितीयक तरंगिकाओ की अवधारणा दी थी

(1) फ्रेनेल ने (2) न्यूटन ने

(3) हायगेन्स ने (4) मैक्सवेल ने

Ans : (3)

25) **Two waves whose intensities are in the ration 9 : 1 produce interference. The ration of maximum and minimum intensities will be**

(1) 10 : 8 (2) 9 : 1

(3) 4 : 1 (4) 2 : 1

दो तरंगें जिनकी तिव्रताओं का अनुपात 9: 1 है व्यतिकरण उत्पन्न करती है। अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात होगा

(1) 10 : 8 (2) 9 : 1

(3) 4 : 1 (4) 2 : 1

Ans : (3)

26) **A ray of light is incident on a glass plate at an angle of 60°. If the reflected and refracted rays are mutually perpendicular, then the refractive index of the material is**

(1) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (2) $\sqrt{3}$

(3) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (4) $\frac{1}{2}$

कांच की एक पट्टिका पर प्रकाश किरण 60° के कोण पर आपतित होती है। यदि परावर्तित तथा अपवर्तित किरणें परस्पर लंबवत हों, तो पदार्थ का अपवर्तनांक है

(1) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (2) $\sqrt{3}$

(3) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (4) $\frac{1}{2}$

Ans : (2)

27) **Which of the following metals has minimum work function ?**

(1) Iron (2) Copper

(3) Barium (4) Sodium

निम्नलिखित में से किस धातु का न्यूनतम कार्य फलन है ?

(1) आयरन (2) कॉपर

(3) बेरियम (4) सोडियम

Ans : (4)

28) **The ratio of de-Broglie wavelengths associated with two electrons accelerated by 25 V and 36 V is**

(1) $\frac{25}{36}$ (2) $\frac{36}{25}$

(3) $\frac{5}{6}$ (4) $\frac{6}{5}$

25 V और 36 V द्वारा त्वरित दो इलेक्ट्रॉनों से संबंधित डी ब्रॉग्ली तरंगदैध्यों की अनुपात है

(1) $\frac{25}{36}$ (2) $\frac{36}{25}$

(3) $\frac{5}{6}$ (4) $\frac{6}{5}$

Ans : (4)

29) **The Bohr model of atoms**

(1) assumes that the angular momentum of electrons is quantized

(2) uses Einstein's photoelectric quation

(3) predicts continuous emission spectra for atoms

(4) predicts the same emission spectra for all types of atoms

परमाणुओं का बोर मॉडल

(1) मानता है की इलेक्ट्रॉनों का कोणीय संवेग क्वाण्टीकृत होता है

(2) आइन्स्टीन के प्रकाश विद्युत समीकरण के प्रयोग करता है

(3) परमाणुओं के लिए सतत उत्सर्जन वर्णक्रम की भविष्यवाणी करता है

(4) सभी प्रकार के परमाणुओं के लिए समान उत्सर्जन वर्णक्रम की भविष्यवाणी करता है

Ans : (1)

30) **S.I. unit of Rydberg constant R is**

(1) m (2) m^2

(3) m^{-1} (4) m^{-2}

रिडबर्ग नियतांक का S.I. मात्रक है

(1) m (2) m^2

(3) m^{-1} (4) m^{-2}

Ans : (3)

31) **Mean life of a radioactive sample is 100 second (s). Then its half life is**

(1) 6.93 s (2) 0.693 s

(3) 69.3 s (4) 100 s

एक रेडियो-एक्टिव नमूने की औसत आयु 100 सेकण्ड (s) है। उसकी अर्ध-आयु होगी

(1) 6.93 s (2) 0.693 s

(3) 69.3 s (4) 100 s

Ans : (3)

32) **In $_{88}Ra^{226}$ nucleus, there are**

(1) 138 protons and 88 neutrons

(2) 138 neutrons and 88 protns

(3) 226 protons and 88 electrons

(4) 226 neutrons and 138 electrons

$_{88}Ra^{226}$ नाभिक में हैं

(1) 138 प्रोटॉन और 88 न्यूट्रॉन

(2) 138 न्यूट्रॉन और 88 प्रोटॉन

(3) 226 प्रोटॉन और 88 इलेक्ट्रॉन

(4) 226 न्यूट्रॉन और 138 इलेक्ट्रॉन

Ans : (2)

Jharkhandlab.com

33) **Zener diode functions in**

(1) forward biased condition

(2) reverse biased condition

(3) both forward and reverse biased condition

(4) none of these

जेनर डायोड कार्य करता है

(1) अग्र बायस की स्थिति में

(2) पश्च बायस की स्थिति में

(3) अग्र एवं पश्च दोनों बायस की स्थिति में

(4) इनमें से कोई नहीं

Ans : (2)

34) **As temperature increases the resistance of a semiconductor**

(1) increases (2) decreases

(3) remains constant (4) none of these

ताप बढ़ने के साथ अर्धचालक का प्रतिरोध

(1) बढ़ता है (2) घटता है

(3) स्थिर रहता है (4) इनमें से कोई नहीं

Ans : (2)

35) **n-type semiconductor is formed when dopant atom is**

(1) Monovalent (2) Bivalent

(3) Trivalent (4) Pentavalent

n-प्रकार के अर्धचालक बनते हैं, जब अपमिश्रक परमाणु होते हैं

(1) एक-संयोजी (2) द्विसंयोजी

(3) त्रिसंयोजी (4) पंचसंयोजी

Ans : (4

Jharkhandlab.com

झारखंड अधिविद्य परिषद्
ANNUAL INTERMEDIATE EXAMINATION 2023
Physics (Compulsory)
SOLVED PAPER

विषयनिष्ठ आधारित प्रश्न

PART-B/ भाग - B

SUBJECTIVE BASED QUESTIONS
(विषयनिष्ठ आधारित प्रश्न)

Class- 12 (वर्ग -12)	Sub.- Physics (विषय -भौतिकी)	F.M.- 35 (पूर्णांक -35)	Time - 1 Hour 30 Min. (समय - 1 घंटा 30 मिनट)

INSTRUCTIONS / निर्देश :

1. Examinees are required to answer in their own words as far as practicable.
   परीक्षार्थी यथासंभव अपने शब्दों में ही उत्तर दें।
2. This question paper has three sections : **A, B** and **C.** Total number of questions is **19.**
   इस प्रश्नपत्र में तीन खण्ड- **A, B** एवं **C** हैं। कुल प्रश्नों की संख्या **19** है।
3. **Section- A** - Question Nos. **1 - 7** are Very short answer type. Answer any five of these questions in maximum one sentence each. Each question carries **1** mark.
   खण्ड- A - में प्रश्न संख्या **1 - 7** अति लघु उत्तरीय प्रकार के हैं। इनमें से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अधिकतम एक वाक्य में दीजिए। प्रत्येक प्रश्न की अधिमानता **1** अंक निर्धारित है।
4. **Section - B -** Question Nos. **8 - 14** are Short answer type. Answer any five of these questions in maximum **50** word each. Each question carries **3** marks.
   खण्ड- B - में प्रश्न संख्या **8 - 14** लघु उत्तरीय हैं। इनमें से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अधिकतम **50** शब्दों में दीजिए। प्रत्येक प्रश्न की अधिमानता **3** अंक निर्धारित है।
5. **Section - C -** Question Nos. **15 - 19** are Long answer type. Answer any three of these questions in maximum 100 words each. Each question carries **5** marks.
   खण्ड- C - में प्रश्न संख्या **15 - 19** दीर्घ उत्तरीय हैं। इनमें से किन्हीं तीन प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अधिकतम **100** शब्दों में दीजिए। प्रत्येक प्रश्न की अधिमानता **5** अंक निर्धारित है।)

Very Short Answer type Questions

1) Between an electron and a proton, which is stronger, the electrostatic force or the gravitational force?

Ans : The Electrostatic Force

एक इलेक्ट्रॉन तथा एक प्रोटॉन के बीच स्थिर-वैद्युत बल तथा गुरूत्वाकर्षण बल में से कौन-सा अधिक प्रबल है?

उत्तर : स्थिर-वैद्युत बल

2) At what angle should a proton move in a uniform magnetic field from the direction of the field so that the proton continues to move in its initial direction ?

Ans : 0° or 180°

किसी एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में होकर एक प्रोटॉन, क्षेत्र की दिशा से कितने कोण पर गति करे की प्रोटॉन अपनी प्रारंभिक दिशा में चलता रहे ?

उत्तर : 0° या 180°

3) What is the phenomenon of generation of induced electromotive force in another coil due to change in current in one coil called ?

Ans : Mutual Induction

एक कुंडली में धारा परिवर्तन के कारण दूसरी कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न होने की घटना को क्या कहते हैं ?

उत्तर : अन्योन्य प्रेरण

4) Whose frequency is more in red and violet light ?

Ans : Violet

लाल तथा बैंगनी प्रकाश में किसकी आवृत्ति अधिक होती है ?

उत्तर : बैंगनी

5) A lens cannot be seen when immersed in a transparent medium. When is this possible ?

Ans : When Refractive index of lens = Refractive index of transparent medium

कोई लेंस एक पारदर्शी माध्यम में डुबोने पर दिखाई नहीं पड़ता । यह कब सम्भव है ?

उत्तर : सम्भव है जब लेंस का अपवर्तनांक = पारदर्शी माध्यम का अपवर्तनांक

6) Which of the photons of red and blue light will have more energy ?

Ans : Blue

लाल तथा नीले प्रकाश के फोटॉनों में से किसकी ऊर्जा अधिक होगी ?

उत्तर : नीला

7) What is the effect of rise in temperature on the conductivity of a semiconductor ?

Ans : Conductivity increases

ताप वृद्धि का अर्द्धचालक की चालकता पर क्या प्रभाव पड़ता है ?

उत्तर : चालकता बढ़ती है ।

Short Answer type Questions

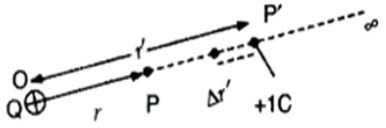
1) Derive an expression for electric potential at a point due to a point charge.

Ans- Consider a point charge 'Q' kept at point O. Let P be a point at distance r.

At some point p', the electrostatic force on the unit positive charge is

Jharkhandlab.com

$$= \frac{Q \times 1}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}$$



Work done against this force r' to $r' + \Delta r'$ is

$$\Delta W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\Delta r'$$

Total Work done 'W' by the External Force from ∞ to r

$$W = -\int_{\infty}^{-r} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\Delta r' = -\left[\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}\right]_{\infty}^{-r}$$

$$W = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

Hence potential at this point

$$V = W = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

1) किसी बिन्दु आवेश के कारण किसी बिन्दु पर विद्युतीय विभव का व्यंजक प्राप्त करें।

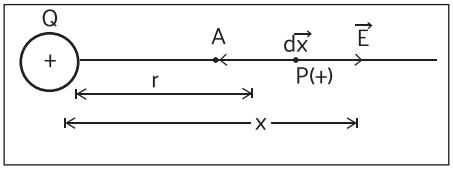
उत्तर - बिंदु O पर रखे बिंदु आवेश 'Q' पर विचार करें। मान लीजिए कि दूरी r पर बिंदु P है।

किसी बिंदु P पर, एकांक धनावेश पर वैद्युत बल है

किसी बिन्दू आवेश +Q के कारण वैद्युत क्षेत्र पर विचार करते हैं जिसे क्षेत्र रेखाओं से पर्दर्शित किया जाता है।

माना कि एक इकाई धनात्मक परिक्षण आवेश (+1) को बिंदु P पर रखा जाता है जिसकी +Q आवेश से दुरी x है।

माना बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र तीव्रता, (आवेश Q के कारण) $\vec{E}$ है।



$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{Q}{x_2}$$

अतः इकाई धनात्मक आवेश पर बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र के कारण बल F लगता है।

$$F = 1 \times E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}$$

यह बल बिंदु P के दायें ओर लगता है।

माना, इकाई धनात्मक आवेश को, आवेश Q कि ओर d $\vec{x}$ तक विस्थापित किया जाता है, ऐसा करने के लिए किया गया कार्य

$$dw = -Fdx \ (\because \cos 180^0 = -1 \text{ and } F = E)$$

समीकरण (ii) का प्रयोग करने के बाद

$$dw = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}dx$$

माना, इकाई धनात्मक आवेश को अनंत से बिंदु A तक (जो वैद्युत क्षेत्र में स्थित है।) लाया जाता है। ऐसा करने के लिए, कुल कार्य।

$$\int dw = \int_{x=\infty}^{x=r} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}dx = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{r} x^2 dx$$

या $$w = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{x^{-1}}{-1}\right]_{\infty}^{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{x}\right]_{\infty}^{r}$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon^0}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right] = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{r} \left(\because \frac{1}{\infty} = 0\right)$$

यह कार्य (w) बिंदु A पर, आवेश Q के कारण वैद्युत विभव (V) होता है।

अतः $$v = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r} \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

2) State Kirchhoff's rules. Explain briefly how these rules are justified.

Ans: Kirchhoff's rules.

1. Kirchhoff's junction rule : At any junction, the sum of the currents entering the junction is equal to the sum of currents leaving the junction.

2. Kirchhoff's loop rule : The algebraic sum of changes in potential in any closed loop in an electrical circuit is zero.

These two laws are justified on the basis of law of conservation of charge and the law of conservation of energy respectively.

2) किरचॉफ के नियम बताइये। संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि ये नियम किस प्रकार न्यायोचित हैं।

उत्तर: किरचॉफ के नियम।

1. किरचॉफ का संधि नियम : किसी भी संधि पर संधि में प्रवेश करने वाली धाराओं का योग संधि से निकलने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है।

2. किरचॉफ का लूप नियम : विद्युत् परिपथ के किसी भी बंद लूप में वोल्टता परिवर्तन का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

ये दोनों नियम क्रमशः आवेश संरक्षण नियम तथा ऊर्जा संरक्षण नियम के आधार पर न्यायोचित हैं।

3) Establish the relation between Magnetic Permeability and Magnetic Susceptibility.

Ans : The total magnetic flux density (B) in a material is the sum of the magnetic flux density in vacuum (B_o) and the magnetic flux density due to the magnetization of the material (B_m).

i.e, $B = B_0 + B_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$

$or,\ B = \mu_o H + \mu_o I = \mu_o (H + I) \qquad Since\ B_0 = \mu_o H\ and\ B_m = \mu_o I$

$or,\ \frac{B}{H} = \mu_o\left(1 + \frac{I}{H}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (ii)$

$or,\ \mu = \mu_o\left(1 + \chi_m\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (iii) \quad Since \quad \mu = \frac{B}{H}\ and\ \chi_m = \frac{I}{H}$

$or,\ \frac{\mu}{\mu_o} = \left(1 + \chi_m\right)$

$or,\ \mu_r = \left(1 + \chi_m\right) \quad \ldots\ldots\ldots (iv) \quad Since \quad \mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$

3) चुम्बकीय पारगम्यता तथा चुम्बकीय सुग्राहिता या प्रवृत्ति के मध्य सम्बन्ध (Relation between Magnetic Permeability and Magnetic Susceptibility) स्थापित करें।

उत्तर : किसी पदार्थ में कुल चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (B) निर्वात् में चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (B_o) तथा पदार्थ के चुम्बकत्व (B_m) के कारण चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व का योग है।

अर्थात्

Jharkhandlab.com

$$B = B_0 + B_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

$$or,\ B = \mu_o H + \mu_o I = \mu_o (H + I) \qquad Since\ B_0 = \mu_o H\ and\ B_m = \mu_o I$$

$$or,\ \frac{B}{H} = \mu_o \left(1 + \frac{I}{H}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (ii)$$

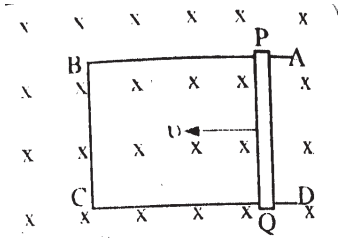
$$or,\ \mu = \mu_o (1 + \chi_m) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (iii) \quad Since \quad \mu = \frac{B}{H}\ and\ \chi_m = \frac{I}{H}$$

$$or,\ \frac{\mu}{\mu_o} = (1 + \chi_m)$$

$$or,\ \mu_r = (1 + \chi_m) \quad \ldots\ldots\ldots (iv) \quad Since \quad \mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

4) A conducting rod moves with a certain velocity in a uniform magnetic field. Derive an expression for the induced electromotive force between the ends of the rod.

Ans : Consider a conductor PQ of length l moving freely in a uniform magnetic field $\vec{B}$ with uniform velocity v on a rectangular conductor ABCD .



Let any arbitrary positive charge q in the conductor also move in the field with the same velocity.

Magnitude of Lorentz force on this charge, F_m = qvB

Direction of this force on the charge as per Fleming's left hand Rule comes out to be along PQ towards Q.

Work done in moving the charge from P to Q is given by,

W = F_m X PQ = (qvB) l

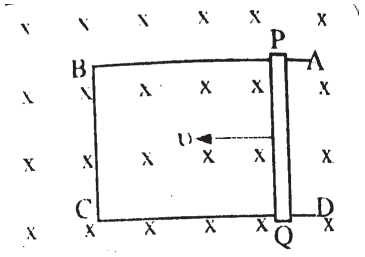
Electromotive force (e.m.f.) is defined as the work done per unit charge so, emf across conductor PQ is given by,

$$\varepsilon = \frac{W}{q} = \frac{qvBl}{q} = vBl$$

$$i.e,\ \varepsilon = vBl$$

4) कोई चालक छड़ निश्चित वेग से समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में गति करती है। छड़ के सिरों के मध्य प्रेरित विद्युत वाहक बल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर : माना की l लंबाई के एक सुचालक PQ जो एक समान चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में एक समान वेग v के साथ एक आयताकार सुचालक ABCD पर स्वतंत्र रूप से घूम रहा है।



मान लीजिए कि सुचालक में कोई धनात्मक आवेश q भी उसी वेग से चुम्बकीय क्षेत्र में गति कर रहा है।

इस आवेश पर लोरेंट्ज़ बल का परिमाण इस प्रकार से दिया जा सकता हैं।

F_m = qvB

फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम के अनुसार आवेश पर इस बल की दिशा PQ के अनुदिश Q की ओर होंगी।

आवेश को P से Q तक ले जाने में किया गया कार्य इस प्रकार दिया जाता है।

W = F_m X PQ = (qvB)l

विद्युत वाहक बल (e.m.f.) को प्रति इकाई आवेश पर किए गए कार्य के रूप में परिभाषित किया जाता है, इसलिए छड़ चालक PQ के सिरों के मध्य प्रेरित विद्युत वाहक बल (e.m.f.) को इस प्रकार से दिया जा सकता हैं।

$$\varepsilon = \frac{W}{q} = \frac{qvBl}{q} = vBl$$

$$i.e,\ \varepsilon = vBl$$

5) Write and explain Einstein's Equation of the Photoelectric Effect?

Ans : Einstein explained the photoelectric effect on the basis of Planck's quantum theory, according to which light radiation travels in the form of discrete photons. The energy of photon is $\mathbf{h\nu}$,

E = $\mathbf{h\nu}$ ...(1)

Where '**h**' is Planck's constant, and 'ν' is the frequency of the emitted radiation.

The quantum energy provided by the photons is partially used by the electron to overcome the molecular attraction of the surface.

This energy is constant for a surface, and is denoted by Φ. It is called the work function of a surface and is constant for a given material.

Therefore,

The kinetic energy of a photoelectron = (energy provided by the photon) – (energy used to come out of the surface).

Thus the equation is given, K.E. = $\mathbf{h\nu}$ – Φ ...(2)

This is Einstein's photoelectric equation.

5) फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव के आइंस्टीन के समीकरण को लिखें और समझाएं?

उत्तर : आस्टीन ने प्लैंक के क्वांटम सिद्धांत के आधार पर फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव की व्याख्या की, जिसके अनुसार प्रकाश विकिरण असतत फोटोन के रूप में यात्रा करता है। फोटॉन ऊर्जा $\mathbf{h\nu}$ है।

E = $\mathbf{h\nu}$ ...(1)

जहाँ 'h' प्लैंक स्थिरांक है, और 'ν' उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति है।

सतह के आणविक आकर्षण को दूर करने के लिए फोटॉनों द्वारा प्रदान की जाने वाली क्वांटम ऊर्जा आंशिक रूप से इलेक्ट्रॉन द्वारा उपयोग की जाती है।

यह ऊर्जा एक सतह के लिए स्थिर है, और इसे Φ द्वारा निरूपित किया जाता है। इसे किसी सतह का कार्य फलन कहा जाता है और यह किसी दिए गए पदार्थ के लिए स्थिर होता है।

अतः एक फोटोइलेक्ट्रॉन की

गतिज ऊर्जा = (फोटॉन द्वारा प्रदान की गई ऊर्जा) - (सतह से बाहर आने के लिए उपयोग की गई ऊर्जा)।

इस प्रकार समीकरण दिया गया है, K.E. = $\mathbf{h\nu}$ – Φ ...(2)

यह आइंस्टीन का फोटोइलेक्ट्रिक समीकरण है।

6) What is a rectifier ? On What principle does it work ?

Ans : A rectifier is a circuit which converts an alternating current into direct current. It works on the principle of biasing of an ideal diode.

Jharkhandlab.com

6) एक दिष्टकारी क्या है? यह किस सिद्धांत पर काम करता है ?

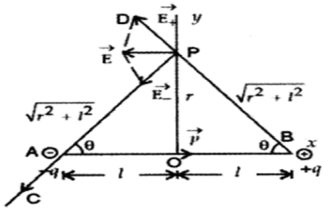
Ans : दिष्टकारी एक परिपथ है जो प्रत्यवर्ती धारा को दिष्ट धारा में परिवर्तित करता है । ये एक आदर्श डायोड के बायसिंग के सिद्धांत पर कार्य करता है।

Long Answer type Questions

1) Define electric dipole moment. Derive an expression for the electric field at a point on equatorial (broad-side on) position of an electric dipole.

Ans : (i) Electric dipole moment: It is the product of the magnitude of either charge and distance between them.

It is a vector quantity whose direction is from negative to positive charge.



Expression :

Electric field intensity at P due to +q charge is

$$\vec{E_+} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{BP^2} \text{ along PD}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PD } ...(i)$$

Electric field intensity at P due to -q charge is,

$$\vec{E_-} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{AP^2} \text{ along PC}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PC } ...(ii)$$

From (*i*) and (*ii*), $|\vec{E_+}| = |\vec{E_-}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)}$ ...(*iii*)

Net electric field intensity due to the electric dipole at point P

$$\therefore \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+E_-\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+^2\cos 2\theta} \qquad (\because E_- = E_+)$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 + 2E_+^2\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2(1 + \cos 2\theta)}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 2\cos^2\theta} \qquad (\because 1 + \cos 2\theta = 2\cos^2\theta)$$

$$\therefore \quad E = 2E_+ \cos\theta = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \cos\theta$$

[Using equation (*iii*)]

Now from ΔOAP, $\cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$

$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \times \frac{l}{(r^2 + l^2)^{1/2}}$$

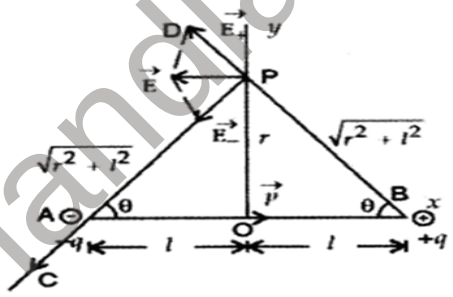
$$\Rightarrow \quad E = \frac{q \times 2l}{4\pi\varepsilon_0(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

$$E = \frac{-\vec{p}}{4\pi\varepsilon_o r^3} \; (for\ very\ small\ dipole, r^2 >> l^2)$$

1) विद्युत द्विध्रुव आधूर्ण को परिभाषित करें। एक विद्युतीय द्विध्रुव के कारण उसकी निरक्षीय स्थिति परद स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त करें।

उत्तर : वैद्युत द्विध्रुव आधूर्ण: यह किसी एक आवेश के परिमाण और उनके बीच की दूरी का गुणनफल होता है।

यह एक सदिश राशि है जिसकी दिशा ऋणात्मक से धनात्मक आवेश की ओर होती है।



Expression :

+q आवेश के कारण P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता है

$$\vec{E_+} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{BP^2} \text{ along PD}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PD } ...(i)$$

-q आवेश के कारण P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता है,

$$\vec{E_-} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{AP^2} \text{ along PC}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{along PC } ...(ii)$$

From (*i*) and (*ii*), $|\vec{E_+}| = |\vec{E_-}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)}$ ...(*iii*)

विद्युत द्विध्रुव के कारण शुद्ध विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$\therefore \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+E_-\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{E_+^2 + E_-^2 + 2E_+^2\cos 2\theta} \qquad (\because E_- = E_+)$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 + 2E_+^2\cos 2\theta}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2(1 + \cos 2\theta)}$$

$$\Rightarrow \quad E = \sqrt{2E_+^2 2\cos^2\theta} \qquad (\because 1 + \cos 2\theta = 2\cos^2\theta)$$

$$\therefore \quad E = 2E_+ \cos\theta = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \cos\theta$$

[Using equation (*iii*)]

Now from ΔOAP, $\cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$

$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2)} \times \frac{l}{(r^2 + l^2)^{1/2}}$$

$$\Rightarrow \quad E = \frac{q \times 2l}{4\pi\varepsilon_0(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

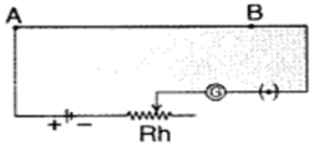
Since $q \times 2l = p$ ...(p is dipole moment)

$$E = \frac{-\vec{p}}{4\pi\varepsilon_o r^3} \; (for\ very\ small\ dipole, r^2 >> l^2)$$

Jharkhandlab.com

2) State the principle of a potentiometer. Describe briefly with the help of a circuit diagram, how this device is used to compare the e.m.f.s of two cells.

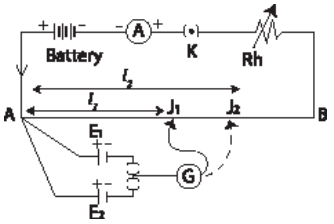
Ans: Potentiometer : A potentiometer is a device used to measure potential difference.



Principle : The basic principle of a potentiometer is that when a constant current flows through a wire of uniform cross-sectional area and composition, the potential drop across any length of the wire is directly proportional to that length.

$v \propto l \qquad V = Kl$

where [K is called potential gradient

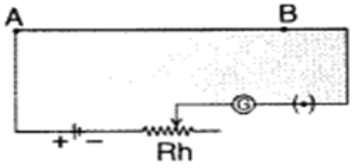


When the key K is closed, a constant current flows through the potentiometer wire. By closing key K_1, the null point can be obtained by cell E_1. The jockey is moved along the wire and adjusted till galvanometer shows no deflection. Suppose, $AJ_1 = l_1$ is the balancing length for cell E_1. Then $E_1 = kl_1$ where k→Potential gradient Now, let the null point of cell E_2 be obtained by closing key K_2. Let $AJ_2 = l_2$ Then, $E_2 = Kl_2$

∴ $E_1/E_2 = l_1/l_2$

2) विभवमापी का सिद्धांत बताइए। एक सर्किट आरेख की सहायता से संक्षेप में वर्णन करें कि इस उपकरण का उपयोग दो सेलों के विद्युत वाहक बल की तुलना करने के लिए कैसे किया जाता है?

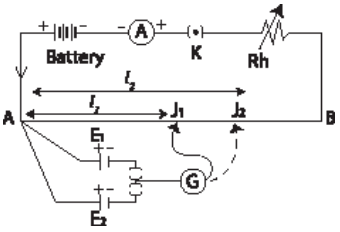
उत्तर: विभवमापी एक उपकरण है जिसका उपयोग विभवान्तर को मापने के लिए किया जाता है।



सिद्धांत : विभवमापी का मूल सिद्धांत यह है कि जब एकसमान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल और संघटन वाले तार से निरंतर धारा प्रवाहित होती है, तो तार की किसी भी लंबाई पर संभावित गिरावट उस लंबाई के समनानुपति होती है।

$v \propto l \qquad V = Kl$

...जहाँ [K को विभव प्रवणता कहते हैं



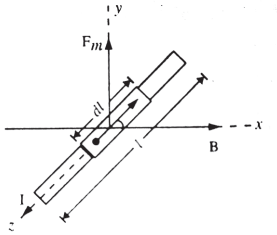
जब कुंजी K को बंद की जाती है, तो विभवमापी (पोटेंशियोमीटर) तार के माध्यम से एक निरंतर धारा प्रवाहित होती है। कुंजी K_1 को बंद करके, सेल E_1 द्वारा शून्य बिंदु प्राप्त किया जा सकता है। जॉकी को तार के साथ घुमाया जाता है और तब तक समायोजित किया जाता है जब तक कि गैल्वेनोमीटर कोई विक्षेप न दिखाए। मान लीजिए, $AJ_1 = l_1$ सेल E_1 के लिए संतुलन लंबाई है, फिर $E_1 = kl_1$, जहां k→संभावित ग्रेडिएंट अब, सेल E_2 का शून्य बिंदु मान लें कुंजी K_2 को बंद करके प्राप्त किया जा सकता है। मान लीजिए $AJ_2 = l_2$ फिर, $E_2 = Kl_2$

∴ $E_1/E_2 = l_1/l_2$

3) Find the force acting on a current carrying conductor in uniform magnetic field. Using it find the force between two parallel current carrying conductors.

Ans: A current carrying conductor contains a large number of free electrons. These electrons move with drift velocity $\vec{v}$ in a direction opposite to the direction of conventional current flowing in the conductor. An electron moving in a uniform magnetic field experiences a deflecting force which is transmitted to the conductor.

Consider a conductor of length / carrying a current I placed in a uniform magnetic field $\vec{B}$ as shown in figure.



Let n = Number of free electrons per unit volume of the conductor.

A = Area of cross-section of the conductor.

Magnetic Lorentz force acting on an electron,

$\vec{f}_m = -e(\vec{v} \times \vec{B})$ ....(i)

acting perpendicular to the plane containing $\vec{v}$ and $\vec{B}$

Now consider a small element of length dl of the given conductor.

Number of electrons in the small element = n x volume of the element=nAdl

∴ Magnetic Lorentz Force experienced by the element,

$$\vec{v} = -\frac{\vec{dl}}{dt}$$

$d\vec{f}_m = (nAdl)\vec{f}_m = nAdl[-e(\vec{v} \times \vec{B})] = -nAedl(\vec{v} \times \vec{B})$ ....(ii)

But drift velocity, $\vec{v} = -\frac{\vec{dl}}{dt}$ (Since $\vec{dl}$ is in a

Jharkhandlab.com

direction opposite to $\vec{v}$) and (nA dl) e = dq where dq is the charge on the small element.

$$\therefore \overrightarrow{df_m} = dq\left(\frac{\vec{dl}}{dt} \times \vec{B}\right) = \frac{dq}{dt}(\vec{dl} \times \vec{B})$$

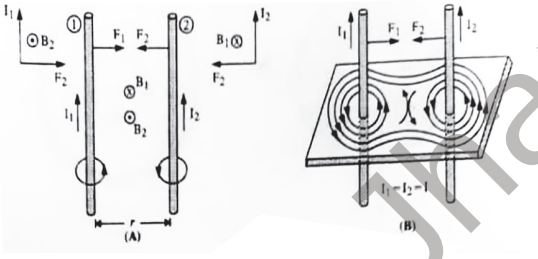
$$\therefore \overrightarrow{df_m} = I(\vec{dl} \times \vec{B})$$

Since conductor is made of large number of such elements, therefore, total force experienced by the conductor is given by,

$$\vec{F}m = \int d\vec{F}m = \int l(d\vec{l} \times \vec{B}) \text{ or } \vec{F}_m = I(\vec{l} \times \vec{B})$$

Direction of $\vec{F_m}$ is perpendicular to the plane containing $\vec{B}$ and $\vec{dl}$ and can be determined by using Fleming's Left Hand Rule.

Consider two infinitely long parallel conductors carrying currents I_1 and I_2 in the same direction. Let r be the perpendicular distance between the two conductors.The current I_1 in the conductor (1) produces a magnetic field around it as shown in Figure .



The magnetic field at any point on the conductor (2) due to current I_1 in conductor (1) is given by

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right) \quad \text{.....(i)}$$

The direction of B_1 , with reference to conductor (2) is perpendicular to the plane of the conductor and is directed vertically downward (i.e. into the plane)..

We know, a current carrying conductor of length l placed at right angle to the magnetic field (B) experiences a force, which is given by

$$F = IBl$$

Therefore, force experienced per unit length of conductor (2) in the magnetic field B_1 is given by

$$F_2 = B_1 I_2 \times 1 = B_1 I_2$$

From equation (1),

$$F_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right)I_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right) \quad \text{.....(ii)}$$

Applying Fleming's left hand rule to conductor (2), the direction of F_2 is in the plane of the conductors directed towards conductor (1).

Similarly, the force experienced per unit length of conductor (1) in the magnetic field (B_2) due to a current carrying conductor (2) is given by

$$F1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right)$$

Applying Fleming's left hand rule to conductor (1), the direction of F1, lies in the plane of the conductors and is directed towards conductor (2).

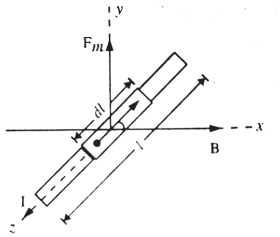
Since F1 and F2 are equal and opposite, so these forces pull the two conductors towards each other. Hence, we conclude that two long parallel conductors carrying currents in the same direction attract each other.

Similarly, it can be said that two long parallel current carrying conductors carrying current in opposite directions repel each other.

3) एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित धारावाही चालक पर लगने वाले बल को ज्ञात करें। इसका उपयोग कर दो समांतर धारावाही चालकों के बीच बल ज्ञात करें।

उत्तर: एक धारावाही चालक में बड़ी संख्या में मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं। ये इलेक्ट्रॉन चालक में प्रवाहित होने वाली संवहन धारा की दिशा के विपरीत अपवाह वेग $\vec{v}$ से गति करते हैं। एक समान चुंबकीय क्षेत्र में गतिमान एक इलेक्ट्रॉन एक विक्षेपक बल का अनुभव करता है जो चालक को स्थानांतरित हो जाता है।

किसी समरूप चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में स्थित l लम्बाई के चालक पर विचार करते हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। । माना इसमें से प्रवाहित धारा I है।



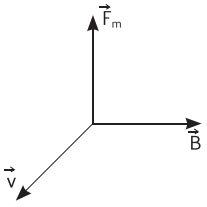
माना की n = चालक के प्रति इकाई आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉन्स की संख्या ।

A = चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल।

किसी इलेक्ट्रॉन पर कार्यरत् चुम्बकीय लॉरेन्ज बल,

$$\vec{f}m = -e(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \text{..... (i)}$$

बल $\vec{F_m}$ की दिशा $\vec{v}$ और $\vec{B}$ के तल के लम्बवत् होती है जैसा की चित्र में दिखाया गया हैं।



(B)

अब dl लम्बाई के किसी अल्पांश पर विचार करते हैं।

अल्पांश में इलेक्ट्रॉन्स की संख्या = n x अल्पांश का आयतन = nAdl

∴अल्पांश पर लगने वाला चुम्बकीय लॉरेन्ज बल,

$$\vec{df}_m = (nAdl)\vec{f}_m = nAdl\left[-e(\vec{v} \times \vec{B})\right] = -nAedl(\vec{v} \times \vec{B})$$

.....(ii)

Jharkhandlab.com

लेकिन अपवाह वेग, $\vec{v} = -\frac{\vec{dl}}{dt}$ (चूँकि $\vec{dl}$, $\vec{v}$ के विपरीत दिशा में है)

और (nA dl) e = dq जहां छोटे तत्व पर आवेश है।

$$\therefore \vec{dfm} = dq\left(\frac{\vec{dl}}{dt} \times \vec{B}\right) = \frac{dq}{dt}(\vec{dl} \times \vec{B})$$

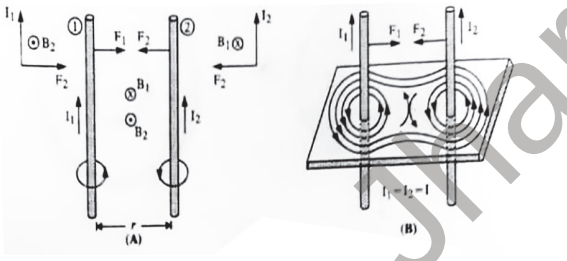
$$\therefore \vec{dfm} = I(\vec{dl} \times \vec{B})$$

चूँकि चालक इस प्रकार के अल्पांशों की बड़ी संख्या से मिलकर बना है, अतः चालक द्वारा अनुभव किया गया कुल बल इस प्रकार दिया जाता है,

$$\vec{F}m = \int d\vec{F}m = \int l(d\vec{l} \times \vec{B}) \text{ or } \vec{F}_m = I(\vec{l} \times \vec{B})$$

$\vec{F_m}$ की दिशा $\vec{B}$ और $\vec{dl}$ के समतल के लंबवत होती है तथा इसे फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम का उपयोग करके निर्धारित किया जा सकता है।

किन्हीं दो अनन्त लम्बाई के समानान्तर चालकों, जिनमें I_1 और I_2, धाराएँ समान दिशा में बह रही हैं, की कल्पना कीजिए।



माना की r दोनों चालकों के मध्य लम्बवत दूरी है। धारा I_1 के कारण चालक (1) के चारों तरफ चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। चालक (1) में I_1 धारा के कारण चालक (2) के किसी भी बिन्दु पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र इस प्रकार दी जाती है।

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right) \text{ .....(1)}$$

चालक (2) के सापेक्ष B_1 की दिशा चालक (2) के तल के लम्बवत् होती है और ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर होती है। हम जानते हैं, चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् रखे धारावाही चालक पर बल इस प्रकार दी जाती है।

$$F = IBl$$

इसलिए चुम्बकीय क्षेत्र B_1 में चालक (2) की प्रति इकाई लम्बाई पर लगने वाला बल इस प्रकार से दी जा सकती है।

$$F_2 = B_1 I_2 \times 1 = B_1 I_2$$

समीकरण (1) से,

$$F_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1}{r}\right)I_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right) \text{ .....(ii)}$$

चालक (2) पर फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम के प्रयोग से F_2 की दिशा चालक (1) की ओर हैं। इसी तरह, धारावाही चालक (2) के कारण चुम्बकीय क्षेत्र B_2 में चालक (1) की प्रति इकाई लम्बाई पर लगने वाला बल इस प्रकार से दी जा सकती है।

$$F1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 I_2}{r}\right)$$

चालक (1) पर फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम के प्रयोग से F_1 की दिशा चालक (2) की ओर होती है। चूँकि F_1 तथा F_2 समान तथा विपरीत हैं, अतः ये बल दोनों चालकों को एक दूसरे की ओर खींचेंगे।

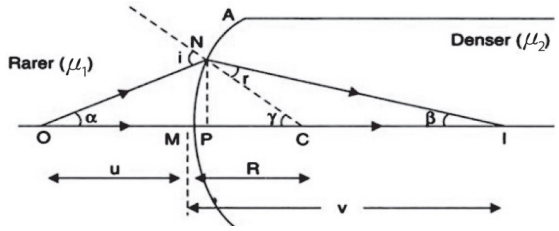
इससे निष्कर्ष निकलता है कि दो लम्बे समानान्तर धारावाही चालक जिनमें समान दिशा में धारायें हो, एक दूसरे को आकर्षित करते हैं।

इसी प्रकार से, यह कहा जा सकता है कि दो लम्बे समानान्तर धारावाही चालक जिनमें धारा विपरीत दिशा में हो एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

4) For refraction at any spherical surface establish the relation $\frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$, where the terms have usual meanings.

Ans : The change in direction or bending of a light wave passing from one transparent medium to another caused by the change in wave's speed is the Refraction. Suppose the below figure is a spherical surface. There is one medium with refractive index μ_1 and second medium with refractive index μ_2.

There is an object O and a ray of light from the object O is incident on the spherical mirror. Since it is moving from a rarer medium to a denser medium, the ray bends towards the normal. An image is formed and radius of curvature of a spherical surface is R with the center C of the spherical surface.



"u" is the object distance from a pole of a spherical surface

"v" is the image distance from a pole of the spherical surface

Now as we know that,

μ_1 is the refractive index of a medium from which rays are incident, μ_2 is the refractive index of another medium.

We get,

$\tan\alpha$ = MN/OM

$\tan\gamma$ = MN/MC

$\tan\beta$ = MN/MI

Now, for Δ NOC,

i is the exterior angle.

i = ∠ NOM + ∠ NCM

i= MN/OM+MN/MC 1

Similarly,

r = MN/MC–MN/MI 2

Now by using Snell's law we get

$\mu_1 \sin i = \mu_2 \sin r$

Substituting i and r from Eq. (1) and (2), we get

μ_1/OM+μ_2/MI=(μ_2–μ_1)/MC

As, OM = -u, MI = +v, MC = +R

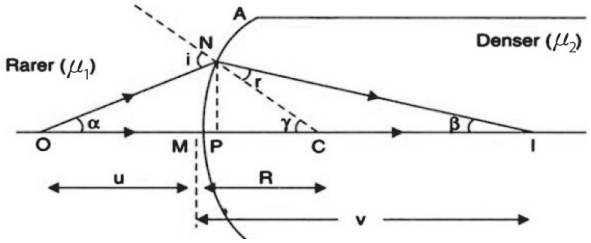
Hence, the equation becomes

μ_2/v–μ_1/u=(μ_2–μ_1)/R

Jharkhandlab.com

4) किसी गोलीय सतह पर अपवर्तन के लिए सूत्र $\frac{\mu_2}{v}-\frac{\mu_1}{u}=\frac{\mu_2-\mu_1}{R}$ को स्थापित करें, जहाँ पदों के सामान्य अर्थ हैं।

उत्तर : तरंग की गति में परिवर्तन के कारण एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे में जाने वाली प्रकाश तरंग की दिशा में परिवर्तन या मुड़ना अपवर्तन है। मान लीजिए निम्न आकृति एक गोलाकार सतह है। एक माध्यम है जिसका अपवर्तनांक μ_1 है और दूसरा माध्यम जिसका अपवर्तनांक μ_2 है। एक वस्तु O है और वस्तु O से प्रकाश की किरण गोलीय दर्पण पर आपतित होती है। चूँकि यह विरल माध्यम से सघन माध्यम में जा रही है, इसलिए किरण अभिलम्ब की ओर मुड़ जाती है और एक प्रतिबिंब बनती है।



गोलाकार सतह की वक्रता की त्रिज्या गोलाकार सतह के केंद्र C के साथ R है।

"u" गोलाकार सतह के ध्रुव से वस्तु की दूरी है

"v" गोलाकार सतह के एक ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी है

अब जैसा कि हम जानते हैं कि,

μ_1 उस माध्यम का अपवर्तनांक है जिससे किरणें आपतित होती हैं।

μ_2 दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक है।

हम पाते हैं,

$\tan\alpha$ = MN/OM

$\tan\gamma$ = MN/MC

$\tan\beta$ = MN/MI

अब, Δ NOC के लिए, i बहिष्कोण है।

i = ∠ NOM + ∠ NCM

i= MN/OM +MN/MC 1

इसी प्रकार, r = MN/MC-MN/MI 2

अब स्नेल के नियम का प्रयोग करने पर हमें प्राप्त होता है

μ_1 Sin i = $\mu_2$sin r

Eq से i और r को प्रतिस्थापित करना। (1) और (2), हम प्राप्त करते हैं

μ_1/OM+μ_2/MI=(μ_2–μ_1)/MC

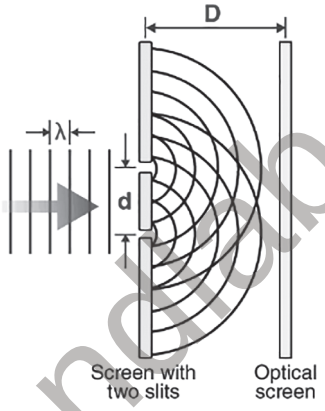
जैसे, OM = -u, MI = +v, MC = +R

इसलिए, समीकरण μ_2/v–μ_1/u=(μ_2–μ_1)/R बन जाता है।

5) What do you understand by the term 'interference' ? Describe Young's double slit experiment and discuss the formation of fringes.

Ans : Interference is the phenomenon in which two waves superimpose to form a resultant wave of lower, higher or equal amplitude.

Young's double-slit experiment uses two coherent sources of light placed at a small distance apart. Usually, only a few orders of magnitude greater than the wavelength of light are used. Young's double-slit experiment helped in understanding the wave theory of light, which is explained with the help of a diagram.

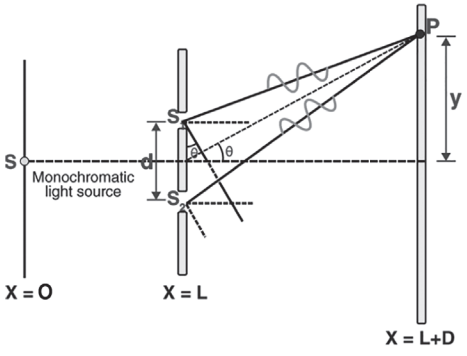


Derivation of Young's Double Slit Experiment-

Consider a monochromatic light source 's' kept at a considerable distance from two slits s_1 and s_2. s is equidistant from s_1 and s_2. s_1 and s_2 behave as two coherent sources as both are derived from s.

The light passes through these slits and falls on a screen which is at a distance 'D' from the position of slits s_1 and s_2. 'd' is the separation between two slits.

If s_1 is open and s_2 is closed, the screen opposite to s_1 is closed, and only the screen opposite to s_2 is illuminated. The interference patterns appear only when both slits s_1 and s_2 are open.



When the slit separation (d) and the screen distance (D) are kept unchanged, the light waves from s_1 and s_2 must travel different distances to reach P. This means that in Young's double slit experiment, the path difference between the two light waves is from s_1 and s_2.

In Young's double slit experiment

D >> d: Since D >> d, the two light rays are considered parallel.

d/λ >> 1 : Often, d is a fraction of a millimeter, and λ is a fraction of a micrometer for visible light.

Under these conditions, θ is small. Thus, we can use the approximation $\sin\theta = \tan\theta \approx \theta = \lambda/d$.

∴ path difference, $\Delta z = \lambda/d$

It is the path difference between two waves meeting at a point on the screen. Because of this path difference

Jharkhandlab.com

in Young's double-slit experiment, some points on the screen are bright, and some points are dark.

We now discuss the position of these light, dark fringes and fringe widths.

Position of fringes in Young's double slit experiment

bright edge position

To form the maximum intensity or bright fringe at P

path difference, $\Delta z = n\lambda$ (n = 0, ±1, ±2,...)

i.e., x d/D = nλ

either

x = nλD /d

The distance of the n^{th} bright fringe from the center is

$x_n = n\lambda D / d$

Similarly, the distance of $(n-1)^{th}$ bright fringe from the center is

$x_{(n-1)} = (n - 1) \lambda D / d$

Fringe width, $\beta = x_n - x_{(n-1)} = n\lambda D/d - (n-1)\lambda D/d = \lambda D/d$

(n = 0, ±1, ±2,...)

dark fringe position

For the minimum intensity or dark fringe formed at P,

Path difference, $\Delta z = (2n + 1) (\lambda/2)$ (n = 0, ±1, ±2,...)

i.e., $x = (2n +1)\lambda D/2d$

The distance of the n^{th} dark fringe from the center is

$x_n = (2n+1)\lambda D/2d$

Similarly, the distance of $(n-1)^{th}$ bright fringe from the center is

$x(n-1)=(2(n-1)+1)\lambda D/2d$

Fringe width, $\beta = x_n - x_{(n-1)} = (2n + 1)\lambda D/2d - (2(n-1) + 1)\lambda D/2d = \lambda D/d$

(n = 0, ±1, ±2,...)

fringe width

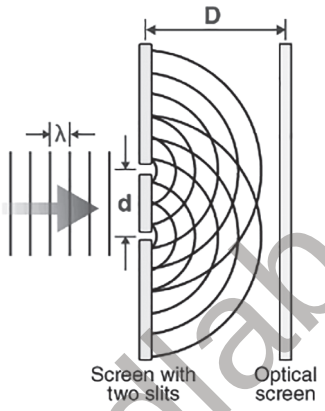
The distance between two adjacent bright (or dark) fringes is called the fringe width.

$\beta = \lambda D / d$

5) 'व्यतिकरण' से आप क्या समझते हैं? यंग के द्विक छिद्र प्रयोग का वर्णन कीजिए तथा फ्रिंजों की उप्पत्ति की चर्चा कीजिए।

उत्तर : व्यतिकरण वह परिघटना है जिसमें दो तरंगें अध्यारोपित होकर निम्न, उच्च या समान आयाम की परिणामी तरंग बनाती हैं।

यंग का डबल-स्लिट प्रयोग थोड़ी दूरी पर रखे प्रकाश के दो सुसंगत स्रोतों का उपयोग करता है। आम तौर पर, प्रकाश की तरंग दैर्ध्य से अधिक परिमाण के केवल कुछ क्रमों का उपयोग किया जाता है। यंग के डबल-स्लिट प्रयोग ने प्रकाश के तरंग सिद्धांत को समझने में मदद की, जिसे आरेख की सहायता से समझाया गया है।

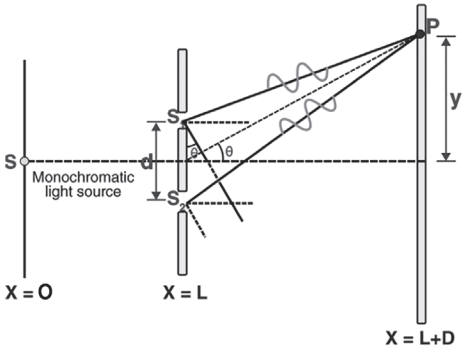


यंग के डबल स्लिट प्रयोग की व्युत्पत्ति-

दो स्लिटों s1 और s2 से काफी दूरी पर रखे एकवर्णी प्रकाश स्रोत 's' पर विचार करें। s, s1 और s2 से समदूरस्थ है। s1 और s2 दो सुसंगत स्रोतों के रूप में व्यवहार करते हैं क्योंकि दोनों ही s से व्युत्पन्न हैं।

प्रकाश इन स्लिट्स से होकर गुजरता है और एक स्क्रीन पर गिरता है जो स्लिट्स s1 और s2 की स्थिति से 'D' की दूरी पर है। 'd' दो स्लिट्स के बीच की दूरी है।

यदि s1 खुला है और s2 बंद है, तो s1 के विपरीत स्क्रीन बंद है, और केवल s2 के विपरीत स्क्रीन प्रकाशित है। व्यतिकरण प्रतिरूप तभी प्रकट होता है जब दोनों रेखाछिद्र s1 और s2 खुले हों।



जब स्लिट अलगाव (d) और स्क्रीन दूरी (D) को अपरिवर्तित रखा जाता है, तो P तक पहुंचने के लिए s1 और s2 से प्रकाश तरंगों को अलग-अलग दूरी तय करनी चाहिए। इसका तात्पर्य है कि यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में s1 और s2 से दो प्रकाश तरंगों के बीच पथांतर है।

यंग के डबल स्लिट प्रयोग में

D > > d: चूंकि D > > d, दो प्रकाश किरणों को समानांतर माना जाता है।

d/λ >> 1: अक्सर, d एक मिलीमीटर का अंश होता है, और λदृश्य प्रकाश के लिए माइक्रोमीटर का एक अंश होता है।

इन शर्तों के तहत, θ छोटा है। इस प्रकार, हम सन्निकटन $\sin\theta = \tan\theta \approx \theta = \lambda/d$ का उपयोग कर सकते हैं।

∴ पथांतर, $\Delta z = \lambda/d$

यह स्क्रीन पर किसी बिंदु पर मिलने वाली दो तरंगों के बीच का पथांतर है। यंग के डबल-स्लिट प्रयोग में इस पथ अंतर के कारण, स्क्रीन पर कुछ बिंदु चमकीले होते हैं, और कुछ बिंदु गहरे रंग के होते हैं।

अब हम इन प्रकाश, अदीप्त फ्रिजों और फ्रिंज चौड़ाई की स्थिति पर चर्चा करेंगे।

Jharkhandiab.com

यंग के डबल स्लिट प्रयोग में फ्रिंजों की स्थिति चमकीले किनारों की स्थिति P पर अधिकतम तीव्रता या दीप्त फ्रिन्ज बनने के लिए पथ अंतर, $\Delta z = n\lambda$ $(n = 0, \pm1, \pm2,...)$

यानी, $xd/D = n\lambda$

या

$x = n\lambda D /d$

केंद्र से nवें दीप्त फ्रिन्ज की दूरी है

$x_n = n\lambda D /d$

इसी प्रकार केंद्र से (n-1)वें दीप्त फ्रिन्ज की दूरी है

$x(n -1) = (n -1) \lambda D / d$

फ्रिंज चौड़ाई, $\beta = xn - x(n-1) = n\lambda D/d - (n -1)\lambda D/d = \lambda D/d$

$(n = 0, \pm1, \pm2,...)$

डार्क फ्रिंज की स्थिति

P पर बनने वाली न्यूनतम तीव्रता या अदीप्त फ्रिंज के लिए,

पथ अंतर, $\Delta z = (2n + 1) (\lambda/2)$ $(n = 0, \pm1, \pm2,...)$

यानी, $x = (2n +1)\lambda D/2d$

केंद्र से nवें अदीप्त फ्रिज की दूरी है

$x_n = (2n+1)\lambda D/2d$

इसी प्रकार केंद्र से (n-1)वें दीप्त फ्रिन्ज की दूरी है

$X(n-1)= (2(n-1) +1)\lambda D/2d$

फ्रिंज चौड़ाई, $\beta = xn - x(n-1) = (2n + 1) \lambda D/2d - (2(n -1) + 1)\lambda D/2d = \lambda D/d$

$(n = 0, \pm1, \pm2,...)$

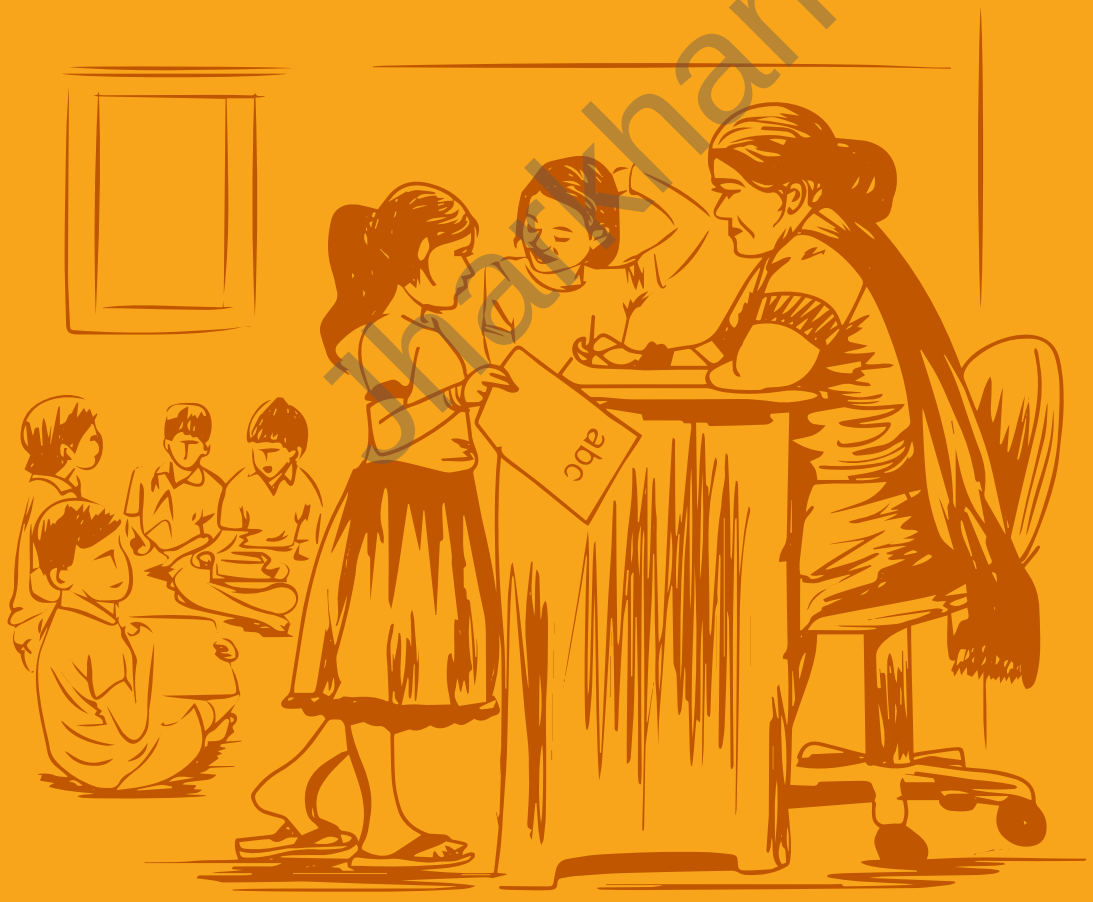
फ्रिंज चौड़ाई

दो आसन्न दीप्त (अथवा अदीप्त) फ्रिजों के बीच की दूरी को फ्रिंज चौड़ाई कहते हैं।

$\beta = \lambda D /d$

Jharkhandlab.com

jharkhandlab.com



झारखण्ड शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद्, राँची
Jharkhand Council of Educational Research and Training, Ranchi