प्रश्न 91. आवश्यक सिद्धान्त देते हुए चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर की संरचना तथा कार्यविधि का वर्णन कीजिए। (2014)

या चल कुण्डली धारामापी का सिद्धान्त एवं कार्यविधि का वर्णन कीजिए। (2017,18)

या निम्नलिखित चल कुण्डली धारामापी का सिद्धान्त लिखिए एवं उसकी धारा सुग्राहिता का व्यंजक ज्ञात कीजिए। (2018)

या सिद्ध कीजिए कि चल कुण्डल धारामापी में प्रवाहित धारा उसमें उत्पन्न विक्षेप के अनुक्रमानुपाती होती है। (2019,20)

उत्तर - चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर -ये निम्न दो प्रकार के होते हैं-

1. **<u>निलम्बित कुण्डली धारामापी</u>** - यह वैद्युत-धारा के संसूचन (detection) तथा मापन (measurement) के लिए प्रयुक्त किया जाने वाला उपकरण है। इसकी क्रिया चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही कुण्डली पर कार्यरत् बलाघूर्ण पर आधारित है।

संरचना - इसमें एक आयताकार कुण्डली होती है जोकि ताँबे के पतले पृथक्कृत (insulated) तार के ऐलुमिनियम के फ्रेम के ऊपर लपेटकर बनायी जाती है। इस कुण्डली को एक पतली फॉस्फर-ब्रॉन्ज (phosphor-bronze) की पत्ती (strip) से एक स्थायी घोड़ा-नाल चुम्बक (horse-shoe magnet) NS के बेलनाकार ध्रुव-खण्डों (pole-pieces) के बीच लटकाया जाता है। पत्ती का ऊपरी सिरा एक मरोड़ टोपी (torsion head) से जुड़ा होता है। कुण्डली का निचला सिरा एक अत्यन्त पतले फॉस्फर-ब्रॉन्ज के तार के ढीले-वेष्ठित स्प्रिंग (loosely-wound spring) से जुड़ा होता है। कुण्डली के भीतर एक नर्म लोहे की क्रोड ८ सममित तथा बिना कुण्डली को स्पर्श किए रखी जाती है। क्रोड बल-रेखाओं को संकेन्द्रित कर देती है तथा इस प्रकार ध्रुव-खण्डों के बीच चुम्बकीय क्षेत्र 'प्रबल' हो जाता है। निलम्बन पत्ती (suspension strip) के निचले भाग पर एक छोटा दर्पण (mirror) M लगा होता है, जो पत्ती के साथ-साथ घूमता है तथा जिसका विक्षेप एक लैम्प तथा पैमाने (lamp and scale arrangement) की सहायता से पढ़ा जा सकता है। सम्पूर्ण प्रबन्ध को एक धात्विक बक्से में बन्द रखा जाता है जिसके सामने की ओर काँच की एक खिड़की तथा आधार पर समतलकारी पेंच (levelling screws) लगे होते हैं। धारा जिसका मापन करना हो, एक टर्मिनल (terminal) T_1 से प्रवेश करती है तथा निलम्बन, कुण्डली व स्प्रिंग से होकर दूसरे टर्मिनल 12 से निर्गत होती है। स्थायी चुम्बक के ध्रुव खण्ड बेलनाकार रखे जाते हैं ताकि कुण्डली की प्रत्येक स्थिति में चुम्बकीय क्षेत्र त्रिज्य (radial) रहे अर्थात् कुण्डली का तल प्रत्येक स्थिति में बल-रेखाओं के समान्तर रहे।

सिद्धान्त - जब कुण्डली में धारा i प्रवाहित की जाती है तो कुण्डली पर लगने वाला बल-आघूर्ण

$$\tau = Ni\,AB\sin 90^\circ = NiBA$$

धारामापी में चुम्बकीय क्षेत्र B को, ध्रुवखण्डों N व S को बेलनाकार बनाकर तथा कुण्डली के भीतर नर्म लोहे की बेलनाकार क्रोड रखकर "त्रिज्य" (radial) बनाया जाता है। इस दिशा में कुण्डली के तल पर अभिलम्ब चुम्बकीय क्षेत्र B से सदैव समकोण पर होगा अर्थात् 0 = 90° होगा। अतः कुण्डली पर कार्यरत् बलाघूर्ण

$$\tau = NIBA$$

विक्षेपक बल-युग्म आघूर्ण = प्रत्यानयन बल-युग्म का आघूर्ण

अतः धारामापी में प्रवाहित धारा, उत्पन्न विक्षेप के अनुक्रमानुपाती होती है।

2. वेस्टन धारामापी - यह भी चल कुण्डली धारामापी है। यह निलम्बित-कुण्डली धारामापी की अपेक्षा कुछ कम सुग्राही होता है परन्तु अधिक सुविधाजनक है। इसमें ताँबे के महीन पृथक्कृत तार की, ऐलुमीनियम के फ्रेम पर लिपटी कुण्डली एक स्थायी तथा शक्तिशाली नाल-चुम्बक के ध्रुव-खण्डों के बीच दो चूलों (pivots) पर झूलती है। कुण्डलियों के दोनों सिरों पर चूलों के पास दो स्प्रिंग लगे रहते हैं जो कुण्डली के घूमने पर ऐंठन बल-युग्म उत्पन्न करते हैं तथा कुण्डली को दो सम्बन्धक-पेचों 7, व 12 से जोड़ते हैं। कुण्डली का विक्षेप पढ़ने के लिए कुण्डली के साथ एक ऐलुमीनियम का लम्बा संकेतक लगा रहता है जो एक वृत्ताकार पैमाने पर घूमता है। पैमाने पर बराबर दूरियों पर चिह्न लगे रहते हैं तथा शून्यांक चिह्न बीच में होता है। अतः धारामापी के सम्बन्धक-पेचों पर धन व ऋण चिह्न नहीं बने होते। चुम्बकीय क्षेत्र को त्रिज्य बनाने के लिए इससे भी ध्रुव-खण्ड अवतलाकार कटे होते हैं तथा कुण्डली के अन्दर मुलायम लोहे की क्रोड लगी होती है। इसका सिद्धान्त व कार्यविधि चल-कुण्डली धारामापी के समान ही है। इसकी सहायता से 10^{-6} ऐम्पियर तक की वैद्युत धारा नापी जा सकती है। धारामापी की सुग्राहिता N, A तथा B का मान बढ़ाकर तथा c का मान कम करके बढ़ाई जा सकती है।

प्रश्न 91. किसी धारामापी को अमीटर में कैसे परिवर्तित करेंगे? उपयुक्त परिपथ द्वारा स्पष्ट कीजिए। (2014, 18, 22, 23)

उत्तर- धारामापी का अमीटर में रूपान्तरण - अमीटर वह यन्त्र है जो वैद्युत परिपथ में धारा की प्रबलता सीधे ऐम्पियर में नापने के काम आता है। मिलीऐम्पियर की कोटि की धारा नापने वाले यन्त्र को मिलीअमीटर कहते हैं। अमीटर मूलतः धारामापी ही होता है जिसे परिपथ के श्रेणीक्रम में डाल देते हैं ताकि नापी जाने वाली सम्पूर्ण धारा इसमें से होकर जाये। तब अमीटर में उत्पन्न विक्षेप अमीटर से होकर जाने वाली धारा की माप देगा (pi)। परन्तु चूँकि अमीटर की अपनी कुण्डली का भी कुछ प्रतिरोध होता है अतः इसे परिपथ के श्रेणीक्रम में जोड़ने पर परिपथ का प्रतिरोध बढ़ जायेगा जिससे परिपथ में धारा घट जायेगी। अतः अमीटर द्वारा पढ़ा गया धारा का मान, उस धारा के मान से कम होगा जिसे नापना था। अतः यह आवश्यक है कि अमीटर का अपना प्रतिरोध, जितना हो सके कम होना चाहिए ताकि इसे परिपथ में डालने पर नापी जाने वाली धारा का मान न बदले।

स्पष्ट है इस मुटि को पूर्णतः दूर करने के लिए R_A का मान शून्य हो। अदिश अमीटर का अपना प्रतिरोध शून्य होना चाहिए परम शून्य प्रतिरोध का अमीटर प्राप्त नहीं किया जा सकता। अतः व्यवहार में, एक 1, अच्छे अमीटर का अपना प्रतिरोध परिपथ में उपस्थित अन्य प्रतिरोधों की तुलना में बहुत कम होना चाहिए । साधारणतः कीलकित

(pivoted type) के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। इसके 2 लिए इसकी कुण्डली के समान्तर क्रम में एक छोटा प्रतिरोध डाल देते हैं जिसे 'शन्ट' (shunt) कहते हैं। इस प्रबन्ध का संयुक्त प्रतिरोध धारामापी की कुण्डली - तथा शन्ट दोनों के अलग-अलग प्रतिरोधों से कम होता है। अतः जब इसे कि = किसी परिपथ में डालते हैं तो यह परिपथ की धारा में कोई विशेष परिवर्तन ब - नहीं करता। इस प्रकार यह प्रबन्ध एक अच्छे अमीटर का कार्य करता है। = धारामापी में शन्ट लगाने का एक अन्य लाभ भी है। यदि शन्ट न हो तब परिपथ म की पूरी धारा कुण्डली में से होकर जायेगी। इस दशा में धारामापी द्वारा व अधिक-से-अधिक उतनी धारा नापी जा सकती है जिससे कि कुण्डली में पूरे क पैमाने का विक्षेप (full-scale deflection) हो जाये। शन्ट के होने पर, परिपथ की धारा का केवल एक छोटा भाग ही कुण्डली से होकर जाता है, अधिकांश भाग शन्ट से होकर निकल जाता है। चूँकि कुण्डली का विक्षेप कुण्डली में को जाने वाली धारा के अनुक्रमानुपाती होता है, अतः कुण्डली का विक्षेप काफी कम हो जाता है। अतः अब परिपथ में पहले से कहीं अधिक धारा होने पर कुण्डली में पूरे पैमाने का विक्षेप होता है। इस प्रकार, शन्टयुक्त धारामार्षी (अमीटर) कहीं अधिक मान की धारा को नाप सकता है। दूसरे शब्दों में, शन्न लगाने से मापन की परास (range) बढ़ जाती है (यद्यपि सुग्राहिता घट जाती है)। वास्तव में शन्ट के प्रतिरोध का मान इसी से निर्धारित किया जाता है कि अमीटर किस परास का बनाना है।

यदि कुण्डली में धारा i_g के द्वारा पूरे पैमाने का विक्षेप हो तो परिपथ में धारा i होने पर पूरे पैमाने का विक्षेप होगा। अतः स्पष्ट है कि धारामापी के समान्तर में उपरोक्त मान का शन्ट लगाने पर धारामापी, i ऐम्पियर की परास का अमीटर होगा। एक दिये गये धारामापी के लिए i_g का मान प्रयोग द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

प्रश्न 92. प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन के लिए शर्तों का उल्लेख कीजिए। (2019)

उत्तर- प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के नियम-वैज्ञानिक लेनार्ड तथा मिलीकन ने प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के सम्बन्ध में किये गये प्रयोगों से प्राप्त प्रेक्षणों के आधार पर कुछ नियम दिये जो प्रकाश-वैद्युत प्रभाव (ऊष्मा उत्सर्जन) के नियम कहलाते हैं। प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के नियम निम्नलिखित हैं-

(i) किसी धातु की सतह से प्रकाश- इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की दर धातु की सतह पर गिरने वाले प्रकाश की तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होती है।

(ii) उत्सर्जित प्रकाश- इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर नहीं करती।

(iii) प्रकाश-इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाश की आवृत्ति के बढ़ने पर बढ़ती है।

(iv) यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति एक न्यूनतम मान से कम है तो धातु से कोई भी प्रकाश-इलेक्ट्रॉन नहीं निकलता। यह न्यूनतम आवृत्ति

(देहली आवृत्ति) भिन्न-भिन्न धातुओं के लिए भिन्न-भिन्न होती है। (v) प्रकाश के धातु की सतह पर गिरते ही इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने लगते हैं, अर्थात् प्रकाश के सतह पर गिरने तथा इलेक्ट्रॉन के सतह से बाहर निकलने के बीच कोई समय-पश्चता (time-lag) नहीं होती, चाहे प्रकाश की तीव्रता कितनी भी क्यों न हो।

प्रश्न 93. एक गैल्वेनोमीटर को एक वोल्टमीटर में कैसे परिवर्तित किया जाता है? (2019, 22)

उत्तर- गैल्वेनोमीटर का वोल्टमीटर में रूपान्तरण-वोल्टमीटर वह यन्त्र है जो वैद्युत परिपथ में किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर (वोल्ट में) मापने के काम आता है। मिलीवोल्ट की कोटि के विभवान्तर मापने वाले यन्त्र को मिलीवोल्टमीटर कहते हैं।

वोल्टमीटर मूलतः एक धारामापी होता है जिसे परिपथ के उन दो बिन्दुओं के समान्तर क्रम में जोड़ देते हैं जिनके बीच विभवान्तर मापना है। वोल्टमीटर की कुण्डली का परिमित प्रतिरोध होने के कारण कुछ धारा वोल्टमीटर की कुण्डली से भी होकर प्रवाहित होती है। फलस्वरूप उन दोनों बिन्दुओं के बीच प्रवाहित धारा का मान कुछ कम हो जाता है। समान्तर क्रम में जुड़े होने के कारण वोल्टमीटर के सिरों के बीच वही विभवान्तर उत्पन्न हो जाता है जो उन बिन्दुओं के बीच है। अतः वोल्टमीटर में उत्पन्न विक्षेप इसकी कुण्डली में बहने वाली धारा के और इस कारण इसके सिरों के बीच विभवान्तर के भी अनुक्रमानुपाती होगा। इस प्रकार वोल्टमीटर में आने वाला विक्षेप, मापे जाने वाले विभवान्तर की माप देता है। बोल्टमीटर का प्रतिरोध उच्च से उच्च रखा जाता है ताकि यह बिना किसी उल्लेखनीय त्रुटि के विभवान्तर पढ़ सके। इसीलिए "धारामापी को वोल्टमीटर में बदलने के लिए इसके श्रेणीक्रम में उच्च प्रतिरोध जोड़ देते हैं।"

माना धारामापी का प्रतिरोध G है तथा पूर्ण स्केल विक्षेप के लिए इसमें आवश्यक धारा i_g है। माना इस धारामापी को 0-V वोल्ट की परास वाले वोल्टमीटर में बदलने के लिए आवश्यक श्रेणी प्रतिरोध R है। धारामापी में प्रवाहित होने वाली धारा, $i_g = V/ R+G$

यह धारामापी को 0 - V वोल्ट के वोल्टमीटर में बदलने की कार्यकारी समीकरण है।

इस प्रकार बने वोल्टमीटर का प्रतिरोध, $R_v = G + R$ यदि धारामापी के सिरों के बीच प्रारम्भिक वोल्टता V_o हो, जबकि इसमें धारा i_g प्रवाहित हो रही हो, तो $i_g = V_0/G$ यदि धारामापी का दक्षतांक k हो तथा स्केल पर अंशों की संख्या n हो, तो $i_g = nk$

[विशेष - आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनन्त होता है।] साधारणतः कीलकित चल कुण्डली धारामापी को वोल्टमीटर के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। इसका प्रतिरोध बढ़ाने के लिए इसकी कुण्डली के श्रेणीक्रम में एक उच्च प्रतिरोध (R) जोड़ देते हैं। इस प्रतिरोध का मान वोल्टमीटर की परास पर निर्भर करता है।

प्रश्न 94. चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के गुणों का उल्लेख कीजिए।

उत्तर- चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के गुण -

(i) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ सदैव उत्तरी ध्रुव से प्रारम्भ होकर दक्षिणी ध्रुव में प्रवेश करती हैं। पुनः चुम्बक के भीतर से गुजरती हुई उत्तरी ध्रुव पर वापस आ जाती हैं। इस प्रकार चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ बन्द वक्र (closed curve) के रूप में होती हैं जिनका कोई आदि अन्त नहीं होता है। यहाँ यह स्पष्ट रहे कि वैद्युत क्षेत्र रेखाएँ बन्द वक्र नहीं होती हैं। ये धनावेश से प्रारम्भ होकर ऋणावेश पर समाप्त हो जाती हैं या फिर अनन्त की ओर चली जाती हैं।

(ii) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी एक-दूसरे का परिच्छेदन नहीं करती हैं। यदि ऐसा होगा तो कटान बिन्दु पर दो स्पर्श रेखाएँ खींची जा सकतीं हैं, अर्थात् एक ही बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दो दिशाएँ होंगी जो असम्भव है।
(ii) चुम्बक के चुम्बकीय ध्रुवों के समीप जहाँ चुम्बकत्व क्षेत्र प्रबल होता है, चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ पास-पास होती हैं। ध्रुवों से दूर जाने पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता घटती जाती है जिसके फलस्वरूप चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ भी परस्पर दूर होती जाती हैं। चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् किसी तल के इकाई क्षेत्रफल से गुजरने वाली क्षेत्र रेखाओं की संख्या उस स्थान पर चुम्बकीय क्षेत्र के परिमाण को व्यक्त करती है।
(iv) किसी-किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र रेखाएँ आपस में समान्तर तथा समदूरस्थ (equidistant) होती हैं। ऐसे चुम्बकीय क्षेत्र को एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र (uniform magnetic field) कहते हैं; जैसे-पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र।
(v) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की प्रवृत्ति, लम्बाई में सिकुड़ने जबकि पार्श्व (sidewise) में विस्तारित होने की होती है (अर्थात् लम्बाई के लम्बवत् एक दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं)। इसी कारण सजातीय ध्रुवों में प्रतिकर्षण और विजातीय ध्रुवों में आकर्षण होता है।
(vi) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ चुम्बक की सतह पर लम्बवत् प्रारम्भ होती है और इनका समापन भी चुम्बक की सतह के लम्बवत् ही होता है।

प्रश्न 95. स्थायी चुम्बक तथा विद्युत चुम्बक से आप क्या समझते हैं? विद्युत चुम्बक की तीव्रता को प्रभावित करने वाले कारकों का वर्णन कीजिए।

उत्तर- स्थायी चुम्बक तथा विद्युत चुम्बक (Permanent Magnets and Electromagnets)

स्थायी चुम्बक (Permanent Magnets)

वह पदार्थ जो कमरे के ताप पर अपने लौहचुम्बकीय गुण दीर्घकाल के लिए बनाए रख सकते हैं, स्थायी चुम्बक कहलाते हैं। स्थायी चुम्बक बनाने के लिए पदार्थ की धारणशीलता उच्च होनी चाहिए जिससे कि चुम्बक शक्तिशाली हो। साथ ही, पदार्थ की निग्राहिता भी उच्च होनी चाहिए जिससे कि चुम्बक का चुम्बकत्व बाह्य अवांछित (stray) चुम्बकीय क्षेत्रों अथवा यान्त्रिक विक्षोभों अथवा ताप-परिवर्तनों के प्रभाव से कम न होने पाए। स्थायी चुम्बक में शैथिल्य हानि का कोई महत्त्व नहीं होता क्योंकि इसका बार-बार चुम्बकन-विचुम्बकन नहीं किया जाता। इन सभी दृष्टिकोणों से, स्थायी चुम्बक स्टील के बनाए जाते हैं। यह सही है कि स्टील की धारणशीलता नर्म लोहे की अपेक्षा कुछ कम है परन्तु इस बात का अधिक महत्त्व नहीं है क्योंकि स्टील की निग्राहिता नर्म लोहे की अपेक्षा कहीं अधिक है।

विद्युत चुम्बक (Electromagnets)

विद्युत चुम्बकों की क्रोड के लिए वह पदार्थ उपयुक्त है जिसमें साधारण चुम्बकन क्षेत्रों द्वारा ही अधिक चुम्बकीय प्रेरण (फ्लक्स घनत्व) उत्पन्न हो जाए तथा शैथिल्य हानि कम-से-कम हो। नर्म लोहे के शैथिल्य-वक्र से स्पष्ट है कि ये दोनों गुण नर्म लोहे में होते हैं, अतः नर्म लोहा विद्युत-चुम्बक की क्रोड के लिए आदर्श पदार्थ है। यह विद्युत

धारा के चुम्बकीय प्रभाव का व्यावहारिक उपयोग है। धारावाही - परिनालिका एक दण्ड चुम्बक की भाँति व्यवहार करती है। यदि इस परिनालिका के अन्दर नर्म लोहे की छड़ रख दी जाए तो परिनालिका का चुम्बकत्व कई सौ गुना बढ़ जाता है। इस स्थिति में यह परिनालिका एक विद्युत चुम्बक कहलाती है। यह एक अस्थायी शक्तिशाली चुम्बक है। इस आधार पर विद्युत चुम्बक बनाने के लिए, नर्म लोहे की एक सीधी छड़ [चित्र (a)] अथवा घोड़े के नाल के आकार की छड़ पर ताँबे का वैद्युतरुद्ध तार अनेक फेरों में पास-पास लपेटते हैं। तार लपेटते समय यह ध्यान रखा जाता है कि तार का घुमाव एक ही दिशा में रहे। घोड़े की नाल के आकार की छड़ की भुजाओं पर तार इस प्रकार लपेटते हैं कि उनमें धाराएँ विपरीत दिशाओं में हों। कुछ घण्टों तक इस तार में दिष्ट धारा प्रवाहित करने पर लोहे की छड़ चुम्बक बन जाती है। धारा प्रवाह के समय चुम्बकत्व की मात्रा अत्यधिक होती है तथा धारा प्रवाह को बन्द कर देने पर छड़ में चुम्बकत्व नहीं रहता है। छड़ के जिस सिरे की ओर से देखने पर तार में धारा की दिशा वामावर्त है। वह सिरा उत्तरी ध्रुव N तथा दूसरा सिरा दक्षिणी ध्रुव बनता है अथवा जिस सिरे की ओर से देखने पर तार में धारा की दिशा दक्षिणावर्त है वह सिरा दक्षिणी ध्रुव S बनता है तथा दूसरा सिरा उत्तरी ध्रुव बनता है।

विद्युत चुम्बक के उपयोग-

(i) बड़े आकार के विद्युत चुम्बक फैक्ट्रियों में चलनशील क्रेनों के द्वारा लोहे तथा फौलाद के बड़े-बड़े उपकरणों व गट्ठों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने में उपयोग में लाए जाते हैं।

(ii) अस्पतालों में विद्युत चुम्बक आँख तथा शरीर के अन्य किसी भाग से लोहे अथवा फौलाद के छरें निकालने में उपयोग में लाए जाते हैं।

(iii) किसी मिश्रण से चुम्बकीय पदार्थों को अलग करने में इनका उपयोग किया जाता है।

(iv) वैद्युत घण्टी, टेलीफोन के तनपुट, तार-संचार, ट्रांसफार्मर तथा वैद्युत मोटर एवं डायनेमो की क्रोड में विद्युत चुम्बकों का उपयोग किया जाता है।

विद्युत चुम्बक की प्रबलता को प्रभावित करने वाले कारक (Factors Affecting the Intensity of Electromagnet)

(i) क्रोड का पदार्थ-क्रोड के पदार्थ की चुम्बकशीलता जितनी अधिक होती है, विद्युत चुम्बक की प्रबलता भी उतनी ही अधिक होती है। कुण्डली में क्रोड नर्म लोहे की लेने से विद्युत चुम्बक की प्रबलता बढ़ जाती है। विद्युत चुम्बक के पदार्थ में बारीक तथा लम्बा शैथिल्य पाश होना चाहिए। इसकी धारण क्षमता कम होनी चाहिए। पदार्थ तुरन्त चुम्बकीय हो जाना चाहिए तथा उसमें उच्च पारगम्यता होनी चाहिए। विद्युत चुम्बक बनाने में सिलिकॉन, लोहे तथा म्यूमैटल का भी प्रयोग किया जाता है।

(ii) विद्युत धारा-परिनालिका में प्रवाहित विद्युत धारा की प्रबलता विद्युत चुम्बक के चुम्बकन के लिए आवश्यक बल प्रदान करती है। क्षीण धारा द्वारा दिए हुए सैम्पल का उपयुक्त प्रकार से चुम्बकन नहीं कर सकती।

(iii) फेरों की संख्या-परिनालिका की प्रति इकाई लम्बाई पर तार के फेरों की संख्या जितनी अधिक होगी चुम्बकन क्षेत्र उतना अधिक होगा। शक्तिशाली विद्युत चुम्बकों के लिए प्रबल क्षेत्र की आवश्यकता होती है।

(iv) तापमान -उच्च तापमान पर चुम्बकत्व नष्ट हो जाता है। इस अवधारणा का विधिवत् अध्ययन क्यूरी के द्वारा किया गया था जिसके लिए उसने एक नियम का प्रतिपादन भी किया।

प्रश्न 96. पोलेराइड किसे कहते हैं? इसकी सहायता से कैसे पता लगायेंगे कि दिया गया प्रकाश अध्रुवित है, आंशिक रूप से ध्रुवित है या पूर्णतः ध्रुवित है? (2015)
या पोलेराइड से किसी प्रकाश किरण के ध्रुवित होने की जाँच आप कैसे करेंगे?
या पोलेराइड द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश के उत्पन्न करने तथा विश्लेषण करने की विधि का वर्णन कीजिए।
या समतल ध्रुवित प्रकाश के उत्पादन तथा संसूचन की किसी विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।
या पोलेराइड क्या है? इसकी कार्यविधि का वर्णन कीजिए। इसकी सहायता से अध्रुवित तथा समतल ध्रुवित प्रकाश में **किस प्रकार अन्तर कर सकते हैं? (2013)**
या समतल ध्रुवित प्रकाश उत्पन्न करने हेतु किसी एक विधि का वर्णन कीजिए। (2015, 19)

उत्तर- पोलेराइड एक बड़े आकार की फिल्म होती है जिसे दो काँच की प्लेटों के बीच रखा जाता है। इस फिल्म को बनाने के लिए कार्बनिक यौगिक हरपेथाइट या आयोडो सल्फेट ऑफ क्यूनाइन के अतिसूक्ष्म क्रिस्टल, नाइट्रो-सेलुलोस की पतली चादर पर विशेष विधि द्वारा इस प्रकार फैला दिये जाते हैं कि सभी क्रिस्टलों की प्रकाशिक अक्षे समान्तर रहें। ये क्रिस्टल द्विवर्णक होते हैं।

कार्यविधि-अध्रुवित प्रकाश में वैद्युत वेक्टर सभी दिशाओं में होते हैं। जब कोई प्रकाश किरण पोलेराइड फिल्म पर आपतित होती है, तो यह दो समतल ध्रुवित किरणों में विभक्त हो जाती है। एक किरण में वैद्युत वेक्टर हरपेथाइट क्रिस्टल की अक्ष के समान्तर तथा दूसरे में अक्ष के लम्बवत् होते हैं। इनमें से हरपेथाइट की अक्ष के लम्बवत् वैद्युत वेक्टर वाली किरण पूर्णतया अवशोषित हो जाती है। इस प्रकार निर्गत प्रकाश पूर्णतया ध्रुवित होता है। पोलेराइड से निर्गत प्रकाश समतल ध्रुवित होता है, इसकी जाँच एक-दूसरे पोलेराइड द्वारा संचरित हो जाता है। जब द्वितीय पोलेराइड को 90° से घुमाकर उसको क्रॉस स्थिति में लाते हैं, तो उनमें से प्रकाश संचरित नहीं होता । इस स्थिति में दोनों पोलेराइड की ध्रुवण दिशाएँ परस्पर लम्बवत् होती हैं। इस दशा में पोलेराइड क्रॉसित पोलेराइड हैं। उपर्युक्त प्रक्रिया में पहला (analyser) कहलाता है।

ध्रुवित प्रकाश प्राप्त करना-जब ध्रुवित प्रकाश का एक किरण-पुंज पोलेराइड फिल्म में से गुजरता है, तो फिल्म केवल उन घटकों को पार होने देती है जिनके वैद्युत-वेक्टर पोलेराइड की ध्रुवण दिशा के समान्तर कम्पन करते हैं। इस प्रकार पारगमित प्रकाश समतल-ध्रुवित प्रकाश होता है।

समतल-ध्रुवित प्रकाश का संसूचन-पोलेराइड की सहायता से अध्रुवित, आंशिक रूप से ध्रुवित अथवा पूर्णतया ध्रुवित प्रकाश का पता लगाया जाता है। किसी पोलेराइड को आपतित प्रकाश के परितः पूरा एक चक्कर घुमाने से यदि निर्गत प्रकाश की तीव्रता में कोई अन्तर नहीं पड़ता तो आपतित प्रकाश अध्रुवित है, निर्गत प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन तो होता है, परन्तु किसी भी स्थिति में तीव्रता शून्य नहीं होती तो आपतित प्रकाश आंशिक रूप से ध्रुवित है, यदि निर्गत प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन होता है तथा पोलेराइड के एक चक्कर में दो बार तीव्रता अधिकतम तथा दो बार शून्य हो जाती है तो आपतित प्रकाश पूर्णतः समतल ध्रुवित है।

प्रश्न 97. समस्थानिक तथा समभारिक का अर्थ दो-दो उदाहरण देकर समझाइए । समन्यूट्रॉनिक को भी बताइए।

(2014, 17, 19, 20, 22, 23)

उत्तर- 1. समस्थानिक अथवा समप्रोटॉनिक (Isotopes or Isoprotons) - किसी एक ही तत्त्व के ऐसे परमाणु जिनके नाभिकों में प्रोटॉनों की संख्या समान होती है, परन्तु न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न होती है, उस तत्त्व के 'समस्थानिक' या 'समप्रोटॉनिक' कहलाते हैं। इस प्रकार किसी तत्त्व के विभिन्न समस्थानिकों के परमाणु क्रमांक (2) समान होते हैं, परन्तु द्रव्यमान संख्या (A) भिन्न-भिन्न होती है। क्योंकि इनके परमाणु-क्रमांक समान हैं, अतः आवर्त सारणी में इनका स्थान समान होता है। इसी कारण इन्हें समस्थानिक भी कहते हैं।

उदाहरणार्थ-

हाइड्रोजन : $_1H^1$, $_1H^2$, $_1H^3$ ऑक्सीजन : $_8O^{16}$, $_8O^{17}$, $_8O^{18}$

2. समभारिक (Isobaric) - ऐसे नाभिकों को जिनमें न्यूक्लिऑनों की कुल संख्या समान होती है, परन्तु प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न होती है, 'समभारिक' कहते हैं। इन नाभिकों का परमाणु क्रमांक (Z) भिन्न-भिन्न तथा द्रव्यमान संख्या (A) समान होती है। अतः आवर्त सारणी में इनका स्थान भिन्न-भिन्न होता है और इनके रासायनिक गुण भी एक जैसे नहीं होते।

उदाहरणार्थ-$1H^3$ तथा $2He^3$, $_7N^{14}$ तथा $_6C^{14}$, $_8O^{17}$ तथा $_9F^{17}$

समन्यूट्रॉनिक- ऐसे नाभिक जिनमें केवल न्यूट्रॉनों की संख्या समान होती है, समन्यूट्रॉनिक कहलाते हैं अर्थात् इनके लिए परमाणु-क्रमांक (Z) तथा द्रव्यमान संख्या (A) दोनों भिन्न-भिन्न होते हैं, परन्तु (A - Z) का मान समान होता है।

उदाहरण - $_3Li^7$ तथा $_4Be^8$; $_1H^3$ तथा $_2He^4$:

$_3Li^7$ के लिए (A - Z) =7 – 3 = 4

प्रश्न 98. प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के नियम लिखिए। या प्रकाश-वैद्युत उत्सर्जन के नियम लिखिए। (2015, 17, 18, 19, 22)

या प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन के लिए शर्तों का उल्लेख कीजिए। (2019)

उत्तर- प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के नियम-वैज्ञानिक लेनार्ड तथा मिलीकन ने प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के सम्बन्ध में किये गये प्रयोगों से प्राप्त प्रेक्षणों के आधार पर कुछ नियम दिये जो प्रकाश-वैद्युत प्रभाव (ऊष्मा उत्सर्जन) के नियम कहलाते हैं।

प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के नियम निम्नलिखित हैं-

(i) किसी धातु की सतह से प्रकाश- इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की दर धातु की सतह पर गिरने वाले प्रकाश की तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होती है।

(ii) उत्सर्जित प्रकाश- इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर नहीं करती।

(iii) प्रकाश-इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाश की आवृत्ति के बढ़ने पर बढ़ती है।

(iv) यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति एक न्यूनतम मान से कम है तो धातु से कोई भी प्रकाश-इलेक्ट्रॉन नहीं निकलता। यह न्यूनतम आवृत्ति (देहली आवृत्ति) भिन्न-भिन्न धातुओं के लिए भिन्न-भिन्न होती है।

(v) प्रकाश के धातु की सतह पर गिरते ही इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने लगते हैं, अर्थात् प्रकाश के सतह पर गिरने तथा इलेक्ट्रॉन के सतह से बाहर निकलने के बीच कोई समय-पश्चता (time-lag) नहीं होती, चाहे प्रकाश की तीव्रता कितनी भी क्यों न हो।

प्रश्न 99. अन्तःनाभिकीय बल से क्या तात्पर्य है? इन बलों की प्रकृति के बारे में क्या तथ्य प्राप्त किये गये? (2017)

या अन्तःनाभिकीय बलों के गुण लिखिए। नाभिकीय बल किसे कहते हैं? (2017)

उत्तर- नाभिकीय बल (Nuclear Forces) - किसी भी परमाणु के नाभिक में दो मूल कण, प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन होते हैं। समान रूप से आवेशित कण होने के कारण प्रोटॉनों के बीच एक वैद्युत प्रतिकर्षण बल कार्य करता है, जबकि आवेश-रहित न्यूट्रॉनों के बीच इस प्रकार का कोई बल नहीं लगता। ये कण नाभिक के अत्यन्त सूक्ष्म स्थान (≈ 10-15 मीटर) में एक साथ कैसे रहते हैं? इस तथ्य को समझने के लिए यह परिकल्पना की गयी कि नाभिक के भीतर ऐसे बल कार्यशील रहते हैं जो कि न्यूक्लिऑनों को परस्पर नाभिक में एक साथ बाँधे रखते हैं। इन बलों को 'नाभिकीय बल' (nuclear forces) कहते हैं। इन बलों के विषय में निम्नलिखित तथ्य ज्ञात हुए हैं-

(i) ये बल आकर्षण-बल हैं अन्यथा समान आवेश के प्रोटॉन नाभिक जैसे सूक्ष्म स्थान में जमा नहीं रह पाते।

(ii) ये बल अत्यन्त तीव्र (very strong) हैं। मानव जानकारी में अब तक जितने भी बल ज्ञात हैं उनमें सबसे अधिक तीव्र नाभिकीय-बल ही हैं।

(iii) ये वैद्युत बल नहीं हैं। यदि ये वैद्युत बल होते, तो इनके कारण प्रोटॉनों के बीच प्रतिकर्षण होता और नाभिक की संरचना सम्भव न हो पाती।

(iv) ये गुरुत्वीय बल भी नहीं हैं। दो न्यूक्लिऑनों के बीच गुरुत्वीय बल बहुत क्षीण होते हैं, जबकि नाभिकीय बल अत्यन्त तीव्र होते हैं।

(v) ये बल आवेश पर किसी प्रकार भी निर्भर नहीं करते अर्थात् विभिन्न न्यूक्लिऑनों के बीच (जैसे-प्रोटॉन-प्रोटॉन के बीच, न्यूट्रॉन-न्यूट्रॉन के बीच, प्रोटॉन-न्यूट्रॉन के बीच) बल एकसमान (uniform) होते हैं।

(vi) ये बल अत्यन्त लघु परिसर (short range) के हैं। अतः ये बहुत कम दूरी (केवल नाभिकीय व्यास, 10^{-15} मीटर के अन्दर) तक ही प्रभावी होते हैं।

प्रश्न 100. प्रकाश के प्रतिपालित व्यतिकरण, कला-सम्बद्ध स्रोतों, अध्यारोपण का सिद्धान्त, द्वि-अपवर्तन , प्रकाश के विवर्तन से आप क्या समझते हैं? (2018, 19, 22,20 23) (2016)

उत्तर- <u>प्रकाश के प्रतिपालित व्यतिकरण</u>- यदि प्रकाश के व्यतिकरण की घटना में पर्दे पर विभिन्न बिन्दुओं पर तरंगों के बीच कलान्तर समय के साथ परिवर्तित न हो, तो पर्दे पर प्राप्त व्यतिकरण प्रारूप में दीप्त तथा अदीप्त बैण्डों की स्थितियाँ स्थिर बनी रहेंगी। ऐसे व्यतिकरण को प्रकाश का स्थायी अथवा प्रतिपालित व्यतिकरण कहते हैं।

<u>कला-सम्बद्ध स्रोतों</u> - ऐसे दो स्रोतों को जिनके बीच कलान्तर सदैव नियत रहता है, कला-सम्बद्ध स्रोत (coherent sources) कहते हैं। दो कला-सम्बद्ध स्रोतों से हम स्थायी (sustained) व्यतिकरण प्रतिरूप प्राप्त कर सकते हैं। ऐसे स्रोत किसी युक्ति द्वारा एक ही स्रोत से प्राप्त किये जाते हैं।

<u>अध्यारोपण का सिद्धान्त</u> - किसी माध्यम में दो अथवा दो से अधिक प्रगामी तरंगें एक साथ परन्तु एक-दूसरे की गति को बिना प्रभावित किये चल सकती हैं। अत: माध्यम के प्रत्येक कण का किसी क्षण परिणामी विस्थापन दोनों तरंगों द्वारा अलग-अलग उत्पन्न विस्थापनों के सदिश (vector) योग के बराबर होता है। इस सिद्धान्त को 'अध्यारोपण का सिद्धान्त' कहते हैं।

<u>द्वि-अपवर्तन (Double Refraction)-</u> टूरमैलीन, कैलसाइट, क्वार्ट्ज जैसे कुछ क्रिस्टल ऐसे होते हैं कि जब उन पर साधारण प्रकाश (अध्रुवित प्रकाश) की कोई किरण डाली जाती है तो वह क्रिस्टल में प्रवेश करने पर दो अपवर्तित किरणों में बँट जाती है। इस घटना को द्वि-अपवर्तन कहते हैं। इन दो अपवर्तित किरणों में से जो एक किरण अपवर्तन के नियमों का पालन करती है, साधारण किरण (ordinary ray) कहलाती है तथा दूसरी किरण जो अपवर्तन के नियमों का पालन नहीं करती, असाधारण किरण (extra-ordinary ray) कहलाती है। ये दोनों किरणें परस्पर लम्बवत् तलों में समतल ध्रुवित होती हैं।

<u>प्रकाश के विवर्तन -</u> जब प्रकाश किसी अवरोध या द्वारक पर आकर किनारों से मुड़ जाता है, तब प्रकाश का इस प्रकार मुड़ना ही प्रकाश का विवर्तन कहलाता है।