08 पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र

फास्ट ट्रैक रिवीज़न

चुम्बक एवं चुम्बकत्व

वे पदार्थ जो अपने चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करते हैं, उन्हें चुम्यक कहते हैं तथा चुम्बक के इस गुण को चुम्बकत्व कहते हैं। *ये निम्न गुण दर्शाते हैं*

- चुम्बक के समान ध्रुवों में प्रतिकर्षण तथा असमान ध्रुवों में आकर्षण होता है।
- किसी चुम्बक के समीप उसके प्रभाव को चुम्बकीय बल रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण

चुम्बकीय द्विध्रुव की ध्रुव प्राबल्यता (m) तथा उसकी प्रभावकारी लम्बाई ($2l$) के गुणनफल को चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण कहते हैं अर्थात्

चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण $(M) = m \times (2l)$

यह एक सदिश राशि है, इसकी दिशा दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर होती है।

इसका मात्रक ऐम्पियर-मीटर^2 या न्यूटन-मी/टेस्ला होता है।

चुम्बकत्व से सम्बन्धित मुख्य परिभाषाएँ हैं

- **चुम्बकन तीव्रता** चुम्बकीय पदार्थ के एकांक आयतन में उत्पन्न चुम्बकीय आघूर्ण (M) के मान को चुम्बकन तीव्रता (I) कहते हैं।

अतः $$I = \frac{M}{V}$$

यह एक सदिश राशि है तथा इसका मात्रक ऐम्पियर/मीटर होता है।

यदि चुम्बकीय पदार्थ एक दण्ड चुम्बक की आकृति में हो जिसके अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल A तथा ध्रुवों के बीच की दूरी $2l$ हो, तब

$$I = \frac{M}{V} = \frac{m \times 2l}{A \times 2l} = \frac{m}{A} \text{ ऐम्पियर/मी}$$

- **चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता (H) या चुम्बकन क्षेत्र** जब कोई पदार्थ किसी बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो वह चुम्बकित हो जाता है। चुम्बकित पदार्थ के अन्दर वास्तविक चुम्बकीय क्षेत्र, बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र तथा पदार्थ के चुम्बकन के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के योग के बराबर होता है। चुम्बकन क्षेत्र के पदार्थ को चुम्बकित करने की क्षमता है, जिसे क्षेत्र की चुम्बकीय तीव्रता (H) कहते हैं। इसे निम्न वेक्टर सम्बन्ध से परिभाषित करते हैं

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{I}$$

इसका मात्रक ऐम्पियर/मीटर होता है।

- **चुम्बकशीलता (μ)** चुम्बकीय पदार्थ के अन्दर उत्पन्न चुम्बकीय प्रेरण B तथा चुम्बक क्षेत्र की चुम्बकीय तीव्रता के अनुपात को उस पदार्थ की चुम्बकशीलता (μ) कहते हैं।

अर्थात् $$\mu = \frac{B}{H}$$

इसका मात्रक वेबर/ऐम्पियर-मीटर अथवा न्यूटन/ऐम्पियर^2 होता है।

- **आपेक्षिक चुम्बकीय पारगम्यता या चुम्बकशीलता (μ_r)** चुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकशीलता (μ) तथा वायु की चुम्बकशीलता (μ_0) के अनुपात को उस पदार्थ की आपेक्षिक चुम्बकशीलता कहते हैं।

अर्थात् आपेक्षिक चुम्बकशीलता, $$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

- **चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ_m)** किसी चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित पदार्थ के चुम्बकन की तीव्रता (I) तथा उसमें उत्पन्न चुम्बकन क्षेत्र की तीव्रता (H) के अनुपात को उस पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ_m) कहते हैं।

अतः $$\chi_m = \frac{I}{H}$$

यह एक अदिश राशि है तथा यह मात्रकहीन होती है।

- *चुम्बकीय पारगम्यता (μ) एवं चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ_m) में सम्बन्ध निम्न होता है*

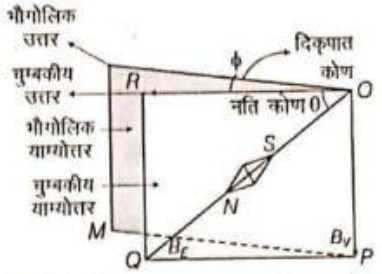
$$\mu_r = (1 + \chi_m)$$

पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र

पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का स्रोत प्राकृतिक है। पृथ्वी इस प्रकार व्यवहार करती है कि जैसे इसके गर्भ में एक बहुत शक्तिशाली चुम्बक रखी हो, जिसके दक्षिणी ध्रुव पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव की ओर तथा उत्तरी ध्रुव पृथ्वी के दक्षिणी ध्रुव की ओर हो।

पृथ्वी के चुम्बकत्व के मुख्य अवयव निम्न हैं

- **चुम्बकीय याम्योत्तर** किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर वह काल्पनिक ऊर्ध्वाधर तल है, जोकि स्वतन्त्रतापूर्वक लटके हुए चुम्बक या चुम्बकीय सुई की स्थिर अवस्था में उसके चुम्बकीय अक्ष में से गुजरता है।
- **दिक्पात कोण** किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक याम्योत्तर के बीच न्यूनकोण को दिक्पात् कोण कहते हैं।



- **नमन कोण या नति कोण** किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर में स्वतन्त्रतापूर्वक लटकी हुई चुम्बकीय सुई की अक्ष द्वारा क्षैतिज दिशा से बनाया गया कोण, उस स्थान पर नति अथवा नमन कोण कहलाता है।

भूमध्य रेखा पर नमन कोण $= 0°$

ध्रुवों पर नमन कोण $= 90°$

यदि θ नमन कोण है, तो $\tan\theta = \frac{B_V}{B_H} = \frac{V}{H}$

यहाँ, $B_V = B\sin\theta$ या V = पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र (B) का ऊर्ध्व घटक,

$B_H = B\cos\theta$ या H = पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र (B) का क्षैतिज घटक

तथा $B = \sqrt{B_H^2 + B_V^2}$

उदासीन बिन्दु

वह बिन्दु जहाँ चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक के परिमाण के बराबर तथा विपरीत दिशा में होता है। ऐसे बिन्दुओं पर परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र शून्य होता है। इन बिन्दुओं को 'उदासीन बिन्दु' कहते हैं।

बहुविकल्पीय प्रश्न 1 अंक

प्रश्न 1. चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक याम्योत्तर के बीच के कोण को कहते हैं *(2013)*

(a) नति कोण (b) दिक्पात कोण

(c) ध्रुवण कोण (d) क्रान्तिक कोण

उत्तर (b) चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक याम्योत्तर के बीच का कोण दिक्पात कोण कहलाता है।

प्रश्न 2. एक स्थान पर नति कोण 30° है। यदि पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक H है, तो सम्पूर्ण चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता होगी *(2012, 05)*

(a) $\frac{H}{2}$ (b) $\frac{2H}{\sqrt{3}}$ (c) $H\sqrt{\frac{3}{2}}$ (d) $2H$

उत्तर (b) दिया है, नति कोण $(\theta) = 30°$

चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक, $H = B\cos\theta$

$\therefore$ चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता, $B = \frac{H}{\cos\theta} = \frac{H}{\cos 30°} = \frac{H}{\sqrt{3}/2} = \frac{2H}{\sqrt{3}}$

प्रश्न 3. हेनरी/मीटर मात्रक है

(a) वैद्युतशीलता का (b) चुम्बकशीलता का

(c) परावैद्युतांक का (d) स्वप्रेरकत्व का

उत्तर (b) चुम्बकशीलता का

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न 1 अंक

प्रश्न 1. एक धारा लूप चुम्बकीय द्विध्रुव की भाँति कैसे व्यवहार करता है? *(2009)*

उत्तर जब धारावाही लूप को एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो इस पर एक परिणामी बल-युग्म का आघूर्ण कार्य करता है। यही व्यवहार एक चुम्बकीय द्विध्रुव का होता है।

प्रश्न 2. चुम्बकीय याम्योत्तर की परिभाषा दीजिए। *(2014, 12)*

उत्तर किसी स्थान पर अपने गुरुत्व केन्द्र से स्वतन्त्रतापूर्वक लटके हुए चुम्बक के अक्ष से गुजरने वाला ऊर्ध्वाधर तल चुम्बकीय याम्योत्तर कहलाता है।

प्रश्न 3. चुम्बकीय ध्रुवों पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक (H) का मान कितना होगा? *(2012)*

उत्तर चुम्बकीय ध्रुवों पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक (H) का मान शून्य होता है।

प्रश्न 4. दिक्पात कोण से क्या तात्पर्य है?

उत्तर किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक याम्योत्तर के बीच न्यूनकोण को दिक्पात कोण कहते हैं।

प्रश्न 5. किन दो स्थानों पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक शून्य होता है? *(2012)*

उत्तर पृथ्वी के चुम्बकीय उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुव पर क्षैतिज घटक शून्य होता है, क्योंकि इन स्थानों पर नति कोण $\theta = 90°$ होता है।

अत: $B_H = B_\varepsilon \cos\theta = B \cos 90° = 0$

प्रश्न 6. नति अथवा नमन कोण से आप क्या समझते हैं? *(2016, 15, 13, 12)*

उत्तर किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर में स्वतन्त्रतापूर्वक लटकी हुई चुम्बकीय सुई की अक्ष द्वारा क्षैतिज दिशा से बनाया गया कोण, उस स्थान पर नति अथवा नमन कोण कहलाता है।

प्रश्न 7. पृथ्वी के उत्तरी व दक्षिणी ध्रुवों पर (चुम्बकीय ध्रुवों) पर नमन कोण का मान कितना होता है? *(2015, 10, 06)*

उत्तर पृथ्वी के उत्तरी व दक्षिणी ध्रुवों पर नमन कोण, $\theta = 90°$ होता है। चुम्बकीय सुई ऊर्ध्वाधर खड़ी हो जाती है।

प्रश्न 8. नति कोण का अधिकतम मान क्या है? यह किन-किन स्थानों पर होता है? *(2007)*

उत्तर नति कोण का अधिकतम मान 90° होता है, जो पृथ्वी के उत्तरी व दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुवों पर होता है।

प्रश्न 9. किसी स्थान पर नति कोण, पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर घटकों में सम्बन्ध लिखिए। *(2012, 10)*

अथवा भू-चुम्बकत्व के अवयवों में आपस में सम्बन्ध लिखिए। *(2018, 17, 05)*

उत्तर क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर घटकों में सम्बन्ध, $V = H \tan\theta$

जहाँ, H = पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक, V = पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक तथा θ = नति कोण है।

$$\tan\theta = \frac{V}{H} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{V}{H}\right)$$

प्रश्न 10. किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज एवं ऊर्ध्व घटक एक दूसरे के बराबर हैं। उस स्थान पर नमन कोण का मान परिकलित कीजिए। *(2016)*

उत्तर यदि नमन कोण θ है, तो $\tan\theta = \frac{V}{H}$

प्रश्नानुसार, $V = H, \tan\theta = 1 = \tan 45°$

नमन कोण, $\theta = 45°$

लघु उत्तरीय प्रश्न-I

2 अंक

प्रश्न 1. चुम्बकत्व का परमाणवीय मॉडल क्या है? *V Imp* • *(2010, 07)*

उत्तर पदार्थ का प्रत्येक परमाणु एक छोटे चुम्बक की भाँति व्यवहार करता है। परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों के कक्षीय परिक्रमण तथा चक्रण के कारण परमाणु में चुम्बकीय आघूर्ण उत्पन्न होता है। चुम्बकत्व के परमाणवीय मॉ... इलेक्ट्रॉन के कक्षीय परिक्रमण तथा चक्रण को ही पदार्थ में चुम्बकत्व का कारण माना जाता है, लेकिन परमाणु में चुम्बकीय आघूर्ण का अधिकांश इलेक्ट्रॉन के चक्रण से उत्पन्न होता है तथा इसी आधार पर विभिन्न पदार्थ चुम्बकत्व की व्याख्या की जाती है।

लघु उत्तरीय प्रश्न-II

3 अं...

प्रश्न 2. आपेक्षिक चुम्बकशीलता, चुम्बकशीलता तथा चुम्बकीय प्रवृत्ति से ... तात्पर्य है? *(2013, ...*

अथवा चुम्बकीय प्रवृत्ति की परिभाषा व मात्रक लिखिए। *(20...*

उत्तर आपेक्षिक चुम्बकशीलता किसी पदार्थ की चुम्बकशीलता (μ) तथा नि... की चुम्बकशीलता (μ_0) के अनुपात को आपेक्षिक चुम्बकशीलता कहते हैं। इसे ... से प्रदर्शित करते हैं। अत: $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$

प्रतिचुम्बकीय पदार्थ के लिए $\mu_r < 1$, अनुचुम्बकीय पदार्थ के लिए $\mu_r > 1$ तथा लौह चुम्बकीय पदार्थ के लिए $\mu_r >> 1$ होता है।

चुम्बकशीलता चुम्बकीय पदार्थ के अन्दर उत्पन्न चुम्बकीय प्रेरण B ... चुम्बकन क्षेत्र की तीव्रता H के अनुपात को उस पदार्थ की चुम्बकशीलता कहते ... इसे μ से प्रदर्शित करते हैं।

अत: $$\mu = \frac{B}{H}$$

इसका मात्रक वेबर/(ऐम्पियर-मीटर) अथवा न्यूटन/ऐम्पियर^2 है। नर्म लोहे ... चुम्बकशीलता स्टील की अपेक्षा अधिक होती है।

चुम्बकीय (सुग्राहिता) प्रवृत्ति चुम्बकीय सुग्राहिता (अथवा प्रवृत्ति) कि... चुम्बकीय पदार्थ से उत्पन्न हुई चुम्बकन तीव्रता (I) तथा उसे उत्पन्न करने ... चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता (H) के अनुपात को उस पदार्थ की चुम्बकीय (सुग्राहि... प्रवृत्ति कहते हैं। इसे χ_m से प्रदर्शित करते हैं।

$$\chi_m = \frac{I}{H}$$

यह मात्रकहीन होती है। नर्म लोहे की चुम्बकीय प्रवृत्ति χ_m स्टील की अपेक्षा अधि... होती है।

प्रश्न 3. भू-चुम्बकत्व के विभिन्न अवयव क्या हैं? इन्हें परिभाषित कीजिए।

उत्तर भू-चुम्बकत्व के अवयव पृथ्वी के चुम्बकीय गुण को भू-चुम्बकत्व क... हैं। किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकत्व का अध्ययन करने के लिए जिन राशियों ... आवश्यकता होती है, उन्हें उस स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के अवयव क... हैं।

पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के तीन अवयव हैं [1...

(i) **दिक्पात कोण** किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक याम्यो... के बीच न्यूनकोण को दिक्पात कोण कहते हैं।

(ii) **नति कोण अथवा नमन कोण** किसी चुम्बकीय सुई को उसके गुरुत्व के ... से स्वतन्त्रतापूर्वक इस प्रकार लटकाया जाए कि सुई ऊर्ध्वाधर तल में ... सके, तो चुम्बकीय याम्योत्तर में स्थिर होने पर सुई क्षैतिज दिशा से कुछ ... जाती है। इस स्थिति में सुई का चुम्बकीय अक्ष, चुम्बकीय याम्योत्तर से क्षैति... दिशा के साथ जो कोण बनाता है, उसे 'नति कोण' कहते हैं।

(iii) **पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक** किसी स्थान पर चुम्बक... याम्योत्तर में कार्यरत् पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र B का जो घटक क्षैतिज दिशा ... कार्य करता है, उसे पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक (H) कहते हैं।

प्रश्न 4. चुम्बकीय प्रवृत्ति तथा चुम्बकशीलता से क्या तात्पर्य है? सा... चुम्बकशीलता (μ_r) तथा चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ_m) में सम्बन्ध स्था... कीजिए।

उत्तर चुम्बकीय प्रवृत्ति तथा चुम्बकशीलता लघु उत्तरीय प्रश्न 2 का उत्तर दे... [1...

धारावाही परिनालिका के भीतर यदि वायु के स्थान पर किसी अन्य माध्यम जैसे, नर्म लोहे आदि की क्रोड रख दी जाए, तो धारावाही परिनालिका के चुम्बकन क्षेत्र (H) के कारण यह क्रोड चुम्बकित हो जाती है और क्रोड के भीतर परिणामी चुम्बकीय प्रेरण B का मान $= \mu_0(H + I)$ हो जाता है।

$\because \quad \chi = \frac{I}{H} \Rightarrow I = \chi H$

तब, $\quad B = \mu_0(H + \chi H) \Rightarrow B = \mu_0 H(1 + \chi)$

परन्तु $\quad B = \mu_0 H \; \mu H = \mu_0 H\,(1 + \chi) \Rightarrow \mu = \mu_0(1 + \chi)$

$\mu_r = 1 + \chi_m \qquad \left(\because \mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}\right)$

जहाँ, μ_r = आपेक्षिक चुम्बकशीलता तथा χ_m = चुम्बकीय प्रवृत्ति है। [1½]

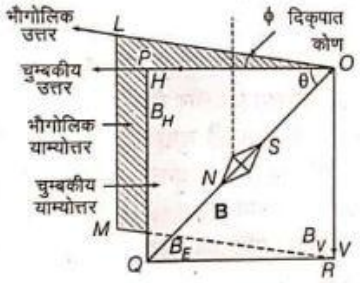
दीर्घ उत्तरीय प्रश्न 5 अंक

प्रश्न 1. पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के क्षैतिज घटक, ऊर्ध्वाधर घटक तथा नमन कोण में सम्बन्ध स्थापित कीजिए। ***(2017, 09, 07)***

अथवा भू-चुम्बकत्व के चुम्बकीय अवयव क्या हैं? उपयुक्त आरेख की सहायता से उनकी व्याख्या कीजिए।

उत्तर **भू-चुम्बकत्व के अवयव** लघु उत्तरीय प्रश्न-II के प्रश्न 3 का उत्तर देखें। [2]

चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के क्षैतिज घटक, ऊर्ध्वाधर घटक तथा नमन कोण के बीच सम्बन्ध माना कि चुम्बकीय याम्योत्तर (*OPQR*) तथा भौगोलिक याम्योत्तर (*OLMR*) के बीच का कोण ϕ, दिक्पात कोण है तथा चुम्बकीय सुई की अक्ष *OQ* तथा क्षैतिज दिशा *OP* के बीच का कोण θ, नमन कोण है।



[1]

चुम्बकीय सुई की अक्ष *OQ* पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र B_E की दिशा को प्रदर्शित करती है। B_E को क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर दो घटकों (B_H तथा B_V) में वियोजित किया जा सकता है।

चित्रानुसार, पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक,

$$B_H = B_E \cos\theta \qquad \ldots(i)$$

तथा पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक,

$$B_V = B_E \sin\theta \qquad \ldots(ii)$$

समी (i) व समी (ii) का वर्ग करके जोड़ने पर,

$$B_H^2 + B_V^2 = B_E^2 \cos^2\theta + B_E^2 \sin^2\theta$$

अत: $\quad B_E = \sqrt{B_H^2 + B_V^2} \qquad (\because \cos^2\theta + \sin^2\theta = 1)$

समी (ii) को समी (i) से भाग देने पर, $\frac{B_V}{B_H} = \frac{B_E \sin\theta}{B_E \cos\theta} = \tan\theta$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{B_V}{B_H}\right)$$

[2]

आंकिक प्रश्न

प्रश्न 1. किसी पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति 0.9853 है। पदार्थ की आपेक्षिक चुम्बकशीलता ज्ञात कीजिए। ***(2020) (1M)***

हल चुम्बकीय प्रवृत्ति, $\chi = 0.9853$

आपेक्षिक चुम्बकशीलता, $\mu_0 = 1 + \chi = 1 + 0.9853 = 1.9853$

प्रश्न 2. एक स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक 0.3 गॉस तथा नति कोण 60° है। उस स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की सम्पूर्ण तीव्रता ज्ञात कीजिए। ***(2020, 13) (2M)***

हल दिया है, $B_H = 0.3$ गॉस, $\theta = 60°$

ऊर्ध्वाधर घटक की तीव्रता, $B_V = B_H \tan\theta = 0.3 \times \tan 60°$

$= 0.3 \times \sqrt{3} = 0.3 \times 1.732$

$= 0.5196$ गॉस [1]

चुम्बकीय क्षेत्र की सम्पूर्ण तीव्रता, $B_E = \sqrt{B_H^2 + B_V^2}$

$= \sqrt{(0.3)^2 + (0.5196)^2}$

$= 0.6$ गॉस [1]

प्रश्न 3. एक दिक् स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक, उसके क्षैतिज घटक का $\sqrt{3}$ गुना है। उस स्थान पर नति कोण ज्ञात कीजिए। ***(2019) (2M)***

हल ऊर्ध्वाधर घटक, $B_V = B \sin\theta$

क्षैतिज घटक, $B_H = B \cos\theta$

$\Rightarrow \quad \frac{B_V}{B_H} = \frac{B \sin\theta}{B \cos\theta} = \tan\theta$ [1]

प्रश्नानुसार, $B_V = \sqrt{3}\, B_H$

$\Rightarrow \quad \frac{\sqrt{3}B_H}{B_H} = \tan\theta$ या $\theta = 60°$ [1]

प्रश्न 4. दिक्पात कोण, नमन कोण तथा पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक की परिभाषा दीजिए। यदि पृथ्वी के किसी निश्चित स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के ऊर्ध्वाधर घटक का मान क्षैतिज घटक के मान का $\sqrt{3}$ गुना हो, तो उस स्थान पर नति कोण का मान क्या होगा? ***(2017) (3M)***

हल **दिक्पात कोण, नमन कोण तथा पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक** लघु उत्तरीय प्रश्न-II के प्रश्न 3 का उत्तर देखें। [2]

आंकिक प्रश्न आंकिक प्रश्न 3 देखें। [1]

प्रश्न 5. किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक 0.3×10^{-4} वेबर/मी² तथा ऊर्ध्वाधर घटक $3\sqrt{3} \times 10^{-5}$ वेबर/मी² है। नति कोण का मान ज्ञात कीजिए। ***(2018, 13, 02) (1M)***

हल दिया है, चुम्बकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक,

$B_V = 3\sqrt{3} \times 10^{-5}$ वेबर/मी²

चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक,

$B_H = 0.3 \times 10^{-4}$ वेबर/मी² [1/2]

हम जानते हैं, $\quad B_V = B_H \tan\theta$

$\therefore \quad \tan\theta = \frac{B_V}{B_H} = \frac{3\sqrt{3} \times 10^{-5}}{0.3 \times 10^{-4}}$

$= \sqrt{3} = \tan 60°$

नति कोण, $\quad \theta = 60°$ [1/2]

प्रश्न 6. नति कोण की परिभाषा दीजिए। किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के क्षैतिज घटक तथा ऊर्ध्वाधर घटक के मान क्रमशः 0.3×10^{-4} वेबर/मी² तथा $3\sqrt{3}\times10^{-5}$ वेबर/मी² हों, तो उस स्थान पर पृथ्वी के सम्पूर्ण चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता तथा नति कोण ज्ञात कीजिए। **(2019) (2M)**

हल नति कोण अतिलघु उत्तरीय प्रश्न 6 का उत्तर देखें। [1]

चुम्बकीय क्षेत्र की सम्पूर्ण तीव्रता,

$$B_E = \sqrt{B_H^2 + B_V^2} = \sqrt{(0.3\times10^{-4})^2 + (3\sqrt{3}\times10^{-5})^2}$$

$$= 6\times10^{-5} \text{ टेस्ला}$$

आंकिक प्रश्न आंकिक प्रश्न 5 देखें। [1]

प्रश्न 7. किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक का मान 0.5×10^{-4} टेस्ला तथा नमन कोण 45° है। ऊर्ध्वाधर घटक का मान ज्ञात कीजिए। **(2017) (1M)**

हल ∴ नमन कोण, $\tan\theta = \frac{B_V}{B_H}$

$$\tan 45° = \frac{B_V}{0.5\times10^{-4}} \quad [1/2]$$

$$1 = \frac{B_V}{0.5\times10^{-4}}$$

$$B_V = 0.5\times10^{-4} \text{ टेस्ला} \quad [1/2]$$

प्रश्न 8. एक स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक उसके ऊर्ध्वाधर घटक का $1/\sqrt{3}$ गुना है। इस स्थान पर नमन कोण का मान ज्ञात कीजिए। **V Imp • (2014, 11, 05) (2M)**

हल ऊर्ध्वाधर घटक, $B_V = B\sin\theta$

क्षैतिज घटक, $B_H = B\cos\theta \Rightarrow \frac{B_V}{B_H} = \frac{B\sin\theta}{B\cos\theta} = \tan\theta$ [1]

प्रश्नानुसार, $B_H = \frac{1}{\sqrt{3}} B_V$

$\Rightarrow$ $\frac{B_V}{\frac{B_V}{\sqrt{3}}} = \tan\theta$ या $\tan\theta = \sqrt{3} = \tan 60°$

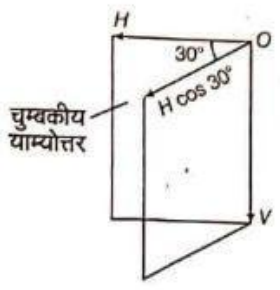
$\Rightarrow$ $\theta = 60°$ [1]

प्रश्न 9. चुम्बकीय याम्योत्तर से 30° के कोण पर एक चुम्बक को लटकाने पर वह क्षैतिज के साथ 45° का कोण बनाती है। वास्तविक नति कोण का मान क्या होगा? **(2018) (2M)**

हल माना वास्तविक नमन कोण (चुम्बकीय याम्योत्तर में) θ है। यदि पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज व ऊर्ध्व घटक H व V हों, तब

$$\tan\theta = \frac{B_V}{B_H} \quad \text{...(i)}$$

चुम्बकीय याम्योत्तर से 30° के कोण पर स्थित तल में पृथ्वी के क्षेत्र का क्षैतिज घटक $B_H\cos30°$ होगा, जबकि ऊर्ध्व घटक B_V ही रहेगा। इस तल में नमन कोण 45° है।



[1]

अतः $\tan 45° = \frac{B_V}{B_H\cos 30°}$

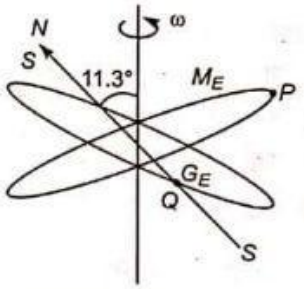
समी (i) व (ii) से, $\frac{\tan\theta}{\tan 45°} = \cos30°$ या $\tan\theta = \tan 45° \times \cos 30°$

$$= 1\times\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

∴ $\theta = \tan^{-1}(0.866) = 41°$

प्रश्न 10. दो समान लम्वाई L की समतल कुण्डली समान तारों के द्वारा है जहाँ C_1 वृत्तीय कुण्डली की त्रिज्या R है तथा C_2 कुण्डली ए के रूप में है वर्ग की भुजा a है दोनों इस प्रकार से निर्मित कि हैं कि उनके दोलनों की आवृत्ति समान हैं, जब उसको एक चुम्बकीय क्षेत्र में स्थापित किया जाता है। a का मान R के प ज्ञात करो? **(NCERT Exemplar)**

हल P समतल S में है सुईं उत्तर दिशा में है अत: अवनति कोण शून्



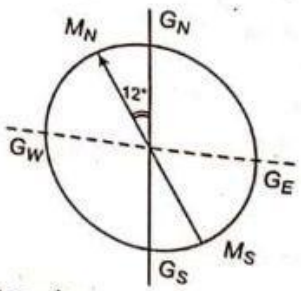
P ऋणात्मक विपुवत पर है अत: नतिकोण शून्य है। क्योंकि Q भी चुम्ब विपुवत पर है। अत: नति कोण यहाँ पर भी शून्य है।

चूँकि पृथ्वी अक्षों से 11.3° के कोण पर है अत: बिन्दु Q पर अवनति क 11.3°5 है।

प्रश्न 11. दक्षिण अफ्रीका में किसी स्थान पर एक चुम्बकीय सुईं भौगो उत्तर से 12° पश्चिम की ओर संकेत करती है। चुम्बकीय याम् में संरेखित नति-वृत्त की चुम्बकीय सुई का उत्तरी ध्रुव क्षैति 60° उत्तर की ओर संकेत करता है। पृथ्वी के चुम्बकीय क्षे क्षैतिज अवयव मापने पर 0.16 G पाया जाता है। इस स्था पृथ्वी के क्षेत्र का परिमाण और दिशा बताइए। **(NCERT)**

हल अवनति कोण, $\theta = 12°$ पश्चिम

नति कोण $\delta = 60°$



पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक, $H = 0.16$ G

माना इस स्थान पर पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र R है

सूत्र को प्रयुक्त करने पर $H = R\cos\delta$

अथवा $R = \frac{H}{\cos\delta} = \frac{0.16}{\cos 60°} = \frac{0.16\times2}{1}$

$$= 0.32 \text{ G} = 0.32\times10^{-4} \text{ टेस्ला}$$

पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र ऊर्ध्वाधर तल में 12° पश्चिमी के भौगोलिक याम् में है जो क्षैतिज से 60° कोण पर है।

प्रश्न 12. पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र B का द्विध्रुव मॉडल जहाँ B_V = चुम्बकीय क्षेत्र का ऊर्ध्व घटक = $\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2m\cos\theta}{r^3}$

B_H = चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक = $\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\sin\theta\, m}{r^3}$

$\theta = 90°$ अक्षांश, ऋणात्मक चुम्बकीय ध्रुवों से मापे गए हैं।

वह बिन्दुपथ ज्ञात करो, जहाँ

(a) B न्यूनतम है

(b) नति कोण शून्य है

(c) नति कोण $\pm 45°$ है। ***(NCERT Exemplar) (3M)***

हल (a) $B_V = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2m\cos\theta}{r^3}$ ...(i)

$B_H = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\sin\theta\, m}{r^3}$ ...(ii)

दोनों समीकरण को वर्ग करके जोड़ने पर

$B_V^2 + B_H^2 = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)^2 \frac{m^2}{r^6}[4\cos^2\theta + \sin^2\theta]$

$B = \sqrt{B_V^2 + B_H^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{r^3}[3\cos^2\theta + 1]^{1/2}$ ...(iii)

समी (iii) से B का मान न्यूनतम है यदि $\theta = \frac{\pi}{2}$

अत: चुम्बकीय विषुवत ध्रुवीय केन्द्र है [1]

(b) नति कोण $\tan\delta = \frac{B_V}{B_H} = \frac{\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2m\cos\theta}{r^3}}{\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{\sin\theta\cdot m}{r^3}} = 2\cot\theta$ ...(iv)

$\tan\delta = 2\cot\theta$

नति कोण शून्य हेतु $\delta = 0$

$\cot\theta = 0$

$\theta = \frac{\pi}{2}$

अत: इसका अर्थ है कि लोकस बिन्दु पुन: चुम्बकीय याम्योत्तर है। [1]

(c) $\tan\delta = \frac{B_V}{B_H}$

नति कोण $\delta = \pm 45°$

$\frac{B_V}{B_H} = \tan(\pm 45°)$

$\frac{B_V}{B_H} = 1$

$2\cot\theta = 1$ समी (iv) से

$\cot\theta = \frac{1}{2}$

$\tan\theta = 2 \Rightarrow \theta = \tan^{-1}(2)$

अत: $\theta = \tan^{-1}(2)$ बिन्दुपथ है। [1]