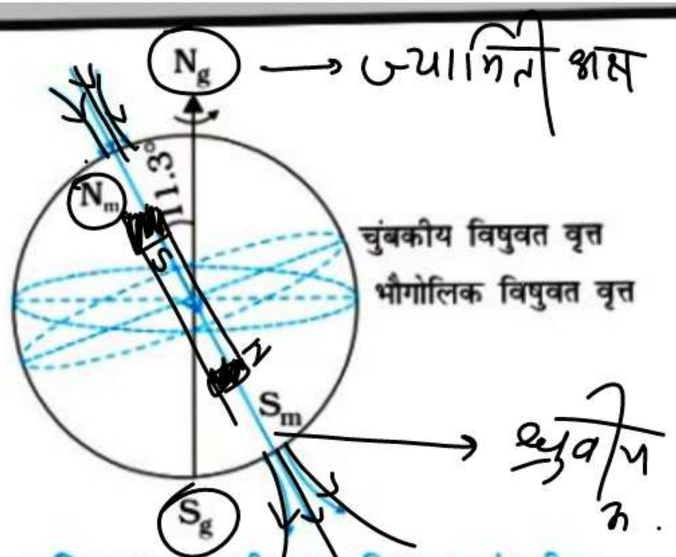
5.4 भू-चुंबकत्व

हमने पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का जिक्र पहले भी किया है। पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता, इसकी सतह पर, भिन्न स्थानों पर भिन्न होती है, पर इसका मान 10^{-5} T की कोटि का होता है।

पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का कारण क्या है, यह बहुत स्पष्ट नहीं है। प्रारंभ में यह सोचा गया कि पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र इसके अंदर बहुत गहराई में रखे एक विशाल चुंबक के कारण है जो लगभग पृथ्वी के घूर्णन अक्ष के अनुदिश रखा है। परंतु, यह सरलीकृत चित्र निश्चित रूप से सही नहीं है। अब यह माना जाता है कि पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र इसके बाह्य क्रोड के धात्विक तरलों (जो अधिकांशत: पिघला लोहा एवं निकिल है) की संवाहक गति के कारण उत्पन्न विद्युत धाराओं के परिणामस्वरूप अस्तित्व में आता है। इसको *डायनेमो प्रभाव* कहा जाता है।

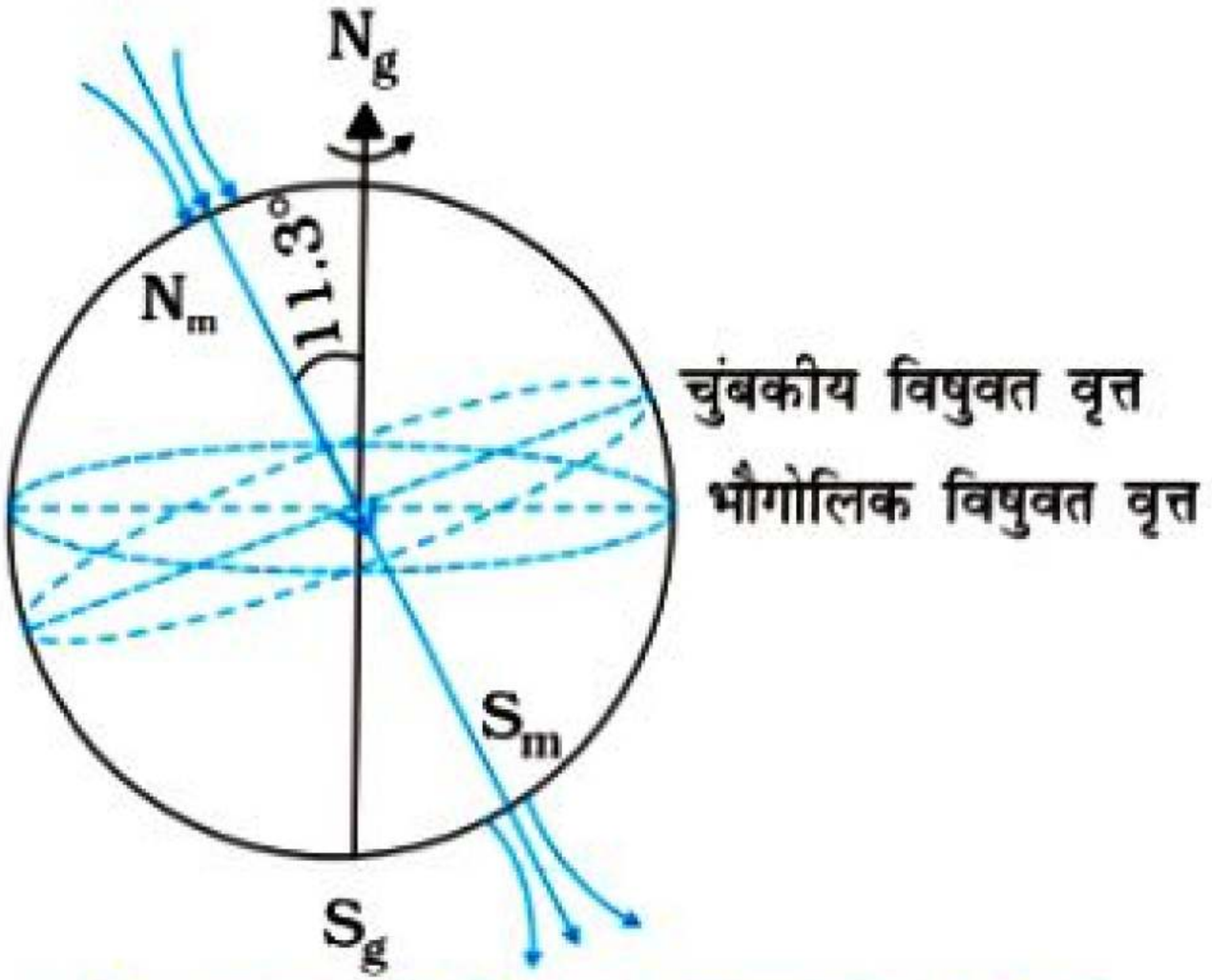
पृथ्वी की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ, पृथ्वी के केंद्र पर रखे (काल्पनिक) चुंबकीय द्विध्रुव के जैसी ही होती हैं। इस द्विध्रुव की अक्ष पृथ्वी के घूर्णन अक्ष के संपाती नहीं होती है, बल्कि वर्तमान में यह इससे लगभग 11.3° पर झुकी हुई है। इस दृष्टि से देखें तो चुंबकीय ध्रुव वहाँ अवस्थित है जहाँ चुंबकीय बल रेखाएँ पृथ्वी में प्रवेश करती हैं अथवा इससे बाहर निकलती हैं। पृथ्वी के उत्तरी चुंबकीय ध्रुव की स्थिति 79.74° N अक्षांश एवं 71.8° W देशांतर पर है। यह स्थान उत्तरी कनाडा में है। चुंबकीय दक्षिणी ध्रुव अंटार्कटिका में, 79.74° S अक्षांश एवं 108.22° E देशांतर पर है।

वह ध्रुव जो पृथ्वी के भौगोलिक उत्तरी ध्रुव के निकट है *उत्तरी चुंबकीय ध्रुव* कहलाता है। इसी प्रकार पृथ्वी के भौगोलिक दक्षिण ध्रुव के निकट स्थित ध्रुव *दक्षिणी चुंबकीय ध्रुव* कहलाता



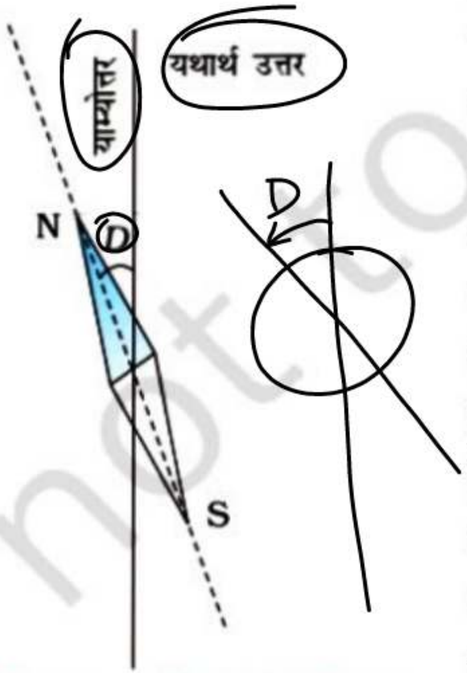
चित्र 5.8 पृथ्वी एक विशाल चुंबकीय द्विध्रुव की भाँति।

है। ध्रुवों के नामकरण के संबंध में कुछ संभ्रम हैं। यदि आप पृथ्वी की चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को देखें (चित्र 5.8), तो छड़ चुंबक के विपरीत क्षेत्र रेखाएँ उत्तरी चुंबकीय ध्रुव (N_m) से पृथ्वी के अंदर प्रवेश करती हैं और दक्षिणी चुंबकीय ध्रुव (S_m) से बाहर आती हैं। यह परिपाटी इसलिए शुरू हुई क्योंकि चुंबकीय उत्तर वह दिशा थी जिसमें चुंबकीय सुई का उत्तरी सिरा संकेत करता था; चुंबक के ध्रुव को उत्तरी ध्रुव इसलिए कहा गया क्योंकि यह उत्तर दिशा का ज्ञान कराने में सहायक था। इस प्रकार, वास्तव में, उत्तरी चुंबकीय ध्रुव पृथ्वी के अंदर के छड़ चुंबक के दक्षिणी ध्रुव की तरह व्यवहार करता है एवं दक्षिणी चुंबकीय ध्रुव इस छड़ चुंबक के उत्तरी ध्रुव की तरह।



चित्र 5.8 पृथ्वी, एक विशाल चुंबकीय द्विध्रुव की भाँति।

5.4.1 चुंबकीय दिक्पात एवं नति



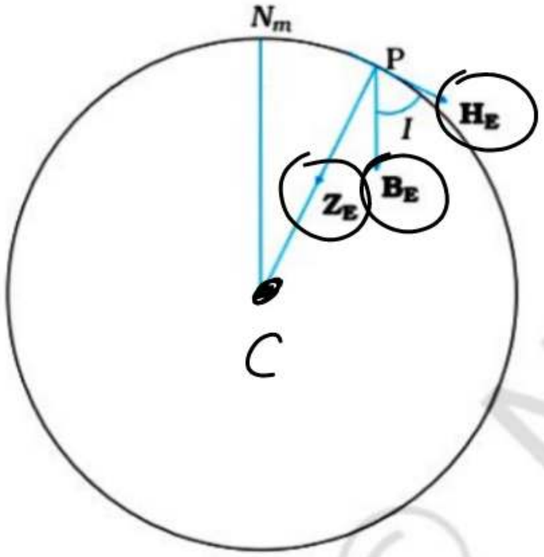
चित्र 5.9 क्षैतिज तल में घूमने के लिए स्वतंत्र चुंबकीय सुई, चुंबकीय उत्तर-दक्षिण दिशा में इंगित करती है।

पृथ्वी की सतह पर कोई बिंदु लीजिए। इस बिंदु से गुज़रने वाला देशांतर वृत्त भौगोलिक उत्तर-दक्षिण दिशा निर्दिष्ट करता है जिसकी उत्तरी ध्रुव की ओर जाने वाली रेखा यथार्थ उत्तर की ओर इंगित करती है। देशांतर वृत्त एवं पृथ्वी के घूर्णन अक्ष में से गुजरने वाला ऊर्ध्वाधर तल *भौगोलिक याम्योत्तर* कहलाता है। इसी प्रकार आप किसी स्थान विशेष पर *चुंबकीय याम्योत्तर* भी उस स्थान और चुंबकीय उत्तरी एवं दक्षिणी ध्रुवों को मिल जाने वाली काल्पनिक रेखा से गुज़रने वाले ऊर्ध्वाधर तल के रूप में परिभाषित कर सकते हैं। यह तल भी पृथ्वी की सतह को देशांतर जैसे ही एक वृत्त में काटेगा। एक चुंबकीय सुई जो क्षैतिज तल में घूमने के लिए स्वतंत्र है, तब चुंबकीय याम्योत्तर में रहेगी और इसका उत्तरी ध्रुव पृथ्वी के चुंबकीय उत्तरी ध्रुव की ओर संकेत करेगा। चूँकि चुंबकीय ध्रुवों को मिलाने वाली रेखा, पृथ्वी के भौगोलिक अक्ष की तुलना में किसी कोण पर झुकी रहती है, किसी स्थान पर चुंबकीय याम्योत्तर, भौगोलिक याम्योत्तर से एक कोण बनाती है। यही वह कोण है जो यथार्थ भौगोलिक उत्तर एवं चुंबकीय सुई द्वारा इंगित उत्तर के बीच बनता है। इस कोण को चुंबकीय दिक्पात अथवा केवल *दिक्पात* कहते हैं (चित्र 5.9)।

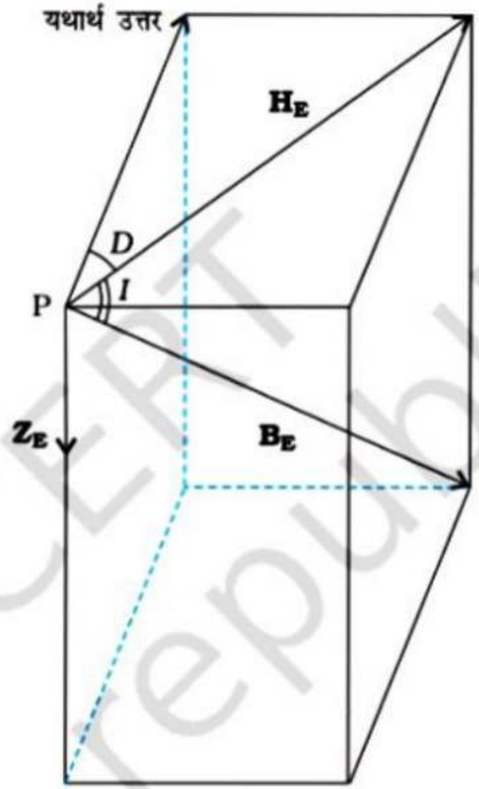
दिक्पात उच्चतर अक्षांशों पर अधिक एवं विषुवत रेखा के पास कम होता है, भारत में दिक्पात का मान कम है, यह दिल्ली में $0^\circ 41' \text{ E}$ एवं मुंबई

परिणत है।

एक अन्य महत्वपूर्ण राशि भी है जिसमें आपकी रुचि हो सकती है। यदि कोई चुंबकीय सुई, एक क्षैतिज अक्ष पर इस प्रकार पूर्ण संतुलन में हो कि चुंबकीय याम्योत्तर के तल में घूम सके तो यह सुई क्षैतिज से एक कोण बनाएगी (चित्र 5.10)। यह *नमन कोण* (या आनति) कहलाता है। अत: आनति वह कोण है जो पृथ्वी का कुल चुंबकीय क्षेत्र $\mathbf{B}_E$ पृथ्वी की सतह से बनाता है। चित्र (5.11) पृथ्वी की सतह के किसी बिंदु P पर चुंबकीय याम्योत्तर तल दर्शाता है। यह तल पृथ्वी से गुजरने वाला एक खंड है। बिंदु P पर कुल चुंबकीय क्षेत्र को हम एक क्षैतिज अवयव $\mathbf{H}_E$ एवं एक ऊर्ध्वाधर अवयव $\mathbf{Z}_E$ में वियोजित कर सकते हैं। $\mathbf{B}_E$, $\mathbf{H}_E$ से जो कोण बनाता है वही नमन कोण I है।



चित्र 5.10 दर्शाया गया वृत्त, पृथ्वी से गुज़रने वाला चुंबकीय याम्योत्तर का खंड है। $\mathbf{B}_E$ एवं क्षैतिज अवयव $\mathbf{H}_E$ के बीच बना कोण आनति है।



चित्र 5.11 पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र $\mathbf{B}_E$, एवं इसके क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर अवयव $\mathbf{H}_E$ एवं $\mathbf{Z}_E$। दिक्पात कोण D एवं नमन कोण I भी दर्शाए गए हैं।

© NCERT not to be republished

अधिकतर उत्तरी गोलार्ध में नमन वृत्त की सुई का उत्तरी ध्रुव नीचे की ओर झुकता है। इसी प्रकार अधिकांश दक्षिणी गोलार्ध में नमन सुई का दक्षिणी ध्रुव नीचे झुकता है।

पृथ्वी की सतह पर स्थित किसी बिंद पर चुंबकीय क्षेत्र को पूरी तरह निर्दिष्ट करने के लिए हमें तीन राशियों का विवरण देना होता है, ये हैं- दिक्पात कोण D, आनति या नमन कोण I एवं *पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का क्षैतिज अवयव* H_E। *ये पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के घटक कहलाते हैं।*

यहाँ ऊर्ध्वाधर घटक,

$$Z_E = B_E \sin I \quad \text{(I)}$$

B_E = Earth's Magnetic field

क्षैतिज घटक,

$$H_E = B_E \cos I \quad \text{(II)}$$

Z_E = पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक

जिससे हमें प्राप्त होता है

$$\tan I = \frac{Z_E}{H_E}$$

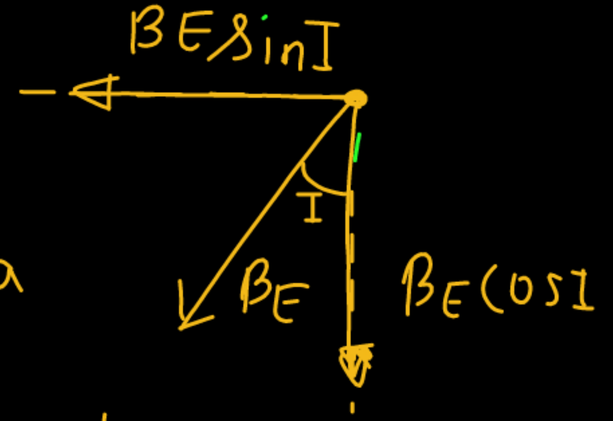
H_E = पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक

[5.10(a)] [5.10(b)] [5.10(c)]

$B_H = B_E \cos I$

$B_V = B_E \sin I$

$$\tan\theta = \frac{B_V}{B_H}$$



चुम्बकीय क्षेत्र (B) — SI मात्रक → Tesla

विमीय सूत्र → $MT^{-2}A^{-1}$

अदिश राशि / सदिश राशि ✓

~~अदिश राशि~~

① गॉस का नियम लिखें और इसे सत्यापित करें।

② Ampere परिपथीय नियम लिखें और इन्हें सिद्ध कीजिए (अ उ भाग)

③ विद्युत विभव तथा विद्युत क्षेत्र को परिभाषित कीजिए मात्रक तथा विमा लिखें।

④ निम्नलिखित का परिभाषा दें:-

① आवेश ② विद्युत फ्लक्स, विद्युत धारा, धारा घनत्व

चुम्बकीय क्षेत्र, चुम्बकीय फ्लक्स, चुम्बकन,

चुम्बकीय तीव्रता

⑤ Law (Rule)