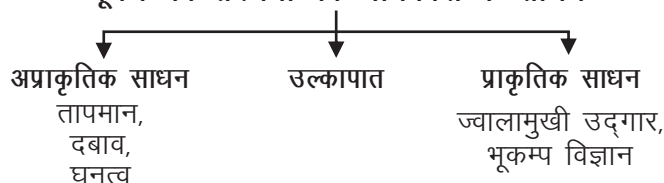


अध्याय — 4

पृथ्वी की आंतरिक संरचना (Interior of the Earth)

पृथ्वी का आंतरिक भाग अदृश्य व अगम्य है। मनुष्य ने खनन एवं वेधन क्रियाओं के द्वारा इसके कुछ ही किलोमीटर तक के आन्तरिक भाग को प्रत्यक्ष रूप में देखा है। गहराई के साथ तापमान में तेजी से वृद्धि के कारण अधिक गहराई तक खनन व वेधन कार्य करना संभव नहीं है। भूगर्भ में इतना अधिक तापमान है कि वह वेधन में प्रयोग किये जाने वाले किसी भी प्रकार के यंत्र को पिघला सकता है अतः वेधन कार्य कम गहराई तक ही सीमित है इसलिए पृथ्वी के गर्भ के विषय में प्रत्यक्ष जानकारी के मिलने में कई कठिनाईयाँ आती हैं। ज्वालामुखी उद्गार से निकले लावा एवं गैस आन्तरिक संरचना के बारे में प्रत्यक्ष जानकारी के अन्य स्रोत हैं, परन्तु यह निश्चय कर पाना कठिन होता है कि यह मैग्मा कितनी गहराई से निकला है। भूकम्प विज्ञान से भूगर्भ की संरचना के विषय में अधिक वैज्ञानिक व प्रमाणिक जानकारी प्राप्त होती है पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के विषय में जानकारी देने वाले साधनों को निम्न वर्गों में रखा जा सकता है —

भूगर्भ की संरचना की जानकारी के साधन



भूगर्भ की संरचना की जानकारी के साधन

1. अप्राकृतिक साधन (Artificial Sources)

(अ) तापमान (Temperature) : भूगर्भिक सर्वेक्षणों से यह बात प्रमाणित होती है कि सामान्यतः पृथ्वी की सतह से केन्द्र की ओर प्रति 32 मीटर की गहराई पर 1°C तापमान बढ़ता है। तापमान की इस वृद्धि दर के अनुसार भूगर्भ में सभी पदार्थ पिघली हुई अवस्था में होने चाहिए परन्तु वास्तव में ऐसा नहीं होता है। अधिक गहराई के साथ बढ़ते दबाव के कारण चट्टानों के

पिघलने का तापमान बिन्दु उतना ही ऊँचा होता जाता है एवं धरातल के नीचे तापमान के बढ़ने की दर पृथ्वी के केन्द्र की ओर घटती जाती है। इस गणना के अनुसार पृथ्वी केन्द्र का तापमान लगभग 2000°C से अधिक है।

(ब) दबाव (Pressure) : भूगर्भ में मोटी मोटी परतों के बढ़ते दबाव के कारण केन्द्र की ओर घनत्व बढ़ता जाता है। केन्द्र पर उच्च तापमान के कारण यहां पाये जाने वाले पदार्थों का द्रव रूप में होना स्वाभाविक है, परन्तु ऊपरी दबाव के कारण वह द्रव रूप ठोस का आचरण करता है अतः केन्द्र में अधिक दबाव व अधिक तापमान के कारण शैले प्लास्टिकनुमा ठोस है।

(स) घनत्व (Density) : पृथ्वी के केन्द्र की ओर निरन्तर दबाव बढ़ने व भारी पदार्थों के होने के कारण उसकी परतों का घनत्व भी बढ़ता जाता है। न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण सिद्धान्त के अनुसार सम्पूर्ण पृथ्वी का घनत्व 5.5 (धरातल का घनत्व $2.6-3.3 \text{ gcm}^{-3}$ एवं केन्द्र का औसत घनत्व 11 gcm^{-3}) परिकलित किया गया है।

2. उल्कापात (Meteorite Shower)

उल्कापिण्ड (Meteorite) सौर्य परिवार के ही अंग हैं। ये ग्रहों की उत्पत्ति के समय अलग होकर अन्तरिक्ष में फैल गये थे। कभी-कभी ये उल्काएँ धरातल पर गिरती हैं। इस क्रिया को उल्कापात (Meteorite Shower) कहते हैं। इनके अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि उल्काओं की रचना में निकल और लोहा पाया जाता है। पृथ्वी भी सौर्य-परिवार की एक सदस्य है। पृथ्वी में चुम्बकत्व का गुण पाया जाता है, आन्तरिक भाग में निकल-मिश्रित लोहे के कारण पृथ्वी में यह गुण उत्पन्न हुआ है।

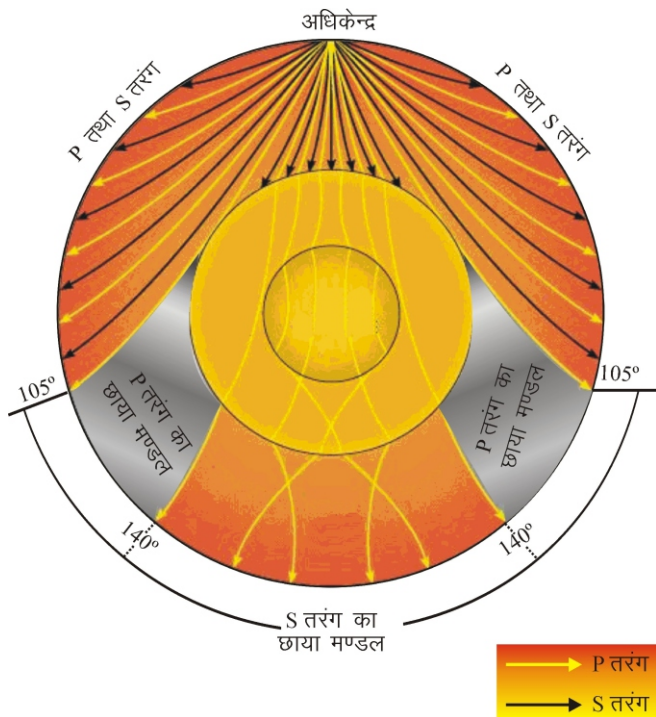
3. प्राकृतिक साधन (Natural Sources)

(अ) ज्वालामुखी उद्गार (Volcanic Eruption) : ज्वालामुखी उद्गार से निकले तत्व व तरल मैग्मा से यह स्पष्ट होता है कि पृथ्वी अन्दर का कुछ भाग तप्त व तरल मैग्मा अवस्था

में है।

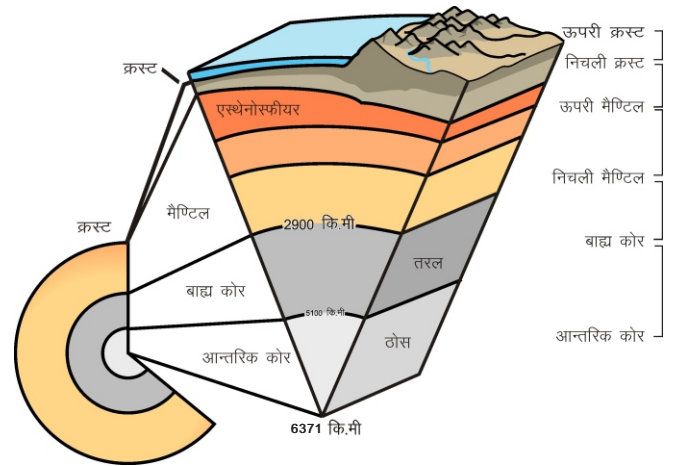
(ब) भूकम्प विज्ञान के साक्ष्य (Evidences of Seismology) : यह वह विज्ञान है जिसमें भूकम्पनीय तरंगों का सिस्मोग्राफ द्वारा अंकन करके अध्ययन किया जाता है। **भूकम्प** (Earthquake) भूपटल का आकस्मिक कम्पन है जो भूगर्भ में उत्पन्न होता है। **भूकम्प मूल** भूगर्भ में स्थित वह स्थान जहाँ से कम्पन सर्वप्रथम उत्पन्न होता है। **भूकम्पीय तरंगे** भूकम्प के समय भूकम्प की कम्पन द्वारा अपनाया गया मार्ग होती है ये तरंगे तीन प्रकार की होती है। प्राथमिक (P) तरंगे सबसे तीव्र गति से चलती है एवं ठोस, तरल व गैस तीनों प्रकार के पदार्थों से गुजर सकती है, द्वितीयक (S) तरंगे केवल ठोस पदार्थों के माध्यम से चलती है तरल पदार्थों से होकर नहीं गुजर सकती, धरातलीय (L) तरंगे धरातल पर ही चलती है एवं अधिकेन्द्र पर सबसे बाद में पहुँचती है व सर्वाधिक विनाशकारी होती हैं। **भूकम्पीय छाया क्षेत्र** भूकम्प अधिकेन्द्र से 105° व 140° के बीच का क्षेत्र होता है। जहा कोई भी भूकम्पनीय तरंगे अभिलेखित नहीं होती है। (चित्र सं. 4.1)

भूकम्पीय तरंगों के भ्रमण पथ व गति के आधार पर पृथ्वी के आन्तरिक भाग के विषय में जानकारी प्राप्त होती है ये लहरें समान घनत्व वाले भाग में सीधी चलती हैं परन्तु भूकम्प केन्द्रों पर इन लहरों के अंकन से ज्ञात होता है कि ये लहरें एक सीधी दिशा में न चलकर वक्राकार मार्ग का अवलम्बन करती



चित्र 4.1 – भूकम्पीय तरंगों के भ्रमण पथ

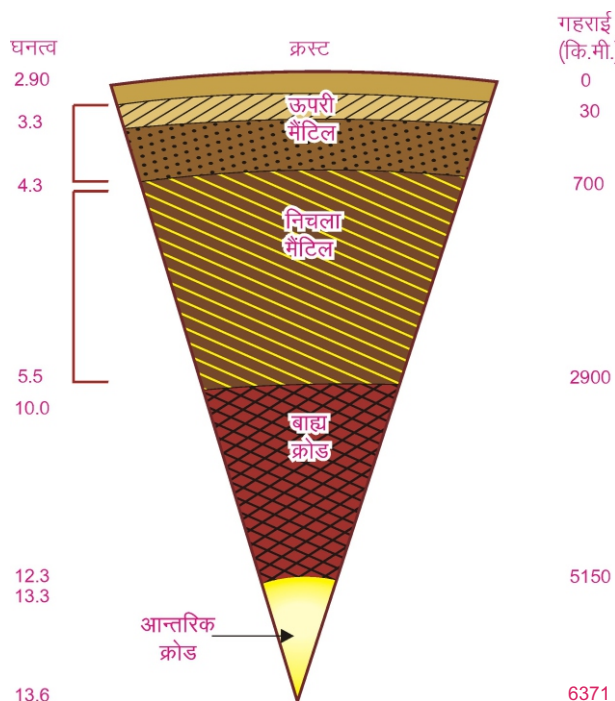
हैं इसमें प्रमाणित होता है कि भीतर के घनत्व में विभिन्नता है, परिणाम स्वरूप उनका मार्ग भी वक्राकार हो जाता है, चूंकि आन्तरिक भाग की ओर घनत्व बढ़ता है अतः कोर में ये लहरें (P व S) वक्राकार होकर सतह की ओर अवतल हो जाती हैं (चित्र सं. 4.1) चूंकि S लहरें तरल पदार्थ से होकर नहीं गुजरती है एवं 2900 किमी से अधिक गहराई अर्थात् भूकरोड से विलुप्त हो जाती हैं इससे प्रमाणित होता है कि इस 2900 कि.मी. से अधिक गहराई वाला भाग तरल अवस्था में है जो केन्द्र के चारों ओर विस्तृत है। चूंकि चट्टानों के घनत्व में अन्तर के साथ ही इन तरंगों की गति में तीन जगहों पर अधिक अन्तर आता है अतः इन आधारों पर पृथ्वी के आन्तरिक भाग कि तीन परतें निश्चित कि गई हैं (चित्र 4.2)



चित्र 4.2 – भूकम्प विज्ञान के आधार पर पृथ्वी की आन्तरिक संरचना

1. **भूपर्पटी क्रस्ट (The Crust)** – यह पृथ्वी की सबसे ऊपरी परत है इसकी औसत मोटाई 30 किमी है यह परत हल्के चट्टानों से बनी है एवं इसका घनत्व 3 ग्राम प्रति घन सेमी है।
2. **अनुपटल (The Mantle & Substratum)** : भूपर्पटी के नीचे 2900 किमी की गहराई तक अनुपटल का विस्तार है। अनुपटल का ऊपरी भाग दुर्बलता मण्डल (Asthenosphere) कहलाता है। ज्वालामुखी उद्गार के दौरान जो लावा धरातल पर पहुँचता है उसका मुख्य स्रोत यही भाग है। S तरंगें 2900 किमी के बाद लुप्त हो जाती है अर्थात् अनुपटल ठोस शैलों से निर्मित है।
3. **अभ्यन्तर / भूकरोड (The Core)** – 2900 कि.मी. से 6371 कि.मी. की गहराई वाला यह भाग पृथ्वी का सबसे आन्तरिक भाग है जिसका औसत घनत्व 11 ग्राम प्रति घनसेमी है। इस भाग में S तरंगें नहीं पहुँच पाती हैं। इसके दो भाग किये जाते हैं, प्रथम भाग बाह्य अभ्यन्तर है जो

तरल अवस्था में है एवं 2900 से 5150 कि.मी. की गहराई तक विस्तृत है द्वितीय भाग आन्तरिक अभ्यन्तर है जो कि सघन है एवं 5150 से 6371 कि.मी. की गहराई तक विस्तृत है। (चित्र सं. 4.3)

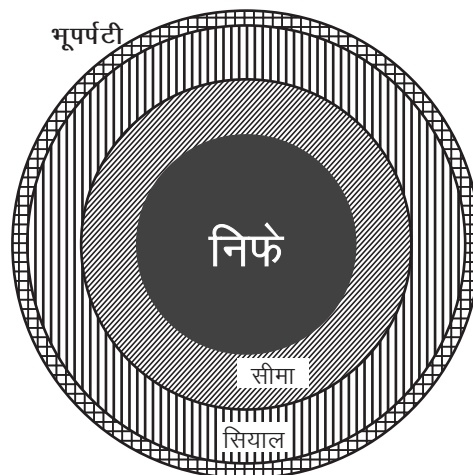


चित्र 4.3 – पृथ्वी के आन्तरिक भाग के विभिन्न मण्डलों की गहराई एवं घनत्व

स्वैस (Suess) का वर्गीकरण

स्वैस के अनुसार भूपटल का ऊपरी भाग परतदार शैलों का बना है। इस भाग के नीचे स्वैस ने रासायनिक संघटन के आधार पर तीन परतों की स्थिति मानी है।

1. **सियाल (Sial)** – इस परत में सिलिका (Silica-Si) एवं एल्यूमिनियम (Aluminum-al) की प्रधानता होती है इसलिए इस परत को सियाल (si + al = sial) कहा जाता है इसका औसत घनत्व 2.9 है व औसत गहराई 50 से 300 किलोमीटर है।
2. **सीमा (Sima)** – इस परत में सिलिका (Silica-Si) एवं मैग्नेशियम की (Magnesium-ma) प्रधानता होती है इसलिए इस परत को सीमा (si + ma = sima) कहा जाता है। इसका घनत्व 2.9 से 4.7 है एवं गहराई 1000 से 2000 किलोमीटर तक विस्तृत है।
3. **निफे (Nife)** – इस परत में निकल (Nickel-ni) व फेरीयम (Ferrium-Fe) की प्रधानता होती है इसलिए इस परत को निफे (ni + fe = nife) कहा जाता है इस परत का घनत्व 11 है एवं यह भूकेन्द्र तक विस्तृत है।

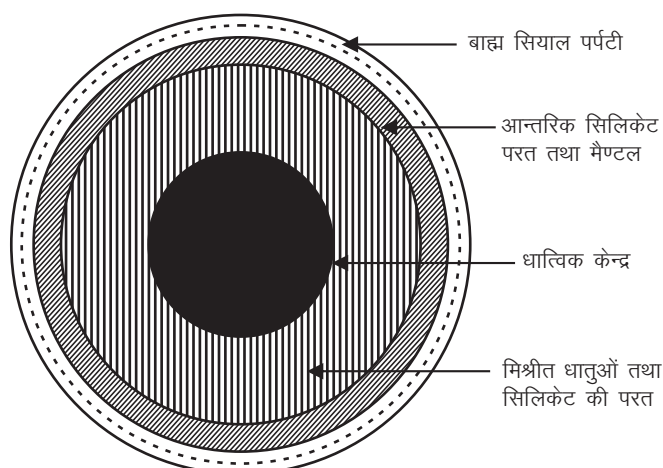


चित्र 4.4 – स्वैस के अनुसार पृथ्वी की आन्तरिक संरचना

वान डर ग्राफ्ट का वर्गीकरण

वान डर ग्राफ्ट (Van der Gracht) ने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना की चार परतें बताई हैं, जिनको निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है :

1. **बाह्य सिलिका पर्पटी (Outer Silica Crust)** – इस परत की मोटाई महाद्वीपों के नीचे 60 किलोमीटर तक होती है, अटलाण्टिक महासागर के नीचे 20 किलोमीटर एवं प्रशान्त महासागर के नीचे 10 किलोमीटर तक है। इस परत का घनत्व 2.75 से 3.1 तक होता है। यह परत सिलिका, एल्यूमिनियम, पोटेशियम एवं सोडियम से बनी है।
2. **आन्तरिक सिलिकेट परत तथा मैण्टल (Inner silicate layer and mantle)** – इस परत की मोटाई 60 से 1200 किलोमीटर तक होती है। इस परत का घनत्व 3.1 से 4.75



चित्र 4.5 – वान डर ग्राफ्ट के अनुसार पृथ्वी के आन्तरिक संरचना

2. आन्तरिक संरचना की जानकारी के मुख्य स्रोत तापमान, घनत्व, दबाव, उल्कापात, ज्वालामुखी क्रियाएँ भूकम्पविज्ञान के साक्ष्य हैं।
3. भूकम्पीय लहरों की गति एवं भ्रमण पथ के वैज्ञानिक विश्लेषण के आधार पर पृथ्वी के आन्तरिक भाग की तीन परतें निश्चित की गई हैं।
(अ) भूपर्पटी (ब) अनुपटल (स) भूकरोड
4. स्वैस का वर्गीकरण – (अ) सियाल (ब) सीमा (स) निफे
5. वान डर ग्राफ्ट का वर्गीकरण –
(अ) बाह्य सियाल पर्पटी
(ब) आन्तरिक सिलिकेट परत: तथा मेण्टल
(स) मिश्रित धातुओं तथा सिलिकेट की परत
(द) धात्विक केन्द्र

अभ्यासार्थ प्रश्न

वस्तुनिष्ठ प्रश्न –

1. सियाल परत के संघटक तत्व हैं –
(अ) सिलिका-मैग्नीशियम
(ब) सोडियम-एल्यूमीनियम
(स) सिलिका-एल्यूमीनियम
(द) सिलिका-लोहा।
2. वान डर ग्राफ्ट के अनुसार सबसे ऊपर की परत की अधिकतम गहराई है –
(अ) 1200 किमी. (ब) 60 किमी.
(स) 2900 किमी. (द) 200 किमी.
3. स्वैस के वर्गीकरण के परिप्रेक्ष्य में जो कथन गलत है, वह है—
(अ) ऊपरी परत का घनत्व 2.7 है।
(ब) सीमा का घनत्व 4.7 से कम है।
(स) निफे में चुम्बकीय गुण पाया जाता है।
(द) सियाल निफे पर तैर रहा है।
4. सियाल, सीमा व निफे के रूप में भू-गर्भ का विभाजन किया गया था।
(अ) वान डर ग्रांट द्वारा (ब) डेली द्वारा
(स) होम्स द्वारा (द) स्वैस द्वारा
5. निम्नलिखित में से कौन भूगर्भ की जानकारी का प्रत्यक्ष साधन है ?

- (अ) भूकम्पीय तरंगे (ब) गुरुत्वाकर्षण बल
(स) ज्वालामुखी (द) पृथ्वी का चुम्बकत्व

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न –

6. भूगर्भ की जानकारी के लिए प्रत्यक्ष साधनों के नाम बताइये।
7. भूकम्प विज्ञान किसे कहते हैं ?
8. भूकम्पीय तरंगे किसे कहते हैं ?
9. पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के विषय में हमारी जानकारी सीमित क्यों हैं ?
10. निफे के प्रमुख संघटक तत्व कौनसे हैं ?

लघुत्तरात्मक प्रश्न –

11. भूकम्प विज्ञान के साक्ष्य के आधार पर निश्चित की गई पृथ्वी की आन्तरिक परतों के नाम बताइये।
12. 'भूकरोड' की विशेषताएँ बताइये।
13. 'सियाल' की विशेषताएँ बताइए।
14. 'अनुपटल' क्या है ? इसकी विशेषताएँ बताइये।
15. वान डर ग्राफ्ट द्वारा सुझाई गई पृथ्वी की आन्तरिक संरचना की परतों के नाम बताइए।

निबन्धात्मक प्रश्न –

16. पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के विषय में वान डर ग्राफ्ट के मत की व्याख्या कीजिए।
17. पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के विषय में स्वैस के मत की व्याख्या कीजिए।
18. भूकम्पीय विज्ञान के साक्ष्य के आधार पर पृथ्वी की आन्तरिक संरचना की व्याख्या कीजिए।

उत्तरमाला – 1. स 2. ब 3. द 4. द 5. स