Geography
B.A-I
(Subsid)

पृथ्वी की आन्तरिक संरचना
INTERIOR OF THE EARTH

B.A III (Hons) / Paper-I (Subsid A)

भूगर्भ के बारे में मनुष्य की जानकारी बहुत कम गहराई तक हो पाया है। भूगर्भ का प्रत्यक्ष ज्ञान कुओं, खदानों तथा भूपृष्ठ पर किये गये सांध्रदा (Bore hole) द्वारा प्राप्त होता है। इनके द्वारा अधिकतम अधिक 2½ मील से 3 मील गहराई तक ज्ञान प्राप्त हो पाया है, जो पृथ्वी के अर्द्धव्यास की तुलना में (अर्द्धव्यास = 4,000 मील) नगण्य है। पृथ्वी के भीतरी रहस्यों को खोलने वाले सदैव ज्वालामुखी उद्गार, भूकम्प तरंग, तथा पृथ्वी के धरातल का ऊपर नीचे होना आदि अदृश्य भूगर्भिक क्रियाओं द्वारा सदा भूतात्विक भाषा में ही प्राप्त होते रहे हैं। यद्यपि आज वैज्ञानिकों ने पृथ्वी की आन्तरिक बनावट के बारे में असाधारण ज्ञान प्राप्त किया है तथा अनेकों समस्याओं का हल भी ढूंढ निकाला है। अनेक वैज्ञानिकों ने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना अपने अपने दृष्टिकोण से व्यक्त किया है। लेकिन इसे अपने तर्कसंगत प्रमाणों के आधार पर हल निकालने की कोशिश की है। पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के विषय में जानकारी देने वाले भिन्न साधनों से किया जा सकता है—

① घनत्व के आधार पर :— न्यूटन ने गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त को स्थिर करते हुए बताया कि आकर्षण शक्ति पदार्थ की द्रव्यमात्रा के अनुपात में बढ़ती है और उनके बीच की दूरी के अनुपात में कम होती है। इस सिद्धान्त के आधार पर सर्वप्रथम 1774 ई० में पृथ्वी का तौला गया जिससे यह ज्ञात हुआ कि सम्पूर्ण पृथ्वी पिण्ड का घनत्व 5.5 है जबकि धरातल के ऊपरी चट्टानों का घनत्व 2.7 ही है। इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि समस्त पृथ्वी का भार अपने समान आकार (Volume) वाले जलपिण्ड के भार से 5.5 गुना अधिक है, जबकि धरातल के पदार्थ अपने बराबर के जलपिण्ड की अपेक्षा 2½ गुना है। यदि सम्पूर्ण पृथ्वी ~~अग्नि~~ धरातल के ऊपर जैसी पदार्थों से बनी होती तो उसका भार वर्तमान भार से आधा होता। इससे यह परिणाम निकलता है कि पृथ्वी के केन्द्र में ऊपरी पदार्थों की अपेक्षा बहुत अधिक भारी पदार्थ मौजूद है।

② घनत्व के आधार पर :— पृथ्वी के धरातल से केन्द्र की ओर जाने पर भार बराबर बढ़ता जाता है। वैज्ञानिकों का मत है कि पृथ्वी के धरातल के अति गहराई के दबाव के कारण द्रवित पदार्थ ठोस हो गया, परन्तु कुछ वैज्ञानिकों का कहना है कि पृथ्वी के तीसरी पर्तों भारी तत्वों से तथा धरातल के ऊपरी पदार्थ हल्के तत्वों से बने हैं अनेकों प्रमाण

तथा पुर्यवेक्षणों के आधार पर यहु मान लिया गया है कि पृथ्वी का केन्द्रीय भाग निकल तथा लोहा का बना है। यहु तथ्य पृथ्वी के चुम्बकीय दशा का भी प्रमाणित करता है क्यों कि लोहा तथा निकल प्रचुर चुम्बकीय पदार्थ है। इस धातु निर्मित केन्द्रीय भाग को चारो ओर एक दूसरी शैल परत है जिसका क्रमशः केन्द्रीय भाग एवं बाह्य शैलों का अवश्य बना है।

(3) तापमान के आधार पर :- इस बात से सभी परिचित हैं कि ज्यों ज्यों पृथ्वी के धरातल से नीचे गहराई में जाते हैं, तापमान बढ़ता जाता है। ऐसा अनुमान लगाया गया है कि प्रति 32 मीटर गहराई पर के बाद 1° से० तापमान बढ़ जाता है। इस हिसाब से लगभग 96 कि०मी० की गहराई पर तापमान में इतनी अधिक वृद्धि हो जायेगी कि वहाँ कोई स्वभाविक ठोस अवस्था में नहीं रह सकता है।

(4) ज्वालामुखी क्रिया पर आधारित :- वैज्ञानिकों का विचार है कि ज्वालामुखी उद्गार के समय द्रव लावा का निकलना इस बात का प्रमाण है कि केन्द्रीय भाग द्रव अवस्था में होगा लेकिन केन्द्रीय भाग द्रव अवस्था में होता तो सूर्य एवं चन्द्रमा के आकर्षण से जरूर प्रभावित होता। 19वीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध में वैज्ञानिकों ने यह निष्कर्ष निकाला कि पृथ्वी का केन्द्रीय भाग ऊपरी दबाव के कारण ठोस है और ऊपरी धरातल शीतल होकर ठोस बन गया। परन्तु मध्यवर्ती भाग में द्रव पदार्थ भर पड़े हैं, जो ज्वालामुखी विस्फोट के समय लावा के रूप में बाहर आता है।

(5) ~~भूकम्पविज्ञान पर आधारित प्रमाण :-~~

(6) पृथ्वी की उत्पत्ति से सम्बन्धित सिद्धान्तों के साक्ष्य :- विभिन्न विद्वानों ने पृथ्वी की उत्पत्ति की समस्या का निदान के लिए इसके मूल रूप को ठोस, वायव्य तथा तरल भाग माना है। "ग्रेहाणु परिकल्पना" के अनुसार पृथ्वी का निर्माण ठोस ग्रहाणुओं के एकत्रीकरण के कारण हुआ गया है। इसी आधार पर पृथ्वी का केन्द्रीय भाग ठोस अवस्था में होना चाहिए। "ज्वारीय परिकल्पना" के अनुसार यदि पृथ्वी का निर्माण सूर्य से निस्सृत ज्वारीय पदार्थ से हुआ है तो पृथ्वी का केन्द्रीय भाग तरल अवस्था में होना चाहिए। "निहारिका परिकल्पना" के अनुसार पृथ्वी का केन्द्रीय भाग वायव्य अवस्था में होना चाहिए

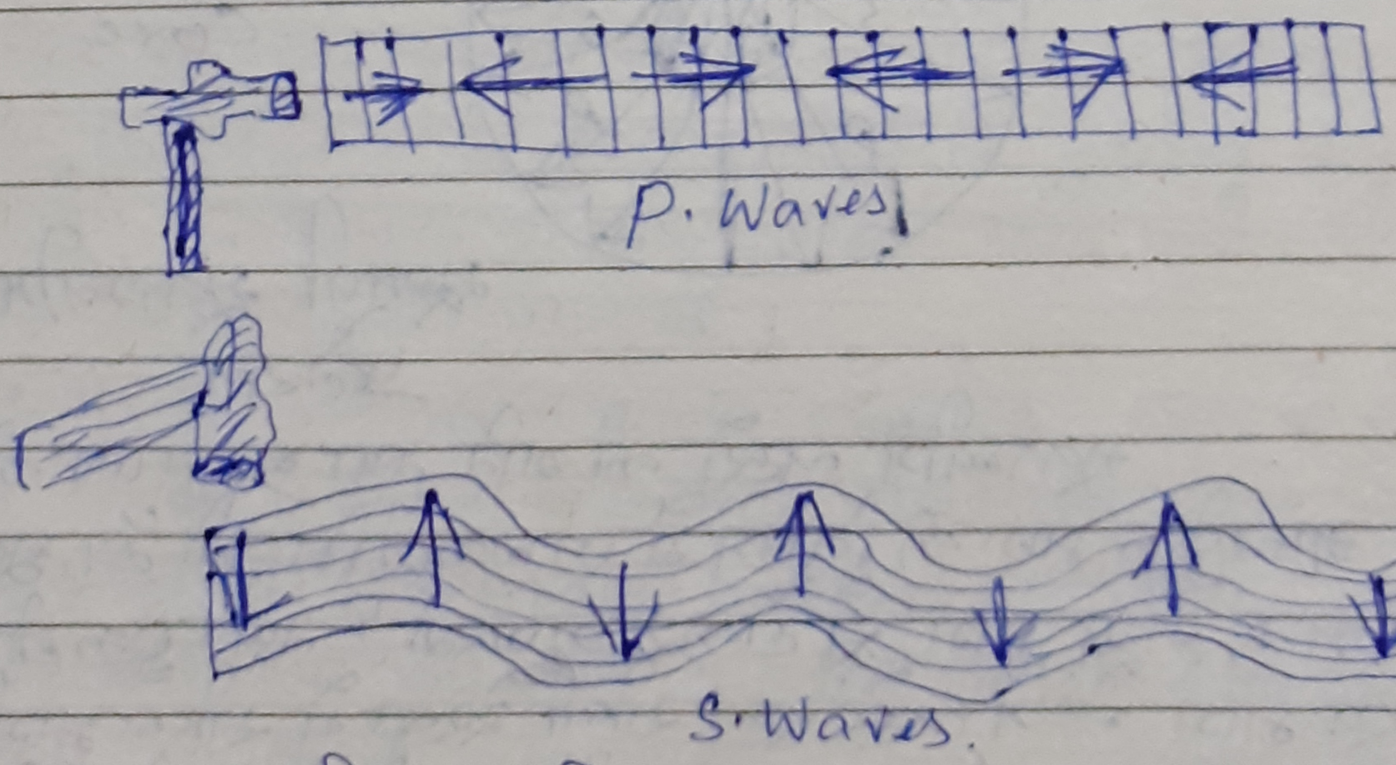
परन्तु यह भ्रामक है। वास्तव में कम्पीत्र गाग्रा तो वोसहे सकता है या तरल।

(6) ~~भूकम्प~~ भूकम्प विज्ञान पर आधारित प्रमाण :—
भूकम्प विज्ञान, वह विज्ञान है जिसमें भूकम्पीय लहरों का सीसमोग्राफ यंत्र द्वारा अंकन करके अध्ययन किया जाता है। भूकम्प विज्ञान ही एक ऐसा साधन है जिससे पृथ्वी के आन्तरिक भाग की बनावट ~~के~~ के विषय में पर्याप्त जानकारी प्राप्त हो जाती है।

जिस स्थान से भूकम्प की कम्पन प्रारम्भ होती है उसे भूकम्प भूल (Focus) कहा जाता है। वह जहाँ पर भूकम्पीय लहरों का अनुभव सबसे पहले होता है, उसे भूकम्प केन्द्र (Epicentre) कहा जाता है। भूकम्प के दौरान पृथ्वी में कई प्रकार की लहरें उत्पन्न होती है। इन लहरों को भूकम्पीय लहरें (Seismic Waves) कहते हैं। मुख्य रूप से भूकम्पीय लहरों को तीन श्रेणियों में रखा जाता है—

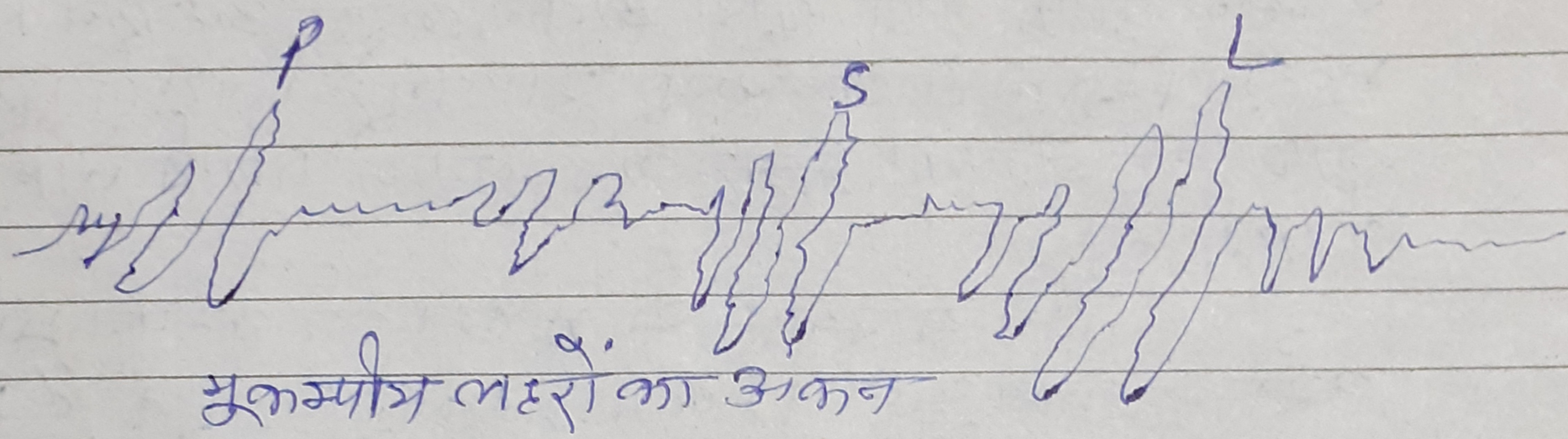
(1) प्राथमिक अथवा अनुदैर्घ्य लहरें (Primary or Longitudinal or Compressional waves) :— ये लहरें ध्वनि तरंगों के अनुरूप होती है। इनमें पदार्थ के कण गति की दिशा में ही प्रदोलित होते हैं। ये अंग्रेजी के 'P' waves के नाम से पुकारी जाती है।

(2) आड़ी अथवा गौण लहरें (Secondary or Transverse or S waves) :— ये लहरें प्रकाश तरंगों से मिलती जुलती होती है। इनमें पदार्थ के कण गति की दिशा के प्रति समकोण बनाते हुए प्रदोलित होते हैं। अंग्रेजी में इसे S. waves कहा जाता है।



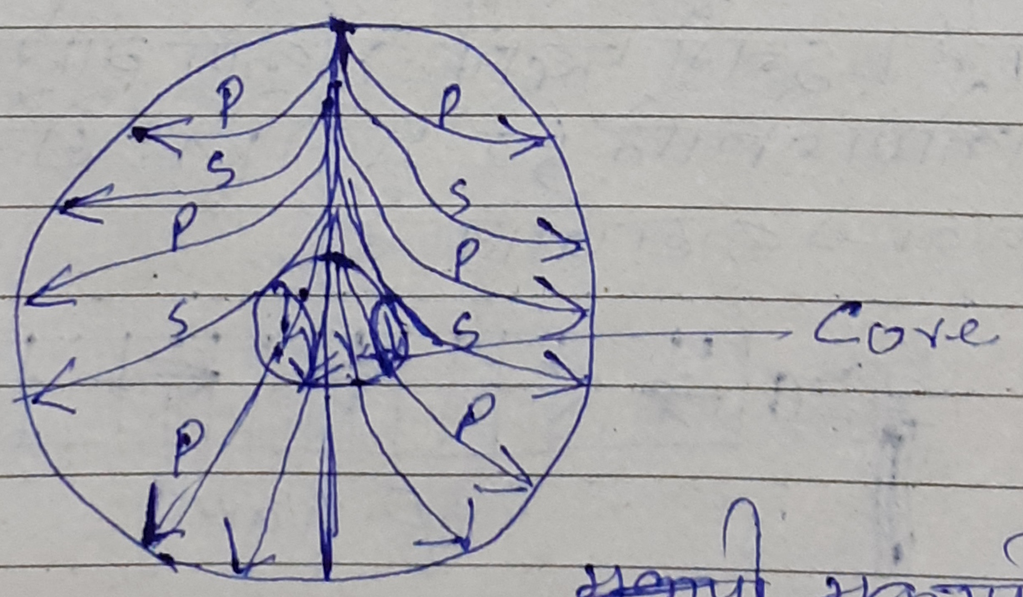
(3) धरातलीय लहरें (Surface or Long Period Waves)
ये लहरें धरातल के ऊपर तक ही सीमित रहती है। भूगर्भ

में ये प्रवेश नहीं कर पाती। इनके प्रदोलन का आवृत्तिकाल अपेक्षाकृत बढ़ते हुए प्रदोलित होते हैं। अंग्रेजी में इन्हें लम्बा होता है। भूकम्पशास्त्र की भाषा में साधारणतः ये L. Waves कहा जाता है।



भूकम्पीय लहरों का अंकन

जब भूकम्प आता है तो भूकम्पमिति केन्द्र पर (Epicentre) इन लहरों का अंकन किया जाता है। सबसे पहले लघु अथवा कमजोर कम्पन (tremor or vibration) होती है। इसे प्राथमिक कम्पन (First preliminary tremor) कहते हैं। कुछ अवकाश के बाद दूसरी अपेक्षाकृत कुछ अधिक प्रभावशाली कम्पन होती है। इसे द्वितीय कम्पन (Second Preliminary tremor) कहते हैं इसके बाद अधिक अवधि वाली मुख्य कम्पन (Main Shock) होती है। इस प्रकार ये तीनों कम्पन क्रमशः P, S, और L लहरों द्वारा प्रदर्शित होती है। इसे ऊपर के चित्र से समझा जा सकता है।



भूकम्पीय लहरों का प्रक्षेपण

भूकम्पीय लहरों की गति तथा भ्रमण पथ के आधार पर पृथ्वी के आन्तरिक भाग के विषय में जानकारी मिलती है। भूकम्पीय लहरें भूकम्प केन्द्र से होकर गुजरती है तथा एक ही स्वभाव वाले ठोस भाग में ये लहरें एक सीधी रेखा में सीधे मार्ग से चलती है। यदि पृथ्वी एक ही घनत्व वाली चट्टानों से निर्मित होती तो भूकम्पीय लहरें समान गति से पृथ्वी के केन्द्र तक एक सीधी रेखा में

पहुंच जाती निम्न व भूकम्पीय केन्द्र पर इनलहरों से अंगत से ज्ञात होता है कि ये लहरें एक सीधी दिशा में नहीं चलकर वक्राकार मार्ग का अवलम्बन करती है। इस तरह यह स्पष्ट होता है कि पृथ्वी के केन्द्रीय भाग में भिन्नता है, के वलनत्व में भिन्नता है। इन वलनत्व की भिन्नता के कारण लहरें परावर्तित होकर वक्राकार हो जाती है। इसी कारण इन लहरों का मार्ग भी वक्राकार हो जाती है। केन्द्र में ये लहरें (P तथा S) वक्राकार होकर सतह की ओर (अवतल) हो जाती है।

S लहरों का स्वभाव होता है कि ये तरल पदार्थ से होकर नहीं गुजरती है। 1906 ई० में ओल्डहम नामक वैज्ञानिक ने यह प्रमाणित किया है कि भूकम्प केन्द्र से 120° की दूरी पर S लहरें लुप्त हो जाती है तथा P लहरें अत्यधिक दुर्बल हो जाती है। पृथ्वी के कोर में S लहरों का पूर्णतया अभाव है इस आधार पर यह सिद्ध होता है कि पृथ्वी के कोर में तरल अवस्था में है जो कि 2900 किमी० से अधिक गहराई में केन्द्र के चारों ओर फैला हुआ है। इस आधार पर कि विद्वानों का अनुमान है कि पृथ्वी के कोर का लोहा तथा निकेल तरल अवस्था में होगा वैज्ञानिकों ने कुछ और लहरों का P और S श्रेणियों का अन्वेषण किया है। यह प्रमाणित तथ्य है कि जब चट्टानों के वलनत्व में अन्तर आता है तो भूकम्पीय लहरों की गति में भी अन्तर आता है। गति के आधार पर भूकम्पीय लहरों का तीन युग्म (Three sets of Waves) बताया जाता है—

① प्रथम – P तथा S लहरों का – इनकी गति सब से अधिक होती है।
② द्वितीय – Pg तथा Sg लहरों का – इनकी गति सबसे कम होती है।
③ तृतीय – P* तथा S* का – इनकी गति प्रथम दो के मध्य की होती है।

इस प्रकार भूकम्पीय लहरों की गति के आधार पर प्रमाणित होता है कि उनकी गति में तीन स्थानों पर अन्तर आता है। अतः पृथ्वी के अन्दर भी तीन स्थानों पर वलनत्व में अन्तर आना चाहिए। इस आधार पर यह प्रमाणित किया जाता है कि पृथ्वी के अन्दर ऊपरी परुत्कार चट्टान की पतली परत के नीचे विभिन्न परतें पायी जाती है, जिसका वलनत्व में अन्तर पाया जाता है।

① ऊपरी परत :- जेफरीज नामक वैज्ञानिक 1906 में गोष्ठिका की तरंग वाली के मूलभ्य के आधार पर P तथा S के अलावा एक दूसरे लहर युग्म का पता लगाया। जिसकी गति दूसरे से कम थी। Pg लहर 5.4 किमी० तथा Sg लहर 3.3 किमी० प्रति सेकेण्ड की गति से पृथ्वी के ऊपरी धरातल में चला करती है। ये लहर जिन शैलों से होकर गुजरती है, उनका वलनत्व 2.7 होता है। इस आधार पर यह स्पष्ट है कि पृथ्वी का ऊपरी परत ग्रेनाइट नामक चट्टान से बना है। इन दो

लहरों से पूर्व P तथा S लहरों का अंकन किया जाता है जो क्रमशः वेग से ऊपरी भाग में प्रवाहित होती है। इससे यह स्पष्ट है कि पृथ्वी का सबसे ऊपरी भाग परतदार शैल का बना है।

(2) मध्यवर्ती परत :- सन 1909 में कोनाड नामक विद्वान ने भूकंप (Earthquake) के भूकम्प के वेग के आधार पर भूकम्पीय लहरों का तृतीय युग्म (Set) का पता लगाया। इनकी गति Pg-Sg तथा P-S के बीच की होती है। इसका नाम P* तथा S* किया गया है। इन में P* लहरें 6-7 किमी० तथा S* लहरें 3-4 किमी० प्रति सेकेण्ड की गति से पृथ्वी के मध्यवर्ती भाग में प्रवाहित होती है। पृथ्वी के मध्यवर्ती गति के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि मध्यवर्ती परत का घनत्व 3-4 है। इस परत के चट्टानों के विषय में मतभेद है। डाली तथा जेफ्रीज ने मध्यवर्ती परत को बेसाल्ट बेसाल्ट की होलोक्रिस्टलाइन वुगनर तथा होम्स ने इसे एम्फीबोलाइट बताते हैं। इस परत की मोटाई 20-30 किमी० बतायी जाती है।

(3) निचली परत :- P तथा S लहरें धरातल के सबसे अधिक गहराई में प्रवेश करती है। P लहर 7.8 किमी० तथा S लहर 4.5 किमी० प्रति सेकेण्ड की गति से पृथ्वी के आन्तरिक भाग में प्रवाहित होती है। इस आधार पर पृथ्वी में एक नीचली परत का आभास होता है। सम्भवतः यह अधिक घनत्व की चट्टानों की बनी है। इसका विभाजन ड्युनाइट अथवा पेरिडोटाइट से हुआ है। धरातल से इसकी गहराई 2900 किमी० बतायी जाती है।

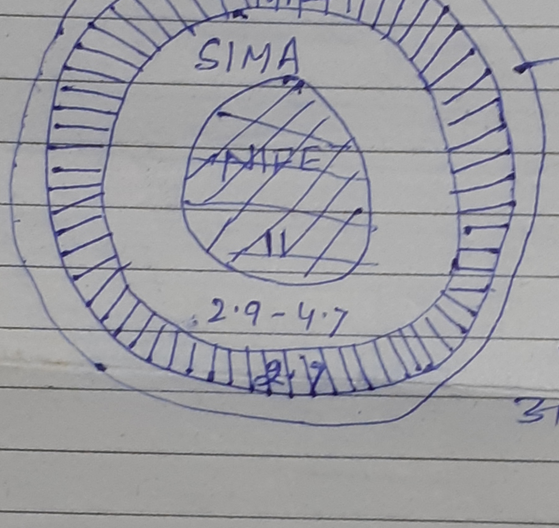
पृथ्वी की रासायनिक संरचना :- प्रसिद्ध भूगर्भशास्त्री स्वेज ने पृथ्वी की सम्भावित रासायनिक संरचना पर प्रकाश डाला है। भूपटल का ऊपरी भाग अवसाद (Sediments) से निर्मित परतदार शैलों का बना है जिसकी गहराई तथा घनत्व बहुत कम है। यह परत परतदार शैल विशेषकर सिलिकेट पदार्थों की बनी है, जिसमें फेलस्पार तथा अभ्रक इत्यादि खनिजों की प्रधानता होती है। इस परत को स्वेस ने तीन परतों में विभाजित किया है।

(1) सियाल (Sial) :- परतदार शैलों के नीचे सियाल की एक परत पायी जाती है, जिसकी रचना ग्रेनाइट चट्टान से हुई है। इस परत की रचना सिलिकेट सिलिका (Silica-Si) तथा एलुमिनियम (Aluminium - Al) से हुई है। इस कारण इस परत को सियाल कहा जाता है। इस परत की का घनत्व औसत 2.9 तथा मोटाई औसत गहराई 50 से 300 किमी० है।

(2) सीमा (Sima) :- इस परत की रचना बेसाल्ट आग्नेय शैलों से हुई है। इसी परत से ज्वालामुखी उद्गार के समय गर्म तरल

लावा बाहर आता है। रासायनिक दृष्टिकोण से इसमें सिलिका (Silica) तथा मग्नेशियम (Magnesium) की प्रधानता होती है। इस का औसत घनत्व 2.9 से 4.7 है तथा इस की गहराई 1000 से 3000 किमी० तक है।

③ निफे (NiFe):- सीमा परत के नीचे पृथ्वी की तीसरी तथा अन्तिम परत है। इस परत की रचना निकल (Nickel) तथा फेरियम (Ferrium) से मिलकर हुई है। यह परत लौह धातु से मिलकर बनी है जिसका घनत्व 11 है। इस परत का व्यास 6680 किमी० के लगभग है।



crust

स्वेस के अनुसार पृथ्वी की आन्तरिक संरचना।