

२. पृथ्वी की आंतरिक संरचना



थोड़ा याद करो

पिछली कक्षाओं में तुमने चट्टानों के प्रकार, ज्वालामुखी एवं भूकंप के बारे जाना है। उसी आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर दो।

- भूकंप का अर्थ क्या होता है?
- आग्नेय चट्टानें कैसे बनती हैं?
- ज्वालामुखी का क्या अर्थ होता है?
- ज्वालामुखी विस्फोट में कौन-कौनसे पदार्थ बाहर निकलते हैं?
- ये पदार्थ किस अवस्था में होते हैं?
- ये पदार्थ ठंडे होते हैं या गरम ? और क्यों?



करके देखो।

आधा लीटर दूध उबालने के लिए रखो। एक उबाल आने के बाद गैस बंद कर दो। दूध के पतीले पर ढक्कन रखो। इस प्रयोग का अगला भाग बड़ा ही महत्वपूर्ण है। इसमें निरीक्षण कौशल का उपयोग कर निष्कर्षों तक पहुँचना है।

दस मिनट के बाद पतीले पर रखा हुआ ढक्कन थोड़ा दूर हटाओ और थोड़ा टेढ़ा पकड़ो। फिर क्या होता है देखो। दूध पर क्या दिखाई दे रहा है? दूध पर जमा पदार्थ किस अवस्था में है? इस पदार्थ को हटाओ। इस पदार्थ के तापमान एवं दूध के तापमान के अंतर को समझो और नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दो :

- जब दूध उबल रहा था तब वह किस अवस्था में था?
- जब दूध में उबाल आया तब उसमें से क्या बाहर आ रहा था?
- पतीले के ढक्कन पर क्या जमा हो गया था?
- बताओ कि दूध पर जमा पदार्थ द्रव था या ठोस ?
- वह दूध से ठंडा था या गरम ?
- ऐसा प्रयोग और किन-किन पदार्थों को लेकर किया जा सकता है ?

भौगोलिक स्पष्टीकरण

उबालने के पहले दूध पूर्णतः द्रव अवस्था में था। दूध में उबाल आते ही उसमें से भाप निकलने लगती है। कुछ देर बाद दूध पर मलाई की मोटी परत जमी हुई दिखाई देती है। इस मलाई का तापमान दूध के तापमान से कम होता है। इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि पतीले में मलाई की परत पहले ठंडी हुई और तुलना में दूध गरम एवं द्रव अवस्था में ही रहा। पृथ्वी के ठंडे होने में कुछ ऐसी ही प्रक्रिया हुई होगी।

वैज्ञानिक इस बात पर एकमत हैं कि पृथ्वी की उत्पत्ति सौरमंडल के साथ ही हुई है। शुरू में, पृथ्वी गरम एवं वायुरूप गोले के रूप में थी। अपने अक्ष पर घूमते-घूमते वह ठंडी हो गई। ठंडी होने की यह प्रक्रिया सतह से केंद्र की दिशा में होने के कारण पृथ्वी का बाह्यभाग (भूपटल) ठंडा एवं ठोस हो गया। किंतु आंतरिक भाग में ताप अधिक है और सतह से गर्भ की ओर वह बढ़ता जाता है। साथ ही, एक विशिष्ट गहराई के पश्चात पृथ्वी का आंतरिक भाग अर्धद्रव अवस्था में है।

मनुष्य के मन में यह जिज्ञासा है कि पृथ्वी की आंतरिक संरचना वास्तव में कैसी है यह देखना प्रत्यक्ष निरीक्षण के द्वारा अभी तक संभव नहीं हुआ है। इसके लिए ज्वालामुखी से बाहर निकलने वाले पदार्थों एवं भूकंपीय तरंगों का मुख्य रूप से अध्ययन किया।

ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान बाहर पड़ने वाले पदार्थों में अति गरम लावा, गैस, भाप होती है। लावा ठंडा होने पर आग्नेय चट्टानों का निर्माण होता है। साथ ही तापमान, घनत्व, गुरुत्वाकर्षण बल के अध्ययन से पृथ्वी की आंतरिक संरचना समझने का प्रयास हुआ। उदाहरणार्थ गहरी खान में जाने पर तापमान अधिक होता है। वैसे ही ज्वालामुखी के विस्फोट से बाहर आया लावा भी तप्त होता है। इससे यह अनुमान लगाया गया है कि पृथ्वी का आंतरिक भाग तप्त एवं प्रवाही तरल अवस्था में होगा। ऐसे अनुमान भूगर्भवैज्ञानिकों ने लगाए। पृथ्वी के अलग-अलग भागों में हर साल भूकंप आते हैं। इससे भूकंपीय तरंगों की उत्पत्ति होती है। ये

पृथ्वी के आंतरिक भागों से गुजरती हैं। उनकी दिशा एवं गति का अध्ययन कर आंतरिक भाग की संरचना का अनुमान लगाया जाता है। भूपटल के अध्ययन हेतु मानव ने वेधन छिद्र भी किए हैं।



थोड़ा विचार करो।

क्या पृथ्वी पर एक जगह पर गहरी खुदाई करने पर विपरीत दिशा से बाहर निकला जा सकता है? इस विषय पर तुम्हारी कल्पनाएँ कापी में लिखो और उस पर चर्चा करो।

(टिप्पणी : अध्यापक विद्यार्थियों की कल्पनाओं को सुनें और उन्हें 'पृथ्वी की आंतरिक संरचना' विषय के अध्ययन की ओर उन्मुख करें।)



क्या आप जानते हैं ?

हमारी इस पृथ्वी की उत्पत्ति करीब ४६० करोड़ वर्षों पूर्व हुई थी। प्रारंभिक अवस्था में पृथ्वी वायुरूप थी। ताप के उत्सर्जन की प्रक्रिया के कारण वह धीरे-धीरे ठंडी होने लगी। पृथ्वी पहले द्रव अवस्था में परिवर्तित हुई और फिर समय के साथ उसका बाह्य भाग सबसे पहले ठंडा हुआ और ठोस बन गया। पृथ्वी के इसी बाह्य भाग को भूपटल कहते हैं। अभी भी सौर मंडल के बाह्य ग्रह वायुरूप अवस्था में हैं।

पृथ्वी की आंतरिक संरचना :



करके देखो।

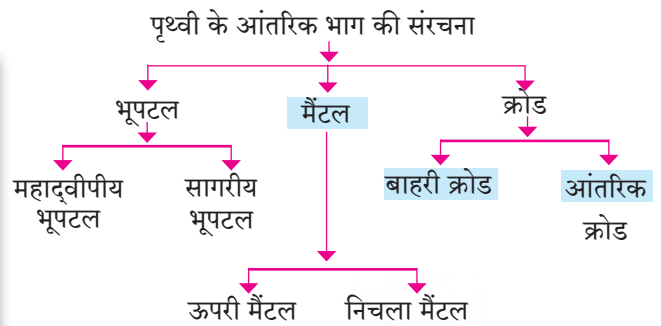
(नीचे दी गई गतिविधि को विद्यार्थियों के दो समूहों में करो। संदर्भ हेतु पृष्ठ ११ पर दिए गए छायाचित्रों का उपयोग करो।)

- ✓ लाल, पीले एवं नीले रंगों की मिट्टी के गोले लो। (जो बाजार में मिलते हैं।)
- ✓ लाल रंग का गोला थोड़ा बड़ा होना चाहिए।
- ✓ पीले रंग के गोले पर बेलन फेरो। जैसे पूरन की रोटी बनाते समय पूरन रोटी में भरा जाता है, वैसे लाल गोले को पीली रोटी में भरो। उसे गेंद का आकार दो।

- ✓ अब नीले रंग का गोला बेलो। इसमें पीले रंग का गोला भर कर उसे भी गोलाकार आकार दो।
- ✓ भूगोलक की तरह इस गोले पर पीले रंग से महाद्वीप दिखाओ। अब आपका मिट्टी से बना भूगोलक तैयार हो चुका है।
- ✓ पृथ्वी की आंतरिक संरचना देखने के लिए मिट्टी के इस गोले को ठीक बीच से काटो। अंदर तुम्हें पृथ्वी के आंतरिक भाग की तरह विभिन्न परतें दिखेंगी। इन परतों को शीर्षक देने का प्रयास करो।

भौगोलिक स्पष्टीकरण

पृथ्वी की सतह से पृथ्वी के गर्भ की ओर जाते समय होनेवाले परिवर्तनों में मुख्यतः तापमान एवं घनत्व का समावेश है। इन दो कारकों में होनेवाले परिवर्तनों



आकृति २.१ : पृथ्वी की आंतरिक संरचना दर्शानेवाली आकृति

के अनुसार पृथ्वी के आंतरिक भाग का वर्गीकरण निम्नानुसार किया जा सकता है :

भूपटल :

पृथ्वी की सबसे ऊपरी परत ठोस है जिसे भूपटल नाम से जाना जाता है। इसकी मोटाई सर्वत्र एक जैसी

पृथ्वी की आंतरिक संरचना जानने के लिए की जानेवाली गतिविधि के चरण

१



२



३



४



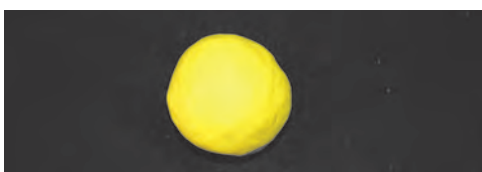
५



६



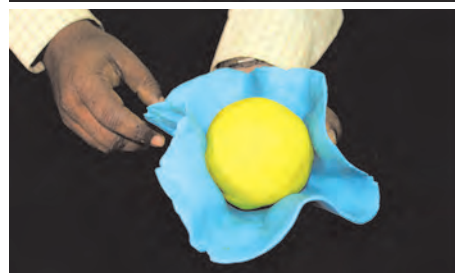
७



८



९



१०



११



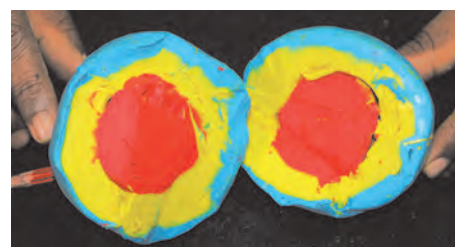
१२

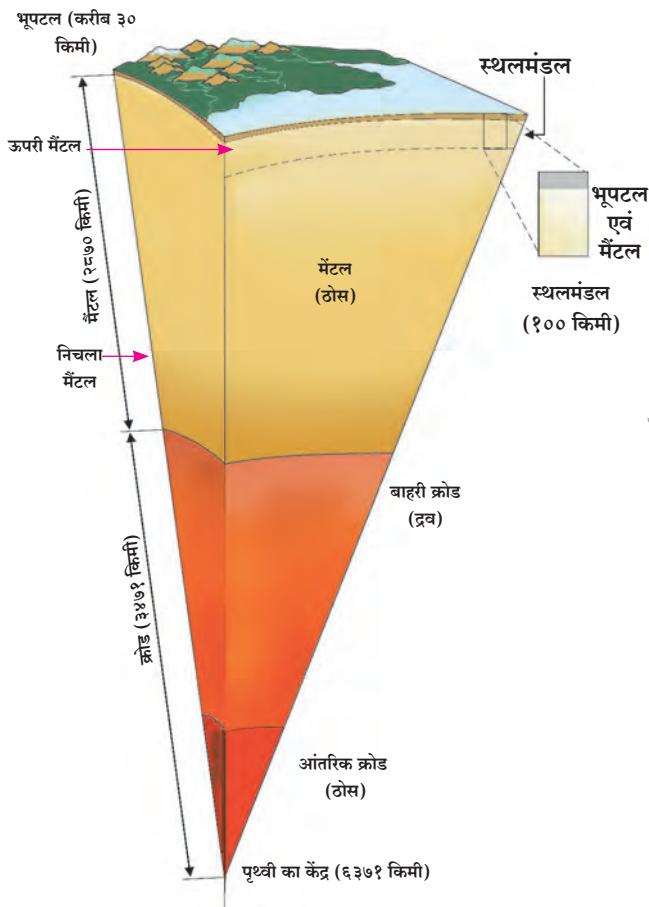


१३



१४





आकृति २.२ : पृथ्वी की आंतरिक संरचना दिखाने वाली आकृति

नहीं है। औसत रूप से इसकी मोटाई ३० से ३५ किमी मानी गई है। महाद्वीपों के नीचे इसकी मोटाई १६ से ४५ किमी के बीच है। पर्वतश्रेणियों के नीचे इसकी मोटाई ४० किमी से अधिक होती है तो सागर के नीचे मोटाई १० किमी से भी कम होती है। आकृति २.१ एवं २.२ देखो।

पृथ्वी की सतह से जैसे-जैसे अंदर जाते हैं, वैसे-वैसे तापमान में वृद्धि होती जाती है। आगे मैटल में तापमान बढ़ने की दर घटने लगती है और क्रोड में वह पुनः बढ़ने लगती है। पृथ्वी के केंद्र में तापमान करीब ५५०० से ६०००° से. होता है।

मैटल और क्रोड की तुलना में भूपटल बहुत ही कम मोटाई की परत है। इसके भी दो उपविभाग किए जाते हैं।

महाद्वीपीय भूपटल : महाद्वीप मुख्यतः सिलिका (सिलिका यह संयुग सिलिकॉन तत्वसे तयार होता है।) एवं एल्युमिनियम से बने हैं। इनकी प्रचुरता के कारण इस परत को पहले सियाल कहा जाता था। महाद्वीपीय भूपटल का घनत्व २.६५ से २.९० ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है।

महाद्वीपीय भूपटल की मोटाई औसतन ३० किमी है। इस परत में मुख्यतः ग्रेनाइट चट्टानें मिलती हैं।

महासागरीय भूपटल : यह भूपटल की दूसरी परत है। यह परत सिलिका एवं मैग्नीशियम से बनी है इसीलिए इसे पहले सिमा के नाम से जाना जाता था। इस परत की मोटाई ७ से १० किमी है। इस परत का घनत्व २.९ से ३.३ ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है। इस परत में मुख्यतः बेसाल्ट एवं श्यामाश्म (ग्रेब्रो) चट्टानें पाई जाती हैं।



यह हमेशा याद रखो

पृथ्वी के आंतरिक भागों के विविध परतों में पाये जाने वाले तत्व

कम	सिलिकॉन (Si)
घनता	एल्युमिनियम (Al)
अधिक	सिलिकॉन (Si)
	मैग्नीशियम (Mg)
	निकल (Ni)
	फेरस (Fe)



क्या आप जानते हैं ?

महासागरीय एवं महाद्वीपीय भूपटल के बीच असांतत्य की खोज कॉनरेड नामक वैज्ञानिक ने की थी। इसीलिए इस असांतत्य को कॉनरेड असांतत्य कहते हैं।

भूपटल एवं मैटल के बीच असांतत्य है। इसकी खोज मोहोरोविकिक नामक वैज्ञानिक ने की थी इसीलिए इसे मोहो असांतत्य कहा जाता है।

मैटल एवं क्रोड के बीच भी असांतत्य है। गुटनबर्ग नामक वैज्ञानिक ने इसकी खोज की थी। इसे गुटनबर्ग असांतत्य कहा जाता है।

मैटल (प्रावार) :

भूपटल के नीचे मैटल परत पाई जाती है। मैटल के ऊपरी एवं निचला मैटल दो उपविभाग किए जा सकते हैं।

ऊपरी मैटल अधिक प्रवाही है। इसी भाग में लावा के कक्ष पाए जाते हैं। ज्वालामुखी के विस्फोट के दौरान यहीं से लावा पृथ्वी की सतह पर आता है।

मैंटल के इस भाग को दुर्बलता मंडल भी कहते हैं। भूकंप के केंद्र प्रायः इसी भाग में पाए जाते हैं। पृथ्वी की सतह से करीब ४२ किमी की गहराई के पश्चात मैंटल परत की शुरुआत होती है।

मैंटल में पाई जाने वाली आंतरिक ऊर्जा के कारण होनेवाली हलचलों से पृथ्वी सतह पर पर्वत-निर्माण, घाटी निर्माण, ज्वालामुखी, भूकंप जैसी प्रक्रियाएँ होती रहती है।

अनुमान लगाया गया है कि इस भाग में २४०० से २९०० किमी की गहराई का तापमान २२००° से. से २५००° से. तक होगा। यहाँ अचानक चट्टानों की संरचना एवं घनत्व के स्वरूप में परिवर्तन होता है। वैज्ञानिक अनुमान है कि इस की मोटाई २८७० किमी होगी। इसका औसत घनत्व ४.५ ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है जो कि गहराई के हिसाब से बढ़ता जाता है। इसका कारण बढ़ता जानेवाला दबाव है। निचले मैंटल की घनता ५.७ ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है।

क्रोड (गर्भ) :

पृथ्वी की सतह से करीब २९०० किमी की गहराई से 'क्रोड' का भाग आरंभ होता है। मैंटल के नीचे से लेकर पृथ्वी के केंद्र तक का भाग क्रोड कहलाता है। इसकी मोटाई करीब ३४७० किमी है। इस परत का विभाजन बाहरी क्रोड और आंतरिक क्रोड में किया जा सकता है।

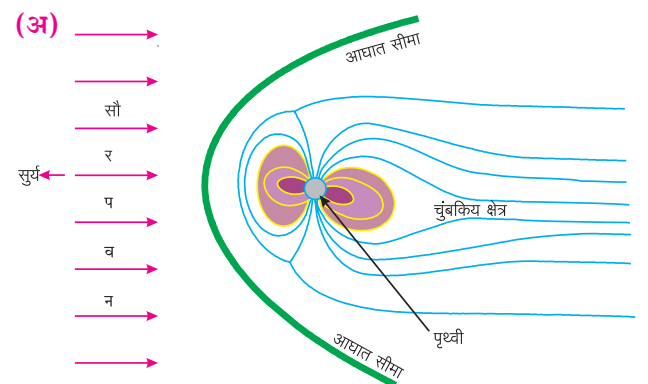
बाहरी क्रोड : बाहरी क्रोड पृथ्वी की सतह से करीब २९०० किमी से लेकर करीब ५१०० किमी की गहराई तक पाया जाता है। भूकंप की गौण (अनुप्रस्थ) तरंगें क्रोड क्षेत्र से नहीं गुजर पातीं। उनका इस भाग में अवशोषण हो जाता है। इससे वैज्ञानिकों ने यह अनुमान लगाया कि क्रोड परत का यह भाग द्रव या अर्ध-द्रव अवस्था में होगा। प्राथमिक भूकंपीय तरंगें इस क्षेत्र से गुजर तो सकती हैं किंतु उनकी गति धीमी हो जाती है। बाहरी क्रोड का घनत्व ९.८ ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है। द्रवरूप बाहरी क्रोड का तापमान करीब ५०००° से. है।

हमने यह पढ़ा है कि बाहरी क्रोड तरल पदार्थों से बना है और इसमें लौह की मात्रा अधिक है। इस द्रव स्वरूप के बाहरी क्रोड में ऊर्ध्वगामी प्रवाहों की उत्पत्ति होती है। इस भाग की यह एक और विशेषता है।

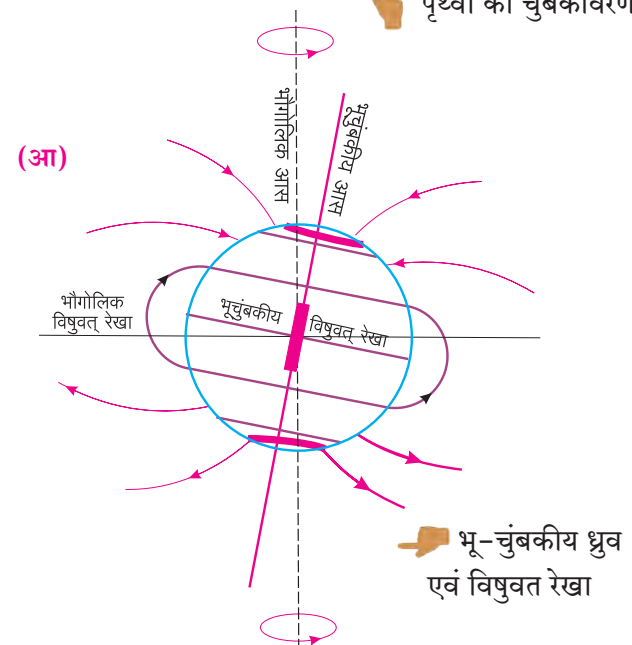
बाहरी एवं आंतरिक क्रोड के तापमान में अंतर होने के कारण इन ऊर्ध्वगामी प्रवाहों की उत्पत्ति होती

है। पृथ्वी के परिभ्रमण के कारण इन्हें भँवर जैसी गति प्राप्त होती है। इन तरल लौह में निर्माण होने वाले इन घुमावदार भँवरों के कारण विद्युत प्रवाह की उत्पत्ति होती है और चुंबकीय क्षेत्र तैयार होता है। इसे ही **भू-जनित्र** (डायनमो) कहते हैं। पृथ्वी का यह चुंबकीय क्षेत्र पृथ्वी की सतह के बाहर काफी दूरी तक भी कार्यरत रहता है। इसीलिए इस चुंबकीय क्षेत्र के कारण पृथ्वी के आजूबाजू एक आवरण बन जाता है। पृथ्वी के वातावरण की **सौर पवनों** से रक्षा होती है। पृथ्वी पर निर्मित इस चुंबकीय क्षेत्र को चुंबकावरण कहा जाता है। यह पृथ्वी का पाँचवाँ और महत्वपूर्ण आवरण है। आकृति २.३ देखो।

आंतरिक क्रोड : यह परत पृथ्वी की सतह से करीब ५१५० किमी से लेकर ६३७९ किमी की गहराई (पृथ्वी के केंद्र) तक पाई जाती है। यह भाग पृथ्वी का केंद्रीय भाग है और वह ठोस अवस्था में है। इसका



पृथ्वी का चुंबकावरण



आकृति २.३ (अ) एवं (आ) : पृथ्वी एक चुंबक

घनत्व करीब १३.३ ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर है। इस परत में मुख्यतः लौह एवं कुछ मात्रा में निकल धातु पाए जाते हैं। इसीलिए इसे निफे कहते थे। इस भाग में ये पदार्थ अत्यंत उच्चदाब में होते हैं और इसीलिए आंतरिक क्रोड ठोस अवस्था में है। यहाँ का तापमान सामान्यतः सूर्य के पृष्ठीय तापमान जितना होता है।



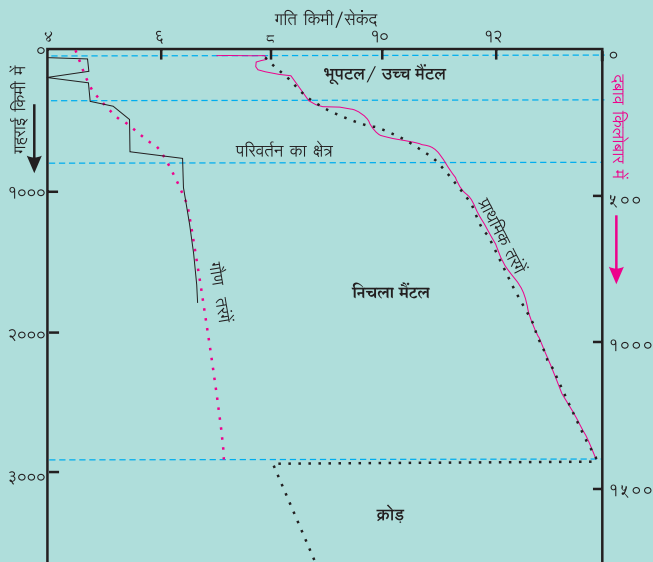
थोड़ा दिमाग लगाओ।

पृथ्वी के भीतर जाने पर क्या तुम्हारे वजन में अंतर पड़ेगा ? इस का अनुमान लगाओ। पता करने का प्रयत्न करो कि ऐसा क्यों होता होगा ?

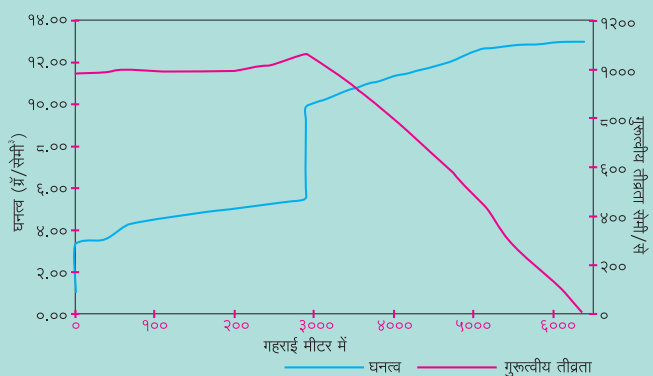


यह हमेशा याद रखो

दी गई भूकंप तरंगों के गति वक्रों का निरीक्षण करो।



(अ)



(आ)

आकृति २.६

‘अ’ आकृति में दाईं ओर का वक्र गौण (S) तरंगों की गति को दर्शाता है, वहीं बाईं ओर का वक्र प्राथमिक (P) तरंगों की गति को दर्शाता है। गौण तरंगों के वक्र में अनेक स्थानों पर परिवर्तन दिखाई देता है। आकृति में बिंदुओं की सहायता से बनाया गया वक्र इस गति का औसतन प्रवाह दिखाता है। गौण तरंगों का वक्र २९०० किमी की गहराई के पास अचानक समाप्त होता प्रतीत होता है। प्राथमिक तरंगों की गति गहराई के अनुसार २९०० किमी तक निरंतर बढ़ती है। गौण तरंगों की गति बाह्य क्रोड की सीमा के पास ६ से ८ किमी प्रति सेकंद के बीच है। आरेख में वक्र इस स्थान पर रुका हुआ दिखाई देता है। पृथ्वी के गर्भ (क्रोड) क्षेत्र में ये तरंगें प्रवेश नहीं करती। प्राथमिक तरंगों की गति २९०० किमी की गहराई पर १२ किमी प्रति सेकंद होती है। बिंदुओं की सहायता से दिखाए गए वक्र से यह ध्यान में आता है कि बाह्य क्रोड में प्रवेश करते समय यह गति ८ किमी प्रति सेकंद तक कम हो जाती है। इन वक्रों के अध्ययन से अलग-अलग गहराईयों पर आंतरिक क्षेत्र के पदार्थों का घनत्व कितना होगा वैज्ञानिकों ने इसका अध्ययन किया है।

आंतरिक भाग का घनत्व आकृति ‘आ’ में दिखाया गया है। इस आकृति में अलग-अलग गहराईयों पर गुरुत्वाकर्षण बल वक्र के द्वारा दिखाया गया है। धरातल से कुछ गहराई तक गुरुत्वाकर्षण बल बढ़ता है और उसके बाद गहराई के अनुसार कम होता जाता है। वक्र से यह स्पष्ट है कि केंद्र के पास वह शून्यवत् हो जाता है।

इन आकृतियों का सूक्ष्म निरीक्षण करो एवं घनत्व दिखाने वाले वक्र पर विभिन्न असांतत्यों को ढूँढो एवं उनको दिखाने का प्रयास करो।



थोड़ा विचार करो।

पृथ्वी की आंतरिक संरचना कैसी होगी इस पर विचार कर १०-१२ वाक्य लिखो।



ढूँढो तो जानो !

अंतरराष्ट्रीय पृथ्वी दिवस से क्या तात्पर्य है ? वह क्यों मनाया जाता है ?



प्रश्न १. उपयुक्त विकल्प के सामने (✓) चिह्न लगाओ ।

- (अ) भूपटल के दो स्तर हैं ।
 (i) बाहरी एवं आंतरिक भूपटल ☐
 (ii) महाद्वीपीय एवं महासागरीय भूपटल ☐
 (iii) धरातल एवं महासागरीय भूपटल ☐
 (iv) मैटल एवं क्रोड ☐
- (आ) मैटल एवं भूपटल में निम्नांकित में से कौन-से घटक सम्मिलित हैं ?
 (i) सिलिका ☐
 (ii) मैग्नेशियम ☐
 (iii) एल्यूमिनियम ☐
 (iv) लौह ☐
- (इ) पृथ्वी के आंतरिक क्रोड में निम्नलिखित में से कौन-से अयस्क प्राप्त होते हैं ?
 (i) लौह- मैग्नेशियम ☐
 (ii) मैग्नेशियम- निकल ☐
 (iii) एल्यूमिनियम- लौह ☐
 (iv) लौह - निकल ☐
- (ई) आंतरिक क्रोड इनमें से कौन-सी अवस्था में है ?
 (i) गैसीय ☐
 (ii) ठोस ☐
 (iii) द्रव ☐
 (iv) अर्ध-ठोस ☐
- (उ) बाहरी क्रोड निम्न में से किससे बना है ?
 (i) लौह ☐
 (ii) सोना ☐
 (iii) हाइड्रोजन ☐
 (iv) ऑक्सीजन ☐
- (ऊ) हम पृथ्वी के जिस स्तर पर रहते हैं उसे क्या कहते हैं ?
 (i) मैटल ☐
 (ii) क्रोड ☐
 (iii) भूपटल ☐
 (iv) महाद्वीपीय भूपटल ☐
- (ए) कौन-सी भूकंप तरंगें द्रव माध्यम से गुजर सकती हैं ?
 (i) प्राथमिक तरंगें ☐
 (ii) द्वितीय तरंगें ☐
 (iii) पृष्ठीय तरंगें ☐
 (iv) सागरीय तरंगें ☐

प्रश्न २. कथन सही है या गलत ? गलत कथनों को सुधारो ।

- (अ) पृथ्वी के आंतरिक भागों में पदार्थों का घनत्व समान नहीं है ।
 (आ) पृथ्वी का आंतरिक क्रोड कठोर चट्टानों से बना है ।
 (इ) बाहरी क्रोड से द्वितीय तरंगें नहीं गुजर सकती ।
 (ई) महाद्वीपीय भूपटल सिलिका एवं मैग्नेशियम से बना है ।

प्रश्न ३. उत्तर लिखो ।

- (अ) भूपटल के कौन-से दो विभाग होते हैं? उनके वर्गीकरण का आधार क्या है ?
 (आ) मैटल को दुर्बलता मंडल क्यों कहा जाता है ?
 (इ) स्पष्ट करो कि पृथ्वी का चुंबकावरण परिभ्रमण का परिणाम है ।

प्रश्न ४. स्पष्ट आकृतियाँ बनाओ और शीर्षक दो ।

- (अ) पृथ्वी का आंतरिक भाग
 (आ) चुंबकीय ध्रुव एवं विषुवतरेखा

प्रश्न ५. भौगोलिक कारण लिखो ।

- (अ) पृथ्वी के आंतरिक भागों में विभिन्नता पाई जाती है ।
 (आ) खनिजों का घनत्व और आंतरिक भागों में उनके पाए जाने वाले स्थानों में सहसंबंध है ।
 (इ) भूकंप एवं ज्वालामुखियों का केंद्र मैटल है ।
 (ई) धरातल की अपेक्षा सागर के नीचे आंतरिक भाग की मोटाई कम पाई जाती है ।
 (उ) चुंबकावरण के कारण पृथ्वी का संरक्षण होता है ।

उपक्रम :

पृथ्वी के आंतरिक भाग का प्रतिरूप तैयार करो ।

