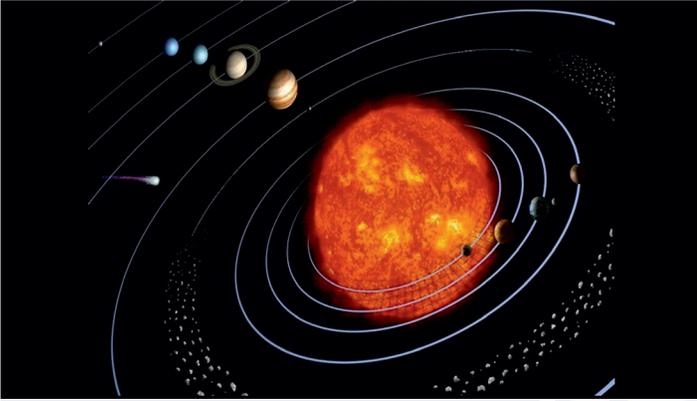


# ब्रह्मांड (The Universe)

## ब्रह्मांड (The Universe/Cosmos)



पृथ्वी के चारों ओर विस्तृत अनंत आकाश को ब्रह्मांड कहते हैं, जिसके अंतर्गत एक परमाणु से लेकर आकाशगंगा और उसके समूह मंदाकिनी तक आते हैं। अतः आकाशगंगा के अनंत समूह का सम्मिलित रूप ही ब्रह्मांड कहलाता है।

- ब्रह्मांड असंख्य टिमटिमाते या झीलमिलाते तारों का एक समूह है जिसमें अनेकों सौरमंडल सम्मिलित हैं।
- वैज्ञानिक आधार पर खगोलशास्त्र की नींव रखने वाले वैज्ञानिक केपलर ने तीन ऐसे नियमों का प्रतिपादन किया जिससे ग्रहों की गति और सूर्य से ग्रहों की दीर्घवृत्तीय कक्षा, सूर्य के सापेक्ष ग्रहों की गति और सूर्य से ग्रहों की दूरी की व्याख्या होती है।
- इटली के महान गणितज्ञ गैलीलियो गैलिली ने 1605 में अपनी दूरबीन की सहायता से अंतरिक्ष पिंडों का अध्ययन कर कोपरनिकस के सिद्धांतों की पुष्टि की।
- बाद में जेरिमिया हॉरोक्स (Jeremiah Horrocks) ने सूर्य के बीच शुक्रे के याम्योत्तर की गणना कर तथा सर आइजेक न्यूटन (1642-1727) ने गुरुत्वाकर्षण के नियम का प्रतिपादन कर खगोलशास्त्र की दिशा ही बदल दी।
- आज खगोल के अध्ययन एवं उसकी अधिकतम उपयोगिता के लिए जिन कृत्रिम उपग्रहों को प्रक्षेपित किया जाता है, उसकी संभावनाओं की खोज का श्रेय न्यूटन को ही जाता है।
- 1781 में ब्रिटिश खगोलशास्त्री विलियम हार्शेल ने यूरेनस की खोज कर सभी को आश्चर्यचकित कर दिया। उन्होंने 1805 में दूरबीन की सहायता से यह प्रमाणित कर दिया कि ब्रह्मांड केवल

हमारे सौरमंडल तक ही सीमित नहीं है वरन् हमारा सौरमंडल करोड़ों तारों के समूह आकाशगंगा का एक अत्यंत छोटा भाग है।

- 20वीं शताब्दी के प्रारंभिक वर्षों में खगोलशास्त्री हार्लो शेलपी (1886-1972) ने चमकीले तारों 'सैफ फीड वेरिबल्स' को मानकीकृत प्रकाश स्रोतों के रूप में उपयोग करते हुए, पहली बार आकाशगंगा (मिल्की-वे) का स्पष्ट चित्रकन किया तथा उसकी लम्बाई 300,000 प्रकाश वर्ष निर्धारित किया।
- उन्होंने प्रकाश वर्ष के इसी विस्तार को सम्पूर्ण ब्रह्मांड का ओर-छोर माना। शेलपी की इस धारणा को 1924 में महान् अमेरिकी खगोलशास्त्री एडविन पावेल हबबल (1889-1963) ने गलत प्रमाणित कर दिया। एंड्रोमेडा आकाशगंगा में स्थित सैफ फीड वेरिबल्स तारों को चिन्हित कर प्रमाणित किया कि यह तारा लगभग 10 प्रकाश वर्ष दूरी पर स्थित है। इससे यह स्पष्ट हो गया कि ब्रह्मांड अकल्पनीय रूप से विशाल है और उसमें आकाशगंगाओं का अस्तित्व नगण्य है।
- हबबल ने यह प्रतिपादित किया कि ब्रह्मांड में हमारी आकाशगंगा के समान लाखों की संख्या में अन्य 'मिल्की वे' (दुग्ध मेखलाएँ) हैं।
- ये आकाशगंगा एक-दूसरे से दूर होती जा रही हैं जैसे-जैसे उनकी दूरी बढ़ती है उनकी भागने की गति भी तीव्र होती जाती है। इसका अर्थ है कि ब्रह्मांड का प्रसार हो रहा है।
- दृश्य पथ में आने वाले ब्रह्मांड का व्यास 250 करोड़ प्रकाश वर्ष (वह दूरी जिसे प्रकाश शून्य में 299,792.5 किमी. प्रति सेकेंड की गति के आधार पर सूर्य और पृथ्वी के बीच औसत दूरी को तय करता है) है।

## ब्रह्मांड की उत्पत्ति का सिद्धांत

### (Theory of the Origin of the Universe)

#### ब्रह्मांड की उत्पत्ति से सम्बन्धित सिद्धांत

- बिग बैंग सिद्धांत (Big Bang Theory)- जॉर्ज लैमेन्टर द्वारा।
- साम्यावस्था सिद्धांत (Steady State Theory)- थॉमस गोल्ड एवं हर्मन बांडी द्वारा।
- दोलन सिद्धांत (Pulsating Universe Theory)- डॉ. एलन संडेज द्वारा।
- उपरोक्त तीनों सिद्धांत ब्रह्मांड की उत्पत्ति से संबंधित हैं, जिनमें बिग बैंग सिद्धांत सर्वाधिक मान्य है।

## बिग बैंग सिद्धांत (Big Bang Theory)

- ब्रह्मांड की उत्पत्ति के संबंध में यह सर्वाधिक मान्य सिद्धांत है। इसका प्रतिपादन बेलजियम के खगोलज्ञ एवं पादरी जॉर्ज लैमेन्टर ने 1960-70 ई. में किया था। उनके अनुसार, लगभग 15 अरब वर्ष पूर्व एक विशालकाय अग्निपिण्ड था जिसका निर्माण भारी पदार्थों से हुआ था। इसमें अचानक विस्फोट (ब्रह्मांडीय विस्फोट या बिग बैंग) से पदार्थों का बिखराव हुआ जिससे सामान्य पदार्थ निर्मित हुए।
- इसके अलगाव के कारण काले पदार्थ बने जिनके समूह न से अनेक ब्रह्मांडीय पिण्डों का सृजन हुआ। इसके चारों ओर सामान्य पदार्थों का जमाव हुआ जिससे इनके आकार में वृद्धि हुई। इस प्रकार आकाशगंगाओं का निर्माण हुआ।
- आकाशगंगा के निर्माण के विषय में वैज्ञानिकों के दो वैकल्पिक विचार हैं- काले पदार्थों का अस्तित्व गर्म या ठण्डे रूप (Hot and Cold form) में रहा होगा। गर्म काले पदार्थों की स्थिति में आकाशगंगा से दूर-दूर होगी, जबकि ठण्डे पदार्थों की स्थिति में वे झुण्ड में होगी। (वर्तमान समय में आकाशगंगा पास-पास समूह में स्थित है।)
- इसमें पुनः विस्फोट से निकले पदार्थों के समूह न से बने असंख्य पिण्ड तारे कहलाए। इसी प्रक्रिया से कालान्तर में ग्रह भी निर्मित हुए।
- इस प्रकार 'बिग बैंग' परिघटना में ब्रह्मांड की उत्पत्ति हुई और तभी से उसमें निरन्तर विस्तार जारी है।
- इसके साक्ष्य के रूप में आकाशगंगाओं के बीच बढ़ती दूरी का संदर्भ दिया जाता है। नासा ने 2001 ई. में मैप (MAP- Microwave Anisotropy Probe) नामक अनुसंधान में इसकी पुष्टि की।
- ब्रह्मांड के रहस्यों को जानने के लिए सितम्बर, 2008 में यूरोपियन सेंटर फॉर न्यूक्लियर रिसर्च (CERN) ने जेनेवा में पृथ्वी की सतह से 100 फीट नीचे एवं 27 किमी. लम्बे सुरंग में लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर (LHC) नामक ऐतिहासिक महाप्रयोग किया।
- इसमें 1000 से भी अधिक वैज्ञानिक शामिल थे। इसमें प्रोटॉन व न्यूट्रॉन को अत्यधिक तीव्र गति से टकराया गया तथा 'हिग्स बोसॉन' के निर्माण का प्रयास किया गया।
- 'गॉड पार्टिकल' के नाम से जाना जाने वाला 'हिग्स बोसॉन' में ही ब्रह्मांड के रहस्य छिपे हैं, क्योंकि यह सबसे बेसिक यूनिट माना जाता है। परंतु लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर के प्रशीतक में खराबी आने और सुरंग में हीलियम के रिसाव के कारण इस महाप्रयोग को स्थगित करना पड़ा। गॉड पार्टिकल कहे जाने वाले हिग्स बोसॉन की खोज के 10 साल बाद एक बार फिर से महामशीन लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर अप्रैल, 2022 से स्टार्ट होने जा रही है। यह प्रोटॉन को तोड़ने का काम करेगी जिससे अप्रत्याशित ऊर्जा निकलेगी। वैज्ञानिकों को उम्मीद है कि इस प्रयोग से ब्रह्मांड केसे काम करता है, इसके रहस्य की हमें और जानकारी मिल सकेगी।

## आकाशगंगा (Galaxy)

- अनगिनत तारों के समूह को आकाशगंगा (गैलेक्सी) कहते हैं।
- एक अनुमान के अनुसार हमारे ब्रह्माण्ड में अनेक गैलेक्सी हैं जिनकी संख्या लगभग 10,000 ( $10^{10}$ ) मिलियन है। एक गैलेक्सी में 1,00,000 ( $10^{11}$ ) मिलियन तारे होते हैं।
- हमारा सौरमंडल जिस आकाशगंगा में स्थित है, उसे **मंदाकिनी आकाशगंगा (Mandakini Galaxy)** कहते हैं।
- यह **सर्पिलाकार (Spiral)** है इसमें रात्रि के समय आकाश में तारों के समूहों की एक दूधिया पट्टी-सी दृष्टिगत होती है, जिसे **दुग्ध मेखला (Milky Way)** कहते हैं।
- **ऑरियन नेबुला (Orion Nebula)** हमारी आकाशगंगा के सबसे शीतल और चमकीले तारों का समूह है। यह पृथ्वी से लगभग 1600 प्रकाश वर्ष दूर है।
- **प्रॉक्सिमा सेन्चुरी (Proxima Centuary) सूर्य का सबसे निकटतम तारा** है यह सूर्य से 4.3 प्रकाश वर्ष दूर है।
- **सिरियस डॉग स्टार (Sirius Dog Star)** पृथ्वी से लगभग 9 प्रकाशवर्ष दूर है। इसका द्रव्यमान सूर्य का दो गुना है तथा उससे 20 गुना अधिक चमकीला है।
- **पोलेरिस या ध्रुव तारा** पृथ्वी से 1700 प्रकाश वर्ष दूर स्थित है। इसकी किरणें पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव पर  $90^\circ$  का कोण बनाती हैं। ध्रुव तारा उत्तरी गोलार्द्ध में 24 घण्टे किसी भी स्थान से आकाश में एक ही स्थान पर दिखायी देता है।
- **एम-13 ग्लोब क्लस्टर** उत्तरी गोलार्द्ध में दिखने वाला सर्वाधिक तारों का पुंज है जो पृथ्वी से 22,500 प्रकाशवर्ष दूर है।
- दुग्ध मेखला के नीचे दाहिने तरफ दो चमकीले बिन्दु हैं। दक्षिणी गोलार्द्ध में यह दुग्ध मेखला अथवा आकाशगंगा प्रायः अधिक विशिष्ट होती है, यद्यपि यह कुछ भागों में अन्तरातारकीय धूल के घने मेघों से ढकी रहती है। जो उपग्रह आकाशगंगायें कहलाती हैं। ये पृथ्वी से 1,80,000 प्रकाश वर्ष दूर हैं।
- **एंड्रोमेडा आकाशगंगा (Andromeda Galaxy)** हमारी आकाशगंगा के सर्वाधिक पास स्थित आकाशगंगा है जो हमसे 2.2 मिलियन प्रकाश वर्ष दूर है। इसमें लगभग 200 मिलियन तारे हैं।
- मन्दाकिनी गैलेक्सी की नाभि (Nucleus) का व्यास 16,000 प्रकाश वर्ष है।
- इसके केन्द्र से 3200 प्रकाश वर्ष की दूरी पर सौर मंडल का केन्द्र सूर्य स्थित है।
- सूर्य 250 किमी. प्रति सेकंड की गति से 25 करोड़ वर्ष में मन्दाकिनी के नाभि का एक परिक्रमा पूरा करता है। इसी अवधि को **एक ब्रह्मांड वर्ष (Cosmic Year)** कहते हैं।

## ब्रह्मांड की अब तक की विशालतम गैलेक्सी

- वैज्ञानिकों ने अब तक की सबसे विशाल गैलेक्सी 'फीनिक्स' की खोज कर ली है। यह गैलेक्सी प्रतिदिन इतने स्टार्स को जन्म देती है जितने कि हमारी आकाशगंगा एक साल में भी नहीं देती है। इसलिए इसे 'आकाशगंगाओं की मां' भी कहा जाता है।
- नासा के चंद्रा एक्सरे टेलीस्कोप से इस विशालतम और सबसे चमकीली गैलेक्सी को खोजा गया जो हर साल करीब 750 स्टार्स को जन्म देती है।
- चमकीली विशाल फीनिक्स गैलेक्सी हमारी मिल्की वे (दूधिया आकाशगंगा) से 5.7 अरब प्रकाश वर्ष दूर है।

## तारे का जन्म और मृत्यु

- प्रकाशवान (Luminous) तथा प्रकाश उत्पन्न करने वाले (Radiant) खगोलीय पिण्डों (Celestial Bodies) को 'तारा' (Star) कहते हैं।
- आकाशगंगा के घूर्णन से ब्रह्मांडीय गैसों का मेघ प्रभावित होता है। परस्पर गुरुत्वाकर्षण के कारण उनके केन्द्र में नाभिकीय संलयन शुरू होता है तथा हाइड्रोजन हीलियम में परिवर्तित होता रहता है। इस प्रक्रिया में बहुत मात्र में ताप एवं प्रकाश उत्पन्न होता है। फलस्वरूप तारे का निर्माण होता है। इन्हें आदि तारा (Proto Star) कहा जाता है, इसका तापमान लगभग 100 K (-173°C) होता है।
- दीर्घकाल तक नाभिकीय संलयन की क्रिया के बाद हाइड्रोजन समाप्त होने लगता है जिसके फलस्वरूप बहिर्गामी बल समाप्त हो जाता है तथा अधिक गुरुत्वाकर्षण के कारण केन्द्र संकूचित होकर गर्म हो जाता है जिसके फलस्वरूप तारा का बाहरी भाग फूलने एवं

लाल होने लगता है इस अवस्था में प्राप्त तारे को रक्तदानव (Red Giant) कहते हैं।

- तारे का केन्द्र अत्यधिक गर्म हो जाता है, जिससे हीलियम कार्बन में परिवर्तित हो जाता है। यह कार्बन भारी पदार्थ जैसे लोहा में परिवर्तित होता रहता है परिणामस्वरूप केन्द्र में नाभिकीय संलयन में ऊर्जा उत्पन्न होना समाप्त हो जाता है। इसी कारण तारे में तीव्र विस्फोट होता है जिसे सुपरनोवा (Super Nova) कहते हैं।

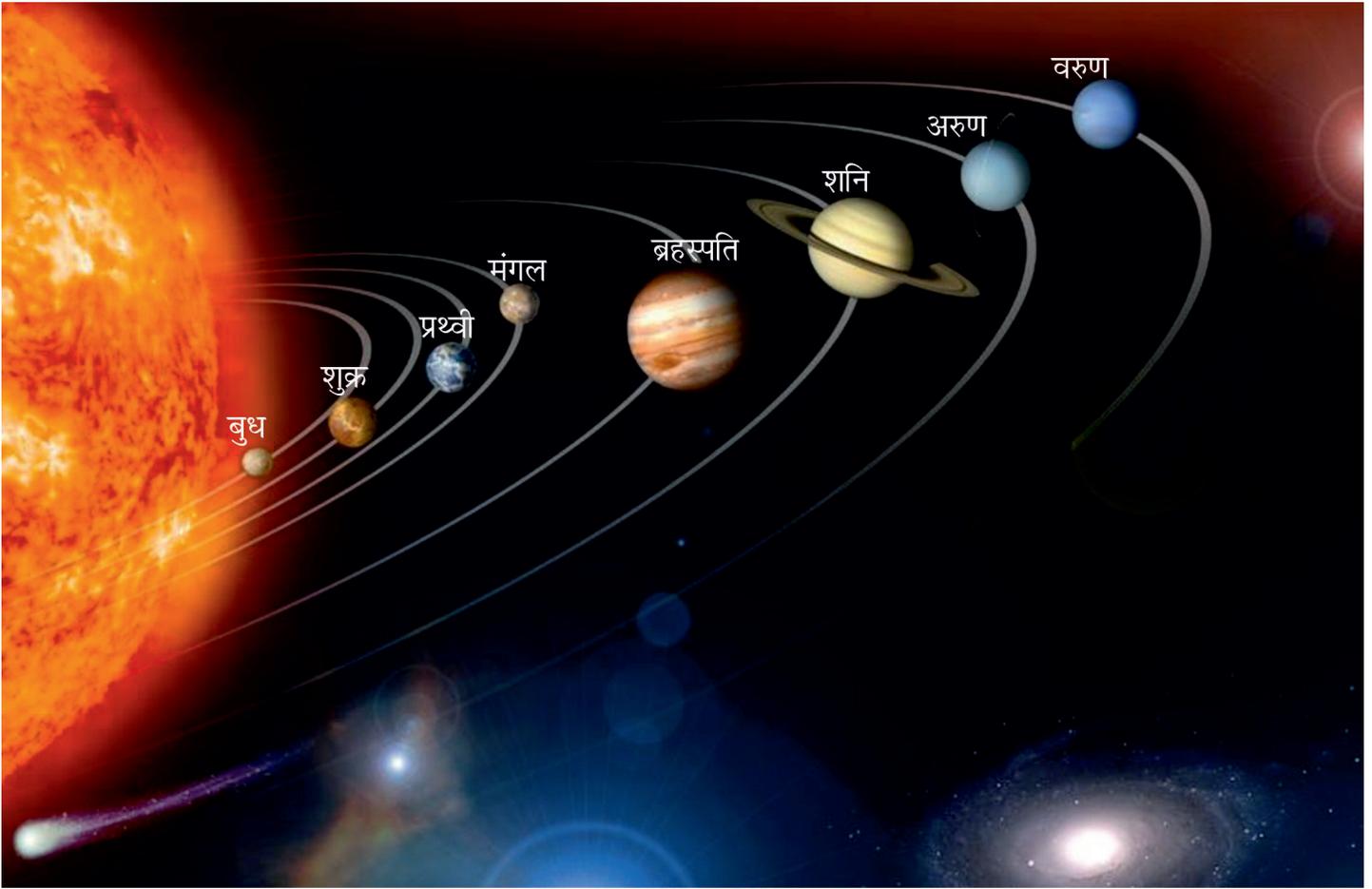
## अंतरिक्ष (Space)

- असंख्य सौरमंडल और अन्य पिण्डों से मिलकर ब्रह्मांड बनता है। तारों, ग्रहों और अन्य खगोलीय पिण्डों के बीच में जो खाली स्थान है उसे अंतरिक्ष कहते हैं।

## अंतरिक्ष की माप की इकाइयाँ

- प्रकाश वर्ष- निर्वात में  $3 \times 10^5$  किमी./सेकेंड की गति से प्रकाश द्वारा एक वर्ष में तय की गयी दूरी को एक प्रकाश वर्ष कहते हैं।
- 1 प्रकाश वर्ष =  $6 \times 10^{12}$  मील या  $9.45 \times 10^{13}$  किमी. होता है। प्रकाश प्रति सेकेंड 1,86,326 मील की गति से आगे बढ़ता है।
- पारसेक- दूरी की सबसे बड़ी इकाई।  
1 पारसेक = 3.6 प्रकाश वर्ष।
- अंतरिक्ष इकाई (A.U.)- सूर्य एवं पृथ्वी के बीच की औसत दूरी अंतरिक्ष इकाई कहलाती है।  
1 A.U. =  $1.49 \times 10^8$  किमी.
- कॉस्मिक वर्ष (Cosmic Year)- सूर्य के परिक्रमण की अवधि को कॉस्मिक वर्ष कहा जाता है।  
1 कॉस्मिक वर्ष = 250 मिलियन वर्ष।  
प्रोक्सिमा सेंचुरी की पृथ्वी से दूरी = 4-3 प्रकाश वर्ष।

## सौर मंडल (Solar System)



गुरुत्वाकर्षण के कारण चारों ओर भ्रमण करने वाले ग्रहों, उपग्रहों, धूमकेतु, उल्काएँ, क्षुद्रग्रहों आदि को संयुक्त रूप में सौर मंडल की संज्ञा दी जाती है।

- 1930 से सौर मंडल में प्लूटो (यम या कूबेर) सहित कूल नौ ग्रह थे। परन्तु 24 अगस्त, 2006 को प्राग (चेक गणराज्य) में सम्पन्न सम्मेलन में अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय शास्त्रीय संघ (इंटरनेशनल एस्ट्रोनॉमिकल यूनियन-आई.ए.यू.) द्वारा प्लूटो को ग्रह की श्रेणी से बाहर कर दिये जाने के बाद वर्तमान में सौर मंडल में कूल आठ ग्रह हैं।
- जो सूर्य से बढ़ते हुए दूरी क्रम में इस प्रकार हैं- बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, अरुण तथा वरुण।
- ग्रह उन पिण्डों को कहा जाता है जो सूर्य के चारों ओर घूमते हैं। ये सभी ग्रह सूर्य से प्रकाश तथा ताप प्राप्त करते हैं।
- आई.ए.यू. (I.A.U.) द्वारा ग्रहों को परिभाषित करने के उद्देश्य से 2003 में एक समिति का गठन किया गया था। इस समिति के अनुसार ग्रहों की नई परिभाषा इस प्रकार है-

- ✓ अब वही पिंड ग्रह कहलाएंगे, जो सूर्य की परिक्रमा करते हों।
- ✓ अपने गुरुत्वाकर्षण के लिए उसका न्यूनतम द्रव्यमान इतना हो कि वह लगभग गोलाकार हो एवं उनकी कक्षा अपने पड़ोसी के मार्ग को विचलन नहीं करें।

- प्लूटो उपर्युक्त मानदंड को पूरा नहीं करता है, इसलिए उसे ग्रहों की श्रेणी में नहीं रखा गया है।
- प्लूटो कभी-कभी नेपच्यून की कक्षा को भी पार करता है जिसके कारण इसे ग्रहों की श्रेणी से हटाया गया है।
- ग्रहों के उपग्रह भी होते हैं जिस प्रकार पृथ्वी और अन्य ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं उसी प्रकार उपग्रह अपने ग्रहों की परिक्रमा करते हैं।
- सौर मंडल के आठ ग्रहों में बुध, शुक्र, पृथ्वी तथा मंगल को पार्थिवग्रह (Terrestrial Planets) अथवा अंतर्ग्रह (Interior Planets) तथा बृहस्पति, शनि, यूरेनस तथा नेपच्यून को वृहद ग्रह (Great Planets) कहा जाता है।

## सूर्य (Sun)

- हमारी सर्पाकार मंदाकिनी, जिसे ऐरावत पथ कहा जाता है, के 100 अरब तारों में सूर्य एक तारा है अर्थात् सौर मण्डल का केन्द्रीय तारा अथवा जनक सूर्य (Sun) है।
- इसके रासायनिक संगठनों में 71% हाइड्रोजन, 26.5% हीलियम, 1.5% कार्बन, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, निऑन तथा 0.5% लौह समूह एवं अन्य भारी तत्व पाए जाते हैं।
- सौर मंडल के कुल द्रव्यमान का लगभग 99.85% भाग सूर्य में संचित है। इसका व्यास 13,92,200 किमी. हैं।
- सूर्य की गुरुत्वाकर्षण शक्ति के कारण ग्रह एवं अन्य आकाशीय पिंड इसकी परिक्रमा करते हैं।
- सूर्य निरंतर दृश्य प्रकाश, अदृश्य, अवरक्त किरण, पराबैंगनी किरण, एक्स किरण, गामा किरण, रेडियो तरंगें एवं प्लाज्मा के रूप में ऊर्जा का उत्सर्जन करता है।
- आन्तरिक संरचना की दृष्टि से सूर्य को 6 भागों में विभक्त किया जाता है। इसके आंतरिक भाग को केन्द्र (Core), केन्द्र के चतुर्दिक मध्यवर्ती परत को विकिरण मेखला (Radiative Zone), बाह्य परत को संवहनीय मेखला (Convective Zone), सूर्य के धरातल को प्रकाशमंडल (Photosphere), इसके वायुमंडल को क्रोमोस्फीयर (Chromosphere) तथा क्रोमोस्फीयर के बाहर व्याप्त परत को कोरोना कहा जाता है।
- सूर्य के आंतरिक भाग में स्थित केन्द्र का व्यास 3,80,000 किमी- है। इसका तापमान लगभग 15 मिलियन डिग्री सेल्सियस है।
- एक्स एवं गामा लघु तरंगें फोटोन्स की धारा के रूप में सूर्य के केन्द्र से निकलती हैं।
- विकिरण मेखला सर्वाधिक सघन हैं। इसकी मोटाई 3,82,800 मीटर हैं।
- सूर्य की बाह्य परत जिसे संवहनीय मेखला (Convective Zone) कहते हैं, का निर्माण कोशिकाओं (Cell) से हुआ है। इन्हीं से होकर गैस ऊर्जा के माध्यम से बाहर निकलती है।
- सूर्य का प्रकाशित भाग जो पृथ्वी से दिखाई पड़ता है, प्रकाशमंडल (Photosphere) कहलाता है।
- क्रोमोस्फीयर की मोटाई 2000 से 3000 किमी. है। क्रोमोस्फीयर में गैसों का घनत्व फोटोस्फीयर से बाहर जाने पर घटता है किन्तु ताप बढ़ता है। क्रोमोस्फीयर में सौर कलंक के चतुर्दिक चुम्बकीय क्षेत्र में दिखाई देने वाले मेघ को प्लेग्स (Plages) या फ्लोकूली (Floculi) कहा जाता है। श्वेत प्रकाश (White light) वाले इस क्षेत्र को फेकूलर (Facular) कहा जाता है।
- कभी-कभी प्रकाशमंडल से परमाणुओं का तूफान (Storm) इतनी तेजी से निकलता है कि सूर्य की आकर्षण शक्ति को पार करके अंतरिक्ष (Space) में चला जाता है, इसे सौर ज्वाला (Solar

Flames) कहते हैं। इससे एक्स तथा गामा किरणें निकलती हैं। जब यह पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करता है तो हवा के कणों से टकरा कर रंगीन प्रकाश उत्पन्न करता है। इस प्रकाश को उत्तरी ध्रुव में अरोरा बोरयलिस (Aurora Borealis) तथा दक्षिणी ध्रुव में अरोरा ऑस्ट्रेलिस (Aurora Australis) कहा जाता है।

- सूर्य से उत्सर्जित होने वाले हाइड्रोजन को प्रोमिन्सेस (Prominences) कहा जाता है।
- सूर्य के कोरोना (Corona) से बाहर की ओर प्रवाहित होने वाली प्रोटॉन की धाराओं को सौर पवन (Solar Wind) कहा जाता है। इनका निर्माण प्लाज्मा अर्थात् आयनीकृत गैसों से होता है।
- सौरिक पवनें सीधी न चलकर सर्पिलाकार चलती हैं, जिसका कारण है सूर्य की परिभ्रमण गति।
- सूर्य के सतह में निरंतर परिवर्तन होता रहता है। सूर्य में स्थित चमकीले धब्बों को प्लेजस (Plages) एवं काले धब्बों को सौर धब्बा अथवा सौर कलंक (Sun Spot) कहा जाता है। ये सूर्य के अपेक्षाकृत ठंडे भाग हैं, जिनका तापमान 1500°C होता है।
- सौर कलंक प्रबल चुम्बकीय विकिरण उत्सर्जित करता है जो पृथ्वी के बेतार संचार व्यवस्था को बाधित करता है। इसके बनने-बिगड़ने की प्रक्रिया 11 वर्षों में पूरी होती है, जिसे सौर-कलंक-चक्र (Sun Spot Cycle) कहा जाता है।

## एल्बिडो

- एल्बिडो सूर्य से प्रसारित परावर्तित प्रकाश होता है, जिसे देखकर उसकी चाक्षुष (Visual Brightness) को निर्धारित किया जा सकता है।
- एल्बिडो का संभावित मूल्य अंधेरे के लिए शून्य और चमक के लिए 1 होता है।
- पृथ्वी का एल्बिडो 0.31 है। इसी प्रकार बुध ग्रह का एल्बिडो 0.10 है।

## ग्रह (Planet)

- गुरुत्वाकर्षण बल के कारण सभी आठ ग्रह घड़ी की सुई की विपरीत दिशा में सूर्य की परिक्रमा करते हैं। इन ग्रहों के भ्रमण का कक्ष दीर्घवृत्तीय होता है।
- बुध सूर्य के सर्वाधिक निकट का ग्रह है। इसके पश्चात क्रमशः शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, अरुण, वरुण का स्थान आता है।
- सभी ग्रहों को दो समूहों में विभाजित किया जा सकता है-
  - ✓ आंतरिक ग्रह- बुध, शुक्र, पृथ्वी एवं मंगल आंतरिक ग्रह हैं। सभी आंतरिक ग्रह घनी चट्टानों से बने हैं। पृथ्वी के समान होने के कारण ही इन्हें पृथ्वी तुल्य ग्रह अथवा पार्थिव ग्रह (Earth like or Terrestrial Planet) भी कहा जाता है।

- ✓ बाह्य ग्रह- बृहस्पति, शनि, अरुण, एवं वरुण को बाह्य ग्रह कहा जाता है। ये ग्रह गैसीय हैं। ये प्रायः हाइड्रोजन और हीलियम गैसों से बने हैं। बृहस्पति के समान होने के कारण इन्हें बृहस्पति तुल्य ग्रह अथवा बृहस्पतित्य या जोवियन ग्रह (Jupiter like or Jovian Planet) कहा जाता है। जोवियन, बृहस्पति का यूनानी नाम है। सभी बाह्य ग्रह बड़ी तेजी से घूमते हैं।

- यह घटना 100 वर्ष में औसतन 13 बार घटित होती है। पिछली बार बुध पारगमन की घटना 2003 तथा 8 नवंबर, 2016 तथा 11 नवंबर, 2019 को घटित हुई थी तथा आगे इस प्रकार की घटना 13 नवंबर, 2032 को पुनः घटित होगी।

### शुक्र: आवरण वाला ग्रह (Venus : The Veiled Planet)

### बुध (Mercury)

- बुध सौर मंडल का सबसे छोटा तथा सूर्य के सबसे निकट स्थित ग्रह है।
- सूर्य से सर्वाधिक निकट होने के कारण बुध की परिक्रमण (Revolution) गति सर्वाधिक है। यह 88 दिनों में सूर्य की एक प्रदक्षिणा (Encompass) पूरी कर लेता है।
- इसका तापान्तर सभी ग्रहों से अधिक (560°C) है।
- बुध का एक दिन पृथ्वी के 90 दिन के बराबर होता है।
- शुक्र की तरह बुध को भी प्रातः एवं भोर का तारा (Morning & Evening Star) कहा जाता है। क्योंकि ये दोनों ग्रह सूर्य एवं पृथ्वी के बीच स्थित हैं। इसलिए ये सूर्योदय के पहले तथा सूर्योदय के पश्चात दिखाई देते हैं।
- बुध प्रातः एवं शाम के तारे (Evening Star) के रूप में वर्ष में तीन बार दिखाई देता है जिसका कारण इसकी साइनोडिक अवधि (Synodic Period) (116 दिन की) होती है।
- बुध का गुरुत्वाकर्षण पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण का 3/8 होता है। परिणाम (Mass) में यह पृथ्वी का 18वाँ भाग है।
- इसकी सतह चंद्रमा की सतह से काफी मिलती-जुलती है।
- बुध के धरातल पर हजारों क्रेटर स्थित हैं। इसके एक क्रेटर का नाम कूपर (Kuiper) है जिसका व्यास 41 किमी. है।
- बुध के सबसे पास से गुजरने वाला कृत्रिम उपग्रह मेरिमस था, जिसके द्वारा लिए गए चित्रों से ज्ञात हुआ कि इसके सतह पर कई क्रेटर, पर्वत और मैदान अवस्थित हैं। इस पर जीवन संभव नहीं है क्योंकि यहाँ वायुमंडल का अभाव है।
- बुध का कोई भी उपग्रह नहीं है।

### बुध पारगमन (Transit of Mercury)

- 8-9 नवंबर, 2006 को सौर मंडल का सबसे छोटा ग्रह 'बुध' सूर्य का चक्कर लगाते हुए पृथ्वी एवं सूर्य के बीच से गुजरा जिससे कुछ समय के लिए बुध ग्रहण जैसी स्थिति उत्पन्न हो गई थी।
- इस घटना को खगोल विज्ञान में बुध पारगमन (Transit of Mercury) कहा जाता है।

- शुक्र सूर्य से निकटवर्ती दूसरा ग्रह है। यह सूर्य की प्रदक्षिणा 225 दिनों में पूरी करता है।
- यह पृथ्वी के सर्वाधिक निकट स्थित है। इसका द्रव्यमान व आकार पृथ्वी के समान है, इसलिए इसे 'पृथ्वी का जुड़वा ग्रह' या पृथ्वी का जुड़वा बहन (Twin Planet) कहा जाता है।
- सघन वायुमंडल के कारण इसका ताप सर्वाधिक 730 केल्विन या +470°C या 850°F है।
- सौर मंडल का यह सर्वाधिक गर्म ग्रह है।
- अधिक ताप के कारण यह रात्रि में चंद्रमा के पश्चात सौर मंडल का सर्वाधिक चमकीला ग्रह है। सर्वाधिक चमकीला ग्रह होने के कारण इसे 'प्यार एवं सुंदरता की देवी' (Goddess of Beauty and Love) भी कहा जाता है।
- इसके वायुमंडल में कार्बन डाईऑक्साइड (CO<sub>2</sub>) सर्वाधिक मात्र में मिलती है। अधिक ताप तथा अधिक CO<sub>2</sub> के कारण यहाँ प्रेशर कूकर की दशा (Pressure Cooker Condition) उत्पन्न होती है, इसलिए इसे 'प्रेशर कूकर सादृश्य ग्रह' (Pressure Cooker Condition Planet) भी कहा जाता है।
- बुध की तरह शुक्र को भी सुबह का तारा (Morning Star) तथा शाम का तारा (Evening Star) कहा जाता है, क्योंकि यह आकाश में शाम को पश्चिम दिशा में तथा सुबह को पूरब दिशा में दिखाई देता है।
- इसका वायुमंडलीय दबाव पृथ्वी से 90 गुना अधिक है।
- शुक्र के वायुमंडल में 96% कार्बन डाईऑक्साइड, 3.4% नाइट्रोजन तथा 0.1 से 0.5% जलवाष्प है। अन्य विरल गैसों जैसे- आर्गन, ऑक्सीजन, निऑन, तथा सल्फर डाईऑक्साइड भी यहाँ उपस्थित हैं।
- सौर मंडल के ग्रहों में केवल शुक्र और अरुण पूर्व से पश्चिम की दिशा में घूर्णन (Rotation) करते हैं जबकि शेष सभी ग्रहों के घूर्णन की दिशा पश्चिम से पूर्व है।
- बुध की तरह शुक्र भी एक अंतर्ग्रह (Interior Planet) है।
- इसके 65° उत्तरी अक्षांश पर स्थित मैक्सवेल (Maxwell) शुक्र ग्रह का सर्वोच्च बिन्दु (लगभग 11 किमी.) है।
- इसके पश्चिम में चौरस पठार स्थित है जिसका नाम लक्ष्मी पठार है।
- इसके 25° दक्षिणी अक्षांश में बीटा (Beta) पर्वतीय प्रदेश है तथा 25° उत्तरी अक्षांश पर अल्फा (Alpha) प्रदेश स्थित है। ये ज्वालामुखी शील्ड हैं।

## शुक्र: पारगमन

- एक दुर्लभ खगोलीय घटना 6 जून, 2012 को संपूर्ण विश्व में उस समय देखने को मिली जब शुक्र ग्रह सूर्य के सामने से गुजरते हुए पृथ्वी से दिखायी दी।
- पृथ्वी से देखने पर शुक्र ग्रह सूरज पर एक छोटे काले धब्बे जैसा दिख रहा था।
- सूर्य के सामने से शुक्र का यह पारगमन एक दुर्लभ खगोलीय घटना है जो अगली बार 105 वर्ष पश्चात देखने को मिलेगी।
- उत्तरी और मध्य अमेरिका तथा दक्षिण अमेरिका में यह पारगमन सूर्योदय के साथ आरंभ हुआ तत्पश्चात इसे एशिया के अधिकतर इलाकों में देखा गया। यूरोप, मध्य-पूर्व और पूर्वी अफ्रीका में यह दुर्लभ खगोलीय घटना स्थानीय सूर्योदय के साथ आरंभ हुई थी परन्तु तब यह पारगमन अपने अंतिम चरण में था।
- इस दुर्लभ खगोलीय घटना की कुछ उत्तम तस्वीरें अमेरिकी अंतरिक्ष एजेंसी नासा द्वारा जारी की गईं। ध्यातव्य है कि नासा की सोलर डायनामिक्स ऑब्जरवेटरी यानि एसडीओ पृथ्वी से 36 हजार किलोमीटर की दूरी से सूर्य का अध्ययन करती है।
- वैज्ञानिक पारगमन के इस अवसर का प्रयोग शुक्र ग्रह के जटिल वायुमंडल का अध्ययन करने के लिए कर रहे हैं। शोधकर्ता विशेष उपकरण की सहायता से सूर्य के डिस्क पर सीधे नजर रख रहे हैं।
- यद्यपि वैज्ञानिकों द्वारा आम जनता को बहुत ही ध्यानपूर्वक इस खगोलीय घटना को देखने की सलाह दी गयी क्योंकि सूर्य पर सीधे देखने से आंखों की रोशनी प्रभावित हो सकती है और कई बार व्यक्ति की दृष्टि भी जा सकती है।
- ध्यातव्य है कि शुक्र ग्रह का पारगमन 243 वर्षों में लगभग चार बार होता है। इस दीर्घ अंतराल का कारण है कि पृथ्वी और शुक्र का कक्ष यानी परिक्रमा करने का मार्ग अलग-अलग है।
- ये एक दीर्घ अंतराल के पश्चात ही एक दुर्लभ खगोलीय संयोग के तहत सीध में आते हैं। टेलीस्कोप के आविष्कार के पश्चात यह नजारा अब तक केवल सात बार दर्ज किया गया है। इससे पूर्व शुक्र ग्रह के पारगमन को वर्ष 1631, 1639, 1761, 1769, 1882 और 8 जून, 2004 में देखा गया था। यह पारगमन जोड़े के रूप में आठ वर्ष के अंतराल पर दिखता है जैसे कि इससे पूर्व यह 8 जून, 2004 में दिखा था और अब वर्ष 2012 में दिखा है। अगली बार 105 वर्ष पश्चात वर्ष 2117 में दिखेगा और फिर ठीक उसके आठ वर्ष पश्चात यानी वर्ष 2125 में दिखेगा।

### पृथ्वी (Earth)

- पृथ्वी आकार में सौर मंडल का पांचवाँ सबसे बड़ा तथा सूर्य से दूरी

में तीसरा ग्रह है। यह शुक्र और मंगल के बीच स्थित है।

- वायुमण्डल, जलमण्डल के विकास और उनको बनाए रखने के लिए यह काफी बड़ा ग्रह है।
- पृथ्वी अपने अक्ष पर पश्चिम से पूर्व (West to East) की ओर भ्रमण करती है। अपने अक्ष पर यह 23 1/2 डिग्री झुकी हुई है। इसका एक परिक्रमण लगभग 365 1/4 दिन में पूरा होता है। इसकी सूर्य से औसत दूरी 15 करोड़ किमी. है।
- इसके चारों ओर तापमान, ऑक्सीजन और प्रचुर मात्र में जल की उपस्थिति के कारण यह सौर मंडल का एक मात्र ग्रह है जहाँ जीवन संभव है।
- पृथ्वी पर जल की अधिकता के कारण यह अंतरिक्ष से नीली दिखाई देती है। इसी कारण इसे **नीला ग्रह** भी कहते हैं।
- पृथ्वी का एकमात्र उपग्रह (Satellite) चंद्रमा है।

### ‘गोल्डीलॉक्स जोन’

‘गोल्डीलॉक्स जोन’ को निवास योग्य क्षेत्र या जीवन क्षेत्र (पृथ्वी सुदृश) भी कहा जाता है। किसी तारे से उस दूरी वाले क्षेत्र को गोल्डीलॉक्स जोन कहा जाता है, जहाँ पर किसी ग्रह की सतह पर तरल जल काफी मात्र में मौजूद हो सकता है। यह निवास योग्य क्षेत्र अंतरिक्ष में किन्हीं दो क्षेत्रों का प्रतिच्छेदन बिंदु क्षेत्र होता है, जिन्हें जीवन हेतु सहायक होना चाहिए।

### मंगल (Mars)

- मंगल ग्रह लाल गेंद की भाँति प्रतीत होता है। इसी कारण इसे **‘लाल ग्रह’** भी कहते हैं।
- इसके लाल दिखने का कारण इस पर आयरन ऑक्साइड की अधिकता है।
- इसका अक्षीय झुकाव या घूर्णन गति पृथ्वी से काफी समानता रखती है। इसे **‘पृथ्वी सदृश ग्रह’** माना जाता है।
- मंगल ग्रह पर दिन की औसत लम्बाई 24 घंटे, 37 मिनट तथा 23 सेकेंड है। इसका अक्षीय झुकाव 25° है, चूँकि यह झुकाव पृथ्वी के झुकाव के लगभग निकट है, इस कारण मंगल ग्रह पर पृथ्वी के समान ही मौसम होते हैं।
- यह पृथ्वी के अलावा एकमात्र ग्रह है जिस पर जीवन की संभावना व्यक्त की जा रही है।
- मंगल ग्रह का वायुमंडल दबाव विरल है। इसके धरातल का दबाव, पृथ्वी के समुद्रतल पर वायुमंडलीय दबाव के 1% से कम है।
- इसके वायुमंडलीय संरचना में कार्बन डाईऑक्साइड (95%), नाइट्रोजन (2 से 3%), आर्गन (1 से 2%) ऑक्सीजन (0.1 से 0.4%), जल (0.01 से 0.1%), क्रिप्टन (0.0001% से कम) तथा जिन्नॉन (0.00001% से कम) पाया जाता है।

- मंगल ग्रह पर पृथ्वी के समान ही दो ध्रुव हैं तथा इसका कक्षा तल पृथ्वी से 25° के कोण पर झुका है।
- **निक्स ओलंपिया** मंगल ग्रह पर स्थित सर्वोच्च पर्वत है, जो माउंट एवरेस्ट की तुलना में तीन गुना ऊँचा है। इस ग्रह पर न केवल नदी क्रिया प्रमाण उपलब्ध है बल्कि बाढ़ आने के भी प्रमाण हैं।
- मंगल ग्रह पर ज्वालामुखी के प्रमाण भी मिले हैं। इसकी सतह 12 बड़े ज्वालामुखी की लावा से ढकी है। इनमें सबसे बड़ा **ओलिम्पस मोन्स** (Olympus Mons) है जो 25 किमी. ऊँचा 600 किमी. व्यास का तथा 70 किमी. व्यास वाले कोल्डेरा से युक्त है। यह मानव द्वारा देखा गया अब तक का सबसे बड़ा ज्वालामुखी ढेर है।
- मंगल ग्रह के दो उपग्रह हैं। पहला **फोबोस** (Phobos) और दूसरा **डीमोस** (Deimos)।

### बृहस्पति (Jupiter)

- बृहस्पति सौर मंडल का **सबसे बड़ा ग्रह** है। आकार में बड़ा होने के कारण इसे **'मास्टर आफ गॉड्स'** (Master of Gods) कहा जाता है।
- बृहस्पति के वायुमंडल में हाइड्रोजन तथा हीलियम की प्रधानता है। इसके अतिरिक्त वायुमंडल में मीथेन और अमोनिया गैस भी पायी जाती है।
- बृहस्पति तारा और गैस दोनों से युक्त है क्योंकि इसके पास स्वयं रेडियो ऊर्जा है। यह 15 मीटर तरंगदैर्घ्य की रेडियो तरंगें आकाश में प्रसारित करने का सबसे बड़ा स्रोत है।
- बृहस्पति को तारा-सदृश (Near Star) ग्रह भी कहा जाता है।
- सौर मंडल के सभी ग्रहों में बृहस्पति की परिभ्रमण अवधि सर्वाधिक कम (9 घंटे 55 मिनट) तथा पलायन वेग (Escape Selocity) सर्वाधिक (59.6 किमी. प्रति सेकंड) है।
- इसके कूल 6 ज्ञात उपग्रह हैं जिनमें चार बड़े उपग्रह **आयो, यूरोपा, गैनीमीड एवं केलिस्टो** हैं। इन चारों उपग्रहों की खोज गैलिलियो द्वारा की गयी थी जिस कारण इन्हें गैलिलियन उपग्रह भी कहा जाता है।
- **केलिस्टो** बृहस्पति से सर्वाधिक दूर स्थित उपग्रह है। गैनीमीड (Ganymede) सौर मंडल का सबसे बड़ा उपग्रह है जिसका व्यास 4840 किमी. है।
- गैलिलियन उपग्रहों में सर्वाधिक अन्दर स्थित उपग्रह आयो (90) है जिसका व्यास 3640 किमी. है।
- सिनोया बृहस्पति का सबसे छोटा उपग्रह है।
- बृहस्पति पर लाल रंग का उठने वाला एक तूफान है, जिसे **ग्रेट रेड स्पॉट** (Great Red Spot) कहते हैं। सर्वप्रथम 1660 में केसिनो ने इस स्पॉट का पता लगाया था।
- नासा द्वारा बृहस्पति का अध्ययन करने के लिए 2011 में **'जूनो'** नामक यान भेजा गया।

### शनि (Saturn)

- यह सौर मंडल का **दूसरा सर्वाधिक बड़ा ग्रह** है। बृहस्पति के बाद शनि सौर मंडल का दूसरा ऐसा ग्रह है जो अपनी धुरी (Axis) पर सबसे तीव्र गति से घूमता है। यह 10 घंटे में अपने अक्ष पर एक बार घूर्णन कर लेता है।
- तीव्र घूर्णन के कारण यह सौर मंडल का सर्वाधिक चपटा (Oblate) ग्रह है। इसका भूमध्यरेखीय व्यास ध्रुवीय व्यास से 10% अधिक है। इसका घूर्णन अक्ष 27° झुका है।
- इसकी सबसे बड़ी विशेषता इसके मध्य रेखा के चारों ओर पूर्ण विकसित वलयों का होना है। ये वलय अत्यन्त छोटे-छोटे कणों से मिलकर बने होते हैं, जो सामूहिक रूप से गुरुत्वाकर्षण के कारण इसकी परिक्रमा करते हैं।
- बृहस्पति के रासायनिक संघटकों में मुख्य रूप से हाइड्रोजन तथा हीलियम के साथ कुछ मात्र में मिथेन भी पायी जाती है।
- इसके चारों ओर दो स्पष्ट वलय हैं जो परस्पर एक काली रेखा द्वारा पृथक किये जाते हैं जिसे **केसिनी डिवीजन** (Cassini Division) कहते हैं। शनि को **'गैसों का गोला'** (Globe of Gases) कहा जाता है।
- **शनि के उपग्रहों की संख्या 62** है। शनि का सबसे बड़ा उपग्रह **टाइटन** (Titan) है। **पैन** शनि का सबसे छोटा उपग्रह है जिसका व्यास 20 किमी. है। **सौर मंडल का यही एक मात्र उपग्रह है जिसके पास अपना स्थायी वायुमंडल है।** इसके ठोस पिण्ड का व्यास 2560 किमी. है।
- टाइटन के धरातल का वायुमंडलीय दबाव पृथ्वी पर समुद्र तल के वायुदाब का 1.5 गुना अधिक है।
- शनि का दूसरा बड़ा उपग्रह **रिया** (Rhea) है जबकि **इयापेटस** (Iapetus) तीसरा बड़ा ग्रह है जिसका व्यास 400 किमी. है।
- **एनालिलेडस** (Enaeladus) शनि का सर्वाधिक परावर्तक उपग्रह है। शनि के सर्वाधिक पास स्थित बड़ा उपग्रह **मिमास** है।

### अरुणः हरा ग्रह- स्वर्ग का देवता

#### (Uranus : The Green Planet, God of Heaven)

- यह एक शीत ग्रह (Cold Planet) है जिसकी खोज 1781 में जर्मन खगोलविद् सर **विलियम हर्शेल** द्वारा की गयी थी। इस ग्रह का नामकरण ग्रीक देवता यूरेनस (Uranus) के नाम पर किया गया है। यह पृथ्वी से 14-5 गुना बड़ा (द्रव्यमान) है। इसका घनत्व पृथ्वी के समान है, यह ध्रुवों पर चपटा है।
- **इसके वायुमंडल में मीथेन का संकेन्द्रण अधिक है।** इसी कारण दूरबीन से देखने पर यह हरे डिस्क (Green Disc) के रूप में दिखाई देता है। इसलिए इसे **'हरा ग्रह'** भी कहते हैं।

- इसकी एक महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि इसका घूर्णन अक्ष इसके अक्षीय प्लेन के अनुरूप है। इसका अक्षीय झुकाव  $82^\circ$  है।
- शुक्र की भांति इसकी घूर्णन दिशा तथा इसके उपग्रहों के परिक्रमण की दिशा घड़ी की सुई के अनुरूप (Clock Wise) है। इसकी कक्षीय (Orbital) परिक्रमण दिशा पश्चिम से पूरब अर्थात् घड़ी की सुई के विपरीत (Anticlock Wise) है।
- अरुण एकमात्र ऐसा ग्रह है जिसका कोई न कोई ध्रुव इसकी कक्षा के रूप में सूर्य के सम्मुख रहता है अर्थात् यह सौर मंडल का एकमात्र ग्रह है जो सूर्य की परिक्रमा के समय एक ध्रुव से दूसरे ध्रुव तक सदैव सूर्य के सामने रहता है। चूँकि इसके अक्ष का झुकाव  $82^\circ$  है इसलिए अधिक झुकाव के कारण इसे 'लेटा हुआ ग्रह' कहते हैं।
- यह सौर मंडल का सातवाँ तथा आकार में तीसरा बड़ा ग्रह है। इस पर सूर्योदय पश्चिम दिशा में तथा सूर्यास्त पूरब दिशा में होता है।
- सूर्य से दूर होने के कारण यह काफी ठंडा ग्रह है। इस पर दिन लगभग 11 घण्टे का होता है।
- इसके चारों ओर शनि की भांति पाँच वलय हैं। अल्फा, बीटा, गामा, डेल्टा और इपसिलॉन। इसके उपग्रहों की संभावित संख्या 27 है एरिपल, अम्ब्रियल, टिटानिया, ओवेरान, सिराण्डा इसके प्रमुख उपग्रह हैं। इसका सबसे बड़ा उपग्रह टिटानिया (Titania) है जिसका व्यास 1578 किमी. है जबकि सबसे छोटा उपग्रह कॉर्डेलिया (Cordelia) है जिसका व्यास 26 किमी. है।
- अरुण ग्रह का हरा रंग इसके वायुमंडलीय मीथेन के कारण है। इसके वायुमंडल में मीथेन का सकेंद्रण अधिक है।
- Temp.  $-370^\circ\text{F}$  ( $-223.3^\circ\text{C}$ )

### वरुण (Neptune)

- इसकी खोज जर्मन खगोलविद् जॉन गाले ने की थी। यह सूर्य से 8वाँ दूरस्थ ग्रह है। यह 166 वर्ष में सूर्य की एक परिक्रमा पूरा करता है। इसके वायुमंडल में हाइड्रोजन, हीलियम, मीथेन, अमोनिया आदि पाये जाते हैं। इस ग्रह का रंग पीला है।
- यह सूर्य से 30 खगोलीय इकाई दूर स्थित है। (एक खगोलीय इकाई = 92,956,00 मील या 149,598,000 किमी.)
- वरुण के कूल 8 उपग्रह हैं। इसका सबसे बड़ा उपग्रह 'ट्रिटॉन' (Triton) है जिसका व्यास 2705 किमी. है और यह समस्त सौरमण्डल में सबसे ठण्डा पिण्ड माना जाता है जिसका तापमान  $-235^\circ\text{C}$  रहता है।
- ट्रिटॉन वरुण के प्रतिकूल दिशा पूरब से पश्चिम में घूमता है।
- इसका दूसरा उपग्रह नेरीड (Neried) है जिसकी कक्षा सौर मंडल में सर्वाधिक उत्केन्द्री है। वरुण के 6 अन्य उपग्रहों के अस्थायी नाम हैं N-1, N-2, N-3, N-4, N-5 तथा N-6 आदि।

### प्लूटो (Pluto)

- यम या कुबेर (प्लूटो) की खोज 1930 ई. में क्लाइड टॉम्बैग ने की थी एवं इसे सौर मंडल का नौवां एवं सबसे छोटा ग्रह माना गया था परन्तु 24 अगस्त, 2006 में चेक गणराज्य के प्राग में हुए इंटरनेशनल एस्ट्रोनॉमिकल यूनियन (IAU) के सम्मेलन में वैज्ञानिकों ने इससे ग्रह का दर्जा छीन लिया।
- सम्मेलन में 75 देशों के 2,500 वैज्ञानिकों ने ग्रहों की नई परिभाषा दी उनके अनुसार ऐसा ठोस पिंड जिसका अपना गुरुत्व हो गोलाकार हो और सूर्य का चक्कर काटता हो, ग्रहों के दर्जे में आएगा। साथ ही, इसकी कक्षा पड़ोसी ग्रह के रास्ते में नहीं होनी चाहिए।
- प्लूटो के साथ समस्या यह हुई कि उसकी कक्षा नेपच्यून की कक्षा (ऑरबिट) से ओवरलैप करती है।
- सीरीस, शेरॉन (Charon) और इरीस (2003 यूबी-313/जेना) के ग्रह माने जाने के विचार को भी अस्वीकृत कर दिया।
- नई परिभाषा में इन चारों को बौने ग्रह का दर्जा दिया गया है। इस प्रकार अब सौर मंडल में मात्र 8 ग्रह रह गए हैं।

### उपग्रह (Satellite)

- वे आकाशीय पिंड जो अपने ग्रहों की परिक्रमा करते हैं और साथ ही सूर्य की भी परिक्रमा करते हैं प्राकृतिक उपग्रह कहलाते हैं।
- ग्रहों की तरह उपग्रहों में भी प्रकाश नहीं होता। ये भी सूर्य से प्रकाश और उष्मा प्राप्त करते हैं।
- चाँद भी एक उपग्रह है।
- हमारी पृथ्वी का एक मात्र उपग्रह चंद्रमा है। बुद्ध व शुक्र का कोई उपग्रह नहीं है। मंगल के दो उपग्रह हैं। बृहस्पति (67) के सर्वाधिक उपग्रह हैं उसके बाद शनि (62) के सर्वाधिक उपग्रह हैं।
- शनि के चारों ओर घूमती हुई धूल के अनेक छल्लों से मिलकर बना एक विशाल छल्ला है जो इस ग्रह को एक विशेष रूप प्रदान करता है।

### चंद्रमा (Moon)

- चंद्रमा पृथ्वी का एक मात्र उपग्रह है इसके भौतिक तत्वों तथा भूगर्भ के वैज्ञानिक अध्ययन को चन्द्रविज्ञान या सेलेनोग्राफी (Selenography) कहते हैं।
- चंद्रमा पर गुरुत्वाकर्षण पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण का मात्र  $1/6$  है। कम गुरुत्वाकर्षण के कारण चंद्रमा पर वायुमंडल का अभाव है। वायु तथा जल के अभाव में चंद्रमा पर मौसमी तत्व जैसे- बादल, पवन, वर्षा, हिम, कूहासा आदि नहीं मिलते। मौसम के अभाव में चंद्रमा के स्थल रूप स्थायी हैं। वायु और जल के अभाव के कारण चंद्रमा के धरातल पर तापान्तर अत्यधिक है।

- चंद्रमा पर दिन का तापमान  $214^{\circ}\text{C}$  तथा रात्रि का तापमान  $-243^{\circ}\text{C}$  होता है। यहाँ सूर्योदय का तापमान  $-58^{\circ}\text{C}$  होता है। इसके धरातल के सबसे बड़े स्वरूप या स्थलस्वरूप को सागर (Sea) या मारिया कहा जाता है।
- चंद्रमा के धरातल पर 14 बड़े सागर हैं, जिसमें सबसे बड़ा सागर **मेयर इम्ब्रियम** (Mare Imbrium) है जिसे 'फुहार का सागर' (The Sea of Shower) कहा जाता है। इसके अन्य महत्वपूर्ण सागरों में- **मेयर नूर्बियम** (Mare Nurbium) बादलों का सागर (Sea of cloud) **मेयर नेक्टारिस** (Mare Nectaris) या अमृत का सागर (Sea of Nectar), **मेयर ट्रांक्विलिटैटिस** (Mare Tranquillitatis) या शांत सागर (Tranquite Sea) तथा **मेयर सेरेनीटाटिस** (Mare Serenitatis) इत्यादि हैं।
- चन्द्रमा के धरातल पर 3000 से अधिक क्रेटर मिलते हैं। सबसे बड़े क्रेटर क्लावियस (Clavius) तथा ग्रिमाल्डी (Grimaldi) हैं, जिनका व्यास लगभग 240 किमी. है। अन्य क्रेटरों में टाइको (Tyco), कोपरनिकस (Copernicus), केपलर (Kepler's), एरिस्टारकस (Aristarcus) तथा प्लेटो (Plato) प्रमुख हैं।
- चंद्रमा का आकार पृथ्वी के आकार का लगभग एक चौथाई है। इसके धरातल पर अनेक पर्वत श्रेणियाँ जैसे- आल्पस, एपीनाइ, कार्पेथिन आदि मिलती हैं। **लिबनिट्ज पर्वत चंद्रमा का सर्वोच्च पर्वत** है जिसकी ऊँचाई 8000 मीटर से भी अधिक है। इस पर लम्बी गहरी घाटियाँ भी मिलती हैं जिनमें **अल्पाइन घाटी** (Alpine Vally) विशेष महत्वपूर्ण है।
- चंद्रमा के धरातल की संरचना में 58% भाग ऑक्सीजन का है जो सिलिकान (20%) के साथ मिश्रित रूप में मिलता है। इसके अतिरिक्त एल्युमिनियम, कैल्शियम, लोहा, मैग्नीशियम, टाइटेनियम युक्त मिश्रण आदि भी पाए जाते हैं। चंद्रमा को **जीवाश्म ग्रह** (Fossil Planet) भी कहा जाता है।
- इसकी पृथ्वी से औसत दूरी 3,84,365 किमी. है। चंद्रमा के प्रकाश को पृथ्वी तक पहुँचने में **1.25 सेकेंड** का समय लगता है।
- यह दीर्घवृत्ताकार कक्ष में पृथ्वी की परिक्रमा करता है। पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमण के अलावा चंद्रमा अपनी धुरी पर घूर्णन भी करता है। इसके परिक्रमण एवं घूर्णन की अवधि समान (27 दिन, 7 घण्टा, 43 मिनट) है।
- चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर अपने दीर्घ वृत्ताकार कक्ष पर 27 दिन, 7 घंटे, 43 मिनट तथा 15 सेकेंड में एक परिक्रमा पूरा कर लेता है। इसी अवधि को **नक्षत्र मास** (Sidreal Month) कहा जाता है। यह अपने अक्ष पर 29 दिन, 12 घंटे तथा 44 मिनट में एक परिक्रमण पूरी कर लेता है। इस अवधि को **चंद्रमास** (Lunar Month or Synodic Month) कहा जाता है। ऐसे 12 चंद्रमास की अवधि **चंद्र वर्ष** (Lunar Year) कहलाती है।

- चंद्रमा से पृथ्वी की अधिकतम दूरी 4,07,000 किमी. को अप-भू या अप-पृथ्विका कहते हैं।
- जब सूर्य, चंद्रमा तथा पृथ्वी एक सीधी रेखा में होते हैं तो उस स्थिति को **सिजिगी या युति-वियुति** (Syigy) कहते हैं। यह स्थिति प्रत्येक अमावस्या या पूर्णिमा को बनती है। युति-वियुति के अंतर्गत दो स्थितियाँ होती हैं। प्रथम स्थिति युति (Conjunction) कहलाती है जिसमें सूर्य तथा पृथ्वी के मध्य चंद्रमा होता है अर्थात् सूर्य एवं चंद्रमा एक सीधी रेखा में होते हुए पृथ्वी के एक ओर होते हैं। यह स्थिति अमावस्या (New Moon) को बनती है।

### इस स्थिति में दो प्राकृतिक घटनाएं घटती हैं-

1. वृहत ज्वार (Spring Tide)।
2. सूर्यग्रहण (Solar Eclipse)।

- पहली स्थिति युति कहलाती है, जब सूर्य तथा चंद्रमा पृथ्वी के एक ही ओर सीधी रेखा में रहते हैं, तब युति की दशा होती है। इस समय सूर्यग्रहण लगता है। इस समय ज्वार की ऊँचाई बहुत अधिक होती है। दूसरी स्थिति वियुति (Opposition) कहलाती है। इसमें पृथ्वी की स्थिति सूर्य तथा चंद्रमा के मध्य होती है अर्थात् सूर्य तथा चंद्रमा पृथ्वी के विपरीत दिशा में होते हैं। यह स्थिति पूर्णमासी (Full Moon) को बनती है। इसे हारवेस्ट मून (Harvest Moon) भी कहा जाता है। इस स्थिति में चंद्रग्रहण (Full Moon) लगता है।
- उपर्युक्त दोनों स्थितियों (युति एवं वियुति) के अतिरिक्त पृथ्वी तथा सूर्य के सन्दर्भ में चंद्रमा की स्थिति बदलती रहती है।
- अमावस्या (युति) को नया चाँद (New Moon) कहा जाता है। इससे 3 3/4 दिन बाद चंद्रमा की स्थिति को अर्द्धचन्द्र (Crescent) कहा जाता है। 7.5 दिन बाद की स्थिति को अर्द्धचन्द्र (Gibbious) कहते हैं। 14 3/4 दिन पश्चात् की स्थिति को पूर्णमासी (Full Moon) एवं 18 1/2 दिन की स्थिति को तृतीय चतुर्थांश (Third Quarter) तथा 26 दिन पश्चात् की स्थिति को अर्द्धचन्द्र (Crescent) कहते हैं। 29 1/2 दिन बाद की स्थिति को पुनः अमावस्या कहा जाता है।
- अमावस्या से पूर्णमासी तक **चंद्रमा के लगातार आकार बढ़ने को** वर्द्धमान चंद्रमा (Waxing Moon) कहा जाता है। चंद्रमा की यह स्थिति **शुक्ल पक्ष** (Bright for Night) की अवधि में होती है।
- पूर्णमासी से अमावस्या के मध्य की अवधि को **कृष्ण पक्ष** (Dark for Night) कहा जाता है। इस अवधि में **चंद्रमा का आकार लगातार घटता** जाता है चंद्रमा के इस घटते आकार को क्षीयमाण चन्द्र (Waning Moon) कहा जाता है।
- इस अवधि के 26 दिन बाद चंद्रमा की जो स्थिति बनती है, उसे क्षीयकाय अर्द्धचन्द्र (Waning Crescent) कहा जाता है।

- 18½ दिन बाद की स्थिति को क्षीणकाय अर्द्धार्द्ध (Waning Gibbous) कहा जाता है।
- शुक्ल पक्ष के दौरान चंद्रमा का क्रमशः बढ़ना तथा कृष्ण पक्ष की अवधि में चंद्रमा के आकार का क्रमशः घटना ही चंद्रमा की कलाएँ हैं।

### सुपरमून (Supermoon)

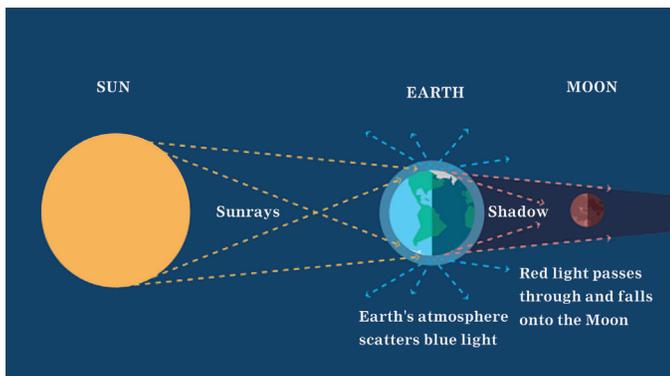
- यह एक खगोलीय घटना है। दरअसल, चंद्रमा पृथ्वी की परिक्रमा दीर्घ वृत्ताकार परिपथ में करता है, जिसकी वजह से दोनों की (चंद्रमा एवं पृथ्वी) दूरी व स्थिति बदलती रहती हैं। सुपरमून वह दशा है जिसमें चंद्रमा पृथ्वी के सबसे नजदीक होता है। इस स्थिति को 'पेरिजी फुल मून' भी कहा जाता है। इस दशा में चंद्रमा पहले की अपेक्षा 14% अधिक बड़ा और 30% ज्यादा चमकीला दिखाई पड़ता है।

### ब्लू मून (Blue Moon)

- एक खगोलीय घटना के अनुसार, जब किसी केलेंडर माह में दो पूर्णिमाएँ हों, तो दूसरी पूर्णिमा वाले चाँद को ही 'ब्लू मून' कहा जाता है। दरअसल, दो पूर्णिमाओं वाला समयांतराल 30 या 31 दिन में ही संतुलित हो पाता है। वास्तविकता यह है कि इस घटना को इसके नीले रंग से कोई संबंध नहीं होता। वास्तव में ऐसी घटनाओं की पुनरावृत्ति लगभग 2.5 वर्ष के बाद होती है।

- ✓ एक पूर्णिमा सामान्यतः 29.5 दिन की होती है। इसलिए फरवरी माह में कभी भी 'ब्लू मून' की घटना नहीं हो सकती है।
- ✓ जब किस वर्ष में दो या उससे अधिक माह ब्लू मून के होते हैं, तो उसे 'ब्लू मून ईयर' कहा जाता है, जैसे 2018 ब्लू मून ईयर था।

### ब्लड मून (Blood Moon)



- एक खगोलीय घटना के अनुसार क्रमशः चार पूर्ण चंद्रग्रहण संयोजन

को ब्लड मून कहा जाता है, इसे 'टेट्राड' भी कहा जाता है। हालांकि जहाँ तक इस घटना में चंद्रमा का रंग लाल होने का प्रश्न है तो इसका कारण पूर्ण चंद्रमा की घटना है। दरअसल, पूर्ण चंद्रग्रहण की घटना में सूर्य और चंद्रमा के बीच में जब पृथ्वी आ जाती है और इसकी पूर्ण छाया चंद्रमा पर पड़ती है तो इस स्थिति में चंद्रमा पूर्णरूप से लाल प्रतीत होता है। वास्तव में पूर्ण चंद्रग्रहण की घटना दुर्लभ होती है, जो कि सामान्य रूप से तीन चंद्रग्रहण में से एक पूर्ण चंद्रग्रहण होता है।

### खगोलीय पिंड (Celestial Bodies)

#### निहारिका (Nebula)

- निहारिका अथवा नेबुला लैटिन भाषा का शब्द है, जिसका शाब्दिक अर्थ है- कूहासा (Mist)। ये अत्यधिक प्रकाशमान आकाशीय पिंड होते हैं जो गैस एवं धूल कणों से निर्मित होते हैं। इसकी अपनी चमक नहीं होती किन्तु ये तारीय पदार्थों (Satellite Materials) या समीपवर्ती तारों के प्रकाश से प्रकाशित होते हैं। पृथ्वी के सबसे निकट स्थित निहारिका ऐंड्रोमेडा (Andromeda) है, जबकि अंतरिक्ष की सबसे हल्की निहारिका ओरियंस स्वॉर्ड (Orion's Sword) है। ओरियंस स्वॉर्ड नामक यह निहारिका ऐरावत पथ में स्थित है।

#### उल्का एवं उल्काश्म (Meteors and Meteorites)

- उल्का को सामान्य रूप में टूटता तारा (Shooting Star) कहा जाता है। ये सौर मंडल के तारीय मलवा (Stellar Debris) होते हैं, जो 42 किमी- प्रति सेकेंड की गति से पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करते हैं एवं भूमंडलीय घर्षण के कारण जलकर मार्ग में नष्ट हो जाते हैं, उन्हें उल्का (Meteors) कहते हैं। जो पिंड आकार में बड़े होते हैं तथा जलकर पूर्णतया नष्ट नहीं हो पाते, अपितु पृथ्वी के धरातल पर गिर पड़ते हैं, उन्हें उल्काश्म या उल्कापिंड (Meteorites) कहते हैं।
- कुछ निश्चित समय पर प्रति सेकेंड 60 या इससे अधिक उल्का दिखाई पड़ते हैं इसे उल्का वृष्टि (Meteor Shower) कहा जाता है।
- चमकीले उल्का को आग का गोला (Fire Ball) कहा जाता है। कभी-कभी ये आग का गोला आकाश में तीव्र ध्वनि कर फट जाते हैं जिसे बोलाइड (Bolide) कहा जाता है।
- पृथ्वी पर पाए जाने वाले उल्का पिण्डों में लोहा तथा निकेल मुख्य रूप से मिलते हैं।

## उल्का वृष्टि या उल्का शायर (Meteor Shower)

- वायुमंडल में उल्कापिडों की लगातार जलने की प्रक्रिया को **उल्का वृष्टि या उल्का शायर** कहा जाता है इसे **तारों का टूटना** भी कहा जाता है। इस स्थिति में कुछ निश्चित समय पर प्रति सेकेंड 60 या इससे अधिक उल्का दिखाई पड़ते हैं। वायुमंडल में जलने वाले ये आकाशीय पिंड तारे नहीं, बल्कि छोटे-छोटे धूल के कण होते हैं। ये कण पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के कारण इसके वायुमंडल में आ जाते हैं। वायुमंडल में घर्षण से ये कण जल उठते हैं। यही जलन प्रकाश की तरह चमकती नजर आती है। यह दृश्य प्रतिवर्ष नवम्बर माह में दिखाई देता है। नवंबर के दूसरे सप्ताह में जलने वाले इन उल्काओं को **लियोनिड** नाम दिया गया है।

## लियोनिड वर्षा (Leonid Shower)

- यह उल्का की आंधी है, जिसकी उत्पत्ति लियो नामक तारामंडल में होती है। ये उल्का वास्तव में टेंपल टर्टल (Temple Turtle) नामक धूमकेतु के भाग हैं तथा प्रत्येक 33वें वर्ष में गिरते हैं। पृथ्वी की सतह पर मिलने वाला सबसे बड़ा उल्कापिंड होबा वेस्ट (Hoba West) है जो नामीबिया में ग्रूट फोंटीन (Groot Fontien) के पास पाया जाता है। भारत के महाराष्ट्र राज्य में बुलढाना जिले की लोनार झील भी एक उल्कापातीय क्रेटर झील है।

## अवान्तर ग्रह/क्षुद्रग्रह (Asteroids)

- मंगल एवं बृहस्पति** की कक्षा के बीच स्थित छोटे-छोटे ग्रहों को अवान्तर ग्रह अथवा क्षुद्रग्रह कहा जाता है। ये सभी तारीय मलवा होते हैं। ट्रोजान्स (Trojans) क्षुद्रग्रहों का वह समूह है जो बृहस्पति ग्रह की कक्षा के सहारे बृहस्पति की ही गति से सूर्य की परिक्रमा करता है।
- चिरॉन** (2060 Chiron) सूर्य की परिक्रमा करने वाला सूर्य से सर्वाधिक दूरस्थ ज्ञात पिंड है। **4 वेस्टा** (4 Vesta) एक मात्र क्षुद्रग्रह है जिसे नग्न आँखों से देखा जा सकता है।
- क्षुद्र ग्रहों में **सीरीस** (Ceres) सर्वाधिक चमकीला तथा सर्वाधिक बड़ा है।

## पुच्छल तारा या धूमकेतु (Comet)

- पुच्छल तारे अंतरिक्ष में भ्रमणशील प्रकाशमान खगोलीय पिंड हैं जो सूर्य के चारों ओर दीर्घ वृत्ताकार पथ पर घूमते रहते हैं। इसमें एक ठोस पिण्ड तथा उससे लगी लम्बी पूँछ होती है। इसका कुछ भाग

चट्टानी पदार्थों (Rocky Materials) का बना होता है तथा कुछ भाग मीथेन, अमोनिया, कार्बन डाईऑक्साइड एवं जलवाष्पों में आच्छादित रहता है।

- तारीय पदार्थों का बना हुआ इसका शीर्ष भाग **कोमा (Coma)** कहलाता है। ज्यों-ज्यों पुच्छल तारा सूर्य के पास आता है, कोमा का आकार एवं ज्योति बढ़ती जाती है। उपसौर के समय इसका चमकीला नाभिक (Bright Nucleus) दिखाई पड़ता है जो कोमा के मध्य में स्थित होता है। कोमा तथा नाभिक दोनों सम्मिलित रूप से पुच्छल तारे की पूँछ कहलाते हैं जो इसकी तीव्रगति के कारण होती है, जोकि गति की विपरीत दिशा में कोमा के तारीय पदार्थों के लाखों मील की दूरी तक फेलने के कारण बनती है।
- धूमकेतुओं का नामकरण उनके खोजकर्ताओं के नाम पर पड़ा है। **हेली धूमकेतु** प्रत्येक 76 वर्ष पश्चात् पृथ्वी की दृष्टिगत होता है। अगली बार यह 2061 में पृथ्वी पर दिखाई पड़ेगा।

## क्वासर्स (Quasars)

- ये अत्यधिक चमकीले आकाशीय पिण्ड हैं। आकार में आकाशगंगा से छोटे होने के बावजूद क्वासर्स उससे अधिक ऊर्जा का उत्सर्जन करते हैं। ये रेडियों तरंगों के शक्तिशाली स्रोत होते हैं जिसका चमकीलापन (Luminosity) सूर्य की तुलना में  $1.1 \times 10^{15}$  गुना अधिक है।
- अंतरिक्ष का सबसे चमकीला क्वासर्स 3C-273 है।

## पल्सर (Pulsar)

- ये एक प्रकार के न्यूट्रॉन तारे होते हैं, जो तीव्र गति से अपनी धुरी पर घूर्णन करते हुए रेडियों तरंगों का उत्सर्जन करते हैं। पल्सर की सर्वप्रथम खोज 1967 में एंथनी हैविश तथा जे. बैल ने की थी। हैविश को इसी खोज के लिए 1974 में नोबेल पुरस्कार मिला था।

## ध्रुव तारा (Pole Star)

- यह तारा सदैव उत्तर दिशा में चमकता रहता है। उत्तरी ध्रुव के ठीक ऊपर स्थित होने के कारण यह हमेशा उत्तर में दिखाई पड़ता है।
- रात्रि काल में नाविकों द्वारा समुद्र में दिशा का ज्ञान ध्रुव तारा को देखकर ही लगाया जाता है।

## तारामंडल (Constellation)

- तारों के समूह को तारामंडल कहते हैं। इसमें केवल चमकीले तारों के

समूह ही शामिल होते हैं। प्रत्येक तारामंडल की विशिष्ट आकृति होती है, जिसके आधार पर ही प्राचीन काल में इनका नामकरण किया गया है। इस प्रकार इनके नाम उन आकृतियों के नाम पर रखे गये हैं जिनके समान इन तारा समूहों की रचना होती है। आधुनिक समय में 89 तारामंडलों की खोज हुई। इसमें हाइड्रा सबसे बड़ा है।

### कृष्ण विवर (काला विवर) (Black Hole)

- कृष्ण विवर एक विशाल तारों के प्रलयकारी क्षय का अंतिम अवशेष है। जब किसी विशाल तारे की ऊर्जा प्रक्रिया बंद हो जाती है तो

गुरुत्वाकर्षण के कारण उसके द्रव्य केन्द्र भाग का तेजी से पतन हो जाता है।

- इस प्रकार के तारे का निरन्तर संकुचन व संघर्ष चलता रहता है।
- अत्यधिक घनत्व के कारण वह प्रकाश किरणों को भी अपनी ओर खींच लेता है। इसके अस्तित्व को जान पाना संभव नहीं है क्योंकि किसी भी प्रकार की किरणें इसके बाहर नहीं आती हैं।
- यह दूसरे तारे के पदार्थ को गैस के रूप में खींचता रहता है। आधुनिक खोजों के आधार पर ऐसा माना गया है कि यदि किसी तारे का द्रव्यमान दो सौर द्रव्यमान से अधिक हो जाता है तो वह काला विवर (Black Hole) बन जाता है।

## सौर मंडल: एक नजर में

- प्रकाश वर्ष खेगालीय दूरी का मापक है, जो एक प्रकाश वर्ष में प्रकाश द्वारा एक वर्ष में तय की गई दूरी के बराबर होता है। इसका मान  $5-88 \times 10^6$  मील होता है।
- 24 अगस्त, 2006 को आई.ए.यू. द्वारा प्लूटों को ग्रह का दर्जा समाप्त किये जाने के पश्चात् सौरमंडल में ग्रहों की संख्या केवल 8 रह गई है। ये ग्रह हैं:- बुध, शुक्र, पृथ्वी, बृहस्पति, शनि, अरुण और वरुण।
- प्लूटों को 'बौने ग्रह' का दर्जा प्रदान किया गया है।
- बुध सूर्य का निकटतम ग्रह है। इसके पश्चात् क्रमशः शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, अरुण एवं वरुण का स्थान आता है।
- पृथ्वी के सबसे निकट स्थित ग्रह शुक्र है। इसके बाद क्रमशः मंगल, बुध, बृहस्पति तथा शनि का स्थान आता है।
- मंगल ग्रह का झुकाव एवं घूर्णन की अवधि पृथ्वी के झुकाव एवं घूर्णन की अवधि के समान है।
- बृहस्पति सर्वाधिक तीव्र गति से एवं शुक्र सर्वाधिक धीमी गति से घूर्णन करने वाले ग्रह हैं।
- ग्रहों में सर्वाधिक औसत घनत्व पृथ्वी का ( $5.5 \text{ g/cm}^3$ ) है।
- पृथ्वी और शुक्र को जुड़वा ग्रह कहते हैं।
- पृथ्वी को नीला ग्रह (Blue Planet) भी कहा जाता है।
- मंगल ग्रह को लाल ग्रह (Red Planet) भी कहा जाता है।
- शुक्र और वरुण पूर्व से पश्चिम की ओर घूर्णन करते हैं जबकि शेष सभी ग्रह पश्चिम से पूर्व की ओर घूर्णन करते हैं।
- बुध ग्रह का तापान्तर ( $560^\circ\text{C}$ ) सभी ग्रहों से अधिक है।
- बुध एवं शुक्र ग्रह के कोई भी उपग्रह नहीं हैं।
- शुक्र ग्रह को सांझ का तारा (Evening Star) और भोर का तारा (Morning Star) कहा जाता है।
- मंगल ग्रह का सबसे ऊँचा पर्वत निक्स ओलंपिया है, जो एवरेस्ट से तीन गुना ऊँचा है।

- बृहस्पति ग्रह को गैसों का गोला (Globe of Gases) कहा जाता है।
- शनि ग्रह का एक उपग्रह फोबे, शनि की कक्षा के विपरीत दिशा में परिक्रमा करता है।
- वरुण ग्रह के वायुमंडल में मीथेन की अधिकता के कारण दूरदर्शी से देखने पर यह हरा दिखाई देता है।
- अरुण ग्रह पर सूर्योदय पश्चिम दिशा में एवं सूर्यास्त पूरब दिशा में होती है।
- बृहस्पति सौरमंडल का सबसे बड़ा ग्रह है।
- सौरमंडल से सभी ग्रहों में बुध ग्रह की कक्षीय गति (48 किमी. से.) सर्वाधिक है।
- आकार में सभी ग्रहों में सबसे बड़ा होने के कारण बृहस्पति को मास्टर आफ गॉड्स (Master of Gods) कहा जाता है।
- शनि ग्रह का सबसे बड़ा उपग्रह टाइटन है। सौर मंडल की यही एक मात्र उपग्रह है जिसके पास अपना वायुमंडल है।
- चंद्रमा के धरातल पर सबसे बड़ा सागर मेयर इम्ब्रियम (Mare Imbrium) है जिसे 'फुहार का सागर' कहा जाता है।
- चंद्रमा का सर्वोच्च पर्वत लिबनिट्ज पर्वत है।
- सूर्य को इसके केंद्र के चारों ओर परिक्रमा (Revolution) करने में 250 मिलियन वर्ष का समय लगता है। इसे एक ब्रह्मांडीय वर्ष कहा जाता है।
- सूर्य मुख्यतः हाइड्रोजन से निर्मित है।
- क्षुद्र ग्रह बृहस्पति और मंगल ग्रहों के मध्य संचालित होते हैं।
- सूर्य पृथ्वी के सर्वाधिक समीप स्थित तारा है। उसके बाद प्रॉक्सिमा सेंचुरी का स्थान आता है।
- सूर्य के चारों ओर अनियंत्रित कक्षा में घूमने वाले आकाशीय पिण्डों को उल्का कहते हैं।
- मंगल ग्रह का अक्षीय झुकाव ( $23^\circ 59''$ ) तथा दिन की अवधि

(24 घण्टा, 37 मिनट, 23 से.) पृथ्वी के अक्षीय झुकाव एवं दिन की अवधि के लगभग समतुल्य है।

- ग्रहों के पास ऊर्जा का कोई सतत् स्रोत नहीं है परन्तु वे सूर्य के प्रकाश से चमकते हैं।
- आकाशगंगा को सर्पाकार गैलेक्सी के रूप में वर्गीकृत किया गया है।
- चंद्रमा पर स्थित वह स्थान जहाँ नील आर्मस्ट्रांग एवं एडविन एल्लिड्रन ने 1969 ई. सर्वप्रथम कदम रखा था, वह शांति का समुद्र (Sea of Tranquility) कहलाता है।

- बृहस्पति ग्रह के सर्वाधिक 62 उपग्रह हैं।
- बृहस्पति में ग्रह एवं तारा दोनों के लक्षण पाए जाते हैं।
- बृहस्पति की परिक्रमण अवधि सभी ग्रहों में सबसे कम है।
- चंद्रमा के प्रकाश को पृथ्वी तक पहुँचने में 1.25 सेकेंड लगते हैं।
- चंद्रमा का आकार पृथ्वी के आकार का एक चौथाई है।
- उल्काओं के बौछार के कारण चंद्रमा पर क्रेटर की प्रधानता है।
- जब एक ही महीने में दो पूर्णिमा होती हैं तो इस घटना को ब्लू मून (Blue Moon) कहा जाता है 1999 ई. में एक ही वर्ष के दो महीनों (जनवरी एवं मार्च) में ब्लू मून की घटना घटी थी।

## स्मरणीय तथ्य

- न्यूट्रॉन तारे की खोज सर्वप्रथम 1967 में मिस जोकलिन बेल (Miss Jocelyn Bell) ने की। छोटे आकार के कारण न्यूट्रॉन तारा काफी तीव्र गति से घूर्णन करता है एवं आकार एवं विद्युत चुंबकीय तरंगों का उत्सर्जन करता है। ऐसे तारों को **पल्सर (Pulsar)** कहा जाता है।
- नोवा और सुपर नोवा के पश्चात् बड़े तारे अत्यधिक गुरुत्वाकर्षण के कारण काफी संकुचित एवं संघनित हो जाते हैं। इसका घनत्व अत्यधिक (10 gm/cc) होता है। अत्यधिक घनताप के कारण कोई भी पदार्थ, यहाँ तक कि सूर्य का प्रकाश भी इसके गुरुत्वाकर्षण से नहीं बच पाता है। यही कारण है कि इसके **कृष्ण छिद्र (Black Hole)** कहा जाता है। **1.4 MS को चन्द्रशेखर सीमा कहते हैं।**
- जब एक छोटा तारा जिसका द्रव्यमान **1.4 MS** (सूर्य के द्रव्यमान

से 1.2 गुना से अधिक न हो) से कम होता है तो नोवा या सुपरनोवा विस्फोट के बाद वह अपनी नाभिकीय ऊर्जा खोकर **श्वेत वामन (White Dwarf)** में बदल जाता है।

- इसका आकार पृथ्वी के आकार से छोटा होता है। परन्तु केन्द्रीय भाग का घनत्व 18gm/cc होता है। इसे **जीवाश्म तारा (Fossil Star)** भी कहते हैं।
- श्वेत वामन ठण्डा होकर **काला वामन (Black Dwarf)** में परिवर्तित हो जाता है।
- विस्फोट के पश्चात् तारे का केवल केन्द्रीय भाग ही बचा रहता है जिसका घनत्व अधिक होता है। इसमें अत्याधिक गुरुत्वाकर्षण के कारण सभी तत्व न्यूट्रॉन के रूप में संघटित रहते हैं, जिसे न्यूट्रॉन तारा कहते हैं। **न्यूट्रॉन तारा** का घनत्व 10gm/cc होता है।

## स्व कार्य हेतु

# पृथ्वी की गतियाँ

## (Motion of Earth)

### परिचय (Introduction)

पृथ्वी सदैव गतिमान है। वह अपने अक्ष पर निरंतर गोलाई में घूमती है। साथ ही सौरमंडल का सदस्य होने के कारण पृथ्वी अपने दीर्घवृत्ताकार कक्षा में सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करती है।

### इस प्रकार पृथ्वी की दो गतियाँ हैं-

1. घूर्णन गति अथवा दैनिक गति।
2. परिक्रमण गति अथवा वार्षिक गति।

### घूर्णन अथवा दैनिक गति

#### (Rotation Movement)

- पृथ्वी को एक परिभ्रमण करने में 24 घण्टे का समय लगता है जिससे दिन व रात होते हैं। पृथ्वी की इसी गति को दैनिक गति कहते हैं।
- पृथ्वी जिस धुरी एवं अक्ष पर घूमती है, वह एक काल्पनिक रेखा है। यह रेखा पृथ्वी के केन्द्र से होकर उसके उत्तरी एवं दक्षिणी ध्रुवों को मिलती है और पृथ्वी के केन्द्र से होकर गुजरती है।
- पृथ्वी का यह अक्ष अपने कक्ष तल (Plane of the Orbit) के साथ  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  का कोण बनाती है।

### घूर्णन का प्रभाव

- दिन व रात घूर्णन क्रिया से होते हैं।
- समुद्री क्षेत्रों में प्रतिदिन ज्वार-भाटे की स्थिति आती है।
- भिन्न-भिन्न देशांतरों पर स्थित स्थानों का स्थानीय समय ज्ञात किया जा सकता है।
- दिशाओं का आधार- पृथ्वी का घूर्णन दिशाओं का आधार प्रदान करता है क्योंकि पृथ्वी प- से पू- की दिशा में घूमती है।

### सौर दिवस (Solar Day)

- जब पृथ्वी का कोई बिंदु घूमकर पुनः अपने स्थान पर पहुँच जाता है तब पृथ्वी अपनी कक्षा (Orbit) पर  $1^{\circ}$  के लगभग आगे बढ़ चुकी होती है। फलस्वरूप नक्षत्रीय स्थिति में परिवर्तन हो जाता है अर्थात् वह बिंदु 24 घण्टे के पहले ही सूर्य के नीचे आ जाता है। यह अवधि

23 घंटे, 56 मिनट तथा 0.099 सेकेंड का होता है। इसे नक्षत्र दिवस कहा जाता है। नक्षत्र वर्ष (Siderial Year) सामान्यतया 365 दिन का तथा लीप वर्ष 366 दिन का होता है। 365 दिन 6 घंटे, 9 मिनट तथा 9.5 सेकेंड की अवधि को एक नक्षत्र कहा जाता है।

- प्रत्येक सोलर वर्ष केलेंडर वर्ष से लगभग 6 घंटे बढ़ जाता है जिसे हर चौथे वर्ष में लीप वर्ष बनाकर समायोजित किया जाता है।
- प्रत्येक लीप वर्ष में फरवरी 29 दिन का होता है। लीप वर्ष 4 से विभाज्य होता है, अतएव यह प्रति चौथे वर्ष पड़ता है।

### परिक्रमण अथवा वार्षिक गति

#### (Revolution Movement)

- पृथ्वी सूर्य के चारों ओर एक अंडाकार पथ पर 365 दिन तथा 6 घंटे में एक चक्कर पूरा करती है। पृथ्वी की इस परिक्रमा को उसकी परिक्रमण गति या वार्षिक गति कहते हैं।
- पृथ्वी की कक्षा (Orbit) अंडाकार होने के कारण यह कभी सूर्य से निकटतम दूरी पर होती है तो कभी अधिकतम दूरी पर।

### उपसौर (Perihelion)

- जब पृथ्वी सूर्य के निकटतम दूरी पर होती है तो यह स्थिति उपसौर कहलाती है। यह स्थिति प्रत्येक वर्ष 3 जनवरी को बनती है। इस समय पृथ्वी सूर्य से निकटतम दूरी अर्थात् 14.70 करोड़ किमी. पर होती है।

### अपसौर (Aphelion)

- जब पृथ्वी सूर्य से अधिकतम दूरी पर होती है तो यह स्थिति अपसौर कहलाती है। ऐसी स्थिति प्रत्येक वर्ष 4 जुलाई को बनती है। इस समय पृथ्वी सूर्य से अधिकतम दूरी अर्थात् 15.2 करोड़ किमी. पर होती है।

### परिक्रमण के प्रभाव

- दिन-रात की अवधि में अंतर।
- पृथ्वी पर प्रकाश व उष्मा के वितरण में अंतर आना।
- ऋतुओं में परिवर्तन होना।

### एपसाइड रेखा (Apside line)

- अपसौर (Aphelion) एवं उपसौर (Perihelion) के पार्थिव बिन्दुओं को सूर्य के केन्द्र से होकर मिलाने वाली रेखा एपसाइड रेखा कहलाती है।

### दिन और रात

- पृथ्वी अपने अक्ष पर लट्टू की तरह घूमती रहती है जिसे हम उसकी परिभ्रमण गति कहते हैं। अपने अक्ष पर घूमते हुए पृथ्वी को एक परिभ्रमण करने में 24 घण्टे का समय लगता है।
- परिभ्रमण के दौरान पृथ्वी का एक भाग सूर्य के सामने से गुजरता है तथा उजाले में रहता है और शेष भाग सूर्य के पीछे अर्थात् अंधेरे में रहता है। सूर्य के सामने वाले भाग पर दिन होता है और जो भाग सूर्य के पीछे रहता है, वहाँ रात होती है। इसके बाद दूसरा चक्र आरम्भ होता है तथा रात के पश्चात् दिन और दिन के पश्चात् रात का क्रम चलता रहता है।
- 24 घण्टे के हर एक दिन-रात के चक्र को साधारण बोल-चाल में एक दिन कहा जाता है।

### दिन-रात का छोटा-बड़ा होना

- यदि पृथ्वी अपने अक्ष पर लम्बवत् होती है तो प्रत्येक स्थान पर दिन-रात बराबर होते हैं।
- पृथ्वी का अक्ष अपने कक्षा तल के साथ  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  का कोण बनाता है। इसके फलस्वरूप वर्ष के विभिन्न अवधियों में दोपहर में सूर्य की ऊँचाई में अंतर पाया जाता है इसके कारण वर्ष की विभिन्न अवधियों में दिन एवं रात की लम्बाई में अंतर पाया जाता है।
- 21 मार्च को सूर्य भूमध्य रेखा पर लम्बवत् चमकने के बाद उत्तरी गोलार्द्ध में लम्बवत् चमकना शुरू करता है।
- 21 जून को सूर्य कर्क रेखा पर जब लम्बवत् चमकता है तब उत्तरी ध्रुव पर सूर्य की किरणों का आपतन कोण (Angle of Inclination) सर्वाधिक होता है।
- 21 जून को जब सूर्य कर्क रेखा पर लम्बवत् चमकता है तब  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  उत्तरी अक्षांश पर वर्ष का अधिकांश प्रकाश प्राप्त होता है जिससे वहाँ दिन लंबे (लगभग 14 घण्टे) तथा रातें छोटी होती हैं।
- इसके विपरीत 21 जून को मकर रेखा पर अर्थात् दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन की अवधि छोटी तथा रातें बड़ी होती हैं।
- 21 मार्च से 23 सितम्बर की अवधि तक उत्तरी गोलार्द्ध में सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में लम्बवत् होता है। फलतः उत्तरी गोलार्द्ध सूर्य का प्रकाश 12 घण्टे से अधिक अवधि तक प्राप्त करता है। अतः उत्तरी गोलार्द्ध में दिन बड़े तथा रातें छोटी होती हैं।

- इस प्रकार 21 मार्च से 23 सितम्बर तक उत्तरी ध्रुव पर 6 माह का दिन तथा दक्षिणी ध्रुव पर 6 माह की रात होती है।
- 23 सितम्बर के बाद सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है।
- 22 दिसम्बर को दक्षिणी ध्रुव पर सूर्य का आपतन कोण  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  का होता है अर्थात् सूर्य मकर रेखा पर लम्बवत् चमकता है। फलस्वरूप दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन बड़े और रातें छोटी होती हैं तथा इसके विपरीत स्थिति उत्तरी गोलार्द्ध में होती है। यहाँ दिन छोटे और रातें बड़ी होती हैं।
- 23 सितम्बर से 21 मार्च तक सूर्य का प्रकाश दक्षिणी गोलार्द्ध में अधिक प्राप्त होता है एवं जैसे-जैसे दक्षिणी ध्रुव की ओर बढ़ते हैं दिन की अवधि भी बढ़ती जाती है। दक्षिणी ध्रुव पर इसी कारण छः महीने का दिन होता है।
- 21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य विषुवत रेखा पर चमकता है। इस समय समस्त अक्षांश रेखाओं का आधा भाग प्रकाश में रहता है। अतः इस दिन विश्व के विभिन्न भागों में दिन एवं रात की अवधि समान होती है।
- दोनों गोलार्द्धों में दिन-रात एवं दृत्तु की समानता रहने से इन दोनों स्थितियों को विषुव (Equinox) कहा जाता है इस प्रकार की स्थिति को विषुव दिवस कहते हैं।

### ऋतु परिवर्तन (Season Changes)

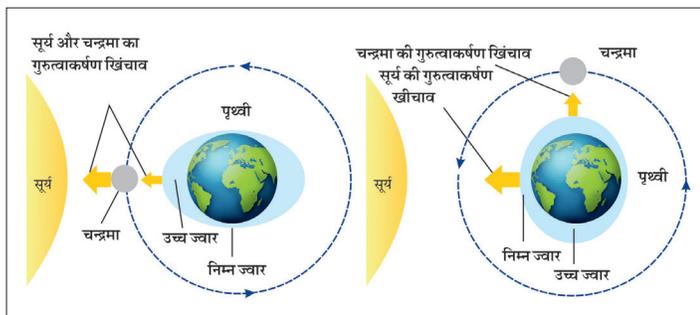
- पृथ्वी एक वर्ष में सूर्य की एक परिक्रमा करती है। अतः पृथ्वी की सूर्य के सापेक्ष स्थितियाँ बदलती रहती हैं। पृथ्वी के परिक्रमण में चार मुख्य अवस्थाएँ आती हैं जिनसे ऋतु परिवर्तन होता है।
- 21 जून से सूर्य कर्क रेखा पर लंबवत चमकता है। इस स्थिति को कर्क संक्रांति (Summer Solstice) कहते हैं।
- 21 मार्च के बाद सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है। इससे उत्तरी गोलार्द्ध में दिन की अवधि बढ़ने लगती है। फलस्वरूप यहाँ ग्रीष्म ऋतु का आगमन होता है।
- 21 जून को सूर्य की किरणें कर्क रेखा पर लम्बवत् चमकती हैं जिससे उत्तरी गोलार्द्ध में दिन की लम्बाई सबसे अधिक होती है। इस समय उत्तरी गोलार्द्ध में ग्रीष्म ऋतु तथा इसके विपरीत दक्षिणी गोलार्द्ध में शीत ऋतु होती है।
- 23 सितम्बर के बाद सूर्य दक्षिणायन होने लगता है।
- 22 दिसम्बर को सूर्य मकर रेखा पर लम्बवत् चमकता है। इस स्थिति को मकर संक्रांति (Winter Solstice) कहते हैं। इस समय दक्षिणी गोलार्द्ध में सबसे बड़ा दिन होता है।
- फलस्वरूप दक्षिणी गोलार्द्ध में ग्रीष्म ऋतु एवं उत्तरी गोलार्द्ध में शीत ऋतु होती है।
- 21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य विषुवत रेखा पर लम्बवत्

चमकता है। अतः इस समय अक्षांश रेखा पर आधा भाग सूर्य का प्रकाश प्राप्त करता है जिससे सभी स्थानों पर दिन व रात की अवधि बराबर होती है। दिन-रात की बराबर स्थिति के कारण ऋतु में भी समानता पाई जाती है जिसे 'विषुव' अथवा सम दिन-रात (Equinox) कहा जाता है।

- 21 मार्च की स्थिति को बसंत विषुव (Spring Equinox) एवं 23 सितम्बर की स्थिति को शरद विषुव (Autumn Equinox) कहते हैं।

### ज्वार-भाटा (Tide-Ebb)

- सूर्य एवं चंद्रमा की आकर्षण शक्तियों के कारण सागरीय जल के ऊपर उठने को ज्वार तथा नीचे गिरने को भाटा कहा जाता है। इससे उत्पन्न तरंगों को ज्वारीय तरंग कहते हैं।
- ज्वार भाटा की ऊँचाई सागर में जल की गहराई, सागरीय तट की रूपरेखा तथा सागर के खुले होने या बन्द होने पर निर्भर करती है।
- यद्यपि सूर्य चंद्रमा से बहुत बड़ा है तथापि चंद्रमा की आकर्षण शक्ति का प्रभाव दोगुना है इसका कारण सूर्य का चंद्रमा की तुलना में पृथ्वी से दूर होना है।
- प्रत्येक स्थान पर 24 घण्टे में दो बार ज्वार-भाटा आता है।
- जब सूर्य तथा चंद्रमा एक सीधी रेखा में होते हैं तो संयुक्त गुरुत्वाकर्षण शक्ति के कारण दीर्घ ज्वार उत्पन्न होता है। यह स्थिति सिजिगी (Syzygy) कहलाती है जो पूर्णमासी व अमावस्या को होती है। इसके विपरीत जब सूर्य तथा चंद्रमा मिलकर समकोण बनाते हैं तो इन दोनों के आकर्षण बल एक-दूसरे के विपरीत कार्य करते हैं। इस स्थिति में निम्न ज्वार उत्पन्न होते हैं यह स्थिति कृष्ण पक्ष सप्तमी एवं शुक्ल पक्ष अष्टमी को बनती है।
- लघु ज्वार सामान्य ज्वार से 20% नीचा व दीर्घ ज्वार सामान्य ज्वार से 20% ऊँचा होता है।



### अयनवृत्तीय व भूमध्य रेखीय ज्वार

- सूर्य के समान चंद्रमा भी उत्तरायण व दक्षिणायन होता है। जब चंद्रमा का

अधिकतम झुकाव कर्क व मकर रेखा पर होता है तो इस स्थिति में आकर्षण बल के प्रभाव से आने वाले उच्च ज्वार को 'अयनवृत्तीय ज्वार' कहते हैं। ऐसी स्थिति महीने में दो बार होती रहती है।

- जब चंद्रमा का अधिकतम झुकाव भूमध्य रेखा पर होता है तो आकर्षण बल के प्रभाव से आने वाले ज्वार को 'भूमध्यरेखीय ज्वार' कहते हैं।

### उपभू व अपभू ज्वार

- चंद्रमा दीर्घ वृत्ताकार कक्षा के सहारे पृथ्वी की परिक्रमा करता है। जब चंद्रमा पृथ्वी से निकटतम दूरी (उपभू स्थिति) पर होता है, तो ऐसी स्थिति में आकर्षण बल के प्रभाव से आने वाले ज्वार को 'उपभू ज्वार' कहते हैं।
- जब चंद्रमा पृथ्वी से अधिकतम दूरी पर (अपभू स्थिति) होता है तो ज्वारोत्पादक बल का प्रभाव कम होने से लघु ज्वार की उत्पत्ति होती है, जिसे 'अपभू ज्वार' कहते हैं।

### दैनिक, अर्द्ध-दैनिक व मिश्रित ज्वार

- किसी स्थान पर एक दिन में एक उच्च एवं एक निम्न ज्वार आता है। जब उच्च एवं निम्न ज्वारों की ऊँचाई समान होती है तो उसे 'दैनिक ज्वार' कहते हैं।
- किसी स्थान पर एक दिन में दो उच्च एवं दो निम्न ज्वार आते हैं। दो लगातार उच्च एवं निम्न ज्वार की ऊँचाई लगभग समान होती है, उसे अर्द्ध-दैनिक ज्वार कहते हैं।
- ऐसे ज्वार जिनकी ऊँचाई में भिन्नता होती है, उसे 'मिश्रित ज्वार' कहा जाता है। ये ज्वार सामान्यतः उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट एवं प्रशांत महासागर में बहुत से द्वीप समूहों पर उत्पन्न होते हैं।

### चंद्रमा का परिक्रमण और ज्वार भाटों का अंतराल

- पृथ्वी पर चंद्रमा के सम्मुख स्थित भाग पर चंद्रमा की आकर्षण शक्ति के कारण ज्वार आता है किन्तु इसी समय पृथ्वी पर चंद्रविमुखी भाग पर भी ज्वार आता है। इसका कारण पृथ्वी के घूर्णन को संतुलित करने के लिए अपकेन्द्री बल (Centrifugal Force) का शक्तिशाली होना है।
- प्रत्येक स्थान पर 12 घंटे के बाद ज्वार आना चाहिए किन्तु यह प्रतिदिन लगभग 26 मिनट की देरी से आता है। इसका कारण चंद्रमा का पृथ्वी के सापेक्ष गतिशील होना है।
- ज्वार-भाटा 24 घण्टे 52 मिनट में दो बार आता है। क्योंकि चंद्रमा द्वारा समुद्र का जल आकर्षित होकर हर स्थान पर लगभग 24 घंटे 52 मिनट में दो बार चढ़ता है और दो बार उतरता है।

- ज्वार-भाटा में दैनिक अंतर 24 घंटे के स्थान पर 24 घंटे 52 मिनट इसलिए होता है क्योंकि चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर घूमता है और घूमती हुई पृथ्वी के जिस विशेष स्थान के सीध में किसी विशेष समय पर वह पहले दिन था, अगले दिन उसी स्थान के ठीक सीध में आने के लिए उसे 52 मिनट की यात्रा और करनी पड़ती है।
- कनाडा के न्यू ब्रंसविक तथा नोवा स्कोटिया के मध्य स्थित फंडी में ज्वार की ऊँचाई सर्वाधिक (15 से 18 मीटर) होती है।
- जबकि भारत के ओखा तट पर ज्वार की ऊँचाई मात्र 2.5 मी. होती है।
- इंग्लैण्ड के दक्षिणी तट पर स्थित साउथैम्पटन में प्रतिदिन चार बार ज्वार आता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि दो बार इंग्लिश चैनल तथा दो बार उत्तरी सागर में होकर ज्वार विभिन्न अंतरालों पर वहाँ पहुँचता है।

- पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करती है जबकि पृथ्वी की परिक्रमा चंद्रमा करता है। जब सूर्य एवं चंद्रमा के मध्य पृथ्वी आ जाती है तो पृथ्वी की छाया चंद्रमा पर पड़ने लगती है जिससे उस पर अंधेरा छा जाता है, इसे चंद्रग्रहण कहते हैं।
- चंद्रग्रहण की घटना सदैव पूर्णिमा (Full Moon) को होती है। क्योंकि पृथ्वी एवं चंद्रमा के कक्ष तलों में 5° का झुकाव पाया जाता है तथा चंद्रमा पृथ्वी के कक्ष तल में कभी-कभी ही होता है। अतः चंद्रग्रहण उसी पूर्णिमा को होता है जब चंद्रमा पृथ्वी के कक्ष तल में होता है।

### सूर्यग्रहण (Solar Eclipse)

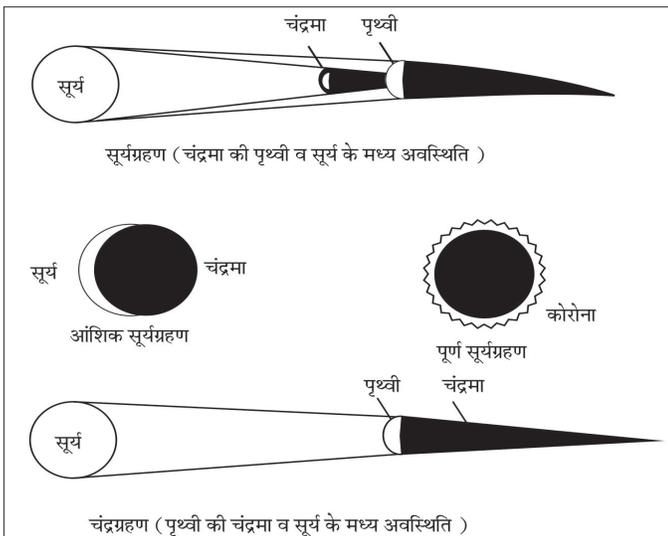
- जब पृथ्वी एवं सूर्य के मध्य चंद्रमा आ जाता है तथा उसकी छाया पृथ्वी पर पड़ती है तो सूर्यग्रहण की घटना होती है।
- सूर्यग्रहण सदैव अमावस्या (New Moon) को ही होता है किन्तु प्रत्येक अमावस्या को नहीं, क्योंकि पृथ्वी एवं चंद्रमा के कक्ष तलों में परस्पर 5° के झुकाव के कारण सूर्यग्रहण उस विशेष अमावस्या को ही होता है जिस अमावस्या को चंद्रमा पृथ्वी के कक्ष तल में आ जाता है। जब चंद्रमा सूर्य को पूर्ण रूप से ढक लेता है तो पूर्ण सूर्यग्रहण तथा जब चंद्रमा सूर्य को आंशिक रूप से ढक लेता है तो आंशिक सूर्यग्रहण की घटना होती है।
- एक केलेंडर वर्ष में अधिकतम 7 ग्रहण हो सकते हैं, इनसे 4 या 5 सूर्यग्रहण तथा 3 तथा 4 चंद्रग्रहण हो सकते हैं।
- इसी प्रकार एक सदी में औसत 238 सूर्यग्रहण हो सकता है। इनमें 28 प्रतिशत पूर्ण सूर्यग्रहण 33 प्रतिशत वलयाकार सूर्यग्रहण (Annular Solar Eclipse) तथा शेष 39 प्रतिशत आंशिक सूर्यग्रहण (Partial Solar eclipse) हो सकता है।
- सामान्य रूप से पूर्ण सूर्यग्रहण 450 सेकेंड या 7.5 मिनट का होता है तथा इसकी अधिकतम अवधि 8 मिनट होती है।

ज्वार-भाटा की उत्पत्ति की संकल्पनाएँ	
विद्वान	सिद्धांत
सर आइजेक न्यूटन	गुत्वाकर्षण का सिद्धांत
लाप्लास	गतिक सिद्धांत
हैवले व एयरी	प्रणामी तरंग सिद्धांत
हैरिस	स्थैतिक तरंग सिद्धांत

### ग्रहण (Eclipse)

- जब कभी अमावस्या के दिन सूर्य और पूर्णिमा के दिन चंद्रमा आंशिक या पूर्णतः अंधकारमय हो जाता है, तो इस स्थिति को ग्रहण करते हैं।

### चंद्रग्रहण (Lunar Eclipse)



### सौर कोरोना (Solar Corona)

- सूर्यग्रहण के दौरान जब सूर्य चमकती हुई अँगूठी के रूप में दिखाई पड़ता है तो इस घटना को डायमंड रिंग (Diamond Ring) या सौर कोरोना कहा जाता है।
- डायमंड रिंग का कारण चंद्रमा के समीपवर्ती भाग की विषमता है। चंद्रग्रहण की तुलना में सूर्यग्रहण की घटना अधिक होती है।

स्व कार्य हेतु





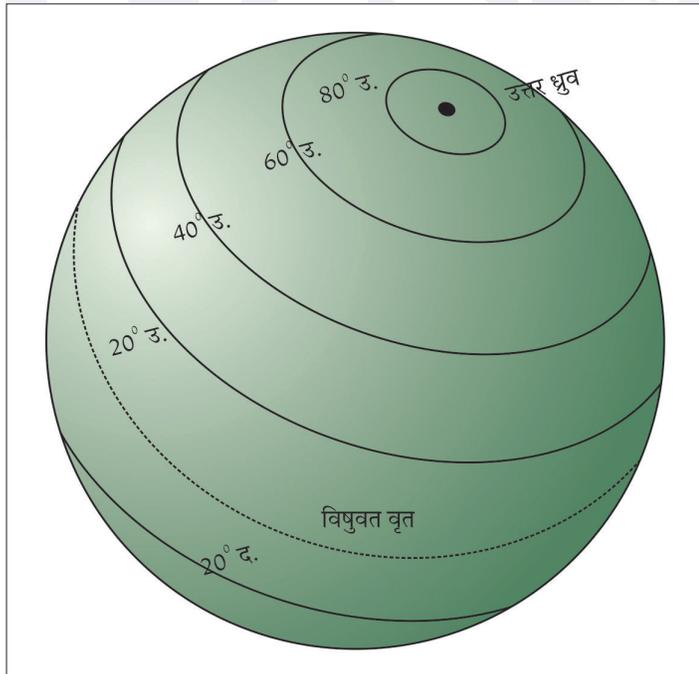
# अक्षांश, देशांतर, अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा व समय (Latitude, Longitude, International Date Line & Time)

## परिचय (Introduction)

ग्लोब को ध्यान से देखने पर दो प्रकार की रेखाएँ जाल के रूप में दिखाई देती हैं। इनमें एक प्रकार की रेखाएँ क्षैतिज हैं, जो पूर्व-पश्चिम दिशा में फैली हुई हैं, दूसरी प्रकार की रेखाएँ लम्बवत हैं जो उत्तर-दक्षिण दिशा में फैली हुई हैं। इन्हीं रेखाओं को क्रमशः अक्षांश तथा देशांतर रेखाएँ कहते हैं।

## अक्षांश रेखाएँ (Latitude Lines)

- ग्लोब पर पश्चिम से पूरब की ओर खींची गई काल्पनिक रेखा को अक्षांश रेखा कहते हैं। वास्तव में यह ऐसा कोण होता है जो विषुवत रेखा तथा किसी अन्य स्थान के बीच की स्थिति को प्रदर्शित करता है। यहाँ से उत्तर की ओर बढ़ने वाली कोणीय दूरी को उत्तरी अक्षांश तथा दक्षिण में बढ़ने वाली दूरी को दक्षिणी अक्षांश कहते हैं।

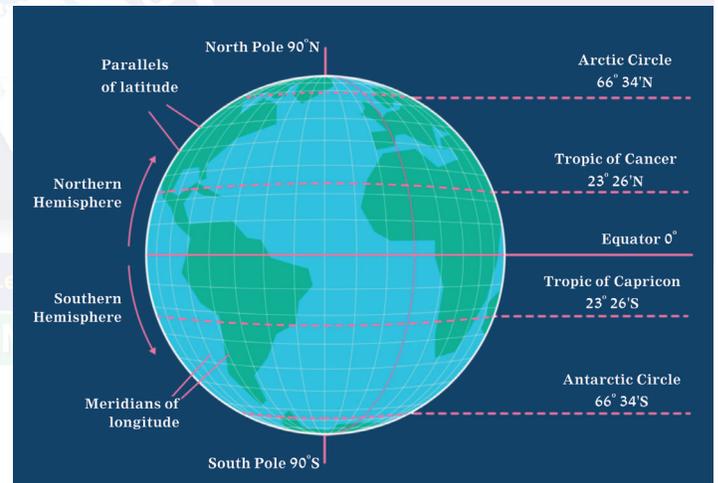


- अक्षांश रेखाओं की कु संख्या 181 है जिनमें से दो रेखाएँ बिंदु रूप में हैं। प्रति 1° की अक्षांशीय दूरी लगभग 111 किमी. के बराबर होती है इन रेखाओं की लंबाई पृथ्वी के गोलाकार होने के कारण भूमध्यरेखा से ध्रुवों तक भिन्न-भिन्न मिलती है।

- अक्षांश रेखाओं में तीन प्रमुख हैं-
  - ✓ विषुवत अथवा भूमध्य रेखा (Equator)।
  - ✓ कर्क रेखा (Tropic of Cancer)।
  - ✓ मकर रेखा (Tropic of Capricorn)।

## विषुवत अथवा भूमध्य रेखा (Equator)

- पृथ्वी के केन्द्र से सर्वाधिक दूरस्थ भूमध्यरेखीय उभार पर स्थित बिन्दुओं को मिलाते हुए ग्लोब या मानचित्र पर पश्चिम से पूर्व की ओर खींची गई रेखा को भूमध्य रेखा कहते हैं। इसे शून्य अंश (0°) अक्षांश रेखा भी कहा जाता है।



- यह रेखा पृथ्वी को उत्तरी गोलार्द्ध (Northern Hemisphere) और दक्षिणी गोलार्द्ध (Southern Hemisphere) नामक दो बराबर भागों में बाँटती है। इस पर वर्षभर दिन-रात बराबर होते हैं।

## कर्क रेखा (Tropic of Cancer)

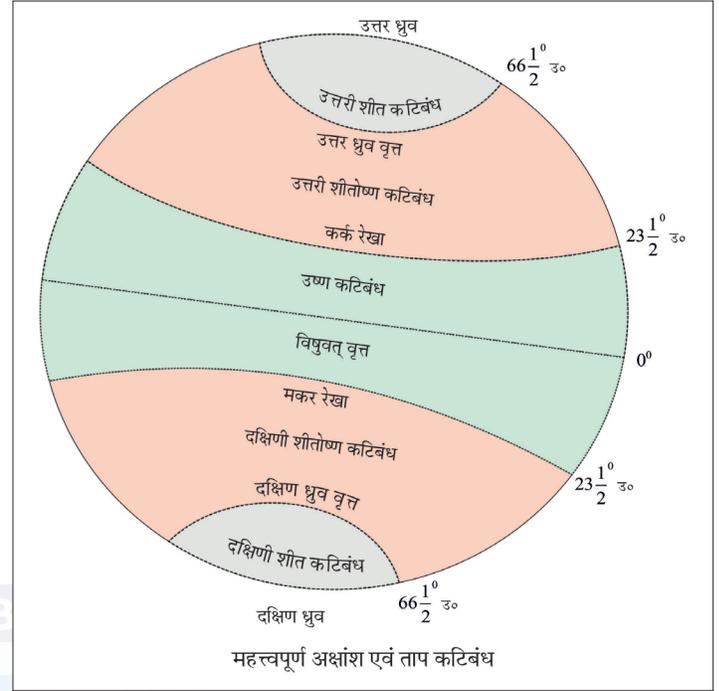
- यह रेखा उत्तरी गोलार्द्ध में भूमध्य रेखा के सामान्तर 23½° अंश पर खींची गई है। यह रेखा पृथ्वी पर उन पांच प्रमुख अक्षांश रेखाओं में से एक है जो पृथ्वी के मानचित्र पर परिलक्षित होती है। 21 जून को सूर्य कर्क रेखा पर लम्बवत् चमकता है इसलिए इस तिथि को उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे बड़ा दिन और सबसे छोटी रातें होती हैं। इसके ठीक विपरीत की स्थिति दक्षिणी गोलार्द्ध में होती है।

### मकर रेखा (Tropic of Capricorn)

- यह रेखा दक्षिणी गोलार्द्ध में भूमध्य रेखा के समान्तर  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  अक्षांश पर खींची गई है।
- सूर्य 22 दिसम्बर को मकर रेखा पर लम्बवत् चमकता है। इसलिए इस तिथि को दक्षिणी गोलार्द्ध में सबसे बड़ा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है। ठीक इसके विपरीत की स्थिति उत्तरी गोलार्द्ध में होती है।

### आर्कटिक वृत्त (Arctic Circle)

- विषुवत रेखा से  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  उत्तर की कोणीय दूरी आर्कटिक वृत्त के रूप में जानी जाती है। आर्कटिक वृत्त आर्कटिक महासागर, कनाडा, ग्रीनलैंड, रूस, संयुक्त राज्य अमेरिका (अलास्का क्षेत्र), नॉर्वे, स्वीडन और फिनलैंड से होकर गुजरती है जबकि आइसलैंड इसके दक्षिण में अवस्थित है। यह वृत्त कनाडा के ग्रेट बियर झील से होकर भी जाता है।
- आर्कटिक वृत्त के क्षेत्रों पर सूर्य की किरणें तिरछी पड़ती हैं अतः यह अत्यधिक शीतल जलवायु वाला प्रदेश है।



महत्त्वपूर्ण अक्षांश एवं ताप कटिबंध

### अंटार्कटिक वृत्त (Antarctic Circle)

- विषुवत रेखा से  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  दक्षिण की कोणीय दूरी अंटार्कटिक वृत्त के रूप में जानी जाती है। अंटार्कटिका का अधिकांश भाग सदैव बर्फ से ढका रहता है इसलिए इसे 'सफेद महाद्वीप' भी कहते हैं।

### अश्व अक्षांश (Horse Latitudes)

- $30^{\circ}$  से  $35^{\circ}$  उत्तरी अक्षांशों के मध्य स्थित पेटियों को 'अश्व अक्षांश' कहा जाता है। इन अक्षांशों में उपोष्ण उच्च वायुदाब पेटि मिलती है अर्थात् यहां वायुमंडल में स्थिरता और पवन संचार अत्यंत मंद होता है।
- प्राचीन काल में जब घोड़े से लदे हुए जलयान इस पेटि में प्रवेश करते थे, तो शांत एवं अनिश्चित दिशा वाली पवनों के कारण उसके संचालन में कठिनाइयां आती थीं, जिस कारण जलयान को हल्का करने के लिए कुछ घोड़ों (अश्व) को सागर में फेंकना पड़ता था। इसी कारण इस पेटि को 'अश्व अक्षांश' कहा जाने लगा।

### अक्षांश रेखाओं का महत्त्व

- अक्षांश रेखाओं से हमें ज्ञात होता है कि कोई स्थान भूमध्य रेखा से कितने कोणीय डिग्री की दूरी पर है।
- अक्षांश रेखाओं की सहायता से हम किसी स्थान की जलवायु का अनुमान लगा सकते हैं, क्योंकि तापमान निर्धारण में आक्षांश रेखाओं का महत्त्वपूर्ण योगदान होता है।
- अक्षांश रेखाओं की सहायता से ग्लोब, मानचित्र या एटलस में किसी स्थान को आसानी से ढूँढा जा सकता है।

### देशांतर रेखाएँ (Longitudinal Lines)

ग्लोब पर उत्तर से दक्षिण की ओर खींची जाने वाली रेखा को देशांतर रेखा कहते हैं। इन्हें याम्योत्तर रेखाएँ भी कहते हैं। प्रधान याम्योत्तर के पूर्व या पश्चिम की कोणीय दूरी को देशांतर रेखा कहते हैं। ये ध्रुवों पर एक ही बिंदु पर मिलती हैं तथा ये समय की विभाजक होती हैं।

- ज्ञातव्य है कि भूमध्य रेखा की लंबाई 40076 किमी. है जिसको 360 देशांतर रेखाएँ काटती हैं। इस प्रकार भूमध्य रेखा पर  $1^\circ$  के अंतराल पर दो देशांतरों के मध्य दूरी 40076/360 अर्थात् 111.32 किमी. होती है।
- भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर देशांतरों के मध्य दूरी कम होती जाती है। दुनिया का मानक समय शून्य डिग्री देशांतर रेखा से निर्धारित किया जाता है। इसीलिए इसे **प्रधान मध्यान्ह देशांतर रेखा** (Prime Meridian) भी कहते हैं।
- लंदन का एक नगर **ग्रीनविच** इसी रेखा पर स्थित है अतः इस रेखा को **ग्रीनविच रेखा** भी कहा जाता है ग्रीनविच रेखा के पूर्व में स्थित  $180^\circ$  तक देशांतर, पूर्वी देशांतर तथा पश्चिम की ओर स्थित देशांतर, पश्चिमी देशांतर कहलाता है।
- पृथ्वी गोलाकार होने के कारण 24 घंटे में  $360^\circ$  घूम जाती है, अतः  $1^\circ$  देशांतर की दूरी तय करने में पृथ्वी को 4 मिनट का समय लगता है अर्थात्  $1^\circ = 4$  और इस प्रकार  $15^\circ = 1$  घंटा। पूरब की तरफ इसी दर से ( $1^\circ = 4$  या  $15^\circ = 1$ ) समय बढ़ता है जबकि पश्चिम की ओर जाने पर इसी दर से समय घटता है।
- चूँकि समग्र भूमंडल  $360^\circ$  अंशों में विभक्त है, इसलिए संपूर्ण पृथ्वी को **24 समय चक्रों** (24 Times Zones) में बांटा गया है। दो देशांतर रेखाओं के बीच सर्वाधिक समयांतराल विषुवत रेखा पर होता है।
- दो विपरीत देशांतर रेखाएँ आपस में मिलकर एक पूर्ण वृत्त का निर्माण करती हैं, जैसे शून्य डिग्री और  $180$  डिग्री देशांतर रेखाएँ आपस में मिलकर एक पूर्ण वृत्त का निर्माण करती हैं।

## अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा एवं समय (International Date Line and Time)

- यह एक काल्पनिक रेखा है जो प्रशान्त महासागर के बीचों-बीच  $180^\circ$  देशांतर के सामानांतर उत्तर से दक्षिण की ओर खींची गयी है।
- इस रेखा पर तिथि का परिवर्तन होता है। इस रेखा के पूर्व व पश्चिम में एक दिन का अंतर पाया जाता है।
- अतः इस रेखा को पार करते समय एक दिन बढ़ाया या घटाया जाना आवश्यक होता है।
- जब कोई जलयान पश्चिम दिशा में यात्र करता है तो उसकी तिथि में एक दिन जोड़ दिया जाता है और यदि वह पूर्व की ओर यात्र करता है तो एक दिन घटा दिया जाता है।
- एक देश के विभिन्न भागों या द्वीपों का समय समान रखने के लिए इस रेखा को आर्कटिक महासागर में  $75^\circ$  उत्तरी अक्षांश पर महाद्वीप से बचने के लिए पूर्व की ओर मोड़ा गया और बेरिंग जल संधि (जलडमरूमध्य) से निकाला गया। बेरिंग समुद्र में यह पश्चिम की ओर मोड़ी गयी है। बेरिंग जल संधि अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा के सर्वाधिक निकट है। फिजी द्वीप समूह तथा न्यूजीलैंड को दूर रखने के लिए यह दक्षिणी प्रशांत महासागर में पूर्व की ओर मुड़ जाती है।

## ग्रिड (Grid)

- अक्षांश और देशांतर रेखाओं के जाल को ग्रिड कहते हैं।

## साइडेरियल समय (Siderial Time)

- किसी भी तारे द्वारा पृथ्वी के किसी देशांतर को पुनः पार करने में लगने वाला समय साइडेरियल समय कहलाता है।

## स्थानीय समय (Local Time)

- पृथ्वी पर स्थान विशेष का सूर्य की स्थिति से परिकल्पित समय को स्थानीय समय कहते हैं।
- स्थानीय मध्यान्ह समय वह समय होता है जब सूर्य उस स्थान विशेष पर लम्बवत् चमकता है।
- भारत के सर्वाधिक पूर्व (अरुणाचल प्रदेश) एवं सर्वाधिक पश्चिम (गुजरात के द्वारका) में स्थित स्थानों के स्थानीय समय में लगभग दो घंटे का अन्तर मिलता है।

## मानक समय (Standard Time)

- किसी देश अथवा क्षेत्र विशेष में किसी एक मध्यवर्ती देशांतर रेखा के स्थानीय समय को पूरे देश अथवा क्षेत्र का समय मान लिया जाता है जिसे मानक समय कहते हैं।
- यह किसी भी प्रमाणिक देशांतर का स्थानीय समय होता है जो एक चौड़ी पेटी में उस देशांतर के दोनों ओर माना जाता है।
- $82\frac{1}{2}^\circ$  पूर्वी देशांतर रेखा के स्थानीय समय को पूरे भारत का मानक समय माना गया है।

## भारतीय मानक समय रेखा

### (Indian Standard Time Line)

- भारत की मानक समय रेखा  $82\frac{1}{2}^\circ$  पूर्वी देशांतर है। यह रेखा इलाहाबाद के निकट नैनी से गुजरती है, यहाँ का समय सम्पूर्ण भारत के लिए मानक समय (IST) है।
- इससे भारत के विभिन्न प्रदेशों में देशांतरिय अंतर के कारण समय की भिन्नता को समायोजित करने की समस्या का समाधान मिल जाता है।

## समय क्षेत्र (Time Zones)

- एक प्रामाणिक समय को मानने वाला संपूर्ण क्षेत्र समय क्षेत्र कहलाता है।
- 13 अक्टूबर 1884 के दिन ग्रीनविच मीन टाइम तय किया गया था। दुनिया भर की घड़ियों का समय इसी टाइम जोन से तय करते हैं।
- इस समय क्षेत्र में 15 देशांतर को रखकर 24 समय क्षेत्र बनाये गये हैं।
- इस प्रकार कुल 15 देशांतर प्रामाणिक देशांतर (Standard Meridians) का निर्माण करते हैं।

## अक्षांश, देशांतर, अन्तर्राष्ट्रीय तिथि रेखा व समय: एक नजर में

- प्रति  $1^\circ$  की अक्षांशीय दूरी लगभग 111 किमी. के बराबर होती है जिसकी लंबाई पृथ्वी के गोलाकार होने के कारण भूमध्य रेखा से ध्रुवों तक भिन्न-भिन्न मिलती है।
- भूमध्य रेखा पर वर्ष भर दिन-रात एक समान होते हैं।
- कर्क रेखा उत्तरी गोलार्द्ध में भूमध्य रेखा के सामान्तर  $23\frac{1}{2}^\circ$  अंश पर खींची गई है।
- 21 जून को सूर्य कर्क रेखा पर लम्बवत् चमकता है, इसलिए इस तिथि को उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे बड़ा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है।
- दक्षिणी गोलार्द्ध में भूमध्य रेखा के सामान्तर  $23\frac{1}{2}^\circ$  अक्षांश पर मकर रेखा खींची गई है।
- 22 दिसम्बर को सूर्य मकर रेखा पर लम्बवत् चमकता है अतः दक्षिणी गोलार्द्ध में उस तिथि को सबसे बड़ा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है।
- पृथ्वी पर दो अक्षांशों के मध्य कोणीय दूरी को देशांतर कहा जाता है, जो ग्लोब पर उत्तर से दक्षिण की ओर खींची गई है।
- देशांतर रेखाएँ ध्रुवों पर एक ही बिन्दु पर मिलती हैं।
- भूमध्य रेखा की लम्बाई 40076 किमी. है, जिसको 360 देशांतर रेखाएँ काटती हैं।
- प्रधान देशांतर को ग्रीनविच रेखा के नाम से भी जाना जाता है यह शून्य अंश देशांतर रेखा होती है। इसके ठीक विपरीत  $180^\circ$  देशांतर रेखा होती है  $180^\circ$  देशांतर प्रधान याम्योत्तर से मिलकर ग्लोब पर वृहत्-वृत्त का निर्माण करती है।
- किसी स्थान का मानक समय (Standard Time) निर्धारित करने का आधार प्रधान मध्यान्ह रेखा होती है।
- सामान्यतः  $1^\circ$  देशांतर पर 4 मिनट का अंतर होता है।
- वृहत् वृत्त (Great Circle) वह रेखा होती है जो गोले को दो समान परिधियों वाले गोलार्द्धों में विभाजित करती है। पृथ्वी पर दो देशांतरों को मिलाकर बनने वाले वृत्त के अतिरिक्त विषुवत रेखा (Equator) भी वृहत् वृत्त है।
- विषुवत रेखा के अतिरिक्त कोई भी अक्षांश वृहत् वृत्त नहीं है क्योंकि वे विषुवत रेखा की अपेक्षा छोटे होते हैं।
- शून्य अंश अक्षांश रेखा (विषुवत रेखा) व शून्य अंश देशांतर रेखा (प्रधान मध्यान्ह रेखा) का मिलन अफ्रीका के पश्चिम भाग पर स्थित 'गिनी की खाड़ी' में होता है, यह खाड़ी अटलांटिक महासागर में स्थित है।
- भूमध्य रेखा, कर्क रेखा और मकर रेखा तीनों अफ्रीका महाद्वीप से गुजरती हैं।
- विषुवत रेखा/भूमध्य रेखा (Equator) पर वार्षिक तापांतर सबसे कम पाया जाता है, अर्थात् यहां लगभग वर्ष भर सूर्य की किरणें लम्बवत् पड़ने से उच्च एवं निम्न तापमान में ज्यादा अंतर नहीं आ पाता है। इन क्षेत्रों में कोई शीत ऋतु नहीं होती है।
- ग्रीनविच माध्य समय (GMT) की गणना ग्रीनविच, लंदन स्थित रॉयल ऑब्जरवेटरी (शून्य-अंश देशांतर पर स्थित) से की जाती है।

## स्व कार्य हेतु

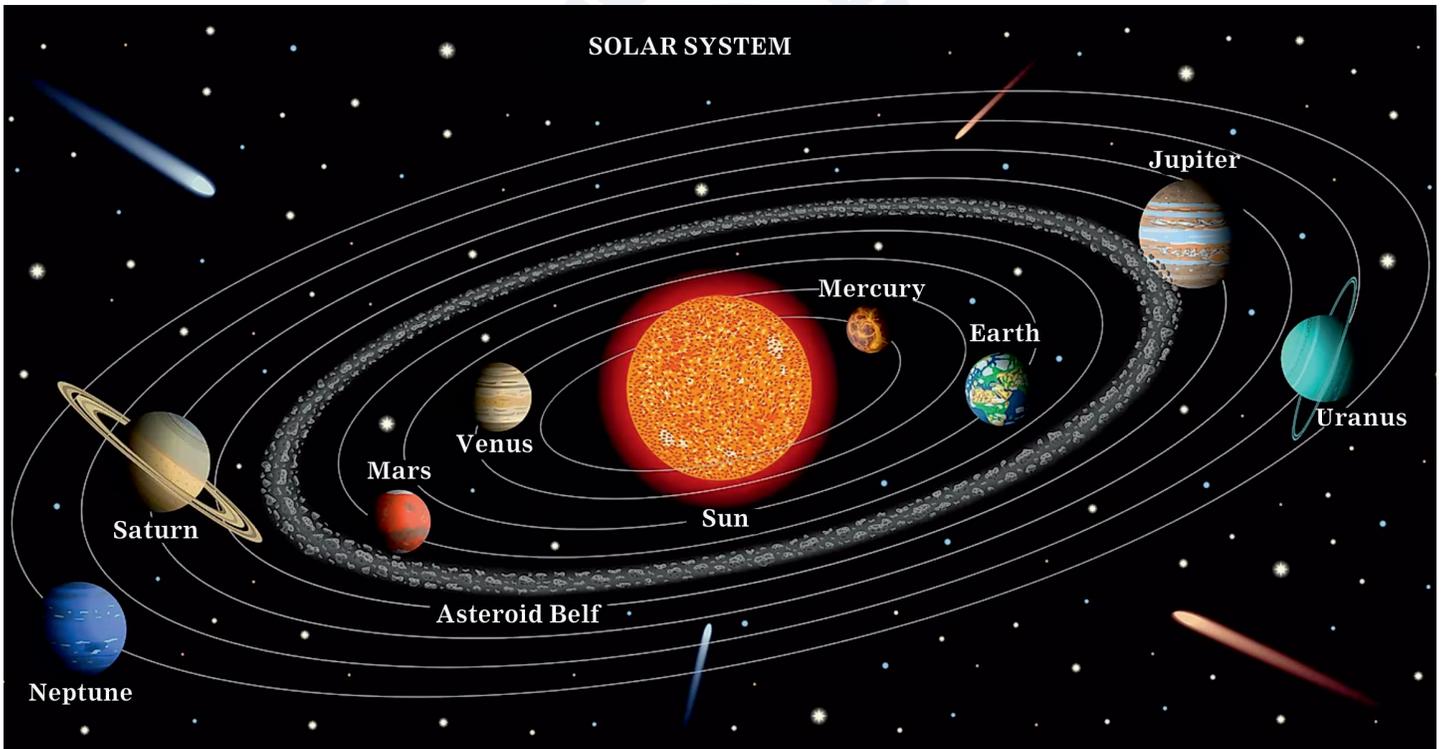
# पृथ्वी की संरचना

## (Structure of the Earth)

### पृथ्वी: परिचय (Earth : Introduction)

- पृथ्वी सौरमंडल का एक ग्रह है जो शुक्र व मंगल के मध्य स्थित है। यह सूर्य से दूरस्थ तीसरा ग्रह है एवं सौरमंडल का पाँचवां सबसे बड़ा ग्रह है। अंतरिक्ष से देखने पर पृथ्वी नीले रंग के गोले के रूप में दिखाई पड़ती है। इसलिए पृथ्वी को नीला ग्रह कहा जाता है। यह सौरमंडल का अकेला ऐसा ग्रह है जहाँ पर जीवन विद्यमान है। पृथ्वी के सबसे निकटस्थ ग्रह शुक्र है। इसके बाद क्रमशः **मंगल, बुध, बृहस्पति, और शनि** का स्थान आता है। पृथ्वी एवं शुक्र ग्रह को **जुड़वा ग्रह या जुड़वा बहन** के नाम से जाना जाता है, क्योंकि इन दोनों ग्रहों का आकार लगभग बराबर है।

- इसके सबसे निकटस्थ तारा सूर्य है। इसके बाद 'प्रोक्सिमा सेंचुरी' का स्थान आता है। सूर्य के प्रकाश को पृथ्वी तक आने में 8 मिनट 16 सेकेंड का समय लगता है। ग्रहों में सर्वाधिक औसत घनत्व ( $5.5 \text{ g/cm}^3$ ) पृथ्वी का है। पृथ्वी का एकमात्र उपग्रह चंद्रमा है, जिसका आकार पृथ्वी के आकार का लगभग एक चौथाई है। इस पर गुरुत्वाकर्षण बल का मान पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के मान का छठवां भाग है। चंद्रमा का केवल 59% भाग ही पृथ्वी से दिखाई पड़ता है। इसके प्रकाश को पृथ्वी तक आने में 1.25 सेकेंड का समय लगता है। चंद्रमा को घूर्णन एवं पृथ्वी के चारों ओर परिभ्रमण दोनों में ही 27.32 दिन का समय लगता है। यही कारण है कि पृथ्वी से चंद्रमा का समान भाग दिखाई पड़ता है।



- पृथ्वी की **परिभ्रमण गति** (घूर्णन गति) के कारण दिन एवं रात, समुद्री जल धाराओं की उत्पत्ति एवं वायु की दिशा में विचलन जैसी घटनाएं होती हैं। इसकी **परिक्रमण गति** के कारण ऋतु परिवर्तन, वर्ष के विभिन्न अवधि में दिन एवं रात की लंबाई में अंतर तथा पवन पेटियों में **खिसकाव** होता है। पृथ्वी की परिभ्रमण गति (भूमध्य रेखा पर) 460 मीटर प्रति सेकेंड तथा परिक्रमण गति 30 किमी.

प्रति सेकेंड ( $1,08,000 \text{ किमी./घण्टा}$ ) होती है। इसका अपने कक्ष तल के साथ झुकाव का कोण  $66^{\circ}30'$  है। पृथ्वी की आकृति **लहवक्ष गोलाभ** (चपटा अंडाकार) (Oblate Spheroid) अथवा **जियोइड** (Geoid) के समान है। इसका भूमध्यरेखीय व्यास 12,757 किमी. (7927 मील) तथा ध्रुवीय व्यास 12,714 किमी. (7900 मील) है।

## पृथ्वी की उत्पत्ति (Origin of the Earth)

पृथ्वी की उत्पत्ति के संबंध में विभिन्न दार्शनिकों व वैज्ञानिकों ने अनेक परिकल्पनाएँ प्रस्तुत की हैं। इनमें से एक प्रारंभिक एवं लोकप्रिय मत जर्मन दार्शनिक इमैनुअल कान्ट (Immanuel Kant) का है।

- 1796 ई. में गणितज्ञ **लाप्लास** (Laplace) ने इसका संशोधन प्रस्तुत किया जो 'निहारिका परिकल्पना' (Nebular Hypothesis) के नाम से जाना जाता है। इस परिकल्पना के अनुसार ग्रहों का निर्माण धीमी गति से घूमते हुए पदार्थों के बादल से हुआ जोकि सूर्य की युवा अवस्था से संबद्ध थे।
- बाद में 1900 ई. में **चेम्बरलेन और मोल्टन** (Chamberlain & Moulton) ने कहा कि ब्रह्मांड में एक अन्य भ्रमणशील तारा सूर्य के नजदीक से गुजरा। इसके परिणामस्वरूप तारे के गुरुत्वाकर्षण से सूर्य की सतह से सिंगार के आकार का कुछ पदार्थ निकलकर अलग हो गया। यह तारा जब सूर्य से दूर चला गया तो सूर्य की सतह से बाहर निकला हुआ यह पदार्थ सूर्य के चारों तरफ घूमने लगा और यही धीरे-धीरे संघनित होकर ग्रहों के रूप में परिवर्तित हो गया। पहले **सर जेम्स जींस** (Sir James Jeans) और बाद में **सर हेरोल्ड जैफरी** (Sir Harold Jeffrey) ने इस मत का समर्थन किया।
- यद्यपि कुछ समय बाद के तर्क सूर्य के एक और साथी तारे के होने की बात मानते हैं। ये तर्क "द्वैतारक सिद्धांत" (Binary theories) के नाम से जाने जाते हैं।
- 1950 ई. में रूस के **ऑटो शिमिट** (Otto Schmidt) तथा जर्मनी के **कार्ल वाइजास्कर** (Carl Weizsacker) ने निहारिका परिकल्पना (Nebular Hypothesis) में कुछ संशोधन किया, जिसमें विवरण भिन्न था। उनके विचार से सूर्य एक और निहारिका से घिरा हुआ था जो मुख्यतः हाइड्रोजन, हीलियम और धूलकण की बनी थी। इन कणों के घर्षण व टकराने (Collision) से एक चपटी तश्तरी की आकृति के बादल का निर्माण हुआ और इसी अभिवृद्धि प्रक्रम द्वारा ही ग्रहों का निर्माण हुआ।

## आधुनिक सिद्धांत (Modern Theory)

आधुनिक समय में ब्रह्मांड की उत्पत्ति संबंधी सर्वमान्य सिद्धांत 'बिग बैंग सिद्धांत' (Big Bang Theory) है। इसे **विस्तारित ब्रह्मांड परिकल्पना** (Expanding Universe Hypothesis) भी कहा जाता है।

- 1920 ई. में **एडविन हब्ल** (Edwin Hubble) ने प्रमाण दिये कि ब्रह्मांड का विस्तार हो रहा है। समय बीतने के साथ आकाशगंगाएँ एक-दूसरे से दूर हो रही हैं। बिग बैंग सिद्धांत के अनुसार ब्रह्मांड का विस्तार निम्न अवस्थाओं में हुआ है-

- ✓ आरंभ में वे सभी पदार्थ, जिनसे ब्रह्मांड बना है, अति छोटे गोलक (एकाकी परमाणु) के रूप में एक ही स्थान पर स्थित थे, जिनका आयतन अत्यधिक सूक्ष्म एवं तापमान तथा घनत्व अनंत (Infinite) था।
- ✓ बिग बैंग की प्रक्रिया में इस अति छोटे गोलक में भीषण विस्फोट हुआ। इस प्रकार की विस्फोट प्रक्रिया से वृहत् विस्तार हुआ। वैज्ञानिकों का विश्वास है कि बिग बैंग की घटना आज से 13.7 अरब वर्ष पहले हुई थी। ब्रह्मांड का विस्तार आज भी जारी है। विस्तार के कारण कुछ ऊर्जा पदार्थ में परिवर्तित हो गई। विस्फोट के बाद एक सेकेंड के अल्पांश के अंतर्गत ही वृहत् विस्तार हुआ। बिग बैंग होने के आरंभिक तीन मिनट के अन्दर ही पहले परमाणु का निर्माण हुआ।
- ✓ बिग बैंग परिघटना के 3 लाख वर्षों के बाद तापमान कम होकर 4500 केल्विन तक पहुँच गया और परमाणवीय पदार्थ का निर्माण हुआ और ब्रह्मांड पारदर्शी हो गया।

- ब्रह्मांड के विस्तार का अर्थ है आकाशगंगाओं के बीच की दूरी में विस्तार का होना। **हॉयल** (Hoyle) ने इसका विकल्प 'स्थिर अवस्था संकल्पना' (Steady State Concept) के नाम से प्रस्तुत किया। इस संकल्पना के अनुसार ब्रह्मांड किसी भी समय में एक ही जैसा रहा है। यद्यपि ब्रह्मांड के विस्तार संबंधी अनेक प्रमाणों के मिलने पर वैज्ञानिक समुदाय अब ब्रह्मांड विस्तार सिद्धांत का ही पक्षधर है।

## पृथ्वी से संबंधित प्रमुख शब्दावलिाँ एवं तथ्य

ग्रहों की उत्पत्ति से सम्बन्धित सिद्धांत ही पृथ्वी की उत्पत्ति पर प्रकाश डालते हैं क्योंकि ग्रहों एवं पृथ्वी की उत्पत्ति एक ही प्रक्रिया से हुई है।

- जर्मन दार्शनिक **इमैनुएल काण्ट** ने सर्वप्रथम 1755 ई. में न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियमों पर आधारित अपनी 'वायव्य राशि परिकल्पना' के माध्यम से ग्रहों की उत्पत्ति के कारणों को समझाने का प्रयास किया, यद्यपि इनका मत गणित के गलत नियमों पर आधारित था।

नासा द्वारा भेजे गये जूनो मिशन (5 अगस्त 2011 को प्रक्षेपण- 5 जुलाई 2016 को बृहस्पति की ध्रुवीय कक्षा में पहुँचा) से बृहस्पति ग्रह के अतिरिक्त अन्य ग्रहों की उत्पत्ति संबंधी प्रमाण भी प्राप्त हुए हैं।

- **ग्रहाणु** अथवा **प्लैनेटेसिमल** (Planetesimals) **परिकल्पना**- ग्रह निर्माण से पूर्व सूर्य तप्त एवं गैसपूर्ण नहीं था, वरन् ठोस तथा वर्षों से निर्मित चक्राकार एवं शीतल था। ब्रह्मांड में

- घूमते हुए तारे की आकर्षण शक्ति का निर्माण सूर्य के धरातल से असंख्य छोटे-छोटे अन्य ग्रहाणुओं के मिलने से हुआ है।
- **फिलामेंट (Filament)- जेम्स जीन्स** ने अपनी **ज्वारीय परिकल्पना** के प्रतिपादन के समय यह बताया कि जब साथी तारा अपनी कक्षा में परिक्रमा करते हुए सूर्य के समीप पहुँचकर दूर निकल गया, तब उसकी ज्वारीय शक्ति के कारण सूर्य से सिंगार के आकार का एक भाग टूट कर अलग हो गया, जो फिलामेंट था। बाद में संकुचन के बाद यही फिलामेंट विखंडित होकर ग्रहों में परिवर्तित हो गया।
  - **नवतारा या नोवा (Nova)-** यह ब्रह्मांड का वह नया तारा होता है, जो कुछ समय के लिए एकाएक प्रज्वलित हो जाता है तथा अपने समीपवर्ती तारों की अपेक्षा अधिक प्रकाश उत्सर्जित करने लगता है। कुछ दिनों के पश्चात् इसकी दीप्ति समाप्त होने लगती है तथा धीरे-धीरे यह विलीन हो जाता है। इसके एकाएक प्रज्वलित होने का कारण नाभिकीय प्रतिक्रिया (Nuclear Reaction) है।

## पृथ्वी की आयु (Age of the Earth)

- पृथ्वी की उत्पत्ति के समान ही इसकी आयु की ठीक-ठीक गणना करना एक दुष्कर कार्य है। आज तक इसके बारे में किसी निश्चित मत का प्रतिपादन नहीं किया जा सका है, क्योंकि इसके लिए उपर्युक्त प्रमाणों का सर्वथा अभाव रहा है।
- प्राचीन भारतीय मान्यता के अनुसार पृथ्वी की आयु लगभग 2 अरब (200 मिलियन) वर्ष है, जो कि वर्तमान वैज्ञानिक गणनाओं से प्राप्त परिणामों से निकट तो है, किन्तु इसकी गणना का आधार कल्पनाओं पर ही आधारित है।
- खगोलीय साक्ष्यों के आधार पर पृथ्वी की आयु 4500 करोड़ वर्ष (4.5 अरब वर्ष) आकलित की गई है। जीव वैज्ञानिक साक्ष्य के अंतर्गत जीवाश्मों के आधार पर चार्ल्स डार्विन, लैमार्क व विलियम स्मिथ जैसे वैज्ञानिकों ने एक कोशिकीय अमीबा से वर्तमान जीवन के विकास के मध्य 400 करोड़ वर्ष (4 अरब वर्ष) का समय निर्धारित किया है। विभिन्न मतों के निष्कर्ष रूप में यह कहा जा सकता है कि पृथ्वी की आयु 2-3 अरब वर्ष है।
- पृथ्वी की यह आयु रेडियोएक्टिव पदार्थों से भी प्रमाणित होती है। पृथ्वी की आयु के सन्दर्भ में यही मत सर्वाधिक मान्य है। इस आधार पर पृथ्वी की आयु 2 से 3 अरब वर्ष के बीच मानी जाती है।

## पृथ्वी का भूगर्भिक इतिहास (Geological History of the Earth)

पृथ्वी का निर्माण और वर्तमान स्वरूप कई चरणों से होकर गुजरा जिनका कालक्रमानुसार विवरण निम्न है-

- **प्री-केम्ब्रियन महाकल्प (Precambrian Era)-** इस चरण में (पृथ्वी के जन्म से लेकर 50 करोड़ वर्ष पूर्व तक) पृथ्वी ठंडी होकर गैसीय अवस्था से द्रवीभूत अवस्था में परिवर्तित हुई। थोड़ा और ठंडा होने पर बाह्य शैल का निर्माण हुआ। इसके पश्चात् जलवाष्प संघनित होकर तरल जल में परिवर्तित हो गई। इस काल के चट्टानों में जीवाश्मों का नितांत अभाव है क्योंकि परिस्थितियाँ जीवन के अनुकूल नहीं थीं। ठोस पदार्थ अपक्षयित होकर समुद्र में जमा होते गए तथा पृथ्वी की हलचलों के कारण इनका रूपान्तरण प्रारंभ हुआ। संपूर्ण प्री-केम्ब्रियन काल में आग्नेय चट्टानें ही पायी जाती हैं। अमेरिका के सुपीरियर झील के समीपवर्ती भाग तथा भारत में **धारवाड़, छोटा नागपुर, कुडप्पा समूह** एवं **अरावली** का विकास इसी महाकल्प में हुआ था। इस पर्वत निर्माणकारी हलचल को **चर्नियन हलचल** कहा जाता है।
- **पैलियोजोइक महाकल्प (Paleozoic Era)-** इस कल्प में (57 करोड़ वर्ष पूर्व से 22.5 करोड़ वर्ष पूर्व तक) पृथ्वी पर पहली बार अपुष्पीय वनस्पति तथा अकशेरुकी जन्तुओं का जन्म हुआ। इस काल के मध्य में कशेरुकी जन्तु (Vertebrates) भी आ चुके थे। इस कल्प को छह कालों में विभाजित किया गया है-
  - ✓ **केम्ब्रियन काल (Cambrian Period)-** इस काल के दौरान (57 करोड़ वर्ष पूर्व से 50 करोड़ वर्ष पूर्व तक) समुद्री अवसादों (Sediments) से अवसादी चट्टानों (Sedimentary Rocks) का जन्म हुआ। इन चट्टानों में प्राचीनतम जीवन के अवशेष मिलते हैं। विन्ध्याचल पर्वतमाला का निर्माण व अकशेरुकी जन्तु इसी काल में विकसित हुए।
  - ✓ **ओर्डोविसियन काल (Ordovician Period)-** इस काल में (50 करोड़ से 44 करोड़ वर्ष पूर्व) समुद्र के विस्तार से उत्तरी अमेरिका का आधा भाग जलमग्न हो गया जबकि पूर्वी अमेरिका में टैकोनियन पर्वत निर्माणकारी गतिविधियाँ प्रारंभ हुईं। समुद्र में रेंगने वाले जन्तुओं का विकास हुआ।
  - ✓ **सिल्यूरियन काल (Silurian Period)-** इस काल में (44 करोड़ से 39.5 करोड़ वर्ष पूर्व) सभी महाद्वीप पृथ्वी की केलेडोनियन हलचलों से प्रभावित हुए। वनस्पति तथा अकशेरुकी जन्तुओं का विस्तार व विकास हुआ। रीढ़ वाले जीवों का भी विकास हुआ। इसी काल में फेफड़े वाले जन्तुओं तथा मत्स्यों का विकास हुआ। इस काल में अप्लेशियन, स्कॉटलैंड व स्केण्डिनेविया पर्वत का निर्माण हुआ।
  - ✓ **डिवोनियन काल (Devonian Period)-** इस काल में (39.5 करोड़ से 34.5 करोड़ वर्ष पूर्व) सभी महाद्वीपों पर ऊँची पर्वत श्रृंखलाएं विकसित हुईं जो पृथ्वी की केलेडोनियन गति का परिणाम थीं। इसके प्रमाण स्केन्डेनेविया, दक्षिण- पश्चिम स्कॉटलैंड, उत्तरी आयरलैंड एवं पूर्वी अमेरिका में स्पष्टतः देखे

जा सकते हैं। इसी काल में समुद्रों में प्रवाल (Corals) का निर्माण प्रारंभ हुआ तथा उभयचर (Amphibious) व कशेरुकी जन्तु (Vertebrates) अस्तित्व में आए। इस काल को मत्स्य युग कहा जाता है।

- ✓ **कार्बोनिफेरस काल (Carboniferous Period)**- इस काल में (34.5 करोड़ से 28 करोड़ वर्ष पूर्व) पृथ्वी की आर्मीरिकन हलचलों से ब्रिटेन व फ्रांस के भू-भाग सर्वाधिक प्रभावित हुए। इस काल में तापमान व आर्द्रता (Temperature and Humidity) में वृद्धि दर्ज हुई। अत्यधिक वर्षा के कारण बड़े भू-भाग दलदली क्षेत्रों में परिवर्तित हो गए। सघन वनों ने काफी बड़े भू-क्षेत्रों को घेर लिया। कुछ काल के पश्चात् ये वन जलमग्न होकर अवसादी निक्षेपों (Sedimentary Deposits) के नीचे दब गए। परिणाम-स्वरूप ये वन कोयला संस्तर में परिवर्तित हो गए। इसी कारण इस काल को कार्बोनिफेरस काल की संज्ञा दी गई है। ये कोयला संस्तर ही आज कोयला प्राप्ति के प्रमुख स्रोत हैं। सरीसृप की उत्पत्ति व प्रवाल रोधिकाओं का निर्माण इसी काल में हुआ था तथा वृक्षों के दबने से गोंडवाना क्रम की चट्टानों का निर्माण हुआ।
- ✓ **पर्मियन काल (Permian Period)**- इस काल में (28 करोड़ से 22.5 करोड़ वर्ष पूर्व तक) यूरोप का भू-भाग हर्सीनियन हलचलों से प्रभावित हुआ। जलवायु क्रमिक रूप से शुष्क होने लगी। समुद्र एवं स्थल पर वनस्पतियों तथा जन्तुओं की विकास यात्रा आगे बढ़ी। इस काल में कोणधारी वनों की प्रचुरता थी। इस काल में ब्लैक फॉरेस्ट, वास्जेस जैसे भ्रंश अथवा खंड पर्वत (Block Mountains) तथा स्पेनिश मेसेटा, अल्टाई व थ्यानशान का निर्माण हुआ।
- ✓ **मेसोजोइक महाकल्प (Mesozoic Era)**- इस कल्प (22.5 करोड़ से 7 करोड़ वर्ष पूर्व तक) को तीन कालों में विभाजित किया गया है। इसे सरीसृपों का युग भी कहा जाता है।
- ✓ **ट्रिआसिक काल (Triassic Period)**- ट्रिआसिक काल (22.5 करोड़ से 19.5 करोड़ वर्ष पूर्व तक) के अंतिम समय में पैन्जिया विभाजित होना प्रारंभ हो गया था। इसे रेंगेने वाले जीवों का काल कहा जाता है।
- ✓ **जुरैसिक काल (Jurassic Period)**- इस काल में (19.5 करोड़ से 13.6 करोड़ वर्ष पूर्व तक) धरातल पर रेंगेने वाले रीढ़ विहीन जीवों की अधिकता थी। यह डायनासोरों का युग था।
- ✓ **क्रिटैसियस काल (Cretaceous Period)**- यह काल (13.6 करोड़ से 7 करोड़ वर्ष पूर्व तक) कोयला निर्माण की द्वितीय अवस्था के रूप में जाना जाता है। इस युग में लावा का उद्गार प्रमुख घटना है। **दक्कन ट्रैप** का निर्माण इसी काल में

ज्वालामुखी क्रिया से हुआ था। इसमें एन्जिओस्पर्म पौधों का विकास प्रारंभ हो गया था। उत्तरी-पश्चिमी कनाडा, अलास्का, मैक्सिको एवं ब्रिटेन के डोवर क्षेत्र में खरियाँ मिट्टी का जमाव इस काल की प्रमुख विशेषता है।

### सेनोजोइक महाकल्प (Cenozoic Era)

- इस महाकल्प का उद्भव आज से लगभग 6.5 करोड़ वर्ष पूर्व प्रारंभ हुआ तथा 20 लाख वर्ष पूर्व समाप्त हुआ। इस महाकल्प को 2 कल्प तथा 7 युगों में विभाजित किया जाता है-

### तृतीय कल्प (Tertiary Era)

- **पैलियोसीन काल (Paleocene Period)**- इस युग के (7 करोड़ से 6 करोड़ वर्ष पूर्व तक) दौरान हुई **लैमाराइड हलचल** के परिणामस्वरूप उत्तरी अमेरिका में **रॉकी पर्वतमाला** का निर्माण हुआ। **वर्तमान घोड़े** का सबसे आद्य रूप इसी युग में विकसित हुआ।
- **इयोसीन काल (Eocene Period)**- इस युग में (6 करोड़ से 3.5 करोड़ वर्ष पूर्व तक) भूतल पर विभिन्न दरारों के माध्यम से लावा का उद्गार हुआ। स्तनधारी प्राणियों, फलदार पेड़-पौधों तथा अनाजों की कई प्रजातियाँ विकसित हुईं। **वृहद हिमालय** का निर्माण प्रारंभ हुआ।
- **ओलिगोसीन काल (Oligocene Period)**- ओलिगोसीन काल में (3.5 करोड़ से 2.5 करोड़ वर्ष पूर्व तक) अल्पाइन पर्वत के निर्माण की प्रक्रिया प्रारंभ हुई। इसी युग में मानवाकार कपि अस्तित्व में आया जिनसे वर्तमान मानव का विकास हुआ।
- **मायोसीन काल (Miocene Period)**- मायोसीन काल (2.5 करोड़ से 1.2 करोड़ वर्ष पूर्व तक) अल्पाइन पर्वत निर्माणकारी गतिविधियों द्वारा सम्पूर्ण यूरोप एवं एशिया में वलनों का विकास हुआ जिनके विस्तार की दिशा पूर्व-पश्चिम थी। इसी काल में **व्हेल** तथा **बंदरों** का आविर्भाव हुआ। इस काल में **लघु व मध्य हिमालय** का निर्माण हुआ।
- **प्लियोसीन काल (Pliocene Period)**- प्लियोसीन काल (1.2 करोड़ से 20 लाख वर्ष पूर्व तक) समुद्रों के निरंतर अवसादीकरण से यूरोप, मेसोपोटामिया, उत्तरी भारत, सिंध तथा उत्तरी अमेरिका में विस्तृत मैदानों का विकास हुआ। बड़े स्तनधारियों की विभिन्न प्रजातियाँ विकसित हुईं।

### नियोजोइक महाकल्प (Neozoic Era)

**यह महाकल्प 20 लाख वर्ष पूर्व से वर्तमान तक माना जाता है।**

## क्वार्टनरी कल्प (Quaternary Era)

- **प्लीस्टोसीन काल (Pleistocene Period)**- (10 लाख से 10 हजार वर्ष पूर्व तक) इस काल तक तापमान का स्तर इतना नीचे गिर गया कि सम्पूर्ण उत्तरी अफ्रीका, यूरोप, आर्कटिक और अंटार्कटिका बर्फ का एक मोटी परत से ढक गए। इसीलिए इस चरण को **हिमयुग की संज्ञा** दी गई है। इस हिमाच्छादन के फलस्वरूप वनस्पतियों व जन्तुओं के जीवन पर दूरगामी प्रभाव पड़ा। स्तनधारियों का विकास बहुत तेजी से हुआ। हिमचादर की स्थिति में चार बार परिवर्तन हुआ। हिमचादर के पीछे हटने से उत्तरी अमेरिका की पांच महान झीलों का निर्माण हुआ।
- **होलोसीन काल (Holocene Period)**- इस युग में (10 हजार वर्ष से लेकर वर्तमान तक) **मानव तथा प्राकृतिक पर्यावरण के साथ इसके आपसी संबंधों का आधिपत्य रहा है।**

## पृथ्वी के भूगर्भिक इतिहास से संबंधित प्रमुख तथ्य

- **आद्य कल्प (Azoic or Archaean Era)**- इस कल्प की चट्टानों में ग्रेनाइट तथा नीस की प्रधानता है किन्तु इसमें सोना तथा लोहा भी पाया जाता है। शैलों में जीवाश्मों का पूर्णतः अभाव पाया जाता है।
- **पुराजीवी महाकल्प (Paleozoic Era)**- इस कल्प में सर्वप्रथम पृथ्वी पर वनस्पति तथा बिना रीढ़ की हड्डी वाले जीवों की उत्पत्ति हुई। स्थल भाग पर समुद्रों का अतिक्रमण पहली बार केम्ब्रियन काल में हुआ।
- **प्राचीनतम अवसादी शैलों (Sedimentary Rocks)**- का निर्माण केम्ब्रियन काल में ही हुआ था।
- समुद्रों में उत्पन्न होने वाली घासों के प्रथम अवशेष **आर्डोविसियन काल** की चट्टानों में पाये जाते हैं।
- अप्लेशियन पर्वतमाला का निर्माण **आर्डोविसियन काल** में ही हुआ।
- रीढ़ वाले जीवों तथा मछलियों का सर्वप्रथम आविर्भाव **सिल्यूरियन काल** में हुआ।
- सिल्यूरियन काल को रीढ़ की हड्डी वाले जीवों का काल (Age of vertebrates) के रूप में जाना जाता है।
- डिवोनियन काल में पृथ्वी की जलवायु केवल समुद्री जीवों के ही अनुकूल थी। अतः इसे **'मत्स्य युग'** (Fish Age) के रूप में जाना जाता है।
- उभयचर जीवों (Amphibians) का विकास कार्बोनीफेरस युग की एक प्रमुख घटना है।
- ट्रियासिक काल को रेंगने वाले जीवों का काल (Age of Reptiles) कहा जाता है।
- गोण्डवाना लैंड भूखंड का विभाजन ट्रियासिक काल में ही हुआ।
- जलचर, थलचर, तथा नभचर तीनों प्रकार के जीवों का विकास **जुरैसिक काल** में माना जाता है।

- नवजीवी महाकल्प (Cenozoic Era) के प्रारम्भ में जलवायविक परिवर्तन के कारण सम्पूर्ण जीवों का विनाश हो गया तथा लाखों वर्षों के बाद पृथ्वी पर वनस्पतियों एवं जीवों का पुनः आविर्भाव हुआ।
- हिमालय पर्वतमाला तथा दक्षिण के प्रायद्वीपीय भाग के बीच स्थित जलपूर्ण घाट (द्रोणी) में अवसादों के जमाव से उत्तर भारत के विशाल मैदान की उत्पत्ति नवजीवी महाकल्प में ही हुई।
- पृथ्वी पर उड़ने वाले पक्षियों का आगमन **प्लीस्टोसीन काल** में हुआ। मानव तथा अन्य स्तनपायी जीव इसी काल में विकसित हुए।
- प्लीस्टोसीन काल में तापमान में वृद्धि के कारण हिम युग की समाप्ति हो गयी तथा विश्व का वर्तमान रूप प्राप्त हुआ जो अभी जारी है।
- वर्तमान घोड़े के प्राचीन रूप का उद्भव पैलियोसीन युग में हुआ।
- इयोसीन युग में अनेक प्रकार के स्तनधारियों, फल युक्त पौधों व धान्यों का आविर्भाव हुआ।
- ओलिगोसीन युग में ही मानव कपि (Anthropoid ape) अस्तित्व में आए।
- मायोसीन युग में व्हेल व कपि जैसे उच्च श्रेणी के स्तनधारी अस्तित्व में आए।

## पृथ्वी की उत्पत्ति से संबंधित सिद्धांतों के प्रमाण

विभिन्न विद्वानों द्वारा समय-समय पर प्रस्तुत की गयी उत्पत्ति संबंधी परिकल्पनाओं के आधार पर उसके आंतरिक भाग के विषय में निम्न तथ्य उभकर सामने आते हैं-

- **चैम्बरलिन** ने 1905 ई. के सन्दर्भ में **ग्रहाणु परिकल्पना** प्रस्तुत की। इस परिकल्पना के अनुसार पृथ्वी का निर्माण ग्रहाणुओं के एकत्रीकरण से हुआ है। अतः उसके आंतरिक भाग को ठोस अवस्था में होना चाहिए।
- **जेम्स जीन्स** द्वारा 1919 में प्रतिपादित तथा 1929 में **जेफरीज** द्वारा संशोधित **ज्वारीय परिकल्पना** यह बताती है कि पृथ्वी की उत्पत्ति सूर्य द्वारा निस्सृत ज्वारीय पदार्थ के ठोस हो जाने से हुई है। अतः उसके आंतरिक भाग को तरल अवस्था में होना चाहिए।
- **लाप्लास** द्वारा 1776 ई. में कांट की **वायव्य राशि परिकल्पना** के दोषों को संश्लेषित करते हुए **निहारिका परिकल्पना** प्रस्तुत की, जिसके अनुसार पृथ्वी का आंतरिक भाग गैसीय अवस्था में होना चाहिए क्योंकि पृथ्वी की उत्पत्ति गैस से बनी निहारिका से मानी जाती है।

## पृथ्वी की आंतरिक संरचना (Internal Structure of the Earth)

पृथ्वी की बाह्य स्थलाकृतियों एवं उसकी आंतरिक संरचना का घनिष्ठ संबंध भौगोलिक अध्ययन का एक महत्वपूर्ण विषय है, यद्यपि उसकी आंतरिक

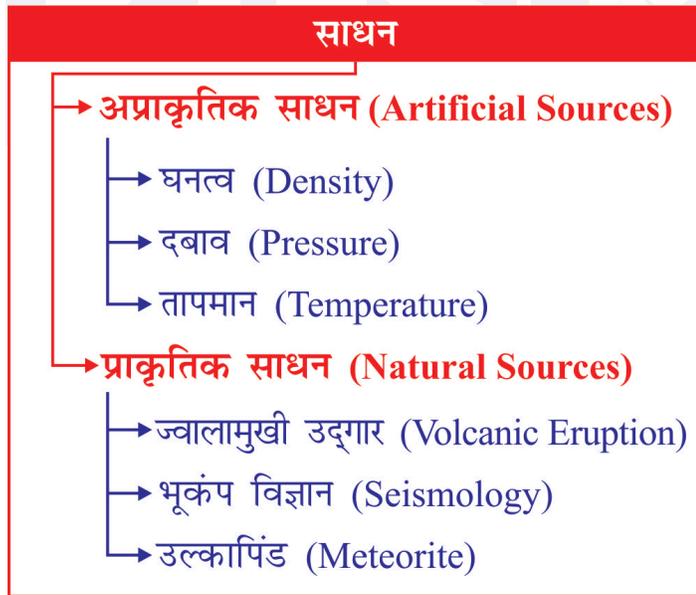
संरचना का विशद अध्ययन भूगर्भशास्त्र (Geology) में किया जाता है। पृथ्वी की आंतरिक संरचना के बारे में जानकारी प्राप्त करना एक कठिन कार्य है। क्योंकि चट्टानों के भीतर आसानी से नहीं देखा जा सकता है। पृथ्वी के अंदर अधिकतम 4 से 5 हजार मीटर की गहराई तक ही पाइप डाले जा सकते हैं जिससे केवल स्थान विशेष की ही चट्टानों के बारे में जानकारी प्राप्त करना संभव है। फिर भी, पृथ्वी की आंतरिक संरचना के बारे में जिन साधनों से जानकारी प्राप्त की जा सकती है, वे इस प्रकार हैं-

### अप्राकृतिक साधन (Artificial Sources)

- घनत्व (Density)
- दबाव (Pressure)
- तापक्रम (Temperature)

### प्राकृतिक साधन (Natural Sources) यथा-

- ज्वालामुखी के साक्ष्य (Volcanic Evidences)
- भूकंपीय साक्ष्य (Seismological Evidences)
- उल्कापिंड (Meteorite)



सम्पूर्ण पृथ्वी का घनत्व 5.5 है। इसका अर्थ यह हुआ कि पृथ्वी के आंतरिक भागों में घनत्व अधिक है। लगभग 400 किमी. की गहराई तक घनत्व 3.5 तक ही रहता है और 2900 किमी. की गहराई पर घनत्व 5.6 तक पहुँच जाता है। यहाँ पर पृथ्वी के क्रोड (Core) की सीमा शुरू होती है। इस सीमा पर पहुँच कर घनत्व एकदम बढ़ता है और 9.7 तक पहुँच जाता है इसके बाद घनत्व एक समान गति से बढ़ता है और पृथ्वी के केन्द्र पर 11 से 12 तक बढ़ता जाता है। पृथ्वी के आंतरिक भाग में इतना अधिक घनत्व होने के संबंध में दो मत प्रस्तुत किए गए हैं। पहले मत के अनुसार आंतरिक भाग पर ऊपर स्थित चट्टानों द्वारा दबाव पड़ता है, जिससे वहाँ पर घनत्व अधिक हो जाता है। परन्तु प्रयोगशाला में शैलों पर दबाव बढ़ाकर देखा गया तो एक सीमा के बाद शैलों का घनत्व नहीं बढ़ता है। अतः पृथ्वी के आंतरिक भागों का अधिक घनत्व बाह्य दबाव के कारण नहीं है। दूसरे मत के अनुसार पृथ्वी का क्रोड ऐसी चट्टानों का बना हुआ है जिनका घनत्व अधिक है। अतः विद्वान इस संबंध में लगभग एकमत हैं कि पृथ्वी का आंतरिक भाग भारी पदार्थों का बना हुआ है। पृथ्वी का क्रोड मुख्यतः लोहा तथा निकेल का बना हुआ माना जाता है क्योंकि इन्हीं पदार्थों का घनत्व इतना अधिक है। इस मत के पक्ष में विद्वानों द्वारा दो प्रमाण दिए गए हैं।

✓ पृथ्वी एक महान चुम्बक (Magnet) की भाँति व्यवहार करती है जिस कारण पृथ्वी के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र है। इससे यह सिद्ध होता है कि पृथ्वी का आंतरिक भाग चुम्बकीय धातु लोहा तथा निकेल द्वारा ही निर्मित होना चाहिए। इनके ऊपर क्रमशः हल्की शैलें होनी चाहिए और पृथ्वी के तल पर सबसे कम घनत्व वाली चट्टानें होनी चाहिए।

✓ अंतरिक्ष से पृथ्वी पर गिरने वाली उल्काओं (Meteors) के अध्ययन से यह पता चलता है कि उनके निर्माण में भी लोहे तथा निकेल जैसे भारी पदार्थों की ही प्रधानता है। विद्वानों का विचार है कि पृथ्वी की उत्पत्ति तथा उसकी आंतरिक संरचना उल्काओं जैसी ही है। अतः पृथ्वी के अन्दर भी लोहा तथा निकेल ही होना चाहिए। उल्काओं में अभी तक ऐसा कोई भी खनिज अथवा तत्व नहीं पाया गया जो पृथ्वी पर उपस्थित न हो। इसलिए पृथ्वी की आंतरिक संरचना के संबंध में उल्काओं से बहुत कुछ जाना जा सकता है।

### अप्राकृतिक साधन (Unnatural Resources)

- **घनत्व (Density)**- पृथ्वी के भू-पटल का अधिकांश भाग महाद्वीपों का बना हुआ है जिसकी रचना अवसादी चट्टानों से हुई है। इसका औसत घनत्व 2.7 है। इसके नीचे आग्नेय चट्टानें कहीं-कहीं भू-पटल के ऊपर निकल आई हैं। न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत के अनुसार

- **दबाव (Pressure)**- पृथ्वी के आंतरिक भाग में किसी स्थान पर एक वर्ग सेन्टीमीटर क्षेत्रफल पर पड़ने वाले भार को दबाव कहते हैं। धरातल के नीचे ज्यों-ज्यों बढ़ते हैं दबाव भी बढ़ता जाता है, फलस्वरूप घनत्व में वृद्धि होती है इसी कारण पृथ्वी के सबसे आंतरिक भाग में घनत्व अत्यधिक 11 या 12 g/cm<sup>3</sup> पाया जाता है। वैज्ञानिकों के अनुसार पृथ्वी के केन्द्र पर दाब सर्वाधिक है।

- **तापक्रम (Temperature)**- सामान्यतया पृथ्वी के अंदर प्रवेश करने पर प्रति 32 मीटर पर  $1^{\circ}\text{C}$  ताप की वृद्धि होती है। किन्तु इसका पता मात्र 8000 मीटर की गहराई तक ही लगाया जा सका है। यदि तापक्रम वृद्धि की इस दर को स्वीकार कर लिया जाय तो यह आकलन किया जा सकता है कि पृथ्वी के आंतरिक भाग (2,900 किमी. की गहराई) में  $25,000^{\circ}\text{C}$  तापमान होना चाहिए परंतु ऐसा नहीं होता है। क्योंकि पृथ्वी की सबसे ऊपरी परत में रेडियो सक्रिय तत्व होते हैं, जिनसे ऊष्मा निकलती है। गहराई के बढ़ने के साथ रेडियो सक्रिय पदार्थों की उपलब्धता में कमी होती जाती है जिससे तापमान भी कम होता जाता है।

### प्राकृतिक साधन (Natural Resources)

- **ज्वालामुखी क्रिया के साक्ष्य (Volcanic Evidences)**- ज्वालामुखी उद्भेदन के समय पृथ्वी के आंतरिक भाग से गर्म तथा तरल लावा निकलकर धरातल पर प्रवाहित होता है, जिससे ऐसा प्रतीत होता है कि पृथ्वी के आंतरिक भाग में विशाल मैग्मा भंडार (Magma Chamber) अवस्थित है। इससे यह निष्कर्ष निकालना आसान है कि पृथ्वी के अन्दर कुछ भाग अवश्य ही द्रव अवस्था में होना चाहिए। लेकिन यहाँ यह स्पष्टीकरण भी आवश्यक है कि पृथ्वी के ऊपरी भाग में पड़ने वाला भारी दबाव आंतरिक भाग की चट्टानों को द्रव अवस्था में आने ही नहीं देगा। अतः पृथ्वी के आंतरिक भाग को ठोस ही होना चाहिए, क्योंकि अत्याधिक दबाव के कारण चट्टानों का द्रवणांक बिन्दु (Melting Point) भी बढ़ जाता है। अतएव ज्वालामुखी क्रिया के साक्ष्यों के आधार पर पृथ्वी की आंतरिक संरचना के बारे में जानकारी प्राप्त करना सरल नहीं है।
- **भूकंप विज्ञान के साक्ष्य (Seismological Evidences)**- भूकंप विज्ञान या सीस्मोलॉजी के अंतर्गत पृथ्वी की क्रस्ट में उठने वाली भूकंपीय लहरों का भूकंपमापी यंत्र (Seismograph) द्वारा अंकन करके उनका अध्ययन किया जाता है। इस अध्ययन से पृथ्वी की आंतरिक संरचना के बारे में काफी जानकारी प्राप्त की गयी है जो सम्पूर्ण भूगर्भिक भागों में अपनी प्रकृति के अनुसार भ्रमण करती है। भूकंपीय तरंगों के अध्ययन से पूर्व यह जान लेना आवश्यक है कि जिस स्थान से भूकंप का प्रारंभ होता है, उसे 'भूकंप मूल' (Focus) तथा धरातल पर जहाँ सबसे पहले भूकंप का अनुभव किया जाता है, उसे अधिकेन्द्र (Epicenter) कहा जाता है। अधिकेन्द्र भूकंप मूल के ठीक ऊपर लम्बवत् धरातल पर स्थित होता है। भूकंप के समय उत्पन्न होने वाली लहरों या तरंगों को तीन प्रमुख श्रेणियों में रखा जाता है। जो निम्नलिखित हैं-

भूकंपों के समय उत्पन्न होने वाली लहरें/तरंगें	
लहरें	विशेषताएँ
प्राथमिक तरंगें (P तरंगें)	ये तरंगें ध्वनि तरंगों के समान होती हैं तथा ठोस, द्रव एवं गैस तीनों माध्यमों से गुजर सकती हैं। ये सर्वाधिक तीव्र गति से चलने वाली तरंगें हैं। धरातल पर सर्वप्रथम यही तरंग पहुँचती हैं।
द्वितीयक तरंगें (S तरंगें)	इन तरंगों की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि ये तरल माध्यम से संचरण करने में असमर्थ होती हैं और केवल ठोस माध्यम से ही गुजर सकती हैं।
धरातलीय तरंगें (L तरंगें)	ये दीर्घ अवधि वाली तरंगें हैं जो गहराई पर विलुप्त हो जाती हैं। इसमें कम्पन की गति सर्वाधिक होती है। ये तरंगें आड़े-तिरछे (Zigzag) धक्का देने के कारण सर्वाधिक विनाशकारी होती हैं।

- **प्राथमिक अथवा लम्बात्मक लहरें (Primary (P) or Longitudinal Waves)**- सर्वाधिक तीव्र गति से चलने वाली ये लहरें ध्वनि तरंगों की भाँति एक सीधी रेखा में चलती हैं। इसमें पदार्थों के कण गति की दिशा में ही आन्दोलित होते हैं। ये लहरें ठोस भागों में अत्यधिक तीव्र गति से प्रवाहित होती हैं। इन लहरों को P से सूचित किया जाता है तथा इन्हें अनुदैर्ध्य तरंगें भी कहते हैं। धरातल पर सर्वप्रथम यही तरंग पहुँचती हैं।
- **गौण अथवा आड़ी लहरें (Secondary (S) or Transverse or Distortional Waves)**- इनकी प्रकृति जल तथा प्रकाश तरंगों से मिलती-जुलती है। इनमें कणों की गति लहर की दिशा के समकोण पर काटती है। इनकी मुख्य विशेषता यह है कि ये प्रायः द्रव भाग में लुप्त हो जाती हैं। S से सूचित होने वाली इन तरंगों को अनुप्रस्थ तरंगें भी कहा जाता है।
- **धरातलीय लहरें (Surface Waves)**- ये लहरें पृथ्वी के ऊपरी भाग पर चलती हैं। इन्हीं लहरों से पृथ्वी के ऊपरी भाग पर अत्यधिक विनाश होता है। ये लहरें अन्य लहरों की अपेक्षा सबसे लंबा मार्ग तय करती हैं। इसमें कम्पन की गति सर्वाधिक होती है तथा साथ ही ये तरंगें आड़े-तिरछे (Zig Zag) धक्का देती हैं। अतः ये तरंगें सर्वाधिक विनाशकारी होती हैं। इनकी गति सबसे कम होती है तथा इन्हें Long Period or L Waves भी कहा जाता है। प्राथमिक (P), गौण (S) तथा धरातलीय (L) लहरों का अंकन सीस्मोग्राफ के माध्यम से किया जाता है। सीस्मोग्राफ इन तीनों प्रकार की तरंगों को रेखांकित करता है। प्रथम दोनों प्रकार की तरंगों की गति गहराई के साथ-साथ बढ़ती जाती है। हालाँकि गति में यह वृद्धि केवल 2,900 किमी. की गहराई तक ही सीमित होती है उसके बाद S तरंगें लुप्त हो जाती हैं।

जबकि P तरंगों की गति कम हो जाती है। L तरंगों पृथ्वी के धरातल पर चलती हैं। जबकि S तरंगों तरल अवस्था वाली चट्टानों के माध्यम से नहीं गुजर सकती, ये सिर्फ ठोस माध्यम से ही गुजर सकती हैं। इन तरंगों के अध्ययन से यह पता चलता है कि पृथ्वी के धात्विक क्रोड की प्रकृति तरल पदार्थ जैसी है। इसके विपरीत 2900 किमी. की गहराई तक पृथ्वी की चट्टानों का स्वभाव ठोस पदार्थ के समान होता है। भूकंप के अधिकेन्द्र पर सबसे पहले अनुभव किया जाने वाला कम्पन लघु या कमजोर कम्पन होता है, जिसे प्राथमिक कम्पन (Primary Termor) के रूप में जाना जाता है। इसके कुछ समय पश्चात् दूसरा एवं अपेक्षाकृत अधिक शक्तिशाली कम्पन का अनुभव किया जाता है। तत्पश्चात् मुख्य कम्पन (Mains Termor) आता है। इन्हीं तीनों कम्पनों को P, S तथा L लहरों का प्रदर्शक माना जाता है।

- **उल्कापिड के साक्ष्य (Meteorite)**- वर्तमान में पृथ्वी पर कई बड़े उल्कापिड हैं, जो इसी युग में पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण के कारण यहाँ आ गिरे थे। हालांकि इन पिडों की बाह्य परत तो धीरे-धीरे क्षरण के कारण नष्ट हो गई है, किन्तु उनका आंतरिक कोर बचा हुआ है। इन पिडों के कोर के आधार पर भी पृथ्वी के आंतरिक भाग की कल्पना की जाती है।

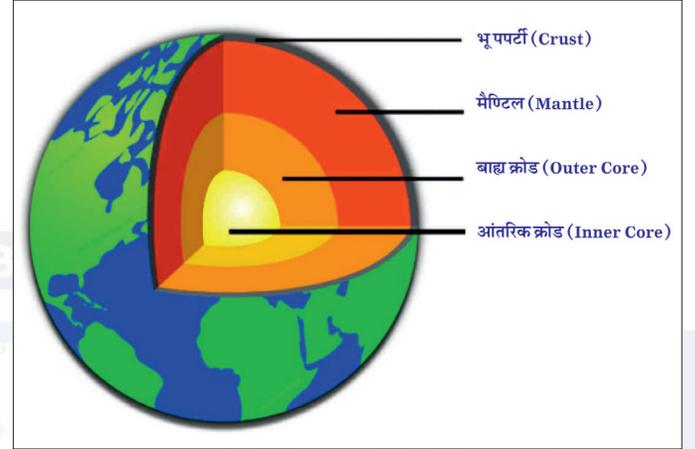
### पृथ्वी के आंतरिक भाग का रासायनिक संगठन

पृथ्वी के आंतरिक भाग की रासायनिक संरचना एवं उसके संगठन के बारे में भी विभिन्न विद्वानों के विचार परस्पर भिन्न हैं। फिर भी भौगोलिक जगत में एडवर्ड स्वेस (EowQard Suess) के विचार काफी हद तक मान्य हैं। उन्होंने यह बताया कि भूपटल का सबसे ऊपरी भाग परतदार अवसादी शैलों का बना है, जिसकी गहराई तथा घनत्व दोनों ही बहुत कम हैं। इसकी संरचना में विशेष रूप से सिलिकेट से बनी रवेदार शैल का योगदान है, जिसमें फेल्सपार तथा अभ्रक (Mica) जैसे खनिज बड़ी मात्रा पाये जाते हैं। इस परत के नीचे एडवर्ड स्वेस महोदय ने निम्न तीन परतों की उपस्थिति स्वीकार की है-

- **सियाल (Sial)**- अवसादी शैलों के नीचे सियाल की परत पाई जाती है। इसकी रचना सिलिका (Silica=Si) तथा एल्युमीनियम (Aluminium = Al) से हुई है जिस कारण इसे Sial (Si+Al) कहा जाता है। इस परत की औसत गहराई 50 से 300 किमी. तथा घनत्व 2.75 से 2.90 तक है। यह परत ग्रेनाइट शैलों की है और इसमें तेजाबी (Acid) अंश की प्रधानता है। इसमें पौटेशियम, सोडियम तथा एल्युमीनियम के सिलिकेट अधिक हैं। महाद्वीपों का निर्माण सियाल से ही हुआ है। सियाल अपने नीचे वाली परत सीमा से हल्का है इसलिए उसके ऊपर तैयार रहता है।
- **सीमा (Sima)**- सियाल के नीचे दूसरी परत सीमा की है। इसमें

सिलिका (Silica=Si) तथा मैग्नीशियम (Magnesium = Ma) की अधिकता है। इस परत का घनत्व 2.90 से 4.75 है। इसकी गहराई 1000 से 2900 किमी. तक है। यह परत बेसाल्ट की शैलों की है जिसमें क्षारीय अंश की प्रधानता है। इसमें मैग्नीशियम, कैल्शियम तथा लोहे के सिलिकेट अधिक हैं। ज्वालामुखी के उद्गारों से सीमा की शैलें लावा के रूप में पृथ्वी पर आ जाती हैं।

### पृथ्वी की आंतरिक संरचना



- **निफे (Nife)**- सीमा परत के नीचे पृथ्वी की तीसरी तथा अंतिम परत पाई जाती है। इसमें निकेल (Nickel=Ni) तथा लोहा अर्थात् फेरस (Ferrous=Fe) की प्रधानता है। इसलिए इस परत का नाम निफे (Ni+fe) रखा गया है। यह 2900 किमी. की गहराई से पृथ्वी के केन्द्र तक विस्तृत है। इसका घनत्व 11 से 12 तक है। भू-गर्भ के केन्द्रीय भाग में निकेल तथा लोहा जैसे पदार्थों की उपस्थिति से निम्नलिखित बातें प्रमाणित होती हैं-
  - ✓ यह पृथ्वी की चुम्बकीय शक्ति को प्रमाणित करता है।
  - ✓ यह पृथ्वी की स्थिरता अथवा दृढ़ता (Rigidity) को प्रमाणित करता है।
  - ✓ पृथ्वी का आंतरिक भाग धूमकेतुओं के संगठन से मेल खाता है।

### पृथ्वी के आंतरिक भाग में स्थित विभिन्न मंडल

- **स्थलमंडल (Lithosphere)**- ग्रेनाइट चट्टानों की बहुलता वाला यह मंडल धरातल से 100 किमी. नीचे तक पाया जाता है। इसका घनत्व 3.5 है। इसकी संरचना में सिलिका एवं एल्युमीनियम जैसे धातुओं की अधिकता है।
- **दुर्बलतामंडल (Asthenosphere)**- स्थलमंडल के नीचे दुर्बलतामंडल स्थित है, इसमें कठोरता तथा दृढ़ता नहीं है। इसकी मोटाई 360 किमी. है।

- **मध्यस्थमंडल (Mesosphere)**- यह दुर्बलतामंडल के नीचे स्थित है तथा अपेक्षाकृत कुछ कठोर है। इसकी मोटाई 2400 km है।
- **केन्द्रमंडल (Centrosphere)**- यह मध्यस्थमंडल के नीचे अवस्थित है। इसका घनत्व व दृढ़ता सर्वाधिक है। इसे बैरीस्फीयर (Barysphere) भी कहते हैं।

### पृथ्वी की आंतरिक संरचना से संबंधित अभिनव मत

पृथ्वी की आंतरिक संरचना से सम्बन्धित अभिनव मत के अनुसार इसके आंतरिक भाग को तीन वृहत् मण्डलों में विभाजित किया जा सकता है, जिसका आधार वर्तमान भूकंपीय लहरों की गति या उनके भ्रमण-पथ में आने वाले परिवर्तनों का वैज्ञानिक अध्ययन एवं विश्लेषण है।

- **ये तीनमंडल इस प्रकार हैं-**
  - ✓ क्रस्ट (भू-पर्पटी) (Crust)
  - ✓ मेंटल (Mantle)
  - ✓ क्रोड (Core)
- **भू-पर्पटी (Earth Crust)**- यह ठोस पृथ्वी का सबसे बाहरी भाग है। इसकी मोटाई महाद्वीपों व महासागरों के नीचे अलग-अलग है। महासागरों के नीचे इसकी औसत मोटाई 5 किमी. है जबकि महाद्वीपों के नीचे यह 30 किमी- तक, मुख्य पर्वतीय शृंखलाओं के क्षेत्र में यह 70 से 100 किमी. मोटी है। भूकंपीय लहरों की गति में अन्तर के आधार पर क्रस्ट को भी दो उपविभागों- ऊपरी क्रस्ट तथा निचली क्रस्ट में विभक्त किया जाता है। ऊपरी क्रस्ट में P लहर की गति 6.1 किमी. प्रति सेकेंड तथा निचली क्रस्ट में 6.9 किमी. प्रति सेकेंड होती है। ऊपरी क्रस्ट का घनत्व 2.8 तथा निचली क्रस्ट का 3.0 है। घनत्व में यह अंतर दबाव के कारण माना जाता है। ऊपरी क्रस्ट एवं निचले क्रस्ट के बीच घनत्व संबंधी यह असंबद्धता 'कोनराड असंबद्धता' कहलाती है।
- **प्रावार अथवा मेंटल (Mantle)**- यह पृथ्वी का सबसे बड़ा भाग है जो पृथ्वी के 83% आयतन तथा 67% द्रव्यमान में व्याप्त है। यह विभिन्न असंबद्धताओं द्वारा कई भागों में बंटा हुआ है। मुख्य असातत्य क्रमशः 410, 950 तथा 2700 किमी. की गहराई पर स्थित हैं। भौतिक लक्षणों के आधार पर इसे दो भागों में बाँटा गया है-
  - ✓ ऊपरी मेंटल जो महोरोविसिस असंबद्धता से 950 किमी. की गहराई तक विस्तृत है। इसे संक्षेप में "मोहो" (Moho) भी कहते हैं।
  - ✓ निचली मेंटल जो 950 किमी. की गहराई से वीशर्ट-गुटेनबर्ग असंबद्धता (2900 किमी. गहराई) तक विस्तृत है।

भू-पर्पटी में प्रमुख तत्वों की मात्रा			
तत्व	मात्र	तत्व	मात्र
ऑक्सीजन (O <sub>2</sub> )	46.80%	कैल्शियम (Ca)	3.6%
सिलिकॉन (Si)	27.70%	सोडियम (Na)	2.8%
एल्युमिनियम (Al)	8.0%	पोटैशियम (K)	2.5%
लोहा (Fe)	5.0%	मैग्नीशियम (Mg)	2.0%

पृथ्वी में प्रमुख तत्वों की मात्रा			
तत्व	मात्र	तत्व	मात्रा
लोहा (Fe)	35.00%	मैग्नीशियम (Mg)	13.02%
ऑक्सीजन (O <sub>2</sub> )	30.00%	निकेल (Ni)	2.40%
सिलिकॉन (Si)	15-00»	सल्फर (SO <sub>4</sub> )	1.9%
लोहा (Fe)	5.0%	मैग्नीशियम (Mg)	2.0%

भू-गर्भ की प्रमुख असंबद्धताएँ		
संबद्धताएँ	स्थिति	गहराई किमी.
कोनार्ड	आंतरिक एवं बाह्य क्रस्ट	
मोहो असंबद्धता	भूपटल एवं मेंटल के मध्य	30-35
रेपेटी असंबद्धता	बाह्य एवं आंतरिक मेंटल के मध्य	700
गुटेनबर्ग असंबद्धता	वाइचर्ट मेंटल एवं कोर के मध्य	2900
लेहमेन असंबद्धता	बाह्य एवं आंतरिक कोर के मध्य	5150

- **अन्तरतम या क्रोड (Core)**- यह पृथ्वी का सबसे आंतरिक भाग है, जो मेंटल के नीचे पृथ्वी के केन्द्र तक पाया जाता है। इसे बैरीस्फीयर (Barysphere) भी कहा जाता है। इसकी गहराई 2900 किमी. से 6371 किमी. तक है। इसका घनत्व यद्यपि मेंटल की अपेक्षा दो गुना अधिक है। किन्तु यह पृथ्वी के आयतन का मात्रा 16% तथा द्रव्यमान का 32% ही अपने में समाहित किये होता है। कोर का अधिकतम तापमान 5500°C एवं घनत्व 13 है। इसके दो उप विभाग हैं-
  - **बाह्य अन्तरतम (Outer Core)**- इसका विस्तार 2,900 किमी. से 5510 किमी. के बीच है। इसमें भूकंप की द्वितीयक लहरें या S-Waves प्रवेश नहीं कर पातीं। इससे यह प्रमाणित होता है कि यह भाग द्रव अवस्था में है।
  - **आंतरिक अन्तरतम (Inner Core)**- इसकी गहराई 5510 किमी. से 6371 किमी. (पृथ्वी के केन्द्र) तक है। इसका घनत्व सर्वाधिक

अर्थात् 13.6 है। इसमें भूकंप की P लहरों की गति 11.23 किमी. प्रति सेकेंड हो जाती है। यह भाग ठोस होता है। पृथ्वी के सम्पूर्ण अंतरतम भाग की संरचना में निकेल तथा फेरस की अधिकता है, जिसमें 80% फेरस या लोहा तथा 20% निकेल पाया जाता है।

- **असंबद्धता (Discontinuity)**- पृथ्वी की आंतरिक संरचना का वह संक्रमण क्षेत्र जहाँ दो भिन्न-भिन्न परतों यथा क्रस्ट व मेंटल अथवा मेंटल व कोर दोनों के सामान्य गुण मिलते हैं, असंबद्धता कहलाता है।
- **एस्थेनोस्फीयर**- मेंटल के ऊपरी भाग को एस्थेनोस्फीयर कहा जाता है। इसका विस्तार 400 किमी. तक आंका गया है। ज्वालामुखी उद्गार के दौरान जो मैग्मा धरातल पर पहुंचता है उसका मुख्य स्रोत यही है।

### पृथ्वी के आंतरिक भाग में तापमान और दबाव

पृथ्वी के आंतरिक भाग का तापमान अधिक है। पृथ्वी पर मिलने वाले गर्म जल में झरने और ज्वालामुखी विस्फोट इस बात के प्रमाण हैं। पृथ्वी के अंदर तापमान में वृद्धि मूलरूप से आंतरिक शक्तियों, रासायनिक प्रतिक्रियाओं, रेडियोधर्मी पदार्थों के कारण होती है। धरातल से हम जैसे-जैसे नीचे की ओर जाते हैं तापमान में क्रमशः वृद्धि होती जाती है। तापमान में होने वाले इस वृद्धि की औसत दर प्रत्येक 32 किमी. की गहराई पर 1°C सेल्सियस है। लेकिन तापमान में वृद्धि की यह दर एक निश्चित सीमा तक ही मिलती है। इस सीमा के बाद गहराई के साथ-साथ तापमान में वृद्धि दर भी घटती जाती है। यह प्रत्येक गहराई पर एक समान भी नहीं रहती। धरातल से लगभग 100 किमी. की गहराई तक 12°C से प्रति किमी. की दर से उसके नीचे 300 किमी. तक 2°C से प्रति किमी. की दर से और उसके नीचे 1°C से प्रति किमी. दर से बढ़ती है।

कल्प	आयु (वर्ष पूर्व)	पृथ्वी पर जीवन का विकास	टिप्पणी
<b>सीनोजोइक कल्प चतुर्थक कल्प</b>			
होलोसीन युग	10,000	जानवरों के शिकार तथा पशुपालन का युग, कृषि विकास, धातुओं का और अन्य खनिजों का उपयोग।	कृषि का विकास
प्लीस्टोसीन युग	2 मिलियन	आधुनिक मानव का विकास इस युग से पहले के बड़े विशालकाय जीवों का अंत।	मानव का विकास

<b>दर्शियरी कल्प</b>			
प्लायोसीन युग	5 मिलियन	समुद्री जीवों, पक्षी एवं जीव जंतुओं का उनके आधुनिक स्वरूप में विकास और आदि मानव का उदय।	घोड़े
मायोसीन युग	24 मिलियन	अफ्रीका और एशिया में पूंछहीन नर वानर, फल वाले पौधों और वृक्षों का विकास आज की तरह हो गया।	पूंछहीन नर वानर
ओलिगोसीन युग	38 मिलियन	बड़े जानवरों का अंत, गैंडे, कुत्ता, ऊंट, घोड़े, हाथी जैसे जानवर अस्तित्व में आए।	पहले घोड़े
इयोसीन युग	55 मिलियन	मछलियां, छोटे रेंगने वाले जीव-जंतु और व्हेल अस्तित्व में आए।	घास
पैलियोसीन युग	63 मिलियन	फूल देने वाले पौधों, रेंगने वाले जीव-जंतुओं तथा स्तनधारियों आदि का विकास हुआ।	छोटे स्तनपायी

<b>मीसोजोइक कल्प</b>			
क्रिटैशियस	138 मिलियन	फूल वाले पौधों की उत्पत्ति, शक इस युग के अन्त तक डाइनासोर खत्म हो चुके थे।	फूल वाले पौधे
जुरैसिक कल्प	205 मिलियन	शंकुधारी वृक्षों का विकास, इस अवधि में डाइनासोर का आकार अधिकतम बड़ा हो गया था। छोटे स्तनपायी प्राणी दिखाई दिये। पक्षियों की उत्पत्ति।	पक्षी
ट्रियासिक कल्प	240 मिलियन	शंकुधारी पौधों की उत्पत्ति। आज की तरह दिखने वाली मछलियां, समुद्री कछुए, स्तनपायी प्राणी, डाइनासोर दिखाई दिये।	पहले घोड़े

## पुराजीवी कल्प

परमियन कल्प	290 मिलियन	शंकुधारी पेड़, मछलियां तथा कई रेंगने वाले जीव अस्तित्व में आए।	बीज वाले पौधे तथा वृक्ष रेंगने वाले जीव
कार्बोनी फेरस कल्प	330 मिलियन	शल्क वाले वृक्ष, फर्न, मछलियां तथा उभयचर अस्तित्व में आए। प्रथम रेंगने वाले जीवों का विकास। वनों में अनेक प्रकार के कीट आदि। कोयले का निर्माण।	
उत्तर कार्बोनी- फेरस कल्प	360 मिलियन	घोंघे, मछलियाँ, तथा उभयचरों का विकास, प्रवाल भित्तियों की उत्पत्ति। ट्रिलोबाइट का विनाश।	उभयचर
पूर्व कार्बोनी फेरस कल्प	410 मिलियन	दलदलों में वनों का विकास। नदियों तथा झीलों आदि में मछलियां। उभयचरों तथा कीट पतंगों की उत्पत्ति।	मछलियाँ
डिवोनियन कल्प	435 मिलियन	स्पोर वाले पौधों की उत्पत्ति। प्रवाल भित्तियों की उत्पत्ति। ट्रिलोबाइट तथा घोंघे की बहुतायत।	प्रवाल
सिल्यूरियन कल्प	550 मिलियन	ट्रिलोबाइट, घोंघे तथा प्रवाल उपस्थित थे। ग्रेप्टोलाइट नामक छोटे जीव भी विद्यमान थे।	ट्रिलोबाइट
ओर्डोविसियन कल्प	570 मिलियन (लगभग)	प्रथम बार अनेक जीवाश्म दिखाई पड़े। कवच (खोल) वाले जीव तथा कुछ घोंघे विद्यमान थे। बिना जबड़े वाली मछलियां अस्तित्व में आईं।	
केम्ब्रियन कल्प	4.5 बिलियन (लगभग)	प्रवाल, जैली फिश तथा कृमि समुद्र में लगभग 1100 मिलियन वर्ष पूर्व विकसित हुए जबकि बैक्टीरिया लगभग 3-5 बिलियन वर्ष पूर्व उपस्थित थे। इससे पूर्व किसी भी प्रकार के जीवन की संभावना नहीं।	बैक्टीरिया
पूर्व केम्ब्रियन कल्प	-	-	-

## पृथ्वी: एक नजर में

- ओ-शिमड के अनुसार पृथ्वी की उत्पत्ति गैसों व धूल कणों से हुई है।
- पृथ्वी की आयु ज्ञात करने के लिए यूरेनियम डेटिंग विधि का प्रयोग किया जाता है।
- सर्वप्रथम अरस्तु ने कहा था कि पृथ्वी गोलाकार है।
- कॉपरनिकस ने कहा था कि पृथ्वी ब्रह्मांड का केन्द्र बिन्दु नहीं है व यह सूर्य के चारों ओर चक्कर काटती है न कि सूर्य पृथ्वी का।
- पारिस्थितिकी के कारण अर्थात् एक जीवधारी के रूप में पृथ्वी को ग्रीन प्लनेट कहा जाता है।
- पृथ्वी की आकृति भू-गोलाभ (Geoid) है।
- पृथ्वी शुक्र व मंगल के बीच स्थित है। यह सूर्य से दूरस्थ तीसरा तथा सौरमंडल का पांचवां सबसे बड़ा ग्रह है।
- पृथ्वी के सबसे निकटतम ग्रह शुक्र है। इसके बाद बुध, मंगल, बृहस्पति व शनि का स्थान आता है।
- ग्रहों में पृथ्वी का औसत घनत्व सर्वाधिक है।
- पृथ्वी की परिभ्रमण गति 107162 किमी./घंटा तथा परिक्रमण गति 1610 किमी./घंटा है।
- 1920 ई. में एडविन हब्ल ने प्रमाण दिए कि ब्रह्मांड का विस्तार हो रहा है। समय बीतने के साथ आकाशगंगाएं एक-दूसरे से दूर हो रही हैं।
- खगोलीय साक्ष्यों के आधार पर पृथ्वी की आयु लगभग 4.5 अरब वर्ष निर्धारित की गई है।
- पैलियोजोइक कल्प में अकशेरुकी (Invertebrates) जन्तुओं का जन्म हुआ।
- सिल्यूरियन काल में रीढ़ वाले जीवों (Vertebrates) का विकास हुआ। इसी काल में फेफड़े वाले जन्तुओं तथा मत्स्यों का विकास हुआ।
- कार्बोनिफेरस काल के कोयला संस्तर ही आज कोयला प्राप्ति के प्रमुख स्रोत है।
- जुरासिक काल डायनासोरों का युग था।
- क्रिटेशियस काल में दक्कन ट्रैप का निर्माण हुआ। इस काल में एन्जियोस्पर्म पौधों का विकास आरंभ हो गया था।
- प्लीयोसीन काल में बड़े स्तनधारियों की विभिन्न प्रजातियाँ विकसित हुईं।
- सामान्यतया पृथ्वी के सतह से नीचे जाने पर प्रति 32 मीटर पर 1°C ताप की वृद्धि होती है।
- जिस स्थान से भूकंप का प्रारंभ होता है उसे भूकंप मूल (Focus) तथा धरातल पर जहाँ सबसे पहले भूकंप का अनुभव होता है, उसे अधिकेंद्र कहा जाता है।
- सर्वाधिक तीव्र गति से चलने वाली भूकंपीय तरंग P तरंग या प्राथमिक या लम्बात्मक तरंगें हैं जो ठोस, द्रव तथा गैस, तीनों अवस्थाओं से होकर गुजर जाती हैं।

- धरातल पर सर्वप्रथम P तरंगों ही पहुंचती हैं।
- S से सूचित होने वाली तरंगों को अनुप्रस्थ तरंगें कहते हैं। ये मात्र ठोस पदार्थों से होकर गुजर सकती हैं।
- धरातलीय तरंगें पृथ्वी की सतह पर सर्वाधिक विनाश करती हैं।
- P, S तथा L तरंगों का अंकन सीस्मोग्राफ के माध्यम से किया जाता है।
- पृथ्वी के सबसे आंतरिक भाग में निकेल तथा आयरन प्रचुरता से पाए जाते हैं।
- पृथ्वी में प्रमुख तत्वों की मात्र के अनुसार लोहा (35%), ऑक्सीजन (30.0%), सिलिकॉन (15.00%), मैग्नीशियम (13.02%) प्रमुख हैं।
- भूपर्पटी में प्रमुख तत्वों की मात्र के अनुसार ऑक्सीजन (46.8%), सिलिकॉन (27.00%), एल्युमीनियम (8.0%) तथा लोहा (5.07%) प्रमुख हैं।
- पृथ्वी के सम्पूर्ण अंतरतम की संरचना में निकेल तथा फेरस की अधिकता है, जिसमें 80% फेरस या लोहा तथा 20% निकेल पाया जाता है।

## स्व कार्य हेतु

