1. अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी (Space Technology)

1.1. अर्थ (Meaning)

- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अभियांत्रिकी और वैज्ञानिक विषयों के व्यवस्थित अनुप्रयोग द्वारा बाह्य अंतरिक्ष की खोज और उपयोग है।
- इसमें अंतरिक्ष वाहन जैसे उपग्रह, अंतरिक्ष स्टेशन, ऑर्बिटल प्रक्षेपण यान और समर्थन बुनियादी ढांचे के उपकरण और प्रक्रियाओं सहित कई अन्य प्रौद्योगिकियां शामिल हैं।

1.2. अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग (Applications of Space Technology)

कृषि

- उत्पादन और लाभप्रदता बढ़ाने के लिए अंतरिक्ष-आधारित प्रौद्योगिकी किसानों, कृषिविदों, खाद्य निर्माताओं और कृषि नीति निर्माताओं के लिए महत्वपूर्ण है।
- रिमोट सेंसिंग उपग्रह मिट्टी, बर्फ आवरण, सूखे और फसल विकास की निगरानी के लिए महत्वपूर्ण डेटा प्रदान करते हैं।
- उदाहरण के लिए, उपग्रहों से वर्षा के आकलन से किसानों को अपनी फसलों के लिए आवश्यक सिंचाई के समय और मात्रा की योजना बनाने में मदद मिलती है।
- सटीक जानकारी और विश्लेषण किसी क्षेत्र के कृषि उत्पादन का पहले से अनुमान लगाने में मदद कर सकते हैं और भोजन की कमी और अकाल के प्रभावों का अनुमान लगाने और उन्हें कम करने में महत्वपूर्ण हो सकते हैं।

वैश्विक स्वास्थ्य

- संक्रामक रोगों की महामारी विज्ञान (epidemiology) का अध्ययन करने के लिए रिमोट सेंसिंग प्रौद्योगिकियों से जानकारी लागू की जा सकती है।
- डेटा का उपयोग रोग पैटर्न की निगरानी करने, रोगों के प्रसार के लिए पर्यावरणीय ट्रिगर को समझने, जोखिम क्षेत्रों की भविष्यवाणी करने और उन क्षेत्रों को परिभाषित करने के लिए किया जा सकता है जिनके लिए रोग-नियंत्रण योजना की आवश्यकता होती है।
    - यह टेली-महामारी विज्ञान (tele-epidemiology) भारत जैसे विकासशील देशों में विशेष रूप से प्रासंगिक है, जहां संक्रामक रोग मृत्यु के शीर्ष कारणों में से एक हैं।
- सुदूर, ग्रामीण और वंचित क्षेत्रों में रोगियों और स्वास्थ्य चिकित्सकों के साथ चिकित्सा विशेषज्ञों को आभासी संपर्क में लाकर, टेली-हेल्थ और टेली-मेडिसिन चिकित्सा और स्वास्थ्य संबंधी सेवाओं तक पहुंच में सुधार कर सकते हैं।

पर्यावरण

- अंतरिक्ष-आधारित प्रौद्योगिकियों ने जल चक्र, वायु गुणवत्ता, वनों और प्राकृतिक पर्यावरण के अन्य पहलुओं की वैज्ञानिक समझ को बढ़ाया है।

- ये सर्वेक्षण और निगरानी उपकरण पारिस्थितिक तंत्र की स्थिति पर बहुमूल्य जानकारी प्रदान करते हैं, जो संरक्षण और सतत संसाधन प्रबंधन सहित सकारात्मक पर्यावरणीय कार्रवाई के लिए उद्देश्यपूर्ण समर्थन प्रदान करते हैं।

सतत विकास

- विश्व के शहरों के सतत विकास को सुविधाजनक बनाने के लिए पृथ्वी अवलोकन एक महत्वपूर्ण उपकरण है।
- सतत लक्ष्यों और उनकी सार्वभौमिकता को केवल किफायती स्रोतों जैसे उपग्रह छवियों (satellite images) और समान रूप से उपलब्ध स्रोतों से आसानी से उपलब्ध डेटा के माध्यम से प्राप्त किया जा सकता है।
- निर्णयकर्ता इस जानकारी का उपयोग रुझानों को समझने, जरूरतों का मूल्यांकन करने और सभी आबादी के सर्वोत्तम हित में सतत विकास नीतियां और कार्यक्रम बनाने के लिए करते हैं।

आपदा प्रबंधन

- अंतरिक्ष-आधारित प्रौद्योगिकियां रोकथाम, तैयारी, प्रारंभिक चेतावनी, प्रतिक्रिया और पुनर्निर्माण सहित आपदा प्रबंधन चक्र के सभी चरणों में योगदान दे सकती हैं।
- किसी आपदा के घटित होने से पहले, रिमोट सेंसिंग डेटा प्रणाली और मॉडलों के लिए जानकारी प्रदान करते है जो आपदाओं की भविष्यवाणी कर सकते हैं और प्रारंभिक चेतावनी प्रदान कर सकते हैं।
- मौसम विज्ञान और भूभौतिकी उपग्रहों सहित विभिन्न प्रकार के उपग्रह तूफान की चेतावनी और खोज और बचाव प्रयासों के लिए परिचालन क्षमता प्रदान करते हैं।

शिक्षा

- वेब (web) और वीडियोकांफ्रेंसिंग और वॉयस ओवर इंटरनेट प्रोटोकॉल (voice over internet protocol) जैसी प्रौद्योगिकियां शिक्षकों और छात्रों को भौतिक स्थानों की परवाह किए बिना आभासी कक्षाएँ बनाने में मदद करती हैं।
- टेली-एजुकेशन इतना लोकप्रिय हो गया है कि दुनिया भर में कई संस्थान अब सबसे सरल निर्देश से लेकर डिग्री और डॉक्टरेट कार्यक्रमों तक दूरस्थ शिक्षा के विकल्प प्रदान करते हैं।

मानव उपनिवेश

- अंतरिक्ष-आधारित प्रौद्योगिकियाँ सामाजिक और पर्यावरणीय रूप से सतत मानव बस्तियों की योजना बनाने के लिए अद्वितीय उपकरण प्रदान करते हैं।
- केंद्र सरकार के नीति निर्माता, शहर योजनाकार, अभियान्ता और भू-दृश्य वास्तुकार भूमि उपयोग और भूमिकारूप व्यवस्था (infrastructure) के विकास के मौजूदा पैटर्न को मापने और निगरानी करने के लिए रिमोट सेंसिंग उपकरण का उपयोग करते हैं।

संचार

- अंतरिक्ष-आधारित प्रौद्योगिकियां, जैसे संचार उपग्रह, एक या कई स्थानों से आवाज, वीडियो और डेटा के साथ सिग्नल प्रसारण करके वैश्विक दूरसंचार प्रणालियों को सक्षम बनाती हैं।

- जबकि अंतरिक्ष प्रौद्योगिकियों के लिए पृथ्वी-आधारित विकल्प कभी-कभी संभव होते हैं, अंतरिक्ष-आधारित तकनीक अक्सर भूमिकारूप व्यवस्था की आवश्यकताओं को कम कर सकती है और अधिक लागत प्रभावी सेवा वितरण विकल्प प्रदान कर सकती है।
- उदाहरण के लिए, टेलीविजन कार्यक्रमों को दूर-दराज के स्थानों पर प्रसारित करने के लिए ट्रांसमिशन और प्रसारण टावरों की एक श्रृंखला के निर्माण के बजाय, उपग्रह से भेजे गए प्रसारण संकेतों को लेने के लिए दूरस्थ समुदाय (remote community) को उपग्रह डिश प्रदान किया जा सकता है।

मानवीय सहायता

- अंतरिक्ष-आधारित संचार प्रौद्योगिकियाँ अक्सर साजो-सामान योजना, त्वरित निर्णय लेने और संसाधन आवंटन में बहुमूल्य सहायता प्रदान करती हैं और इस प्रकार मानवीय सहायता की बनावट करने और वितरित करने के तरीकों में सुधार कर सकती हैं।

2. कक्षा और उसके प्रकार (Orbits and its types)

2.1. कक्षा क्या है? (What is an orbit ?)

- कक्षा एक नियमित, दोहराव वाला पथ है जिसमे अंतरिक्ष में एक वस्तु गुरुत्वाकर्षण के कारण दूसरी वस्तु के चारों ओर घूमती है।
- किसी कक्षा में स्थित किसी वस्तु को उपग्रह कहा जाता है। उपग्रह प्राकृतिक हो सकता है, जैसे चंद्रमा, या मानव निर्मित।

2.2. कक्षा का आकार (Shape of the orbit)

- सभी कक्षाओं का आकार अण्डाकार हैं।
- ग्रहों के लिए, कक्षाएं लगभग गोलाकार हैं।
- धूमकेतुओं के कक्षाओं के आकार अलग-अलग होते है। वे अत्यधिक विलक्षण या "कुचैले" होते हैं।
- पृथ्वी से ग्रह या उपग्रह की न्यूनतम दूरी को भू-समीपक (perigee) कहा जाता है। कक्षा में उस बिंदु को भूम्युच्च (apogee) कहा जाता है जहाँ उपग्रह पृथ्वी से सबसे दूर होता है।
- ग्रहों के लिए, उनकी कक्षा में सूर्य के सबसे निकट का बिंदु सूर्य समीपक (perihelion) है। सबसे दूर बिंदु को अपसौर (aphelion) कहा जाता है।

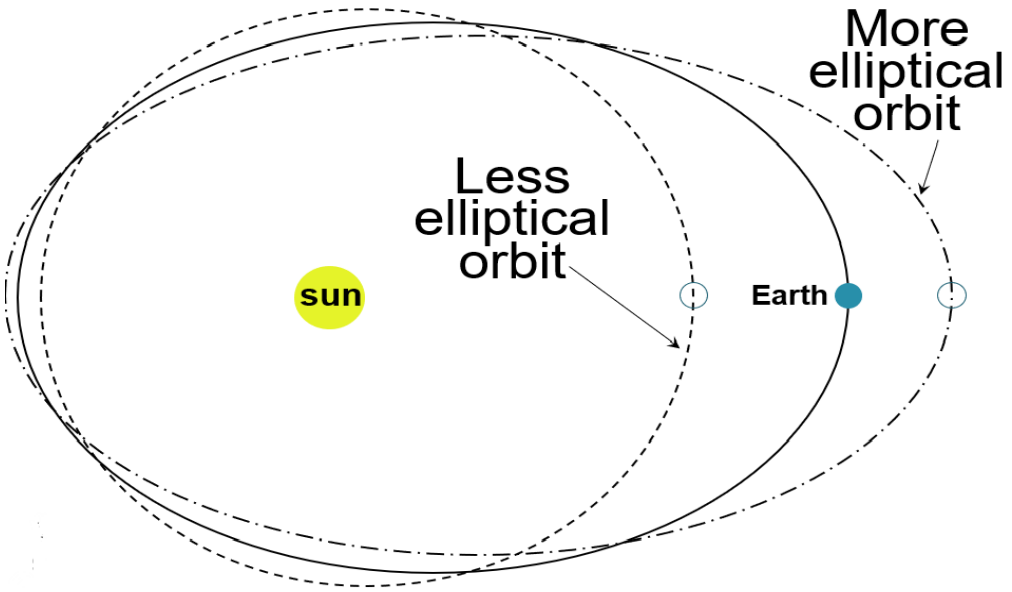

Figure.1. कक्षा का आकार

2.3. कक्षाओं के प्रकार (Types of Orbits)

2.3.1. निम्न पृथ्वी कक्षा (Low Earth Orbit-LEO)

- निम्न पृथ्वी कक्षा (LEO) एक ऐसी कक्षा है जो पृथ्वी की सतह के अपेक्षाकृत करीब होती है।
- यह सामान्यतः 1000 किमी से कम की ऊंचाई पर होती है और पृथ्वी से 160 किमी ऊपर तक हो सकती है।
- GEO में उपग्रहों के विपरीत, जिन्हें हमेशा पृथ्वी के भूमध्य रेखा के साथ परिक्रमा करनी होती है, LEO उपग्रहों को हमेशा उसी तरह पृथ्वी के चारों ओर एक विशेष पथ का अनुसरण नहीं करना पड़ता है - उसकी सतह झुकी हुई हो सकती है।
- LEO उपग्रह इमेजिंग के लिए सबसे अधिक उपयोग की जाने वाली कक्षा है, क्योंकि इसके सतह के निकट होने से उच्च रिज़ॉल्यूशन की छवियां लेना आसान हो जाता है।
- यह अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन (International Space Station-ISS) के लिए उपयोग की जाने वाला कक्षा भी है, क्योंकि अंतरिक्ष यात्रियों के लिए इससे कम दूरी पर यात्रा करना आसान होता है।
- दूरसंचार जैसे कार्यों के लिए व्यक्तिगत LEO उपग्रह कम उपयोगी होते हैं।
- वे आकाश में बहुत तेजी से चलते हैं और इसलिए उन्हें जमीनी स्टेशनों से ट्रैक करने के लिए बहुत प्रयास की आवश्यकता होती है।
- इसलिए, LEO में संचार उपग्रह अक्सर निरंतर कवरेज देने के लिए कई उपग्रहों के एक बड़े संयोजन या समूह के हिस्से के रूप में काम करते हैं।

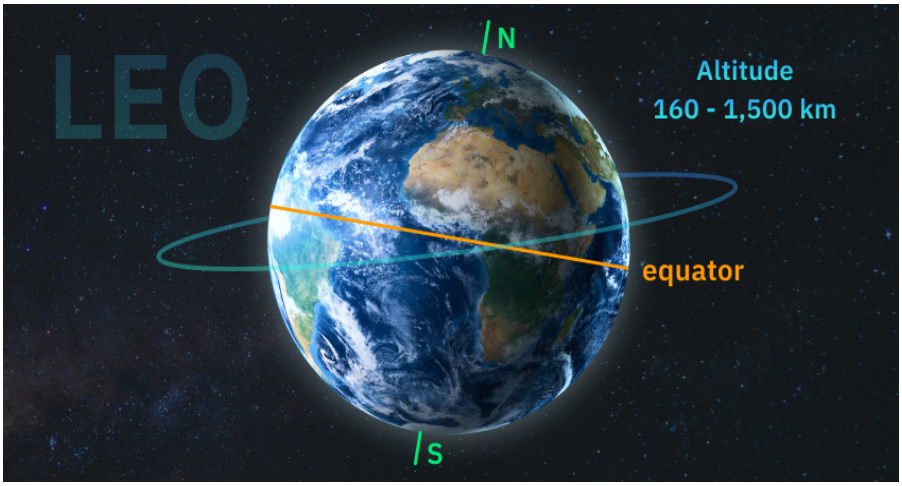

Figure.2. निम्न पृथ्वी कक्षा

2.3.2. मध्यम पृथ्वी कक्षा (Medium Earth Orbit-MEO)

- मध्यम पृथ्वी कक्षा में निम्न पृथ्वी और भूस्थैतिक कक्षाओं के बीच कहीं भी कक्षाओं की एक विस्तृत श्रृंखला शामिल होती है।
- MEO इस मायने में LEO के समान है कि इसे पृथ्वी के चारों ओर विशिष्ट पथ लेने की आवश्यकता नहीं है, और इसका उपयोग कई अलग-अलग अनुप्रयोगों के साथ विभिन्न उपग्रहों द्वारा किया जाता है।
- पोजिशनिंग और नेविगेशन सेवाएं, जैसे GPS (ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम), बड़े पैमाने पर MEO प्रकार के उपग्रहों का उपयोग करती हैं क्योंकि MEO उपग्रह मध्यम ऊंचाई पर स्थित होते हैं, इसलिए उनके पास व्यापक दृश्य क्षेत्र होता है।
- इससे उपग्रहों को अधिक संख्या में नेविगेशनल सिग्नल प्राप्त करने की अनुमति मिलती है, जिसके परिणामस्वरूप अधिक सटीक और विश्वसनीय नेविगेशनल प्रणाली तैयार होती है।

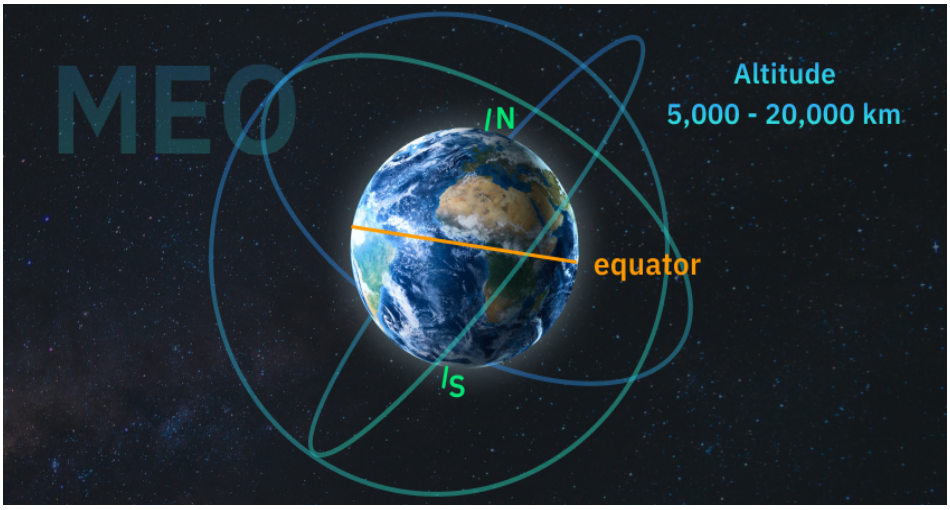

Figure.3. मध्यम पृथ्वी कक्षा

2.3.3. भू-तुल्यकाली कक्षा (Geosynchronous Orbit-GSO)

- जब कोई उपग्रह पृथ्वी के केंद्र से ठीक 42,164 किलोमीटर (पृथ्वी की सतह से लगभग 36,000 किलोमीटर) दूर पहुंचता है, तो वह एक ऐसे स्थान में प्रवेश करता है जहां उसका कक्षा पृथ्वी के घूर्णन से मेल खाती है। इस विशेष, उच्च पृथ्वी कक्षा को भू-तुल्यकाली कहा जाता है।
- GSO में उपग्रहों को पृथ्वी के चारों ओर एक चक्कर पूरा करने में 24 घंटे लगते हैं।
- अधिकांश संचार उपग्रहों को भू-तुल्यकाली कक्षा में स्थापित किया जाता है ताकि वे आकाश में एक ही बिंदु पर स्थिर दिखाई दें, जिससे जमीन-आधारित उपग्रह एंटेना के लिए उनके साथ संचार करना आसान हो जाता है।
- भूमध्य रेखा (शून्य पर विलक्षणता और झुकाव) के ठीक ऊपर वृत्ताकार भू-तुल्यकाली कक्षा में उपग्रह में भूस्थैतिक कक्षा होती है जो जमीन के सापेक्ष बिल्कुल भी गति नहीं करती।

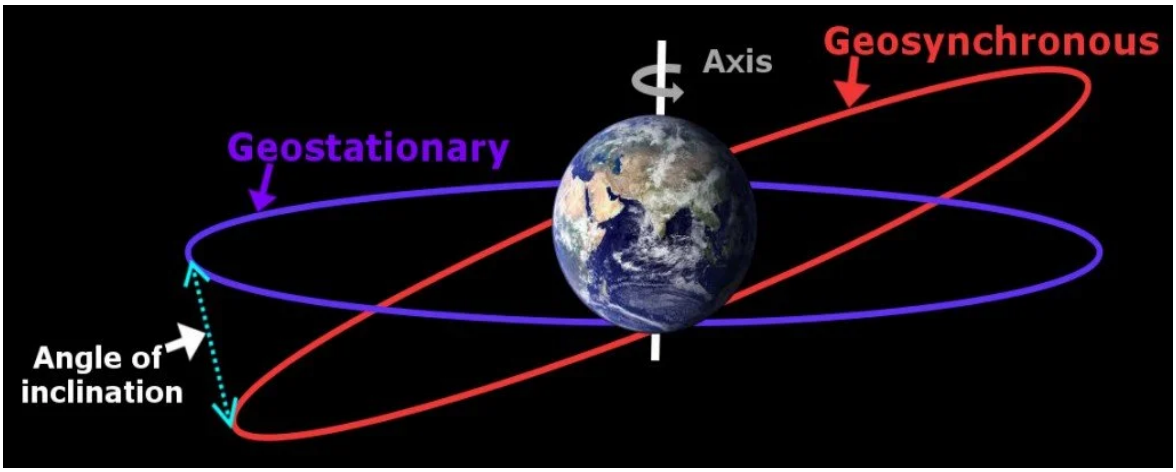

Figure.4. भू-तुल्यकाली कक्षा

2.3.4. भूस्थैतिक कक्षा (Geostationary Orbit-GEO)

- GEO में उपग्रह पृथ्वी के घूर्णन के बाद पश्चिम से पूर्व की ओर भूमध्य रेखा के ऊपर पृथ्वी का चक्कर लगाते हैं और पृथ्वी के समान गति से यात्रा करते हैं, यानी 23 घंटे 56 मिनट और 4 सेकंड।
- इससे GEO में उपग्रह एक निश्चित स्थान पर 'स्थिर' प्रतीत होते हैं।
- पृथ्वी के घूर्णन से पूरी तरह मेल खाने के लिए 35,786 किमी की ऊंचाई पर GEO उपग्रहों की गति लगभग 3 किमी प्रति सेकंड होनी चाहिए।
- दूरसंचार उपग्रहों को अक्सर GEO में रखा जाता है ताकि पृथ्वी-आधारित उपग्रह एंटेना (पृथ्वी पर स्थित) को उन्हें ट्रैक करने के लिए घूमना न पड़े, लेकिन आकाश में उस स्थान पर स्थायी रूप से इंगित किया जा सके जहां उपग्रह स्थित हैं।
- इसका उपयोग मौसम विज्ञान में विशेष क्षेत्रों में मौसम पर नज़र रखने और स्थानीय पैटर्न के विकास को ट्रैक करने के लिए भी किया जा सकता है।
- वास्तविक समय संचार के लिए GEO प्रकार के अंतरिक्ष यान का नकारात्मक पक्ष पृथ्वी से उनकी अत्यधिक दूरी के कारण लंबे समय तक विलंब सिग्नल है।

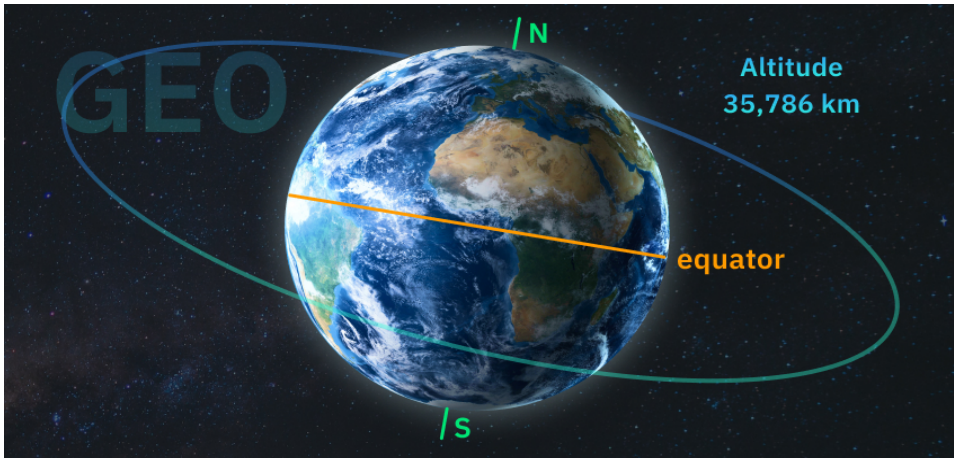

Figure.5. भूस्थैतिक कक्षा

2.3.5. सूर्य-तुल्यकालिक कक्षा (Sun-Synchronous Orbit-SSO)

- सूर्य-तुल्यकालिक कक्षा में उपग्रह पृथ्वी से 600 से 800 किमी की ऊंचाई पर ध्रुवीय क्षेत्रों में उत्तर से दक्षिण की ओर जाते हैं।
- SSO अंतरिक्ष यान की कक्षीय झुकाव और ऊंचाई को अंशशोधन किया जाता है ताकि वे हमेशा एक ही स्थानीय सौर समय पर किसी भी स्थान को पार कर सकें।

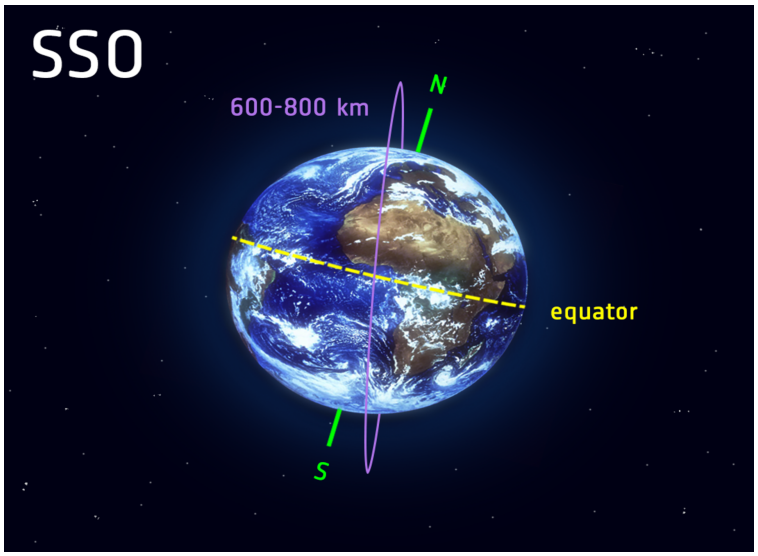

Figure.6. सूर्य-तुल्यकालिक कक्षा

- इस प्रकार, इमेजिंग के लिए प्रकाश की स्थिति सुसंगत होती है, जो इस प्रकार के उपग्रह को पृथ्वी अवलोकन और पर्यावरण निगरानी के लिए आदर्श बनाती है।
- वैज्ञानिक इन छवि अनुक्रमों का उपयोग मौसम के पैटर्न के विकास के बारे में जानने, चक्रवातों का पूर्वानुमान लगाने, वनों की आग और बाढ़ को रोकने और वनों की कटाई और समुद्र तट परिवर्तन जैसे मुद्दों पर जानकारी इकट्ठा करने के लिए करते हैं।

2.3.6. भूस्थैतिक स्थानांतरण कक्षा (Geostationary Transfer Orbit-GTO)

- अक्सर, उपग्रहों को स्थानांतरण कक्षा पर रखा जाता है; यह एक ऐसी कक्षा है जहां अंतर्निर्मित मोटरों से अपेक्षाकृत कम ऊर्जा का उपयोग करके, उपग्रह या अंतरिक्ष यान एक कक्षा से दूसरे कक्षा में जा सकते है।
- यह एक उपग्रह को GEO जैसी उच्च-ऊंचाई वाली कक्षा तक पहुंचने की अनुमति देता है। वास्तव में इस ऊंचाई तक जाने के लिए लॉन्च वाहन की आवश्यकता नहीं होती है।
- इस तरह से GEO तक पहुंचना सबसे आम स्थानांतरण कक्षाओं का एक उदाहरण है, जिसे भूस्थैतिक स्थानांतरण कक्षा (GTO) कहा जाता है।
- जब पेलोड (payload) 35,786 किमी की GEO ऊंचाई पर भूम्युच्च तक पहुंचता है, तो यह अपने इंजनों को इस तरह से फायर करता है कि यह गोलाकार GEO कक्षा में प्रवेश कर सकें और वहीं रह सकें।

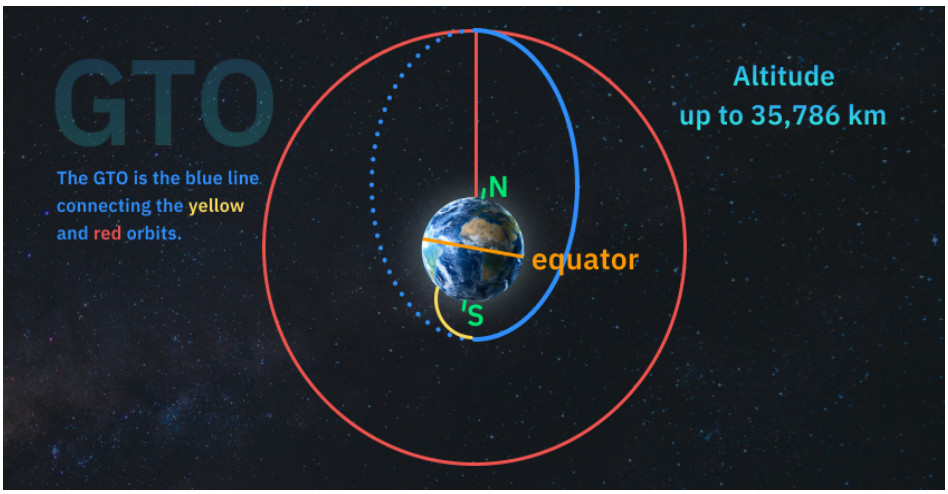

Figure.7. भूस्थैतिक स्थानांतरण कक्षा

3. लैग्रेंज पॉइंट (Lagrange Points)

3.1.लैग्रेंज पॉइंट क्या है? (What is a Lagrange Point ?)

- लैग्रेंज पॉइंट अंतरिक्ष में एक स्थान है जहां दो बड़े निकायों, जैसे कि पृथ्वी और सूर्य या पृथ्वी और चंद्रमा का संयुक्त गुरुत्वाकर्षण बल, बहुत छोटे तीसरे निकाय द्वारा महसूस किए गए केन्द्रापसारक बल (centrifugal force) के बराबर होता है।
- बलों की परस्पर क्रिया संतुलन का एक बिंदु बनाती है जहां एक अंतरिक्ष यान को अवलोकन करने के लिए "पार्क" किया जा सकता है।
- इन बिंदुओं का नाम 18वीं सदी के गणितज्ञ जोसेफ-लुई लैग्रेंज के नाम पर रखा गया है, जिन्होंने 1772 के एक पेपर में इनके बारे में लिखा था, जिसे उन्होंने "तीन-निकाय समस्या" कहा था। इन्हें लैग्रेंजियन पॉइंट और लाइब्रेशन पॉइंट भी कहा जाता है।

3.2. अलग-अलग पॉइंट (Different Points)

- पाँच ऐसे विशेष पॉइंट हैं जहाँ एक छोटा द्रव्यमान दो बड़े द्रव्यमानों के साथ एक स्थिर पैटर्न में परिक्रमा कर सकता है। इन पांच लैग्रेंज प्वाइंटो में से, तीन अस्थिर हैं और दो स्थिर हैं।
- अस्थिर लैग्रेंज पॉइंट - जिन्हें L1, L2 और L3 का नाम दिया गया है - दो बड़े द्रव्यमानों को जोड़ने वाली रेखा के साथ स्थित हैं।
- स्थिर लैग्रेंज पॉइंट - जिन्हें L4 और L5 का नाम दिया गया है - दो समबाहु त्रिभुजों के शीर्ष का निर्माण करते हैं जिनके शीर्षों पर बड़े द्रव्यमान होते हैं।

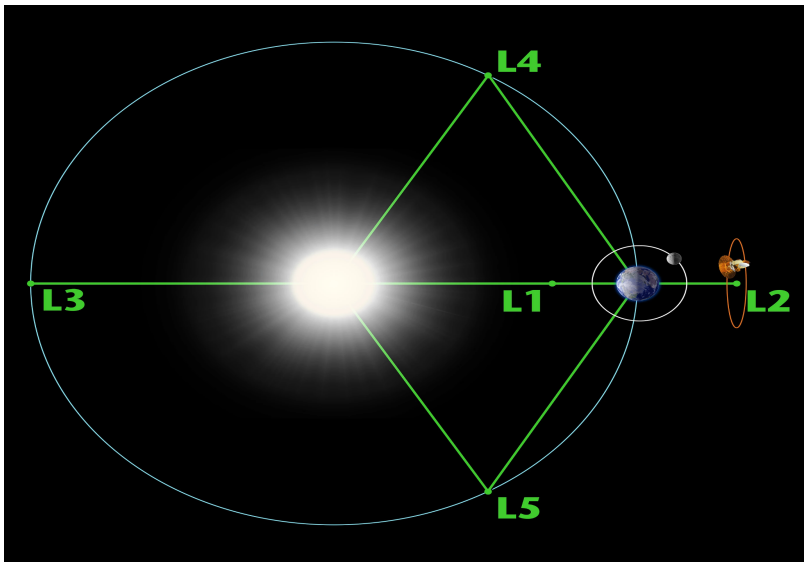

Figure.8. लैग्रेंज पॉइंट

- पृथ्वी-सूर्य प्रणाली का L1 पॉइंट सूर्य का निर्बाध दृश्य प्रदान करता है, और वर्तमान में सौर और हेलिओस्फेरिक वेधशाला उपग्रह (Solar and Heliospheric Observatory Satellite-SOHO) का निवास है। ISRO का आदित्य-L1 L1 पॉइंट पर स्थित है।
- L2 पॉइंट खगोल विज्ञान के लिए आदर्श है क्योंकि यहां अंतरिक्ष यान पृथ्वी के साथ आसानी से संचार करने के लिए काफी करीब है। L2 सौर ऊर्जा के लिए सूर्य, पृथ्वी और चंद्रमा को अंतरिक्ष यान के पीछे रख सकता है और दूरबीनों के लिए गहरे स्थान का स्पष्ट दृश्य प्रदान करता है।
- L3 सूर्य के पीछे, पृथ्वी की कक्षा के विपरीत स्थित है। फ़िलहाल, विज्ञान को इस स्थान का कोई उपयोग नहीं मिला है।
- L4 और L5 पॉइंट स्थिर कक्षाओं का निवास हैं, जब तक कि दो बड़े द्रव्यमानों के बीच द्रव्यमान अनुपात 24.96 से अधिक हो।
    - यह स्थिति पृथ्वी-सूर्य और पृथ्वी-चंद्रमा दोनों प्रणालियों और सौर मंडल में निकायों के कई अन्य जोड़े के लिए संतुष्ट है।

4. उपग्रह प्रक्षेपण यान (Satellite Launch Vehicles)

4.1. प्रक्षेपण यान क्या हैं? (What are Launch Vehicles?)

- प्रक्षेपण यान या प्रक्षेपण सिस्टम का उपयोग अंतरिक्ष यान को पृथ्वी की सतह से अंतरिक्ष में ले जाने के लिए किया जाता है।
- अधिकांश प्रक्षेपण यान लॉन्च पैड से संचालित होते हैं, जो लॉन्च कंट्रोल सेंटर और वाहन असेंबली और ईंधन भरने जैसी प्रणालियों द्वारा समर्थित होते हैं।
- उन्हें उनकी कक्षीय पेलोड क्षमता के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है, छोटे-, मध्यम-, भारी- से लेकर अति-भारी लिफ्ट तक।

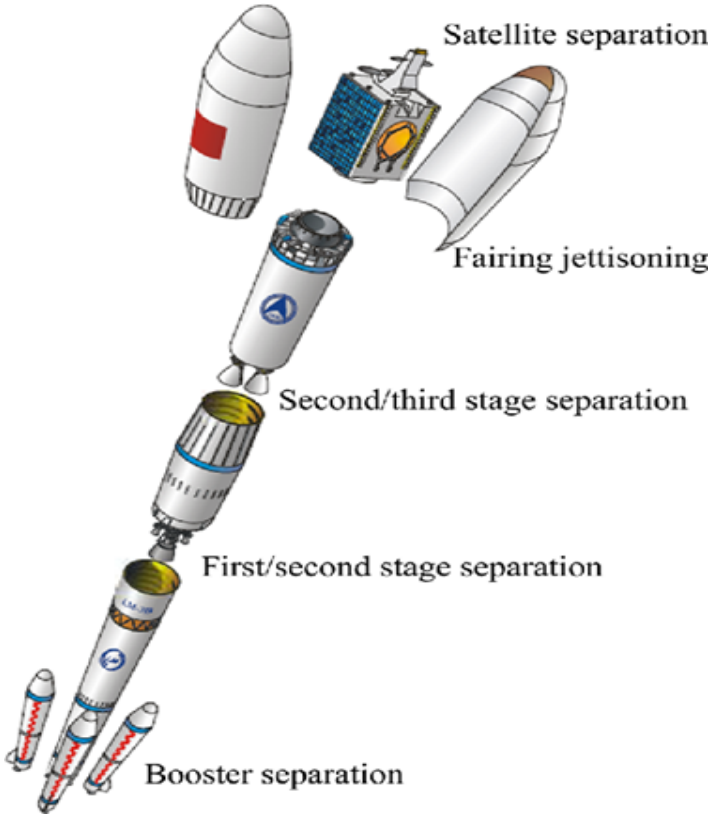

Figure.9. प्रक्षेपण यान की संरचना

4.2. उपग्रह का प्रक्षेपण (Launching of Satellite)

- उपग्रह को उचित कक्षा में स्थापित करने की प्रक्रिया को प्रक्षेपण प्रक्रिया के रूप में जाना जाता है।
- एक प्रक्षेपण यान न्यूटन के गति के तीसरे नियम का एक अच्छा उदाहरण है, अर्थात, "प्रत्येक क्रिया के लिए एक समान और विपरीत प्रतिक्रिया होती है।"
- प्रक्षेपण यान के मामले में,
    - "क्रिया" वाहन के रॉकेट इंजन में वाहन के ईंधन के दहन से उत्पन्न निकास गैसों का वाहन के पीछे से प्रवाह है, और
    - "प्रतिक्रिया" वह दबाव है, जिसे थ्रस्ट कहा जाता है, जो प्रक्षेपण यान की आंतरिक संरचना पर लागू होता है जो इसे निकास प्रवाह के विपरीत दिशा में धकेलता है।

- एक अंतरिक्ष यान के प्रक्षेपण में संचालित उड़ान की अवधि शामिल होती है, जिसके दौरान वाहन पृथ्वी के वायुमंडल से ऊपर उठता है और कम से कम कक्षीय वेग तक बढ़ जाता है।
- जब रॉकेट का अंतिम चरण जल जाता है तो संचालित उड़ान समाप्त हो जाती है, और अंतरिक्ष यान अलग हो जाता है और फ़्रीफ़ॉल में बने रहता है।

4.3. उपग्रह प्रक्षेपण यान के प्रकार (Types of Satellite Launch Vehicle)

प्रक्षेपण यान मूल रूप से बहु-चरण रॉकेट हैं और इस प्रकार इन्हें मुख्य रूप से वर्गीकृत किया गया है:

व्यय योग्य प्रक्षेपण यान (Expendable Launch Vehicles-ELV)

- व्यय योग्य प्रक्षेपण यान एक एकल-उपयोग लॉन्च वाहन है जिसका उपयोग आमतौर पर अंतरिक्ष में पेलोड प्रक्षेपण करने के लिए किया जाता है। अधिकांश उपग्रहों को ELV का उपयोग करके कक्षा में प्रक्षेपित किया जाता है।
- व्यय योग्य प्रक्षेपण वाहनों में आम तौर पर ऐसे चरण होते हैं जिन्हें एक-एक करके त्याग दिया जाता है, ताकि उन हिस्सों को ले जाना और तेज करना न पड़े जिनकी अब आवश्यकता नहीं है।
- ELV में तीन चरण होते हैं। ELV का पहला और दूसरा चरण उपग्रह को लगभग 50 मील और 100 मील तक बढ़ाता है। ELV का तीसरा चरण उपग्रह को स्थानांतरण कक्षा में स्थापित करता है।
- एक बार जब उपग्रह स्थानांतरण कक्षा में पहुंच जाता है तो प्रक्षेपण यान का कार्य पूरा हो जाता है और विभिन्न हिस्से आमतौर पर पृथ्वी पर गिरते वक्त अपने आप नष्ट हो जाते है।

पुन: प्रयोज्य प्रक्षेपण यान (Reusable Launch Vehicles-RLV)

- प्रक्षेपण वाहनों की यह श्रेणी पुन: प्रयोज्यता प्रदान करती है और इसलिए इसका उपयोग अंतरिक्ष में उपग्रहों को प्रक्षेपण करने के लिए कई बार किया जा सकता है।
- आम तौर पर इस प्रकार का प्रक्षेपण यान उपग्रह को अंतरिक्ष में छोड़ने के बाद वापस पृथ्वी पर लौट आता है। कभी-कभी RLV को अंतरिक्ष शटल नाम भी दिया जाता है।
- RLV के कार्य ELV के पहले और दूसरे चरण के कार्यों के समान हैं।
- हालाँकि, तीसरे चरण में, उपग्रह को कार्गो क्षेत्र के साथ डाला जाता है और जब RLV लगभग 150 से 200 मील की ऊंचाई प्राप्त कर लेता है तो उपग्रह कार्गो क्षेत्र से बाहर निकल जाता है।
- एक बार जब यह ऊंचाई हासिल हो जाती है तो शटल को प्रक्षेपित किया जाता है जिससे उपग्रह स्थानांतरण कक्षा में स्थापित हो जाता है। इसके बाद अंतरिक्ष यान पुन: उपयोग के लिए वापस धरती पर लौट आता है।

4.4. उपग्रह प्रक्षेपण यान के लाभ और परिसीमन (Advantages and Limitations of Satellite Launch Vehicles)

प्रक्षेपण यान	लाभ	परिसीमन
व्ययोग्य प्रक्षेपण यान	• पुन: प्रयोज्य लॉन्च सिस्टम की तुलना में डिजाइन में सरल।	• केवल एक बार ही प्रयोग योग्य। • आधुनिक पुन: प्रयोज्य

	• कम विकास लागत। • मिशन विफलता का कम जोखिम। • प्रक्षेपण होने में कम समय। • अधिक से अधिक पेलोड प्रदान करता है।	वाहनों की तुलना में इसकी प्रति-लॉन्च लागत काफी अधिक है।
पुन: प्रयोज्य प्रक्षेपण यान	• प्रति प्रक्षेपण कम लागत। • बेहतर पर्यावरणीय पदचिह्न। • पुन: प्रयोज्यता के कारण सामग्री लागत में कमी। • प्रक्षेपण लचीलेपन में वृद्धि।	• लैंडिंग और पुनर्प्राप्ति के लिए उच्च स्तर की सटीकता और परिशुद्धता की आवश्यकता होती है। • उच्च विकास लागत। • तकनीकी जटिलता।