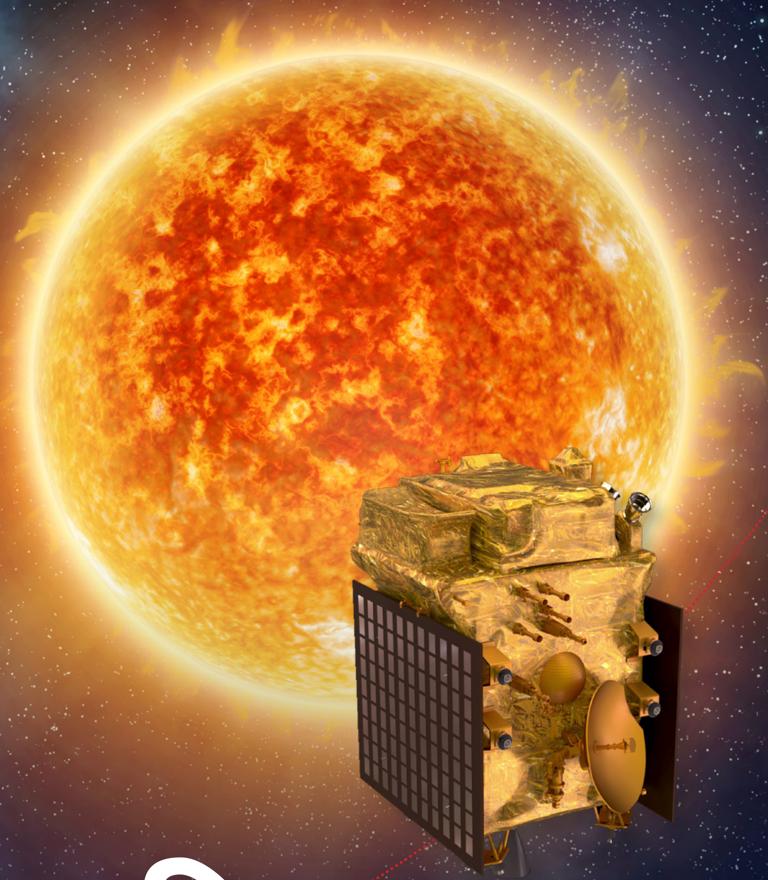


आदित्य-एल1 मिशन

वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला
प्रथम भारतीय सौर मिशन

इसरो isro

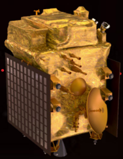
IUCAA

भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला PHYSICAL RESEARCH LABORATORY

iiA

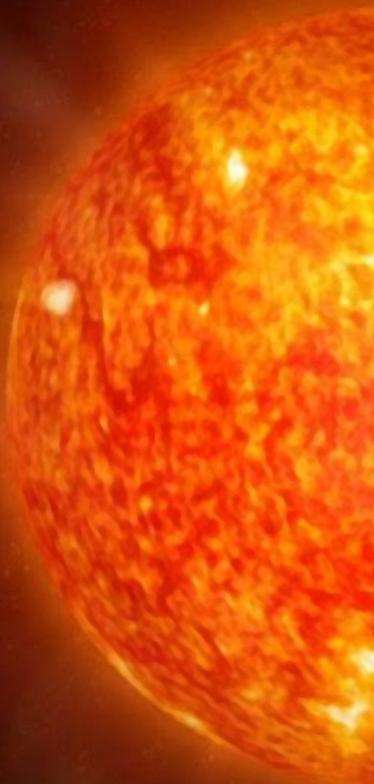
आदित्य-एल1 मिशन

वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला प्रथम भारतीय सौर मिशन



सूर्य

हमारा सूर्य सौर मंडल में निकटतम तारा एवं सर्वाधिक विशाल पिंड है। सूर्य की अनुमानित आयु लगभग 4.5 बिलियन वर्ष है। यह हाइड्रोजन तथा हीलियम गैसों का गर्म चमकता हुआ गोला है। पृथ्वी से सूर्य की दूरी लगभग 150 मिलियन किलोमीटर है तथा यह हमारे सौर मंडल के लिए ऊर्जा का स्रोत है। जैसा कि हम जानते हैं कि सौर ऊर्जा के बिना पृथ्वी पर जीवन असंभव है। सूर्य के गुरुत्वाकर्षण ने सौर मंडल के सभी पिंडों को नियत स्थान पर टिकाए रखा है। सूर्य के 'कोर' नामक मध्य क्षेत्र का तापमान अधिकतम 15 मिलियन डिग्री सेल्सियस तक पहुँच सकता है। इस तापमान पर, कोर में नाभिकीय संलयन प्रक्रिया उत्पन्न होती है, जो सूर्य को ऊर्जा प्रदान करती है। सूर्य की 'प्रकाशमंडल' नामक दृश्यमान सतह तुलनात्मक रूप से ठंडी होती है, जिसका तापमान लगभग 5,500°C (डिग्री सेल्सियस) होता है।



सूर्य का अध्ययन क्यों?

सूर्य निकटतम तारा है, इसलिए अन्य तारों की तुलना में सूर्य का अधिक विस्तार से अध्ययन किया जा सकता है। सूर्य के अध्ययन से हम अपनी मंदाकिनी के तारों के साथ-साथ अन्य विभिन्न आकाशगंगाओं के तारों के बारे में गहन जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

सूर्य के अन्दर लगातार विभिन्न प्रकार की गतियाँ होती रहती हैं। सूर्य को हम अपनी आँखों से जितना देख पाते हैं, यह वास्तव में उससे भी कहीं बड़ा और फैला हुआ है। यह अनेक विस्फोटक परिघटनाएं प्रदर्शित करता है तथा सौर मंडल में प्रचुर मात्रा में ऊर्जा छोड़ता है। यदि ऐसी कोई विस्फोटक सौर परिघटना की दिशा पृथ्वी की ओर होती है, तो यह पृथ्वी के निकट के अंतरिक्ष पर्यावरण में विभिन्न प्रकार के विक्षोभ उत्पन्न कर सकती है।

इन प्रकार के विक्षोभों से विभिन्न अंतरिक्ष यान तथा संचार प्रणालियों के प्रभावित होने की संभावना रहती है और इसलिए इस प्रकार की घटना के घटित होने से पहले ही सुरक्षात्मक उपायों के लिए इनके बारे में पूर्व चेतावनी प्राप्त करना महत्वपूर्ण होता है। इनके अतिरिक्त, किसी अंतरिक्षयात्री का इस प्रकार की विस्फोटक परिघटना के सीधे संपर्क में आना जोखिम भरा हो सकता है।

सूर्य पर विभिन्न तापीय एवं चुम्बकीय परिघटनाएं तीव्र प्रकृति की होती हैं। इस प्रकार, प्रयोगशाला में प्रत्यक्ष रूप से अध्ययन नहीं की जा सकने वाली परिघटनाओं को समझने के लिए सूर्य एक बेहतरीन प्राकृतिक प्रयोगशाला है।

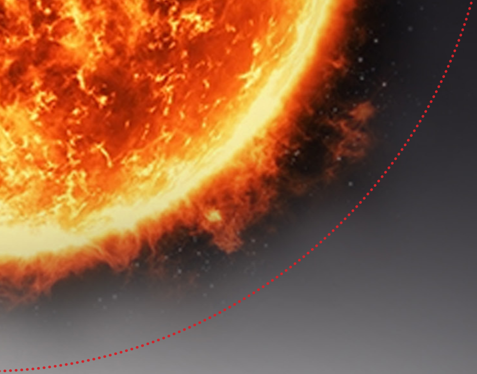
आदित्य-एल1 मिशन

वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला
प्रथम भारतीय सौर मिशन

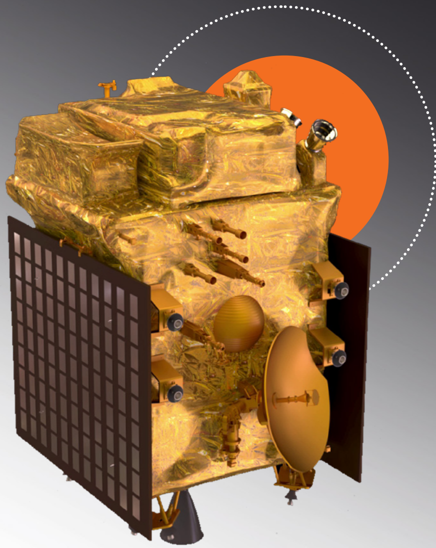
अंतरिक्ष मौसम

सूर्य पृथ्वी को विकिरण, ऊष्मा, नाभिकीय कणों एवं चुम्बकीय क्षेत्रों के सतत प्रवाह से निरंतर प्रभावित करता है। सूर्य से इन कणों के सतत प्रवाह को सौर पवन के रूप में जाना जाता है और यह अधिकत: उच्च ऊर्जा वाले प्रोटॉनों से निर्मित होता है। यह सौर पवन, ज्ञात सौर मंडल का लगभग संपूर्ण क्षेत्र व्याप्त करती है। सौर चुम्बकीय क्षेत्र भी सौर पवन के साथ-साथ सौर मंडल में हर जगह व्याप्त है। प्रभामंडलीय व्यापक उत्क्षेपण (सी.एम.ई.) जैसी अन्य विस्फोटक/ प्रस्फुटन संबंधी सौर घटनाओं के साथ यह सौर पवन अंतरिक्ष की प्रकृति को प्रभावित करती है। इन घटनाओं के दौरान, ग्रह के निकट के चुम्बकीय क्षेत्र की प्रकृति तथा आवेशित कणों के वातावरण में परिवर्तन होता है। पृथ्वी के मामले में, सी.एम.ई. से सृजित चुम्बकीय क्षेत्र के साथ पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की अन्योन्यक्रिया, पृथ्वी के निकट चुम्बकीय विक्षोभ उत्पन्न कर सकती है। ऐसी घटनाओं से अंतरिक्ष परिसंपत्तियों की कार्यशीलता प्रभावित हो सकती है।

अंतरिक्ष मौसम का आशय पृथ्वी तथा अन्य ग्रहों के आसपास अंतरिक्ष में परिवर्तनशील पर्यावरण संबंधी परिस्थितियों से है। आज के युग में हम अंतरिक्ष में अधिक से अधिक प्रौद्योगिकी का उपयोग कर रहे हैं और इसलिए अंतरिक्ष मौसम को समझना बेहद महत्वपूर्ण होता जा रहा है। साथ ही, पृथ्वी के निकट अंतरिक्ष मौसम की जानकारी से अन्य ग्रहों के अंतरिक्ष मौसम के व्यवहार को समझा जा सकता है।

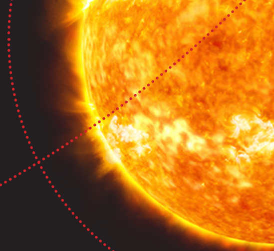


आदित्य-एल1 परिचय



आदित्य-एल1, सूर्य का अध्ययन करने हेतु वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला प्रथम भारतीय सौर मिशन है। इस अंतरिक्ष यान को पृथ्वी से लगभग 1.5 मिलियन किलोमीटर की दूरी पर सूर्य-पृथ्वी प्रणाली के लग्रांजी बिंदु 1 (एल1) की कक्षा में स्थापित करने की योजना है। एल1 बिंदु के आसपास की कक्षा में स्थित उपग्रह का बड़ा लाभ है कि यह बिना किसी आच्छादन / ग्रहण के निरंतर रूप से सूर्य का प्रेक्षण कर सकता है। यह सौर गतिविधियों का सतत प्रेक्षण करने में बहुत लाभ पहुँचाएगा। विद्युत चुम्बकीय तथा कण संसूचकों का उपयोग करते हुए प्रकाशमंडल, वर्णमंडल तथा सूर्य की सबसे बाहरी परतों (कोरोना) का प्रेक्षण करने के लिए इस अंतरिक्षयान में सात नीतभार लगाए गए हैं। एल1 के विशेष लाभकारी बिंदु के उपयोग से चार नीतभार सूर्य का सीधा प्रेक्षण करेंगे तथा शेष तीन नीतभार लग्रांजी बिंदु एल1 पर कणों और क्षेत्रों का स्वस्थाने अध्ययन करेंगे।

इस आदित्य-एल1 नीतभारों के समूह से आशा है कि यह प्रभामंडलीय तापन, प्रभामंडलीय व्यापक उत्क्षेपण, पूर्व-प्रज्वाल तथा प्रज्वाल संबंधी गतिविधियां और उनके अभिलक्षणों, अंतरिक्ष मौसम की परिवर्तनशीलता की समस्याओं को समझने, अंतरग्रहीय माध्यम आदि में कणों के प्रसार एवं क्षेत्रों के अध्ययन में अत्यंत महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करेगा।



आदित्य-एल1 मिशन

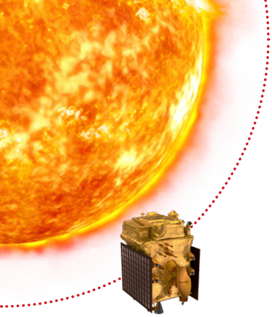
वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला प्रथम भारतीय सौर मिशन

प्रमुख वैज्ञानिक उद्देश्य

- प्रभामंडलीय तापन तथा सौर पवन त्वरण को समझना।
- प्रभामंडलीय व्यापक उत्क्षेपण (सी.एम.ई.), प्रज्वाल तथा पृथ्वी के निकट के अंतरिक्ष मौसम के उद्‌भव को समझना।
- सौर वातावरण के युग्मन तथा परिवर्तनशीलता को समझना।
- सौर पवन के वितरण तथा तापमान विषमदैशिकता को समझना।

मिशन की विशिष्टता

- पहली बार निकट परबैंगनी (यू.वी.) बैंड में स्थानिक रूप से विभेदित सौर डिस्क
- सौर डिस्क की निकटवर्ती सी.एम.ई. परिवर्तनशीलता (1.05 सौर त्रिज्या के करीब) तथा इस प्रकार से सतत प्रेक्षित न किए जा सकने वाले सी.एम.ई. के त्वरण तंत्र के बारे में जानकारी उपलब्ध कराना।
- इष्टतम प्रेक्षणों तथा आंकड़ों की मात्रा हेतु सी.एम.ई. तथा सौर प्रज्वालों के संसूचन के लिए ऑनबोर्ड बोधगम्यता।
- बहु-दिशा प्रेक्षणों के उपयोग से सौर पवन का दिशा संबंधी तथा ऊर्जा विषमदैशिकता का अध्ययन।



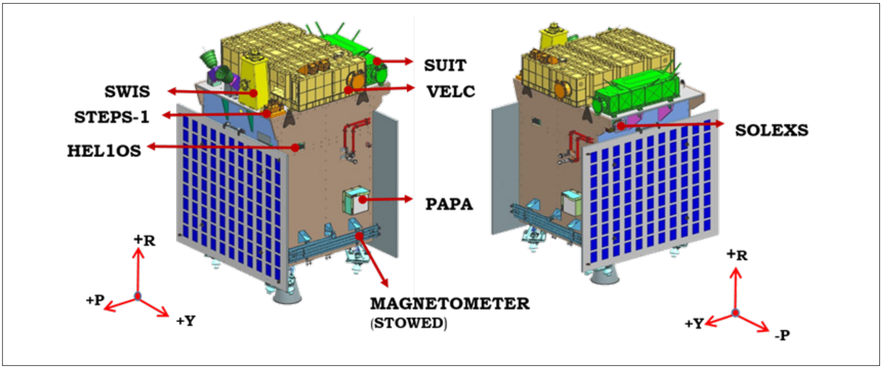
आदित्य-एल1 विज्ञान नीतभार

सूर्य के व्यवस्थित अध्ययन के लिए आदित्य-एल1 मिशन सात वैज्ञानिक नीतभारों के समूह को ले जाएगा। दृश्यमान **उत्सर्जन रेखा प्रभामंडललेखी** (वी.ई.एल.सी.) द्वारा सौर प्रभामंडल तथा प्रभामंडलीय व्यापक उत्क्षेपण का अध्ययन करेगा। **सौर पराबैंगनी प्रतिबिंबन दूरदर्शी** (एस.यू.आई.टी.) नीतभार निकट पराबैंगनी (यू.वी.) में प्रकाशमंडल तथा वर्णमंडल का प्रतिबिंबन करेगा, साथ ही निकट यू.वी. में सौर विकिरण विचलन का मापन भी बताएगा। **आदित्य सौर पवन कण प्रयोग** (ए.एस.पी.ई.एक्स.) तथा **आदित्य प्लाज्मा विश्लेषक पैकेज** (पी.ए.पी.ए.) नीतभार सौर पवन तथा ऊर्जावान आयनों के साथ-साथ उनके ऊर्जा वितरण का भी अध्ययन करते हैं। **सौर निम्न ऊर्जा एक्स-किरण वर्णक्रममापी** (एस.ओ.एल.ई.एक्स.एस.) तथा **उच्च ऊर्जा एल1 परिभ्रमणशील एक्स-किरण वर्णक्रममापी** (एच.ई.एल.1ओ.एस.) व्यापक एक्स-किरण ऊर्जा क्षेत्र में सूर्य के एक्स-किरण प्रज्वालों का अध्ययन करेगा। चुंबकत्वमापी नीतभार एल1 बिंदु पर अंतरग्रहीय चुम्बकीय क्षेत्र को मापने में सक्षम है।

देश में विभिन्न प्रयोगशालाओं द्वारा आदित्य-एल1 के वैज्ञानिक नीतभार स्वदेशी रूप से विकसित किए गए हैं। भारतीय ताराभौतिकी संस्थान, बेंगलूरु में वी.ई.एल.सी. उपकरण; अंतर विश्वविद्यालय केंद्र-खगोल विज्ञान और खगोलभौतिकी, पुणे में एस.यू.आई.टी. उपकरण; भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद में ए.एस.पी.ई.एक्स. उपकरण; अंतरिक्ष भौतिकी प्रयोगशाला, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरुवनंतपुरम में पी.ए.पी.ए. नीतभार; यू.आर. राव उपग्रह केंद्र, बेंगलूरु में एस.ओ.एल.ई.एक्स.एस. तथा एच.ई.एल.1ओ.एस. नीतभार तथा विद्युत-प्रकाशिकी तंत्र प्रयोगशाला, बेंगलूरु में चुंबकत्वमापी नीतभार का विकास किया गया है। विभिन्न इसरो केंद्रों के निकट सहयोग से सभी नीतभारों का विकास किया गया है।

आदित्य-एल1 मिशन

वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला प्रथम भारतीय सौर मिशन

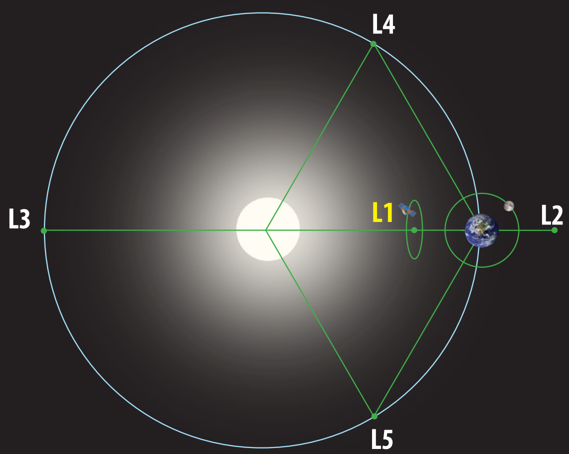


चित्र 1: अंतरिक्ष यान पर आदित्य-एल1 नीतभारों के स्थान। आर., पी. तथा वाई. अंतरिक्ष यान के प्रारंभिक, अक्षनति तथा लोटन अक्ष को प्रदर्शित करते हैं। ए.एस.पी.ई.एक्स. नीतभार में एस.डब्ल्यू.आई.एस. तथा एस.टी.ई.पी.एस. शामिल हैं।

लग्रांजी बिंदु

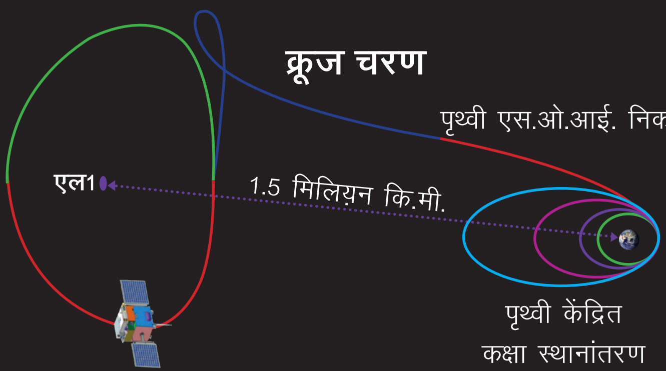
द्विपिंडीय गुरुत्वाकर्षण प्रणाली के लिए, अंतरिक्ष में लग्रांजी बिंदु वे स्थान होते हैं, जहाँ पर यदि कोई लघु पिंड रखा जाए तो उसके वहीं रुक जाने की प्रवृति होती है। अंतरिक्ष में सूर्य तथा पृथ्वी जैसी द्विपिंडीय प्रणालियों में इन अंतरिक्ष बिंदुओं का उपयोग कम ईंधन खपत के साथ-साथ अंतरिक्ष यान के इन स्थानों पर बने रहने के लिए किया जाता है।

तकनीकी रूप से लग्रांजी बिंदु पर दो बड़े पिंडों का गुरुत्वाकर्षण खिंचाव, किसी लघु पिंड के उनके साथ घूमते रहने के लिए आवश्यक अभिकेंद्री बल के बराबर होता है। द्विपिंडीय गुरुत्वाकर्षण प्रणाली के लिए कुल पाँच लग्रांजी बिंदु होते हैं, जिन्हें एल1, एल2, एल3, एल4 तथा एल5 के रूप में दर्शाया जाता है। सूर्य-पृथ्वी प्रणाली के लिए लग्रांजी बिंदुओं को चित्र में दिखाया गया है। लग्रांजी बिंदु एल1, सूर्य-पृथ्वी रेखा के बीच स्थित है। पृथ्वी से एल1 की दूरी, पृथ्वी से सूर्य की दूरी का लगभग 1% है।



चित्र 2: सूर्य-पृथ्वी प्रणाली के लग्रांजी बिंदुओं का उदाहरण

एल1 के लिए आदित्य-एल1 का प्रक्षेप पथ



चित्र-3: पृथ्वी से एल1 तक आदित्य-एल1 का प्रक्षेप पथ

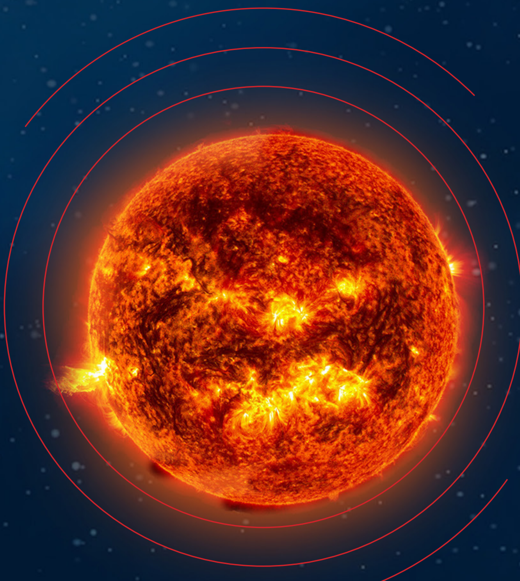
आदित्य-एल1 मिशन को सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र शार (एस.डी.एस.सी. शार), श्रीहरिकोटा से इसरो के पी.एस.एल.वी. रॉकेट द्वारा प्रमोचित किया जाएगा। शुरुआत में, अंतरिक्ष यान को निम्न भू-कक्षा में स्थापित किया जाएगा। बाद में, कक्षा को अधिक दीर्घ वृत्ताकार बनाया जाएगा और उसके बाद ऑन-बोर्ड नोदन का उपयोग करके अंतरिक्ष यान को लग्रांजी बिंदु एल1 की ओर प्रमोचित किया जाएगा। जैसे ही अंतरिक्ष यान एल1 की तरफ जाएगा, पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण प्रभाव क्षेत्र (एस.ओ.आई.) से बाहर निकल जाएगा। एस.ओ.आई. से निकलने के बाद, क्रूज चरण शुरू होगा और उसके बाद अंतरिक्ष यान को एल1 के चारों ओर एक विशाल प्रभामंडल कक्षा में अंत:क्षेपित कर दिया जाएगा। आदित्य-एल1, प्रमोचन से लेकर एल1 तक की कुल यात्रा में लगभग चार महीने का समय लेगा। आदित्य-एल1 मिशन का प्रक्षेप पथ उपर्युक्त चित्र-3 में दर्शाया गया है।

आदित्य-एल1 मिशन

वेधशाला श्रेणी का अंतरिक्ष में स्थापित होने वाला
प्रथम भारतीय सौर मिशन

सूर्य का अध्ययन अंतरिक्ष से क्यों?

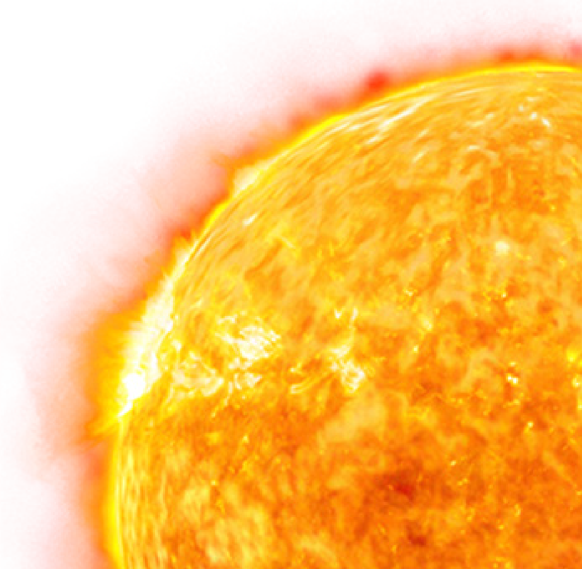
सूर्य विभिन्न ऊर्जित कणों एवं चुम्बकीय क्षेत्र के साथ लगभग सभी तरंगदैर्ध्यों में विकिरण / प्रकाश उत्सर्जित करता है। पृथ्वी का वायुमंडल एवं इसका चुम्बकीय क्षेत्र सुरक्षा कवच की तरह कार्य करता है तथा कणों एवं क्षेत्रों सहित यह कई हानिकारक तरंगदैर्ध्य विकिरणों को रोकता है। चूँकि विभिन्न विकिरण पृथ्वी की सतह तक नहीं पहुँच पाते हैं, इसलिए भू-संपर्क के उपकरण ऐसे विकिरण को संसूचित नहीं कर पाएंगें और इन विकिरणों पर आधारित सौर अध्ययन नहीं किए जा सकेंगे। तथापि, ऐसे अध्ययन पृथ्वी के वायुमंडल से बाहर अर्थात् अंतरिक्ष से प्रेक्षण करके किए जा सकते हैं। उसी प्रकार, अंतरग्रहीय अंतरिक्ष में सूर्य से सौर वायु कण तथा चुम्बकीय क्षेत्र की यात्रा को समझने के लिए एक ऐसे बिंदु से मापन करना होगा, जो भू-चुम्बकीय क्षेत्र के प्रभाव से काफी दूर हो।

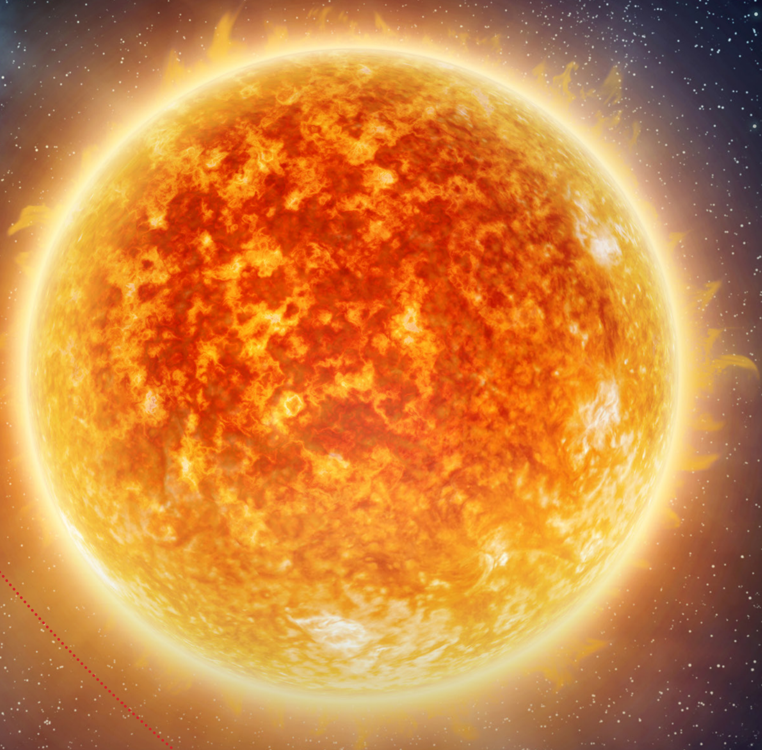


क्या आदित्य-एल1 सूर्य के अध्ययन हेतु एक पूर्ण मिशन है?

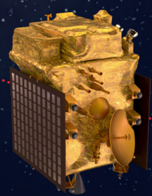
इसका स्पष्ट उत्तर है 'नहीं', जो केवल आदित्य-एल1 के लिए ही नहीं, बल्कि सामान्यत: किसी भी मिशन के लिए सत्य है। इसका कारण यह है कि वैज्ञानिक नीतभार को अंतरिक्ष में ले जाने वाले अंतरिक्ष यान के सीमित द्रव्यमान, ऊर्जा तथा आयतन के कारण, सीमित क्षमता वाले उपकरणों का सीमित समूह ही अंतरिक्ष यान पर भेजा जा सकता है। आदित्य-एल1 के मामले में, सभी मापन लग्रांजी बिंदु एल1 से किए जाएंगे। उदाहरण के रूप में, सूर्य की विभिन्न परिघटनाएं बहुदिशीय हैं और इसलिए विस्फोटक / प्रस्फुटन संबंधी परिघटनाओं की ऊर्जा के दिशा संबंधी वितरण का एकमात्र आदित्य-एल1 के साथ अध्ययन करना संभव नहीं है।

पृथ्वी अभिमुख सी.एम.ई. घटनाओं का अध्ययन करने तथा अंतरिक्ष मौसम का मूल्यांकन करने के लिए एल5 नामक अन्य लग्रांजी बिंदु एक लाभकारी बिंदु है। साथ ही, ऐसे अध्ययनों के लिए अंतरिक्ष यान कक्षाओं की प्राप्ति में आने वाली तकनीकी चुनौतियों के कारण सूर्य के ध्रुवीय क्षेत्रों का भलीभाँति अध्ययन नहीं हो पाया है। सौर चक्रों का पता लगाने में सौर ध्रुवीय परिवर्तनशीलता तथा चुम्बकीय क्षेत्रों की भूमिका महत्वपूर्ण मानी जाती है। इसके अतिरिक्त, सूर्य के चारों ओर तथा उसके अंदर घटने वाली विभिन्न प्रक्रियाओं को समझने के लिए विभिन्न तरंग-दैर्घ्यों पर सौर विकिरणों का ध्रुवण मापन आवश्यक है।





आदित्य-एल1 मिशन



भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
अंतरिक्ष विभाग, भारत सरकार
अंतरिक्ष भवन, न्यू बी.ई.एल. रोड, बेंगलूरु-560094, भारत