NVS-04 की राह तैयार: GSLV-F19 के क्रायोजेनिक इंजन का सफल फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण



मौलिक प्रतीकात्मक चित्र: pcsmantra.com

खबरों में क्यों

ISRO ने 5 नवंबर 2026 को तमिलनाडु के माहेंद्रगिरि स्थित ISRO प्रोपल्शन कॉम्प्लेक्स (IPRC) की परीक्षण-सुविधा में अगले GSLV मिशन (GSLV-F19) के लिए चुने गए क्रायोजेनिक इंजन का फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण (flight acceptance test) सफलतापूर्वक किया। यह जानकारी ISRO ने 10 नवंबर 2026 को अपनी आधिकारिक विज्ञप्ति में दी। परीक्षण 200 सेकंड तक चला; मुख्य इंजन (Main Engine) और गैस जनरेटर (Gas Generator) दोनों का प्रज्वलन अपेक्षानुसार हुआ और स्थिर-अवस्था (steady-state) में इंजन का प्रदर्शन पूर्व-अनुमान के अनुरूप संतोषजनक रहा। यह इंजन अब GSLV-F19 के क्रायोजेनिक चरण में जोड़ा जाएगा, जो NVS-04 नेविगेशन उपग्रह ले जाएगा।

परिचय: GSLV और क्रायोजेनिक चरण

GSLV (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle): ISRO का तीन-चरणीय प्रक्षेपण यान, जो भारी उपग्रहों को भू-स्थिर स्थानांतरण कक्षा (GTO) तक ले जाता है। इसका पहला चरण ठोस प्रणोदक (solid propellant) पर, दूसरा चरण तरल प्रणोदक (liquid propellant) पर और तीसरा यानी ऊपरी चरण क्रायोजेनिक तकनीक पर आधारित है।

क्रायोजेनिक चरण क्या है: 'क्रायोजेनिक' का अर्थ है अत्यंत निम्न तापमान की तकनीक। इसमें तरल हाइड्रोजन (ईंधन) और तरल ऑक्सीजन (ऑक्सीडाइज़र) को शून्य से सैकड़ों डिग्री नीचे के तापमान पर रखा जाता है। यह ईंधन-युग्म प्रति किलो उच्च प्रणोद-दक्षता (उच्च विशिष्ट प्रणोद, specific impulse) देता है, पर इसे संभालना तकनीकी रूप से सबसे कठिन माना जाता है; दुनिया के गिने-चुने देशों के पास ही यह तकनीक है।

फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण: उड़ान में लगने वाले इंजन को वास्तविक उड़ान जैसी परिस्थितियों में ग्राउंड-स्टैंड पर जलाकर जाँचना, ताकि उड़ान से पहले उसकी स्वीकार्यता (acceptance) सुनिश्चित हो सके। IPRC, माहेंद्रगिरि ISRO का प्रमुख प्रणोदन-परीक्षण केंद्र है, जहाँ तरल और क्रायोजेनिक इंजनों के परीक्षण होते हैं।

मुख्य भाग: परीक्षण का विवरण

ISRO की विज्ञप्ति के मुख्य बिंदु:

- **तिथि और स्थान:** 5 नवंबर 2026, IPRC माहेंद्रगिरि (तमिलनाडु)।
- **अवधि:** 200 सेकंड का नियोजित जलन।
- **प्रज्वलन:** मुख्य इंजन और गैस जनरेटर दोनों का प्रज्वलन अपेक्षानुसार; गैस जनरेटर वह घटक है जो टर्बो-पंप चलाकर इंजन तक ईंधन पहुँचाता है।
- **प्रदर्शन:** स्थिर-अवस्था में इंजन का प्रदर्शन सामान्य और पूर्व-अनुमानों के अनुरूप रहा।
- **अगला कदम:** यही इंजन GSLV-F19 के क्रायोजेनिक चरण में सम्मिलित होगा।

NVS शृंखला और NavIC

NavIC (Navigation with Indian Constellation) भारत का स्वदेशी क्षेत्रीय नेविगेशन उपग्रह-तंत्र है, जो स्थान-निर्धारण, नेविगेशन और समय-संकेत सेवाएँ देता है। **NVS (Navigation Satellite)** इसकी नई पीढ़ी के उपग्रह हैं; इस शृंखला के पहले उपग्रह NVS-01 को GSLV-F12 से 2023 में और NVS-02 को GSLV-F15 से जनवरी 2025 में प्रक्षेपित किया गया। GSLV-F19 से जुड़ा NVS-04 इसी शृंखला का अगला उपग्रह है, जो NavIC की क्षमता और विश्वसनीयता को और मजबूत करेगा।

परीक्षा के लिए महत्व

प्रिलिम्स की दृष्टि से: GSLV के चरण, क्रायोजेनिक ईंधन-युग्म, IPRC माहेंद्रगिरि की भूमिका, NVS शृंखला के उपग्रह और NavIC - ये सभी प्रत्यक्ष प्रश्न-विषय हैं।

मुख्य परीक्षा की दृष्टि से: स्वदेशी क्रायोजेनिक तकनीक आत्मनिर्भरता और रणनीतिक क्षमता का उदाहरण है - GS-III (विज्ञान-प्रौद्योगिकी, अंतरिक्ष) के लिए उपयोगी।

आगे की राह

परीक्षण सफल रहने के बाद इंजन GSLV-F19 के क्रायोजेनिक चरण में जुड़ेगा और मिशन NVS-04 उपग्रह को कक्षा तक पहुँचाएगा। NVS उपग्रहों की पूरी शृंखला तैनात होने से NavIC की सटीकता, कवरेज और सेवा-निरंतरता बढ़ेगी, जिसका लाभ नागरिक से लेकर रणनीतिक उपयोग तक मिलेगा।

प्रिलिम्स परीक्षा अभ्यास प्रश्न

प्रश्न1. GSLV-F19 मिशन के क्रायोजेनिक इंजन के फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:
कथन 1: यह परीक्षण ISRO प्रोपल्शन कॉम्प्लेक्स, माहेंद्रगिरि में किया गया
कथन 2: इस परीक्षण की अवधि 200 सेकंड थी
कथन 3: यह परीक्षण सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, श्रीहरिकोटा में किया गया

उपर्युक्त कथनों में से कौन-सा/से सही है/हैं?

(a) केवल 1 और 2

(b) केवल 2 और 3

(c) केवल 1 और 3

(d) 1, 2 और 3

उत्तर और व्याख्या

सही उत्तर: (a) केवल 1 और 2

व्याख्या: कथन 1 सही है: परीक्षण 5 नवंबर 2026 को IPRC माहेंद्रगिरि में हुआ। कथन 2 सही है: परीक्षण की अवधि 200 सेकंड थी और प्रदर्शन पूर्व-अनुमान के अनुरूप रहा। कथन 3 गलत है: परीक्षण IPRC माहेंद्रगिरि (तमिलनाडु) में हुआ, श्रीहरिकोटा में नहीं।

प्रश्न2. GSLV के क्रायोजेनिक ऊपरी चरण में प्रयुक्त ईंधन-युग्म कौन-सा है?

(a) ठोस प्रणोदक

(b) UDMH और नाइट्रोजन टेट्राऑक्साइड

(c) तरल हाइड्रोजन और तरल ऑक्सीजन

(d) केरोसिन और तरल ऑक्सीजन

उत्तर और व्याख्या

सही उत्तर: (c) तरल हाइड्रोजन और तरल ऑक्सीजन

व्याख्या: GSLV के क्रायोजेनिक ऊपरी चरण में अत्यंत निम्न तापमान पर रखा तरल हाइड्रोजन (ईंधन) और तरल ऑक्सीजन (ऑक्सीडाइज़र) प्रयुक्त होता है; यह युग्म उच्च विशिष्ट प्रणोद (specific impulse) देता है।

मुख्य परीक्षा अभ्यास प्रश्न

स्वदेशी क्रायोजेनिक तकनीक भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की रणनीतिक आत्मनिर्भरता के लिए महत्वपूर्ण क्यों है? GSLV-F19 के हालिया फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण के संदर्भ में चर्चा कीजिए। (सामान्य अध्ययन-III; 250 शब्द)

उत्तर की रूपरेखा:

भूमिका में: 5 नवंबर 2026 के सफल परीक्षण का परिचय; क्रायोजेनिक चरण की परिभाषा (तरल हाइड्रोजन + तरल ऑक्सीजन, अत्यंत निम्न तापमान)।

मुख्य भाग में: क्रायोजेनिक तकनीक की जटिलता और उच्च विशिष्ट प्रणोद से मिलने वाली क्षमता; स्वदेशी नेविगेशन तंत्र NavIC और NVS शृंखला (NVS-01 से NVS-04 तक) का रणनीतिक महत्व; फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण जैसी प्रक्रिया से गुणवत्ता-आश्वासन संस्कृति का संकेत।

निष्कर्ष में: निष्कर्ष रखें कि सफल परीक्षण GSLV-F19/NVS-04 मिशन की भरोसेमंदी की नींव है और स्वदेशी ऊपरी-चरण तकनीक दीर्घकालिक आत्मनिर्भरता का आधार है।

अक्सर पूछे जाने वाले प्रश्न (FAQ)

संक्षिप्त उत्तर: ISRO ने 5 नवंबर 2026 को IPRC माहेंद्रगिरि में GSLV-F19 के क्रायोजेनिक इंजन का 200 सेकंड का सफल फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण किया; यह इंजन NVS-04 नेविगेशन उपग्रह ले जाने वाले मिशन के क्रायोजेनिक चरण में जुड़ेगा।

प्रश्न: फ्लाइट एक्सेप्टेंस परीक्षण क्या होता है?

यह उड़ान में लगने वाले इंजन की अंतिम स्वीकार्यता-जाँच है, जिसमें इंजन को ग्राउंड-स्टैंड पर वास्तविक उड़ान जैसी परिस्थितियों में जलाकर उसका प्रदर्शन जाँचा जाता है; सफल होने पर ही इंजन रॉकेट में जोड़ा जाता है।

प्रश्न: NVS-04 क्या है?

NVS-04 भारत की नई पीढ़ी के नेविगेशन उपग्रहों (NVS) की शृंखला का चौथा उपग्रह है, जो NavIC - भारत के स्वदेशी नेविगेशन उपग्रह-तंत्र - को मजबूत करेगा।

प्रश्न: IPRC कहाँ स्थित है और इसकी भूमिका क्या है?

ISRO प्रोपल्शन कॉम्प्लेक्स (IPRC) तमिलनाडु के माहेंद्रगिरि में स्थित है; यहीं तरल और क्रायोजेनिक इंजनों और चरणों के परीक्षण किए जाते हैं।

स्रोत

- ISRO - ISRO conducts flight acceptance test of Cryogenic engine for next GSLV mission (10 नवंबर 2026): https://www.isro.gov.in/Cryogenic_engine_test_GSLV.html
- ISRO: GSLV Mk II and cryogenic upper stage

संबंधित लेख (आंतरिक लिंक)

- सैन फ्रांसिस्को घोषणा: AI आपूर्ति शृंखला की सुरक्षा में भारत समेत 10 देश