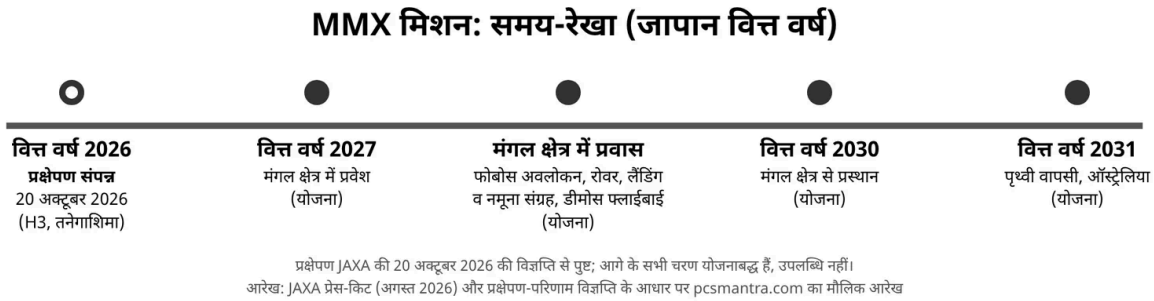
MMX: फोबोस से नमूने लौटाकर मंगल के चंद्रमाओं की उत्पत्ति की खोज

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी | GS-3 | समाचार संदर्भ तिथि: 19-20 अक्टूबर 2026 | प्रकाशित: 19 अक्टूबर 2026 | स्थिति अद्यतन: 20 अक्टूबर 2026 (JAXA की प्रक्षेपण-परिणाम विज्ञप्ति)

जापान की अंतरिक्ष एजेंसी JAXA का MMX (Martian Moons eXploration) मिशन मंगल के चंद्रमा फोबोस से नमूना वापस लाने वाला दुनिया का पहला मिशन बनने का लक्ष्य रखता है। JAXA की 20 अक्टूबर 2026 की विज्ञप्ति के अनुसार MMX का प्रक्षेपण H3 रॉकेट की उड़ान संख्या 10 से तनेगाशिमा अंतरिक्ष केंद्र से जापान समय सुबह 4:41:03 बजे (भारतीय समय लगभग 1:11 बजे) किया गया। रॉकेट योजना के अनुसार उड़ा; प्रक्षेपण के लगभग 71 मिनट 13 सेकंड बाद यान का अलग होना पुष्ट हुआ और उसे निर्धारित कक्षा में स्थापित किया गया। नमूना-वापसी का काम अभी भविष्य में है।



मौलिक प्रतीकात्मक चित्र: pcsmantra.com

चित्र के अक्षर छोटे दिखें तो चित्र को छूकर बड़ा खोलें और ज़ूम करें।

मिशन क्या है और क्यों अहम है

मंगल के दो छोटे चंद्रमा हैं: फोबोस (व्यास लगभग 23 किमी) और डीमोस (लगभग 12 किमी)। इनकी उत्पत्ति आज भी अज्ञात है। दो परिकल्पनाएँ हैं। पहली, 'ग्रहण (capture) परिकल्पना' कहती है कि ये दूर बने क्षुद्रग्रह थे जिन्हें मंगल ने अपने गुरुत्व में पकड़ लिया। दूसरी, 'विशाल टक्कर (giant impact) परिकल्पना' कहती है कि मंगल से किसी विशाल पिंड की टक्कर के मलबे से ये बने। JAXA के अनुसार सिद्धांत के स्तर पर अभी यह नहीं कहा जा सकता कि कौन-सी बेहतर है। फोबोस की मिट्टी के नमूने इस प्रश्न को सुलझाने की कुंजी हैं।

मिशन के लक्ष्य दोहरे हैं। एक, मंगल के चंद्रमाओं की उत्पत्ति जानना और यह समझना कि पृथ्वी जैसे स्थलीय ग्रहों के क्षेत्र तक पानी और कार्बनिक पदार्थ कैसे पहुँचे। दो, भविष्य के मानव मंगल अभियानों के लिए ज़रूरी तकनीकें परखना, क्योंकि इन चंद्रमाओं को भावी आधार-स्थल के उम्मीदवार के रूप में भी देखा जा रहा है। यह मिशन हायाबुसा और हायाबुसा-2 की परंपरा का अगला कदम है: हायाबुसा-2 ने 0.1 ग्राम नमूने का लक्ष्य रखा था और 5.4 ग्राम लाने में सफल रहा था।

यान और यात्रा की रूपरेखा

JAXA की प्रेस-किट के अनुसार यान का प्रक्षेपण द्रव्यमान 4,480 किग्रा है, जिसे मित्सुबिशी इलेक्ट्रिक ने बनाया है। यह तीन मॉड्यूल वाला है: जाने के लिए प्रणोदन मॉड्यूल, मंगल-क्षेत्र में काम के लिए अन्वेषण मॉड्यूल, और लौटने के लिए रिटर्न मॉड्यूल।

प्रक्षेपण यान H3-24L है। पृथ्वी से सबसे दूरी पर संचार में लगभग 40 मिनट का आना-जाना लगता है (लगभग 2.5 खगोलीय इकाई)।

योजना के चरण इस क्रम में हैं: प्रक्षेपण (जापान वित्त वर्ष 2026; 20 अक्टूबर 2026 को संपन्न), मंगल की कक्षा में प्रवेश (वित्त वर्ष 2027, मिशन के पहले भाग की सबसे बड़ी चुनौती), फोबोस के साथ-साथ चलने वाली कक्षा से सबसे विस्तृत अवलोकन, IDEFIX रोवर का फोबोस पर उतरना, फोबोस पर यान की नरम लैंडिंग और नमूना संग्रह (दो लैंडिंग की योजना), डीमोस के पास से गुज़रकर अवलोकन, वित्त वर्ष 2030 में मंगल क्षेत्र से प्रस्थान, और वित्त वर्ष 2031 में पृथ्वी वापसी, जब नमूना-कैप्सूल ऑस्ट्रेलिया में उतारा जाएगा। एक तरफ़ की अंतरग्रहीय यात्रा लगभग एक वर्ष से कम की है और पूरा मिशन लगभग पाँच वर्ष का नियोजित है। ध्यान रहे कि जापान का वित्त वर्ष अप्रैल से मार्च चलता है, इसलिए ये वर्ष कैलेंडर वर्ष से अलग हो सकते हैं।

नमूना संग्रह का लक्ष्य

यान फोबोस पर कुछ घंटे रुकेगा। मैनिपुलेटर और कोरर वाले उपकरणों से कम से कम 2 सेंटीमीटर की गहराई से 10 ग्राम से अधिक नमूना लेने का लक्ष्य है। नमूना लेने के दो उपकरण हैं: कोरिंग सैंपलर (C-SMP) और न्यूमैटिक सैंपलर (P-SMP)। लक्ष्य अभी केवल लक्ष्य है, इसकी प्राप्ति मिशन के भविष्य के चरणों पर निर्भर है। JAXA यह भी बताता है कि नमूनों में मंगल की उल्का-सामग्री जैसी अशुद्धियाँ आना अपरिहार्य है।

स्थिति और सहयोग

JAXA के नेतृत्व वाले इस मिशन में NASA, फ्रांस की CNES, जर्मनी की DLR और यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी (ESA) का सहयोग है। मिशन संचालन के लिए जापान के अपने गहन-अंतरिक्ष स्टेशनों के साथ NASA के DSN और ESA के ESTRACK नेटवर्क की मदद ली जाएगी।

महत्वपूर्ण: प्रक्षेपण और यान का रॉकेट से अलग होना JAXA की 20 अक्टूबर 2026 की विज्ञप्ति से पुष्ट हो चुका है, पर मिशन का परिणाम आगे के चरणों पर निर्भर है। मंगल क्षेत्र में प्रवेश, फोबोस पर उतरना, कम से कम 2 सेमी की गहराई से 10 ग्राम से अधिक नमूना लेना (यह लक्ष्य है) और पृथ्वी-वापसी (जापान के वित्त वर्ष 2031 के लिए नियोजित) अभी होने बाकी हैं।

परीक्षा की दृष्टि से सावधानियाँ

'10 ग्राम' और '2 सेंटीमीटर' लक्ष्य हैं, उपलब्धि नहीं, और लक्ष्य 'कम से कम 2 सेमी गहराई' का है, 'अधिकतम' का नहीं। प्रक्षेपण 20 अक्टूबर 2026 को हो चुका है, पर मंगल-प्रवेश, प्रस्थान और वापसी के वर्ष योजना के अनुसार हैं। फोबोस प्राथमिक लक्ष्य है, डीमोस की केवल फ्लाईबाई अवलोकन की योजना है। दोनों उत्पत्ति-परिकल्पनाएँ अभी अपुष्ट हैं।

प्रारंभिक परीक्षा शैली: अभ्यास प्रश्न

1. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए :
1. JAXA के प्रेस-किट के अनुसार MMX का लक्ष्य कम से कम 2 सेमी की गहराई से 10 ग्राम से अधिक नमूना लेना है।
2. 18 अक्टूबर 2026 की JAXA प्रक्षेपण-सूचना के आधार पर यह नमूना-लक्ष्य प्राप्त हो चुका है।
3. JAXA की योजना में फोबोस प्राथमिक लक्ष्य है और डीमोस के लिए केवल फ्लाईबाई अवलोकन की योजना है।
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: (c)

2. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए :
1. JAXA के प्रेस-किट में फोबोस का व्यास लगभग 23 किमी और डीमोस का लगभग 12 किमी बताया गया है।
2. 18 अक्टूबर 2026 की JAXA प्रक्षेपण-सूचना के अनुसार MMX मंगल के चंद्रमा से नमूना लेकर पृथ्वी लौट चुका है।
3. JAXA के प्रेस-किट में डीमोस पर यान की लैंडिंग की योजना बताई गई है।
उपर्युक्त में से कितने कथन सही हैं ?

- (a) केवल एक
- (b) केवल दो
- (c) सभी तीन
- (d) कोई नहीं

उत्तर: (a)

3. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए :
कथन-I : JAXA की योजना में MMX की पृथ्वी-वापसी जापान के वित्त वर्ष 2031 के लिए नियोजित है, यह पूरी हो चुकी उपलब्धि नहीं है।
कथन-II : JAXA के प्रेस-किट के अनुसार नमूना-कैप्सूल को ऑस्ट्रेलिया में उतारे जाने की योजना है।
उपर्युक्त कथनों के संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन-सा सही है ?

- (a) कथन-I और कथन-II दोनों सही हैं तथा कथन-II, कथन-I की सही व्याख्या है
- (b) कथन-I और कथन-II दोनों सही हैं, लेकिन कथन-II, कथन-I की सही व्याख्या नहीं है
- (c) कथन-I सही है, लेकिन कथन-II गलत है
- (d) कथन-I गलत है, लेकिन कथन-II सही है

उत्तर: (b)

मुख्य परीक्षा शैली: अभ्यास प्रश्न

1. अंतरिक्ष पिंडों के नमूने पृथ्वी पर लाना दूरसंवेदी अवलोकन को कैसे पूरक बनाता है? MMX के संदर्भ में समझाइए। (150 शब्द, 10 अंक)

उत्तर की रूपरेखा

भूमिका में: दूर से (दूरसंवेदी) अवलोकन सतह और संरचना की जानकारी देता है, पर उसकी सीमाएँ हैं।

मुख्य भाग में: नमूने का योगदान: प्रयोगशाला में संघटन और बनावट की विस्तृत जाँच, जो यान के उपकरणों से संभव नहीं; फोबोस की उत्पत्ति की दो परिकल्पनाओं (ग्रहण बनाम विशाल टक्कर) की जाँच। पूरकता: MMX के कक्षा-अवलोकन, रोवर और नमूना, तीनों मिलकर तस्वीर पूरी करते हैं। सीमाएँ: नमूना सीमित और अशुद्धियों (मंगल की उल्का-सामग्री) वाला; लक्ष्य अभी योजना है, लौटना 2031 के लिए नियोजित है।

निष्कर्ष में: नमूना-वापसी और दूरसंवेदन एक-दूसरे के विकल्प नहीं, पूरक हैं।

2. अंतरिक्ष क्षेत्र में अंतरराष्ट्रीय सहयोग के संदर्भ में MMX मिशन का आकलन कीजिए। (150 शब्द)

उत्तर की रूपरेखा

भूमिका में: MMX को JAXA के नेतृत्व में चल रहे अंतरराष्ट्रीय अंतरिक्ष सहयोग के उदाहरण के रूप में रखें।

मुख्य भाग में: NASA, फ्रांस की CNES, जर्मनी की DLR और ESA की भागीदारी का उल्लेख करें। मिशन संचालन में जापान के गहन-अंतरिक्ष स्टेशनों के साथ NASA के DSN और ESA के ESTRACK नेटवर्क की भूमिका समझाएँ। साझा सहयोग को फोबोस के अवलोकन, नमूना-संग्रह और पृथ्वी-वापसी जैसे अलग-अलग चरणों से जोड़ें। प्रक्षेपण की पुष्टि को पूरे मिशन की सफलता न मानें; मंगल-क्षेत्र में प्रवेश, लैंडिंग और नमूना-वापसी अभी भविष्य के चरण हैं।

निष्कर्ष में: MMX में सहयोग वैज्ञानिक लक्ष्य और मिशन संचालन को जोड़ता है। इसके परिणामों का मूल्यांकन नियोजित चरणों की वास्तविक उपलब्धियों के आधार पर किया जाना चाहिए।

स्रोत

JAXA, Press Release ‘Launch result of the Martian Moons eXploration (MMX) spacecraft aboard H3 Launch Vehicle flight No.10’, 20 October 2026

JAXA, Press Release ‘Launch time of the Martian Moons eXploration (MMX) spacecraft aboard H3 Launch Vehicle Flight No.10’, 18 October 2026 (प्रक्षेपण-पूर्व सूचना)

JAXA, MMX Press Kit (August 2026)

ESA, ‘Mars moon lander set to launch on 19 October’ (प्रक्षेपण-पूर्व सूचना)

JAXA MMX आधिकारिक साइट