

शैक्षणिक संदर्भ अंक १४६ (फेब्रुवारी - मार्च २०२४)

चंद्राकडून सूर्याकडे : इस्रोची आदित्य - एल१ मोहीम

लेखक : डॉ. डी. रघुनंदन



चंद्राकडून सूर्याकडे : इस्रोची आदित्य - एल१ मोहीम

लेखक : डॉ. डी. रघुनंदन

चंद्रावर सहज आणि सुरक्षितपणे यान उतरवण्याचे प्रात्यक्षिक दाखवणाऱ्या, अत्यंत यशस्वी चांद्रयान-३ मोहिमेनंतर, लगेचच २ सप्टेंबर २०२३ रोजी इस्रो (ISRO)ने सूर्याचा



आदित्य - एल१
स्रोत

https://www.isro.gov.in/AdityaL1_gallery.html

अभ्यास करण्यासाठी आपली आदित्य-एल१ मोहीम सुरू केली. अनेक दशके पृथ्वीअंतर्गत उपयुक्त मोहिमांवर लक्ष केंद्रित केल्यानंतर, गेल्या दोन दशकांमध्ये इस्रोने पृथ्वीपासून ते आपल्या सौरमालेच्या इतर भागांपर्यंत काढलेल्या अभ्यास मोहिमांपैकी ही एक नवीन मोहीम आहे. या आधीच्या मोहिमांमध्ये पृथ्वीचे निरीक्षण, दूर संवेदन (रिमोट सेन्सिंग), संसाधनांचे नकाशा चित्रण (रिसोर्स मॅपिंग) इत्यादी कामांसाठी पृथ्वीच्या जवळच्या कक्षेत (LEO-LowEarthOrbit) उपग्रह सोडले गेले होते किंवा संदेशवहन आणि दळणवळण (communications and navigations systems) इत्यादीसाठी उंचावरील भूसमकालिक (geosynchronous) किंवा भूस्थिर कक्षेमध्ये

(GSO-geostationary orbits) सोडले गेले होते. या नवीन उपक्रमातून इस्रोची वाढती क्षमता, आत्मविश्वास आणि महत्त्वाकांक्षा दिसून येते. याला लागोपाठच्या सरकारांचा पाठिंबा आणि अंतराळप्रवास करणाऱ्या इतर राष्ट्रांच्या तुलनेत कमी असला तरी, अलिकडच्या दशकात उपलब्ध झालेला निधीही कारणीभूत आहे.

आदित्य - एल१ ही मंगळयान किंवा मार्स ऑर्बिटर मिशन (MOM) नंतर बाह्य अवकाशात केलेली इस्रोची पुढची मोहीम आहे, आणि हा पृथ्वी-चंद्र प्रणालीच्या पलीकडे पोहोचण्याचा भारताचा पहिलावहिला प्रयत्न आहे. आदित्य - एल१ मोहिमेबद्दल शास्त्रीयदृष्ट्या मनोरंजक आणि महत्त्वपूर्ण अशा अनेक बाबी सांगण्यासारख्या आहेत. तर, या मोहिमेकडे जरा अधिक बारकाईने पाहू या.

आदित्य - L1 मोहीम

आदित्य यान हे १४८० किलोग्राम वजनाचे, तुलनेने हलके अंतराळयान आहे. यामध्ये वेधशाळेच्या दर्जाची, भारतीय बनावटीची ७ उपकरणे बसवलेली आहेत. ही भारताची पहिली सौर वेधशाळा आहे.

भारताच्या अंतराळ मोहिमांमध्ये अतिशय उपयुक्त ठरलेल्या PSLV/XL या मध्यम-वजनाच्या रॉकेट लाँचरवरून, तुलनेने मोठी मध्यवर्ती घन-इंधन टाकी आणि ६ स्ट्रॅप-ऑन सॉलिड बूस्टर यांसह श्रीहरिकोटा येथून यानाचे प्रक्षेपण करण्यात आले. 'स्ट्रॅप-ऑन बूस्टर' हे प्रक्षेपण वाहनाच्या मध्यवर्ती भागाशी समांतर जोडलेले पूरक रॉकेट थ्रस्टर्स असतात; हे यानाला अतिरिक्त थ्रस्ट किंवा रेटा देतात. यामुळे रॉकेटला जड वजन उचलता येते आणि रॉकेटच्या मुख्य थ्रस्टर्सच्या क्षमतेच्या बाहेर असणाऱ्या कक्षेपर्यंत पोहोचता येते.

इस्रो पृथ्वीच्या पलीकडे असलेल्या मोहिमांसाठी सध्या वापरत असलेल्या पद्धतीनुसार, हे यान पृथ्वीभोवती २३५ कि.मी. आणि १९,५०० कि.मी. व्यासाच्या लांबलचक लंबवर्तुळाकार कक्षेत ठेवण्यात आले होते. आदित्यवर असलेल्या लिक्विड अपोजी मोटर्स (LAM) च्या साहाय्याने तीन वेळा यानाची कक्षा वाढवण्यात आली. ३, ५ आणि १० सप्टेंबर रोजी, कक्षा अनुक्रमे २४५ x २२,४५९ कि.मी., २८२ x ४०,२२५ कि.मी. आणि २९६ x ७१,७६७ कि.मी. पर्यंत वाढवण्यात आल्या. अशा आणखी २ वेळा कक्षा वाढवल्यानंतर, इस्रोने कौशल्य मिळवलेले गोफण (स्लिंगशॉट) तंत्र वापरून, अंतराळयान पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाच्या पलीकडे अंतराळात सोडले गेले. यानंतर आदित्यने त्याच्या तरंगण्याच्या टप्प्यात प्रवेश केला आणि त्याला ट्रान्स-L1 मार्गामध्ये सोडले गेले. येथून यान एल१(L1) किंवा लॅग्रेंज बिंदू १ (Lagrange Point1) असे नाव असलेल्या अवकाशातील एका बिंदूभोवती फिरेल, अशा प्रकारे त्याचे स्थान निश्चित केले गेले.

आता पुढील भागात, सूर्य-पृथ्वी प्रणालीच्या ५ लॅग्रेंज बिंदूंची माहिती घेऊ. विशेषतः एल१, या बिंदूविषयी जास्त चर्चा करू. आत्तासाठी, आपण फक्त एक लक्षात घेऊ, की एल१ हा सूर्य आणि पृथ्वी यांच्यामधील, पृथ्वीपासून अंदाजे १.५ दशलक्ष कि.मी. अंतरावर किंवा पृथ्वीपासून सूर्यापर्यंतच्या अंतराच्या १% इतक्या अंतरावर असलेला असा एक बिंदू आहे, जिथे सूर्य आणि पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण समान आहे किंवा ते एकमेकांना संतुलित करते आहे. एल१ या बिंदूवर ठेवलेली वस्तू, सैद्धांतिकदृष्ट्या या बिंदूवर कायमची 'स्थिर' राहिल. स्थिर हे अवतरण चिन्हामध्ये आहे, कारण अर्थातच, पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते आहे, त्यामुळे एल१

बिंदू देखील पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यामधली स्थिती समान आणि अचूक राहिल अशा रितीने सूर्याभोवती फिरतो आहे. असे बिंदू अंतराळातील परिक्रमा करणाऱ्या कोणत्याही दोन वस्तूंमध्ये असतात.

आदित्य यानासाठी, एल१ बिंदूचे महत्त्व असे की, स्वतःला या बिंदूवर ठेवून, किंवा त्याभोवतीच्या विशिष्ट कक्षेत राहून, आदित्य नेहमी सूर्याकडे तोंड करून मोहिमेमध्ये अपेक्षित असलेली विविध निरीक्षणे नोंदवू शकतो आणि त्याचबरोबर पृथ्वीवरूनही इस्रोच्या दृष्टीपथात राहू शकतो.

उद्दिष्टे - आदित्य यानातील सौर वेधशाळेकडे अनेक उपकरणे आहेत. त्यांच्या साहाय्याने तो सूर्याच्या प्रभामंडळाच्या विविध पैलूंचा अभ्यास करेल. तसेच सौर चुंबकीय क्षेत्र, सौर चुंबकीय वादळे, कोरोनल मास इजेक्शन (CME) म्हणजेच सूर्यातून बाहेर फेकला जाणारा विद्युतभारीत कणांचा प्रवाह, अवकाशातील हवामान, या व इतर पैलूंचा अभ्यास करेल आणि निरीक्षणे व माहिती प्रत्यक्ष ती घटना घडतेवेळी (in Real time) पृथ्वीवर पाठवेल. ही मोहीम ५ वर्षे चालणे अपेक्षित आहे.

जास्त तांत्रिक बाबींमध्ये न पडता, थोडं विस्ताराने सांगायचं तर, आदित्य सूर्याचा सर्वात बाहेरचा भाग असलेल्या सूर्याच्या प्रभामंडळाच्या उष्णतेचे गतिविज्ञान अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेण्याचा प्रयत्न करेल. सूर्याचे हे प्रभामंडळ त्याच्या निखळ तेजामुळे मानवी डोळ्यांना सामान्यतः दिसत नाही, परंतु सूर्यग्रहणाच्या वेळी सूर्याभोवती अग्नीचे बदलते वलय म्हणून ते आपल्याला दिसते. दुसरा उद्देश म्हणजे सौर वातावरणाच्या विविध स्तरांची जोडणी आणि त्यांचा परस्परांवर होत असलेला परिणाम समजून घेणे.

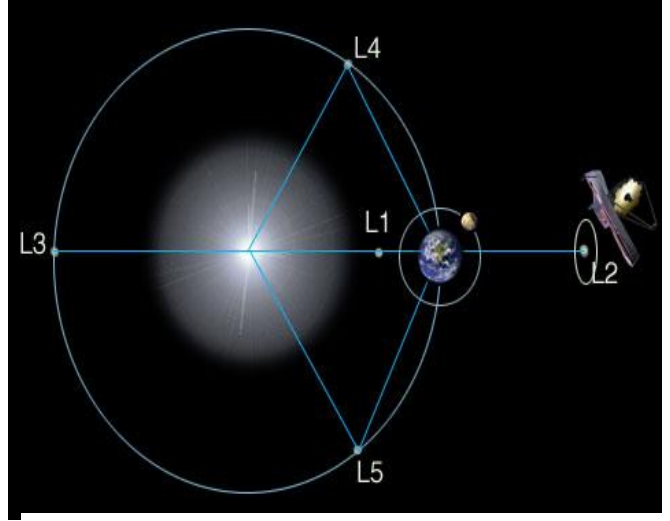
सूर्याच्या वरच्या थरातील वातावरणाचे तापमान १ दशलक्ष अंश सेल्सिअस इतके आहे, तर खालच्या थरातील तापमान फक्त ६००० डिग्री सेल्सियस इतके कमी असते. याचे कारण अजून समजलेले नाही. ते शोधण्याचा प्रयत्न या मोहिमेत आदित्य करेल. तसेच, आदित्य सौर वाऱ्यांचे वेगवेगळ्या दिशेने असलेले असमान तापमान किंवा अनआयसोट्रॉपी (anisotropy) उलगडण्याचाही प्रयत्न करेल. कोरोनाल मास इजेक्शन (CME)चे बारकाईने निरीक्षण करणे आणि बाहेर फेकल्या गेलेल्या विद्युतभारित कणांची वैशिष्ट्ये आणि सौरज्वालांचा म्हणजेच सोलर फ्लेअर्सचा अभ्यास हे आदित्यच्या मोहिमेचे इतर खास पैलू आहेत. सौर किरणोत्सर्गाचे वेगवेगळे पैलू, त्यांचा अवकाशातील हवामानावर होणारा परिणाम आणि पृथ्वीवर भूचुंबकीय वादळ निर्माण करू शकणारे, विद्युत आणि इलेक्ट्रॉनिक पायाभूत सुविधांसाठी अत्यंत विनाशकारी ठरू शकणारे सौर वारे, यांचाही आदित्य बारकाईने अभ्यास करेल. कोरोनाल मास इजेक्शनने फेकले गेलेले विद्युतभारित कण, सौर वारे आणि किरणोत्सर्ग पृथ्वीवर पोहोचण्याच्या अंदाजे एक तास आधी एल१ बिंदूपाशी पोहोचतात आणि त्यामुळे पृथ्वीवर परिणाम होण्याची शक्यता असलेल्या प्रदेशांना लवकर इशारा देता येऊ शकतो.

यापैकी अनेक गोष्टींचा भूतकाळात अभ्यास केला गेला आहे, विशेषतः नासाद्वारे. आणि काही मोहिमांमध्ये युरोपियन अवकाश आणि शैक्षणिक संस्थांच्या सहकार्यानेही अभ्यास झाला आहे. उदाहरणार्थ, नासाची डिस्कव्हर ही मोहीम. डिस्कव्हर यान २०१४ मध्ये अंतराळात एल१ कक्षेमध्येच पाठवले गेले आहे. सौर ज्वाला, कोरोनाल मास इजेक्शन (CME) आणि सौर वाऱ्यांबद्दल लवकर इशारा देणे हे त्याचे काम आहे. त्याचप्रमाणे,

१९९४ मध्ये प्रक्षेपित केलेले नासाचे विंड स्पेसक्राफ्टही एल१ कक्षमध्ये परिक्रमा करते आहे. या यानालाही सौर वाऱ्यांच्या निरीक्षणासाठी आदित्यसारख्या अनियमित कक्षेत ठेवण्यात आले होते.

आदित्यचे एल१ बिंदूपाशी असणारे हॅलो ऑर्बिट : लॅग्रेंज बिंदूंना ‘लॅग्रेंज’ हे नाव १८व्या शतकातील फ्रेंच गणिती जोसेफ लुई लॅग्रेंज याच्यावरून देण्यात आले आहे. त्याने

‘थ्री-बॉडी प्रॉब्लेम’ म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या प्रश्नाचा अभ्यास केला. हा प्रश्न असा : अशी एखादी स्थिर रचना (कॉन्फिगरेशन) आहे का, की ज्यामध्ये तीन वस्तू किंवा बॉडी एकमेकांच्या भोवती फिरू शकतात, परंतु एकमेकांच्या संदर्भात एकाच स्थितीत



आकृती १ : थ्री-बॉडी प्रॉब्लेम

स्रोत :

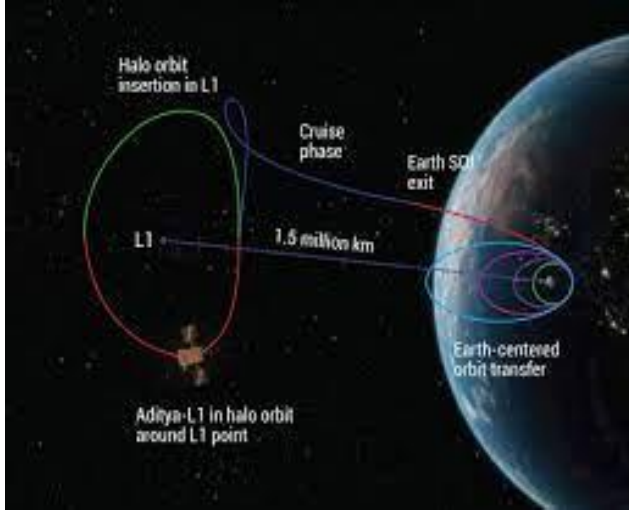
<https://simple.wikipedia.org/wiki/File:JWST-at-L2-Lagrangian-Point.jpg>

राहू शकतात? त्याला या प्रश्नाची ५

उत्तरे मिळाली, ज्यामध्ये एखाद्या लहान वस्तूला कायम एकाच स्थितीत ठेवण्यासाठी आवश्यक असलेले बल इतर दोन वस्तूंद्वारे लावलेल्या गुरुत्वाकर्षण बलाशी संतुलित केले जाते. पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या संदर्भात कोणत्याही यानाला अशा स्थितीत ठेवणे शक्य होणारी पाच स्थाने L1 ते L5 या नावांनी आकृती १ मध्ये दाखवली आहेत. L1, L2, L3 या तीन स्थितींमध्ये, तीन वस्तू एकाच रेषेत आहेत. L4 आणि L5 या इतर २ बिंदूंनी एका रेषेतल्या दोन बिंदूसह समभुज त्रिकोण तयार केला आहे.

ज्या एल१ बिंदूभोवती आदित्य परिभ्रमण करतो आहे, तो बिंदू सूर्य आणि पृथ्वीच्या एका रेषेत असलेला दिसतो आहे. आदित्य, पृथ्वी आणि सूर्य दोन्हीवर नजर ठेवू शकतो; अशी ही सगळ्यात सोयीस्कर जागा आहे. याचप्रमाणे चीनचे 'चॅंग ई ऑर्बिटर' चंद्राच्या विरुद्ध पण अगदी वरच्या बाजूला वेगळ्या लॅग्रेंजवरती आहे. तेथून ते चंद्राच्या अंधाच्या बाजूस असलेल्या लँडरकडून सतत संदेश मिळवू शकते आणि ते सतत पृथ्वीवर पाठवू शकते.

अजून एक उदाहरण द्यायचे तर, नासाची प्रसिद्ध जेम्स वेब दुर्बिण सूर्यापासून पृथ्वीच्या दुसऱ्या बाजूला असलेल्या एल२ या लॅग्रेंज बिंदूभोवती फिरते. या दुर्बिणीमध्ये



अतिसंवेदनशील इन्फ्रारेड सेन्सर्सचा वापर केला जातो. या सेन्सर्सना सूर्याच्या किरणोत्सर्गापासून, पृथ्वी आणि चंद्र या दोन्ही ठिकाणांवरून परावर्तित होणाऱ्या किरणोत्सर्गापासून आणि अगदी अंतराळयानातून परावर्तित होणाऱ्या किरणोत्सर्गापासून सुद्धा संरक्षण मिळणे आवश्यक आहे. त्यामुळे त्यात अतिशय प्रभावी सूर्य-कवचं (sun-shields)

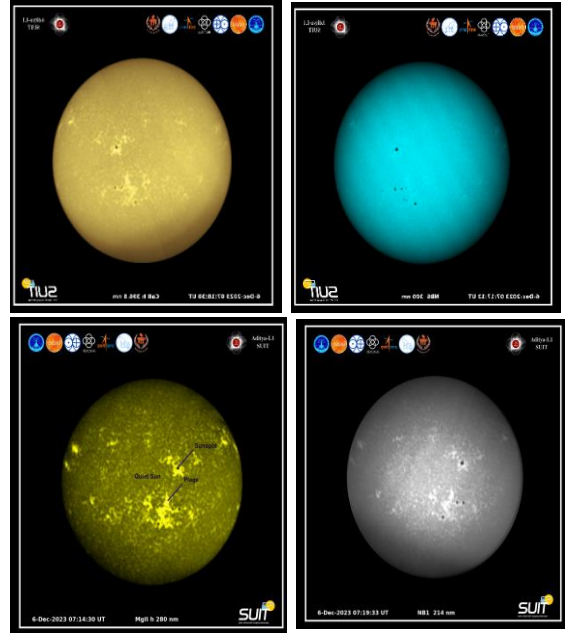
आकृती २ : आदित्य यानाची हॅलो कक्षा
स्रोत :

<https://www.cnbctv18.com/science/aditya-l1-mission-role-of-seven-payloads-scientific-goals-of-the-solar-mission-explained-17665951.htm>

आहेत आणि ही दुर्बिण कायम सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्रापासून विरुद्ध दिशेला वळवलेली असते!

असो, आता परत आदित्यकडे वळू या. सैद्धांतिकदृष्ट्या जरी लॅग्रेंज पॉइंट्स स्थिर असले, तरी, तेथे थांबवून ठेवलेला उपग्रह नेहमी अंतराळातील विविध शक्तींना सामोरा जात असतो आणि थ्रस्टर्सच्या फायरिंगद्वारे त्याची स्थिती सतत बदलावी लागते. रॉकेटवर संशोधन करणाऱ्या शास्त्रज्ञांनी सर्वात स्थिर अशा ५-६ कक्षा शोधून काढल्या आहे. या कक्षांमध्ये फिरणाऱ्या यानांना कमीतकमी देखभालीची गरज भासते. या सूर्याभिमुख आणि पृथ्वीमुखी क्षमतेसाठी, लंबवर्तुळाकार ऐवजी किंचित अनियमित आणि स्थूलमानाने सूर्य-पृथ्वीच्या रेषेला लंब असलेल्या प्रतलातील परिभ्रमण कक्षा उत्तम असते; असे आढळून आले आहे. याला 'हॅलो ऑर्बिट' असे म्हणतात. (आकृती २ पहा.)

आताच्या घडीला, आदित्य यानावर असलेली वेगवेगळी उपकरणे कार्यान्वित झालेली आहेत. २९ ऑक्टोबर २०२३ रोजी यानावरील हाय एनर्जी एल १ ऑर्बिटिंग एक्स-रे स्पेक्ट्रोमीटरने (HEL10S) आवेगशाली सौरज्वालांची नोंद केली. आदित्यवरील सौरवाऱ्यातील कणांचा अभ्यास करणाऱ्या उपकरणाने नोव्हेंबर महिन्यात आपले कार्य सुरू केले आहे. या वाऱ्यांतील प्रोटॉन्स आणि अल्फा कणांची काटेकोर मोजणी हे उपकरण करते आहे आणि त्यामुळे सौर वाऱ्यांच्या गुणधर्मांचे अनेक वर्षे न सुटलेले कोडे



सूर्यावरील डाग तसेच इतर वैशिष्ट्ये दाखवणाऱ्या पूर्ण वर्तुळाकृती प्रतिमा स्रोत:-

https://www.isro.gov.in/Aditya_L1_SUIT.html

सुटण्यास मदत होणार आहे. तसेच अल्फा आणि प्रोटॉन्स कणांचे वाढलेले गुणोत्तर कोरोनाल मास इजेक्शन दाखवते. त्यामुळे अवकाशातील हवामानाबद्दल अधिक माहितीही मिळणार आहे. २० नोव्हेंबर २०२३ रोजी, सोलार अल्ट्राव्हायोलेट इमेजिंग टेलिस्कोप (SUIT) यशस्वीरित्या कार्यान्वित झाला. या दुर्बिणीने ६ डिसेंबर २०२३ रोजी अकरा वेगवेगळे फिल्टर वापरून, २०० - ४०० नॅनोमीटर तरंगलांबीमधल्या सूर्याच्या पहिल्यावहिल्या पूर्ण वर्तुळ दाखवणाऱ्या प्रकाशप्रतिमा काढण्यात यश मिळवले. सूर्यावरील डाग तसेच इतर वैशिष्ट्ये दाखवणाऱ्या या प्रतिमा सूर्याबद्दल अधिक माहिती देतील. ६ जानेवारी २०२४ रोजी आदित्यने हॅलो कक्षेमध्ये प्रवेश करून या मोहिमेतील एक अवघड टप्पा पार केला आहे. आता आदित्य सूर्याबद्दल अधिक माहिती पुरवण्यास आणि न सुटलेली कोडी सोडवण्यासाठी सज्ज आहे.

मूळ लेख : https://peoplesdemocracy.in/2023/0917_pd/moon-sun-isro%E2%80%99s-aditya-1-mission#

§§§

लेखक : डॉ. डी. रघुनंदन, ९८१००९८६२१

संक्षिप्त भाषांतर : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात कार्यरत.

इ-मेल : saaphale@rediffmail.com

(कळीचे शब्द:- इस्रो, आदित्य एल१ सौर मोहिमेची वैशिष्ट्ये आणि उद्दिष्टे, हॅलो कक्षा, लॅग्रेंज बिंदू, जोसेफ लुई लॅग्रेंज)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. २०१८ सालापासून 'शैक्षणिक संदर्भ' हा इ-अंक इ-मेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून आपल्यापर्यंत आम्ही नियमित पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक (ऐच्छिक) आम्हाला sandarbh.marathi@gmail.com वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील. आपला व्हॉट्सॅप क्रमांक कळवल्यास आपल्याला *Sandarbh Readers* या आमच्या वाचक गटामध्ये सामील केले जाईल. तेथेही आपण लेख व अंक वाचू शकाल.

www.sandarbhsociety.org या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंक त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत. वाचू शकता, डाऊनलोड करू शकता.

या उपक्रमासाठी आपली ऐच्छिक देणगी संदर्भ सोसायटीकडे खालील अकाउंटमध्ये जमा करू शकता, केल्यानंतर वरील इ-पत्त्यावर तशी मेल करा.. अधिक माहिती वेबसाईटवर उपलब्ध आहे.

इ-पेमेंट : Sandarbh Society

Account No.: 20047006634

Bank of Maharashtra, Mayur Colony, Pune

IFS Code: MAHB0000852

- संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी