10. अवकाश मोहिमा

- अवकाश मोहीमा
- कृत्रिम उपग्रहांचे वर्गीकरण
- उपग्रह प्रक्षेपक
- कृत्रिम उपग्रह
- कृत्रिम उपग्रहांच्या भ्रमणकक्षा
- पृथ्वीपासून दूर गेलेल्या अवकाश मोहिमा

थोडे आठवा.

1. अवकाश व आकाश यात काय फरक आहे?
2. सौरमंडळातील विविध घटक कोणते?
3. उपग्रह म्हणजे काय?
4. पृथ्वीला किती नैसर्गिक उपग्रह आहेत ?

अज्ञाताचे मानवाला नेहमीच आकर्षण वाटत आलेले आहे व त्या बद्दल जाणून घेऊन आपल्या ज्ञानाची क्षितिजे विस्तारण्याचा तो सतत प्रयत्न करीत आला आहे. अवकाश व त्यातील असंख्य लुकलुकते तारे याचेही त्याला प्राचीन काळापासून कुतूहल वाटले असणार. अवकाशात झेप घेण्याचे स्वप्न तो नेहमीच पहात असणार व त्यासाठी प्रयत्नशीलही असणार.

अवकाश मोहीमा (Space missions)

तंत्रज्ञानात व विशेषतः अवकाश तंत्रज्ञानात झालेल्या प्रगतीमुळे विसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात अवकाशयानांची निर्मिती केली गेली व अवकाशयात्रा करणे शक्य झाले. तेव्हापासून हजारो कृत्रिम उपग्रह पृथ्वीभोवती परिक्रमा करण्यासाठी विशिष्ट कक्षांमध्ये अवकाशात प्रस्थापित केले गेले आहेत. या शिवाय सूर्यमालेतील विविध घटकांचा जवळून अभ्यास करण्यासाठी काही विशिष्ट यंत्रे सूर्यमालेतील विविध घटकांकडे पाठवून अवकाश संशोधन मोहिमा राबवल्या गेल्या आहेत. याविषयी आपण या पाठात जाणून घेणार आहोत.

अवकाश मोहिमांचे दोन प्रकारात वर्गीकरण केले जाते. कृत्रिम उपग्रह पृथ्वीच्या कक्षेत प्रस्थापित करून विविध प्रकारचे संशोधन करणे तसेच उपग्रहांचा आपल्या जीवनोपयोगी गोष्टींसाठी उपयोग करणे हे पहिल्या प्रकारच्या मोहिमांचे उद्दिष्ट असते. दुसऱ्या प्रकाराच्या मोहिमांचे उद्दिष्ट सौरमंडलातील वा त्या बाहेरीलही विविध घटकांकडे अवकाशयाने पाठवून त्या घटकांचे जवळून निरीक्षण करणे व त्यांना जाणून घेणे हे असते.

माहीत आहे का तुम्हांला?

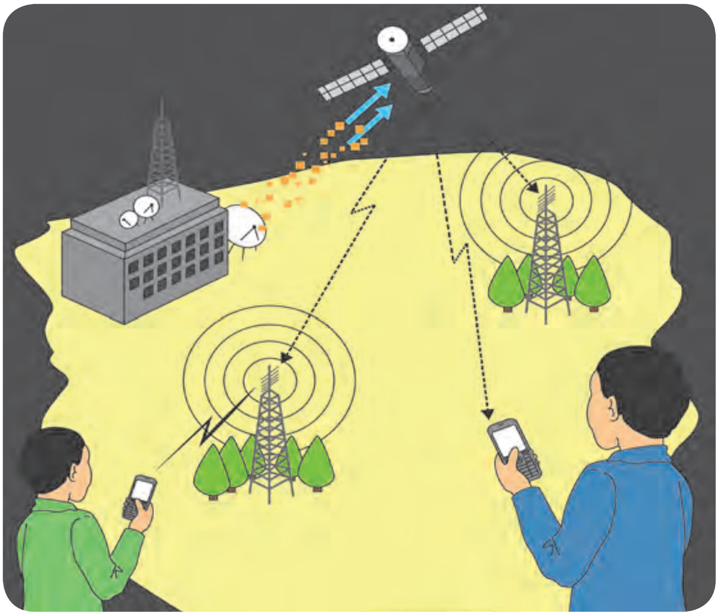
अवकाशयानातून अवकाशात जाणारा सर्वप्रथम मानव हा रशियाचा युरी गागारीन होता. त्याने सन 1961 मध्ये पृथ्वीची परिक्रमा केली. सर्वप्रथम चंद्रावर पाऊल ठेवणारी (1969) व्यक्ती नील आर्मस्ट्राँग (अमेरिका) ही होय. भारताच्या राकेश शर्मा यांनी सन 1984 मध्ये रशियाच्या अवकाशयानातून पृथ्वीच्या परिक्रमा केल्या. सुनीता विल्यम्स व कल्पना चावला यांनीही अमेरिकेच्या 'नासा' (National Aeronautics and Space Administration) या संस्थेच्या अवकाशयानातून अवकाश भ्रमण केले.

थोडे आठवा.

कृत्रिम उपग्रहांद्वारे कोणकोणत्या प्रकारच्या दुर्बिणी पृथ्वीची परिक्रमा करीत असतात? त्यांना अवकाशात ठेवणे का आवश्यक असते?

सांगा पाहू !

तुमच्या भ्रमणध्वनीमध्ये सिग्नल कोठून येतो? भ्रमणध्वनी मनोऱ्यामध्ये तो कोठून येतो? दूरचित्रवाणीचे कार्यक्रम तुमच्या दूरचित्रवाणी संचात कसे येतात? तुम्ही वृत्तपत्रामध्ये आपल्या देशावरील मॉन्सूनच्या ढगांची स्थिती दाखवणारी चित्रे पाहिली असतील. ती कशी मिळवली जातात?



10.1 कृत्रिम उपग्रहाद्वारे संदेशवहन

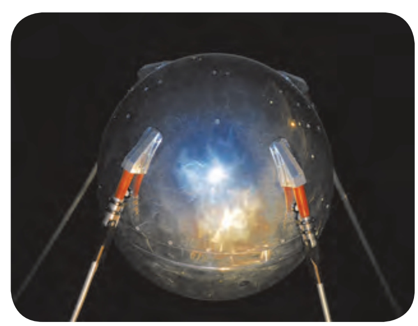
अवकाश मोहीमांची गरज व महत्त्व

अंतराळ मोहिमांद्वारे प्रक्षेपित केल्या गेलेल्या कृत्रिम उपग्रहांमुळे आज जग एक 'वैश्विक खेडे' झाले आहे. आज आपण क्षणार्धात जगातील कोणत्याही भागात असलेल्या व्यक्तीशी संपर्क साधू शकतो. घरबसल्या जगभरातील घडामोडींची माहिती प्राप्त करू शकतो. अंतरजाल (Internet) चे महत्व तर तुम्ही सगळे जाणताच. त्याद्वारे कुठलीही माहिती क्षणार्धात उपलब्ध होते. येणाऱ्या नैसर्गिक आपत्तींचीही पूर्वसूचना मिळून सतर्क राहणे शक्य झाले आहे.

लढाईत शत्रूच्या सैन्याच्या स्थितीबद्दल तसेच भूगर्भात खनिज पदार्थांचा साठा कोठे आहे हे आपण जाणून घेऊ शकतो. अवकाश मोहिमांचे असे अगणित फायदे आहेत. आजच्या जगात अंतरिक्ष तंत्रज्ञानाशिवाय कोणताही देश प्रगती करु शकत नाही.

कृत्रिम उपग्रह (Artificial satellite)

नैसर्गिक उपग्रह म्हणजे पृथ्वीची किंवा एखाद्या ग्रहाची नियमित कक्षेत परिक्रमा करणारी खगोलीय वस्तू होय. चंद्र हा पृथ्वीचा एकमेव नैसर्गिक उपग्रह आहे. सौरमंडलातील इतर काही ग्रहांना एकाहून अधिक नैसर्गिक उपग्रह आहेत. नैसर्गिक उपग्रहाप्रमाणेच एखादे मानवनिर्मित यंत्र पृथ्वीची किंवा एखाद्या ग्रहाची नियमित कक्षेत परिक्रमा करीत असेल तर त्यास कृत्रिम उपग्रह म्हणतात (आकृती 10.1 पहा).



10.2 स्पुटनिक

पहिला कृत्रिम उपग्रह 'स्पुटनिक' (आकृती 10.2 पहा) हा रशियाने 1957 साली अवकाशात पाठवला. आज असे हजारो उपग्रह पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करीत आहेत. हे उपग्रह सौर उर्जा वापरत असल्याने त्यांच्या दोन्ही बाजूला पंखांसारखे सौरपॅनेल लागलेले असतात. पृथ्वीवरून येणारे संदेश ग्रहण करण्यासाठी व पृथ्वीकडे संदेश पाठविण्यासाठी उपकरणे बसविलेली असतात. प्रत्येक उपग्रहामध्ये त्यांच्या कार्यानुसार लागणारी इतर उपकरणे असतात. असा एक उपग्रह आकृती 10.1 मध्ये दाखविला आहे. पृथ्वीवरून उपग्रहाकडे जाणारे आणि उपग्रहाकडून पृथ्वीवरील भ्रमणध्वनी, भ्रमणध्वनी मनोरे, इत्यादीकडे येणारे संदेश दाखवले आहेत. विविध प्रकारचे कार्य करण्यासाठी हे उपग्रह अवकाशात सोडण्यात येतात. त्यांच्या कार्यानुसार त्यांची वर्गवारी पुढीलप्रमाणे केली जाते.

जोड माहिती तंत्रज्ञानाची

भारताचे अंतराळ संशोधन क्षेत्रातील योगदान दाखविणारे संगणकीय सादरीकरण तयार करून वर्गात सादर करा.

INSAT: Indian National Satellite
GSAT: Geosynchronous Satellite
IRNSS: Indian Regional Navigation Satellite System
IRS : Indian Remote Sensing Satellite
GSLV: Geosynchronous Satellite Launch Vehicle
PSLV: Polar Satellite Launch Vehicle

उपग्रहाचा प्रकार	उपग्रहाचे कार्य	भारताच्या उपग्रहमालिकांची व प्रक्षेपकांची नावे
हवामान उपग्रह (Weather Satellite)	हवामानाचा अभ्यास व हवामानाचा अंदाज वर्तवणे.	INSAT व GSAT प्रक्षेपक: GSLV
दळणवळण उपग्रह (Communication Satellite)	जगभरातील वेगवेगळ्या प्रदेशांमध्ये विशिष्ट लहरींद्वारे संपर्क प्रस्थापित करणे.	INSAT व GSAT प्रक्षेपक: GSLV
ध्वनी-चित्र प्रक्षेपक उपग्रह (Broadcast Satellite)	दूरचित्रवाणी कार्यक्रम प्रक्षेपित करणे.	INSAT व GSAT प्रक्षेपक: GSLV
दिशादर्शक उपग्रह (Navigational Satellite)	पृथ्वीवरील कुठल्याही ठिकाणाचे भौगोलिक स्थान म्हणजेच त्या स्थानाचे अत्यंत अचूक अक्षांश (Latitude) व रेखांश (Longitude) निश्चित करणे.	IRNSS प्रक्षेपक: PSLV
सैनिकी उपग्रह (Military Satellite)	संरक्षण दृष्टीकोनातून भूप्रदेशावरील माहिती संकलन करणे.	
पृथ्वी- निरीक्षक उपग्रह (Earth Observation Satellite)	पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील जंगले वाळवंटे, सागर, ध्रुव प्रदेशावरील बर्फ यांचा अभ्यास तसेच नैसर्गिक संसाधनांचा शोध व व्यवस्थापन, महापूर, ज्वालामुखी उद्रेक अशा नैसर्गिक आपत्तींमध्ये निरीक्षण व मार्गदर्शन करणे.	IRS प्रक्षेपक: PSLV

उपग्रहांचे प्रकार

इंटरनेट माझा मित्र

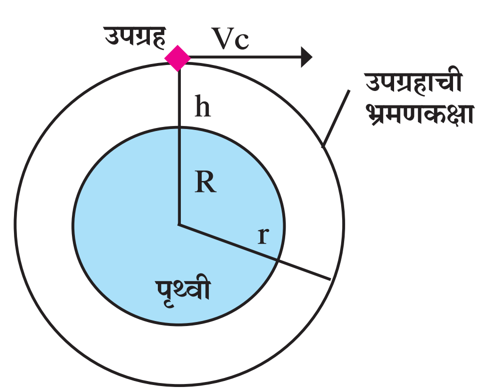
व्हिडीओ पहा व इतरांना पाठवा

1. https://youtu.be/cuqYLHaLB5M
2. https://youtu.be/y37iHU0jK4s

कृत्रिम उपग्रहाच्या भ्रमण कक्षा (Orbits of Artificial Satellites)

सर्व उपग्रह एकसारख्या कक्षांमध्ये पृथ्वीभोवती भ्रमण करीत नाहीत. कृत्रिम उपग्रहाच्या भ्रमणकक्षेची भूपृष्ठापासूनची उंची किती असावी, भ्रमणकक्षा वर्तुळाकार असावी की लंबवर्तुळाकार असावी, विषुववृत्ताला समांतर असावी की विषुववृत्ताशी कोन करणारी असावी, या सर्व गोष्टी उपग्रहाच्या कार्यानुसार ठरतात.

भूपृष्ठापासून विशिष्ट उंचीवर फिरते ठेवण्यासाठी उपग्रहाला उपग्रह प्रक्षेपकामार्फत त्या उंचीपर्यंत नेण्यात येते. त्यानंतर त्या उपग्रहाला त्याच्या निर्धारित कक्षेत प्रस्थापित करण्यासाठी कक्षेच्या स्पर्शरेषेच्या दिशेने विशिष्ट वेग (v_c) दिला जातो. हा वेग मिळताच उपग्रह पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालू लागतो. या वेगाचे सूत्र पुढीलप्रमाणे तयार करता येईल.



10.3 कृत्रिम उपग्रहाची भ्रमणकक्षा

जर m वस्तुमानाचा उपग्रह पृथ्वीच्या केंद्रापासून r उंचीवर व पृष्ठभागापासून h उंचीवर v_c या चालीने परिभ्रमण करत असेल तर (आकृती 10.3 पहा)त्यावर कार्य करणारे अभिकेंद्री बल, $\frac{mv_c^2}{r}$ एवढे असेल.

हे अभिकेंद्री बल पृथ्वीचे गुरुत्व प्रदान करते म्हणून, अभिकेंद्री बल = पृथ्वी व उपग्रहातील गुरुत्वीय बल

$$\frac{mv_c^2}{R+h} = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

$$v_c^2 = \frac{GM}{R+h}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad \text{..........(1)}$$

G = गुरुत्वीय स्थिरांक $= 6.67 \times 10^{-11}$ N m^2/kg^2

M = पृथ्वीचे वस्तुमान = 6×10^{24} kg

R = पृथ्वीची त्रिज्या = 6.4×10^6 m = 6400 km

h = उपग्रहाची भूपृष्ठापासून उंची

R + h = उपग्रहाच्या भ्रमणकक्षेची त्रिज्या

वरील सूत्रावरून असे दिसून येते की, विशिष्ट वेग (v_c) हा उपग्रहाच्या वस्तुमानावर अवलंबून नसतो. उपग्रहकक्षेची भूपृष्ठापासून उंची वाढत जाते तसा त्या उपग्रहांचा स्पर्शरेषेत असलेला वेग कमी होत जातो.भूपृष्ठापासून कृत्रिम उपग्रहाची भ्रमणकक्षांची उंची किती आहे , त्यानुसार सर्वसाधारणपणे कक्षांचे वर्गीकरण केले जाते.

उच्च कक्षा (High Earth Orbits) : (भूपृष्ठापासून उंची > 35780 km)

ज्या उपग्रह भ्रमण कक्षांची भूपृष्ठापासून उंची 35780 km किंवा जास्त असते त्या कक्षांना उच्च कक्षा म्हणतात. आपण पुढील उदाहरणात पाहणारच आहोत, की भूपृष्ठापासून 35780 km एवढ्या उंचीवर असलेल्या उपग्रहाला पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा पूर्ण करायला जवळपास 24 तास लागतात. आपल्याला माहिती आहे की पृथ्वीला सुद्धा स्वतःभोवती एक फेरी पूर्ण करण्यास 24 तास लागतात. या उपग्रहाची कक्षा जर विषुववृत्ताला समांतर असेल तर, पृथ्वीला स्वतः भोवती परिवलन करण्यास लागणारा कालावधी व उपग्रहाला पृथ्वी भोवती परिभ्रमण करण्यास लागणारा कालावधी एकच असल्याने पृथ्वीच्या सापेक्ष हा उपग्रह अवकाशात जणू काही स्थिर आहे असा भास होतो. एकाच गतीने समांतर चालत असलेल्या वाहनातील प्रवाशांना शेजारील वाहन स्थिर असल्याचा भास होतो, तसेच इथे घडते. म्हणून अशा उपग्रहांना **भूस्थिर उपग्रह** (Geosynchronous Satellite) असे म्हणतात. असे उपग्रह भूस्थिर असल्याने पृथ्वीच्या एकाच भागाचे सतत निरीक्षण करू शकतात. म्हणून हवामानशास्त्र, दुरध्वनी, दूरचित्रवाणी, आकाशवाणी यांच्या संदेशवहनामधेही यांचा उपयोग होतो.

मध्यम कक्षा (Medium Earth Orbits) : (भूपृष्ठापासून उंची 2000 km ते 35780 km)

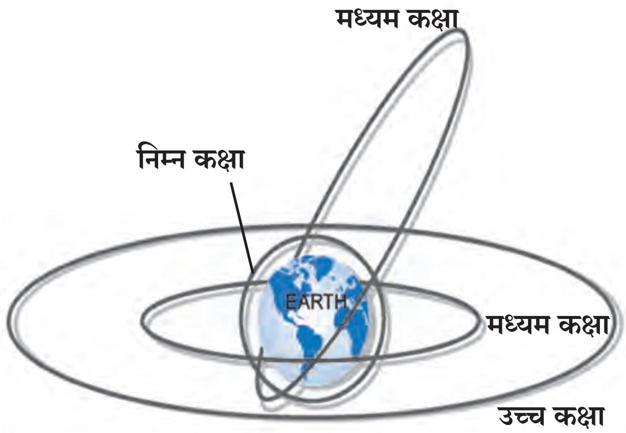
ज्या उपग्रह भ्रमण कक्षांची उंची भूपृष्ठापासून 2000 km ते 35780 km च्या दरम्यान असते अशा कक्षांना मध्यम कक्षा म्हणतात. भूस्थिर उपग्रह हे विषुववृत्ताच्या अगदी वर परिभ्रमण करतात. त्यामुळे, उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवीय प्रदेशांचा अभ्यास करण्यासाठी ते फारसे उपयुक्त ठरत नाहीत. त्यासाठी मग ध्रुवीय प्रदेशांवरून जाणाऱ्या लंबवर्तुळाकार मध्यम कक्षा वापरण्यात येतात. या कक्षांना 'ध्रुवीय कक्षा' असे म्हणतात. या कक्षांमध्ये उपग्रह जवळपास 2 ते 24 तासात एक प्रदक्षिणा पूर्ण करतो.

काही उपग्रह भूपृष्ठापासून जवळपास 20,200 km उंचीवर वर्तुळाकार कक्षेतून भ्रमण करतात. दिशा-दर्शक उपग्रह या कक्षांमध्ये भ्रमण करतात.

निम्न कक्षा (Low Earth Orbits) : (भूपृष्ठापासून उंची 180 km ते 2000 km)

ज्या उपग्रह भ्रमणकक्षांची भूपृष्ठापासून उंची 180 km ते 2000 km असते अशा कक्षांना निम्न कक्षा म्हणतात. शास्त्रीय प्रयोगांसाठी अथवा हवामान अभ्यासासाठी वापरले जाणारे उपग्रह निम्न कक्षांमध्ये भ्रमण करतात. त्यांच्या कक्षांच्या उंचीनुसार जवळपास 90 मिनिटात त्यांचे एक परिभ्रमण पूर्ण होते. आंतरराष्ट्रीय अवकाशस्थानक (International Space Station), हबल दुर्बिण हे सुद्धा याच प्रकारच्या कक्षांमध्ये परिभ्रमण करतात.

आकृती 10.4 मध्ये उपग्रहाच्या विविध कक्षा दर्शविलेल्या आहेत.



10.4 उपग्रहांच्या विविध कक्षा

माहीत आहे का तुम्हांला?

पुण्यातील COEP (कॉलेज ऑफ इंजीनियारिंग, पुणे) ह्या संस्थेतील विद्यार्थ्यांनी एक लहान उपग्रह तयार करून इस्रोच्या मार्फत तो 2016 साली अवकाशात पाठवला. ह्या उपग्रहाचे नाव स्वयंम असून वजन सुमारे 1 kg जवळपास आहे. तो पृथ्वीपासून 515 km उंचीवर परिभ्रमण करीत आहे. त्याचे मुख्य कार्य पृथ्वीवरील एका स्थानाहून दुसऱ्या स्थानापर्यंत एका विशिष्ट पद्धतीने संदेश पाठवणे हे आहे.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण 1 . समजा उपग्रहाची कक्षा भूपृष्ठापासून बरोबर 35780 km एवढ्या उंचीवर असेल तर त्या उपग्रहाचा स्पर्श रेषेतील वेग काढा.

दिलेली माहिती : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\,m^2/kg^2$,

$M = 6 \times 10^{24}$ kg (पृथ्वीसाठी)

R = 6400 km (पृथ्वीसाठी) = 6.4×10^6 m ,

h = उपग्रहाची भूपृष्ठापासूनची उंची 35780 km.

उपग्रहाचा वेग = v = ?

$R + h = 6400 + 35780 = 42180 \times 10^3$ m

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

$$= \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times (6 \times 10^{24})}{42180 \times 10^3\ m}}$$

$$= \sqrt{\frac{40.02 \times 10^{13}}{42180 \times 10^3}}$$

$$= \sqrt{\frac{40.02}{42180} \times 10^{10}}$$

$$= \sqrt{0.0009487909 \times 10^{10}}$$

$$= \sqrt{9487909}$$

v = 3080.245 m/s = 3.08 km/s

उदाहरण 2 : मागील उदाहरण 1 मधील उपग्रहाला पृथ्वीची एक परिक्रमा करण्यास किती अवधी लागेल?

दिलेली माहिती : उपग्रहाची पृथ्वीपासून उंची = 35780 km, उपग्रहाची चाल = v = 3.08 km/s

समजा हा उपग्रह T कालावधीत पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करतो. एक प्रदक्षिणा पूर्ण करताना उपग्रहाने कापलेले अंतर म्हणजे त्याच्या कक्षेचा परीघ. जर कक्षेची त्रिज्या r एवढी असेल तर उपग्रहाने कापलेले अंतर $2\pi r$ एवढे असेल. यावरून उपग्रहाच्या एका प्रदक्षिणेसाठी लागणारा कालावधी खालील प्रमाणे काढता येईल

r = पृथ्वीकेंद्रापासून उपग्रह कक्षेची त्रिज्या = R+h

h= उपग्रह भ्रमण कक्षांची भूपृष्ठापासूनची उंची

$$v = \frac{\text{अंतर}}{\text{काल}} = \frac{\text{परीघ}}{\text{काल}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{v}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times (6400 + 35780)}{3.08}$$

= 86003.38 सेकंद

= 23.89 तास = 23 तास 54 मी.

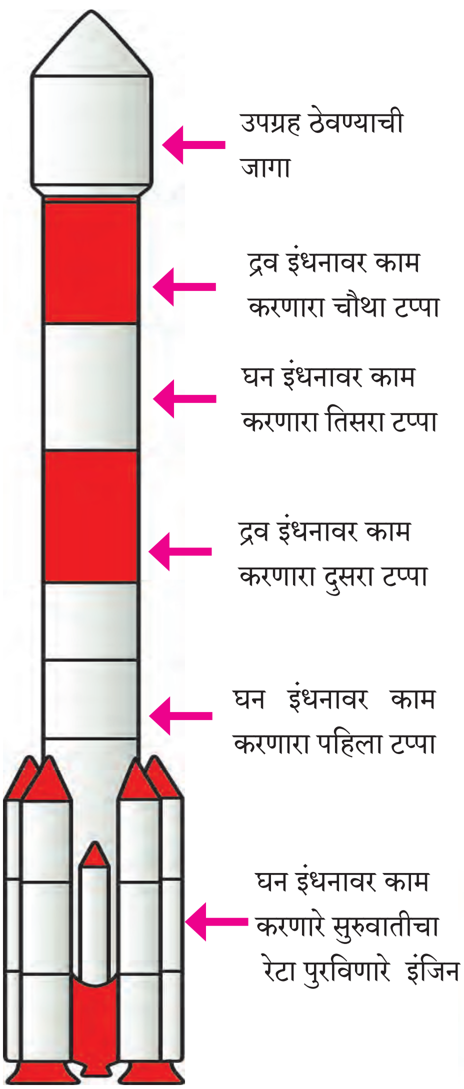
(इथे चाल km/s या एककात घेतल्याने त्रिज्यासुद्धा km या एककात घेतली आहे.)

उपग्रह प्रक्षेपक (Satellite Launch Vehicles)

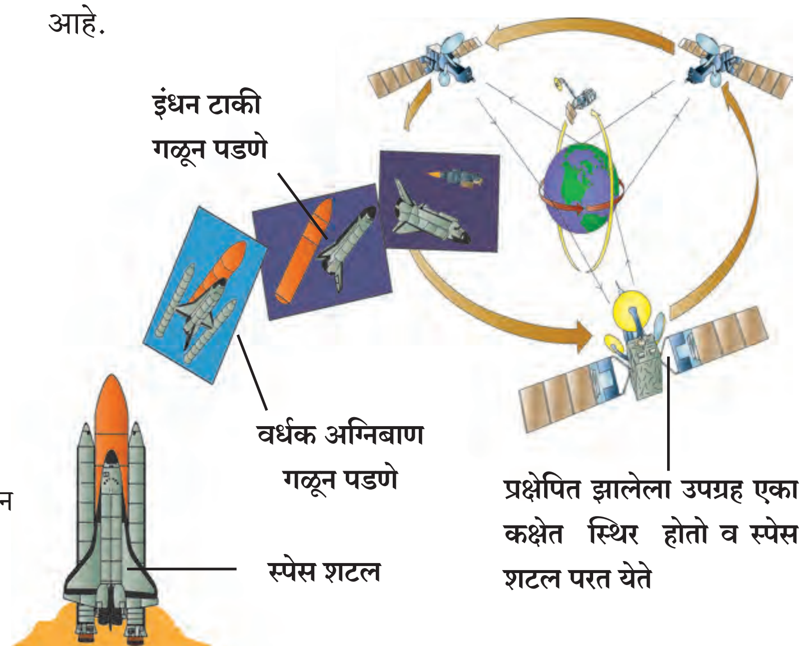
उपग्रह त्यांच्या निर्धारित कक्षांत स्थापित करण्यासाठी उपग्रह प्रक्षेपकांचा (Satellite Launch Vehicles) उपयोग केला जातो. उपग्रह प्रक्षेपकाचे कार्य न्यूटनच्या गतीविषयक तिसऱ्या नियमावर आधारित आहे. प्रक्षेपकामध्ये विशिष्ट प्रकारचे इंधन वापरले जाते. या इंधनाच्या ज्वलनाने निर्माण होणारा वायू हा उष्ण असल्याने प्रसरण पावतो व त्या प्रक्षेपकाच्या शेपटाकडून प्रचंड वेगाने बाहेर पडतो. याची प्रतिक्रिया म्हणून प्रक्षेपकावर एक 'रेटा' (Thrust) कार्य करतो. प्रक्षेपकाला जो रेटा लावला जातो त्यामुळे प्रक्षेपक अवकाशात झेपावतो.

उपग्रह किती वजनाचा आहे आणि तो किती उंचीवरील कक्षेत प्रस्थापित करायचा आहे, यानुसार प्रक्षेपकाचा आराखडा ठरतो. प्रक्षेपकाला लागणारे इंधनही यावरून ठरते. एकंदरच, प्रक्षेपकामध्ये इंधनाचेच वजन खूप जास्त असते. त्यामुळे प्रक्षेपक उडवतांना त्याच्यासोबत इंधनाचे खूप वजनही वाहून न्यावे लागते. मग यासाठी टप्प्याटप्प्याने बनलेले प्रक्षेपक वापरतात. या युक्तीमुळे प्रक्षेपकाने उड्डाण केल्यानंतर टप्प्या-टप्प्याने त्याचे वजनही कमी करता येते. उदाहरणार्थ, समजा एखादा प्रक्षेपक दोन टप्प्यांचा आहे.

प्रक्षेपकाच्या उड्डाणासाठी पहिल्या टप्प्यातील इंधन व इंजीन वापरले जाते व ते प्रक्षेपकाला ठराविक वेग व उंची प्राप्त करून देते. या पहिल्या टप्प्यातील इंधन संपले की इंधनाची रिकामी टाकी व इंजिन प्रक्षेपकापासून मुक्त होवून खाली समुद्रात किंवा निर्जन जागी पडते. पहिल्या टप्प्यातील इंधन संपताच दुसऱ्या टप्प्यातील इंधन प्रज्वलित झालेले असते. मात्र आता प्रक्षेपकात फक्त दुसराच टप्पा राहिल्याने त्याचे वजन बरेच कमी झालेले असते व आता ते अधिक वेगाने प्रवास करू शकते. बहुतेक सर्व प्रक्षेपक अशा दोन किंवा अधिक टप्प्यांनी बनलेली असतात. उदाहरण म्हणून आकृती 10.5 अ मध्ये भारताच्या इस्रो (ISRO) या संस्थेने तयार केलेल्या एका प्रक्षेपकाचे (PSLV) चित्र दिले आहे.



10.5 (अ) 'इस्रो' ने बनविलेल्या PSLV या प्रक्षेपकाचा बाह्य आराखडा



10.5 (ब) स्पेस शटल

प्रक्षेपक हे फार खर्चिक असतात, कारण ते फक्त एकदाच वापरता येतात. त्यामुळे अमेरिकेने Space Shuttle तयार केले आहे (आकृती 10.5 ब) ज्यात फक्त इंधनाची टाकी वाया जाते व बाकीचे सर्व भाग पृथ्वीवर परत येतात. हे पुन्हा पुन्हा वापरले जाऊ शकते.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

दिवाळीच्या दिवसात उडविले जाणारे 'रॉकेट' हे एक प्रकारचे प्रक्षेपकच आहे. या रॉकेटमधील इंधन त्याला जोडलेल्या वातीच्या सहायाने पेटवले की हे रॉकेट प्रक्षेपका प्रमाणे वर झेपावते. एखादा फुगा फुगवून सोडून दिल्यावर त्यातील हवा जोराने बाहेर पडते व फुगा उलट दिशेने ढकलला जातो. ही क्रिया देखील न्यूटनच्या गतीविषयक तिसऱ्या नियमावर आधारित आहे.

पृथ्वीपासून दूर गेलेल्या अवकाश मोहिमा (Space missions away from earth)

बहुतेक कृत्रिम उपग्रह आपल्या जीवनाला अधिकाधिक समृद्ध करण्यासाठी वापरले जातात. पण आपण मागील इयत्तेत कृत्रिम उपग्रहांवर ठेवलेल्या दुर्बिणीदवारे विश्वातील विविध घटकांची अधिक माहिती कशी मिळवता येते हे पाहिले आहे. त्याचप्रमाणे काही अवकाश मोहिमा विश्वाविषयीचे आपले ज्ञान वाढवण्यासाठी राबवल्या जातात. यात अवकाशयाने सौरमंडळातील इतर घटकांकडे, त्यांचे जवळून निरीक्षण करण्यासाठी, वापरली जातात. अशा मोहिमांतून नवीन माहिती समोर आली असून सूर्यमालेच्या उत्पत्ती व उत्क्रांतीला समजून घेण्यात प्रगती झाली आहे.

अशा मोहिमांसाठी अवकाशयाने पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलापासून मुक्त होऊन अंतराळात प्रवास करू शकली पाहिजेत. आपण गुरुत्वाकर्षण या पाठात शिकलो आहोत की असे होण्यासाठी एखाद्या वस्तूचा सुरुवातीचा, म्हणजेच पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वेग हा पृथ्वीच्या मुक्तिवेगाहून (Escape Velocity, v_{esc}) अधिक असणे आवश्यक असते. एखाद्या ग्रहावरील मुक्तिवेग हा खालील सूत्राने काढता येतो.

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2\,GM}{R}}$$

G = गुरुत्वीय स्थिरांक = $6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2/kg^2$

M = ग्रहाचे वस्तुमान = 6×10^{24} kg (पृथ्वीसाठी)

R = ग्रहाची त्रिज्या = 6.4×10^6 m (पृथ्वीसाठी)

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6}} = 11.18 \times 10^3\ m/s = 11.18\ km/s$$

म्हणजेच, पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणबलापासून मुक्त करून एखादे यान अंतराळात प्रवासासाठी पाठवायचे असल्यास त्यासाठी प्रक्षेपकाची गती कमीत कमी 11.2 km/s एवढी असणे आवश्यक आहे.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

सूर्य मालिकेतील आपल्या सर्वात जवळचा घटक हा चंद्र होय. चंद्रापासून आपल्यापर्यंत प्रकाश पोचण्यास 1 सेकंद लागतो. म्हणजेच प्रकाशाच्या वेगाने यात्रा केल्यास आपण एका सेकंदात चंद्रावर पोहोचू शकतो. परंतु, आपल्या अवकाश यानांचा वेग प्रकाशाच्या वेगाहून कमी असल्याने त्यांना चंद्रावर पोचावयास जास्त वेळ लागतो. एखाद्या अंतराळयानाला चंद्रापर्यंत पोहोचण्यास लागलेला सगळ्यात कमी वेळ 8 तास 36 मिनिटे इतका आहे.

चंद्रमोहिमा (Moon missions)

चंद्र आपल्या सर्वात जवळची खगोलीय वस्तू असल्यामुळे सूर्यमालेतील घटकांकडे पाठवलेल्या मोहिमांमध्ये चंद्रमोहिमा या सर्वात पहिल्या अंतराळमोहिमा होत्या. अशा मोहिमा आजपर्यंत सोव्हियत युनियन, अमेरिका, युरोपियन देश, चीन, जपान व भारताद्वारे राबविल्या गेल्या आहेत. सोव्हियत युनियनने पाठवलेली लुना मालिकेतील अवकाशयाने चंद्राजवळ पोचली होती. 1959 मध्ये प्रक्षेपित केलेले लुना 2 हे असे पहिले यान होते. तेव्हापासून ते 1976 पर्यंत पाठवलेल्या 15 यानांनी चंद्राचे रासायनिक विश्लेषण केले व त्याचे गुरुत्व, घनत्व व चंद्रापासून निघालेल्या प्रारणांचे मापन केले. अंतिम 4 यानांनी चंद्रावर उतरून तेथील दगडांचे नमुने पृथ्वीवरील प्रयोगशाळांमध्ये अभ्यासण्यासाठी आणले. या मोहिमा मानवरहित होत्या.

अमेरिकेनेदेखील 1962 ते 1972 मध्ये चंद्रमोहीमा राबवल्या. त्यांचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्यांच्या काही यानांद्वारे मानवही चंद्रावर उतरला. जुलै 1969 मध्ये नील आर्मस्ट्राँग हा चंद्रावर पाउल ठेवणारा प्रथम मानव ठरला. सन 2008 मध्ये भारतीय अंतराळ संशोधन संस्था (ISRO) या संस्थेने चंद्रयान 1 चे यशस्वी प्रक्षेपण केले व ते यान चंद्राच्या कक्षेत प्रस्थापित केले. वर्षभर त्या यानाने पृथ्वीवर माहीती पाठवली. या मोहिमेचा सर्वात महत्वाचा शोध म्हणजे चंद्रावरील पाण्याचे अस्तित्व. हे शोधून काढणारा भारत हा प्रथम देश ठरला.

मंगळ मोहिमा (Mars missions)

चंद्रानंतर पृथ्वीला दुसरी जवळची खगोलीय वस्तू म्हणजे मंगळ. मंगळाकडेही अनेक राष्ट्रांनी याने पाठविली. परंतु ही मोहीम अवघड असल्याने त्यातील जवळजवळ अर्ध्या मोहिमा यशस्वी होऊ शकल्या नाही. मात्र आपल्याला अभिमान वाटावा अशी कामगिरी इस्रोने केली आहे. इस्रोने अत्यंत्य कमी खर्चात नोव्हेंबर 2013 मध्ये प्रक्षेपित केलेले मंगलयान सप्टेंबर 2014 मध्ये मंगळाच्या कक्षेत प्रस्थापित झाले व त्याने मंगळाचा पृष्ठभाग व वायुमंडल याबद्दल महत्वाची माहिती मिळवली.

राकेश शर्मा

अंतराळात जाणारे पहिले भारतीय. भारत-रशिया संयुक्त अवकाश कार्यक्रमांतर्गत दोन रशियन अंतराळ संशोधकांसमवेत अवकाशात झेप. 8 दिवस अंतराळात वास्तव्य.

कल्पना चावला

पंजाबमधून एरोनॉटीक्स ची अभियांत्रिकी पदवी व 1988 मध्ये कोलोराडो विद्यापीठातून डॉक्टरेट. संशोधन मोहिमेदरम्यान 336 तास अंतराळात. 1 फेब्रूवारी 2003 ला अंतराळातून पृथ्वीवर परतताना कोलंबिया अवकाशयानाचा स्फोट झाल्याने मृत्यू झाला.

सुनीता विल्यम्स

2006 मध्ये डिस्कव्हरी मधून प्रथम अंतराळात International space station येथे प्रवास व 29 तास शटल बाहेर काम. 192 दिवस अवकाशात राहण्याचा विक्रम.

इतर ग्रहांच्या मोहिमा : इतर ग्रहांचा अभ्यास करण्यासाठीही अनेक मोहिमा राबवल्या गेल्या आहेत. यातील काही यानांनी ग्रहांची परिक्रमा केली, काही याने ग्रहांवर उतरली तर काही ग्रहांच्या जवळून, त्यांचे निरीक्षण करून पुढे गेली. या शिवाय लघुग्रह व धूमकेतू अभ्यासण्यासाठी अवकाशायाने पाठवली गेली आहेत व लघुग्रहावरील धूलिकण व दगड पृथ्वीवर आणण्यात यश मिळाले आहे. या सगळ्या मोहीमांतून आपल्याला मौल्यवान माहिती मिळत आहे आणि आपल्या सूर्यमालेच्या उत्पत्ती व उत्क्रान्ती विषयीच्या कल्पना अधिक स्पष्ट होत आहेत.

भारत व अवकाश तंत्रज्ञान

भारतानेही प्रक्षेपकांच्या विज्ञान व तंत्रज्ञानात खूप अभिमानास्पद प्रगती केलेली आहे. प्रक्षेपणासाठी वेगवेगळ्या प्रकारचे प्रक्षेपक तयार केले आहेत जे 2500 kg वजनापर्यंतचे उपग्रह सर्व प्रकारच्या कक्षांमध्ये प्रस्थापित करू शकतात. यात PSLV व GSLV हे प्रमुख आहेत. भारताने अंतराळशास्त्र व विज्ञानात केलेल्या प्रगतीचे राष्ट्रीय व सामाजिक विकासात मोठे योगदान आहे. दूरसंचार (Telecommunication), दूरचित्रवाणी प्रसारण (Television broadcasting) आणि हवामानशास्त्र-सेवा (Meterological services) यासाठी INSAT व GSAT उपग्रह मालिका कार्यरत आहे. यामुळेच देशात सर्वत्र दूरचित्रवाणी, दूरध्वनी आणि इंटरनेट सेवा उपलब्ध होऊ शकली. याच मालिकेतील EDUSAT उपग्रह तर फक्त शिक्षणक्षेत्रासाठी वापरला जातो. देशातील नैसर्गिक संसाधनांचे नियंत्रण आणि व्यवस्थापन (Monitoring and management of natural resources) आणि आपत्ती व्यवस्थापन (Disaster management) यासाठी IRS उपग्रहमालिका कार्यरत आहे. पृथ्वीवरील कुठल्याही ठिकाणाचे भौगोलिक स्थान म्हणजेच त्या स्थानाचे अत्यंत अचूक अक्षांश (Latitude) व रेखांश (Longitude) निश्चित करण्यासाठी IRNSS ही उपग्रह मालिका प्रस्थापित केली आहे.

माहिती असू द्या

अग्निबाण प्रक्षेपण केंद्रे	अवकाश संशोधन संस्था
1. थुंबा, तिरूवनंतपुरम	1. विक्रम साराभाई अवकाश केंद्र, तिरूवनंतपुरम.
2. श्रीहरीकोटा	2. सतीश धवन अंतराळ संशोधन केंद्र, श्रीहरीकोटा.
3. चांदीपूर (ओडिशा)	3. स्पेस ॲप्लीकेशन सेंटर, अहमदाबाद .

परिचय शास्त्रज्ञांचा

विक्रम साराभाई यांना भारतीय अंतराळ कार्यक्रमांचे जनक म्हटले जाते. त्यांच्या प्रयत्नांतून फिजीकल रिसर्च लॅबोरेटरी (PRL) या संस्थेची स्थापना करण्यात आली. 1962 साली भारत सरकारने त्यांच्या अध्यक्षतेखाली 'भारतीय अंतराळ संशोधन समिती'ची स्थापना करून 1963 साली देशातील पहिले उपग्रह प्रक्षेपण केंद्र थुंबा येथे स्थापन केले गेले.त्यांच्या प्रयत्नांतूनच भारताचा पहिला उपग्रह आर्यभट्ट अंतराळात सोडला होता. भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेच्या (ISRO) स्थापनेत त्यांचे महत्वाचे योगदान होते.

अवकाशातील कचरा व त्याचे व्यवस्थापन

कृत्रिम उपग्रहांबरोबरच इतरही मानवनिर्मित वस्तू पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करीत आहेत. यात आता कार्यशील नसलेले उपग्रह, प्रक्षेपणाच्या वेळी सुटे झालेले प्रक्षेपकांचे भाग व एखादा उपग्रह दुसऱ्या एखाद्या उपग्रहावर किंवा अवकाशातील इतर वस्तूवर आदळल्यामुळे निर्माण होणारे तुकडे अशा सर्व वस्तूंचा यात समावेश होतो. 2016 च्या एका अंदाजाप्रमाणे अशा निरूपयोगी वस्तूंचे 1 सेमी हून जास्त लांबीचे 2 कोटी तुकडे पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करीत आहेत. हे सगळे म्हणजे अवकाशातील कचराच होय.

हा कचरा कृत्रिम उपग्रहांसाठी धोक्याचा ठरू शकतो. उपग्रहांवर व इतर अवकाशयानांवर आदळून तो त्यांना हानी पोहोचवू शकतो. हा कचरा दिवसेंदिवस वाढत चाला आहे. लवकरच यामुळे नवीन अवकाशयानांचे प्रक्षेपण कठीण होऊन बसेल. त्यामुळे या कचऱ्याचे व्यवस्थापन करणे गरजेचे आहे. या दृष्टीने काही पद्धतींचे अध्ययन व काही प्रयोग करण्यात येत आहेत. या समस्येवर उपाय लवकरच सापडेल व उपग्रह व अवकाशयानांचे भवितव्य धोक्यात येणार नाही, अशी आशा आहे.

पुस्तक माझे मित्र : अधिक माहितीसाठी ग्रंथालयातील संदर्भ पुस्तके वाचा.

1. अंतराळ आणि विज्ञान - डॉ. जयंत नारळीकर 2. कथा इस्रोची - डॉ. वसंत गोवारीकर

स्वाध्याय

1. **दिलेल्या विधानांतील रिकाम्या जागी योग्य शब्द लिहून विधाने स्पष्ट करा.**

   अ. कृत्रिम उपग्रहाच्या भ्रमणकक्षेची भूपृष्ठापासून उंची वाढविल्यास त्या उपग्रहाची स्पर्श रेषेतील गती .... होते.

   आ. मंगळयानाचा सुरूवातीचा वेग हा पृथ्वीच्या .... पेक्षा अधिक असणे आवश्यक आहे.

2. **खालील विधाने चूक की बरोबर ते ठरवून त्यांचे स्पष्टीकरण लिहा.**

   अ. एखादया यानाला पृथ्वीच्या गुरुत्वबलाच्या प्रभावातून बाहेर पाठवायचे असल्यास त्याचा वेग मुक्तिवेगापेक्षा कमी असावा लागतो

   आ. चंद्रावरील मुक्तिवेग पृथ्वीवरील मुक्तिवेगापेक्षा कमी आहे.

   इ. एका विशिष्ट कक्षेत परीभ्रमण करण्यासाठी उपग्रहाला ठराविक वेग द्यावा लागतो.

   ई. उपग्रहाची उंची वाढविल्यास त्याचा वेगही वाढतो.

3. **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**

   अ. कृत्रिम उपग्रह म्हणजे काय ? उपग्रहांच्या कार्यानुसार त्यांचे वर्गीकरण कसे करतात ?

   आ. उपग्रहाची भ्रमणकक्षा म्हणजे काय ? कृत्रिम उपग्रहाच्या भ्रमणकक्षेचे वर्गीकरण कशाच्या आधारे व कसे केले जाते ?

   इ. धृवीय प्रदेशाच्या अभ्यासासाठी भूस्थिर उपग्रह का उपयोगी पडत नाहीत ?

   ई. उपग्रह प्रक्षेपक म्हणजे काय ? I.S.R.O ने बनविलेल्या एका उपग्रह प्रक्षेपकाचा बाहय आराखडा आकृतीसह स्पष्ट करा.

   उ. उपग्रह प्रक्षेपणासाठी एकाहून अधिक / अनेक टप्पे असलेले प्रक्षेपक वापरणे का फायदेशीर आहे ?

4. **खालील तक्ता पूर्ण करा.**

IRNSS		
	हवामान उपग्रह	
		पृथ्वी निरीक्षण

5. **उदाहरणे सोडवा.**

   अ. एखाद्या ग्रहाचे वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानापेक्षा 8 पट जास्त आणि त्रिज्या पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या 2 पट असेल तर त्या ग्रहासाठी मुक्तिवेग किती असेल ?

   उत्तर : 22.4 km/s

   आ. पृथ्वीचे वस्तुमान तिचे आहे त्या वस्तुमानपेक्षा चार पट असते तर 35780 किमी उंच कक्षेत फिरणाऱ्या उपग्रहाला पृथ्वीभोवती 1 प्रदक्षिणा करण्यास किती कालावधी लागला असता ?

   उत्तर : ~ 12 तास

   इ. पृथ्वीभोवती T सेकंदात एक परिक्रमा करणाऱ्या उपग्रहाची भूपृष्ठापासूनची उंची h_1 असेल तर $2\sqrt{2}$ T सेकंदात एक परिक्रमा करणाऱ्या उपग्रहाची उंची किती असेल ?

   उत्तर : $R + 2h_1$

उपक्रम :

1. सुनीता विल्यम्स यांच्या अंतराळ मोहिमांविषयी माहिती मिळवा.
2. अशी कल्पना करा, की तुम्ही सुनीता विल्यम्स यांची मुलाखत घेत आहात. कोणते प्रश्न तुम्ही त्यांना विचाराल ? या प्रश्नांसाठी तुम्हाला काय उत्तरे मिळतील याचाही विचार करा.

◈◈◈

HJP4R4