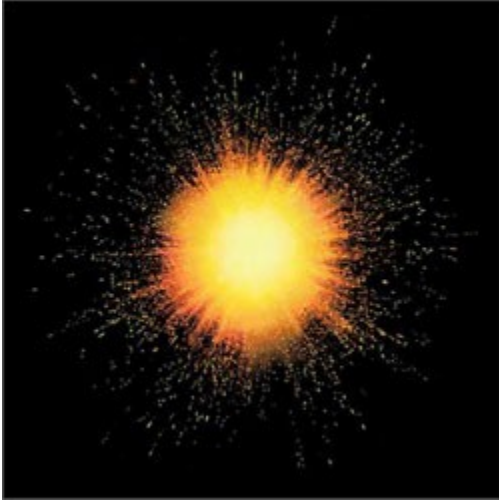


Big Bang

विश्वाची निर्मिती

विश्वाच्या निर्मितीच्या बऱ्याच संकल्पना आतापर्यंत निरनिराळ्या शास्त्रज्ञांनी मांडल्या आहेत. या सर्व संकल्पना त्या-त्या शास्त्रज्ञांनी त्यांनी केलेल्या अभ्यासाच्या निष्कर्षावरून तसेच कल्पना करून मांडल्या आहेत. कुठल्याही गोष्टीची निर्मिती ही त्या गोष्टीच्या निर्मितीच्यावेळी असलेल्या परिस्थितीवरून काढली जाते. पण विश्वाच्या निर्मितीनंतरच इतर सर्व गोष्टी निर्माण झाल्या त्यामुळे विश्वाची निर्मिती कशी झाली असावी हे सांगणे तितकेसे सोपे नाही.

साधारण पणे १३ ते २० अब्ज वर्षांपूर्वी एक मोठ्या स्फोटातून सध्याच्या विश्वाची निर्मिती झाली असावी असा शास्त्रज्ञांनी शोध लावला आहे. या विधानाला अनेक इतर अनेक शास्त्रज्ञांचा विरोध असला तरी बऱ्याच शास्त्रज्ञांचे या शोधावर एकमत असल्याने सध्यातरी विश्वाची निर्मिती एका मोठ्या स्फोटातून असे मानले जाते. या स्फोटाला इंग्रजीमध्ये 'Big Bang' म्हणजेच 'महास्फोट' असे म्हटले जाते. असे असले तरी या महास्फोटा अगोदर काय परिस्थिती होती याचे उत्तर कुणाकडेच नाही. तसेच ज्या महाकाय गोष्टीचा स्फोट झाला त्यामध्ये बऱ्याच प्रमाणात हायड्रोजन तसेच इतर मुलद्रव्ये होती या व्यतिरिक्त त्यामध्ये इतर कोणत्या गोष्टी होत्या या बद्दल कुणालाच माहिती नाही, इतकेच नाही तर तो महास्फोट कसा झाला याकुणाचेच एकमत नाही तसेच कुणाला पुरेशी माहिती देखिल नाही.



सुरुवातीला म्हणजेच साधारणपणे १३ ते २० अब्ज वर्षांपूर्वी संपूर्ण विश्व एका बिंदूवत स्वरूपात होते. त्यानंतर झालेल्या त्याच्या महास्फोटामुळे त्यातील सर्व द्रव्य अंतराळामध्ये फकले गेले. त्यापासूनच पुढे एक-एक गोष्ट तयार होत सध्याचे विश्व आपण पाहत आहोत.

१९३१ मध्ये जॉर्ज लेमाइट्र याने सुरुवातीला महास्फोटाची संकल्पना मांडली त्यामध्ये त्याने ही संकल्पना 'गृहीत धरा' या पद्धतीने मांडली. त्याच काळादरम्यान बऱ्याच शास्त्रज्ञांचे खगोलसंशोधकांना त्यांच्या अवकाश निरीक्षणामध्ये असे आढळून आले की अंतराळातील अती दूरवरील क्वेसार एकमेकांपासून दूर जात आहेत. एडवीन हबल यांना त्यांच्या निरीक्षणामध्ये असे आढळून आले की अंतराळातील सर्वच आकाशगंगा आपापल्या स्थानापासून सरकत असून त्या एकमेकांपासून दूर जात आहेत. या निरीक्षणावर बरेच संशोधन केल्यानंतर एडवीन हबल यांनी असा सिद्धांत मांडला की आकाशगंगांचे एकमेकांपासून दूर जाणे हे ज्याप्रमाणे एखाद्या रबरी फुग्यावर काही चित्रे काढून तो जर फुगा फुगविला तर ता फुग्यावरील चित्रे ज्याप्रमाणे एकमेकांपासून दूर जातात त्याच प्रमाणे या अंतराळातील आकाशगंगा एकमेकांपासून दूर जात आहेत. याचाच अर्थ त्या भूतकाळामध्ये कधीतरी एकमेकांच्या जवळ अथवा एकत्रित असाव्या

ज्या नंतर काही कारणास्तव एकमेकांपासून दूर जाऊ लागल्या. त्यांचा हा सिद्धांत बर्य र्याच प्रमाणात 'Big Bang' म्हणजेच महास्फोटाशी जुळणारा होता. या दोन सिद्धान्तावर पुढे असा निष्कर्ष लावण्यात आला की महास्फोटानंतर त्या स्फोटातील द्रव्य अंतराळामध्ये अंतराळामध्ये फेकले गेले. या द्रव्यापासूनच पुढे आकाशगंगांची निर्मिती झाली आणि ज्या अजूनही एकमेकांपासून दूर जात आहेत.

अब्जावधी वर्षांपूर्वी झालेल्या महास्फोटाच्या आधीची स्थिती जरी आपणास माहीत नसली तरी शास्त्रज्ञांनी महास्फोटानंतर विश्वाची निर्मिती कशी झाली असावी याची माहिती संशोधन करून मिळविली आहे. महास्फोटानंतर काही सेकंदामध्येच त्या महास्फोटातील द्रव्याचे निरनिराळ्या स्थितीमध्ये बदल होत गेले.

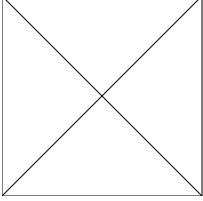
महास्फोटानंतरच्या निरनिराळ्या स्थितींची सुंखल खाली दिली आहे.

महास्फोट > युगनिर्मितीच्या एकत्रीकरणाला सुरुवात > विश्वाचे प्रसरण > परमाणू संक्रमण > अणुकेंद्राचे संयोगीकरण > निसर्गातील जड वस्तूच्या निर्मितीची सुरुवात > एकत्रीकरण > आकाशगंगांची निर्मिती > क्वेसार निर्मिती > सूर्यमाला निर्मिती > पृथ्वीवर जीवसृष्टी > सध्याची परिस्थिती

विश्व आज ज्या स्थितीमध्ये आहे ती स्थिती भविष्यामध्ये राहणार नाही हे वरील निरनिराळ्या अवस्थेवरून कळून येते. परंतु भविष्यामध्ये विश्वाची स्थिती काय असेल यावर अजूनही बर्य र्याच शास्त्रज्ञांचे एकमत नसल्याने त्यावर संशोधन सुरू आहे.

आपली आकाशगंगा

Milky Way Galaxy



आपली पृथ्वी ज्या सूर्यमालेमध्ये आहे ती 'मंदाकिनी' नावाच्या आकाशगंगेमध्ये आहे. अवकाशातील सर्वच गोष्टींचे एकमेकांपासून अंतरच फार असल्याने दोन अवकाशीय गोष्टींमधील अंतर प्रकाशाच्या वेगाने मोजले जातात. आपल्या पृथ्वीवरून दिसणार्या जवळपास सर्वच गोष्टी आपल्या आकाशगंगेमधील आहेत याचाच अर्थ आपल्या आकाशगंगेचा आकार प्रचंड मोठा आहे.

थोडक्यात प्रकाशाच्या वेगाची आपणास कल्पना द्यायची झाल्यास सूर्यापासून निघालेल्या प्रकाशाला पृथ्वी पर्यंत पोहोचायला ८ मिनिटे लागतात व प्लुटो पर्यंत पोहोचायला ५ तास लागतात. त्यानंतरच्या सर्वात जवळच्या तारकाजवळ प्रकाशाला पोहोचायला ४ वर्षे लागतात. तर या सर्वांना सामावून घेणार्या आकाशगंगेच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत प्रकाशाला पोहोचायला जवळजवळ १ लाख वर्षे लागतात.

आपल्या आकाशगंगेमध्ये साधारण २०० अब्ज तारे आहेत. आपल्या आकाशगंगेमध्ये आपल्या सूर्यापेक्षा लहान तसेच आपल्या सूर्यापेक्षाही हजारो पट आकाराने मोठे तारे, तारकागुच्छ, तेजोमेघ, वायूचे ढग, धुळीचे ढग, मृत तारे, नवीन जन्माला आलेले तारे अशा अनेक गोष्टी आहेत.

आपल्या आकाशगंगेच्याच जवळ एक लहान व एक मोठा असे विस्कटलेले असे दोन ढग आहेत. मॅगेलीन या खलाशाने ते सर्वप्रथम पाहिल्याने त्यांना मॅगेलीनचे ढग असे नाव देण्यात आले आहेत. त्यानंतर आपल्या आकाशगंगेच्या जवळ असलेली आकाशगंगा 'देवयानी' या नावाने ओळखली जाते. पृथ्वीवरून पाहताना ती देवयानी तारकासमुहामध्ये दिसत असल्याने 'देवयानी' हे नाव देण्यात आले. आपल्या आकाशगंगेपासून जवळपास २२ लाख प्रकाशवर्षे अंतरावर ही 'देवयानी' आकाशगंगा आहे.

आपली आकाशगंगा ज्या इतर आकाशगंगांच्या समूहामध्ये आहे त्या समूहाला स्थानिक दिर्घिका समूह (Local Group of Cluster) असे म्हटले जाते या स्थानिक दिर्घिका समूहामध्ये आपली आकाशगंगा मिळून इतर ३० दिर्घिका आहेत. आकाराने लहान मोठ्या असलेल्या ह्या आकाशगंगा जवळपास १ कोटी प्रकाशवर्षे एवढ्या अंतरामध्ये पसरलेल्या आहेत.

अनेक आकाशगंगा तसेच त्यांचे स्थानिक समूह मिळून त्यांचा महासमूह (Super Cluster) तयार होतो. अशा महासमूहाचा व्यास जवळपास 90×10^6 प्रकाशवर्षे एवढा मोठा असतो. आपली आकाशगंगा असलेला स्थानिक समूह कन्या दिर्घिका समूहाचा भाग आहे. शास्त्रज्ञांच्या अंदाजाप्रमाणे विश्वांमध्ये अशाप्रकारचे कोट्यवधी महासमूह आहेत.

आकाशगंगेचे प्रामुख्याने तीन भाग पडतात.

१) सर्पिलाकार -



ह्या प्रकारामध्ये गोल सर्पाप्रमाणे पसरलेल्या भुजा असलेल्या आकाशगंगा आढळतात.

२) लंबवर्तुळाकृती -



ह्या प्रकारामध्ये लंबवर्तुळाकृती आकार असलेल्या आकाशगंगा आढळतात.

३) अनियमित -



ह्या प्रकारामध्ये आकाशगंगेला ठराविक आकार नसतो, त्या कोणत्याही वेड्यावाकड्या आकारामध्ये आढळतात.

List of Concept

मूलप्रत - ऍबसल्युट मॅग्निट्यूड (Absolute Magnitude)

दृश्यप्रत हि ठराविक तार्याच्या पृथ्वीवरून दिसणार्या दीप्ती ठरविली जाते. ज्या ऍबसल्युट मॅग्निट्यूड तार्याची काढावयाची आहे तो ठराविक तारा त्याच्या असलेल्या स्थानापासून १० पार्सेक (3.3×10^5 प्रकाश वर्षे) अंतरावर आणावयाचा व तेथून त्याची दीप्ती केवढी दिसेल ते पाहिले जाते.

ऍक्रेसन (Accretion)

मोट्या तार्यापासून छोट्या तार्याकडे त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाने वस्तुमान खेचल्या जाणार्या प्रक्रियेस ऍक्रेशन असे म्हणतात. एका विशिष्ट काळानंतर छोट्या तार्याभोवती मोट्या तार्याच्या वस्तुमानाची गोल चकती सारखी कडी तयार होते यास ऍक्रेशन डिस्क अस म्हणतात.

मित्र तारा - अल्फा सेंटॉरी (Alpha Centauri)

सूर्यापासून अंतराने सर्वात जवळचा प्रखर तारा (अंतर ४. ३६ प्रकाशवर्ष).

ऍल्टीट्युड (Altitude)

क्षितिजा पासून वर आकाशात ख-स्वस्तिक (Zenith) पर्यंत अंशामध्ये मोजलेले अंतर.

अँटीमॅटर (Antimatter)

असे वस्तुमान जे अस्तित्वात असलेल्या वस्तुमानाच्या विरुद्ध गुणधर्माचे आहे. ज्या वस्तुमानामध्ये प्रोटॉन्सना ऋण (निगेटिव्ह) गुणधर्म आहे आणि इलेक्ट्रॉन्सना धन (पॉझिटिव्ह) गुणधर्म आहे.

अँटीपॉडल बिंदू (पॉईंट) (Antipodal point)

तो बिंदू जो एखाद्या ग्रहाच्या दिसणार्या भागाच्या अथवा कोणत्याही भागावरील बिंदूच्या विरुद्ध भागावरील बिंदू. ज्याप्रमाणे पृथ्वीवरील उत्तर ध्रुवावरील बिंदूच्या विरुद्ध बिंदू म्हणजेच दक्षिण ध्रुव बिंदू.

ऍपस्टॉन (Aparstron)

दोन जोडतारकांमधिल (Binary Stars) मधील एकमेकांपासून सर्वाधिक दूर असतानाचे अंतर.

ऍपचर (Aperture)

प्रकाश जाण्यासाठी कॅमेरा अथवा टेलिस्कोप यांच्यासारख्या वस्तूमध्ये भिंगासमोर असलेले गोल छिद्र. या छिद्राद्वारे प्रकाश आत जाऊन चित्र तयार होते. ऍपचरच्या आकाराचा आकडा जेवढा जास्त तेवढे छिद्र लहान व ऍपचरच्या आकाराचा आकडा जेवढा कमी तेवढे छिद्र मोठे.

ऍपेहेलियन (Aphelion)

एखाद्या ग्रहाचा सूर्य प्रदक्षिणा कक्षेतील सूर्यापासूनचा सर्वाधिक दूरच्या अंतरावरील स्थान.

ऍपॉगी (Apogee)

सूर्य प्रदक्षिणा कक्षेतील पृथ्वीचे सूर्यापासूनचे सर्वाधिक दूरच्या अंतरावरील स्थान.

दृश्यप्रत - ऍपरंट मॅग्निट्युड (Apparent Magnitude)

पृथ्वीवरून पाहणाऱ्या निरीक्षकास एखाद्या ताऱ्याची नुसत्या डोळ्यांनी दिसणाऱ्या दीप्तीवरून काढली गेलेली प्रत.

आर्क सेकंद (Arc Second)

अंशात्मक लहानात लहान मोजलेले अंतर ६० आर्क सेकंद म्हणजे १ आर्क मिनिट म्हणजेच १ आर्क डिग्री म्हणजेच ३६०० आर्क सेकंद. तसेच १ आर्क सेकंद म्हणजे सूर्यावरील ७२५ कि. मि.

आर्क डिग्री (Arc Degree)

अंशात्मक अंतर ज्यामध्ये ३६० आर्क डिग्री मिळून एक पूर्ण गोल (full circle) तयार होते.

आर्क मिनिट (Arc Minute)

एक डिग्रीचा ६० वा भाग अथवा ६० आर्क मिनिटे म्हणजे एक डिग्री.

लघुग्रह - ऍस्टेरोईड (Asteroid)

आकाराने फारच लहान असल्याने ग्रहाचे स्थान न मिळालेला मोठा खडक अथवा दगड. ह्यांचा आकार उल्कापेक्षा मोठा पण ग्रहांपेक्षा लहान असतो. सूर्यमालेमध्ये मंगळ आणि गुरु ग्रहांमध्ये ह्या लघुग्रहांचा पट्टा आढळतो.

खगोलीय रसायनशास्त्र - ऍस्ट्रोकेमिस्ट्री (Astrochemistry)

विज्ञानाचीच एक शाखा ज्यामध्ये अवकाशातील तार्यांमधील वायू आणि धूळ यांचा अभ्यास केला जातो.

खगोलीय एकक - ऍस्ट्रोनॉमी युनिट (Astronomical Unit - AU)

सूर्य आणि पृथ्वी यांमधील अंतर म्हणजेच एक खगोलीय एकक. सूर्य आणि पृथ्वी यांमधील सरासरी अंतर १४९, ५९७, ८७० कि. मी. आहे.

अरोरा (Aurora)

पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रामुळे सूर्याकडून येणारी अतिनील किरणे पृथ्वीच्या ध्रुवीय भागाकडे खेचली जातात. त्यामुळे वातावरणामध्ये रात्रीच्या अंधारामध्ये देखिल आकाशात एक प्रकाश झोत दिसतो त्यालाच अरोरा असे म्हणतात.

अरोरा बोरियालीस (Aurora Borealis)

पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रामुळे सूर्याकडून येणारी अतिनील किरणे पृथ्वीच्या ध्रुवीय भागाकडे खेचली जातात. त्यामुळे वातावरणामध्ये रात्रीच्या अंधारामध्ये देखिल आकाशात एक प्रकाश झोत दिसतो त्यालाच अरोरा असे म्हणतात. तसेच पृथ्वीच्या उत्तर ध्रुवाच्या बाजूला दिसणार्या प्रकाशझोतास अरोरा बोरियालीस असे म्हणतात.

अरोरा ऑस्ट्रालीस (Aurora Australis)

पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रामुळे सूर्याकडून येणारी अतिनील किरणे पृथ्वीच्या ध्रुवीय भागाकडे खेचली जातात. त्यामुळे वातावरणामध्ये रात्रीच्या अंधारामध्ये देखिल आकाशात एक प्रकाश झोत दिसतो त्यालाच अरोरा असे म्हणतात. तसेच पृथ्वीच्या दक्षिण ध्रुवाच्या बाजूला दिसणार्या प्रकाशझोतास अरोरा ऑस्ट्रालीस असे म्हणतात.

शरद संपात - ऑटमनल इक्विनॉक्स (Autumnal equinox)

पृथ्वीचा अक्ष २३. ५ अंशाने कललेला असल्यामुळे सूर्य प्रदक्षिणा करताना सूर्य काही काळ पृथ्वीच्या इतर भागाच्या जवळ असतो तर काही काळ पृथ्वीच्या दक्षिण भागाजवळ असतो. सूर्य ज्या वेळेस पृथ्वीच्या दक्षिण भागाच्या सर्वात जवळ असतो त्या भागास शरद संपात बिंदू असे म्हणतात.

अक्षाचा कल (Axial inclination)

एखादा ग्रह त्याच्या उत्तर-दक्षिण अक्षापासून किती कललेला आहे ते पाहिले जाते. हा कल त्या ठराविक ग्रहाच्या परिभ्रमण कक्षेवरून काढला जातो.

अक्ष (Axis)

एक अशी अदृश्य रेषा जी एखाद्या स्वतःभोवतीच्या वस्तूच्या बरोबर मध्यभागातून गेली असेल. ह्यालाच ध्रुव असे देखिल म्हणतात.

ऍझिमथ (Azimuth)

असे अंतर जे क्षितिजाला समांतर व उत्तर दिशेपासून मोजले जाते.

बॅरीसेंटर (Barycenter)

सर्व वस्तुमानाच्या केंद्रातील वस्तुमान. उदा. सूर्यमालेतील केंद्रीय वस्तुमान.

महाविस्फोट - बिगबॅंग (Big Bang)

असा एक सिद्धांत ज्यामध्ये सांगितले आहे कि विश्वाची उत्पत्ती अवकाशाच्या एका बिंदूच्या महास्फोटातून झाली असावी. त्या महास्फोटामुळेच सध्या विश्वाचे आकारमान वाढत आहे असे दिसते.

जोडतारका - बायनरी स्टार्स (Binary Stars)

असे दोन तारे जे समान केंद्रीय गुरुत्वाकर्षण एकमेकाभोवती फिरत आहेत.

कृष्णविवर - ब्लॅक होल (Black Hole)

एक महाप्रचंड गुरुत्वीय बल. काही प्रकारच्या महाराक्षसी तार्यांचा त्यांच्या मृत्यू समयी त्यामधील इंधन संपल्यावर ते स्वतःच्याच गुरुत्वाकर्षणामध्ये अडकतात आणि तो तारा स्वतःच्याच गुरुत्वाकर्षणामुळे लहान-लहान होत अखेर बिंदूवत होत अखेर शेवटी अदृश्य होतो. ह्या अवस्थेस सिंग्युलॅरिटी असे म्हणतात. अशावेळी त्याचे वस्तुमान प्रचंड झालेले असते. त्याच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे त्यापासून निघालेला प्रकाश देखिल त्याच्याकडे पुन्हा खेचला जातो.

ब्लू शिफ्ट (Blueshift)

एखाद्या तार्याचा वर्णपटल घेतला असता त्यामध्ये असलेल्या रेषा निळ्या बाजूस सरकणे. ब्लु शिफ्टद्वारे तो ठराविक तारा आपल्या दिशेने येत आहे हे कळते. तर जेवढी ब्लु शिफ्ट जास्त तेवढा तो तारा वेगाने आपल्या दिशेने येत आहे.

अवकाशीय विषुववृत्त - सेलेस्टिअल इक्वेटर (Celestial equator)

एक अशी समांतर पातळी जी पृथ्वी आणि अवकाश यांच्याशी समांतर असेल.

अवकाशीय ध्रुव - सेलेस्टिअल पोल (Celestial pole)

अवकाश गोलाचे उत्तर आणि दक्षिण असे दोन ध्रुव जिथे पृथ्वीचे परिवलन अक्ष एकमेकांना छेदतात.

अवकाशीय गोल - सेलेस्टिअल स्फिअर (Celestial sphere)

एक असा काल्पनिक अवकाशीय गोल ज्यामध्ये पृथ्वी केंद्रस्थानी आहे आणि आपण त्या गोलावर तार्यांना पाहत आहोत.

सेफिड (Cepheid)

आकारमान बदलणारा रुपविकारी तारा. रुपविकारी तार्यांच्या प्रकारातील एक विशिष्ट प्रकार ज्यामध्ये तो ठराविक तारा आपल्या आकारमानासोबत दीप्ती देखिल विशिष्ट कालांतराने कमी जास्त करतो. सध्याच्या प्रगत विज्ञानामध्ये अशा तार्यांचा उपयोग त्यांचे आपल्या पासूनचे अंतर मोजण्यासाठी होतो.

भिंगिय विषमता - क्रोमॅटिक ऍबरेशन (Chromatic aberration)

काहीवेळेस विशिष्ट प्रकारचे काचेचे भिंग प्रकाशकिरणांचे वक्रिभवन करून वेगवेगळ्या दिशांना वेगवेगळ्या रंगछटा दाखवितो. असा प्रत्यय त्या भिंगाच्या कडेस जाणवितो.

क्रोमोस्फिअर (Chromosphere)

सूर्याच्या गाभ्यातील एक प्रकारचा थर जो प्रोटोस्फिअरच्या आणि गाभ्यावरील बदलणार्या भागावर असतो. क्रोमोस्फिअर प्रोटोस्फिअरच्या मानाने अतिशय तप्त असते परंतु मध्य गाभ्याच्या मानाने हे तापमान कमी असते.

ध्रुवतारा - सर्कमपोलर स्टार (Circumpolar Star)

असा तारा जो कधीच मावळत नाही. जो नेहमीच क्षितिजाच्या वर दिसतो. हे निरीक्षकाच्या जागेवर अवलंबून आहे. पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धात काही फिकट तारे ध्रुवाजवळ आहेत. परंतु पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धात एक ठळक तारा ध्रुवाजवळ आहे. त्यालाच आपण ध्रुवतारा व इंग्रजीमध्ये पोलारिस असे म्हणतो.

कोमा (Coma)

धूमकेतूच्या मुख्य डोक्याजवळ असलेल्या वायूमय आवरणाला कोमा असे म्हणतात. ह्यामध्ये प्रामुख्याने वायू असतात. सूर्य किरणांमुळे हा वायू तप्त होऊन त्यामधील बर्फमय धुळीकण सुटे होतात. नंतर ह्या पासून धूमकेतूला शेपटी तयार होते. जी धूमकेतूच्या मुख्य गाभ्या पासून हजारो मैल मोठी होते.

धूमकेतू - कॉमेट (Comet)

सर्वसाधारणपणे सूर्यमालेत प्रवेश करताच धूमकेतू मागे आपणास शेपटी आलेली दिसेल. हि शेपटी बर्फाच्छादित धुळीकणांची असते व जसं जसा तो धूमकेतू सूर्याच्या अधिक जवळ येऊ लागतो, त्यावेळेस हे बर्फाच्छादित धुळीकण विरघळून अलग होतात आणि धूमकेतूमागे धुळीकणांची एक शेपटी तयार होते. ज्यामुळे धूमकेतू एखाद्या झाडूसारखा दिसू लागतो. काही आठवड्यांमध्येच तो आपली सूर्य प्रदक्षिणा संपवून पूर्ववत दूर जाऊ लागतो व त्याबरोबर त्याची शेपटी देखिल लहान होत अदृश्य होते.

युती - कंजक्शन (Conjunction)

जेव्हा दोन किंवा अनेक अवकाशस्थ वस्तू एकमेकांजवळ दिसू लागतात ह्या घटनेला युती असे म्हणतात.

तारकासमूह - कॉन्स्टलेशन्स (Constellation)

अवकाशातील तारकांचा असा समूह ज्यामुळे त्या तारकांचा एखादा मोठा विशिष्ट आकार दिसतो. अवकाशात असे ८८ तारकासमूह आहेत.

करोना (Corona)

सूर्यावरील वातावरणातील सर्वात बाहेरचा थर. ज्यामध्ये निरनिराळ्या प्रकारचे वायू असतात. अतिशय विरळ असून देखिल त्यांचे तापमान १ लाख डिग्री केल्विन एवढे असते. नुसत्या डोळ्यांना हा करोना फक्त सूर्यग्रहणाच्या वेळेसच पाहायला मिळतो.

वैश्विक किरण - कॉस्मिक रे (Cosmic Ray)

अण्विक कण (ज्यामध्ये प्रामुख्याने प्रोटॉन्स असतात) जे अंतराळातून येऊन पृथ्वीच्या वातावरणात प्रवेश करतात. हे कण प्रचंड ऊर्जामय असतात.

मूळशास्त्र - कॉस्मोलॉजी (Cosmology)

विज्ञानाची एक अशी शाखा ज्यामध्ये उत्पत्ती, मूळ, रचना आणि नैसर्गिक विश्वाचा अभ्यास केला जातो.

खळगे - क्रेटर (Crater)

गोलाकार मोठा खड्डा जो लघुग्रह अथवा उल्का आदळल्याने तयार झाला असेल. तसेच जो ज्वालामुखीच्या अंतर दाबामुळे देखिल तयार झाला असेल.

कृष्ण पदार्थ - डार्कमॅटर (Dark Matter)

विश्वातील असे वस्तुमान जे अस्तित्वात आहे परंतु दिसत नाही. जे अदृश्य आहे पण ज्यांचा गुरुत्वीयबलाचा परिणाम मात्र इतर अवकाशस्थ गोष्टींवर दिसून येतो.

क्रांती - डेक्लिनेशन (Declination)

एखाद्या अवकाशस्थ वस्तूचे, ग्रहाच्या अवकाशीय विषुववृत्तापासून मोजले गेलेले अंशात्मक अंतर.

चकती - डिस्क (Disk)

सूर्याचा दृश्यभागाचा आकार अथवा एखादी अवकाशस्थ वस्तूचे चित्र.

डॉप्लर इफेक्ट (Doppler Effect)

प्रकाशाच्या अथवा आवाजाच्या तरंग लांबीमधिल बदल जो एखाद्या विशिष्ट वस्तूपासून निघालेला आहे आणि संबंध निरीक्षकाच्या जागेवर अवलंबून आहे. जर एखादी वस्तू निरीक्षका पासून दूर जात असेल तर त्यामुळे तरंग लांबीच्या लहान रेषा निळ्या रंगाकडे सरकलेल्या दिसतात. तर या उलट एखादी वस्तू निरीक्षकाजवळ येत असेल तर त्यामुळे तरंगलांबीच्या मोठ्या रेषा लाल रंगाकडे सरकलेल्या दिसतात. सध्या डॉप्लर इफेक्ट हा प्रयोग एखाद्या अवकाशस्थ वस्तूचा वेग आणि दिशा ठरविण्यासाठी करतात.

जोडतारका - डबलस्टार (Double Star)

काही वेळेस पुढेमागे असलेल्या दोन तारका निरीक्षकास एकत्र अथवा एकाच जागी दिसतात. ह्या दोन तारका काही वेळेस पुढेमागे असतात तर काही वेळेस एकत्र देखिल एकमेकांभोवती फिरत असतात.

ग्रहण - एक्लिप्स (Eclipse)

एका अवकाशस्थ वस्तूमुळे अथवा दुसऱ्या वस्तूचा प्रकाश पूर्णतः अथवा अंशतः अडविला जाणे.

एफिमेरीज (Ephemeris)

तारखेनुसार पद्धतशीर मांडलेली माहिती उदा. सर्वसामान्यपणे सूर्य, चंद्र आणि इतर ग्रह यांच्या जागेची दररोजची माहिती अथवा दररोजची इतर अवकाशस्थ वस्तूंबद्दलची माहिती.

संपात बिंदू - इक्विनॉक्स (Equinox)

असे दोन बिंदू जेथे सूर्याचा आयनिक मार्ग हा पृथ्वीच्या विषुववृत्तास छेदतो. ह्या दोन बिंदूंना वसंत आणि शरद असे म्हणतात. दरवर्षी सूर्य २१ मार्च रोजी वसंतसंपात बिंदूवर असतो तर २२ सप्टेंबर रोजी शरद संपात बिंदूवर असतो.

मुक्तीचा वेग - एस्केप वेलॉसिटी (Escape Velocity)

एखाद्या ग्रहापासून अथवा अवकाशस्थ वस्तूच्या गुरुत्वाकर्षणातून बाहेर पडण्यासाठी लागणारा वेळ.

इवेंट होराईझन (Event Horizon)

कृष्णविवराभोवती असलेली त्याची अदृश्य सीमा त्याच्या आत गेल्यास कोणीही मुक्त होऊ शकत नाही. इतकेच की प्रकाश देखिल परत आत मागे खेचला जातो.

मृतावस्थेकडे चाललेला तारा - इवॉल्व स्टार (Evolved Star)

आपला आयुष्यक्रम संपवून मृत्युपंथाला चाललेला तारा. अशा अवस्थेमध्ये त्या ठराविक तार्यातील इंधन संपलेले असते आणि आता तो आपले वस्तुमान गमावीत असतो.

एक्स्ट्रागॅलॅक्टिक (Extragalactic)

एक शब्द जो बाहेरील अथवा आपल्या आकाशगंगेपलीकडील वस्तूसाठी वापरला जातो.

अंतरीक्ष - एक्स्ट्रा टेरेस्ट्रियल (Extraterrestrial)

एक शब्द जो पृथ्वीच्या बाहेर निर्माण झालेल्या वस्तूसाठी वापरला जातो.

आयपीस (Eyepiece)

टेलिस्कोपच्या शेवटी लावली जाणारी भिंग. ज्यामध्ये पाहून निरीक्षक पाहत असलेल्या वस्तूचा आकार मोठा करतो. निरनिराळ्या क्षमतेच्या भिंगामुळे वस्तूचे आकारमान मोठे दिसते.

फायरबॉल (Fireball)

अतिशय प्रखर उल्का. काही वेळेस फायरबॉल चंद्राच्या प्रकाशापेक्षा देखिल कितीतरी पटीने प्रखर असतो.

गुरुत्वीय बिंदू - गॅलेक्टिक न्युक्लिअस (Galactic Nucleus)

आकाशगंगा मध्ये असणाऱ्या तारे आणि वायू यांमधील अतिघन गुरुत्वीय बळ असलेले केंद्र.

गुरुत्वीय कडा - गॅलेक्टिक हेलो (Galactic Halo)

आकाशगंगांच्या केंद्रीय गाभ्याभोवती अथवा बाहेरील बाजूस असणाऱ्या गोलाकार कडेस गुरुत्वीय कड असे म्हणतात.

आकाशगंगा - गॅलेक्सी (Galaxy)

अब्जावधी तारकांचा समूह. आपला सूर्य ज्या आकाशगंगेमध्ये आहे त्यास इंग्रजीत - मिल्की वे - असे म्हणतात. विश्वांमध्ये अशा अब्जावधी आकाशगंगा आहेत. अजून देखिल आकाशगंगांची उत्पत्ती कशी आणि केव्हा झाली ह्यावर संशोधन चालू आहे. आकाशगंगा निरनिराळ्या आकारामध्ये आणि स्वरूपाच्या असू शकतात. आपल्या आकाशगंगेचा आकार सर्पिलाकृती आहे आणि त्यामध्ये काही अब्ज तारे आहेत. काही आकाशगंगा अशा आहेत की ज्यांचा प्रकाश आपणापर्यंत येण्यास हजारो वर्षे लागतात. सर्पिलाकृती (spiral), गोलाकार (elliptical) आणि वेडीवाकडी (irregular) असे आकाशगंगांचे तीन मुख्य भाग आहेत.

गॅलिलिओचे चंद्र - गॅलिलीअन मून (Galilean Moons)

आयो (Io), युरोपा (Europa), कॉलिस्टो (Callisto) आणि गॅनिमेड (Ganymede) ह्या गुरू ग्रहाच्या चार चंद्रांना हे नाव देण्यात आले आहे. ह्याचा शोध गॅलिलिओ गॅलेली याने लावल्यामुळे त्याचे नाव देण्यात आले.

मुलद्रव्यांचा मोठा ढग - जायंट मॉलीक्युलर क्लाऊड (Giant Molecular Cloud (GMC))

अवकाशाच्या पोकळीमध्ये आढळणार्या मोठ्या ढगांना ज्यामध्ये प्रामुख्याने हायड्रोजन हा वायू सापडतो. तसेच ज्यामध्ये नवीन तार्याच्या निर्मितीसाठी आवश्यक वस्तुमान आहे.

बंदिस्त तारकागुच्छ - ग्लोब्युलर क्लस्टर (Globular Cluster)

एक अतीघन आणि जेथे शेकडो ते हजारो तारका दाटीवाटीने आढळतात. बंदिस्त तारकागुच्छामध्ये प्रामुख्याने वृद्ध तारे मध्य भागामध्ये आढळतात.

गुरुत्वीय भिंग - ग्रेव्हिटेशनल लेंस (Gravitational Lens)

प्रचंड वस्तुमान असलेली आकाशगंगा अथवा एखादा तारा त्याच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणाने त्याच्या मागून येणार्या तार्याचा अथवा आकाशगंगेचा प्रकाशाचा सरळ मार्ग बदलून त्याला वक्रता आणतो. त्यामुळे त्यामागील वस्तूची दिशा बदललेली दिसते अथवा त्याच्या दोन समान प्रतिमा दिसतात.

गुरुत्वाकर्षण - ग्रेव्हिटी (Gravity)

एखाद्या पदार्थिय वस्तुमान असलेल्या गोष्टीचा दुसऱ्या गोष्टीला आपल्या जवळ खेचण्याचा एक नैसर्गिक गुणधर्म.

सूर्य केंद्रीय - हेलिओसेंट्रिक (Heliocentric)

सूर्य केंद्रीय स्थानी असणे.

सूर्य केंद्रीय अवकाश - हेलिसोस्फिअर (Heliosphere)

संपूर्ण सूर्यमाला असेल असा एक अवकाशातील काल्पनिक गोल.

हिलियम (Helium)

द्वितीय क्रमांकावरील आणि वजनाने अतिशय हलका वायू. हिलियमच्या अणू गर्भामध्ये दोन प्रोटॉन्स आणि दोन न्यूट्रॉन्स हे दोन इलेक्ट्रॉन्सच्या भोवती फिरत असतात.

हेमिस्फिअर (Hemisphere)

असा एक अवकाशीय काल्पनिक गोल जो क्षितिज, पृथ्वीचा विषुववृत्त किंवा आयनिक वृत्त ह्या ठिकाणी दोन भागांमध्ये विभागला गेला आहे.

आवर अँगल (Hour Angle)

उत्तर दक्षिण ह्या दिशांवर ख-स्वस्तिक (निरीक्षकाच्या डोक्यावरील बिंदू) वरून पृथ्वीच्या विषुववृत्ताशी समांतर पातळीत वरून खाली टाकलेला लंब.

एच आर डायग्राम (H-R Diagram)

रंगात्मक दृश्य प्रतीचा आलेख. ज्यामध्ये एका विशिष्ट तार्याचे त्याच्या वर्णपटलावरून रंगावरून स्थान ठरविले जाते. रुसेल (Russell) आणि हर्ट्झस्पुंग (Hertzsprung) ह्यांनी १९३१ मध्ये सर्वप्रथम हा आलेख तयार केल्यामुळे त्यांचे नाव देण्यात आले.

हबलचा नियम - हबल्स लॉ (Hubble's Law)

ह्या नियमानुसार आपल्या पासून सर्वात दूर असणाऱ्या आकाशगंगा ह्या तितक्याच वेगाने दूर जात आहेत.

हायड्रोजन (Hydrogen)

वजनाने हलका आणि ज्वलनशील वायू. हायड्रोजनच्या अणू गर्भामध्ये एक प्रोटॉन आणि एक इलेक्ट्रॉन असतो. मध्यभागी फक्त एक प्रोटॉन असतो. सूर्याचा ७५ टक्के भाग हायड्रोजनचा आहे. तर पृथ्वीवर ह्याचे प्रमाण फारच अत्यल्प आहे. हायड्रोजन हा विश्व निर्मितीतील महत्त्वपूर्ण भाग आहे. प्रचंड हायड्रोजन असलेल्या वायूच्या ढगापासून तार्यांची निर्मिती होते.

इन्क्लिनेशन (Inclination)

पृथ्वीला गृहीत धरून इतर ग्रहांच्या फिरण्याच्या कक्षेचा कल म्हणजे इन्क्लिनेशन.

इंटरस्टेलार मीडियम (Interstellar Medium)

दोन तार्यांच्या मध्ये असलेला वायू आणि धूळ.

वेडीवाकडी आकाशगंगा (Irregular Galaxy)

अशा आकाशगंगा ज्यांना कोणताही पद्धतशीर आकार नाही.

केल्विन (Kelvin)

वातावरणातील तापमान मोजण्यासाठी खगोलशास्त्रामध्ये केल्विन हे मापक वापरले जाते. पाण्याचे बर्फ होण्याच्या पातळीपर्यंत केल्विन मापक हे साधारण सेल्सियस ह्या मापका सारखेच आहे. शून्य सेल्सियस म्हणजे २७३ डिग्री केल्विन होय. पूर्णतः शून्य म्हणजे सर्वात जास्त थंड तापमान. शून्य डिग्री केल्विन म्हणजेच -२७३. १६ डिग्री सेल्सियस.

केप्लरचा पहिला नियम (Kepler's First Law)

सूर्यापासून निघालेला प्रकाश सर्व दिशांना सारख्याच वेगाने आणि सारख्याच वेळात जातो.

केप्लरचा दुसरा नियम (Kepler's Second Law)

ग्रहांची सूर्य प्रदक्षिणा करण्याचा कक्ष सूर्य केंद्रित आणि लंब गोलाकार आहे.

केप्लरचा तिसरा नियम (Kepler's Third Law)

ग्रहांच्या भ्रमण कक्षेचा वर्ग हा त्याच्या सूर्यापासून असणार्या अंतराच्या घनाच्या प्रमाणात बदलतो.

किलोमीटर (Kilometer)

१ किलोमीटर = १००० मीटर = १०^५ सेंटीमीटर = ०. ६२ मैल.

किलोपार्सेक (Kiloparsec)

म्हणजेच १००० पार्सेक अंतर.

क्युपरबेल्ट (Kuiper Belt)

धुलिकण आणि बर्फकणांची एक गोलाकार कडा जीची कक्षा नेपच्यून ग्रहाच्या पुढे आहे. क्युपरबेल्ट मधील मूलकण हे सूर्यमालेच्या निर्मितीच्या वेळेचे अवशेष असल्याचे मानले जाते. काही खगोलशास्त्रज्ञ प्लुटो आणि त्याचा उपग्रह शेराॅन यांनाच क्युपरबेल्ट मधील गोष्टी मानतात.

लगरांज पॉईंट (Lagrange Point)

फ्रेंच गणितज्ञ आणि खगोलशास्त्रज्ञ जोसेफ लुईस लगरांज यांनी असे दाखवून दिले की तीन वेगवेगळ्या ठिकाणच्या वस्तू समांतर त्रिकोणी अंतरावरून एकाच पातळीत फिरू शकतात. समजा एका वस्तूचे वस्तुमान इतर दोन वस्तूच्या मानाने जास्त असेल तर एकमेकांपासूनचे त्यांचे समांतर त्रिकोणी अंतर देखिल बदलते.

लेंटिक्युलर आकाशगंगा (Lenticular Galaxy)

चकतीच्या आकाराच्या आकाशगंगा ज्यांचा आकार पट्टतशीर असेलच असे नाही. ह्या प्रकारातील आकाशगंगेचा कल हा लंब वर्तुळाकार असण्यावर असतो.

प्रकाशवर्ष (Light Year)

म्हणजे प्रकाशाने एका वर्षात केलेला प्रवास. प्रती सेकंद प्रकाश ३,००,००० किलोमीटर (६७१ दशलक्ष मैल प्रती तास). म्हणजे एक प्रकाश वर्ष म्हणजे ९.४६०५३ E^{१२} किलोमीटर, ५,८८०,०००,०००,००० मैल किंवा ६३.२४० खगोलीय एकक (63,240 A.U.)

लिंब (Limb)

ग्रह किंवा इतर अवकाशीय वस्तूंची बाहेरील कडा अथवा कवच.

स्थानिक समूह (Local Group)

आपल्या आकाशगंगे सारख्या साधारण डझनावारी आकाशगंगांचा एक छोटासा समूह.

दीप्ती (Luminosity)

तार्यापासून मिळणारा एकूण प्रकाश.

चंद्र ग्रहण (Lunar Eclipse)

एक अशी घटना ज्यावेळेस चंद्रावरून पृथ्वीची सावली जाते. पृथ्वीच्या सावलीमुळे अर्धप्रमाणात झाकलेल्या चंद्र ग्रहणास खंडग्रास चंद्र ग्रहण असे म्हटले जाते. तर पृथ्वीच्या सावलीमुळे पूर्णतः झाकलेल्या चंद्र ग्रहणास खग्रास चंद्र ग्रहण असे म्हणतात.

चंद्र महिना (Lunar Month)

दोन पूर्णतः अमावास्या किंवा पौर्णिमा यांच्यामधील सरासरी काळ. एक चंद्र महिना २९ दिवस, १२ तास आणि ४४ मिनिटांचा असतो.

चंद्रकाळ (Lunation)

दोन पूर्ण चंद्र भ्रमणातील अथवा एक अमावास्या ते दुसरी अमावास्या या काळामधील मध्यांतर. चंद्रकाळ हा २९ दिवस, १२ तास आणि ४४ मिनिटांचा असतो.

मॅगेलिनचे ढग (Magellanic Clouds)

आपल्या आकाशगंगेच्या बाहेरील थोड्या अंतरावरील दोन वेड्यावाकड्या आकाशगंगा. ह्या दोन आकाशगंगा पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धातून दिसतात.

चुंबकिय क्षेत्र (Magnetic Field)

विद्युतभारित कणांमुळे हे क्षेत्र तयार होते. पृथ्वीच्या मानाने सूर्याचे चुंबकिय क्षेत्र फार मोठे आहे. ह्या चुंबकिय क्षेत्राचे उत्तर आणि दक्षिण बिंदू पृथ्वीच्या उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धात आहेत.

चुंबकिय ध्रुव (Magnetic Pole)

चुंबकिय क्षेत्रातील उत्तर आणि दक्षिण बिंदू.

दृश्यप्रत (Magnitude)

अवकाशामधिल एखाद्या तार्याच्या अथवा इतर गोष्टीच्या दिसणार्या प्रकाशावरून त्या तार्याची अथवा त्या गोष्टीची प्रत ठरविली जाते. उघड्या डोळ्यांना दिसणारा सर्वात प्रखर तारा -१. ४ प्रतीचा तर अतिशय फिकट तारा ६ प्रतीचा तारा मानला जातो. ह्या प्रकारामध्ये प्रत्येक प्रत ही आधीच्या प्रतीच्या २. ५ प्रखर आहे. म्हणजेच नुसत्या डोळ्यांनी पाहिल्यास १ प्रतीचा तारा हा ६ प्रतीच्या तार्याच्या १०० पटीने प्रखर असतो.

वस्तुमान (Mass)

एखाद्या वस्तूमध्ये असणार्या सर्व गोष्टी, हे त्यामधील अंतर्गत मूलद्रव्य अथवा त्याचा दुसऱ्या वस्तूवरील गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव यावरून ठरविले जाते.

वस्तू - मॅटर (Matter)

अशी गोष्ट ज्याला वस्तुमान आहे.

मरीडियन (Meridian)

एक काल्पनिक गोल रिंगण जे उत्तर दक्षिण दिशांमधून जाते व ज्यामुळे पूर्व व पश्चिम असे आकाशाचे दोन भाग पडतात. तसेच हे रिंगण निरीक्षकाच्या जागेवर देखिल अवलंबून आहे.

चार्ल्स मेसिएर (Charles Messier (June 26, 1730 - April 12, 1817))

फ्रांस मध्ये त्याकाळामध्ये चार्ल्स मेसिएर नावाचा प्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ होऊन गेला. तो जास्त प्रसिद्ध होता तो धूमकेतू शोधण्यामुळेच, त्याने अनेक धूमकेतू शोधून काढलेत. अनेकवेळा नवीन धूमकेतू शोधताना त्याला अवकाशात अनेक फिकट लहान पुंजके आढळत. ज्यामुळे त्याला त्याच्या कामामध्ये अडचण होत असे कारण ते धूमकेतू प्रमाणेच दिसत. हाच त्रास त्याकाळात इतर अवकाश निरीक्षकांना देखिल होत असे. म्हणून मग पुढे त्याने ह्या ११० पुंजक्यांची एक यादीच तयार केली. प्रत्येक पुंजक्याच्या नावापुढे त्याने आपल्या नावातील 'M' हे अक्षर लावले. उदा. देवयानी तारकासमुहा जवळ असलेल्या आकाशगंगेला त्याने 'M ३१' हे नाव दिले.

उल्का (Meteor)

पृथ्वीच्या वातावरणात असलेले लहान दगड अथवा बर्फाच्छादित धुळीकण.

उल्का वर्षाव (Meteor Shower)

लहान दगड अथवा बर्फाच्छादित धुळीकण धूमकेतूमुळे त्याच्या कक्षेच्या मागे राहतात व पृथ्वी जेव्हा ह्या कक्षेमध्ये येते त्यावेळेस पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाने ते पृथ्वीकडे खेचले जातात. वातावरणामध्ये प्रवेश करताच ते घर्षणाने पेट घेतात व नष्ट होतात. परंतु आकाराने मोठ्या असलेल्या उल्का कधीकधी पृथ्वीवर येऊन पडतात. यालाच उल्का पडणे असे म्हणतात. काही ठराविक दिवशी उल्का पडण्याचे प्रमाण वाढलेले दिसते ज्यास उल्का वर्षाव असे म्हणतात.

तेजोमेघ (Nebula)

अवकाशामध्ये असलेला धुळीचा आणि वायूचा ढग यामध्येच पुढे मग गुरुत्वाकर्षण निर्माण होऊन नवीन तार्यांचा जन्म होतो.

न्यूट्रॉन तारा (Neutron Star)

एका स्फोट झालेल्या तार्याचा गुरुत्वाकर्षणाने दाबून लहान झालेला गाभा, ज्यामध्ये फक्त न्यूट्रॉन हे मूलकण असतील. न्यूट्रॉन तार्याची गुरुत्वाकर्षण शक्ती प्रचंड असते. काही वेळेस हे तारे स्पंदने देखिल देतात. ज्यांना पल्सार असे म्हणतात.

न्यूट्रॉन (Neutron)

कोणताही विद्युतभार नसलेला मूलकण. एक न्यूट्रॉन हा एका इलेक्ट्रॉनपेक्षा १८३९ पट जड असतो.

न्यूटनच पहिला नियम (Newton's First Law of Motion)

बाहेरून कोणताही दाब न दिल्यास एखादी सरळ रेषेमध्ये जाणारी वस्तू सारख्याच वेगाने आणि कालाने त्याच मार्गाने जात राहील.

न्यूटनच दुसरा नियम (Newton's Second Law of Motion)

मुलबिंदू - न्युक्लियस (Nucleus)

अणूचा धन विद्युतभारित गाभा. ज्यामध्ये प्रोटॉन्स आणि न्यूट्रॉन्स (हायड्रोजनचे सोडून) इलेक्ट्रॉन भोवती फिरत असतात.

ऑब्लीक्वीटी (Obliquity)

एखाद्या गोष्टीच्या विषुववृत्ताची पातळी आणि त्याच्या भ्रमणकक्षेच्या पातळीचा कोन.

अधिक्रमण (Occultation)

अवकाशातील एखाद्या गोष्टीमुळे दुसऱ्या गोष्टीचा प्रकाश अडणे. बहुतेकवेळा ग्रह मध्ये आल्यामुळे मागील तार्याचा प्रकाश अडविला जातो.

उर्टचा मेघ (Oort Cloud)

धूमकेतूंचे उगमस्थान असलेला एक काल्पनिक गोल ज्याची कक्षा आपल्या सूर्यमालेच्या कक्षेच्या सीमेवर आहे. उर्टचा ढग हे नाव एका डच शास्त्रज्ञाच्या नावाने देण्यात आले ज्याने ही कल्पना मांडली.

खुला तारकागुच्छ (Open Cluster)

नवीन तार्यांचा समूह जो नुकताच तयार झाला आहे. ज्यामध्ये अजून पुरेशी गुरुत्वाकर्षण शक्ती नाही काही खुला तारकागुच्छ तर वायूचे आणि धुळीचे ढग देखिल आढळतात ज्यापासून त्यांचा जन्म झाला.

बर्हियुती (Opposition)

पृथ्वीवरून पाहिले असता एखादा ग्रह जेव्हा बरोबर सूर्याच्या विरुद्ध दिशेला जातो त्यास बर्हियुती असे म्हणतात.

कक्षा (Orbit)

एखाद्या गोष्टीचा दुसऱ्या गोष्टीभोवती फिरण्याचा मार्ग.

कक्षा काळ (Orbital Period)

एखाद्या गोष्टीचा दुसऱ्या गोष्टीभोवती फिरून पुन्हा मूळ जागेवर येण्यासाठी लागणारा काळ.

पॅरलॅक्स (Parallax)

एखाद्या गोष्टीला दोन निराळ्या जागेवरून पाहिल्यास त्या गोष्टीच्या बदललेल्या जागेचा दिसणारा कोन.

पार्सेक (Parsec)

खगोलशास्त्रामध्ये वापरले जाणारे सर्वात मोठे अंतर. एक पार्सेक म्हणजे ३. २६ प्रकाशवर्ष.

उपछाया (Penumbra)

काही प्रमाणात प्रकाश गडद छायेचा भाग. जो ग्रहणामुळे दिसतो.

20Biggest Star

क्र.

तारकांचे नाव

इंग्रजी नाव

दृश्यप्रत

अंतर (प्रकाशवर्षे)

निरपेक्ष प्रत

१.

व्याध

Sirius

-૧.૪૨

૮.૭

૧.૪૧

૨.

અગસ્તી

Canopus

-૦.૭૨

૩૧૨

-૫.૫૩

૩.

મિત્ર

Rigel Kentaurus

-૦.૨૫

૪.૩

૪.૩૪

૪.

સ્વાતી

Arcturus

-૦.૦૬

૩૬

-૦.૨

૫.

અભિજિત

Vega

०.०३

२६

०.५

६.

ब्रम्हहृदय

Capella

०.०६

४२.२

-०.४८

७.

राजन्य

Rigel

०.१२

७७३

-७.०

८.

प्रश्ना

Procyon

०.३५

११.३

२.६५

९.

काक्षी

Betalgeuse

०.४६

४२८

-५.३

१०.

अग्रनद

Achernar

०.४९

१४२

-२.७

११.

मित्रक

Hadar

०.६६

५२५

-५.५

१२.

श्रवण

Altair

०.७५

१६

२.३

१३.

ऐक्रक्स

Acrux

०.७७

३२१

-४.२

१४.

रोहिणी

Aldebaran

०.८७

६८

-०.७

१५.

ज्येष्ठा

Antares

०.९६

६०४

-५.४

१६.

चित्रा

Spica

०.९८

२७०

-३.६

१७.

प्लक्ष

Pollux

१.१५

३५

१.१

१८.

मीनास्य

Fomalhaut

१.१७

२३

१.७५

१९.

हंस

Deneb

१.२६

३२२९

१.७५

२०.

मिमोसा

Mimosa

१.२८

३२५

-४.०

Star Constellation (88)

क्र.

तारकासमूह

Name

१.

देवयानी

Andromeda

२.

वाताकर्ष

Antlia

३.

कपोत

Apus

४.

कुंभ

Aquarius

५.

गरुड

Aquila

६.

पीठ

Ara

७.

मेष

Aries

८.

सारथी

Auriga

९.

भूतप

Bootes

१०.

सीलम

Caelum

११.

करभ

Camelopardalis

१२.

कर्क

Cancer

१३.

शामशबल

Canes Venatici

१४.

बृहदलुब्धक

Canis Major

१५.

लघुलुब्धक

Canis Minor

१६.

मकर

Capricornus

१७.

नौकातल

Carina

१८.

शर्मिष्ठा

Cassiopeia

१९.

नरतुरंग

Centaurus

२०.

वृषपर्वा

Cepheus

२१.

तिमिंगल

Cetus

२२.

वायुभक्ष

Chamaeleon

२३.

कर्कटक

Circinus

२४.

पारावत

Columba

२५.

अरुंधती केश

Coma Berenices

२६.

दक्षिण मुकुट

Corona Australis

२७.

उत्तर मुकुट

Corona Borealis

२८.

हस्त

Corvus

२९.

चषक

Crater

३०.

त्रिशंकू

Crux

३१.

हंस

Cygnus

३२.

धनिष्ठा

Delphinus

३३.

असिदंष्ट

Dorado

३४.

कालेय

Draco

३५.

अश्वमुख

Equuleus

३६.

यमुना

Eridanus

३७.

अश्मंत

Fornax

३८.

मिथुन

Gemini

३९.

बक

Grus

४०.

शौरी

Hercules

४१.

कालयंत्र

Horologium

४२.

वासुकी

Hydra

४३.

अलगद

Hydrus

४४.

यम

Indus

४५.

सरठ

Lacerta

४६.

सिंह

Leo

४७.

लघु सिंह

Leo Minor

४८.

शशक

Lepus

४९.

तूळ

Libra

५०.

वृक

Lupus

५१.

गवय

Lynx

५२.

स्वरमंडळ

Lyra

५३.

त्रिकूट

Mensa

५४.

सुक्ष्मदर्शी

Microscopium

५५.

शृंगाश्च

Monoceros

५६.

मक्षिका

Musca

५७.

अंकनी

Norma

५८.

अष्टक

Octans

५९.

भुजंगधारी

Ophiuchus

६०.

मृग

Orion

६१.

मयूर

Pavo

६२.

महाश्व

Pegasus

६३.

ययाती

Perseus

६४.

जटायू

Phoenix

६५.

चित्रफलक

Pictor

६६.

मीन

Pisces

६७.

दक्षिण मस्त्य

Piscis Austrinus

६८.

अरीत्र

Puppis

६९.

होकायंत्र

Pyxis

७०.

जालक

Reticulum

७१.

शर

Sagitta

७२.

धनू

Sagittarius

७३.

वृश्चिक

Scorpius

७४.

शिल्पकार

Sculptor

७५.

ढल

Scutum

७६.

भुजंग

Serpens

७७.

षडंश

Sextans

७७.

वृषभ

Taurus

७९.

दुर्बीण

Telescopium

७०.

उत्तर त्रिकोण

Triangulum

७१.

दक्षिण त्रिकोण

Triangulum Australe

७२.

कारण्डव

Tucana

८३.

सप्तर्षी

Ursa Major

८४.

ध्रुवमस्त्य

Ursa Minor

८५.

नौशीर्ष

Vela

८६.

कन्या

Virgo

८७.

शफरी

Volans

८८.

जंबुक

Vulpecula

Nakshtras

क्र.

नक्षत्र

तारकासमूह

Constellations

१.

अश्विनी

मेष

Aries

२.

भरणी

मेष

Aries

३.

कृत्तिका

वृषभ

Taurus

४.

रोहिणी

वृषभ

Taurus

५.

मृगशीर्ष

मृग

Orion

६.

आर्द्रा

मिथुन

Gemini

७.

पुनर्वसू

मिथुन

Gemini

८.

पुष्य

कर्क

Cancer

९.

आश्लेषा

वासुकी

Hydra

१०.

मघा

सिंह

Leo

११.

पूर्वा फाल्गुनी

सिंह

Leo

१२.

उत्तरा फाल्गुनी

सिंह

Leo

१३.

हस्त

हस्त

Corvus

१४.

चित्रा

कन्या

Virgo

१५.

स्वाती

भूतप

Bootes

१६.

विशाखा

तूळ

Libra

१७.

अनुराधा

वृश्चिक

Scorpio

१८.

ज्येष्ठा

वृश्चिक

Scorpio

१९.

मूळ

वृश्चिक

Scorpio

२०.

पूर्वाषाढा

धनू

Sagittarius

२१.

उत्तराषाढा

धनू

Sagittarius

२२.

श्रवण

गरुड

Aquila

२३.

धनिष्ठा

धनिष्ठा

Delphinus

२४.

शततारका

कुंभ

Aquarius

२५.

पूर्वा भाद्रपदा

महाश्व

Pegasus

२६.

उत्तरा भाद्रपदा

महाश्व

Pegasus

२७.

रेवती

मीन

Pisces

Zodiac Signs

क्र.

तारकासमूह

इंग्रजी नाव

१.

मेष

Aries

२.

वृषभ

Taurus

३.

मिथुन

Gemini

४.

कर्क

Cancer

५.

सिंह

Leo

६.

कन्या

Virgo

७.

तूळ

Libra

८.

वृश्चिक

Scorpio

९.

धनू

Sagittarius

१०.

कुंभ

Capricorn

११.

मकर

Aquarius

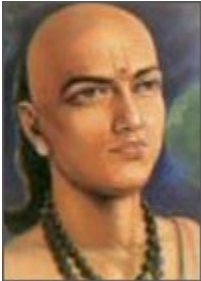
१२.

मीन

Pisces

Indian Astronomer (Scientist)

आर्यभट (पहिला)



भारताचा पहिला कृत्रिम उपग्रह अंतराळात विहार करू लागला. प्रत्येक भारतीयाची मान अभिमानाने ताठ व्हावी अशी ही घटना! पहिल्या कृत्रिम उपग्रहाचे नाव होते 'आर्यभट'!

आर्यभट हा भारताचा महान खगोलविद होता, खगोलीय गणिती होता, खगोलशास्त्राचा प्रणेता होता. आर्यभटाचा जन्म शके ३९८ (इ. स. ४७६) मध्ये पाटलीपुत्र येथे झाला. त्याचे बालपण व उर्वरित आयुष्यकाल ह्याच नगरीत व्यतीत झाला. खगोलशास्त्रज्ञ म्हणून आर्यभटाचे कर्तृत्व असामान्य आहे.

आर्यभटीय ग्रंथ

आज उपलब्ध असलेल्या भारतीय खगोलशास्त्रीयग्रंथात पहिल्या आर्यभटाच्या 'आर्यभटीय' किंवा 'आर्यसिद्धांत' ह्या ग्रंथाहून दुसरा प्राचीन ग्रंथ नाही. 'आर्यभटीय' हे नाव त्याला आर्यभटानेच दिले आहे. आर्यभटाचे शिष्य वराहमिहीर, लल्ल वगैरे त्यास 'आर्यसिद्धांत' म्हणून संबोधायचे.

'आर्यभटीय' ग्रंथात 'दशगीतिका' व 'आर्यष्टशत' असे दोन भाग आहेत. हे दोन भाग निरनिराळे ग्रंथ आहेत असे काही तज्ज्ञांचे मत आहे. परंतु ए दोन्ही भाग एकमेकांवर अवलंबून असल्यामुळे दोन्ही मिळून एकच सिद्धांत मानणे सयुक्तिक होय. त्याचे चार पाद असून त्यात अवघे एकशे एकवीस श्लोक आहेत.

दशगीतिका भागात तेरा श्लोक असून त्यातील तीन प्रार्थनापर आहेत. उर्वरित दहा श्लोकांत ग्रहभगणासंबंधीचे विवेचन आहे. (भगण म्हणजे ग्रहांची नक्षत्रमंडळातून एक पूर्ण प्रदक्षिणा) ह्या ग्रंथाचे चार पाद असे : १) गीतिका पाद, २) गणितपाद, ३) कालक्रियापाद, ४) गोलपाद.

गीतिकापादात अक्षरांच्या आधारे संक्षेपात संख्या लिहिण्याची स्वनिर्मित पद्धती अवलंबलेली आहे. खगोलशास्त्र किंवा गणित श्लोकबद्ध लिहावयाचे असेल तर ही गोष्ट आवश्यक असते. गणितपादात अंकगणित, बीजगणित, रेखागणित ह्यांचे सूत्ररूप नियम अवघ्या तेहतीस श्लोकात समाविष्ट केलेले आहेत. संख्यालेखन, बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार, वर्ग, घन, वर्गमूळ, घनमूळ, त्रिकोण, चौकोन, वर्तुळ ह्याचे विवेचन त्यात असून त्रिभुज, वृत्त व अन्य क्षेत्रे ह्यांचे क्षेत्रफळ, घनफळ, भुज ज्या साधन व त्या संबंधीचा विचार, गणितश्रेणी, वर्गश्रेणी, त्रैराशिक पद्धती, बीजगणित पद्धती, विविध कुट्टके असे अनेक विषय आहेत. कालक्रियापादात कालगणना, युगे, कालविभाजन, ग्रहांची मध्यम व स्पष्ट गती वगैरेंचा समावेश आहे.

आर्यभटाने 'आर्यभटीय' ग्रंथाची रचना वयाच्या अवघ्या तेविसाव्या वर्षी केली. यावरून त्याच्या कुशल बुद्धिमत्तेची व प्रतिभेची कल्पना येऊ शकेल. आर्यभटीय ग्रंथ संक्षिप्त असला तरी त्याची रचनापद्धती अत्यंत सुसंबद्ध व शास्त्रीय असून त्याची भाषा अत्यंत सुस्पष्ट व अचूक आहे. आर्यभटाचे सिद्धांत प्रत्यक्षात अनुभवास येतात काय? ह्या प्रश्नाचे उत्तर होय असेच द्यावे लागते. दृक्प्रत्ययावरून देखिल आर्यभटाची योग्यता फार मोठी आहे ते पटते. आर्यभटानंतरच्या खगोलविदांनी त्यांच्या ग्रंथरचनेतील भाग आपल्या विवेचनासाठी घेतला. अल्बेरुणीने अरबी भाषेत हे ज्ञान या ग्रंथावरूनच नेले. डॉ. कर्न ह्यांनी १८७५ मध्ये हॉलंड देशात लेडेन येथे ह्या सिद्धान्तावर टीकाग्रंथ लिहिला. भारतात सुर्ययज्वनाने लिहिलेली टीका विशेष प्रसिद्ध आहे. बृहत्संहिता टीकेत उत्पलाने 'आर्यभटीय' ग्रंथातील अवतरणे घेतलेली आहेत.

आर्यभटीय ग्रंथाची भाषा

आर्यभटीय ग्रंथ व त्या पूर्वीचे खगोलशास्त्रीय ग्रंथ ह्यांच्या भाषेत फरक आहे. आर्यभटाने आपल्या आर्यभटीय ग्रंथात संख्यादर्शनासाठी पूर्वीप्रमाणे भू = १, राम = ३ अशा शब्दांचा वापर केलेला नाही तर अक्षरांचा वापर केलेला आहे. आर्यभटाने एका सूत्रात सर्व संख्या क्रमशः स्थानापरत्वे दसपट होतात असे सांगितले आहे. त्याशिवाय त्याने विशिष्ट अक्षरांना ठराविक किंमत व स्वरांना ठराविक स्थाने देऊन सर्व संख्या अक्षरलिपीत लिहिण्याची सोय केलेली आहे.

वर्गाक्षराणी वर्गे ऽ वर्गे ऽ वर्गाक्षराणी कात ङ मौ यः ।
खद्विनवके स्वरा नववर्गे ऽ वर्गे नवान्त्यवर्गे वा ॥

एकं, शतं, दशसहस्र, दशकोटी, खर्व, महापद्म, जलाधी, मध्य ही वर्गस्थाने समजावीत व त्या ठिकाणी क, ख, ग, ----- पासून प, फ, ब, भ, म पर्यंत अक्षरे म्हणजे क, च, ट, त, प वर्गातील अक्षरेच घालावीत व त्यांच्या किंमती क = १, क = २ ते म = २५ अशा समजाव्यात. दशसहस्र, लक्ष, कोटी, अब्ज, निखव, शंकू, अंत्य, परार्ध ही अ वर्गस्थाने समजावीत. ह्या य पासून ह पर्यंतची अक्षरे घालून त्यांच्या किंमती ३० पासून ते १०० पर्यंत समजाव्यात.

याचे अधिक स्पष्टीकरण पुढीलप्रमाणे :

| | |
|-----------------|---------------------|
| अ = १ | ए = १०००००००००० |
| इ = १०० | ऐ = १००००००००००० |
| उ = १०००० | ओ = १००००००००००००० |
| ऋ = १०००००० | औ = १०००००००००००००० |
| लू = १००००००००० | |

| | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| क = १ | च = ६ | ट = ११ | त = १६ | प = २१ | य = ३० | श = ७० |
| ख = २ | छ = ७ | ठ = १२ | थ = १७ | फ = २२ | र = ४० | ष = ८० |
| ग = ३ | ज = ८ | ड = १३ | द = १८ | ब = २३ | ल = ५० | स = ९० |
| घ = ४ | झ = ९ | ढ = १४ | ध = १९ | भ = २४ | व = ६० | ह = १०० |
| ङ = ५ | ञ = १० | ण = १५ | न = २० | म = २५ | | |

भारतीयांची दशमानपद्धती

आर्यभटाची ही अक्षरांक परिभाषा वैशिष्ट्यपूर्ण अशी आहे. आजच्या दशमानपद्धतीचा आढळ त्यामध्ये दिसून येतो. आज जगमान्य झालेली अंकपद्धती ही दशमानपद्धती म्हणून ओळखली जाते. ह्या पद्धतीमध्ये स्थानापरत्वे अंकाची किंमत बदलते. उजवीकडून डावीकडे जी स्थाने असतात त्यांची किंमत दसपटीने वाढत जाते. आर्यभटाच्या पूर्वीपासून ही पद्धत भारतात रुढ असावी. ग्रीक व रोमन संख्यादर्शनासाठी अक्षरलिपी वापरीत. त्यामूळे युरोपात अंकगणिताचा विकास मंदावला. भारतात दशमानपद्धतीच्या वापरामूळे तसेच अंकांना दहा चिन्हे वापरून संख्या लिहिली गेल्याने बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार अधिकाधिक सुकर करणे शक्य झाले.

अक्षरांनी संख्या दर्शविण्याच्या विविध पद्धती आर्यभट्टाच्या काळात रुढ होत्या. त्यांना कटपयादी असे म्हटले जाते. थोडक्यात संख्या दाखविण्यासाठी ही परिभाषा कितीही उपयुक्त असली तरी पुनरावृत्तीत तिच्यामुळे ग्रंथात चूका होण्याचा संभव वाढतो व कालांतराने ग्रंथाची उपयुक्तता, मेळ न बसल्यामुळे कमी होते.

आर्यभट व टॉलेमी

टॉलेमी व त्याच्या पूर्वीचे ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञ ह्यांना भुज ज्या (sines) ठाऊक नव्हत्या. हे खगोलशास्त्रज्ञ ज्या (chords) चा उपयोग करीत असत. आर्यभटीय ग्रंथावरून असे दिसून येते की इ. स. ५०० मध्ये भारतीयांना भुज ज्यांची पूर्ण कल्पना होती. आर्यभटाने ० अंशापासून ते ९० अंशापर्यंत ३१११ अंशाच्या फरकाने सर्व कोन घेऊन त्यांचे ज्यार्ध कसे काढावेत हे सांगितलेले आहे. त्यात ९० अंशाची भुज ज्या जी १ त्यांची किंमत ३४३८ धरून त्या प्रमाणात ३१११०, ७११०, १११० ह्या प्रमाणे ९० अंशापर्यंतच्या कोनाच्या भुज ज्या २२५, २२५+२२४, २२५+२२४+२२२ ह्या प्रमाणात असल्याचे प्रतिपादन केले आहे. प्रो व्हिटन ह्या पाश्चात्य पंडिताने आर्यभटाने ही टॉलेमीची उसनवारी केली असल्याचे म्हटले आहे, पण त्यात काही तथ्य नाही. टॉलेमीच्या कोष्टकात काटकोनाचे साठ भाग धरून चाप घेतलेले आहेत. तर आर्यभटाने काटकोनाचे ३४३८ भाग कल्पून अर्ध ज्या काढल्या आहेत, तेव्हा आर्यभटाने केवळ भुज ज्या उसनवारी घेतल्या असतील असे म्हणणे अन्यायाचे आहे. आर्यभटाच्या संदर्भात आणखी एक गोष्ट वैशिष्ट्यपूर्ण गोष्टीचा उल्लेख केला पाहिजे. वृत्ताचा व्यास व परिघ ह्यांचे गुणोत्तर $[\pi]$ ह्या अक्षराने दर्शवितात. त्याची किंमत पूर्णपणे व्यक्त कर्ता येत नाही. ती अंदाजे ३.१४१६ अथवा २२/७ असे आपण म्हणतो. आर्यभट ची किंमत ६२८३२/२००० एवढी देतो. म्हणजे आर्यभटाने ती ३.१४१६ एवढी सूक्ष्म दिलेली आहे. गणितपादात त्याने २००० व्यासाचा परिघ ६२८३२ सांगितला आहे व तो ही त्याच्या मते जवळजवळ असा आहे.

टॉलेमीने मानलेली संपातगती (वर्षास ३६ विकला) गृहीत धरून पाश्चात्य पंडीत टॉलेमीची माने काढतात. ह्या मानांचे भारतीय सिद्धान्तातील मानाशी मुळीच साम्य नाही. त्यावरून आर्यभटीय ग्रंथातील ग्रहगती-स्थिती स्वतंत्र आहे असे म्हणता येते.

आर्यभटाचे वर्षमान

आर्यभटीय ग्रंथाच्या दर्शनीतिका विभागात ग्रहभगणाआदी माने आहेत. ग्रहगतिभगणांची मूळ सूर्य सिद्धान्तातील ग्रहगतिभगणांशी तुलना केली असता आर्यभटाने गुरु व बुध वगळता अन्य ग्रहांचे भगण मूळ सूर्यसिद्धांताप्रमाणेच घेतले

आहेत. बुधाचे वीसने अधिक असून गुरुचे चारने अधिक आहेत. आर्यभटाची युगपद्धती अन्य सिद्धान्ताहून काहीशी भिन्न आहे. आर्यभटाचे महायुग ४३,२०,००० वर्षांचे इतरांसारखेच आहे. परंतु त्याच्या मते महायुगाचे प्रारंभी सर्व ग्रह एकत्र असतात आर्यभटाच्या सिद्धान्ताप्रमाणे वर्षमान ३६५ दिवस, १५ घटिका, ३१ पळे, १५ विपळे एवढे आहे. हे मान मूळ सूर्यसिद्धान्तापेक्षा १० विपळानी कमी आहे व आजच्या युरोपीय मानाच्या तुलनेत ७ पळे अ १८. १३ विपळे ३ मिनिटे १९९ सेकंद एवढे जास्त आहे. सूर्यसिद्धान्त व आर्यसिद्धान्त यात फरक पडण्याचे कारण सूर्यसिद्धान्तात कलियुगाचा आरंभ गुरुवारी मध्यरात्री असून आर्यभटाने तो शुक्रवार सूर्योदयी मानलेला आहे.

आर्यभटाची सूर्यमालेविषयाची कल्पना

आर्यभटाने 'आर्यभटीय' ग्रंथात सूर्यमालेविषयी कल्पना मांडलेली आहे ती अशी :

'विश्वाच्या मध्यभागी पृथ्वी एखाद्या चेंडूसारखी लोंबत आहे. ती तारामंडळाच्या वर्तुळकेंद्राजवळ आहे. पृथ्वीभोवती ग्रहांच्या कक्षा आहेत. कदंब पुष्पात ज्याप्रमाणे मध्ये गोल असून त्यात सर्व बाजूंनी पुष्पतंतू चिकटलेले असतात. त्याप्रमाणे पृथ्वीगोलास सर्व बाजूंनी प्राणी चिकटलेले आहेत. '

आर्यभटाला पृथ्वीच्या दैनंदिन गतीची कल्पना होती. पृथ्वी स्थिर नसून ती परिवलन करते ही कल्पना पाश्चात्यांना उशिरा आली. आर्यभटाने गोलपाद अध्यायात ह्या कल्पनेचे स्पष्टीकरण एका सुंदर उदाहरणाद्वारे केले आहे ते असे :

अनुलोमगतीर्नैस्थः पश्चत्यचलं विलोमगं यद्वत् ।
अचलानि भानी तद्वत्समपश्चिमगानि लङ्कायाम ॥

'नदीच्या प्रवाहाच्या दिशेने जाणार्या नावेवरील माणसास ज्याप्रमाणे काठावरील डोंगर, टेकडी किंवा स्थिर वस्तू प्रवाहाच्या उलट दिशेने मागे जात आहेत असे वाटते. त्याचप्रमाणे लंकेतील (विषुववृत्तावरील) मनुष्यास नक्षत्रे स्थिर असूनही पूर्वेकडून पश्चिमेकडे सारख्याच गतीने जात आहेत असे वाटते. '

श्रीपती (जन्म इ. स. १०३९) ह्याने आर्यभटाच्या पृथ्वी फिरते ह्या कल्पनेचे खंडन केले आहे. त्याने पृथ्वी स्थिरच आहे असे आवर्जून सांगितले. ती स्थिती आहे म्हणूनच पक्षी घरट्यातून बाहेर गेल्यानंतर परत घरट्यात येऊ शकतात. मेघही विशिष्ट ठिकाणी जलवर्षाव करू शकतात. पृथ्वी गतिमान असती तर असे घडू शकले नसते. फिरणार्या पृथ्वीसमवेत घरटी व स्थळे पुढे निघून गेली असती. असे श्रीपतीने प्रतिपादन केले.

आर्यभटावर टीका करणारे जसे निघाले तसे त्याचे समर्थकही होते. पृथूदक स्वामी (जन्म इ. स. ८६०) ह्याने आर्यभटाच्या कल्पनेचा पुरस्कार केला :

भपञ्जरः स्थिरो भूरेवावृत्यावृत्य प्रतिदेवसिकौ ।
उदयास्तमयौ संपादयति नक्षत्रग्रहणाम ॥

- 'भगोलाच्या पिंजऱ्यात (मध्यभागी) राहून स्वतःभोवती प्रदक्षिणा करून फिरता फिरता पृथ्वीच, नक्षत्र व ग्रहांचे उदयास्तरूपी दैनिक (चमत्कार) घडवून आणते. '

आर्यभटाने पृथ्वीचा आकार गोल आहे ह्याचे विवेचन पुढीलप्रमाणे केले आहे.

वृत्तभञ्जरमध्ये कक्ष्या परिवेष्टितः खगमध्यगतः ।
मृञ्जलशिखिवायुमयो भूगोलः सर्वतो वृत्तः ॥

'वर्तुळाकार अशा, नक्षत्रांच्या पिंजर्यात (म्हणजेच नक्षत्रांनी बनलेल्या खगोलाच्या) मध्यभागी, (ग्रहांच्या) कक्षांनी परिवेष्टित अशी पृथ्वी आकाशमध्यावर आहे. तसेच माती, पाणी, तेज व वायू यांनी बनलेला हा भूगोल (पृथ्वीरूपी गोल) सर्व बाजूंनी गोल आहे. '

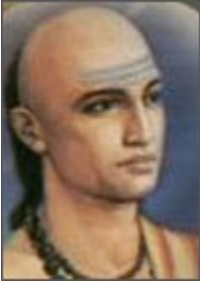
आर्यभटाने सूर्यसंमुख असलेला पृथ्वीचा च नक्षत्रांचा भाग प्रकाशमान असून सूर्यविन्मुख भाग अंधारात असतो असे स्पष्ट प्रतिपादन केले होते. चंद्र ग्रहणाची कारणे राहू केतू नामक दैत्य नसून पृथ्वीची छाया व चंद्र हीच आहेत ही गोष्ट आर्यभटास ज्ञात होती.

आर्यभटास दृक्-भेदाचीही कल्पना होती. भूपृष्ठावरून खगोलाचे होणारे दर्शन हे भूमध्यापासून होणाऱ्या दर्शनाशी तुलना केल्यास भिन्न होते. ह्या दोन दिशांत होणारा कोन दृक्भेद कोन (parallax) म्हणून ओळखतात. ही प्राचीन सिद्धान्तकारांस अज्ञात असलेली गोष्ट आर्यभटाने प्रथम सांगितली.

आर्यभटाने हजार वर्षांपूर्वी प्रतिपादन केलेले काही सिद्धांत आज आपणास चुकीचे वाटतीलही, परंतु त्याची योग्यता फार मोठी होती हे मान्य करावेच लागेल. आर्यभटापूर्वी अस्तित्वात असलेले खगोलशास्त्रीय सिद्धांत टाकाऊ झाले होते. त्या सिद्धान्तानुसार केलेले गणित व प्रत्यक्ष निरीक्षण ह्यांच्यात मेळ बसत नव्हता. आर्यभटाने गणित व खगोलशास्त्र ह्यांच्यात मेळ घालण्याचा प्रयत्न केला. ब्रम्हगुप्तसारख्या छिद्रान्वेषी टीकाकारानेही आर्यभटाच्या ग्रंथाशी तुलना होईल असा ग्रंथ लिहीन असे म्हटले, ह्यात आर्यभटाच्या योग्यतेची ग्वाही दिली गेली नाही काय? विख्यात पंडित अल्बेरुणी हा भारतात आला होता. त्याने भारतीय पंडितांकडून भारतीय वेद, शास्त्रे, पुराणे ह्यांचा अभ्यास केला. त्याने आर्यभटाच्या खगोलशास्त्रीय कर्तृत्वाविषयी अतिशय गौरवाचे उद्गार काढले. एवढ्यावरच न थांबता आर्यभटाचा टीकाकार ब्रम्हगुप्त ह्यास त्याने आर्यभटावर टीका हीन पातळीवरून केल्याबद्दल दोष दिला आहे.

भारतीय गणित व खगोलशास्त्र ह्यांचा आद्य प्रणेता अस वर्णन आर्यभटाचे करावे लागेल.

वराहमिहीर



पहिल्या आर्यभटानंतर एक थोर खगोल शास्त्रज्ञ भारतात होऊन गेला. वराहमिहीरचा जन्म शके ४१२ (इ. स. ४९०) मध्ये झाला असावा. वराहमिहीर अवंती येथे वास्तव्य करीत असे. त्याने यवन देशात भ्रमंती करून खगोलशास्त्रविषयक ज्ञान संपादन केले असा एक प्रवाद आहे. परंतु त्यात तथ्य नाही. वराहमिहीराने ज्या विषयांवर लेखन केले आहे ते विषय भारतीय खगोलशास्त्रज्ञांनी पूर्वीही हाताळले आहेत. त्यामुळे वराहमिहीरावरील आरोप टिकण्यासारखा नाही.

'पंचसिद्धांताचा ग्रंथ. '

वराहमिहीराने खगोलशास्त्रीय गणितावर 'पंचसिद्धांतिका' हा ग्रंथ लिहिला. त्यात पौलिश, रोमक, वसिष्ठ, सौर पितामह अशा पाच सिद्धान्तांचा अंतर्भाव आहे. हे पाचही सिद्धांत आजच्या सूर्यादी पाच सिद्धान्तांहून भिन्न होते. डॉ. वुलहर यांना काश्मीरमध्ये पंचसिद्धांतिकेच्या दोन प्रती मिळाल्या. त्यावरून ही गोष्ट सिद्ध होते. ह्या प्राचीन सिद्धान्तांपैकी वराहमिहीराच्या काळी पितामहसिद्धांत व वसिष्ठसिद्धांत विचारात घेतले गेले नाहीत. कारण त्यात संदिग्धता फार मोठी होती. रोमक व पौलिश सिद्धांत त्या मानाने बरेच स्पष्ट होते व सूर्यसिद्धांत सर्वात अधिक सुस्पष्ट होता. हे सिद्धांत इ. स. ४०० मध्ये प्रस्थापित झाले असावेत असे डॉ. थिबॉंचे मत आहे, परंतु कै. शं. बा. दीक्षित ह्यांना ते शककाल पूर्वीचे वाटतात.

वराहमिहीराने पितामहसिद्धान्तानुसार अहर्गण नक्षत्र व दिनमान काढण्याच्या रीती सांगितल्या आहेत. पितामहसिद्धान्तातील ग्रहगणिताविषयी वराहमिहीराने काहीच सांगितले नाही. त्यात ग्रहगणित असावे असे ब्रम्हगुप्त म्हणतो. परंतु ते दृक्प्रत्ययी नसल्याने वराहमिहीराने ते दिले नसावे असा एक तर्क आहे. पंचसिद्धान्तिकेतील वसिष्ठसिद्धान्तात रवी व चंद्र ह्यांचाच केवळ विचार केला आहे. तिथी व नक्षत्रे काढण्याची रीती सांगितली आहे. राश्यशकला ही माने त्यात आहेत आणि छायेचा बराच विचार केला आहे. दिनमानासंबंधीही विचार केलेला आहे. रोमक सिद्धान्तातही केवळ रवी व चंद्र ह्यांचेच गणित

आहे. ह्या सिद्धान्ताची मूलतत्त्वे बाहेरून आली असावेत असा तज्ज्ञांना वाटते. इतर सिद्धान्तांप्रमाणे रोमक सिद्धान्तात ४३, २०, ००० वर्षांचे महायुग ही पद्धत नाही. रोमक युग २८५० वर्षांचे आहे. पंचसिद्धान्तीकेतील पॉलिश सिद्धान्तात मंगळादी ग्रहस्थिती सांगितल्या नाहीत, परंतु ग्रहाच्या वक्र, मार्गित्व, उदय व अस्त ह्यांचे विवेचन आहे. पॉलिशसिद्धान्ताचे ३६५ दिवस २५ घटी ३० पळे आहे व त्याच प्रमाणे महायुगातील सायन दिवस १, ५७, ७९, १६, ००० असून राहु-भगण २, ३२, २२८ हून किंचित कमी होतात. दिनमान व रात्रीमान ह्यांच्यातील सारखेपणा, तिथी नक्षत्रांची निश्चिती, ग्रहणे वक्रमार्गित्व ह्यांचाही विचार त्यात केलेला आहे.

वराहमिहीराने पंचसिद्धान्तीकेत सूर्यसिद्धान्ताला सर्वात अधिक महत्त्व दिले आहे. मूल सूर्यसिद्धान्तात युगपद्धती असून कलियुगाचा प्रारंभ गुरुवारी मध्यरात्री मानला आहे. म्हणजे त्यावेळी रवी-चंद्राचे भोग पूर्ण होते. आपल्या सर्वसामान्य युगपद्धती नुसार कलियुगाचे मान ४, ३२, ००० वर्ष समजतात. द्वापार, त्रेता, कृत, कलियुग ही युगे ह्यांच्या अनुक्रमे दोन, तीन, चारपट आहेत. ह्या चारी युगांना मिळून एक महायुग होते व अशी १००० महायुगे मिळून एक कल्प किंवा ब्रम्हदेवाचा दिवस होतो. कल्पात चौदा मनु होतात. कल्परंभापासून वर्तमान महायुगरंभापर्यंत सहा मनु व सत्तावीस महायुगे गेली व अद्याविसाव्यातील कृत, त्रेता, द्वापार ही तीन युगे संपून आता कलियुग चालू आहे. प्रत्येक मनु एकाहत्तर महायुगांचा असतो. पंचसिद्धान्तीकेतील भगण आदी संख्या व आजचे वर्षमान एकमेकांशी जुळत नाहीत. सूर्यसिद्धान्ताचा संबंध टोलेमीशी असावा. असे वेबर ह्याला वाटते. परंतु त्याच्या आक्षेपात मुळीच तथ्य नाही ही गोष्ट कै. शं. बा. दीक्षित यांनी साधार सिद्ध केली आहे.

वराहमिहीराचे 'बृहत्जातक' व 'लघुजातक' हे ग्रंथ आजही प्रचारात आहेत. त्यातील फलज्योतिषाचे आकर्षण कायम असल्याने त्याची उपयुक्तता वाढत गेली. वराहमिहीराच्या बृहत्संहिता ग्रंथाचे भाषांतर डॉ. केर्न ह्यांनी इंग्रजीत केले आहे.

वराहमिहीराच्या संहिताग्रंथावरून त्याच्या वैज्ञानिक प्रतिभेची आणि कल्पकतेची साक्ष पटते. त्याने पदार्थाच्या गुणधर्मांचा विचार केला. सृष्टिचमत्कारांचा अर्थ वास्तव दृष्टिकोनातून लावण्याचा प्रयत्न त्याने केला. पदार्थाचे गुणधर्म व्यावहारिक पद्धतीने कसे उपयोगात आणावेत त्याचे विवेचन त्याने केले.

वराहमिहीराने म्हटले आहे :

पञ्चमहाभूतमयस्तारागणपञ्जरे महीगोलः ।
खेडय स्कांतांतःस्थो लोह इवावस्थितो वृत्तः ॥

पुष्कळशा लोहचुंबकांनी खेचलेला लोखंडाचा गोळा ज्याप्रमाणे (अर्धांतरी) त्याच्या मध्यभागी स्थिर राहतो. त्याचप्रमाणे हा पृथ्वीगोल (पंचमहाभूतांनी वेढलेला) तारांगणाच्या पिंजर्यात म्हणजे भूगोलात स्थिर आहे.

वराहमिहीराने बृहदसंहितेत 'केतूचार' नामक अध्यायात वारंवार दिसणार्या धूमकेतूचे आश्चर्यकारक वर्णन केले आहे. त्यात त्यांचे स्वरूप, संख्या, शुभाशुभ फले ह्यांचे विवेचन आहे. आज ज्याप्रमाणे शोधकाच्या नावावरून धूमकेतूस नाव दिले जाते त्याच प्रमाणे उद्यालक, कश्यप, पद्मकेतू अशी ऋषींची नावे वराहमिहीराने या धूमकेतूंना दिलेली आहेत. त्या ऋषींची नावे संबंधीत धूमकेतूंचा शोध लावला म्हणून दिली असावीत व वराहमिहीराने केलेली धूमकेतूची वर्णने अगदी अद्ययावत वाटतात. एका धूमकेतूचे वर्णन करताना तो म्हणतो : चलकेतू प्रथम पश्चिमेस दिसतो. त्याची शिखा दक्षिणेस असते व ती तिकडे एक अंगुल उंच असते. तो जसजसा उत्तरेस जातो तसतसा मोठा दिसतो. सप्तर्षी, ध्रुव आणि अभिजित ह्यांस स्पर्श करून तो मागे फिरतो व आकाशाच्या अर्धाचे आक्रमण करून दिसेनासा होतो. बृहत्संहितेचा टीकाकार भटोत्पल ह्याने केतूचार अध्यायाच्या टीकेत पराशर ऋषींची धूमकेतूंच्या संदर्भातील वर्णने दिली आहेत. काही धूमकेतूंचा कालावधीही स्थूलामानाने दिला आहे. वराहमिहीराने उघड्या डोळ्यांनी सौरडागांचे निरीक्षण केल्याचा उल्लेख बृहत्संहितेत केला आहे.

वराहमिहीराने पंचसिद्धान्तीकेत काही स्वयंवह यंत्राचे प्रकारही सांगितले आहे. वराहमिहीराच्या वैज्ञानिक प्रतिभेचे दर्शन ह्या उदाहरणात घडते. वराहमिहीराने खगोलशास्त्राची विविध अंगे विकसित करण्याचा प्रयत्न केला. त्याच्या वैज्ञानिक

विचारांच्या दिशेने भारतीयांनी वाटचाल केली असती तर भारत विज्ञानाच्या क्षेत्रात पूर्वीच निश्चित आघाडीवर दिसला असता.

ब्रम्हगुप्त



ब्रम्हगुप्त हा एक प्रतिभाशाली भारतीय खगोलशास्त्रज्ञ होऊन गेला. त्याचा जन्म शके ५२० (इस. ५९८) मध्ये झाला.

ब्रम्हगुप्त व्याघ्रमुख राजाच्या राज्यसभेत खगोलशास्त्रज्ञ होता. व्याघ्रमुख राजा उत्तर गुजरातचा प्रमुख होता. त्याची राजधानी भिनमाळ येथे होती. भारतात सातव्या शतकात ह्युएनत्संग ह्या परदेशी प्रवाशाचे आगमन झाले. त्याचेही आपल्या प्रवास वर्णनात भिनमाळसंबंधी मोठ्या गौरवाने लिहिले आहे. अल्बेरुणी हा व्यासंगी इतिहासकारही भिनमाळसंबंधी आवर्जून लिहितो. ब्रम्हगुप्तच्या वडिलांचे नाव जिष्णुगुप्त असून आजोबांचे नाव विष्णुगुप्त असे होते. ब्रम्हगुप्त जातीने वैश्य होता. ब्रम्हगुप्त हा वराहमिहीराचा शिष्य असावा. वराहमिहीराचे वास्तव स्थान उजनी होते. ते भिनमाळच्या जवळपास

आहे. त्यावरून ह्या गुरू-शिष्यसंबंधास एक प्रकारे दुजोराच मिळतो. ब्रम्हगुप्तास 'आर्यभटीय', 'पंचसिद्धांतिका', 'बृहत्जातक', 'लघुजातक' ह्या ग्रंथांचा अभ्यास करण्याची संधी मिळाली. कल्याणवर्मा ह्याचा 'सारावली' ग्रंथ त्याने अभ्यासला. ग्रीकांच्या खगोलशास्त्र विषयक ग्रंथाचे ब्रम्हगुप्ताने अवलोकन केले असावे असा अल्बेरुणी चातर्क आहे. त्यामुळे त्याचे व्यक्तिमत्त्व अधिक संपन्न झाले.

ग्रंथसंपदा

ब्रम्हगुप्ताने विविध ग्रंथांचे परिशीलन करून ब्रम्हसिद्धान्त व खंडखाद्य ह्या ग्रंथांची रचना केली. ब्रम्हसिद्धान्त हा ग्रंथ ब्रम्हस्फुटसिद्धान्त म्हणून विख्यात आहे. ह्या ग्रंथात खगोलीय गणित व गणित विषयाचा समावेश आहे. खंडखाद्य ग्रंथात प्रामुख्याने खगोलगणिताचा विचार केलेला आहे. ग्रहांचे मंदोच्च, चंद्र-सूर्य ग्रहणे, दिनमान, ग्रह-नक्षत्रस्थिती ह्याचे सांगोपांग विवेचन त्यात केलेले आहे. ब्रम्हगुप्ताच्या ग्रंथावर सोमेश्वर, वरुणाचार्य, भटोत्पल, पृथूदकस्वामी, आमराज व त्रीविक्रमाचार्य ह्यांनी टीका लिहिल्या आहेत. कोलब्रुकने ब्रम्हसिद्धान्तामधिल अंकगणित व बीजगणिताच्या भागाचे इंग्रजीत भाषांतर केले. ब्रम्हसिद्धान्त लिहिल्यानंतरही लोकांनी आर्यसिद्धान्तच प्रमाण मानला. त्यामुळे लोकांना आकर्षण वाटेल असा खंडखाद्य हा ग्रंथ ब्रम्हगुप्ताने लिहिला. खंडखाद्याचे पूर्व व उत्तर असे दोन विभाग असून त्यात खगोलशास्त्रीय विवेचन आहे. खंडखाद्य म्हणजे गोड मावा हा खगोलशास्त्रज्ञ अभ्यासकांमध्ये फार प्रिय आहे.

ब्रम्हसिद्धान्त का लिहिला याचे विवेचन करताना ब्रम्हगुप्त म्हणतो. :-

ब्रम्होक्तं ग्रहगणितं महताकालेन यत्खिलीभूतं ।
अभिधीयाते स्फुटं तज्जिष्णुसुतब्रम्हगुप्तेन ॥
ससाध्य स्पष्टतरं बीज नलिकादियंत्रेण ।
तत्ससंस्कृतग्रहेभ्यः कर्तव्यौ निर्णयादेशौ ॥

ह्या ब्रम्हगुप्ताच्या उद्गारात अगदी स्पष्ट दिसते की, पूर्वीचे ग्रहगणित हे अर्थहीन झाले होते म्हणून नलिका दियंत्राने वेध घेऊन ब्रम्हगुप्ताने पूर्वीच्या सर्व चुका सुधारून आपला सिद्धांत प्रस्थापित केला.

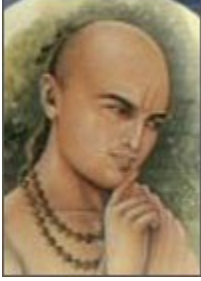
बलख येथील खगोलशास्त्रज्ञ अबू मशार ह्याच्या पुस्तकात ब्रम्हगुप्तच्या सिद्धान्तावरील ग्रहगणित समाविष्ट आहे. खलिफा अलमन्सूर याच्या आज्ञेवरून महंमद-बीन-इब्राहिम-अलफजारी ह्याने ब्रम्हसिद्धान्ताचे अरेबीत भाषांतर केले व त्यास सिंदहिंद असे नाव दिले ब्रम्हगुप्तच्या सिद्धान्ताची त्याच्या आयुष्यात वाखाणणी झाली नाही. परंतु भास्कराचार्यांनी ब्रम्हगुप्तचाच मार्ग स्वीकारला. हे त्याचे सुयश नव्हे काय?

भारतीय खगोलशास्त्राचा सर्वांगीण प्रगतीकार

भारतीय खगोलशास्त्राचा पाया आर्यभटाने घातला हे खरे असले तरी त्याची सर्वांगीण प्रगती ब्रम्हगुप्तानेच केली. ग्रहांचे आकाशातील भ्रमण, मंदोच्च, पात ह्याचे त्याने संशोधन केले आहे. ह्या संशोधनात त्याची स्वतंत्र बुद्धी दिसून येते. आकाशस्थ ज्योतींचे वेध घेण्यासाठी ब्रम्हगुप्ताने स्वतःची यंत्रे तयार केली होती. ब्रम्हगुप्तास अयनगतीचे ज्ञान नव्हते. अयनचलनाची कल्पना त्यास आली असती तर आज भारतीय पंचांगात जो गोंधळ दिसतो त्याचे प्रमाण खात्रीने कमी झाले असते.

ब्रम्हगुप्ताने भुव्यास १५८१ योजने आहे म्हणून सांगितले आहे.

भास्कराचार्य (दुसरा)



महान भारतीय खगोलशास्त्रज्ञ भास्कराचार्य ह्याचा जन्म शके १०३६ (इ. स. १११४) मध्ये झाला.

भास्कराचार्याचे सर्व शिक्षण त्याचे वडील मोरेश्वर यांच्याजवळ झाले. ते स्वतः एक पारंगत खगोलशास्त्रज्ञ होते. त्यांनी करणग्रंथ व जातकग्रंथ लिहिले. ज्ञानसंपन्न वडिलांच्या सानिध्यात भास्कराचार्यावर चांगले संस्कार झाले व तो विविध शास्त्रांत निष्णात झाला.

भास्कराचार्य हा विज्जलवीड येथे राहणारा. सह्याद्री पर्वताजवळील व गोदावरीच्या उत्तरेकडील विज्जलवीड हे आपले वास्तव्यस्थान असल्याचे भास्कराचार्य म्हणतो. हे विज्जलवीड म्हणजे सध्याच्या अहमदनगरच्या (याचे पूर्वीचे नाव अंबानगर असल्याचे काही संशोधकांचे म्हणणे आहे) पूर्वस ८० कि. मी. अंतरावरील बीड नव्हे, किंवा १८५७ मध्ये अकबराच्या आज्ञेवरून झालेल्या 'लीलावती' ग्रंथाच्या पर्शियन भाषेतील भाषांतरात उल्लेखिलेले सोलापूर जवळचे बेदरही नव्हे. ही दोन्ही गावे सह्याद्री पर्वताजवळची नाहीत व गोदावरीच्या उत्तरेसही नाहीत. पूर्व खानदेशात (आता जिल्हा जळगाव) चाळीसगावपासून १६ कि. मी. अंतरावर असलेले पाटणे हे गाव विज्जलवाडी असावे किंवा ह्या गावाच्या आसपास ते गाव असावे असा पाटणे गावच्या देवीमंदिरात असलेल्या शिलालेखावरूनतर्क करता येतो.

ग्रंथसंपदा

भास्कराचार्याने 'सिद्धांतशिरोमणी' व 'करणकुतुहल' असे खगोलीय गणितावरील दोन ग्रंथ लिहिले. सिद्धांतशिरोमणी च्या ग्रहगणित व गोल ह्या दोन अध्यायावर त्याने स्वतःच भाष्य केले आहे. 'भास्कर व्यवहार' नामक मुहूर्तग्रंथही त्याचाच असावा. त्या शिवाय विवाहपटल हा ग्रंथही त्याचाच असावा असा एक तर्क आहे. इ. स. ११५० मध्ये भास्कराचार्याने सिद्धांतशिरोमणी हा ग्रंथ लिहिला. त्यावेळी त्याचे वय छत्तीस वर्षाचे होते. ह्या ग्रंथात चार विभाग आहेत. - लीलावती, बीजगणित, गणिताध्याय आणि गोलाध्याय.

'लीलावती' हा अंकगणित व महत्त्वमापन ह्यावरील एक स्वतंत्र ग्रंथच आहे असे म्हटले पाहिजे. सुंदर उदाहरणांच्या द्वारा गणितासारखा क्लिष्ट विषय भास्कराचार्याने अगदी सुबोध केला आहे. ह्याचे एक उदाहरणच पाहा :

अस्ती स्तंभतले बिलं तदुपरी क्रिडाशिखंडी स्थितः ।
स्तंभे हस्तनवोच्छिते त्रिगुणितस्तंभ प्रमाणांतरे ॥
दृष्ट्वाही बिलमारंजतमपतत् तिर्यक स सस्योपरी ।
क्षिप्रं ब्रूही तयोर्बिलात्कतिमितैः साम्येन गत्योर्युतिः ॥

- 'एका खांबाच्या तळाशी सापाचे बीळ होते व त्या खांबाच्या वरच्या टोकावर एक पाळीव मोर बसलेला होता. खांब नऊ हात उंच होता. त्याच्या तिप्पट म्हणजे बिळापासून सत्तावीस हात अंतरावरून एक साप बिळाकडून जात असता मोराने पाहिला तेव्हा त्याने सापाच्याच गतीने तिरप्या दिशेत झेप घेऊन त्याला बिळापासून काही अंतरावर पकडले. तर हे अंतर किती ते सांग. '

ह्याचे उत्तर खांबापासून बारा हातांवर असे येते. मोराचे गमन काटकोन त्रिकोणाच्या कर्णरेषेने पंधरा हात झाले असे समजून हे उत्तर येते. तथापि मोराचा गमन मार्ग ही वर्तुळ परिघाहून निराळ्या प्रकारची एक वक्र रेषा होते. हा अत्यंत महत्त्वाचा गणितविचार प्रथमच भास्कराचार्याने मांडला.

बीजगणित विभागात एकवर्ण समीकरणे, अनेकवर्ण समीकरणे, एकानेकवर्णवर्गादी समीकरणे असे विषय आहेत.

गणिताध्यायात व गोलाध्यायात खगोलीय गणिताचा समावेश आहे. गणिताध्यायात ग्रहगणित आहे व गोलाध्यायात ग्रहगणिताध्यायातील सर्व विषयांची उपपत्ती, त्रैलोक्य, संख्यावर्णन, यंत्राध्याय ह्या विषयांचे विवेचन आहे.

प्रज्ञावंत भास्कराचार्य

भास्कराचार्याचे उपपत्तीविवेचन कौशल्य अप्रतिम होते. लल्ल, आर्यभट, या खगोल शास्त्रज्ञांच्या उपपत्ती विषयक चूका त्याने उघडकीस आणल्या. लल्लाच्या वेळेस पृथ्वी गोल असून ध्रुवाचा उन्नतांस हा विषुववृत्तापासून स्थलाच्या अंतराएवढा आहे ही गोष्ट ठाऊक होती. त्यावरून कोणत्या ठिकाणी कोणत्या राशी नेहमी उदय पावल्या असतील ह्याचे अचूक उत्तर गणित देऊ शकते. ही अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट भास्कराचार्याने ओळखली. यासारखी खगोलशास्त्रांनी केवळ कल्पनेने काढलेली उत्तरे भास्कराचार्याने दुरुस्त केली. भास्कराचार्यांची गोलपृष्ठफळ = परिघ x व्यास हे सिद्ध करण्याची पद्धती अद्ययावत आहे. ह्या पद्धतीत संकलित संकलनाचे (Integral calculus) बीज सापडते. गतीफल हे केंद्राच्या कोटीज्येच्या प्रमाणात असते. हा सिद्धांत त्यास ठाऊक होता. गती ही केंद्राच्या भूज्येच्या प्रमाणात असते. त्यावरून भास्कराचार्याला $d \sin x / dx = \cos x$ हा सूक्ष्मकलनातील (Differential calculus) सिद्धांत ज्ञात होता हे लक्षात येते.

पृथ्वी आसाभोवती फिरते ती विषुववृत्तात फिरते. क्रांतीवृत्तात फिरत नाही. ह्यामुळे क्रांतीवृत्ताचे ३० अंश क्षितिजावर येण्याचा जो वेळ लागतो तितकाच नेहमी विषुववृत्ताचे ३० अंश क्षितिजावर येण्यास लागतो असे नाही. ह्यासंबंधीच्या संस्कारास भास्कराचार्य उदयांतर असे म्हणतो. त्याचे स्पष्टीकरण 'सिद्धांतशिरोमणी' त केलेले आहे.

भारतीयशास्त्रज्ञांनी पृथ्वीविषयक विवेचन करताना म्हटले आहे की, विश्वाच्या मध्यभागी पृथ्वी निराधार असून तिच्याभोवती सर्व ग्रह परिभ्रमण करतात. परंतु ग्रह, नक्षत्रे पृथ्वीप्रमाणे जड गोल आहेत ही कल्पना प्राचीन खगोलविदांना नव्हती. आकाशातील ग्रह, नक्षत्रे कोणत्या आधाराने आहेत त्याविषयी कोठेही स्पष्टीकरण नाही. आर्यभटासारखे खगोलशास्त्रज्ञ प्रवाहवायूने ग्रह नक्षत्रे गतिमान झाली आहेत असे प्रतिपादन करतात.

भास्कराचार्याला पृथ्वीच्या अंगी असलेल्या आकर्षणशक्तीची कल्पना होती. भास्कराचार्याच्या गोलाध्यायातील 'भुवनकोष' प्रकरणातील हा श्लोक पाहा :

आकृष्टशक्तिश्च मही, तया यत खस्थं गुरु स्वाभिमुखं स्वशक्त्या ।
आकृष्यते तत्पततीव भाती समे समन्तात क्व पतत्वियं खे ॥

- 'पृथ्वीला आकर्षणशक्ती आहे. तीच्या साहाय्याने ती आकाशातील ज्या जड वस्तूस आपणाकडे खेचून घेते ती पडत आहे असे भासते पण पृथ्वीच्या सर्व बाजूंनी आकाश पसरलेले आहे (आकाशाचे परिमाण सर्वत्र सारखी आहे.) तर पृथ्वी कोणत्या बाजूस पडू शकेल?

(अर्थात पृथ्वी कोणाकडेच झुकू शकणार नाही. भास्कराचार्य भूकेंद्रवादी खगोलविद होता.)

भास्कराचार्य हा न्यूटनचा महान गणिती होता. पृथ्वीच्या अंगी असलेल्या आकर्षणशक्तीविषयी त्याला कल्पना होती हे खरे; परंतु प्रेरणा = प्रवेग x पिंड ह्या सूत्राची मात्र त्यास कल्पना नव्हती.

भास्कराचार्याचे चंद्रग्रहणात भूच्छायामापन

चंद्रग्रहणात चंद्र पृथ्वीच्या घनछायेत जातो. त्यावेळी घनछायेची कड बिंबावर वर्तुळाकार दिसते. त्यावरून घनछायेची त्रिज्या भास्कराचार्याने मोजली व ती चंद्रबिंबाच्या त्रिज्येच्या सुमारे तीन पट आहे ही गोष्ट सिद्ध केली. अशा प्रकारे भास्कराचार्याने चंद्रग्रहणात भूच्छायामापन केले.

वातावरणाच्या उंचीचे मापन

भास्कराचार्याने ध्रुवस्थानी मेरुची कल्पना करून सप्तलोक, सप्तसागर ह्यांची पुराणातील वर्णनाप्रमाणे वैशिष्ट्ये सांगितली. प्रत्येक खगोलवेत्याच्या ह्या वर्णनात भिन्नता दिसून येते. भास्कराचार्याच्या मते पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून बारा योजने (सुमारे ६० मैल) वायूचे वेष्टन आहे. ह्या भागात ढग, वीज हे सृष्टीचमत्कार घडून येतात. भास्कराचार्याच्या ग्रंथात बरोबर अर्धशतका पूर्वी प्रसिद्ध झालेल्या अरबी पंडिताच्या अल्हाझेनच्या ग्रंथात दिलेल्या उंचीपेक्षा भास्कराचार्याने दिलेली उंची जास्त आहे व अद्यावत उंचीशी ती बरीचशी मिळती-जुळती अशी आहे. भास्कराचार्याने गणित करून ही उंची काढली असावी असे वाटते.

भास्कराचार्याचा यंत्राध्याय

भास्कराचार्याने यंत्राध्यायात मुख्यात नऊ यंत्राचे वर्णन केलेले आहे. चक्र, चाप, तुरीय, गोल, नाडीवलय, घटिका, शंकू, फलक आणि यष्टी ही ती नऊ यंत्रे होत. चक्रयंत्र, चापयंत्र व तुरीययंत्र यांचा उपयोग प्रामुख्याने वेधासाठी होतो. गोलयंत्रावरून ब्रम्हांडगोलाची रचना कळून येते. घटिकायंत्राने कालमापन केले जाते. यष्टियंत्र सूर्याचे स्थान दाखवते. नाडीवलय यंत्राचा उपयोग तारा विषुववृत्ताच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस किती अंशावर आहे हे काढण्यासाठी होतो. चापयंत्राचा उपयोग दोन ताऱ्यातील अंशात्मक अंतर मोजण्यासाठी होतो.

यंत्राध्यायाशिवाय भास्कराचार्याचे यंत्रविषयक विवेचनाचा 'सर्वतोभद्रयंत्र' हा ग्रंथ लिहिला. भास्कराचार्यानंतर होऊन गेलेल्या महेंद्रसरी (इ. स. १३७८) ह्याने 'यंत्रराज', पद्मनाभाने (इ. स. १३९८) 'ध्रुवभ्रमयंत्र', चक्रधराने (इ. स. १५७८) 'यंत्रचिंतामणी' आणि गणेश दैवज्ञाने (इ. स. १४७८) 'प्रतोदयंत्र' हे ग्रंथ लिहिले.

वेधशाळेतील यंत्रे

प्राचीन काळी आकाशनिरीक्षणासाठी भारतात राजांच्या आश्रयाखाली काही ठिकाणी वेधशाळा बांधल्या गेल्या. राजा जयसिंहाने इ. स. १६९३ मध्ये दिल्ली (जंतरमंतर), काशी (मानमंडेल) व जयपूर येथे वेधशाळा बांधल्या. उज्जयिनी येथील श्री शिवाजी वेधशाळा ग्वाल्हेरच्या शिंदे राजाने एका शतकापूर्वी बांधली. ह्या वेधशाळेत काही यंत्रे आहेत. त्याचेच विवेचन 'सिद्धांतशिरोमणी' त आढळते.

सम्राटयंत्र : हे यंत्र दिल्ली, काशी, जयपूर व उज्जयिनी येथील वेधशाळांत आहे. हे छायायंत्र (Sundial) असून ते वेळ दाखवीत नाही तर त्याच्या साहाय्याने ताऱ्याची क्रांती (Declination) काढता येते. सम्राटयंत्राने सूर्याची क्रांती नर्तनकाल निघतो. सूर्याच्या क्रांतीवरून सूर्याचे सायन भोगांश गणिताने काढवे लागतात. कोणत्याही ग्रहाच्या क्रांतीवृत्तीय स्थानाच्या क्रांतीवरून याचे सायन भोगांश ह्याच पद्धतीने निघतील. विषुववृत्त ज्ञात असेल तर त्यात नर्तनकाल मिळवून विषुवांश मिळू शकतील.

रामयंत्र : रामयंत्राच्या साहाय्याने ताऱ्याचे उन्नतांश व दिगंश काढता येतात. मध्यभागी एक खांब असून त्याच्या भोवती सारख्या अंतरावर स्तंभ आहेत. ह्या स्तंभांना मधल्या खांबाशी जोडणारे त्रिज्यारूप बांधकाम आहे. त्यावर ९०° पासून ४५° पर्यंत खुणा आहेत व स्तंभावर ४५° पासून ०° पर्यंत खुणा आहेत. दिशांश क्रांतीपासून उन्नतांश काढण्याची रीत भास्कराचार्याच्या 'सिद्धांतशिरोमणी' त दिलेली आहे. ह्या पद्धतीने उन्नतांश व दिगंश दिले असता क्रांती काढणे शक्य होते.

दक्षिणोदक भिंतीयंत्र : दक्षिणोत्तर दिशेने बांधलेली भिंत असे या यंत्राचे स्वरूप आहे. ग्रह या भिंतीला ओलांडून जात असतात त्यांचे उन्नतांश काढण्यास या यंत्राचा उपयोग होतो. सूर्याची मध्यान्हक्रांती काढण्यास विशेष उपयोग होतो.

जयप्रकाश यंत्र : हे यंत्र म्हणजे आकाशाची एक प्रतिकृती आहे. खगोलीय गणित शिकण्यासाठी ते उपयुक्त आहे. या यंत्रात राशी आदींचा अहोरात्रवृत्ते व लग्नराशिवलये काढलेली आहेत. त्यावरून ताऱ्याची आकाशातील जागा कळू शकते.

जयप्रकाश यंत्रासारखे कपीलयंत्र हे एक यंत्र दिल्ली येथे आहे. त्याशिवाय क्रांतीचक्र, दिशांगचक्र, क्रांतीवलय, राशीवलय अशी लहान मोठी यंत्रे ह्या वेधशाळांतून दिसतात. ती उपयुक्त आहेत यात शंका नाही. सर्व प्राचीन वेधशाळांत जयपूरची वेधशाळा आजही सुस्थितीत आहे.

भास्कराचार्याचे संपातचलन

सूर्याची दक्षिणोत्तर अयने क्रांतिकवृत्ताच्या ज्या बिंदूजवळ येतात ते संपात बिंदू होत. हे बिंदू मागे सरकतात. हे चलन सूर्याच्या अयनावरून प्रथम समजून आल्यामुळे त्यास अयनचलन असे संबोधिले गेले. भास्कराचार्याने ह्या अयनचलनास संपातचलन हेच नाव दिले आहे. आज त्यास विषुवचलन असे म्हटले जाते. प्राचीन भारतीय सिद्धान्तात त्यासंबंधी कोणताही उल्लेख नाही. आजच्या सूर्यादी पाच सिद्धान्तात परमअयनांश २७ मानले असून संपात मूलस्थाच्या पूर्वस व पश्चिमेस २७ अंश जातो असे मानले आहे. ब्रम्हगुप्तविषयी भास्कराचार्य म्हणतो ब्रम्हगुप्तच्यावेळी अयनांश फार थोडे असल्यामुळे त्यास ते वेधाने कळले नाहीत. अयनगतीचे ज्ञान भारतीयांना केव्हा झाले? 'मूलसिद्धांत' 'प्रथमार्यसिद्धांत' व 'पंचसिद्धांतिका' ह्या इ. स. ५०५ पूर्वीच्या ग्रंथात अयनगतीविषयक विचार नाहीत. भास्कराचार्याच्या मते ब्रम्हगुप्तपूर्वीच्या विष्णूचंद्राच्या ग्रंथात तो होता. इ. स. ५७८ च्या सुमारास अयनगतीच्या विचारास प्रारंभ झाला व इ. स. ८७८ च्या अगोदर अयनगतीचे सूक्ष्म ज्ञान झाले असे दिसून येते. अयनगती व शून्य अयनांश वर्षासंबंधात भास्कराचार्य म्हणतो की छायेवरून सूर्याचे भोग काढून अयनरवी काढावा म्हणजे सायनरवी व ग्रंथावरून आलेला रवी ह्यांच्यामधील अंतर अयनांश होतील.

प्रज्ञावंत भास्कराचार्य हा दृक्प्रत्ययवादी खगोलशास्त्रज्ञ होता. आकाशात दिसून येणारी ग्रहणे, युती ह्यांसारखे आविष्कार पंचांगातील वेळेप्रमाणे होत नसतील ती सुधारली पाहिजेत असे त्याचे स्पष्ट मत होते. ग्रहणकालात चंद्र-सूर्याला राहू व केतू हे राक्षस गिळतात ह्या कल्पनेस भास्कराचार्याने विरोध केला. पृथ्वी व चंद्र यांच्या छायांनीच ग्रहणे लागतात हे त्याने आवर्जून सांगितले. असा महान प्रज्ञावंत भास्कराचार्य दुसरा ७९ व्या वर्षी इ. स. ११९३ मध्ये दिवंगत झाला.

भारतीय खगोलशास्त्रज्ञांनी खगोलशास्त्राच्या विकासास फार मोठा हातभार लावलेला आहे. आर्यभट्ट, ब्रम्हगुप्त, भास्कराचार्य ह्यांच्या ग्रंथांची अरबी भाषेत भाषांतरे झाली. भास्कराचार्याच्या लीलावतीची भाषांतरे कोलब्रुक, जेम्स टेलर ह्यांनी इंग्रजी भाषेत केली आहेत. अरबी भाषेतील व इंग्रजी भाषेतील भारतीय ग्रंथ पाश्चात्य खगोलशास्त्रज्ञांना मिळाले. ग्रहगणित करावयास लागणारे अंकगणित व बीजगणित ह्या ग्रंथावरून ते शिकले. केप्लर आदींना मोठमोठे गुणाकार हिंदू अंकगणिताच्याच आधारे करणे शक्य झाले. हे ऋण पाश्चात्य पंडितांनीही मान्य केले आहे. ह्या प्रगतीबरोबरच भौतिकशास्त्राच्या इतर अंगात भारतीयांची फारशी प्रगती झाली नाही. त्यामुळे दुर्बिणीसारख्या वेधोपयोगी यंत्राचा शोध लागू शकला नाही व ज्या वेळी युरोपात दुर्बिणीचा शोध लागला यापूर्वी भारत पारतंत्र झाला. त्यामुळे ह्या शोधांचा उपयोग भारतीयांना करून घेता आला नाही व पूर्वप्राप्त खगोलशास्त्राच्या ज्ञानात अधिक भर पडू शकली नाही.

डॉ. जयंत नारळीकर



डॉ. फ्रेड हॉइल व डॉ. जयंत नारळीकर ह्या गुरु शिष्याच्या जोडीने गुरुत्वाकर्षण, सापेक्षता व विश्वरचना यांच्या संदर्भात नवा सिद्धांत मांडला. ११ जून १९६४ हा दिवस खगोलशास्त्राच्या इतिहासात सुवर्णाक्षरांनी लिहिला जाईल. ह्या दिवशी लंडनच्या रॉयल सोसायटीच्या महान वैज्ञानिकांच्या सभेत हॉइल - नारळीकर यांनी आपले क्रांतिकारक विचार मांडले व आपल्या असामान्य बुद्धिमत्तेने वैज्ञानिक विश्वात मोठी खळबळ उडवून दिली.

फ्रेड हॉइल या महान खगोलशास्त्रज्ञाचा जन्म इ. स. १९१५ मध्ये इंग्लंडमध्ये झाला. केंब्रिज विद्यापीठात ते अतिशय हुशार विद्यार्थी म्हणून गाजले. इ. स. १९४५ मध्ये ते रेडिओ खगोलशास्त्राचे प्राध्यापक झाले 'स्थिर विश्वाची कल्पना' त्यांनी मांडली. त्यांनी १९४९ मध्ये प्रा.

येथूनच कालाचा प्रारंभ झाला असावा. आपली आकाशगंगा २०० अब्ज वर्षापूर्वी, सूर्य ३० अब्ज व पृथ्वी २ अब्ज वर्षापूर्वी निर्माण झाली असावी. शास्त्रज्ञांच्या मते विश्व निर्माण करणारे द्रव आजच्यापेक्षा निर्मितीच्यावेळी फार घट्ट होते. विस्फोट सिद्धान्तानुसार ते अतिशय स्फोटकही होते. विश्वाचे प्रसरण एकाच स्फोटातून घडून आल्याने घनत्वाची अवस्था फक्त काही मिनिटेच टिकली. त्यानंतर विश्वाचे प्रसरण चालूच राहिले व द्रव्य सतत विरळ होत चालले आहेत. या द्रव्यापासून तारकासमूह शंभर कोटी वर्षांपूर्वीपर्यंत बनत होते. हे तारकासमूह एकमेकांपासून दूर जात आहेत व अनंत कालापर्यंत जात राहतील. विस्फोट सिद्धान्तानुसार ठराविक कालापूर्वी हायड्रोजनच्या अणुस्फोटातून विश्वाची निर्मिती झाली. स्फोटाची मालिका सतत चालू असल्यामुळे एकमेकांपासून दूर जाण्याची तारकासमुहाची क्रिया कधीच थांबणार नाही. शेवटी सर्व तारकासमूह निष्क्रिय होऊन विश्वाचा अंत होईल. निसर्गातील मुलद्रव्य हायड्रोजनचीच एक साखळी आहे असे अनेक तज्ज्ञांचे मत हे मत खरे मानले तर कार्बन, लोखंड व प्राणवायू कसे निर्माण झाले? अतिशय गुंतागुंतीची मुलद्रव्ये

विश्व निर्मितीच्या वेळीच तयार झाली असावीत असा तर्क काहींनी लढविला परंतु ही कल्पना सदोष आहे. कारण ती प्रयोगसिद्ध अणुविज्ञानाच्या विरुद्ध आहे. गुंतागुंतीची मुलद्रव्ये तार्यांतच निर्माण होतात. विश्व निर्मितीशी त्याचा कसलाही संबंध नाही. विश्वाचे प्रसरण होते तसेच ते आकुंचनही पावू शकत असे दिसते. त्यामुळे विस्फोट सिद्धांत हा अपूर्णच वाटतो.

आकुंचन - प्रसरण विश्व सिद्धांत

विश्व निर्मितीच्या वेळी झालेला पहिला स्फोट फारसा प्रबळ नव्हता असे काही खगोलशास्त्रज्ञांचे मत आहे. त्यामुळे उष्णतेचे पूर्णांशाने उत्सर्जन होऊ शकले नाही. त्यांच्या मतानुसार तारका समूह जसजसे एकमेकांपासून दूर जातील तसतशी त्यांची गती कमी होत जाईल. कालांतराने त्यांची गती थांबेल. ही स्थिती निर्माण झाल्याबरोबर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर तारकासमुहांना पुन्हा एकमेकांकडे खेचण्यास प्रारंभ करील. त्यामुळे तारकासमुहांना गती प्राप्त होऊन विश्वाचे आकुंचन होण्यास सुरुवात होईल. कालांतराने तारकासमुहांची गती इतकी वाढेल की ए एकमेकांवर येऊन आदळतील. आकुंचनाची क्रिया यापेक्षाही अधिक होऊन तारे देखिल एकमेकांवर आपटतील. त्यामुळे तीव्र दाब निर्माण होऊन तापमान भयंकर वाढेल. परिणामी गुंतागुंतीची मुलद्रव्ये विघटित होऊन त्यांचे अणू हायड्रोजनच्या अणूत रूपांतरित होतील. त्यानंतर प्रसारणक्रियासुरू होऊन विश्वाचा विस्तार वाढेल. ही आकुंचन - प्रसरणाची क्रिया सतत चालू राहील.

हॉइल-नारळिकरांचा स्थिरस्थिती सिद्धांत

आकाशात कित्येक तारे पुष्कळ दूर अंतरावर आहेत. ते इतके दूरवर आहेत की सामर्थशाली दुर्बिणीमधूनही त्यांचे निरीक्षण करणे शक्य होत नाही. परंतु त्यातही काही तारे असे आहेत की त्यांच्यापासून निघणारी प्रारण ऊर्जा त्यांच्या अस्तित्वाचे ज्ञान 'रेडिओ टेक्नोलॉजी' च्या साहाय्याने करून देते. ह्या कारणांमुळे दूरवर असणाऱ्या 'रेडिओ तारा' म्हणतात. आपल्या आकाशगंगेबाहेर अशा अनेक शक्तिमान रेडिओ तार्यांचे अस्तित्त्व आढळून आले आहे. हे तारे आपल्या सूर्यापेक्षा दहा कोटीपट शक्तिमान आहेत. हे गोल नियमितपणे आकुंचन व प्रसरण पावतात. न्यूटन-आइनस्टाईन यांचे सिद्धांत या तार्यांच्या संदर्भात अपुरे पडले.

स्थिरस्थिती सिद्धान्तानुसार विश्व स्थिर आहे. हे आकुंचन पावत नाही की प्रसरण पावत नाही. हे विश्व न आदी न अंत असलेले आहे ते अनादी आहे. विश्वाचा मूलाधार हा गुरुत्वाकर्षण हाच आहे. विश्वाचे नियंत्रण करणाऱ्या प्रयोगशाळेतील गुरुत्वाकर्षणाविषयी फारच थोडे ज्ञान आपणास प्राप्त झाले आहे. प्रयोगशाळेतील गुरुत्वाकर्षणाच्या क्षुल्लक प्रयोगावरून विश्वातील गुरुत्वाकर्षणाची कल्पना आपणास मुळीच येऊ शकणार नाही. संपूर्ण गुरुत्वाकर्षणाच्या मापनाची अचूक व समाधानकारक पद्धती अजून उपलब्ध झालेली नाही.

एखाद्या तार्याचे वस्तुमान जेवढे मोठे आहे तेवढे त्याचे गुरुत्वाकर्षणही मोठे आहे. या प्रचंड तार्यातील अणुस्फोटाच्या प्रक्रिया या त्याच्या आकुंचनाने व्यक्त होतात. हे स्फोट पृष्ठभागापासून मध्यबिंदूकडे प्रसारित होत असतात. सर्वसाधारण स्फोट हे मध्यबिंदूपासून बाहेर पडणारे असतात. अशा प्रक्रियेमुळे या तार्यांतून रेडिओ-तरंग निर्माण होतात. आईन्स्टाईनच्या प्रतिपादनानुसार या विशाल विश्वातील एका तार्यामधील गुरुत्वाकर्षण लोप पावले तर ते आकर्षण वाढत जाते व ते इतके प्रभावी होत जात की त्या तार्यापासून प्रकाश व रेडिओ तरंगांची इतिश्री होते. आईन्स्टाईनचे प्रतिपादन अचूक गोल तार्यांनाच लागू होते. डॉ. हॉइल-नारळिकरांच्या मते जगातील कोणतेच तारे अचूक गोलाकार नाहीत. हे विश्व अनादी व अनंत आहे. जुने तारे नामशेष होतात. त्यांच्या स्फोटामुळे निर्माण होणाऱ्या अनंत तुकड्यांचे संयोजन होऊन अंतराळातील धुळीकणांसह नवे तारे जन्म घेतात. या नवनिर्मितीच्या क्षेत्राला हॉइल-नारळिकर क्षेत्र असे संबोधिले जाते.

विश्वाच्या विस्ताराशी द्रव्यसृष्टीचा संबंध आहे कारण आईन्स्टाईनने मांडलेल्या गणितानुसार विश्वातील द्रव्याचे घनत्व एका विशिष्ट सरासरीपेक्षा अधिक असू शकत नाही. यामुळे विश्वाचे अविरत प्रसरण झाल्या शिवाय द्रव्याची अविरत सृष्टी निर्माण होण्याची शक्यता नाही. उलट विश्वाचे आकुंचन झाल्या शिवाय द्रव्याचा नाश होण्याची शक्यता नाही. याचाच अर्थ विश्वाचे आकुंचन प्रसरण एकाच वेळी होणे संभवत नाही. रबराचा फुगा एकाच वेळी फुगविणे व तो दाबून टाकणे या दोन्ही क्रिया जमणार नाहीत. या दृष्टीने आपणासमोर दोनच पर्याय राहतात. ते म्हणजे विश्वाच्या प्रसरणाबरोबर सृष्टीचा विकास

व विश्वाच्या आकुंचनाबरोबर सृष्टीचा विनाश. या दोन्ही पर्यायांची सैद्धांतिक परीक्षा आपण केली पाहिजे. कारण प्रत्येक शास्त्रीय कल्पना कालाची दिशा ठरविण्याचे दोन संभाव्य उपाय सुचवीत असते. एका अवस्थेत सर्वसामान्य अर्थाने काल हा पुढे म्हणजे भविष्याकडे वाटचाल करतो व दुसरे म्हणजे कालाची दिशा भूतकालातून वर्तमानकालाकडे व वर्तमानकालातून भविष्यकालाकडे अशी असते. काल मागे म्हणजे भूतकालाकडे जात असतो. हीच प्रक्रिया उलट केली तर काल भविष्यकालात सुरू होऊन वर्तमान येईल व तेथून तो भूतकालात प्रवेश करील. व्यवहारात आपण जर भूतकाल व भविष्यकाल यांचा अर्थ नेहमीच घेतला तर सापेक्षता सिद्धान्ताप्रमाणे एकच संभव शिल्लक उरतो, तो म्हणजे द्रव्यसृष्टी व विश्वाचा विस्तार यांचा निकटचा संबंध आहे.

विश्वाच्या द्रव्याचे सरासरी इतके घनत्व मानले तर आपण स्थिर विश्वाच्या कल्पनेपर्यंत येऊन पोहचतो. विश्वातील द्रव्याचे घनत्व स्थिर राहण्यासाठी तारकासमूहातील आकुंचन-प्रसरण भूतकालाप्रमाणे वर्तमानकाळ व भविष्यकालातही चालू राहिले पाहिजे. विश्वातील द्रव्य अतिशय उष्ण आहे आणि एका गोळ्यातील द्रव्य थंड झाल्यामुळे त्याठिकाणी तारका समूह निर्माण झाला असावा. गोळ्याच्या आतील भाग थंड झाल्यामुळे त्या ठिकाणचा दाब बाहेरील भागापेक्षा कमी असतो. बाहेरील उष्ण भागाच्या तीव्र तापमानामुळे जास्त दाब पडून गोळ्याचे खूप आकुंचन होते ही कल्पना स्विकारली तर असे म्हणावे लागेल की, तारकासमूह अगदी सुलभतेने निर्माण झाले असावेत. तारे जेव्हा थंड होतात तेव्हा त्यांच्या पासून वैश्विक रेडिओतरंग व विश्व किरण निर्माण होतात. रेडिओदुर्बिणीच्या सहाय्यने निरीक्षण केले असता असे आढळून आले आहे की, आपल्यापासून बऱ्याच दूर असलेल्या तारकांमध्ये जी थंड होण्याची क्रिया आजूनही चालू आहे. स्थिर-विश्व सिद्धान्ताप्रमाणे तारकासमूह प्रसरण पावून एकमेकांपासून अलग होत आहेत. ही क्रिया होत असतानाच नव्या तारकासमूहांची निर्मिती होत आहे. ही निर्मिती थराविक गतीने होत असल्यामुळे द्रव्याची सरासरी घनता सतत एकसारखीच राहते. वेगवेगळे समूह सतत परिवर्तन पावतात, विकसीत होतात, पण विश्वाचे परिवर्तन होत नाही. त्याचा आकार बदलत नाही. त्यामुळे विश्वाचा उदय व नाश ही प्राचीन समस्या निर्माण होतच नाही. कारण विश्वाला आदिच नाही तर त्याचा अंत होणार कसा? तारकासमूहाच्या प्रत्येक अणूला आदी आहे पण विश्वाला आदी नाही. विश्व हे अनादी आहे.

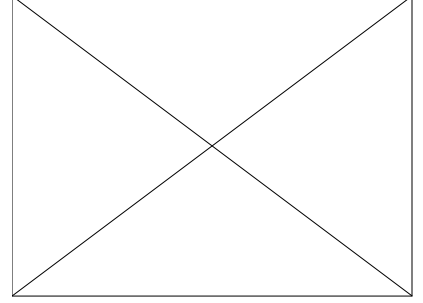
विश्वाच्या निर्मितीबद्दल जे तीन प्रमुख सिद्धांत आहेत. त्यापैकी कोणता सिद्धांत खरा आहे ते ठरविण्यासाठी विश्वाचे सतत निरीक्षण करीत राहण्याची फार आवश्यकता आहे. नवीन तारकासमूहांची निर्मिती होते काय हे शोधणे फार महत्त्वाचे आहे. जर नवीन तारकासमूह निर्माण होत असतील तर विस्फोट सिद्धांत व आकुंचन-प्रसरण सिद्धांत आपोआप खोटे ठरतात. कारण त्यात नवीन सृष्टीच्या निर्मितीला स्थान नाही आणि नवीन तारकासमूह निर्माण होत नसतील तर स्थिर विश्वाची कल्पना चुकीची ठरेल.

अवकाश आणि काल यांचे स्थानसुद्धा तिन्ही सिद्धांतात वेगवेगळे आहे. विशोट सिद्धान्तानुसार अवकाश अमर्याद असून काल हा भूतकाळ मर्यादित व भविष्यकाळ हा अनंत आहे. आकुंचन-प्रसरण सिद्धांताप्रमाणे अवकाशाचा विस्तार मर्यादित असून काल मात्र भूतकाळात व भविष्यकाळात अमर्यादित आहे, स्थिर विश्व सिद्धान्ताप्रमाणे अवकाश व काल दोन्हीही अनादी, अनंत व अमर्याद आहेत. याशिवाय स्थिरविश्व सिद्धांतात अवकाश व काल यांचे अतुट नाते आहे. अवकाशातील निरनिराळ्या बिंदुवरून विश्वाचे अवलोकन करणाऱ्या निरीक्षकाला विश्वाची एकसारखी रचना दिसेल. अतीशय दूर अंतरावर असलेल्या तारकासमूहावरील निरीक्षकाला विश्व हे पृथ्वीवरील निरीक्षकाप्रमाणे दिसेल. ही गोष्ट विस्फोट सिद्धांत व आकुंचन-प्रसरण सिद्धांताच्या बाबतीत तेव्हाच संभवनीय होऊ शकेल की, जेव्हा सर्व ठिकाणचे निरीक्षक कालातील एका विवक्षित क्षणी विश्वाचे निरीक्षण करीत असतील. कारण कालाचा संबंध चक्राकार विश्वातील परिवर्तनाशी आहे. प्रसरणशील विश्वाबाबत त्यामधील द्रव्याचे घनत्व कमी कमी होत जात असल्याने कालातील निरनिराळ्या क्षणी अवलोकन करणाऱ्यांनी विश्वाची निरनिराळी स्वरूपे दिसतील. स्थिर-विश्व सिद्धान्ताप्रमाणे मात्र कोणत्याही वेळी विश्वाचे निरीक्षण केल्यास सर्व ठिकाणाहून विश्व सारखेच दिसेल. कारण विकासातील एक स्थिर सदैव अस्तित्वात असते. जे विश्व द्रव्याच्या एका निरंतर सृष्टीद्वारा ब्रह्मांडाची रचना घडविते ते विश्व कालातील कोणत्याही क्षणी एका ठराविक स्थितीचे दर्शन घडविले. अवकाश व काल याची प्रबळ समानता दाखविणारा स्थिर-विश्व सिद्धांत अचूक आहे किंवा कसे ते उद्या ठरेल.

Astroid Belt

लघुग्रह

लघुग्रह म्हणजे एक ठराविक आकार नसलेले लहान मोठे दगड गोळे जे मंगळ व गुरू या दोन ग्रहांच्यामध्ये सूर्याभोवती गोलाकार भ्रमण करतात. लाखोंच्या संख्येने सूर्याभोवती भ्रमण करणारे हे लघुग्रह सूर्यापासून साधारण २.७ खगोलीय अंतरामध्ये भ्रमण करतात.



अठराव्या शतकामध्ये जर्मन खगोलशास्त्रज्ञ जोहान बोड याने सूर्यापासून ग्रहांच्या अनुक्रमे अंतरावर एक समीकरण तयार केले, त्यालाच 'बोडचा नियम' असे म्हणतात. यामध्ये सूर्याजवळील सुरवातीचा ग्रह (०) शून्य तर त्यानंतरचा ग्रह ३ व त्यानंतरची प्रत्येक संख्या आधीच्या संख्येच्या दुपटीने ७६८ पर्यंत वाढवत न्यायची, मग त्या संख्येमध्ये ४ ही संख्या मिळवायची व येणार्या संख्येला १० ने भाग द्यायचा व शेवटी जे उत्तर येईल ती संख्या त्या ग्रहाचे खगोलीय एककामध्ये सूर्यापासूनचे अंतर असेल.

खालील समीकरणावरून 'बोडचा नियम' आपणास कळेल

| ग्रह | बोडचे समीकरण | बोडचे उत्तर (खगोलीय एकक) | ग्रहांचे सूर्यापासून प्रत्यक्ष अंतर |
|--------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| बुध | $(0+8) \div 10$ | .४ | .३८७ |
| शुक्र | $(3+8) \div 10$ | .७ | .७२३ |
| पृथ्वी | $(6+8) \div 10$ | १.० | १.०० |
| मंगळ | $(12+8) \div 10$ | १.६ | १.५२ |
| ? | $(28+8) \div 10$ | २.८ | १.४६ - ५.७९ |
| गुरू | $(48+8) \div 10$ | ५.२ | ५.२० |
| शनी | $(96+8) \div 10$ | १०.० | ९.५४ |
| युरेनस | $(192+8) \div 10$ | १९.६ | १९.१८ |

बोडचा नियम जेव्हा प्रसिद्ध झाला तेव्हा खगोलशास्त्रज्ञांना असे वाटले की नक्कीच या नियमानुसार मंगळ व गुरू यांच्यामध्ये एखादा ग्रह असावा.

१ जानेवारी १८०१ मध्ये ग्युसेप्पी पियाझी (Giuseppe Piazzi) या इटालियन खगोलशास्त्रज्ञाने सर्वप्रथम लघुग्रहाच्या पट्ट्यातील सर्वात मोठा 'सेरेस' (Ceres) नावाचा लघुग्रह शोधला. या लघुग्रहाचा व्यास साधारण १००३ कि. मी. एवढा आहे. 'सेरेस' हाच मंगळ व गुरू या दोन ग्रहांमधील ग्रह आहे. असे त्यावेळेस समजण्यात आले, पण लगेचच पुढील वर्षी १८०२ मध्ये ६०८ कि. मी. व्यासाचा अजून एक लघुग्रह सापडला. त्याला 'पलास' (Pallas) हे नाव देण्यात आले. त्यानंतर १८०७ मध्ये ५३८ कि. मी. व्यासाचा 'वेस्टा' (Vesta) हा लघुग्रह शोधला गेला. त्यानंतर १८४५ पर्यंत अजून आणखी ५ लघुग्रह शोधण्यात आले. दरवर्षी जवळपास ५ या प्रमाणे १९१० पर्यंत लघुग्रहांची संख्या २५ वर गेली. नंतर हा शोधक्रम वाढत जाऊन आजपर्यंत आपण हजारो लघुग्रह शोधले आहेत.

लघुग्रहाचे महत्त्वाचे तीन भाग पडतात.

१) C-Carbonaceous २) S-Silicate ३) M-Type

१) C-Carbonaceous :- हे लघुग्रह गडद काळ्या रंगाचे असून त्यावर पडलेली सूर्यकिरणे फार थोड्या प्रमाणात परावर्तित करतात. या लघुग्रहांना सूर्यमालेतील सर्वात वृद्ध लघुग्रह म्हटले जातात.

२) S-Silicate :- ह्या प्रकारातील लघुग्रह पहिल्या प्रकाराएवढे गडद नसतात. याचा रंग थोडासा लालसर असून त्यावर पडलेल्या सूर्यकिरणांपैकी १/५ (एक पंचमांश) किरणे परावर्तित करतात. सिलिकेट प्रकाराच्या खडकाने बनलेल्या लघुग्रहांमध्ये लोह आणि दगडांचे प्रमाण जास्त आढळते.

३) M-Type :- वरील दोन्ही प्रकारच्या मानाने ह्या प्रकारातील लघुग्रह प्रकाशकिरणे जास्त स्वरूपात परावर्तित करतात. (Nickel-Iron) प्रामुख्याने जस्त व लोह असणाऱ्या मोठ्या लघुग्रहांच्या टकरीमध्ये त्यांच्या तुकड्यांपासून अशा प्रकारचे लघुग्रह निर्माण होतात. त्यांना नैसर्गिक रंग असतो तर त्यांच्यामध्ये लोहाचे प्रमाण जास्त आढळून येते.

लघुग्रहांच्या निर्मितीवर आतापर्यंत अनेक निष्कर्ष मांडण्यात आले आहेत.

काहींच्या मते सूर्यमालेच्या निर्मितीच्या वेळेस या लघुग्रहांची निर्मिती झाली असावी, कारण जरी सर्व लघुग्रहांना एकत्र केले तरी त्यांच्यापासून एखादा मध्यम आकाराचा ग्रह तयार होऊ शकत नाही.

तर काहींच्या मते धूमकेतूने त्याच्या मार्गामध्ये सोडलेल्या बर्फ आणि धूळ यामुळे हे लघुग्रह निर्माण झाले असावेत.

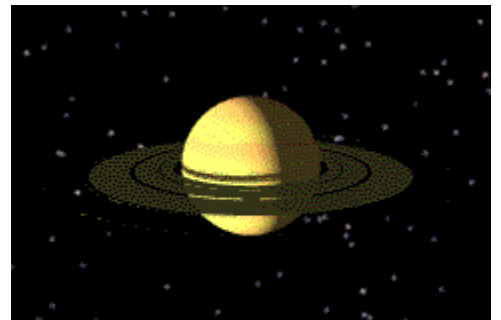
खालिल चित्र मोठ्या आकारामध्ये पाहण्यासाठी त्यावर क्लिक करा.



Saturn

शनी

सूर्यमालेतील सहावा ग्रह व गुरु नंतरचा सर्वात मोठा ग्रह म्हणजे शनी. ह्याचा आकार देखिल प्रचंड आहे. याचा व्यास साधारणतः १, २०, ५३७ कि. मी. इतका आहे. परंतु प्रचंड आकारमानापेक्षा तो जास्त प्रसिद्ध आहे त्याच्या भोवती असलेल्या कड्यामुळे.



गुरु ग्रहाप्रमाणेच हा ग्रह देखिल वायूमय बनलेला आहे. स्वतःभोवती प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास या ग्रहास साधारणतः १० तास लागतात व सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास यास जवळपास २९ वर्ष लागतात. सूर्यापासून हा ग्रह जवळपास १, ४२६, ७२५, ४०० कि. मी. (९.५३७०७०३१ A.U.) अंतरावर आहे.

गुरु ग्रहांच्या चंद्राप्रमाणे शनी या ग्रहाच्या कड्यांचे देखिल सर्वप्रथम दर्शन गॅलिलिओने आपल्या दुर्बिणीतून घेतले.

प्रचंड आकाराचा असून देखिल याची घनता पाण्याहून कमी आहे. समजा जर एका मोठ्या समुद्रामध्ये जर शनी ग्रह टाकला तर तो चकक तरंगू लागेल.

लहान मोठ्या असंख्य खडकांपासून शनी ग्रहाची कडी निर्माण झाली आहेत. कधी एके काळी शनीच्याच एखाद्या चंद्राचा स्फोट होऊन त्यापासून ही कडी निर्माण झाली असावीत. वस्तुतः या कड्यांची संख्या असंख्य असली तरी प्रामुख्याने या कड्यांची सात निरनिराळ्या कड्यांमध्ये विभागणी करण्यात आली आहे.

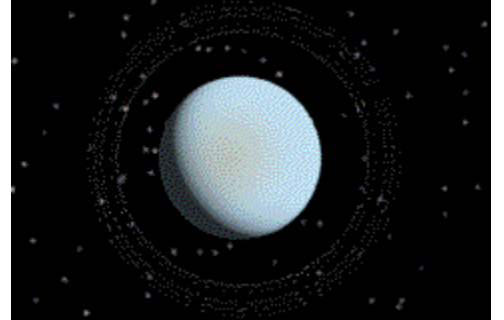
अतिशय कमी तापमानामुळे या कड्यांतील सर्व तुकडे बर्फाच्छादित आहेत. या कड्यांची जाडी जवळपास १० ते १५ कि. मी. आहे. शनी ग्रह त्याच्या अक्षाशी साधारण २८ अंशांनी कललेला असल्यामुळे पृथ्वीवरून आपणास त्याची कडी व्यवस्थित दिसतात. अन्यवेळी पृथ्वी शनीच्या विषुववृत्त पातळीत येते, तेव्हा त्याची कडा जवळजवळ अदृश्य होते व त्याजागी शनीला छेदणारी एक बरीक रेषा आपणास दिसते.

शनीला एकूण ३० उपग्रह आहेत. त्यामधील टायटन आकाराने बुध ग्रहा एवढा आहे.

शनी हा देखिल एक मोठा चुंबक असल्याचे आढळून आले आहे. परंतु ते गुरु एवढे शक्तिशाली आहे.

Uranus युरेनस

सूर्यमालेतील सातवा ग्रह म्हणजे युरेनस. बुध पासून शनी पर्यंत सर्व ग्रह नुसत्या डोळ्यांनी दिसत असले तरी शनी नंतरचे इतर ग्रह पाहण्यासाठी दुर्बिणीची आवश्यकता भासते. या ग्रहाचा शोध १३ मार्च १७८१ रोजी विल्यम हर्षल याने लावला. वास्तविक शंभर वर्ष त्याआधी हा ग्रह काही शास्त्रज्ञांनी पाहिला होता. परंतु त्याची नोंद एक तारा अशी केली गेली होती. या ग्रहाचे सूर्यापासूनचे अंतर साधारणतः २, ८७०, ९७२, २०० कि. मी. (१९.१९१२६३९३ A.U.) आहे. स्वतःभोवती एक फेरी पूर्ण करण्यास या ग्रहास १६ तास लागतात. तर सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास यास ८४ वर्षे लागतात. युरेनसची सूर्यप्रदक्षिणा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असली तरी त्याचे स्वतःभोवती फिरणे मात्र पूर्वेकडून पश्चिमेकडे आहे. याचा व्यास साधारणतः ५१, ११९ कि. मी. आहे.



युरेनसचा आस ९८ अंशांनी कललेला असल्यामुळे तो घरंगळत चालल्या सारखा दिसतो. त्यामुळे कधी त्याच्या ध्रुव भागाचे तर कधी विषुववृत्तीय भागांचे दर्शन घडते.

अंतराळयानांनी पाठविलेल्या माहितीनुसार या ग्रहाभोवती देखिल शनी ग्रहाप्रमाणे कडे आढळून आले आहे. ही कडा युरेनसच्या केंद्रभागापासून ५०, ००० कि. मी. अंतरावर आहे. पण ही कडा दुर्बिणीतून दिसत नाही.

या ग्रहास एकूण १५ चंद्र आहेत. ज्यामध्ये पाच मोठे चंद्र आहेत आणि दहा लहान चंद्र आहेत ज्यांचा शोध अलीकडेच पाठविलेल्या व्हॉएजर या यानामुळे लागला.

युरेनस आपल्या कक्षेवरून एका सेकंदाला एक मैल सरकतो. युरेनस भोवती देखिल चुंबकीय क्षेत्र असल्याचे आढळून आले आहे.

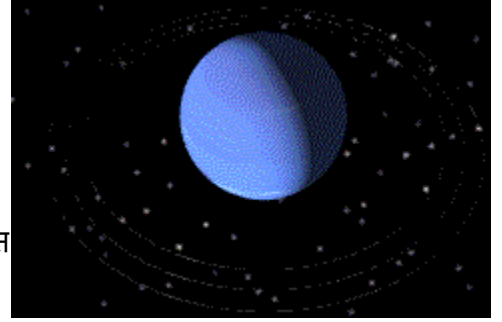
Neptune

नेपच्यून

सूर्यमालेतील नेपच्यून हा आठवा ग्रह. या ग्रहाचा शोध ४ ऑगस्ट १९६४ रोजी लागला. हा ग्रह देखिल दुर्बिणीनेच पाहता येतो.

नेपच्यून हा ग्रह युरेनसच्या ही पुढे एक अब्ज मैल अंतरावर आहे.

या ग्रहाचे सूर्यापासूनचे अंतर साधारणतः ४, ४९८, २५२, ९०० कि. मी. (30.06896348 A.U.) आहे. स्वतःभोवती एक फेरी पूर्ण करण्यास यास साधारणतः १९ दिवस लागतात. तर सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास यास जवळपास १६५ वर्षे लागतात. याचा व्यास साधारणतः ४९, ५२८ कि. मी. आहे.



अंतराळयानांनी पाठविलेल्या माहितीनुसार या ग्रहाभोवती देखिल कडे आढळून आले आहे. परंतु इतर ग्रहांच्या कड्याप्रमाणे ते गोलाकृती नसून त्याच्या एका ठिकाणी रिकामी जागा आहे. ज्यामुळे ते घोड्याच्या नालेसारखे वाटते. ही कडा दुर्बिणीतून दिसत नाही.

नेपच्यूनचे आकारमान सुमारे युरेनसच्या आकारमानाइतकेच आहे. सूर्यापासून अतिशय दूर अंतरावर असल्याने तेथे कमालीची थंडी आहे. तेथील वातावरण मिथेन या विषारी वायूचे बनलेले आहे.

नेपच्यून ग्रहास एकूण ११ चंद्र आहेत. तसेच या ग्रहास देखिल चुंबकीय क्षेत्र आहे.

Comet

धूमकेतू

आकाशात क्वचितच दिसणारी अतिशय सुंदर व आकर्षक अशी खगोलीय वस्तू म्हणजे धूमकेतू. रात्रीच्या आकाशात लांबलचक पिसार्याने जगाचे लक्ष वेधून घेणारा धूमकेतू पुरातन काळापासून भीतीयुक्त औत्सुक्याने पाहिला जातो.



धूमकेतू हे गोठलेल्या कार्बनडायऑक्साईड वायू (CO₂), बर्फ, धूळ व छोट्या मोठ्या कणांपासून बनलेले असतात. सूर्यापासून दूर असताना ते गोठलेल्या अवस्थेमुळे, पृथ्वीवरून पाहिले असता बिंदुवत दिसतात. मात्र सूर्याजवळ आल्यावर तापून त्यांना प्रचंड मोठी शेपटी फुटल्याचे दिसू लागते. यावेळी धूमकेतूचे तीन भाग स्पष्ट दिसू लागतात. अगदी पुढे असणारा धूमकेतूचा केंद्रभाग किंवा घनभाग म्हणजे न्युक्लियस. या घनभागाभोवती धुराप्रमाणे वायूचे आवरण असते. त्याला कोमा असे म्हणतात. या कोमातूनच एक लांबलचक शेपटी फुटलेली दिसते. धूमकेतूच्या घन भागाला 'डर्टी स्नो बॉल' या नावाने ओळखले जाते. कारण यामध्ये धूळ, काही वायू, बर्फ व कार्बनडायऑक्साईड वायू असतो. हा घनभाग वेड्यावाकड्या आकाराचा असून त्याचा आकार काही मीटर पासून दहा-वीस किलोमीटर पर्यंतचा असू शकतो. हॅलेच्या धूमकेतूचा केंद्र १६ की. मी. लांब व ७.५ की. मी. रुंदीचा आढळून आला होता. धूमकेतूची शेपटी ही अतिशय विरळ असून, सूर्याच्या उष्णतेमुळे घनभागातील वायू व धूळ तापून बाहेर फेकली गेल्याने दिसू लागते. कोमा हा लाखभर की. मी. व्यासाचा असू शकतो तर त्यातून बाहेर पडलेली धूमकेतूची शेपटी कोट्यवधी की. मी. लांबीची असू शकते. सौरवार्यामुळे धूमकेतूची शेपटी सूर्याच्या विरुद्ध बाजूस दिसते. शेपटीचे नीट निरीक्षण केल्यास धूमकेतूस दोन प्रकारच्या शेपट्या फुटलेल्या दिसतात. एक शेपटी सरळ तर दुसरी किंचित वक्र दिसते. सरळ शेपटी ही विद्युतभारित कणांनी बनलेली, सौरवार्यामुळे ती सूर्यापासून दूर जात असलेली दिसते. किंचित वक्र असलेली दुसरी शेपटी ही धूमकेतूच्या धूळ व सूक्ष्म कणांनी बनलेली असते. प्रत्येक सूर्यभेटीत धूमकेतू आपले द्रव्य गमावीतच असल्याने काही सूर्यभेटीनंतर त्याचा क्षय होतो व तो नाहीसा होतो. हॅलेचा धूमकेतू दर सैकंदाला २५ ते ३० टन द्रव्य बाहेर फेकतो असे शास्त्रज्ञांना दिसून आले आहे.

आपल्याला दिसणारे धूमकेतू हे आकाशाच्या पोकळीत असलेल्या उर्ट क्लाउड भागातून येत असावेत असे शास्त्रज्ञांना वाटते. याभागात सुमारे शंभर अब्ज धूमकेतू असून काही कारणाने ते आपल्या जागेपासून हालल्यास व सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणामध्ये अडकल्यास ते सूर्याकडे खेचले जातात. सूर्याला काही ठराविक अंतरावरून फेरी मारून पुन्हा सूर्यापासून दूर जातात. त्यांचे हे जाणे येणे सतत चालू राहते. शेवटी त्यांच्यातील द्रव्य संपून किंवा ते ग्रहांवर अथवा प्रत्यक्ष सूर्यावर कोसळून नाहीसे होत असावेत असा शास्त्रज्ञांचा कयास आहे. काही धूमकेतूंच्या कक्षा अन्वस्त म्हणजे पॅराबोला प्रकारच्या असल्याने हे धूमकेतू एकदा सूर्याजवळ आले की पुन्हा सूर्याकडे येऊ शकत नाहीत मात्र लंबवर्तुळाकार कक्षांचे धूमकेतू ठराविक काळाने सूर्याजवळ येऊन आपले अस्तित्व दाखवतात. यामुळेच हॅलेचा धूमकेतू दर ७५-७६ वर्षांनी आपल्याला दिसतो.

पृथ्वीवर जीवसृष्टी व पाणी कसे निर्माण झाले असावे याचे अनेक सिद्धांत शास्त्रज्ञांनी मांडले आहेत. यापैकी एका सिद्धान्तानुसार पृथ्वीवर धूमकेतू आदळल्याने पाणी व जीवसृष्टी निर्माण झाली असावी. प्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ फ्रेड हॉवेल व विक्रमसिंघे यांच्या मते धूमकेतूंच्या धुळीत पृथ्वीचा प्रवास होताना काही विषाणू पृथ्वीवर येतात व रोगराई पसरते. अवकाशयाने धूमकेतूवर उतरवून धूमकेतू विषयीचे अधिक ज्ञान मिळवण्याचे स्वप्न पाहत आहेत.

Aurora

अरोरा - प्रकाशाचे पट्टे

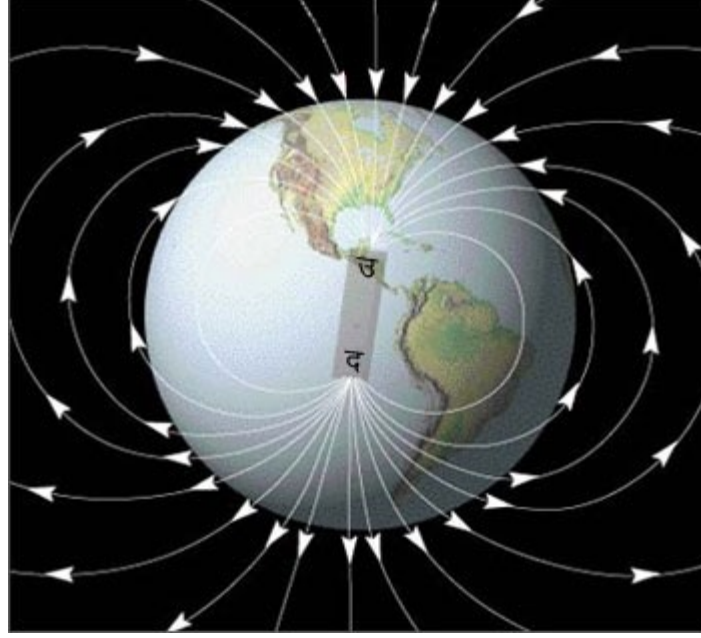


पृथ्वीच्या उत्तर आणि दक्षिण ध्रुविय भागामध्ये रात्रीच्या आकाशामध्ये दिसणार्या प्रकाशाच्या पट्ट्यांना 'अरोरा' असे म्हणतात. त्यांनाच इंग्रजीमध्ये "northern and southern (polar) lights" असे देखिल म्हणतात. हे प्रकाशाचे पट्टे प्रामुख्याने पृथ्वीच्या ध्रुविय भागामध्येच दिसतात. वातावरणाच्या वरील भागामध्ये हे निर्माण होतात.

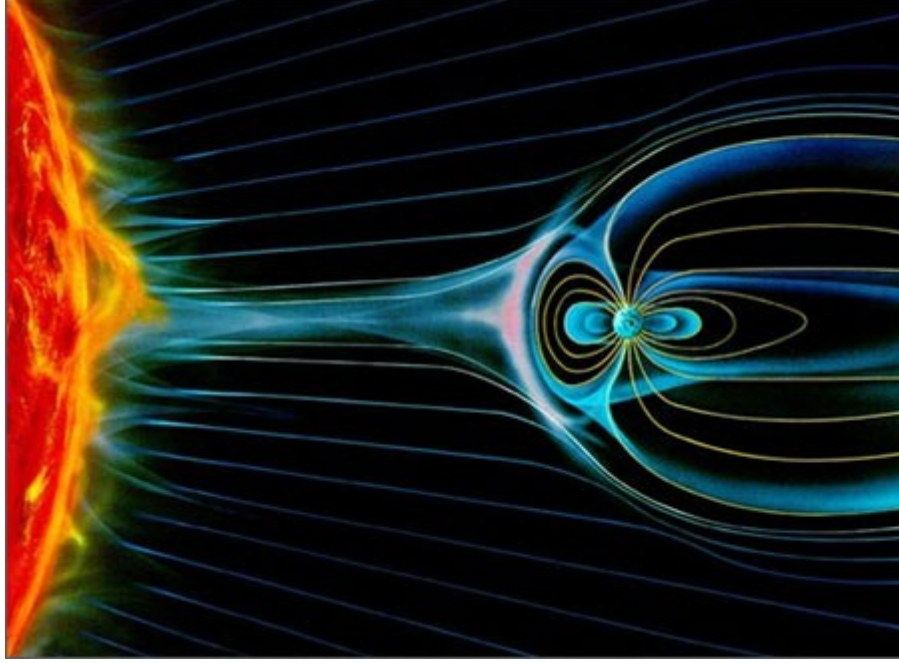
पूर्वी उत्तर गोलार्धातील आकाशातील अशा पट्ट्याला 'अरोर बोरीयालिस' हे नाव देण्यात आले. अरोरा हे नाव रोमच्या पहाटेची देवता 'अरोरा' या वरून देण्यात आले. तर बोरीयालिसचा ग्रीक मध्ये उत्तरेकडील 'वारा' असा अर्थ होतो.

सूर्याकडून येणार्या सौरवार्याच्या पृथ्वीवरील गुरुत्वीय पट्ट्यांशी झालेल्या घर्षणामुळे हे प्रकाशाचे पट्टे निर्माण होतात. सूर्याकडून येणारे सौरवारे साधारण ४०० कि.मी इतक्या वेगाने आकाशामध्ये फेकले जातात. यामध्ये इलेक्ट्रॉन्स, प्रोटॉन्स तसेच जड मूलद्रव्ये, अणू तसेच वातावरणातील इतर घटकांचा समावेश असतो. सर्वसाधारणपणे हे प्रकाशाचे पट्टे पृथ्वीपासून १०० ते २५० कि.मी. इतक्या वर निर्माण होतात. सौरवात आणि चुंबकिय क्षेत्र यांमधिल विशिष्ट घटकांमूळे निरनिराळ्या रंगाचे पट्टे निर्माण होतात.

हे चुंबकिय क्षेत्र पृथ्वीच्या ध्रुविय भागामध्ये प्रामुख्याने निर्माण होवून ध्रुविय भागांकडे खेचले जाते. खालील जागेमध्ये पृथ्वीच्या चुंबकिय क्षेत्राचे चित्र दाखविलेले आहे.

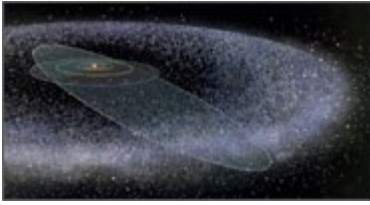


पृथ्वीचे चुंबकिय क्षेत्र हे ध्रुविय भागामध्ये जास्त कार्यक्षम असल्याने त्याच ठिकाणी रात्रीच्या आकाशामध्ये प्रकाशाचे पट्टे निर्माण होतात. खालील चित्रामध्ये सौरवातापासून म्हणजेच सौरवार्यापासून पृथ्वीच्या ध्रुविय भागामध्ये निर्माण होणारे पट्टे दाखविले आहेत.



CuperBelt

क्युपर बेल्ट



मंगळ आणि गुरु ग्रहांच्यामध्ये अनेक लघुग्रहांचा शोध लागला. त्याच प्रमाणे नेपच्यून ग्रहाच्या पुढे देखिल असाच लघुग्रहांचा पट्टा असावा असे सर्वप्रथम गेरार्ड क्युपर या शास्त्रज्ञाने १९५१ मध्ये सुचविले. म्हणून त्याच्या स्मरणार्थ या लघुग्रहांच्या पट्ट्यास क्युपर बेल्ट हे नाव देण्यात आले.

या शास्त्रज्ञाने ह्या पट्ट्याचे सूर्यापासूनचे अंतर ३५ ते ५० खगोलीय एकक इतके असावे असे वर्तविले. क्युपर बेल्टमधिल सर्व खडक गोठविलेल्या बर्फाच्या आवरणामध्ये आढळतात.

१९९२ मध्ये सर्वप्रथम क्युपर बेल्ट मधील पहिला '1992 QB1' हा लघुग्रह शोधला गेला.

काही शास्त्रज्ञांच्या मते नेपच्यून ग्रहाच्या पुढे असलेल्या प्लुटो ग्रहाचा चंद्र (उपग्रह) शेरेॉन हा देखिल सुरवातीला क्युपर बेल्टचाच भाग असावा, जो नंतर प्लुटोचा चंद्र झाला असावा.

Ulka Varshav

उल्का आणि उल्कावर्षाव

उल्का -

रात्रीच्या आकाशामध्ये एखादा तारा तुटताना आपणास दिसतो तो प्रत्यक्षात तारा नसून ती उल्का असते. लहान-मोठे लघुग्रह तसेच



धूमकेतूने त्यांच्या मार्गामध्ये सोडलेला धूळीकणांचा कचरा जेव्हा पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीवर खेचले जातात, परंतु पृथ्वीवर पडण्यापूर्वीच वातावरणामध्ये घर्षणाने ते जळून जातात. अशा प्रकारे जळून पडताना आपणास त्यांचा प्रकाश दिसतो.

आकाराने मोठ्या असलेल्या उल्का जेव्हा पृथ्वीवर पडताना जळतात तेव्हा त्यांच्या प्रकाशाचा मोठा झोत दिसतो, त्यास 'अग्निगोल' असे म्हणतात. तर त्याही पेक्षा आकाराने मोठ्या उल्का जेव्हा पृथ्वीवर खेचल्या जातात तेव्हा वातावरणामध्ये जळून देखिल त्या पृथ्वीवर आदळतात. आकाराने प्रचंड मोठ्या उल्का पृथ्वीवर मोठ्या प्रमाणात संहार करू शकतात.

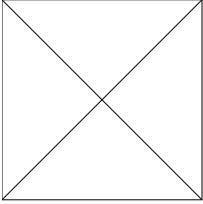
उल्का पृथ्वीवर पडताना त्यांचा वेग प्रती सेकंद ६०-७० की. मी. एवढा असतो. एका दिवसामध्ये जवळपास ४ अब्ज उल्का पृथ्वीवर पडतात, परंतु आकाराने फारच लहान असल्याने त्यांचे अस्तित्व दिसून येत नाही.

उल्कावर्षाव - वर्षातील काही ठराविक रात्री अनेक उल्का पडताना दिसतात. या उल्का आकाशातील एखाद्या ठराविक दिशेतून पडताना दिसतात, यालाच उल्कावर्षाव असे म्हणतात. उल्कावर्षावाच्या मागचे प्रमुख कारण हे धूमकेतूच्या मार्गामध्ये राहिलेले धुळीचे लहान मोठे दगड असतात. पृथ्वी जेव्हा अशा एखाद्या धूमकेतूच्या मार्गामधून जाते तेव्हा लहान मोठेदगड पृथ्वीवर मोठ्या संख्येने पडताना दिसतात.

उल्कावर्षाव हे प्रामुख्याने ते ज्या तारकासमुहात पडताना दिसतात. त्या तारकासमुहाच्या नावाने ओळखले जातात. जसे सिंह तारकासमुहातून पडताना दिसणारा उल्कावर्षाव हा सिंह तारकासमुहातील उल्कावर्षाव या नावाने ओळखला जातो.

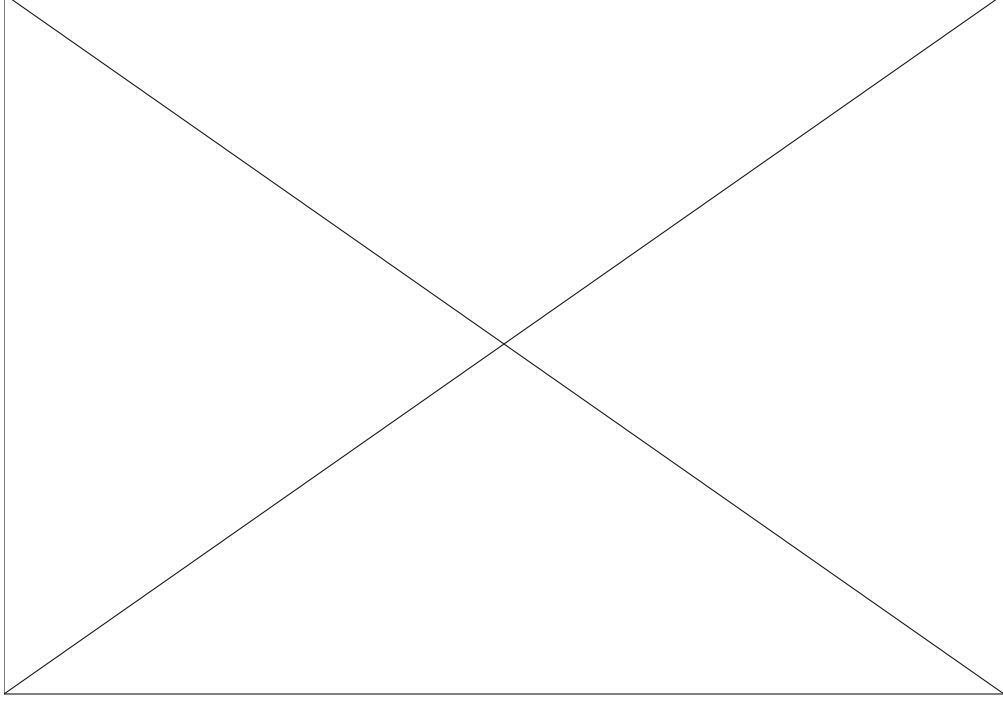
Eclipses

ग्रहण म्हणजे काय?



ग्रहण होते म्हणजे नेमके काय होते?

सूर्य या तार्याभोवती फिरणार्या पृथ्वी या ग्रहाभोवती तिचा चंद्र हा उपग्रहही फिरत असतो. या सर्वांच्या भ्रमण पातळ्या वेगवेगळ्या आहेत. फिरता फिरता सूर्य व पृथ्वी यांच्यामध्ये चंद्र येऊन त्याची सावली पृथ्वीवर पडते. ती ज्या भागात पडते तेथून तेवढा काळ चंद्रबिंबामुळे सूर्यबिंब झाकल्या सारखे दिसते. ते सूर्यबिंब पूर्णपणे दिसेनासे झाले तर खग्रास सूर्यग्रहण आणि सूर्यबिंब अर्धवट झाकले गेले तर ते खंडग्रास सूर्यग्रहण होय. अशी स्थिती येणे फक्त अमावास्येलाच शक्य असते. सूर्य व चंद्र यांच्यामध्ये पृथ्वी आली, तर तिची सावली चंद्रावर पडते व चंद्राचे तेज कमी होते. त्यावेळी चंद्र तांबूस-भुरकट रंगाचा दिसतो. पृथ्वीच्या सावलीत पूर्ण चंद्र आला तर ते खग्रास चंद्रग्रहण घडते. चंद्राच्या काही भागांवर पृथ्वीछाया पडली तर ते खंडग्रास चंद्रग्रहण असते. असा चंद्रग्रहण योग फक्त पौर्णिमेलाच येऊ शकतो.



पिधान म्हणजे काय?

पृथ्वीवरून दिसणार्या तार्याच्या पुढून चंद्रबिंब जाऊ लागले की, काही काळ तो तारा झाकला जातो. म्हणजे सूर्याखेरीज इतर तार्यांच्या चंद्रामुळे होणार्या ग्रहणाला पिधान म्हणतात.

ग्रहणाचे अचूक अंदाज सर्वप्रथम कोणी वर्तविले?

थेल्य ह्या प्रसिद्ध तत्ववेत्त्या व निसर्ग अभ्यासकाने इ. स. पूर्व ५८५ साली होणार्या ग्रहणाचे भाकीत अचूक वर्तविले होते. चिनी दरबारातील दोन खगोलविदांना इ. स. पूर्व २१३७ मध्ये झालेल्या २२ ऑक्टोबर रोजी सूर्यग्रहणाचे भाकीत आधी न वर्तविता आल्याने प्राणास मुकावे लागले अशी नोंद मिळते.

राहू व केतू म्हणजे काय?

पृथ्वीकक्षेचे प्रतल (पातळी) व चंद्रकक्षेचे प्रतल हे वेगवेगळ्या प्रतलात आहेत. त्या प्रतलांच्या छेदन बिंदूंना राहू व केतू म्हणतात. चंद्रकक्षेचे प्रतल पृथ्वीकक्षेच्या प्रतलात ज्या बिंदूपाशी उत्तरेकडे जाते तो पातबिंदू राहू होय. याउलट चंद्रकक्षेचे प्रतल पृथ्वीकक्षेच्या प्रतलात ज्या बिंदूपाशी दक्षिणेस जाते तो बिंदू केतू होय. ज्या अमावास्येला-पौर्णिमेला चंद्र राहू अथवा केतू बिंदूजवळ असेल तेव्हाच ग्रहण घडू शकते. राहू व केतू हे पातबिंदू एकमेकांच्या बरोबर विरुद्ध अंगाला म्हणजे एकमेकांपासून १८० अंशावर असतात.

दर अमावस्या-पौर्णिमेला सूर्य-चंद्र ग्रहण का होत नाहीत?

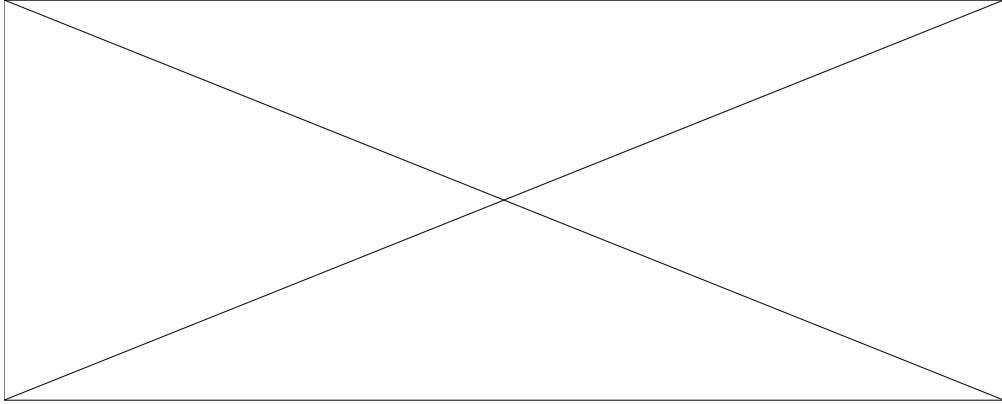
अमावास्येला पृथ्वीसापेक्ष सूर्य व चंद्र एकाच दिशेला उगवतात. म्हणजेच त्यांच्यातील पूर्व-पश्चिम अंतर सर्वात कमी किंवा शून्य होते. पण भ्रमण कक्षेच्या पातळीतील फरकामुळे त्याचे दक्षिणोत्तर अंतर शिल्लक राहते. ते ज्या वेळा सर्वात कमी किंवा शून्य होते तेव्हाच ग्रहण घडू शकते.

सूर्य व पृथ्वी यांच्या, मध्ये चंद्र आला की सूर्यग्रहण घडते. हे आपण पूर्वी पाहिले आहे. सूर्य व चंद्र पृथ्वीसापेक्ष जरी पूर्वेलाच किंवा पश्चिमेलाच असेल तर चंद्र सूर्याच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस असेल, तर चंद्राची सावली पृथ्वीवर पडणारच नाही. म्हणजे सूर्यग्रहण होणार नाही. चंद्राची छाया पृथ्वीवर न पडता ती उत्तर किंवा दक्षिणेकडून जाईल. अशावेळी पृथ्वीवरून सूर्यग्रहण दिसणारच नाही. अशीच घटना पौर्णिमेला चंद्राबाबत घडते. पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडली तरच चंद्रग्रहण होईल. पण त्यासाठी त्यांचे पूर्व पश्चिम व दक्षिण उत्तर अंतर शून्य किंवा कमीत कमी व्हायला हवे.

एका ठिकाणाहून खग्रास सूर्यग्रहण दिसले तर त्यानंतर पुन्हा तेथून खग्रास सूर्यग्रहण केव्हा दिसेल?

एखाद्या विशिष्ट ठिकाणाहून खग्रास सूर्यग्रहण दिसला तर पुन्हा त्याच ठिकाणी सूर्यग्रहण दिसण्यास सुमारे चारशे वर्षांचा काळ जावा लागतो.

उदा. लंडनहून १७१४ साली खग्रास सूर्यग्रहण दिसले होते. आता २१५१ साली तेथून परत 'खग्रास सूर्यग्रहण' योग आहे.



खग्रास चंद्रग्रहणाचा जास्तीत जास्त कालावधी किती?

खग्रास चंद्रग्रहणाचा जास्तीत जास्त कालावधी १ तास ४२ मिनिटांपर्यंत असू शकतो. पृथ्वीची सावली १५ हजार कि. मी. लांबीची असते. चंद्राच पृथ्वीपासून अंतर सर्वात कमी असताना चंद्रग्रहण झाले तर कालावधी प्रदीर्घ असतो, तर चंद्र पृथ्वी अंतर सर्वात जास्त असेल तर हा कालावधी कमी असतो. सर्वसामान्यपणे पृथ्वीच्या छायेचा व्यास चंद्रबिंबापेक्षा २. ६६ पट जास्त असतो. ही छाया पार करण्यास चंद्राला अधिक वेळ लागतो. साहजिकच खग्रास सूर्यग्रहण किंवा कंकणाकृती सूर्यग्रहण यांच्या तुलनेत खग्रास चंद्रग्रहण अधिक वेळ दिसते.

छायाप्रकाश पट्टे केव्हा तयार होतात? का दिसतात?

खग्रास सूर्यग्रहण एखाद्या उंच ठिकाणाहून पाहिले तर खग्रास अवस्था सुरू होण्यापूर्वी एक-दोन मिनिटे आधी चंद्रछायेचे प्रचंड धूड ताशी २ ते २.५ हजार कि. मी. वेगानं सरकत असल्याचे दिसते. चंद्रबिंबाने सूर्यबिंब झाकून टाकण्यापूर्वी अतिशय अरुंद अशा सूर्यकोरीचा भाग दिसतो. त्याचवेळी जमिनीवर पांढरी चादर अंथरून ठेवली, तर त्यावेळी येणारा सूर्यप्रकाश वातावरणाच्या विविध थरांमधून येताना तार्यांच्या लुकलुकण्यासारखा आविष्कार होतो. तोच आपल्याला छायाप्रकाश पट्ट्यांच्या नर्तनातून दिसतो. ह्या आविष्काराची प्रकाशचित्र घेणे हाही एक अनुभवसिद्ध प्रयोगच आहे. हे जमलं नाही तर किमान हे सतेज पांढरे व काळपट पट्टे एकाआड एक येताना पाहता तरी येतील.

एका वर्षातील जास्तीत जास्त व कमीत कमी ग्रहणांबद्दल काय परिस्थिती असते?

एका वर्षात जास्तीत जास्त ७ ग्रहणे होऊ शकतात. यातील ४ ते ५ सूर्यग्रहणे, तर उरलेली चंद्रग्रहणे असतात. एका वर्षात कमीत कमी २ ग्रहणे होतातच. मात्र त्या वेळी ही दोन्ही ग्रहणे सूर्यग्रहण असतात. त्यावर्षी चंद्रग्रहणे होत नाही.

कंकणाकृती सूर्यग्रहणाचा प्रदीर्घ कालावधी किती?

खग्रास सूर्यग्रहण जास्तीत जास्त ७ मिनिटे ४० सेकंदापर्यंत दिसणे शक्य असते. पण कंकणाकृती सूर्यग्रहण जास्तीत जास्त १२ मिनिटे ३० सेकंद एवढा वेळ दिसू शकते.