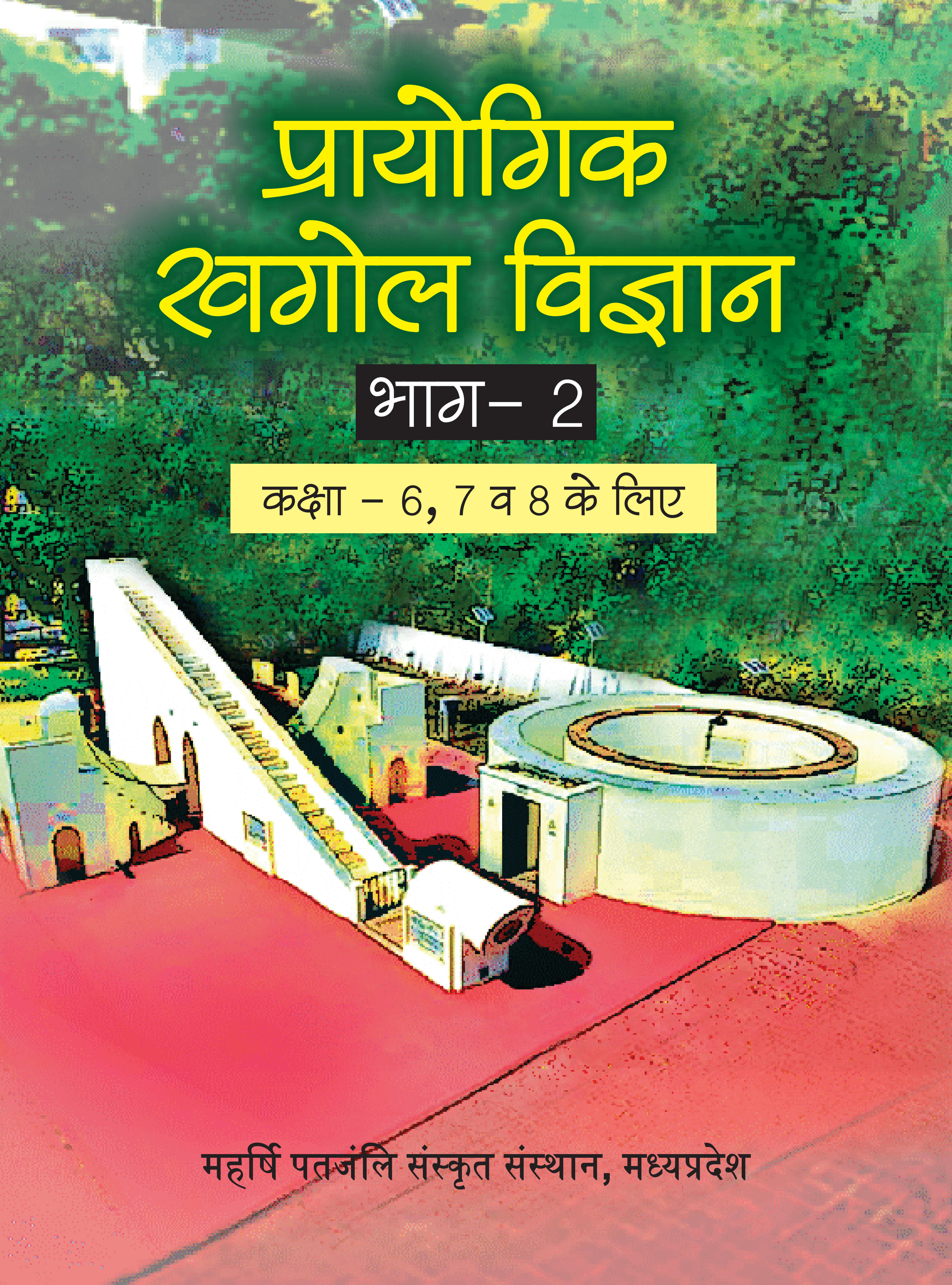
प्रायोगिक खगोल विज्ञान

भाग- 2

कक्षा - 6, 7 व 8 के लिए



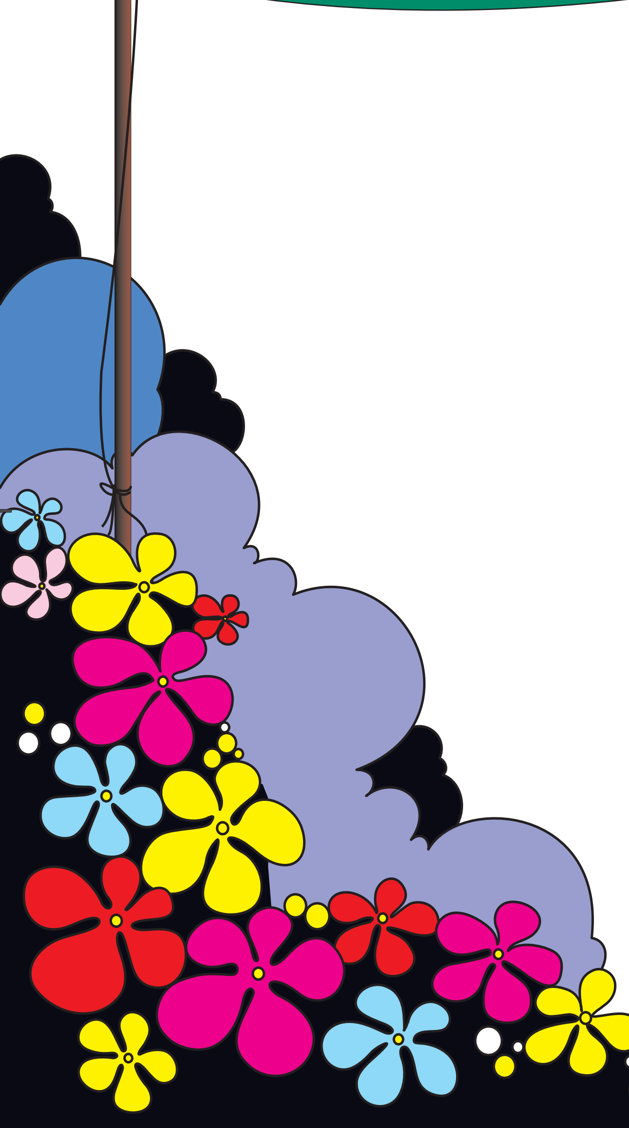
महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान, मध्यप्रदेश

राष्ट्रगान

जन-गण-मन-अधिनायक जय हे
भारत-भाग्य-विधाता
पंजाब-सिन्धु-गुजरात-मराठा
द्राविड़-उत्कल-बंग
विंध्य-हिमाचल-यमुना-गंगा
उच्छल-जलधि-तरंग
तव शुभ नामे जागे, तव शुभ आशिष मागे,
गाहे तव जय-गाथा।
जन-गण-मंगल-दायक जय हे
भारत-भाग्य-विधाता
जय हे, जय हे, जय हे,
जय जय जय जय हे।

(हर देश का अपना एक विशिष्ट झंडा और राष्ट्रगान होता है। ''तिरंगा झंडा'' भारतवर्ष का राष्ट्रध्वज है और ''जनगणमन'' राष्ट्रगान। राष्ट्रध्वज में ऊपर की पट्टी केसरिया रंग की और नीचे की हरे रंग की होती है। बीच की सफेद पट्टी के बीचों बीच २४ शलाकाओं का नीले रंग में गोल-चक्र होता है। केसरिया रंग त्याग का, सफेद शांति का और हरा रंग प्रकृति की सुन्दरता का प्रतीक है। चक्र का स्वरूप अशोक की सारनाथ-स्थित सिंहमुद्रा में अंकित चक्र की भाँति है यह चक्र सत्य और सब धर्मों का प्रतीक है।

राष्ट्रगान की रचना गुरूदेव रवीन्द्रनाथ ठाकुर ने की थी। इसमें संपूर्ण देश के लिए मंगल-कामना है। राष्ट्रगान और राष्ट्रध्वज का सम्मान करना हमारा कर्तव्य है। जब राष्ट्रगान गाया जाये या उसकी धुन बजाई जाये अथवा राष्ट्रध्वज फहराया जाये, तब हमें सावधान की स्थिति में खड़े होकर इसे सम्मान देना चाहिए।)



प्रायोगिक खगोल विज्ञान

भाग—2

(कक्षा—6, 7 एवं 8 के लिये)

महर्षि पतञ्जलिसंस्कृतसंस्थान , मध्यप्रदेश:
संस्कृतभवनम् तुलसीनगर- भोपालम् मध्यप्रदेश:

प्रायोगिक खगोल विज्ञान भाग– 2

सर्वाधिकार सुरक्षित– प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस प्रकाशन के किसी भी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रानिक मशीनी, फोटो प्रतिलिपि, रिकार्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुनः प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रसारण वर्जित है।

मार्गदर्शक मण्डल

श्री भरत बैरागी, अध्यक्ष, महर्षि पतञ्जलि संस्कृत संस्थान,म.प्र.

श्री प्रभातराज तिवारी, निदेशक, महर्षि पतञ्जलि संस्कृत संस्थान,म.प्र.

श्री प्रशांत डोलस, उपनिदेशक महर्षि पतञ्जलि संस्कृत संस्थान,म.प्र.

समन्वयक

श्रीमती रेशमा लाला, सहायक निदेशक, महर्षि पतञ्जलि संस्कृत संस्थान, म.प्र.

लेखक

डॉ. राजेन्द्र प्रकाश गुप्त, अधीक्षक, शास. जीवाजी वेधशाला, उज्जैन

डॉ. गिरवर शर्मा, शिक्षक, शास. जीवाजी वेधशाला, उज्जैन

श्री संजय अन्वेकर, शिक्षक, शास. जीवाजी वेधशाला, उज्जैन

श्री भरत तिवारी, आब्जर्वर, शास. जीवाजी वेधशाला, उज्जैन

मुखपृष्ठ आकल्पन

गणेश ग्राफिक्स, भोपाल

प्रकाशक

महर्षि पतञ्जलि संस्कृत संस्थान, भोपाल, मध्यप्रदेश

मुद्रक

मध्यप्रदेश पाठ्यपुस्तक निगम, भोपाल

संदेश

भारतीय ज्ञान–विज्ञान परम्परा में भारतीय खगोल विज्ञान का स्थान अत्यन्त उन्नत रहा है। हमारे मनीषियों ने सतत् अध्ययन एवं व्यवहारिक अनुभवों के आधार पर खगोलीय सिद्वांत एवं खगोलीय ग्रन्थों का निर्माण किया। ये खगोलीय ग्रन्थ आज भी अत्यन्त उपयोगी हैं। आर्यभट्ट ने अपने ग्रन्थ आर्यभट्टीय में लिखा है –

उदयो यो लंकायां सोस्तमयः सवितुरेव सिद्धपुरे।
मध्याह्नो यवकोट्यां रोमक विषये र्धरात्रः स्यात् ।।

अर्थात् जब लंका में सूर्योदय होता है, तब सिद्धपुर में सूर्यास्त हो जाता है। तब यवकोटि में मध्याह्न तथा रोमन प्रदेश में अर्धरात्रि होती है।

राष्ट्रीय शिक्षा नीति –2020 में भी भारतीय ज्ञान–विज्ञान परम्परा को पाठ्यक्रम में स्थान देने तथा भारतीय गौरव को विद्यार्थियो तक पहुँचाने को महत्व दिया गया है। खगोलीय घटनाऐं हमारे व्यवहारिक जीवन को अत्यधिक प्रभावित करतीं हैं। परन्तु प्रायः यह अनुभव किया जाता है कि खगोल विज्ञान की व्यवहारिक समझ न होने के कारण हमारे छात्र खगोलीय घटनाओं को तार्किक रुप से प्रस्तुत नहीं कर पाते।

अत्यन्त गौरव का विषय है कि देश की एक मात्र प्राचीन एवं आधुनिक संसाधनों से समृद्ध शासकीय जीवाजी वेधशाला उज्जैन महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान म.प्र. के अधीन संचालित है। अतः वेधशाला उज्जैन को खगोल विज्ञान का पाठ्यक्रम विकसित करने तथा पुस्तकों के लेखन का दायित्व दिया गया। वेधशाला उज्जैन के अनुभवी विशेषज्ञों द्वारा कक्षास्तरानुसार पाठ्यक्रम एवं पाठ्यपुस्तक विकसित की गई है।

यह पुस्तक विद्यार्थियों के प्रायोगिक खगोलीय ज्ञान के विकास के लिये अत्यन्त उपयोगी रहेगी ऐसा मुझे विश्वास है।

अनन्त शुभकामनाओं सहित........

भरत बैरागी
अध्यक्ष

आमुख

अनन्त आकाश सर्वदा अपनी और सभी को आकर्षित करता रहा है। हमारे मनीषियों ने अन्तरिक्ष का सूक्ष्मता से अध्ययन कर खगोलीय विज्ञान का विकसित स्वरुप प्रस्तुत किया है। ऋग्वेद की एक ऋचा में सूर्य की गति के विषय में कहा गया है –

मनो न यो ध्वनः सद्य एत्येकः सत्रा सूरो वस्व ईशे। ऋचा १–७१–९

अर्थात् मन की तरह शीघ्रगामी जो सूर्य स्वर्गीय पथ पर अकेले जाते हैं।

खगोलीय ज्ञान हमारे दैनिक जीवन से अत्यधिक जुडा हुआ है। दिन–रात का होना, चन्द्रमा का कला परिवर्तन, ग्रहण, ऋतु परिवर्तन आदि खगोलीय गतियों पर आधारित हैं। खगोल की व्यवहारिक समझ न होने के कारण शिक्षक एवं विद्यार्थी उचित समाधान नहीं दे पाते। अतः यह विचार किया गया कि महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान म.प्र. के अन्तर्गत संचालित विद्यालयों में कक्षा–3 से 10 वीं तक सामाजिक विज्ञान विषय के साथ–साथ प्रायोगिक खगोल विज्ञान को भी स्थान दिया जाए।

राष्ट्रीय शिक्षा नीति–2020 में भी भारतीय ज्ञान–विज्ञान परम्परा को अत्यधिक महत्व दिया गया है। इसी तथ्य को ध्यान में रखते हुये संस्थान के अन्तर्गत संचालित प्रदेश की एक मात्र प्राचीन शासकीय जीवाजी वेधशाला उज्जैन को खगोल विज्ञान का पाठ्यक्रम निर्माण एवं पुस्तक लेखन का दायित्व दिया गया। वेधशाला उज्जैन द्वारा कक्षा के स्तरानुसार प्रायोगिक खगोल विज्ञान पाठ्यक्रम का अत्यन्त सरल भाषा में तथा राष्ट्रीय शिक्षा नीति–2020 के अनुरुप प्रयोग आधारित पुस्तको का निर्माण किया गया।

मुझे पूर्ण विश्वास है कि प्रायोगिक खगोल विज्ञान की यह पुस्तक विद्यार्थियों की समझ विकसित करने में अत्यन्त उपयागी रहेगी।

शुभकामनाओं सहित ....

प्रभातराज तिवारी
निदेशक

प्राक्कथन

काल से अधिष्ठाता भूतभावन बाबा महाकाल के श्री चरणों में सादर नमन् .....

अत्यंत हर्ष का विषय है, कि महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान मध्य प्रदेश के अधीन संचालित समस्त विद्यालयों में सामाजिक विज्ञान के साथ खगोल विज्ञान के पाठ्यक्रम को सत्र 21-22 से स्थान दिया गया है। खगोल विज्ञान हमारे दैनिक, धार्मिक एवं सामाजिक जीवन से अत्याधिक जुड़ा हुआ है। सूर्य एवं चंद्रमा का उदय एवं अस्त, चंद्रमा की कलाएं, अमावस्या व पूर्णिमा की स्थिति, सूर्यग्रहण, चंद्रग्रहण, पारगमन आदि सतत् रूप से होने वाली खगोलीय घटनाएं हमारा ध्यान आकर्षित करतीं हैं। आकाश में टिमटिमाते तारे,इन तारों में राशिओं,नक्षत्रों एवं प्रमुख तारामंडलों की स्थिति, ग्रहों की स्थिति, दिन का छोटा-बड़ा होना, समय की अवधारणा आदि के प्रति सदैव हमारी जिज्ञासा बनी रहती है। परंतु इनकी सैद्धांतिक एवं व्यवहारिक समझ न होने के कारण प्रायः विद्यार्थी एवं शिक्षक उचित समाधान नहीं दे पाते। अतः खगोल विज्ञान को पाठ्यक्रम में स्थान देकर महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान मध्य प्रदेश भोपाल ने अपने विद्यार्थियों और शिक्षकों के लिए समाधान कारक अवसर प्रदान किया है। इसके लिए संस्थान के नीति निर्धारकों की जितनी प्रशंसा की जाए कम है। संस्थान के अधीन संचालित शासकीय जीवाजी वेधशाला उज्जैन द्वारा खगोल विज्ञान के पाठ्यक्रम का प्रारूप इस प्रकार से बनाया गया है, कि वह सैद्धांतिक समझ के साथ व्यावहारिक समझ को अत्यधिक महत्व देता है।

पूर्व माध्यमिक स्तर का बच्चा थोड़ा समझदार होता है, वह अवलोकन के साथ साथ तथ्यों को भी बहुत ध्यान से समझने का प्रयास करता है। अतः पाठ्यक्रम में अवलोकन के साथ-साथ खगोलीय तथ्यों को भी स्थान दिया गया है। पूर्व माध्यमिक स्तर के पाठ्यक्रम में प्राचीन खगोल शास्त्रियों, वेधशाला की जानकारी, अक्षांश एवं देशांतर रेखाओं का महत्व, राशियों एवं नक्षत्रों की जानकारी व अवलोकन, सूर्यग्रहण, चंद्रग्रहण, छोटे-बड़े दिन की जानकारी, स्थानीय एवं मानक समय, तिथि, दिन एवं वार की समझ, प्रमुख तारामंडल, सूर्य, चंद्रमा एवं शुक्र ग्रह का अवलोकन, मॉडल निर्माण आदि को समाहित किया गया है। पूर्व माध्यमिक स्तर के उक्त पाठ्यक्रम के आधार पर पुस्तक लिखना एक चुनौतीपूर्ण कार्य था। क्योंकि छोटे बच्चे को खगोल विज्ञान जैसे विस्तृत विषय को सरल रूप में किस प्रकार बताया जाए, कि वह आसानी से उन्हें आत्मसात कर सके। इसके लिए अत्यंत सरल भाषा में तथ्यों को चित्रों सहित व्यावहारिक तरीके से पुस्तक में प्रस्तुत किया गया है। आवश्यकतानुसार गतिविधियों एवं अवलोकन को भी पुस्तक में स्थान दिया गया है। मुझे आशा है कि शिक्षक पुस्तक में दिए गए तथ्यों को समझकर दी गई गतिविधियां/अवलोकन को व्यावहारिक रूप में अनिवार्यतः विद्यार्थियों से करवाएंगे। यह अवलोकन विद्यार्थियों की खगोलीय समझ के लिए आधार स्तंभ होंगे, ऐसा मुझे विश्वास है। पुस्तक में शिक्षण संकेत के रूप में शिक्षकों को गतिविधियों/अवलोकन को प्रभावी बनाने के तरीके सुझाए गए हैं। शिक्षण संकेत अध्ययन-अध्यापन प्रक्रिया में शिक्षकों को अत्यंत सहायक होंगे। पुस्तक के अंत में अनुसंशित पुस्तकों की सूची दी गई है। यह पुस्तकें पाठ्यक्रम में दिए गए तथ्यों एवं आकाश अवलोकन के लिए अत्यंत उपयोगी हैं। मुझे पूर्ण विश्वास हैं कि यह पुस्तक शिक्षकों एवं विद्यार्थियों के लिए अत्यंत उपयोगी होगी। पुस्तक के संबंध में आपके सुझावों का सदैव स्वागत रहेगा...

आभार प्रदर्शन की श्रंखला में सर्वप्रथम में श्री भरत बैरागी, माननीय चेयरमैन ,श्री प्रभातराज तिवारी, श्रीमान निदेशक एवं श्री प्रशांत डोलस,उपनिदेशक महो. महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान मध्य प्रदेश भोपाल का अत्यंत आभारी रहूंगा, जिन्होंने हमें पुस्तक लेखन का अवसर प्रदान किया एवं आपके सतत् मार्गदर्शन एवं प्रेरणा से ही इस पुस्तक लेखन का कार्य संपन्न हो सका। श्रीमती रेशमा लाला,सहायक निदेशक का भी आभार व्यक्त करना चाहूँगा जिन्होंने सतत् रूप से लेखन कार्य में समन्वय एवं सहयोग प्रदान किया। इस पुस्तक लेखन से जुड़े वेधशाला के समस्त सदस्यों का भी मैं आभार व्यक्त करता हूं। पुस्तक के अंत में दी गई पुस्तकों के लेखकों एवं विकिपीडिया का भी आभार व्यक्त करता हूं। जिनके माध्यम से हम इस पुस्तक को उत्कृष्ट रूप दे सके।

अन्त में मैं अपने माता-पिता एवं गुरु के श्री चरणों में नमन् करते हुए यह पुस्तक आपको समर्पित करता हूं.....

धन्यवाद

डा.राजेन्द्र प्रकाश गुप्त
अधीक्षक
शास. जीवाजी वेधशाला,उज्जैन

विषय सूची

पाठ	विषय	पृष्ठ क्र.
	कक्षा - 6	
1	आर्यभट्ट का खगोल शास्त्र में योगदान	2
2	वेधशाला का इतिहास, कार्य व प्राचीन यंत्रों की जानकारी	5
3	ग्लोब - अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं का खगोलीय दृष्टि से महत्व	10
4	कालगणना - देशान्तर रेखा से समय गणना	12
5	तारामण्डल - राशियों की जानकारी	13
6	ग्रहण मॉडल का निर्माण	15
7	सूर्य के उदय की स्थिति तथा सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय का अवलोकन	18
8	सूर्य ग्रहण एवं चन्द्र ग्रहण के प्रकार	20
9	सूर्य की स्थिति के अनुसार ऋतु परिवर्तन	23
	कक्षा - 7	
1	ब्रह्मगुप्त का खगोल में योगदान	26
2	वेधशाला का इतिहास, कार्य व प्राचीन यंत्रों की जानकारी	28
3	कालगणना- तिथियों का वैज्ञानिक आधार	35
4	तारामण्डल -12 राशियों एवं 27 नक्षत्रों के नाम	38
5	गोलार्द्ध में सबसे छोटे एवं सबसे बडे तथा बराबर दिन की जानकारी	40
6	शंकु यंत्र का निर्माण एवं शंकु की छाया से पृथ्वी की गतियों की समझ	46
7	सूर्य से दूरी के क्रम में ग्रहों का मॉडल निर्माण	44
8	ग्रहों की सूर्य से दूरी, परिक्रमण, घूर्णन एवं उपग्रहों की जानकारी	46
9	शुक्र ग्रह का अवलोकन	50
	कक्षा - 8	
1	भास्कराचार्य का खगोल शास्त्र में योगदान	52
2	वेधशाला के कार्य एवं यंत्रों की जानकारी	55
3	काल गणना- स्थानीय समय, भारतीय मानक समय	60
4	दिन व वार की समझ	62
5	तारामण्डल - राशियों एवं नक्षत्रों में संबंध	64
6	स्टार ग्लोब में राशियों एवं नक्षत्रों की स्थिति	66
7	ध्रुव तारा एवं प्रमुख तारामण्डलों का अवलोकन	69
8	शंकु यंत्र के माध्यम से सूर्य की गोलार्द्ध में स्थिति एवं उत्तरायण तथा दक्षिणायन की समझ	72
9	चन्द्रमा की कलाओं का अवलोकन	75
10	शुक्र ग्रह का अवलोकन	78
	अनुशंसित पुस्तकें	80

कक्षा - 6

पाठ - 1

आर्यभट का खगोल शास्त्र में योगदान

प्राचीन भारत के महान ज्योतिर्विद् एवं गणितज्ञ आर्यभट का जन्म 476 ई. में कुसुमपुर(पटना) नामक स्थान पर हुआ था। इनकी मृत्यु 550 ई. में हुई। भारत के पहले उपग्रह का नाम भी आर्यभट रखा गया है। आपने भारतीय ज्योतिष एवं गणित में महत्वपूर्ण ग्रंथों की रचना की। आपके मुख्य ग्रंथ आर्यभटीय एवं आर्यभट्ट सिद्धांत है।' आर्यभटीय के गोलपाद के श्लोक 13 में आपने पृथ्वी पर 90 अंश की कोणात्मक दूरी पर स्थिति अलग-अलग स्थानों में दिन-रात की स्थिति को समझाया है।

उदयो यो लंकायां सोस्तमय: सवितुरेव सिद्धपुरे।

मध्यानो यवकोटयां रोमकिविषयेऽधरात्र स्यात्॥

अर्थात - जब लंका में सूर्योदय होता है तब सिद्धपुर में सूर्यास्त हो जाता है यवकोटी में मध्यान्ह तथा रोमन प्रदेश में अर्द्धरात्रि होती है।

सर्व प्रथम आर्यभट ने ही सैद्धांतिक रूप से यह सिद्ध किया था कि पृथ्वी गोल है और उसकी परिधि अनुमानत: 24835 मील है। यह अपनी धुरी पर घूमती है जिसके कारण रात और दिन होते हैं। पूरे विश्व में कोपरनिकस से लगभग 1000 साल पहले ही आर्यभट ने यह खोज कर ली थी कि पृथ्वी गोल है और वह सूर्य के चारों और चक्कर लगाती है। इसी तरह अन्य ग्रह भी अपनी धुरी पर व सूर्य की परिक्रमा करते हैं। परिक्रमण के कारण सूर्य व चद्र ग्रहण होते हैं। आर्यभट के प्रयासों द्वारा ही खगोल विज्ञान को गणित से अलग किया जा सका। बीजगणित का सबसे पुराना ग्रंथ आर्यभट का है। आर्यभट ने दशमलव प्रणाली का विकास किया। आर्यभट पहले गणितज्ञ थे जिन्होंने π (3.1416) का मान निश्चित किया।

चतुरांधिक शतमष्टगुणं द्वाषष्टिस्थ्ता सहत्रानाम।

आयुतद्वयस्य विष्कम्भस्यासन्नो वृत्तपिरणाह॥

अर्थात - सौ में चार जोडें एवं आठ से गुणा करें और फिर 62000 जोडें। इस नियम से 20000 परिधि वाले वृत्त का व्यास ज्ञात किया जा सकता है।

$$[(100+4) \times 8+62000] \div 20000=3.1416$$

इसके अनुसार व्यास और परिधि का अनुपात = 3.1416 है जो दशमलव के चार अंकों तक बिलकुल सटीक है। वर्तमान में आर्यभट की 4 पुस्तकें उपलब्ध हैं -

1. आर्यभटीय, 2. दश गीतिका, 3. तंत्र, 4. आर्यभट्ट सिद्धांत

आर्यभटीय में कुल 121 श्लोक हैं जो चार खण्डों में विभाजित किए गए हैं -

1. **गीतिकापाद -** गीतिकापाद सबसे छोटा केवल 11 श्लोकों का है परन्तु इसमें खगोलीय गणना की बहुत अधिक अवधारणाऐं समाहित हैं। इसके लिए आर्यभट ने अक्षरों द्वारा संक्षेप में संख्या लिखने की अनोखी रीति का निर्माण किया है।

2. **गणितपाद -** गणितपाद में 33 श्लोक हैं, जिनमें आर्यभट ने अंकगणित , बीजगणित और रेखा गणित संबंधी सूत्रों का समावेश किया है।

3. **काल-क्रिया पाद -** इस अध्याय में 25 श्लोक हैं और यह कालविभाग और काल के आधार पर की गई ज्योतिष संबंधी गणना से संबंध रखता है।

4. **गोल पाद -** यह आर्यभटीय का अंतिम अध्याय है। इसमें 50 श्लोक हैं। इसके अन्तर्गत आर्यभट ने खगोलीय परिभाषाओं एवं खगोलीय गतियों का वर्णन किया है।

आर्यभटीय के 'गीतिकापाद' में आपने संख्याओं को 'शब्दों' के रूप में बदलने की पद्धति का विवरण दिया है। इस पद्धति की मुख्य विशेषता यह है कि इसके उपयोग से गणित तथा खगोलिकी में आने वाली संख्याएँ भी श्लोकों में आसानी से प्रयुक्त की जा सकतीं हैं। व्यंजनों से सरल संख्याऐं एवं स्वरों से 0 को व्यक्त किया जाता है।

अ $=100^0 = 1$

इ $=100^1 = 100$

उ $=100^2 = 10000$

ऋ $=100^3 = 1000000$

लृ $=100^4 = 100000000$

ए $=100^5 = 10000000000$

ऐ $=100^6 = 1000000000000$

ओ $=100^7 = 100000000000000$

औ $=100^8 = 10000000000000000$

क = 1, ख = 2, ग = 3, घ = 4, ङ = 5,

च = 6, छ = 7,ज = 8, झ = 9, ञ = 10,

ट =11, ठ =12, ड =13, ढ =14, ण =15,

त =16, थ =17, द =18, ध =19, न = 20,

प = 21, फ = 22, ब = 23, भ = 24, म = 25,

य = 30, र = 40, ल = 50, व = 60, श = 70, ष = 80, स = 90, ह = 100

उक्त रीति से आर्यभट ने एक महायुग जो 4320000 वर्ष का होता है को इस प्रकार व्यक्त किया है।

ख्युघृ = खु + यु + घृ

खु = 2×100^2 = 20000

यु = 30×100^2 = 300000

घृ = 4×100^3 = 4000000

ख्युघृ = 4320000

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. आर्यभट का कार्यकाल क्या है ?

प्रश्न-2. आर्यभट द्वारा लिखित दो ग्रंथों के नाम लिखिए ।

प्रश्न-3. आर्यभटीय गोलपाद श्लोक 13 के अनुसार जब लंका में सूर्योदय होता है तो अर्धरात्रि किस प्रदेश में होती है?

प्रश्न-4. आर्यभट के π (पाई) का मान निकालने का सूत्र लिखिए ?

प्रश्न-5. आर्यभटीय के चौथे खण्ड गोलपाद में आर्यभट ने किस का वर्णन किया है ?

प्रश्न-6. आर्यभट द्वारा दी गई शब्दांक पद्धति में स्वर '' उ '' का संख्यात्मक मान क्या है ?

प्रश्न-7. आर्यभट द्वारा महायुग 4320000 को किस शब्द से व्यक्त किया गया है ?

प्रश्न-8. आर्यभट की शब्दांक पद्धति में '' खु '' का संख्यात्मक मान क्या है ?

पाठ - 2

वेधशाला का इतिहास, कार्य एवं प्राचीन यंत्रों की जानकारी

वेधशाला का इतिहास -

जयपुर के महाराजा सवाई राजा जयसिंह द्वितीय खगोल विज्ञान के प्रकाण्ड विद्वान थे। उन्होंने तत्कालीन उपलब्ध पार्शियन तथा अरबी भाषा में लिखित ज्योतिष गणित के ग्रन्थों का अध्ययन किया तथा स्वयं ने भी कई ज्योतिष ग्रन्थों की रचना की। महाराजा सवाई राजा जयसिंह, उज्जैन की अतिमहत्वपूर्ण भौगोलिक स्थिति एवं कर्क रेखा की स्थिति से परिचित थे। सवाई राजा जयसिंह द्वितीय द्वारा इस वेधशाला का निर्माण सन् 1719 में करवाया गया। उन्होंने यहां लगभग 8 वर्ष तक ग्रह नक्षत्रों का अध्ययन किया। उज्जैन वेधशाला में शंकु यंत्र, सम्राट यंत्र, नाड़ी वलय यंत्र, दिगंश यंत्र तथा भित्ति यंत्र स्थित है। 1923 में स्व.महाराजा माधवराव सिंधिया ने इस वेधशाला का जीर्णोद्धार करवाया और इसका नाम जीवाजी वेधशाला उज्जैन रखा गया। यह भारत की एक मात्र कार्यशील प्राचीन वेधशाला है। यहां 1942 से निरन्तर पञ्चाङ्ग का प्रकाशन किया जा रहा है।

सवाई राजा जयसिंह द्वितीय ने उज्जैन के अतिरिक्त दिल्ली, जयपुर, वाराणसी एवं मथुरा में वेधशालाऐं बनवाई। जयपुर वेधशाला में सबसे अधिक यंत्र हैं एवं उनका रखरखाव भी उच्च कोटि का है। दिल्ली वेधशाला के यंत्रों की स्थिति अवलोकन हेतु उपयुक्त नहीं है। बनारस की वेधशाला किले के उपर छोटे रूप की है। मथुरा की वेधशाला वर्तमान में अस्तित्व में नहीं है। उज्जैन वेधशाला देश की एक मात्र ऐसी प्राचीन वेधशाला है। जिसमें प्राचीन यंत्रों का रखरखाव भी उच्च कोटि का है एवं आधुनिक संसाधन भी उपलब्ध हैं।

उज्जैन वेधशाला म.प्र.शासन स्कूल शिक्षा विभाग के अन्तर्गत महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान म. प्र. के द्वारा संचालित है। देश की अन्य सभी वेधशालाऐं पुरातत्व विभाग के अन्तर्गत संचालित हैं। जिसके कारण अन्य वेधशालाऐं केवल पर्यटक स्थल के रूप में कार्य कर रहीं हैं। देश की एक मात्र उज्जैन वेधशाला ही पर्यटन के साथ साथ प्रायोगिक खगोलीय समझ एवं खगोलीय गणनाओं पर आधारित प्रकाशन का कार्य भी कर रही है।

कार्य :-

वेधशालाओं का निर्माण खगोलीय गणनाओं की प्रायोगिक समझ, उनके सत्यापन तथा खगोलीय स्थितियों के अवलोकन के लिए किया गया था। वर्तमान में उज्जैन वेधशाला निम्नांकित कार्य सम्पादित कर रही है -

1. पर्यटकों एवं विद्यार्थियों को प्राचीन यंत्रों से खगोलीय जानकारी प्रदान करना।
2. वर्ष भर होने वाली मुख्य खगोलीय घटनाओं का इलेक्ट्रानिक एवं प्रिंट मीडिया से प्रचार प्रसार करना।
3. प्राचीन यंत्रों से अवलोकन कर आंकडे प्राप्त कर खगोलीय गणनाऐं करना।
4. दृश्य ग्रह स्थिति पञ्चाङ्ग, आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका एवं कैलेण्डर का प्रतिवर्ष प्रकाशन करना।

5. टेलिस्कोप के माध्यम से आकाशीय अवलोकन करना ।

6. पर्यटकों एवं विद्यार्थियों को तारामण्डल से जानकारी प्रदान करना ।

7. कार्यशील मॉडल के माध्यम से जानकारी प्रदान करना।

8. सी.डी. शो के माध्यम से सौर परिवार की जानकारी प्रदान करना ।

9. नक्षत्र वाटिका से जानकारी प्रदान करना ।

10. मौसम के यंत्रों से जानकारी प्रदान करना ।

प्राचीन यंत्रों की जानकारी

सम्राट यंत्र

सम्राट यंत्र को धूप घडी भी कहते हैं । इसके पूर्व तथा पश्चिम की ओर विषुवद वृत्त धरातल में समय बतलाने के लिये एक चौथाई गोल भाग बना हुआ है। जिनके माध्यम से हम प्रातः 6 बजे से शाम 6 बजे तक का उज्जैन का स्थानीय समय ज्ञात कर सकते हैं । गोल भाग पर घण्टे,मिनट एवं मिनट का तीसरा भाग खुदे हुए हैं। जिससे आज भी 20 सेकण्ड तक सही समय ज्ञात कर सकते हैं। इस यंत्र के बीच की सीढ़ी की दीवालों की ऊपरी सतह पृथ्वी के अक्ष के समानान्तर होने के कारण दीवालों के ऊपरी धरातल की सीध में रात्रि को ध्रुवतारा दिखाई देता है।

नाडी वलय यंत्र

इस यंत्र से हम सूर्य, पृथ्वी के किस गोलार्द्ध में है, यह प्रत्यक्ष रूप से देख सकते हैं । विषुवद् वृत्त के धरातल में निर्मित इस यंत्र के उत्तर-दक्षिण दो भाग हैं । छः माह (22 मार्च से 22 सितम्बर तक) जब सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में रहता है, तो यंत्र का उत्तरी गोल भाग प्रकाशित रहता है तथा दूसरे छः माह (24 सितम्बर से 20 मार्च तक) जब सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में रहता है, तब दक्षिणी गोल भाग प्रकाशित रहता है।

21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य जब भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा पर होता है, तो यंत्र के उत्तरी तथा दक्षिणी दोनों गोल भाग पर छाया रहती है।

दिगंश यंत्र

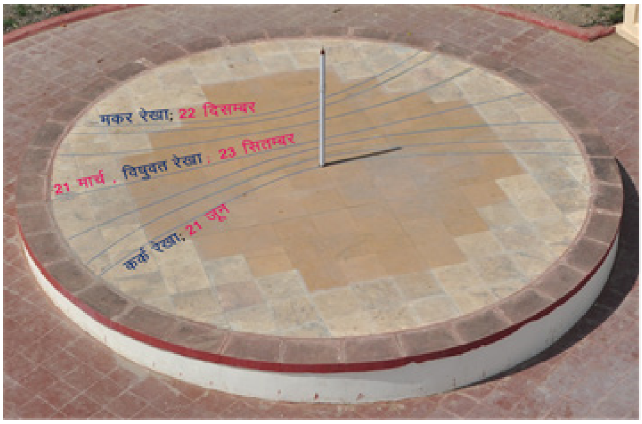
इस यंत्र के बीच में बने गोल चबूतरे पर लगे लोहे के दण्ड में तुरीय यंत्र लगाकर ग्रह-नक्षत्रों के उन्नतांश (क्षितिज से ऊँचाई) और दिगंश (पूर्व-पश्चिम दिशा के बिन्दु से क्षितिज वृत्त में कोणात्मक दूरी) ज्ञात करते हैं।

भित्ति यंत्र

इस यंत्र के द्वारा हम ग्रह नक्षत्रों का नतांश प्राप्त करते हैं। यह यंत्र उत्तर-दक्षिण वृत्त (उत्तर-दक्षिण बिन्दु) तथा द्दष्टा के ख बिन्दु को मिलाने वाली गोल रेखा के धरातल पर बना हुआ है। इस यंत्र से ग्रह-नक्षत्रों के नतांश (अपने सिरे के ऊपरी बिन्दु से दूरी) उस समय ज्ञात होते हैं, जब वे उत्तर-दक्षिण गोल रेखा को पार करते हैं। यही समय उनका मध्यान्ह कहा जाता है। नतांश से उज्जैन का अक्षांश घटाने पर क्रांति प्राप्त होती है।

शंकु यंत्र

शंकु यंत्र के माध्यम से हम सूर्य की कर्क रेखा, मकर रेखा, भू-मध्य रेखा, उत्तरायण, दक्षिणायन, उत्तरी गोलार्द्ध एवं दक्षिण गोलार्द्ध में स्थिति को प्रत्यक्ष रूप से देख सकते हैं। इस यंत्र के माध्यम से सूर्य की राशियों में स्थिति एवं राशि परिवर्तन की स्थिति का भी अवलोकन कर सकते हैं।



अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. उज्जैन वेधशाला किस संस्था के अन्तर्गत संचालित है ?

प्रश्न-2. उज्जैन वेधशाला का निर्माण किसने करवाया ?

प्रश्न-3. वेधशाला के कोई दो कार्य लिखिए ?

प्रश्न-4. सम्राट यंत्र से क्या ज्ञात किया जाता है ?

प्रश्न-5. 22 मार्च से 22 सितम्बर तक नाडीवलय यंत्र का कौन सा भाग प्रकाशित रहता है?

प्रश्न-6. सूर्य का उत्तरायण या दक्षिणायन किस यंत्र से देखा जाता है ?

प्रश्न-7. सम्राट यंत्र से कितने सेकेण्ड तक सही समय ज्ञात किया जा सकता है ?

प्रश्न-8. क्रांति किस यंत्र से ज्ञात की जाती है ?

प्रश्न-9. वेधशाला उज्जैन में स्थित प्राचीन यंत्रों के नाम लिखिए ?

प्रश्न-10. दिगंश यंत्र के लोहे के दण्ड में कौन सा यंत्र लगाते हैं ?

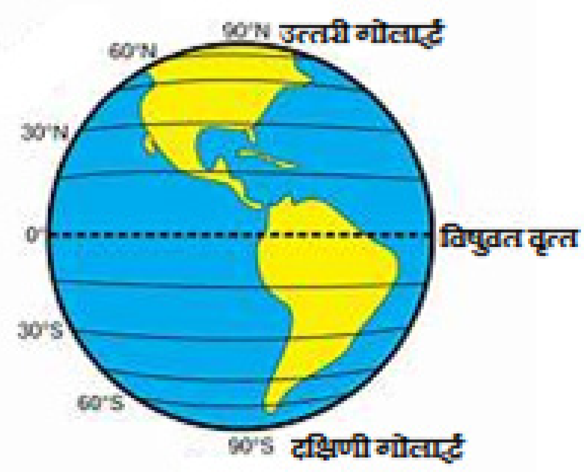
प्रश्न-11. दिगंश यंत्र से क्या-क्या ज्ञात किया जाता है ?

प्रश्न-12. किसी रेखा पर सूर्य की स्थिति का अवलोकन किस यंत्र से किया जाता है ?

---------- ••• ----------

पाठ - 3

ग्लोब - अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं का खगोलीय दृष्टि से महत्व

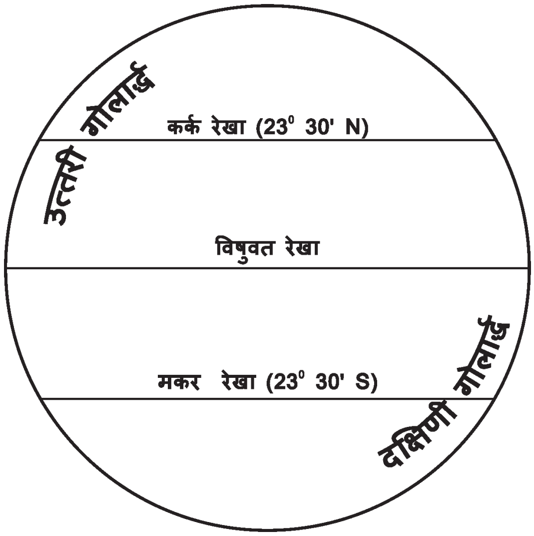


ग्लोब पृथ्वी का लघु रूप में एक वास्तविक प्रतिरूप है । ग्लोब पर देशों, महाद्वीपों तथा महासागरों को दिखाया जाता है ।

अक्षांश रेखाएँ :- यह काल्पनिक रेखाऐं है । विषुवत वृत्त से ध्रुवों तक स्थित सभी समानांतर वृत्तों को अक्षांश रेखाएँ कहा जाता है। अक्षाशों को अंश में मापा जाता है । ये अक्षांश रेखाएँ 0 अशं से 90 अंश तक उत्तर एवं 0 अशं से 90 अंश तक दक्षिण में होतीं हैं । प्रत्येक अक्षांश के मान के साथ उसकी दिशा उत्तर या दक्षिण को भी लिखा जाता है। सामान्यत: इसे उ. (N) या द. (S) अक्षर से व्यक्त किया जाता है । किसी स्थान का अक्षांश पृथ्वी पर उस स्थान की उत्तर दक्षिण स्थिति को बताता है ।

विषुवत रेखा :- यह एक काल्पनिक रेखा है जो ग्लोब को दो बराबर भागों उत्तरी और दक्षिणी गोलार्द्ध में बॉटती है । इसे विषुवत रेखा या भू-मध्य रेखा कहा जाता है। विषुवत रेखा शून्य अंश अक्षांश को दर्शाती है ।

कर्क रेखा :- विषुवत रेखा से उत्तरी गोलार्द्ध में 23½ अंश पर जो रेखा होती है उसे कर्क रेखा कहते हैं ।



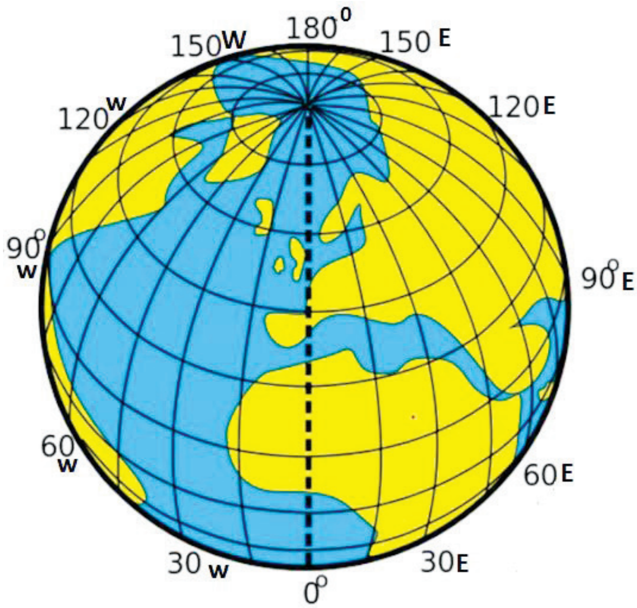
मकर रेखा :- विषुवत रेखा से दक्षिणी गोलार्द्ध में 23½ अंश पर जो रेखा होती है उसे मकर रेखा कहते हैं ।

उत्तरी गोलार्द्ध :- विषुवत रेखा से उत्तर का भाग उत्तरी गोलार्द्ध कहलाता है ।

दक्षिणी गोलार्द्ध :- विषुवत रेखा से दक्षिण का भाग दक्षिणी गोलार्द्ध कहलाता है ।

देशान्तर रेखाएं :- पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव को मिलाने वाली रेखा को देशान्तर रेखा कहते है । ग्रीनिच से गुजरने वाले देशान्तर को शून्य देशान्तर माना गया है । इसे प्रधान याम्योत्तर या प्रमुख याम्योत्तर भी कहते हैं। देशान्तर रेखाऐं प्रधान याम्योत्तर (ग्रीनिच देशान्तर)से पूर्व और पश्चिम की ओर 180 अंश तक होतीं

हैं। प्रधान याम्योत्तर पृथ्वी को दो समान भागों, पूर्वी गोलार्द्ध एवं पश्चिमी गोलार्द्ध में विभक्त करता है। इसलिए किसी स्थान के देशांतर के आगे पूर्व के लिए अक्षर पू. (E) तथा पश्चिम के लिए अक्षर प. (W) का उपयोग करते हैं।



प्रधान याम्योत्तर

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. शून्य अक्षांश रेखा का क्या नाम है ?

प्रश्न-2. अक्षांश रेखाऐं कितने अंश तक होतीं हैं ?

प्रश्न-3. कर्करेखा कितने अक्षांश पर स्थित है ?

प्रश्न-4. विषुवत रेखा से दक्षिण का भाग क्या कहलाता है ?

प्रश्न-5. शून्य देशान्तर रेखा को क्या कहते हैं ?

प्रश्न-6. देशान्तर रेखाऐं कितने अंश तक होतीं हैं ?

प्रश्न-7. देशान्तर रेखाओं की दिशा क्या क्या होती है ?

प्रश्न-8. जो काल्पनिक रेखा ग्लोब को दो बराबर भागों में बांटती है उसे क्या कहते हैं ?

प्रश्न-9. विषुवत रेखा से दक्षिणी गोलार्द्ध में $23\frac{1}{2}$ अंश पर जो रेखा होती है उसे क्या कहते हैं ?

प्रश्न-10. प्रमुख याम्योत्तर तथा 180 अंश याम्योत्तर मिलकर पृथ्वी को कौन-कौन से समान भागों में विभक्त करता है ?

---------- ••• ----------

पाठ - 4

कालगणना - देशान्तर रेखा से समय गणना

समय की गणना के लिए देशान्तर रेखाओं का उपयोग किया जाता है। किसी भी देशान्तर का समय उस स्थान का स्थानीय समय कहलाता है जो धूप घडी से निर्धारित होता है। विभिन्न देशान्तरों पर स्थित स्थानों का समय भिन्न-भिन्न होता है।

हम जानते है कि पृथ्वी अपनी धुरी पर प्रत्येक 4 मिनट पर 1 अंश पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है अर्थात 1 अंश देशान्तर परिवर्तन से 4 मिनट एवं 15 अंश देशान्तर परिवर्तन से 1 घण्टे का अन्तर हो जाता है। प्रत्येक देश अपने किसी देशान्तर के समय को मानक समय मानता है।

जैसे- भारत का मानक समय 82 अंश 30 कला पूर्वी देशान्तर रेखा से निर्धारित होता है। इसी प्रकार विश्व का मानक समय 0 देशान्तर जिसे ग्रीनिच देशान्तर भी कहते है से निर्धारित होता है। इस प्रकार भारतीय मानक समय ग्रीनिच मध्य समय से 5 घण्टे 30 मिनट आगे है।

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. किसी भी देशान्तर का समय क्या कहलाता है ?

प्रश्न-2. पृथ्वी एक घण्टे में कितने देशान्तर घूम जाती है ?

प्रश्न-3. विश्व माध्य समय किस देशान्तर का समय है ?

प्रश्न-4. भारतीय मानक समय किस देशान्तर का समय है ?

प्रश्न-5. किसी धूप घडी का समय कौन सा समय कहलाता है ?

प्रश्न-6. भारतीय मानक समय ग्रीनिच समय से कितना आगे है ?

---------- ••• ----------

पाठ - 5

तारामण्डल -राशियों की जानकारी

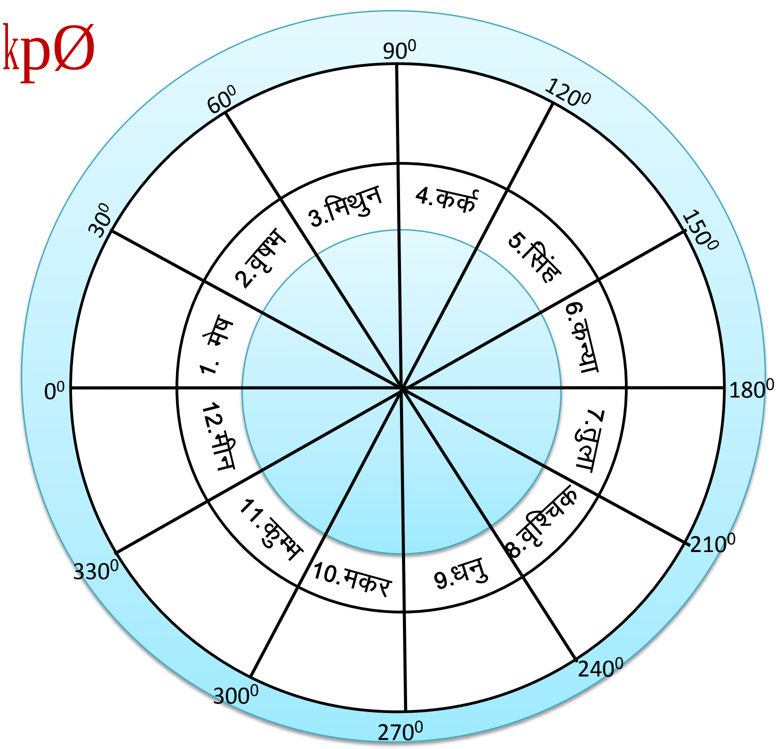
राशियों की समझ :-

राशियों का उदय बेबीलोनी (खल्दियाई) ज्योतिष में हुआ था । खल्दियाई राशि नामों को यूनानियों ने अपनाया । सेल्यूकी सामराज्य के दौरान और बाद में शकों के साथ भारत में खल्दियाई- यूनानी ज्योतिष को प्रवेश मिला । प्राचीन भारतीय साहित्य में,पुराणों में राशियों का सीधे अनुवाद किया गया और मेष, वृषभ आदि अनूदित नाम भारत में रूढ हो गए । यूनानी राशिनाम बोबीलोनी- खल्दियाई राशि नामों पर आधारित हैं , परन्तु इन नामों का जब संस्कृत में अनुवाद किया गया तो थोडा परिवर्तन भी किया गया । यूनानी दिदुमोई (जुडवा) भारतीय मिथुन बन गया । बोबीलोनी- यूनानी धनुर्धर भारतीय धनु बन गया, समुद्री बकरा भारतीय मकर बन गया, कुंभधर भारतीय कुंभ हो गया ।

पृथ्वी से देखने पर सूर्य, तारों की पृष्ठभूमि में आकाश के जिस मार्ग में वर्ष भर यात्रा करता हुआ दिखता है, उसे क्रांति वृत्त या रवि मार्ग कहते हैं । सभी ग्रह रवि मार्ग से करीब 9 अंश तक चौडे एक पट्टे में आकाश की यात्रा करते हैं । आकाश के इसी पट्टे को राशि चक्र (Zodiac) कहा जाता है ।

360 अंश के वृत्ताकार पथ को 30-30 अंश के 12 भागों में बांटकर तारा समूह की आकृति के अनुसार राशियों के नाम दिए गए हैं ।

jkf'kpØ



राशियों के नाम :-

1. मेष,	2. वृषभ ,	3. मिथुन,	4. कर्क,	5. सिंह,	6. कन्या,
7. तुला,	8. वृश्चिक,	9. धनु,	10. मकर,	11. कुंभ,	12. मीन

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. क्रांति वृत्त किसे कहते हैं ?

प्रश्न-2. राशि चक्र किसे कहते हैं ?

प्रश्न-3. राशि चक्र का चित्र बनाइए ?

प्रश्न-4. 120 अंश से 150 अंश के बीच कौन सी राशि है ?

प्रश्न-5. मिथुन राशि कितने अंश से कितने अंश तक है ?

प्रश्न-6. सभी ग्रह कितने अंश चौडे पट्टे में आकाश में यात्रा करते हैं ?

प्रश्न-7. भारत में राशि नामों को किस भाषा में अनुवाद किया गया है ?

प्रश्न-8. एक राशि कितने अंश की होती है ?

प्रश्न-9. क्रम से किन्ही चार राशियों के नाम लिखिए ।

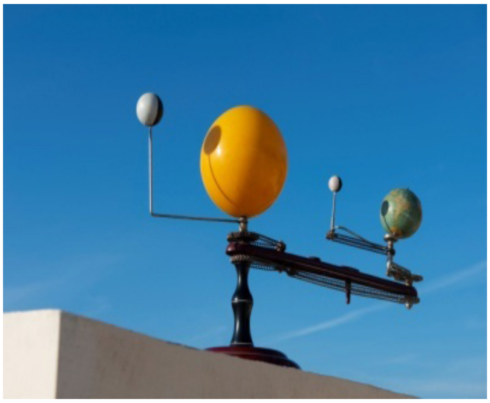
प्रश्न-10. राशियों का उदय किस ज्योतिष से हुआ ?

---------- ••• ----------

पाठ - 6

ग्रहण मॉडल का निर्माण

उद्देश्य:-



- ग्रहण की समझ।
- ग्रहण के समय पृथ्वी एवं चन्द्रमा की स्थिति की समझ।
- सूर्य की रेखाओं में स्थिति की समझ।
- सूर्य ग्रहण एवं चन्द्र ग्रहण के अन्तर को समझाना।
- पूर्णिमा एवं अमावस्या की स्थिति की समझ।
- ऋतु परिवर्तन की समझ।

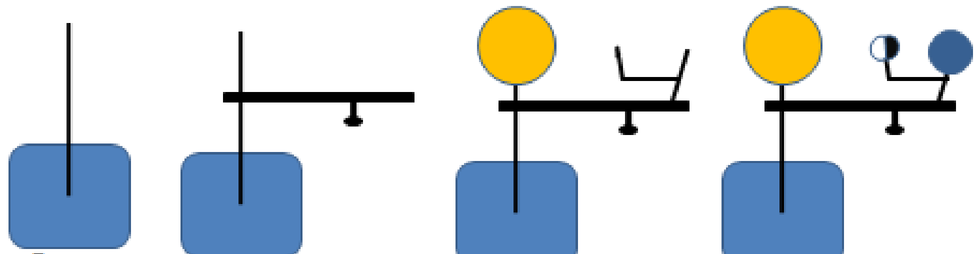
आवश्यक सामग्री -

1. तीन बॉल (सूर्य हेतु पीले रंग की एक बड़ी, पृथ्वी हेतु नीले रंग की मध्यम, चन्द्रमा हेतु सफेद रंग की छोटी बॉल)
2. आधार हेतु मोटा पटिया।
3. एक 18 इंच लम्बी रॉड।
4. 15 x 0.5 x 2 इंच की लकडी की पट्टी।
5. दो ताड़ी
6. फेवी स्टिक
7. काला पेन्ट

निर्माण प्रक्रिया :-

1. मोटे पटिए में चित्र-1 के अनुसार लम्बी रॉड को लगाइए।
2. रॉड के मध्य में चित्र-2 के अनुसार लकडी की पट्टी, जिसमें नीचे की ओर एक कील लगी हो, इस प्रकार लगाए कि वह रॉड के चारों ओर घूम सके।
3. रॉड के उपरी सिरे पर सूर्य वाली पीली बॉल को लगाइए। पट्टी के दूसरे किनारे पर ताडी को 23 अंश 30 कला के झुकाव के साथ तथा आधार पर दूसरी ताड़ी को इस प्रकार लगाए कि उसे घुमाया जा सके (चित्र-3 के अनुसार)।
4. नीली मध्यम आकार की बॉल को, झुकी हुई ताडी में लगाइए तथा मुडी हुई ताडी में सबसे छोटी सफेद बॉल को लगा दीजिए। अब सबसे छोटी बॉल जिसका हम चन्द्रमा के रूप में प्रयोग करने वाले है उसका आधा भाग को काले पेन्ट से रंग दीजिए(चित्र-4 के अनुसार)।

5. आपका ग्रहण मॉडल बनकर तैयार हो गया है ।



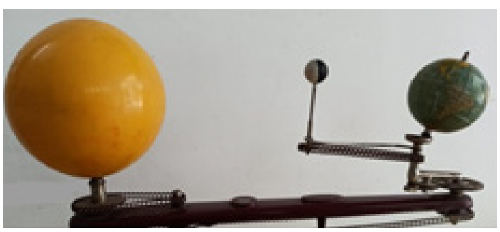
चित्र - 1 चित्र - 2 चित्र - 3 चित्र - 4

ग्रहण मॉडल का प्रयोग -

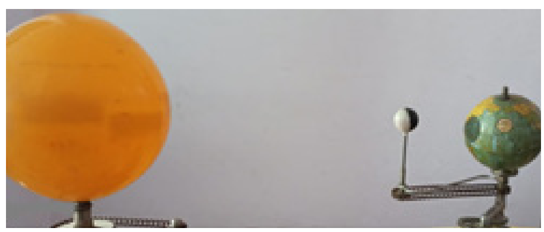
ग्रहण मॉडल का प्रयोग हम अमावस्या, पूर्णिमा, सूर्य ग्रहण, चन्द्र ग्रहण, सूर्य की रेखाओं पर स्थिति तथा ऋतु परिवर्तन की समझ के लिए कर सकते हैं ।

आइए अब हम क्रमानुसार समझते हैं कि मॉडल की किन स्थितियों में कौन सी खगोलीय घटना हो रही है ।

अमावस्या एवं सूर्य ग्रहण की स्थिति - हम जानते हैं कि अमावस्या के दिन सूर्य तथा चन्द्रमा एक साथ होते हैं जिस कारण चन्द्रमा का प्रकाशित भाग सूर्य की ओर रहता है तथा अंधकार वाला भाग चित्र-5 के अनुसार पृथ्वी की ओर होने के कारण हमें चन्द्रमा दिखाई नहीं देता है । अमावस्या के दिन चन्द्रमा सूर्य तथा पृथ्वी के मध्य होने के कारण सूर्य ग्रहण की घटना भी घटित होती है । (चित्र-6 के अनुसार)



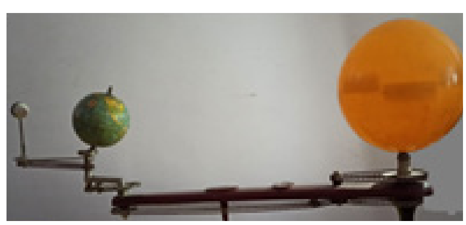
चित्र-5



चित्र-6

पूर्णिमा एवं चन्द्र ग्रहण की स्थिति - हम जानते है कि पूर्णिमा के दिन चन्द्रमा, सूर्य के विपरित ओर 180 अंश पर होता है। जिस कारण चन्द्रमा का प्रकाशित भाग पृथ्वी की ओर होने से हमें सूर्य अस्त के बाद पूर्व में पूर्ण चांद दिखाई देता है। (चित्र-7 के अनुसार) पूर्णिमा के दिन पृथ्वी सूर्य तथा चन्द्रमा के मध्य होने के कारण चन्द्र ग्रहण की घटना भी घटित होती है । (चित्र-8 के अनुसार)

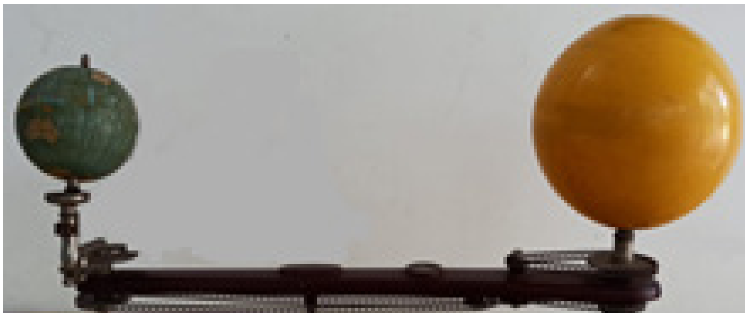
चित्र-7



चित्र-8

सूर्य की रेखाओं में स्थिति एवं ऋतु परिवर्तन - पृथ्वी के सूर्य के चारों ओर परिभ्रमण के कारण सूर्य हमको कर्क रेखा से मकर रेखा के बीच गति करता हुआ दिखाई देता है एवं ऋतु परिवर्तन भी होता है। आइए हम मॉडल की सहायता से इन स्थितियों को समझते हैं।

भू-मध्य रेखा पर सूर्य की स्थिति - 21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य भू-मध्य रेखा पर लम्बवत रहता है इस समय पृथ्वी चित्र के अनुसार सीधी स्थिति में रहती है। जिससे दिन व रात बराबर होते हैं।



कर्क रेखा पर सूर्य की स्थिति - 21 मार्च के बाद सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है तथा 21 या 22 जून को सूर्य कर्क रेखा पर लम्बवत् रहता है। इस समय पृथ्वी का उत्तरी भाग चित्र के अनुसार सूर्य की ओर झुकी हुई स्थिति में रहता है। जिससे उत्तरी गोलार्द्ध में दिन बडे व रात छोटी होती है एवं उत्तरी गोलार्द्ध में ग्रीष्म ऋतु रहती है ।

मकर रेखा पर सूर्य की स्थिति - 23 सितम्बर के बाद सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है तथा 22 दिसम्बर को सूर्य मकर रेखा पर लम्बवत रहता है। इस समय पृथ्वी का दक्षिणी भाग चित्र के अनुसार सूर्य की नजदीक की स्थिति में रहता है। जिससे उत्तरी गोलार्द्ध में दिन छोटे व रात बडी होती हैं एवं उत्तरी गोलार्द्ध में शरद ऋतु रहती है ।

---------- ••• ----------

पाठ - 7

सूर्य के उदय की स्थिति तथा सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय का अवलोकन

आपने कक्षा-5 में उगते हुए सूर्य का अवलोकन किया है अब हम कुछ और अवलोकन करते हैं ।

इसके लिए आपको निम्नानुसार अवलोकन करना है -

- आपको किसी एक निश्चित स्थान पर खडे होकर सूर्य उदय एवं सूर्य अस्त को देखना है।
- आपको यह भी निश्चित करना है कि आप प्रथम बिम्ब / आधा सूर्य या पूर्ण उदय किसको उदय मानेंगे । प्रत्येक अवलोकन के समय वही स्थिति रखना होगी ।
- आपको सूर्य उदय की दिशा में किसी एक चिह्न (किसी शिखर, बिजली का खम्बा, बडा पेड आदि) का भी निर्धारण करना है ।
- 1 जुलाई से प्रारम्भ करके प्रत्येक माह की 1 एवं 15 तारीख को आगामी आठ माह तक सूर्य के उदय एवं सूर्य अस्त का समय नोट करना है ।

प्रत्येक 15 दिवस के बाद आगामी आठ माह तक यह भी अवलोकन करना है कि 15 दिन बाद सूर्य आपके निर्धारित चिह्न से उत्तर की ओर गया या दक्षिण की ओर ।

क्र	दिनांक	सूर्य उदय का समय (प्रथम बिम्ब / आधा सूर्य / पूर्ण उदय)	सूर्य अस्त का समय	सूर्य उदय की स्थिति
1				--
2				उत्तर/ दक्षिण की ओर
3				उत्तर/ दक्षिण की ओर
4				उत्तर/ दक्षिण की ओर
5				उत्तर/ दक्षिण की ओर
6				उत्तर/ दक्षिण की ओर
7				उत्तर/ दक्षिण की ओर

8				उत्तर/ दक्षिण की ओर
9				उत्तर/ दक्षिण की ओर
10				उत्तर/ दक्षिण की ओर

शिक्षण संकेत - सूर्य की उदय की स्थिति एवं उदय तथा अस्त के समय का अवलोकन करवाने का उद्देश्य यह है कि विद्यार्थी परिवर्तित होने वाली उदय की स्थिति तथा उदय एवं अस्त के समय को समझ सकें। इसके लिए शिक्षक उदय एवं अस्त की स्थिति के लिए प्रथम बिम्ब, मध्य या पूर्ण उदय की स्थिति को चयन करने की विद्यार्थियों को स्वतन्त्रता देंगे। स्थान एवं चिह्न के निर्धारण में विद्यार्थियों की सहायता करेंगे। प्रत्येक 15 दिवस बाद उदय एवं अस्त के समय तथा उदय की स्थिति पर चर्चा करें। यदि 1 या 15 तारीख को अवलोकन सम्भव न हो तो आगामी दिवस अवलोकन करवाया जाय।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. आपके यहां किस माह में सूर्य उदय सबसे जल्दी हुआ ?

प्रश्न-2. आपके यहां किस माह में सूर्य अस्त सबसे देर से हुआ ?

प्रश्न-3. सूर्य अधिकतम् उत्तर में किस माह में दिखा ?

प्रश्न-4. सूर्य अधिकतम दक्षिण में किस माह में दिखा ?

प्रश्न-5. 15 दिसम्बर को दिन कितनी अवधि का था ?

प्रश्न-6. 15 सितम्बर को दिन व रात कितनी अवधि की थी ?

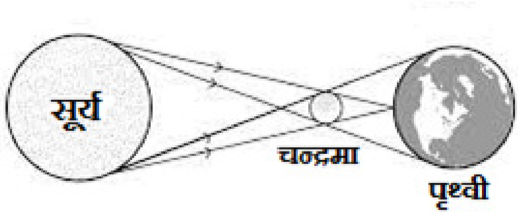
प्रश्न-7. 1 जुलाई को दिन कितनी अवधि का था ?

---------- ••• ----------

पाठ - 8

सूर्य ग्रहण एवं चन्द्र ग्रहण के प्रकार

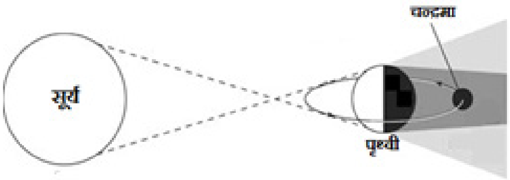
सूर्य एवं चन्द्र ग्रहण की स्थिति



सूर्य ग्रहण :- जब सूर्य एवं पृथ्वी के मध्य चन्द्रमा आता है तो सूर्य ग्रहण होता है । सूर्य ग्रहण हमेशा अमावस्या के दिन होता है ।

चन्द्र ग्रहण :- जब सूर्य एवं चन्द्रमा के मध्य पृथ्वी आती है तो चंद्र ग्रहण होता है । चंद्र ग्रहण हमेशा पूर्णिमा के दिन होता है ।

चन्द्र ग्रहण के प्रकार



पूर्ण चन्द्रग्रहण

जब सूर्य,पृथ्वी एवं चन्द्रमा लगभग एक सीधी रेखा में होते है तो पूर्ण चन्द्रग्रहण होता है ।

आंशिक चन्द्रग्रहण

जब पृथ्वी की छाया चन्द्रमा के कुछ भाग पर पडे तथा चन्द्रमा का शेष चमकदार भाग हमको दिखाई दे उसे आंशिक चन्द्रग्रहण कहते हैं।

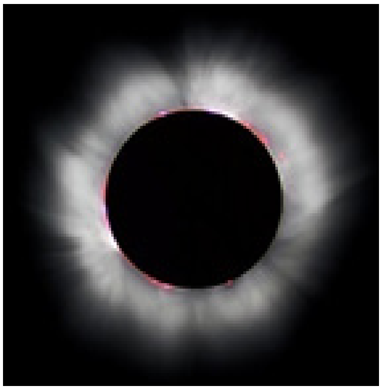
शिक्षण संकेत - शिक्षक ग्रहण मॉडल से सूर्य ग्रहण तथा चन्द्र ग्रहण के समय सूर्य, चन्द्रमा तथा पृथ्वी की स्थिति को स्पष्ट करें ।

प्रतिच्छाया चन्द्र ग्रहण

जब चन्द्रमा पृथ्वी की प्रतिच्छाया क्षेत्र से गुजरता है उस समय चन्द्रमा की सिर्फ रोशनी या चमक कुछ कम हो जाती है किन्तु चन्द्रमा हमें पृथ्वी से पूरा दिखाई देता है इसे प्रतिच्छाया चन्द्र ग्रहण कहते है।

सूर्य ग्रहण के प्रकार

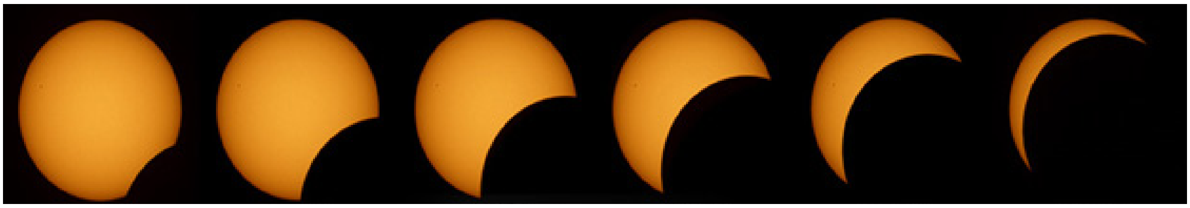
पूर्ण सूर्यग्रहण



पूर्ण सूर्यग्रहण उस समय होता है जब चन्द्रमा पृथ्वी के पास रहते हुए पृथ्वी और सूर्य के मध्य आ जाता है जिससे सूर्य का प्रकाश पृथ्वी तक नहीं पहुँच पाता है। जिससे पृथ्वी के कुछ भाग पर अंधकार जैसी स्थिति उत्पन्न हो जाती है तथा कुछ समय के लिए सूर्य पूरा दिखाई नहीं देता है । इस प्रकार होने वाला ग्रहण पूर्ण सूर्यग्रहण कहलाता है।

आंशिक सूर्यग्रहण

आंशिक सूर्यग्रहण में जब चन्द्रमा सूर्य व पृथ्वी के बीच में इस प्रकार आए कि सूर्य का कुछ भाग पृथ्वी से दिखाई नहीं दे अर्थात् चन्द्रमा, सूर्य के केवल कुछ भाग को ही अपनी छाया में ले। इससे सूर्य का कुछ भाग ग्रहण ग्रास में तथा कुछ भाग ग्रहण से अप्रभावित रहता है तो पृथ्वी के उस भाग विशेष में दिखने वाला ग्रहण आंशिक सूर्यग्रहण कहलाता है।



वलयाकार सूर्यग्रहण

वलयाकार सूर्यग्रहण में जब चन्द्रमा पृथ्वी के काफी दूर रहते हुए पृथ्वी और सूर्य के बीच में आ जाता है अर्थात चन्द्रमा सूर्य को इस प्रकार से ढकता है कि सूर्य का केवल मध्य भाग ही छाया क्षेत्र में आता है और पृथ्वी से देखने पर चन्द्रमा द्वारा सूर्य पूरी तरह ढ॓का दिखाई नहीं देता, बल्कि सूर्य के बाहर का क्षेत्र प्रकाशित होने के कारण कंगन या वलय के रुप में चमकता दिखाई देता है। कंगन आकार में बने इस सूर्यग्रहण को ही वलयाकार सूर्य ग्रहण कहते हैं।

प्रश्न-1. सूर्य ग्रहण कब होता है ?

प्रश्न-2. जब सूर्य व चन्द्रमा के मध्य पृथ्वी आती है तो कौन सा ग्रहण होता है ?

प्रश्न-3. चन्द्र ग्रहण कितने प्रकार के होते हैं ?

प्रश्न-4. पूर्ण चन्द्र ग्रहण कब होता है ?

प्रश्न-5. प्रतिछाया चन्द्र ग्रहण में क्या होता है ?

प्रश्न-6. पूर्ण सूर्य ग्रहण कब होता है ?

प्रश्न-7. सूर्य ग्रहण के प्रकार लिखिए ?

प्रश्न-8. वलयाकार सूर्य ग्रहण कब होता है ?

प्रश्न-9. पूर्ण सूर्य ग्रहण एवं वलयाकार सूर्य ग्रहण में क्या अंतर है ?

प्रश्न-10. वलयाकार सूर्य ग्रहण का चित्र बनाइए ?

प्रश्न-11. चन्द्र ग्रहण किस तिथि को होता है ?

प्रश्न-12. अमावस्या के दिन कौन सा ग्रहण होता है ?

प्रश्न-13. सूर्य ग्रहण की स्थिति को चित्र द्वारा दर्शाइए ?

प्रश्न-14. चन्द्र ग्रहण की स्थिति का चित्र बनाइए ?

पाठ - 9

सूर्य की स्थिति के अनुसार ऋतु परिवर्तन

पृथ्वी एक वर्ष (365 दिन, 5 घण्टे, 48 मिनट, 46 सेकण्ड) में सूर्य की एक परिक्रमा पूरा करती है। सामान्यत: एक वर्ष को ग्रीष्म, शीत, वसंत व शरद ऋतुओं में बांटा जाता है। ऋतुओं में परिवर्तन पृथ्वी के अपने अक्ष पर 23 अंश 30 कला झुकी हुई स्थिति में सूर्य के चारों ओर परिक्रमण के कारण होता है।

21 मार्च के बाद सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में कर्क रेखा की ओर गति करता हुआ दृष्टि गोचर होता है एवं 21या 22 जून को कर्क रेखा पर लम्बवत् होता है। इस समय पृथ्वी का उत्तरी ध्रुव सूर्य की तरफ झुका रहता है। जिससे उत्तरी गोलार्द्ध में सूर्य की किरणें लम्बवत् रहतीं हैं तथा दिन बडे व रातें छोटी होतीं हैं। इसके परिणाम स्वरूप इन क्षेत्रों में उष्मा अधिक प्राप्त होती है। उष्मा अधिक प्राप्त होने का कारण यह है कि दिन की अवधि अधिक होती है तथा सूर्य की किरणें सीधी होने के कारण उन्हें वायुमण्डल में कम दूरी तय करना पडती है जिससे उनकी तीव्रता बढ जाती है। जिससे विषुवत वृत्त के उत्तरी भाग में गर्मी का मौसम होता है। 21 जून को इन क्षेत्रों में सबसे लंबा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है। पृथ्वी की इस अवस्था को उत्तर अयनांत कहते हैं।

23 सितम्बर के बाद सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में मकर रेखा की ओर गति करता हुआ दृष्टि गोचर होता है एवं 22 दिसम्बर को मकर रेखा पर लम्बवत् होता है। इस समय पृथ्वी का दक्षिणी ध्रुव सूर्य की तरफ झुका रहता है। जिससे दक्षिणी गोलार्द्ध में सूर्य की किरणें लम्बवत् रहतीं हैं तथा दिन बडे व रातें छोटी होतीं हैं। इसके परिणाम स्वरूप दक्षिणी गोलार्द्ध के क्षेत्रों में उष्मा अधिक प्राप्त होती है। जिससे विषुवत वृत्त के दक्षिणी भाग में गर्मी का मौसम होता है। अत: आस्ट्रेलिया में क्रिसमस के समय गर्मी का मौसम रहता है। 22 दिसम्बर को इन क्षेत्रों में सबसे लंबा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है। इसे दक्षिण अयनांत कहते हैं।

पृथ्वी का दक्षिणी ध्रुव सूर्य की ओर झुकी हुई स्थिति में होने के कारण उत्तरी गोलार्द्ध में दिन छोटा तथा रातें बडी होतीं हैं। जिससे उत्तरी गोलार्द्ध में कम उष्मा प्राप्त होती है जिससे यहां सर्दी का मौसम रहता है। कम उष्मा प्राप्त होने का कारण यह है कि दिन की अवधि छोटी होती है तथा सूर्य की किरणें तिरछी होने के कारण उन्हें वायुमण्डल में अधिक दूरी तय करना पडती है जिससे उनकी तीव्रता कम हो जाती है।

21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य की किरणें विषुवत वृत्त पर सीधी पडती हैं। इसलिए रात एवं दिन बराबर होते हैं। इसे विषुव कहा जाता है।

23 सितम्बर को उत्तरी गोलार्द्ध में शरद ऋतु होती है जबकि दक्षिणी गोलार्द्ध में वसंत ऋतु होती है। 21 मार्च को स्थिति इसके विपरीत होती है जब उत्तरी गोलार्द्ध में वसंत ऋतु तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में शरद ऋतु होती है।

शिक्षण संकेत - शिक्षक ग्रहण मॉडल से पृथ्वी के ध्रुवों को सूर्य की ओर झुके होने की स्थिति, सूर्य की कर्करेखा, मकर रेखा एवं विषुवत रेखा में स्थिति को स्पष्ट करें।

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. 21 मार्च के बाद सूर्य किस गोलार्द्ध में प्रवेश करता है ?

प्रश्न-2. उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे लम्बा दिन कब होता है ?

प्रश्न-3. मई जून में उत्तरी गोलार्द्ध में गर्मी का मौसम क्यों रहता है ?

प्रश्न-4. उत्तरी गोलार्द्ध में सर्दी के मौसम के समय पृथ्वी का कौन सा ध्रुव सूर्य की ओर झुका रहता है ?

प्रश्न-5 . मकर रेखा पर किस दिन सूर्य की किरणें सीधी पडतीं हैं ?

प्रश्न-6. विषुवत रेखा पर सूर्य की किरणें किस दिन सीधी पडतीं हैं ?

प्रश्न-7. विषुव किसे कहते है ?

प्रश्न-8. 21 मार्च को उत्तरी गोलार्द्ध में कौन सी ऋतु होती है ?

प्रश्न-9. दक्षिणी गोलार्द्ध में वसंत ऋतु का प्रारम्भ किस दिनांक से होता है ?

प्रश्न-10. आस्ट्रेलिया में क्रिसमस के समय कौन सा मौसम रहता है ?

प्रश्न-11. दिन रात बराबर किन दिनांकों को होते हैं ?

प्रश्न-12. अयनांत कितने प्रकार के होते हैं ?

प्रश्न-13. पृथ्वी की कौन सी अवस्था को उत्तर अयनांत कहते हैं ?

प्रश्न-14. दिसम्बर माह में उत्तरी गोलार्द्ध में सर्दी का मौसम क्यों रहता है ?

कक्षा 7

पाठ - 1

ब्रम्हगुप्त का खगोल में योगदान

ब्रम्हगुप्त का जन्म 590 ई. में पश्चिम भारत के भीनमाल जिला जालौर राजस्थान में हुआ था । आपकी मृत्यु 680 ई. में हुई । आपके पिता का नाम विष्णु गुप्त था। आपका कार्य क्षेत्र तत्कालीन शिक्षा एवं ज्ञान का प्रमुख केन्द्र उज्जैन रहा ।ज्योतिर्गणित के महान आचार्य ब्रम्हगुप्त को भास्कराचार्य ने "गणकचक्र चूडामणि" की उपाधि दी थी। ब्रम्हगुप्त ने बताया कि आर्यभट आदि की गणना से ग्रहों का स्पष्ट मान शुद्ध नहीं आता, अत: इसे लेना उचित नहीं है । आपने प्रत्यक्ष वेध लेकर ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त की रचना की । आपने यह भी स्पष्ट किया कि यदि गणना और वेध में अन्तर होने लगे तो वेध के द्वारा गणना हो शुद्ध कर लेना चाहिए । वे अच्छे वेधकर्ता थे और आपने वेधों के अनुकुल भगणों की कल्पना की। आपने दो विशिष्ट ग्रंथ ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त एवं खण्डखाद्यक की रचना की। ब्रम्ह सिद्धान्त में अनेक तथ्य पुराने होने के कारण तत्कालीन नवीन स्थितियों से मेल नहीं खाते थे। ब्रम्हगुप्त ने इन सिद्धान्तों को नवीन रूप देकर ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त में प्रस्तुत किया । आप पहले आचार्य थे जिन्होंने ज्योतिष और गणित को अलग-अलग किया ।

ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त में 24 अध्याय तथा 1008 श्लोक हैं । इस ग्रंथ के प्रथम 10 अध्याय में आपने ज्योतिष गणित के निम्नांकित पक्षों का वर्णन किया है ।

ग्रहों की मध्यम गति; स्पष्ट गति जानने की विधि; ज्या निकालने की विधि (जिसमें त्रिज्या का मान 3270 कला माना); दिशा, देश व काल जानने के तरीके; चन्द्र ग्रहण व सूर्य ग्रहण की गणना; चन्द्रमा, बुध, शुक्र, मंगल, बृहस्पति व शनि का सूर्य के कितने पास तक अस्त व कितने दूर पर उदय का वर्णन; चन्द्रमा के वेध से छाया ज्ञान; ग्रहों की परस्पर युति की गणना; नक्षत्रों एव तारों के साथ ग्रहों की युति; नक्षत्रों के ध्रुवीय भोगांश व शर; नक्षत्रों की सूची आदि ।

अध्याय 11 में ब्रम्हगुप्त ने आर्यभट, श्रीषेण, विष्णुचन्द्र आदि के ज्योतिष गणित के सिद्धान्तों की समीक्षा कर उनकी कमियों से उत्पन्न समस्याओं का उल्लेख करते हुए वेधसिद्ध शुद्ध गणना के पक्ष को प्रस्तुत किया ।

अध्याय 12 में शुद्ध गणित को दिया गया है । जिसमें गणितीय संक्रियाऐं, वर्ग, वर्गमूल, घन, घनमूल, भिन्न एव उसकी संक्रियाऐं, अंक गणित, श्रेणी एवं क्षेत्रमिति में त्रिभुज, चर्तुभुज, वृत्तीय क्षेत्र, ढालू सतह, अन्य के ढेर आदि की माप ज्ञात करने के तरीके तथा छाया से गणना आदि 28 प्रकार के कर्म दिए गए हैं ।

अध्याय 13 से 17 तक प्रश्नोत्तर के माध्यम से उपरोक्त अध्याय के तथ्यों का अभ्यास करवाया गया है ।

अध्याय 18 में कुट्टक विधि से प्रश्नों को हल करने के तरीके दिए गए हैं । ग्रहों के भगण को कुट्टक विधि से निकालने के तरीके बताए गए हैं । इस अध्याय में कई खण्ड हैं जिसमें धन,ऋण, शून्य की संक्रियाएॅ (जोडना, घटाना, गुणा, भाग), करणी, वर्ग समीकरण, बीजगणित आदि को उदाहरण सहित स्पष्ट किया गया है ।

अध्याय 19 से 23 में छाया से समय व किसी वस्तु की उॅचाई, खगोलीय परिभाषाऐं व गणनाऐं,खगोलीय यंत्रों का वर्णन,पारे के सहायता से स्वत: चलने वाला यंत्र आदि का वर्णन है। यंत्र अध्याय में अनेक खगोलीय यंत्रों का वर्णन किया

गया है माना जाता है कि तुरीय यंत्र की खोज आपने ही की थी ।

अंतिम 24 वें अध्याय में सूर्य,सोम,पौलिस,रोमक,वासिष्ठ और यवन सिद्धान्तों की व्याख्या करते हुए उन्हें एक समान होना बताया है । भेद केवल इतना है जो विभिन्न स्थानों पर सूर्य संक्राति से होता है ।

ब्रम्हगुप्त ने खण्डखाद्यक नामक करण ग्रंथ की रचना 69 वर्ष की अवस्था में की । इस ग्रंथ में कुल 10 अध्याय हैं इसके दो भाग है -

1. **पूर्व खण्डखाद्यक -** इसमें 8 अध्याय हैं । इस ग्रंथ में ब्रम्हगुप्त द्वारा आर्यभट के खगोलीय नियतांकों का उपयोग किया गया है एवं आर्यभट की अर्द्धरात्रिका प्रणाली का उपयोग करते हुए अपेक्षाकृत अधिक सरल नियम दिये गये हैं । इसमें आपने पञ्चाङ्ग बनाने की विधि विस्तार से बताई है तथा एक वर्ष की अवधि 365 दिन, 6 घण्टे, 12 मिनट और 36 सेकण्ड बताई है । इस ग्रंथ में आपने ग्रहों की स्थिति, दैनिक गति, सूर्य एवं चन्द्र ग्रहण, उदय एवं अस्त, चन्द्रमा की कलाऐं एवं उसकी ग्रहों से युति आदि का वर्णन किया है ।
2. **उत्तर खण्डखाद्यक -** इसमें 2 अध्याय हैं । पहले अध्याय में संशोधनों की चर्चा कर नवीन तथ्यों को प्रस्तुत किया गया है। दूसरे अध्याय में तारा ग्रहों और नक्षत्रों की युति संबंधी तथ्य हैं। कई उन्नत नियम भी बताऐ गए हैं जो पूर्व में नहीं थे ।

उपरोक्त विवरण से स्पष्ट है कि ब्रम्हगुप्त ने आज से 1350 वर्ष पूर्व ज्योतिष एवं गणित संबंधी अत्यन्त उच्च तथ्यों को रेखांकित करते हुए सटीक गणना के तरीके प्रस्तुत कर दिए थे । आपका मानना था कि वही गणना ठीक है जो वेध द्वारा भी ठीक हो ।

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. ब्रम्हगुप्त के पिता का नाम क्या था ?

प्रश्न-2. ब्रम्हगुप्त का जन्म किस सन् में हुआ था ?

प्रश्न-3. ब्रम्हगुप्त का कार्यक्षेत्र कौन सा शहर था ?

प्रश्न-4. ब्रम्हगुप्त को भास्कराचार्य ने कौन सी उपाधि दी थी ?

प्रश्न-5. ब्रम्हगुप्त ने कौन-कौन से ग्रंथों की रचना की ?

प्रश्न-6. ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त में कितने श्लोक हैं ?

प्रश्न-7. ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त के प्रथम 10 अध्याय में ज्योतिष के किन तथ्यों का वर्णन किया गया है ?

प्रश्न-8. ब्रम्हगुप्त ने ज्योतिर्गणित के सिद्धान्तों की कमियों को किस आधार पर शुद्ध किया ?

प्रश्न-9. ब्रम्हगुप्त ने ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त में शुद्ध गणित के कौन-कौन से तथ्यों का उल्लेख किया है ?

प्रश्न-10. ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त के 18 वें अध्याय में गणना की किस विधि का वर्णन किया गया है ?

प्रश्न-11. ब्रम्हगुप्त ने 69 वर्ष की अवस्था में कौन से ग्रंथ की रचना की ?

प्रश्न-12. ब्रम्हगुप्त ने एक वर्ष की अवधि कितनी बताई है ?

प्रश्न-13. खण्डखाद्यक ग्रंथ के दो भाग कौन-कौन से हैं ?

प्रश्न-14. उत्तर खण्डखाद्यक ग्रंथ में किन तथ्यों का वर्णन किया गया है ?

प्रश्न-15. ब्रम्हस्फुट सिद्धान्त के 24 वें अध्याय में किन ज्योतिष सिद्धान्तों की व्याख्या की गई है ?

पाठ - 2

वेधशाला का इतिहास, कार्य एवं प्राचीन यंत्रों की जानकारी

वेधशाला का इतिहास -

अनादि काल से मनुष्य सूर्य और चन्द्रमा के उदय एवं उनकी आकाश में गति तथा तारों की आभासी रात्रि गति, चन्द्रमा की कलाओं, सूर्य की स्थिति में क्रमिक विचलन, विशिष्ट तारों के उदय, सूर्य की ऊँचाई और उसके उदित तथा अस्त होने के स्थान में परिवर्तनों आदि घटनाओं का अध्ययन करता रहा है। इन प्रेक्षणों के आधार पर पञ्चाङ्ग तैयार किए गए एवं ग्रहणों की अवधि ज्ञात की गई। बारहवीं शताब्दी के अन्त तक ज्योतिर्विज्ञान का चरम विकास हो गया था। सारी ग्रह गतियां, तिथि, नक्षत्र, पर्व, संक्रांतियां, ग्रहण, योग आदि ज्योतिर्गणित के द्वारा निकाले जाने लगे थे। अनेक ग्रंथ लिखे गये एवं पञ्चाङ्गो का निर्माण किया गया।केवल गणित आधारित ग्रंथ एवं पञ्चाङ्गो के निर्माण ने खगोल विज्ञान का विकास बाधित किया। लोगों ने आकाशीय अवलोकन लगभग बंद कर दिया और पर्व आदि वास्तविक आकाशीय घटनाओं पर आधारित न होकर गणितीय निर्ष्कषों पर आधारित हो गये। ज्योतिर्विज्ञान की इस कठिनाई को सत्रहवीं शाताब्दी में सवाई राजा जयसिंह द्वितीय द्वारा समझा गया। सवाई राजा जयसिंह की बाल्यावस्था से ही ज्योतिष शास्त्र में गहन रूचि थी। आपने भारतीय सिद्धान्त ग्रंथों के साथ-साथ तत्कालीन यूरोपियन, अरबी आदि ज्योतिर्गणित के ग्रंथों का अध्ययन किया। आपने अनुभव किया कि ग्रह नक्षत्रों की आकाशीय तथा गणितीय स्थितियों में अन्तर है। अत: ज्योतिर्गणित को सही दिशा देने के उद्देश्य से आपने भारत में उज्जैन, दिल्ली, वाराणसी, जयपुर तथा मथुरा में वेधशालाओं का निर्माण करवाया। सवाई राजा जयसिंह, उज्जैन की अतिमहत्वपूर्ण भौगोलिक स्थिति एवं कर्क रेखा की स्थिति से परिचित थे। अत: सर्वप्रथम 1719 में आपने उज्जैन में वेधशाला का निर्माण करवाया एवं यहां लगभग 8 वर्ष तक ग्रह नक्षत्रों का स्वयं अध्ययन किया।

सन् 1719 में निर्माण के बाद यह वेधशाला दो शताब्दी तक उपेक्षित रही। वर्ष 1904 में लोकमान्य बाल गंगाधर तिलक के सानिध्य में मुम्बई में हुए अखिल भारतीय ज्योतिष सम्मेलन में उज्जैन से सिद्धान्तवागीश स्व. श्री नारायणजी व्यास एवं गणक चूड़ामणि स्वर्गीय श्री जी.एस. आप्टे ने सहभागिता की। उनके सुझावों तथा अनुरोध पर ग्वालियर राज्य के तत्कालीन शासक महाराज माधवराव सिंधिया ने सन् 1923 में वेधशाला का जीर्णोद्धार कराया और इसके सक्रिय संचालन के लिए वित्तीय व्यवस्था की। वेधशाला में सम्राट, नाड़ी वलय, दिगंश और भित्ति यंत्र महाराजा जयसिंह द्वारा निर्मित हैं एवं शंकु यंत्र सन् 1937 में प्रथम अधीक्षक श्री जी.एस. आप्टे के निर्देशन में तैयार किया गया।

अपनी स्थिति के अंतिम क्षणों को प्राप्त दिगंश यंत्र का पुनर्निर्माण सन् 1974 में एवं शंकु यंत्र का पुनर्निर्माण सन् 1982 में हुआ। यंत्रों की जानकारी देने वाले संगमरमर के सूचनापट्ट (हिन्दी व अंग्रेजी में) सन् 1983 में लगाये गये। सन् 2003 में इस वेधशाला का सौंदर्यीकरण करवाया गया, साथ ही ऊर्जा विकास निगम के सौजन्य से10 सोलर लाइट लगायीं गयीं। म.प्र. लघु उद्योग निगम के द्वारा वेधशाला के क्षिप्रा तट पर सुन्दर घाट का निर्माण करवाया गया। इसी वर्ष शिक्षा विभाग द्वारा 8 इंच व्यास का स्वचलित टेलिस्कोप भी क्रय किया गया। वर्ष 2009 में म.प्र. पर्यटन विकास निगम द्वारा वेधशाला में ग्लोब के अंदर तारामंडल, कार्यालय भवन, पुस्तकालय एवं सभाकक्ष का निर्माण किया गया।

मौसम के सटीक आंकडे प्राप्त करने हेतु भारत मौसम विज्ञान विभाग के प्रादेशिक मौसम केन्द्र नागपुर द्वारा

वेधशाला में वर्षा मापी, ताप मापी, आद्रता मापी, वायु दाब मापी, वायु की गति व दिशा मापी यंत्र लागाये गये हैं। जिनसे प्रतिदिन प्रात: 8 बजे एवं सायं 5 बजे आंकडे प्राप्त कर मौसम केन्द्र एवं मीडिया को उपलब्ध करवाये जाते हैं। मौसम केन्द्र द्वारा सन् 2003 से लगातार श्रेष्ठ मौसम कार्य हेतु वेधशाला को पुरस्कृत किया जा रहा है।

सन् 2014 में म.प्र. शासन स्कूल शिक्षा विभाग द्वारा वेधशाला उन्नयन प्रस्ताव स्वीकृत किये गए। जिसके अंतर्गत महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान म.प्र. भोपाल द्वारा रिटेनिंग वॉल, बाउंड्री वॉल, भव्य प्रवेश द्वार, टिकट घर, आर्किटेक्ट की डिज़ाइन अनुसार नवीन वृत्ताकार पथ एवं बगीचे का निर्माण, प्राचीन यंत्रों का सौंदर्यीकरण, सवाई राजा जयसिंह (द्वितीय) की मूर्ति की स्थापना, परिसर एवं यंत्रों का विद्युत व सोलर लाईट से सौंदर्यीकरण, घाट का पुनर्निर्माण, तारामण्डल में डिजिटल प्रोजेक्टर, पुशबैक कुर्सी व वातानुकूलन की व्यवस्था, सभाकक्ष का सौंदर्यीकरण कर उसमें 3-डी प्रोजेक्टर की स्थापना, नवीन बैठक व वातानुकूलन की व्यवस्था, पूर्ण कम्प्यूटरीकरण व वाई-फाई सुविधा युक्त परिसर, कम्प्यूटरीकृत टिकट व्यवस्था, परिसर की निगरानी हेतु सीसीटीवी कैमरों की व्यवस्था, प्राचीन ग्रंथों का डिजिटलाइजेशन, जनरेटर की व्यवस्था, शुद्ध शीतल पेयजल की व्यवस्था, आधुनिक प्रसाधन व्यवस्था आदि कार्य सिंहस्थ-2016 के पूर्व पूर्ण किये गए।

सन् 2021 में वेधशाला में सूर्य व ग्रहों के तुलनात्मक आकार, उनका परिभ्रमण, राशियों तथा नक्षत्रों में सम्बन्ध दर्शाती नक्षत्र वाटिका का निर्माण वेधशाला अधीक्षक डॉ. राजेन्द्र प्रकाश गुप्त, के निर्देशन में संपन्न हुआ है। नक्षत्र वाटिका में वृत्ताकार एक्यूप्रेशर पथ, प्रत्येक राशि से सम्बंधित वनस्पति, स्टार ग्लोब एवं वर्ल्ड क्लॉक की स्थापना की गयी है। वर्ष 2021 से वेधशाला के प्रमाणिक कैलेण्डर एवं आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका का भी प्रकाशन किया गया है।

यह भारत की एक मात्र कार्यशील प्राचीन वेधशाला है। यहां 1942 से निरन्तर पञ्चाङ्ग का प्रकाशन किया जा रहा है। उज्जैन वेधशाला म.प्र.शासन स्कूल शिक्षा विभाग के अन्तर्गत महर्षि पतंजलि संस्कृत संस्थान म. प्र. भोपाल के द्वारा संचालित है। देश की अन्य सभी वेधशालाऐं पुरातत्व विभाग के अन्तर्गत संचालित हैं। जिसके कारण वह केवल पर्यटक स्थल के रूप में कार्य कर रहीं हैं। देश की एक मात्र उज्जैन वेधशाला ही पर्यटन के साथ-साथ प्रायोगिक खगोलीय समझ एवं खगोलीय गणनाओं पर आधारित प्रकाशन का कार्य भी कर रही है।

जयपुर वेधशाला में सबसे अधिक यंत्र हैं एवं उनका रखरखाव भी उच्च कोटि का है। इस वेधशाला को यूनेस्को द्वारा विश्व धरोहर सूची में स्थान दिया गया है। दिल्ली वेधशाला पर्यटक स्थल के रूप में ही कार्यशील है। बनारस की वेधशाला किले के उपर छोटे रूप की है। मथुरा वेधशाला का कोई अस्तित्व नहीं है। उज्जैन वेधशाला में प्राचीन यंत्रों का रखरखाव भी उच्च कोटि का है एवं आधुनिक संसाधन भी उपलब्ध हैं।

कार्य :-

वेधशालाओं का निर्माण खगोलीय गणनाओं की प्रायोगिक समझ, उनके सत्यापन तथा खगोलीय स्थितियों के अवलोकन के लिए किया गया था। वर्तमान में उज्जैन वेधशाला निम्नांकित कार्य सम्पादित कर रही है -

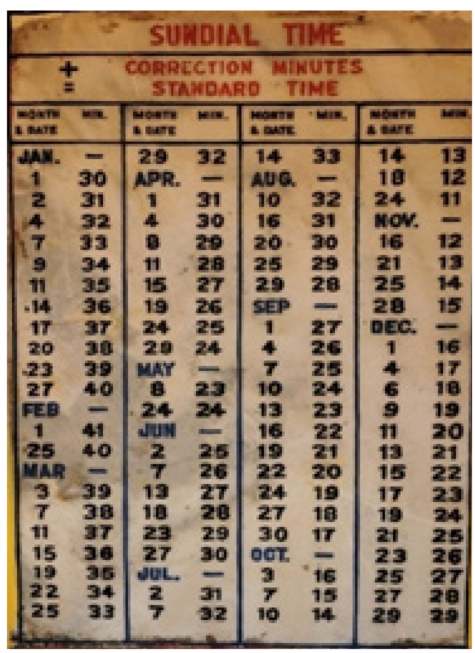
1. प्रतिदिन वेधशाला आने वाले पर्यटकों एवं विद्यार्थियों को प्राचीन यंत्रों एवं नक्षत्र वाटिका से खगोलीय जानकारी प्रदान करना।
2. खगोलीय घटनाओं की प्रमाणित जानकारी इलेक्ट्रॉनिक एवं प्रिंट मीडिया को उपलब्ध करवाकर प्रचार-प्रसार करना।
3. प्राचीन यंत्रों से आंकडे प्राप्त कर खगोलीय गणनाऐं करना तथा गणनाओं के आधार पर प्रतिवर्ष दृश्य ग्रह स्थिति पञ्चाङ्ग, आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका एवं कैलेण्डर का प्रकाशन करना।
4. सूर्य ग्रहण, चन्द्र ग्रहण, पारगमन आदि खगोलीय घटनाओं का टेलिस्कोप के माध्यम से अवलोकन करवाना।

5. तारामण्डल द्वारा ग्रह, नक्षत्रों, प्रमुख तारा मण्डलों, राशियों आदि से संबंधित फिल्मों का प्रदर्शन कर आकाशीय स्थिति की जानकारी प्रदान करना।
6. कार्यशील मॉडल के माध्यम से सूर्य ग्रहण, चन्द्र ग्रहण, पारगमन, ऋतु परिवर्तन, चन्द्रमा की कलाओं आदि के प्रत्यक्ष अवलोकन आधारित जानकारी प्रदान करना।
7. सी.डी. शो के माध्यम से आकाश गंगा, सूर्य का जीवन चक्र एवं सौर परिवार के ग्रहों की जानकारी प्रदान करना।
8. मौसम के यंत्रों द्वारा तापमान, आद्रता,वर्षा, वायुदाब, हवा की गति व दिशा आदि की जानकारी प्रदान करना।
9. विद्यालयों में खगोलीय क्लबों का गठन करवाकर खगोलीय गतिविधियां संचालन में सहयोग प्रदान करना।
10. विभिन्न संस्थाओं में खगोलीय व्याख्यान एवं प्रदर्शनी का आयोजन करना।

प्राचीन यंत्रों की जानकारी

सम्राट यंत्र

सम्राट यंत्र को धूप घडी भी कहते हैं। इस यंत्र के बीच की सीढ़ी की दीवालों की ऊपरी सतह पृथ्वी के अक्ष के समानान्तर होने के कारण दीवालों के ऊपरी धरातल की सीध में रात्रि को ध्रुवतारा दिखाई देता है। इसके पूर्व तथा पश्चिम की ओर विषुवत वृत्त धरातल में समय बतलाने के लिये एक चैथाई गोल भाग बना हुआ है। जिनके माध्यम से हम प्रातः 6 बजे से सायं 6 बजे तक का उज्जैन का स्थानीय समय ज्ञात कर सकते हैं। गोल भाग पर घण्टे,मिनट एवं मिनट का तीसरा भाग खुदे हुए हैं। जिससे आज भी 20 सेकण्ड तक सही समय ज्ञात कर सकते हैं।



SUNDIAL TIME

+ CORRECTION MINUTES = STANDARD TIME

MONTH & DATE	MIN.	MONTH & DATE	MIN.	MONTH & DATE	MIN.	MONTH & DATE	MIN.
JAN.	—	29	32	14	33	14	13
1	30	APR.	—	AUG.	—	18	12
2	31	1	31	10	32	24	11
4	32	4	30	16	31	NOV.	—
7	33	8	29	20	30	16	12
9	34	11	28	25	29	21	13
11	35	15	27	29	28	25	14
14	36	19	26	SEP	—	28	15
17	37	24	25	1	27	DEC.	—
20	38	29	24	4	26	1	16
23	39	MAY	—	7	25	4	17
27	40	8	23	10	24	6	18
FEB	—	24	24	13	23	9	19
1	41	JUN	—	16	22	11	20
25	40	2	25	19	21	13	21
MAR	—	7	26	22	20	15	22
3	39	13	27	24	19	17	23
7	38	18	28	27	18	19	24
11	37	23	29	30	17	21	25
15	36	27	30	OCT.	—	23	26
19	35	JUL.	—	3	16	25	27
22	34	2	31	7	15	27	28
25	33	7	32	10	14	29	29

सारणी

जब आकाश में सूर्य चमकता है,तब दीवाल के किनारे की छाया पूर्व या पश्चिम की ओर समय बतलाने वाले किसी निशान पर दिखाई देती है। इस निशान पर घण्टा, मिनट आदि की गिनती से उज्जैन का स्पष्ट (स्थानीय) समय ज्ञात होता है। स्थानीय समय को ज्ञात करने के लिए प्रातः सूर्योदय से दोपहर 12 बजे तक जब सूर्य पूर्व दिशा में होता है, तो हम इसके पश्चिम वाले भाग का प्रयोग समय देखने के लिए करते हैं तथा दोपहर 12 बजे के बाद जब सूर्य पश्चिम की ओर जाता है तो हम इसके पूर्व वाले भाग का प्रयोग समय देखने के लिए करते हैं। स्थानीय समय ज्ञात करने के लिए दीवाल की छाया को इसके अर्धचन्द्रकार आकृति पर बने स्केल पर देखा जाता है, उस समय छाया जहां पर होती है वह उज्जैन का स्थानीय समय होता है। इस स्थानीय समय को भारतीय मानक समय में परिवर्तित करने के लिए यंत्र के पूर्व तथा पश्चिम बाजू में लगी सारणी में लिखे अनुसार मिनट इस स्पष्ट समय में जोड़ने से भारतीय मानक समय

ज्ञात होता है।

आकाश में ग्रह-नक्षत्र विषुवत वृत्त से उत्तर तथा दक्षिण में कितनी दूर हैं, यह जानने के लिये भी इस यंत्र का उपयोग किया जाता है। चौथाई गोल के किनारे पर किसी ऐसे स्थान को ज्ञात कीजिये जहाँ से सीढ़ी की दीवाल के किनारे के किसी बिन्दु पर ग्रह-नक्षत्र का केन्द्र दिखाई दे, दीवाल के उस बिन्दु पर जो अंक है, वह उस देखे गये ग्रह-नक्षत्र की दूरी होती है, जिसे क्रांति कहते हैं।

नाडी वलय यंत्र

विषृवद् वृत्त के धरातल में निर्मित यह अत्यन्त अद्भुत यंत्र है। इस यंत्र से हम सूर्य, पृथ्वी के किस गोलार्द्ध में है यह प्रत्यक्ष रूप से देख सकते हैं । विषुवत वृत्त के धरातल में निर्मित इस यंत्र के उत्तर-दक्षिण दो भाग हैं । छः माह (22 मार्च से 22 सितम्बर तक) जब सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में रहता है, तो यंत्र का उत्तरी गोल भाग प्रकाशित रहता है तथा दूसरे छः माह (24 सितम्बर से 20 मार्च तक) जब सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में रहता है,तब दक्षिणी गोल भाग प्रकाशित रहता है । 21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य जब भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा पर होता है, तो यंत्र के उत्तरी तथा दक्षिणी दोनों गोल भाग पर छाया रहती है।

यंत्र के दोनों गोल भाग पर एक-एक घडी बनाई गई है । इन दोनों भागों के बीच में पृथ्वी की अक्ष के समानान्तर लगी कीलों की छाया से उज्जैन का स्पष्ट समय ज्ञात होता है। पृथ्वी के समान्तर लगी कीलों की छाया से छः माह उत्तरी तथा छः माह दक्षिणी घड़ी से उज्जैन का स्थानीय समय ज्ञात किया जा सकता है । इस प्राप्त समय में भी सम्राट यंत्र के तरह अन्तर जोडा जाये तो भारतीय मानक समय प्राप्त कर सकते हैं । ग्रह, नक्षत्र अथवा तारों को वे उत्तरी आधे गोलार्द्ध में हैं या दक्षिणी आधे गोलार्द्ध में हैं उन्हें भी इस यंत्र के माध्यम से प्रत्यक्ष देख सकते हैं।

दिगंश यंत्र

इस यंत्र के बीच में बने गोल चबूतरे पर लगे लोहे के दण्ड में तुरीय यंत्र लगाकर ग्रह-नक्षत्रों के उन्नतांश (क्षितिज से ऊँचाई) और दिगंश (पूर्व-पश्चिम दिशा के बिन्दु से क्षितिज वृत्त में कोणात्मक दूरी) ज्ञात करते है। तुरीय यंत्र में क्षैतिज तथा उद्धर्वाधर दो पैमाने होते हैं । तुरीय यंत्र की एक भुजा की निचली सतह वृत्ताकार होती है। जिसमें एक संकेतक सुई लगी होती है। दूसरी भुजा इस प्रकार होती है कि उसे उद्धर्वाधर ऊपर नीचे किया जा सके। इस भुजा पर दो छेद तथा उद्धर्वाधर पैमाना लगा होता है। इस यंत्र की वृत्ताकार भुजा वाली सतह को क्षैतिज स्थिर पैमाना (जिस पर अंश तथा मिनट के चिह्न होते हैं) जो दण्ड के सिरे पर लगे चक्र पर

बना होता है, लगाया जाता है।

तुरीय यंत्र को इस प्रकार स्थिर कीजिये, कि उसमें बने दो छेद तथा ग्रह अथवा नक्षत्र का केन्द्र आँख से एक सीध में हो। दण्ड के सिरे पर लगे चक्र पर तुरीय यंत्र की घूमने वाली सुई दिगंश बतलाती है। तुरीय यंत्र पर लटकता हुआ धागा यंत्र के किनारे पर जिस जगह होगा, वहाँ के अंक उन्नतांश होते हैं।

भित्ति यंत्र

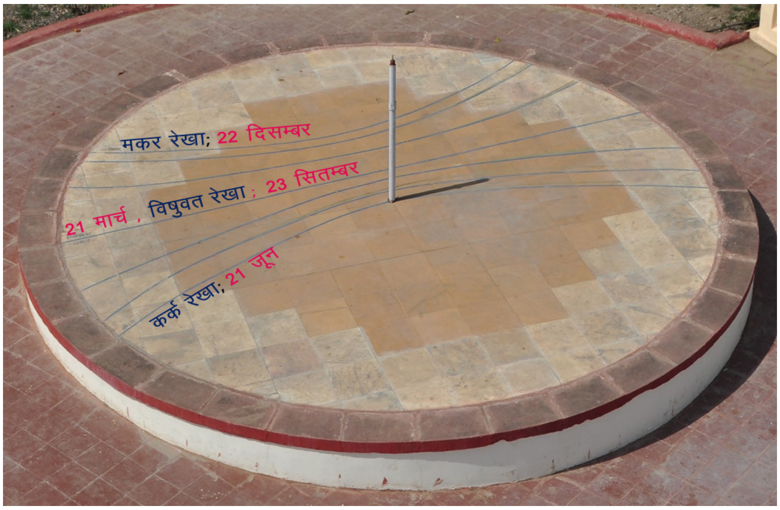
इस यंत्र के द्वारा हम ग्रह नक्षत्रों का नतांश प्राप्त करते हैं। यह यंत्र उत्तर-दक्षिण वृत्त (उत्तर-दक्षिण बिन्दु) तथा द्दष्टा के ख बिन्दु को मिलाने वाली गोल रेखा के धरातल पर बना हुआ है । इस यंत्र से ग्रह-नक्षत्रों के नतांश (अपने सिरे के ऊपरी बिन्दु से दूरी) उस समय ज्ञात होते हैं, जब वे उत्तर-दक्षिण गोल रेखा को पार करते हैं । यही समय उनका मध्यान्ह कहा जाता है।

इस यंत्र में एक सीधी दीवाल की सफेद गोल पट्टी पर दो स्केल बनी हुई हैं । एक स्केल से उत्तरी गोलार्द्ध तथा दूसरी स्केल से दक्षिणी गोलार्द्ध के ग्रह नक्षत्रों के नतांश ज्ञात करते हैं । प्रत्येक स्केल में 0 से 90 अंश तक पैमाने बने हुए हैं तथा उपरी सिरे पर एक-एक कील लगी हुई है। कील पर लम्बा धागा बांधा जाता है । जिस ग्रह अथवा नक्षत्र को देखना हो,वह यदि (पूर्व-पश्चिम बिन्दु तथा ख मध्य को मिलाने वाले गोल रेखा से) दक्षिण भाग में हो, तो दक्षिण की तथा उत्तर भाग में हो, तो उत्तर की कील का प्रयोग करते हैं ।

जिस समय ग्रह अथवा नक्षत्र उत्तर-दक्षिण गोल के पार जाने लगे, तब धागे को अपनी आँख के साथ दीवाल के पैमाने पर ऐसी जगह स्थिर कीजिये, जिससे पार जाने वाला ग्रह या नक्षत्र कील की छाया की सीध में दिखाई दे। सफेद गोल पट्टी पर धागे से स्पर्श अंकित अंक से नतांश ज्ञात होते हैं ।

शंकु यंत्र

शंकु यंत्र के माध्यम से हम सूर्य की स्थिति को प्रत्यक्ष रूप से देख सकते हैं। क्षितिज वृत्त के धरातल में निर्मित इस यंत्र में 360 अंश के वृत्ताकार चबूतरे पर एक स्तभ में शंकु लगा हुआ है। शंकु की परछाई से सूर्य की स्थिति का प्रत्यक्ष अवलोकन किया जा सकता है। शंकु की छाया से वृत्ताकार सतह पर 7 रेखाएँ खींची गई हैं। जो 12 राशियों में सूर्य की स्थिति को प्रदर्शित करतीं हैं। बीच वाली सीधी रेखा भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा कहलाती है। 21 मार्च व 23 सितम्बर को जब सूर्य भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा पर लम्बवत् होता है, तो शंकु की छाया पूरे दिन इस रेखा पर गमन करती हुई दृष्टिगोचर होती है। इस दिन सूर्य की क्रांति शून्य अंश होती है। इस दिन, दिन व रात बराबर होते हैं अर्थात 12 घण्टे का दिन और 12 घण्टे की रात होती है।



इसके बाद 24 सितम्बर को सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है तथा मकर रेखा की ओर गति करता हुआ 23 अंश 26 कला दक्षिण की ओर चलकर 22 दिसम्बर को मकर रेखा पर लम्बवत दृष्टिगोचर होता है। 22 दिसम्बर को शंकु की छाया सबसे लम्बी होकर पूरे दिन मकर रेखा पर गमन करती हुई दृष्टिगोचर होती है। इस दिन सूर्य अपने अधिकतम् दक्षिणी बिन्दु मकर रेखा पर रहता है। जिससे उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे छोटा दिन व सबसे बडी रात होती है। 23 दिसम्बर से शंकु की छाया छोटी होना प्रारम्भ हो जाती है, इसे सूर्य का उत्तरायण कहा जाता है अर्थात सूर्य उत्तर की ओर गति करता हुआ दृष्टिगोचर होता है।

उत्तर की ओर गति करते हुए जब सूर्य 21 मार्च को पुनः भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा पर लम्बवत होता है एवं पुनः दिन व रात बराबर होते हैं। 24 सितम्बर से 20 मार्च तक पूरे छः माह सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में रहता है। इसके बाद 22 मार्च को सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है तथा कर्क रेखा की ओर गति करता हुआ 23 अंश 26 कला उत्तर की ओर चलकर 21-22 जून को कर्क रेखा पर लम्बवत होता है। तब उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे बडा दिन व सबसे छोटी रात होती है। 22-23 जून से सूर्य दक्षिण की ओर गति करता हुआ दृष्टिगोचर होता हैं, इसे सूर्य का दक्षिणायन कहते हैं। इस प्रकार शंकु यंत्र से हम सूर्य का उत्तरायण एवं दक्षिणायन, सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध एवं दक्षिणी गोलार्द्ध में स्थिति, कर्क रेखा, मकर रेखा, विषुवत रेखा में स्थिति को प्रत्यक्ष देख सकते हैं। हम यह भी पता कर सकते हैं कि कब दिन-रात बराबर होते हैं तथा कब दिन-रात बडे या छोटे होते हैं।

शंकु की छाया से उन्नतांश भी ज्ञात किये जा सकते हैं। जब दिन-रात बराबर होते हैं तब मध्यान्हकालीन शंकु की छाया से अक्षांश ज्ञात होते हैं।

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. सवाई राजा जयसिंह द्वितीय ने किस उद्देश्य से वेधशालाओं का निर्माण करवाया ?

प्रश्न-2. किस वेधशाला में सवाई राजा जयसिंह द्वितीय ने आठ वर्ष तक अवलोकन किया ?

प्रश्न-3. वेधशाला के कोई पांच कार्य लिखिए ?

प्रश्न-4. सवाई राजा जयसिंह द्वितीय द्वारा उज्जैन वेधशाला में कौन-कौन से यंत्रों का निमार्ण करवाया गया?

प्रश्न-5. वेधशाला उज्जैन में खगोलीय जानकारी के आधुनिक संसाधन कौन-कौन से हैं ?

प्रश्न-6. उज्जैन वेधशाला में नक्षत्र वाटिका किस सन् में बनाई गई ?

प्रश्न-7. वेधशाला उज्जैन के प्रकाशन कौन-कौन से हैं ?

प्रश्न-8. सम्राट यंत्र से क्या-क्या ज्ञात किया जाता है ?

प्रश्न-9. सम्राट यंत्र से भारतीय मानक समय कैसे ज्ञात करते हैं ?

प्रश्न-10. नाडीवलय यंत्र के दोनों भागों पर छाया कब-कब नहीं रहती है ?

प्रश्न-11. तुरीय यंत्र में कौन-कौन से दो पैमाने होते हैं ?

प्रश्न-12. दिगंश यंत्र से क्या ज्ञात किया जाता है ?

प्रश्न-13. भित्ति यंत्र से क्या ज्ञात होता है ?

प्रश्न-14. किसी ग्रह नक्षत्र का मध्यान्ह कब कहा जाता है ?

प्रश्न-15. शंकु यंत्र से क्या अवलोकन करते हैं ?

प्रश्न-16. सूर्य उत्तरायण एवं दक्षिणायण कब से होता है ?

प्रश्न-17. सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में कब से कब तक रहता है ?

प्रश्न-18. सूर्य कर्क रेखा पर लम्बवत् कब होता है ?

प्रश्न-19. सूर्य की क्रांति शून्य अंश की कब-कब होती है ?

प्रश्न-20. सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में कब प्रवेश करता है ?

---------- • • • ----------

पाठ - 3

कालगणना- तिथियों का वैज्ञानिक आधार

चन्द्रमा का पृथ्वी के चारों ओर घूमना पञ्चाङ्ग की दृष्टि के अत्यन्त महत्वपूर्ण है। चन्द्रमा का नक्षत्र मण्डल चक्र 27 ⅓ दिन तथा एक अमावस्या से द्वितीय अमावस्या या एक पूर्णिमा से द्वितीय पूर्णिमा चक्र 29⅓ दिन का होता है।

चन्द्रमा अत्यन्त तीव्र गति से लगभग 30 दिन में पृथ्वी की एक परिक्रमा पूरी करता है। इस प्रकार ($360 \div 30 = 12^{\circ}$) चन्द्रमा एक दिन में लगभग 12° गति करता है।

तिथि -

तिथि का संबंध चन्द्र के नक्षत्र में भ्रमण से होता है। हिन्दू कालगणना के अनुसार

'चन्द्र रेखांक' को 'सूर्य रेखांक' से 12 अंश ऊपर जाने के लिए जो समय लगता है, वह तिथि कहलाती है।

अमावस्या के दिन सूर्य और चन्द्र का भोगांश बराबर शून्य होता है। इन दोनों ग्रहों के भोगांश में अन्तर का बढना ही तिथि को जन्म देता है। तिथि की गणना निम्न प्रकार से की जाती है।

तिथि = (चन्द्र का भोगांश – सूर्य का भोगांश) / 12

चन्द्रमा दीर्घवृत्ताकार कक्षा में पृथ्वी की परिक्रमा करता है जिससे उसकी गति एक समान न होकर एक दिन में 11 अंश से लेकर 15½ अंश तक होती है। चन्द्रमा की 12 अंश से कम गति की स्थिति में तिथि 24 घन्टे से बड़ी होती है तथा 12 अंश से अधिक गति की स्थिति में तिथि 24 घन्टे से छोटी होती है। इस प्रकार एक तिथि चन्द्रमा के 12 अंश चलन पर आधारित होने के कारण 24 घन्टे से बड़ी या छोटी हो जाती है। एक तिथि की अवधि लगभग 19 घंटे से लेकर 26 घंटे तक हो सकती है। इसी कारण हम पञ्चाङ्ग में दिन के किसी समय से दूसरी तिथि का प्रारम्भ होना देखते हैं।

एक माह में तीस तिथियां होतीं हैं, ये तिथियां 15 -15 दिन के दो पक्षों में विभाजित होतीं हैं –

शुक्ल पक्ष और कृष्ण पक्ष।

पक्ष -

पृथ्वी की परिक्रमा करते हुए अमावस्या को चन्द्रमा पृथ्वी तथा सूर्य के मध्य रहता है। इसे 0 अंश कहते हैं। यहां से प्रतिदिन 12 अंश चलके जब चन्द्रमा सूर्य से 180 अंश अंतर पर आता है, तो उसे पूर्णिमा कहते हैं। इस प्रकार एकम् से पूर्णिमा वाला पक्ष "शुक्ल पक्ष" कहलाता है तथा एकम् से अमावस्या वाला पक्ष "कृष्ण पक्ष" कहलाता है।

- शुक्ल पक्ष में 1-14 और पूर्णिमा
- कृष्ण पक्ष में 1-14 और अमावस्या
- अमावस्या माह की 15वीं और कृष्ण पक्ष की अंतिम तिथि है जिस दिन चन्द्रमा आकाश में दिखाई नहीं देता है।
- पूर्णिमा माह की 30वीं और शुक्ल पक्ष की अंतिम तिथि है जिस दिन चन्द्रमा आकाश में पूर्ण रूप से दिखाई देता है।

तिथियों के नाम -

30 तिथियों के नाम निम्नलिखित हैं -

पूर्णिमा (पूरनमासी),	प्रतिपदा (पड़वा),	द्वितीया (दूज),	तृतीया (तीज),
चतुर्थी (चौथ),	पंचमी (पंचमी),	षष्ठी (छठ),	सप्तमी (सातम्),
अष्टमी (आठम्),	नवमी (नौमी),	दशमी (दसम्),	एकादशी (ग्यारस),
द्वादशी (बारस),	त्रयोदशी (तेरस),	चतुर्दशी (चौदस)	अमावस्या(अमावस)

पूर्णिमा से अमावस्या तक 15 और फिर अमावस्या से पूर्णिमा तक 30 तिथि होतीं हैं। तिथियों के नाम 16 ही होते हैं।

अमावस्या -

सूर्य तथा चन्द्रमा की एक साथ स्थिति में अमावस्या होती है। इस दिन चन्द्रमा को शून्य अंश का माना जाता है। अमावस्या को चन्द्रमा का अन्धकार वाला भाग पृथ्वी की ओर होने के कारण हमें चन्द्रमा दिखाई नहीं देता है।

तिथि अनुसार चाँद की स्थिति-

अमावस्या के बाद चन्द्रमा का प्रतिदिन लगभग 12° चलन पश्चिम से पूर्व की ओर होता है अतः द्वितीया के दिन नीचे की ओर (सूर्य की ओर) चमकदार हसिए के आकार का चाँद हमको पच्छिम में दिखाई देता है।

चन्द्रमा प्रतिदिन सूर्य से लगभग 12° आगे बढ़ते हुऐ पूर्व की ओर जाता है तथा पूर्णिमा को पूर्ण चन्द्रमा दिखाई देता है। पूर्णिमा को चन्द्रमा सूर्य से 180° पर होता है। अतः पच्छिम में सूर्य अस्त के बाद पूर्व में चन्द्रमा उदय होता है।

पूर्णिमा के बाद चन्द्रमा दूसरी ओर से सूर्य की ओर बढ़ता है अतः सूर्यास्त के बाद चन्द्रोदय का समय बढ़ता जाता है कृष्णपक्ष चतुर्थी के चन्द्रोदय का सभी को अनुभव है।

तिथि क्षय -

हमारी हिन्दू संस्कृति में सूर्य उदय के समय जो तिथि होती है पूरे दिन उसी तिथि को माना जाता है। कभी-कभी ऐसा होता है कि सूर्य उदय के कुछ ही समय तक एक तिथि रहती है तथा फिर दूसरी तिथि प्रारम्भ हो जाती है यह दूसरी तिथि अगले सूर्य उदय के पूर्व समाप्त होने पर तिथि क्षय माना जाता है। जैसे- आज सूर्य उदय से $\frac{1}{2}$ घन्टे तक द्वितीया तिथि थी उसके बाद तृतीया तिथि प्रारम्भ हो गयी। परन्तु कल के सूर्य उदय से $\frac{1}{2}$ घन्टे पूर्व तृतीया तिथि समाप्त हो गयी तथा चतुर्थी तिथि प्रारम्भ हो गयी अर्थात अगले दिन का सूर्योदय चतुर्थी तिथि में हुआ। इस स्थिति में तृतीय तिथि क्षय होगी तथा कल की तिथि चतुर्थी मानी जाऐगी।

दिनांक	तिथि	समय	सूर्योदय
16-07-21	सप्तमी प्रारम्भ	प्रातः 06:06:07	05:50:00
17-07-21	सप्तमी समाप्त	प्रात: 04:34:06	05:50:00

उपरोक्त उदाहरण से स्पष्ट है कि सप्तमी तिथि का क्षय हो रहा है।

अधिक तिथि -

इसी प्रकार कभी-कभी ऐसा होता है कि सूर्य उदय के कुछ ही समय पहले एक तिथि प्रारम्भ हो रही है तथा अगले सूर्य

उदय के कुछ समय बाद वह तिथि समाप्त हो रही है अर्थात दो सूर्योदय एक ही तिथि में हो रहे हैं। इस स्थिति में एक ही तिथि दो दिन मानी जाती है जिसे अधिक तिथि कहते हैं ।नीचे दिए गए उदाहरण से यह स्पष्ट हो रहा है -

दिनांक	तिथि	समय	सूर्योदय
09-07-21	अमावस्या प्रारम्भ	प्रात: 05:17:00	05:47:00
10-07-21	अमावस्या समाप्त	प्रात: 06:46:06	05:48:00

उपरोक्त उदाहरण से स्पष्ट है कि दिनांक 09 एवं 10 जुलाई 2021 को दोनों दिन अमावस्या तिथि है ।

चन्द्रमा के गति की गणना अत्यन्त जटिल होने एवं प्रत्येक स्थान पर सूर्योदय का समय अलग अलग होने के कारण प्रातः तिथि सम्बन्धी विवाद दृष्टिगोचर होते हैं ।

शिक्षण संकेत - शिक्षक पञ्चाङ्ग में क्षय तिथि एवं अधिक तिथि का उदाहरण खोजने के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करें तथा उनका सहयोग कर उपरोक्त अवधारणा को स्पष्ट करें ।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न-1. चन्द्रमा का नक्षत्र मंडल चक्र कितने दिन का होता है ?

प्रश्न-2. चन्द्रमा का कितने अंश चलन एक हिन्दी तिथि कहलाता है ?

प्रश्न-3. अमावस्या के दिन चन्द्रमा कितने अंश का माना जाता है ?

प्रश्न-4. अमावस्या के बाद चन्द्रमा किस दिशा को आगे बढता है ?

प्रश्न-5. पूर्णिमा को चन्द्रमा सूर्य से कितने अंश पर होता है ?

प्रश्न-6. तिथि क्षय कब होती है ?

प्रश्न-7. द्वितीया का चन्द्रमा किस दिशा में दिखाई देता है ?

प्रश्न-8. पूर्णिमा के बाद कौन सा पक्ष प्रारम्भ होता है ?

प्रश्न-9. सूर्य उदय के समय चन्द्रमा आपके सिर के उपर हो तो कौन सा पक्ष होगा ?

प्रश्न-10. एक दिन में चन्द्रमा की अधिकतम गति कितने अंश तक हो सकती है ?

प्रश्न-11. चन्द्रमा का एक पूर्णिमा से दूसरी पूर्णिमा तक का चक्र कितने दिन का होता है ?

प्रश्न-12. अष्टमी के बाद पांच तिथियों के नाम क्रम से लिखिए ?

प्रश्न-13. अमावस्या को चन्द्रमा हमें क्यों दिखाई नहीं देता ?

प्रश्न-14. अधिक तिथि कब होती है ?

प्रश्न-15. सूर्य का भोगांश 12 अंश है तथा चन्द्रमा का भोगांश 48 अंश है तो तिथि की गणना कीजिए ।

---------- ••• ----------

पाठ - 4

तारामण्डल -12 राशियों एवं 27 नक्षत्रों के नाम

12 राशियों के नाम - पिछली कक्षा में आपने राशि चक्र एवं 12 राशियों के नामों को समझा था। आइए उन्हें पुन: स्मरण करते है -

1. मेष $(0^0\text{-}30^0)$	2. वृषभ $(30^0\text{-}60^0)$	3. मिथुन $(60^0\text{-}90^0)$
4. कर्क $(90^0\text{-}120^0)$	5. सिंह $(120^0\text{-}150^0)$	6. कन्या $(150^0\text{-}180^0)$
7. तुला $(180^0\text{-}210^0)$	8. वृश्चिक $(210^0\text{-}240^0)$	9. धनु $(240^0\text{-}270^0)$
10. मकर $(270^0\text{-}300^0)$	11. कुंभ $(300^0\text{-}330^0)$	12. मीन $(330^0\text{-}360^0)$

नक्षत्रों की समझ -

चन्द्रमा, पृथ्वी का एक चक्कर 27⅓ दिन में लगाता है। चन्द्र के चक्कर को पूर्ण संख्या 27 में बांटकर प्रत्येक भाग के लिए एक चमकीला तारा निर्धारित किया गया। जिसे नक्षत्र कहा गया है। क्रांतिवृत्त के प्रारंभ से प्रत्येक 13 अंश 20 कला के विभाग को नक्षत्र कहते हैं।

ऋग्वेद में 27 नक्षत्रों की सूची तो नहीं है, परन्तु यत्र-तत्र अघा अर्थात मघा, अर्जुनी अर्थात फाल्गुनी, विष्य अर्थात पुष्य का जिक्र आया है। 27 नक्षत्रों की पूर्ण सूची तैत्तरीय ब्राह्मण में देखने को मिलती है। वहॉ इन नक्षत्रों के देवता भी दिए गए हैं। अथर्ववेद में पहली बार पूरे 28 नक्षत्रों की सूची देखने को मिलती है। अभिजित नक्षत्र को उत्तराषाढा के बाद और श्रवण के पहले रखकर 28 नक्षत्रों की सूची बनाई गई थी। यह सूची अथर्वेद के नक्षात्र कल्प परिशिष्ट में है। कुछ पुराविदों ने सिंधु सभ्यता की मुद्राओं में कृतिका नक्षत्र के प्रतीकों को पहचानने के दावे किए हैं। हमारी चंद्र नक्षत्र पद्धति निश्चय ही भारतीय मूल की है। यजुर्वेद में ज्योतिषी को नक्षत्रदर्श कहा गया है। चैत्र, वैशाख आदि मासों के नाम भी चित्रा, विशाखा आदि नक्षत्रों के आधार पर हैं।

नक्षत्रों के नाम -

1. अश्विनी,	2. भरणी,	3. कृतिका,	4. रोहिणी,
5. मृगशीर्ष,	6. आद्रा,	7. पुनर्वसु,	8. पुष्य,
9. आश्लेषा,	10. मघा,	11. पूर्वा फाल्गुनी,	12. उत्तरा फाल्गुनी,
13. हस्त,	14. चित्रा,	15. स्वाती,	16. विशाखा,
17. अनुराधा,	18. ज्येष्ठा,	19. मूल,	20. पूर्वाषाढ़ा,
21. उत्तराषाढ़ा	22. श्रवण,	23. धनिष्ठा,	24. शतभिषा,
25. पूर्वा भाद्रपद,	26. उत्तरा भाद्रपद	27. रेवती	

अभ्यास प्रश्न

1. चांद नक्षत्र कितने होते हैं ?
2. अथर्वेद में उत्तराषाढ़ा और श्रवण के मध्य कौन सा नक्षत्र बताया गया है ?
3. चांद्र मासों के नाम किन पर आधारित हैं ?
4. एक नक्षत्र का मान कितने अंश व कला होता है ?
5. कुंभ राशि कितने अंश से कितने अंश तक है ?
6. नक्षत्र दर्श किसे कहते थे ?
7. 28 वां नक्षत्र कौन सा है ?
8. अभिजित नक्षत्र किन-किन नक्षत्रों के बीच है ?
9. चित्रा नक्षत्र के पहले तथा बाद का नक्षत्र लिखिए ?
10. प्रथम व अंतिम नक्षत्र कौन से हैं ?
11. पुष्य नक्षत्र के बाद तीन नक्षत्रों के नाम क्रम से लिखिए ?
12. यर्जुवेद में ज्योतिष को क्या कहा गया है ?

---------- ••• ----------

पाठ - 5

गोलार्द्ध में सबसे छोटे एवं सबसे बडे तथा बराबर दिन की जानकारी

बराबर दिन की जानकारी -

हम जानते हैं कि 21 मार्च एवं 23 सितम्बर को सूर्य की किरणें विषुवत रेखा पर लम्बवत् होतीं हैं। जिससे उत्तरी एवं दक्षिणी दोनों गोलार्द्ध में दिन व रात बराबर-बराबर अर्थात 12-12 घण्टे के होते हैं।

गोलार्द्ध में सबसे छोटे एवं सबसे बडे दिन की जानकारी -

22 दिसम्बर के बाद सूर्य उत्तर की ओर(कर्करेखा की ओर) गति करता हुआ दिखाई देता है।जिसे उत्तरायण का प्रारम्भ कहते है।जिससे 22 दिसम्बर के बाद उत्तरी गोलार्द्ध में दिन धीरे-धीरे बड़े होने लगते हैं तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन धीरे-धीरे छोटे होने लगते हैं। 21 जून को सूर्य की किरणें कर्करेखा पर लम्बवत होतीं हैं तथा उत्तरी ध्रुव सूर्य की तरफ झुका रहता है। जिससे 21 जून को उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे लंबा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है इसके विपरीत दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन सबसे छोटा तथा रात सबसे लम्बी होती है।

21 जून के बाद सूर्य दक्षिण की ओर(मकररेखा की ओर) गति करता हुआ दिखाई देता है।जिसे दक्षिणायण का प्रारम्भ कहते हैं।जिससे 21 जून के बाद उत्तरी गोलार्द्ध में दिन धीरे-धीरे छोटे होने लगते हैं तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन धीरे-धीरे बडे होने लगते हैं।22 दिसम्बर को सूर्य की किरणें मकररेखा पर लम्बवत होतीं हैं तथा दक्षिणी ध्रुव सूर्य की तरफ झुका रहता है। जिससे 22 दिसम्बर को दक्षिणी गोलार्द्ध में सबसे लंबा दिन तथा सबसे छोटी रात होती है इसके विपरीत उत्तरी गोलार्द्ध में दिन सबसे छोटा तथा रात सबसे लम्बी होती है।

शिक्षण संकेत - शिक्षक शंकु यंत्र के मॉडल का उपयोग करके उत्तरायण एवं दक्षिणायण की स्थिति को स्पष्ट करें तथा 21 / 22 जून को सूर्य की कर्करेखा की स्थिति, 21 मार्च एवं 23 सितम्बर को विषुवत पर स्थिति एवं 22 दिसम्बर को मकर रेखा पर स्थिति का प्रत्यक्ष अवलोकन करवाये। साथ ही 22 दिसम्बर से उत्तरायण तथा 21 जून से दक्षिणायण का भी समय-समय पर शंकु यंत्र से अवलोकन करवाऐं। सूर्य के उदय तथा अस्त के समय के अंतर से छोटे/बड़े दिन को स्पष्ट करें।

अभ्यास प्रश्न

1. दिन-रात बराबर कब होते हैं ?
2. उत्तरायण का प्रारम्भ कब से होता है ?
3. 21 जून को पृथ्वी का कौन सा ध्रुव सूर्य की ओर झुका होता है ?
4. उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे लम्बा दिन कब होता है ?
5. उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे छोटा दिन कब होता है ?
6. सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में कब से कब तक रहता है ?
7. 24 सितम्बर से 22 मार्च तक सूर्य किस गोलार्द्ध में रहता है ?
8. 21 जून के बाद सूर्य की गति किस ओर दिखती है ?

पाठ - 6

शंकु यंत्र का निर्माण एवं शंकु की छाया से पृथ्वी की गतियों की समझ

शंकु यंत्र का निर्माण :-

उद्देश्य:-

शंकु यंत्र की सहायता से पृथ्वी की गति की समझ ।

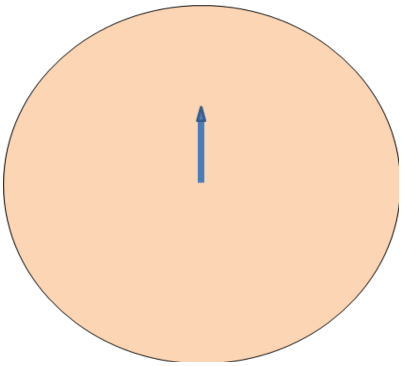
सूर्य की कर्क रेखा, मकर रेखा व विषुवत रेखा में स्थिति का अवलोकन ।

आवश्यक सामग्री -

1. वृत्ताकार लकड़ी या पत्थर का टुकडा (व्यास 80 सेंटीमीटर)
2. लोहे की राड (13 सेंटीमीटर)

निर्माण :-

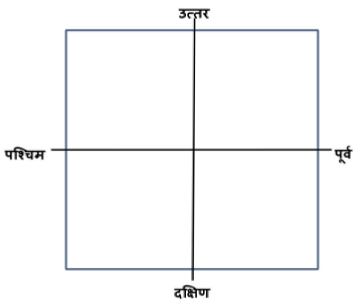
हम विद्यालय स्तर पर शंकु यन्त्र का निर्माण बहुत सरलता से कर सकते हैं।

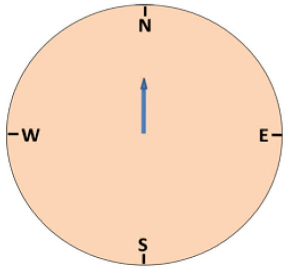


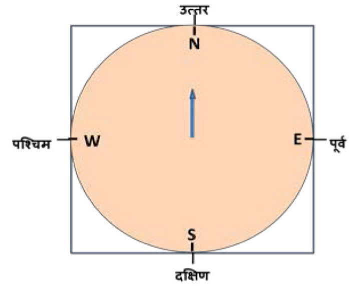
इसके लिए आपको एक 80 सेंटीमीटर व्यास का वृत्ताकार लकड़ी या पत्थर का टुकडा लेना है तथा उसके बीच में चित्रानुसार 13 से.मी. लम्बाई की एक राड इस प्रकार लगाना है कि तल के ऊपर राड की लम्बाई 12 से.मी. हो तथा राड उपर से नुकीली हो ।

यदि आप स्थाई रूप से अपनी संस्था में शंकु यंत्र बनाना चाहते हैं तो आपको 6 फीट व्यास के एक वृत्ताकार चबूतरे का निर्माण करवाना होगा । यह ध्यान रखना होगा कि उसकी सतह पूर्णत: समतल तथा चिकनी हो । आपको चबूतरे के मध्य में एक राड इस प्रकार लगानी होगी कि 12 इंच (एक फीट) लम्बी राड तल के ऊपर रहे । चबूतरा ऐसे स्थान पर बनाया जाए कि उस पर पूरे दिन धूप रहे। चबूतरे की ऊंचाई आप स्थानीय सुविधानुसार रख सकते हैं । अब आपका शंकु यंत्र बनकर तैयार है ।

शंकु को उपयोग लायक बनाने के लिए, हमें निर्धारित दिनांकों में शंकु की परछाई का अवलोकन कर शंकु पर निशान लगाने होंगे । इसके लिए यह आवश्यक है कि यदि आपने लकड़ी पर शंकु बनाया है तो आप उस पर दिशाओं का अंकन कर लीजिए तथा चुंबकीय सूई की सहायता से जमीन पर यंत्र को रखे जाने वाले स्थान पर भी दिशाओं का अंकन कर लीजिए प्रत्येक अवलोकन के समय आपको यंत्र को जमीन पर इस प्रकार रखना है कि यंत्र एवं जमीन पर अंकित दिशाओं के निशान एक समान हों ।







रेखाओं का अंकन - 21 मार्च या 23 सितम्बर के पूरे दिन राड की परछाई के अंतिम बिन्दु पर आधे-आधे घण्टे के बाद समतल सतह पर निशान लगाइए। सूर्य अस्त के समय हम देखेंगे कि सभी निशान एक सीधी रेखा बना रहे हैं। यह हमारी विषुवत रेखा है।

22 जून को पूरे दिन राड की परछाई के अंतिम बिन्दु पर आधे-आधे घण्टे के बाद समतल सतह पर निशान लगाइए। सूर्य अस्त के समय हम देखेंगे कि सभी निशान एक वक्र रेखा बना रहे हैं। यह हमारी **कर्क रेखा** है।

22 दिसम्बर को पूरे दिन राड की परछाई के अंतिम बिन्दु पर आधे-आधे घण्टे के बाद समतल सतह पर निशान लगाइए। सूर्य अस्त के समय हम देखेंगे कि सभी निशान एक वक्ररेखा बना रहे हैं। यह हमारी **मकर रेखा** है। सभी रेखाओं को पेंट से स्थाई करवा दीजिये।

शंकु की छाया से पृथ्वी की गतियों की समझ :- शंकु की छाया से पृथ्वी की गति की समझ के लिए हमें शंकु की परछाई का अवलोकन करना होगा। हम देखते है कि -

- 21 मार्च को पूरे दिन शंकु की परछाई विषुवत रेखा पर गमन करती हुई दिखाई देती है। जिससे स्पष्ट है कि पृथ्वी का कोई भी गोलार्द्ध सूर्य की ओर झुका हुआ नहीं है।
- 21 या 22 जून को हम देखते हैं कि शंकु की परछाई कर्क रेखा पर गमन करती हुई दिखाई देती है। जिससे स्पष्ट है कि इस समय पृथ्वी का उत्तरी ध्रुव सूर्य की ओर झुका हुआ है अर्थात 21 मार्च से 22 जून के मध्य पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव का झुकाव धीरे-धीरे सूर्य की ओर होता है।
- 23 सितम्बर को पुन: पूरे दिन शंकु की परछाई विषुवत रेखा पर गमन करती हुई दिखाई देती है। जिससे स्पष्ट है कि पृथ्वी का कोई भी गोलार्द्ध सूर्य की ओर झुका हुआ नहीं है अर्थात 22 जून से 23 सितम्बर के मध्य पृथ्वी का उत्तरी ध्रुव पुन: सीधी स्थिति में आ गया है।
- 22 दिसम्बर को हम देखते हैं कि शंकु की परछाई मकर रेखा पर गमन करती हुई दिखाई देती है। जिससे स्पष्ट है कि इस समय पृथ्वी का दक्षिणी ध्रुव सूर्य की ओर झुका हुआ है। अर्थात 23 सितम्बर से 22 दिसम्बर के मध्य पृथ्वी के दक्षिणी ध्रुव का झुकाव धीरे-धीरे सूर्य की ओर होता है।
- पुन: 21 मार्च को हम देखते हैं कि पूरे दिन शंकु की परछाई विषुवत रेखा पर गमन करती हुई दिखाई देती हैं जिससे स्पष्ट है कि पृथ्वी का कोई भी गोलार्द्ध सूर्य की ओर झुका हुआ नहीं है अर्थात 22 दिसम्बर से 21 मार्च के मध्य पृथ्वी का दक्षिणी ध्रुव पुन: सीधी स्थिति में आ गया है।

इस प्रकार हम शंकु यंत्र के माध्य से प्रत्यक्ष रूप से यह अवलोकन कर सकते हैं कि पृथ्वी के सूर्य के चारों ओर घूमने के कारण, सूर्य कर्क रेखा से मकर रेखा के बीच गति करता हुआ दिखाई दे रहा है तथा इस गति से पृथ्वी के ध्रुवों का झुकाव भी सूर्य की ओर परिवर्तित हो रहा है।

पाठ - 7

सूर्य से दूरी के क्रम में ग्रहों का मॉडल निर्माण

उद्देश्य:-

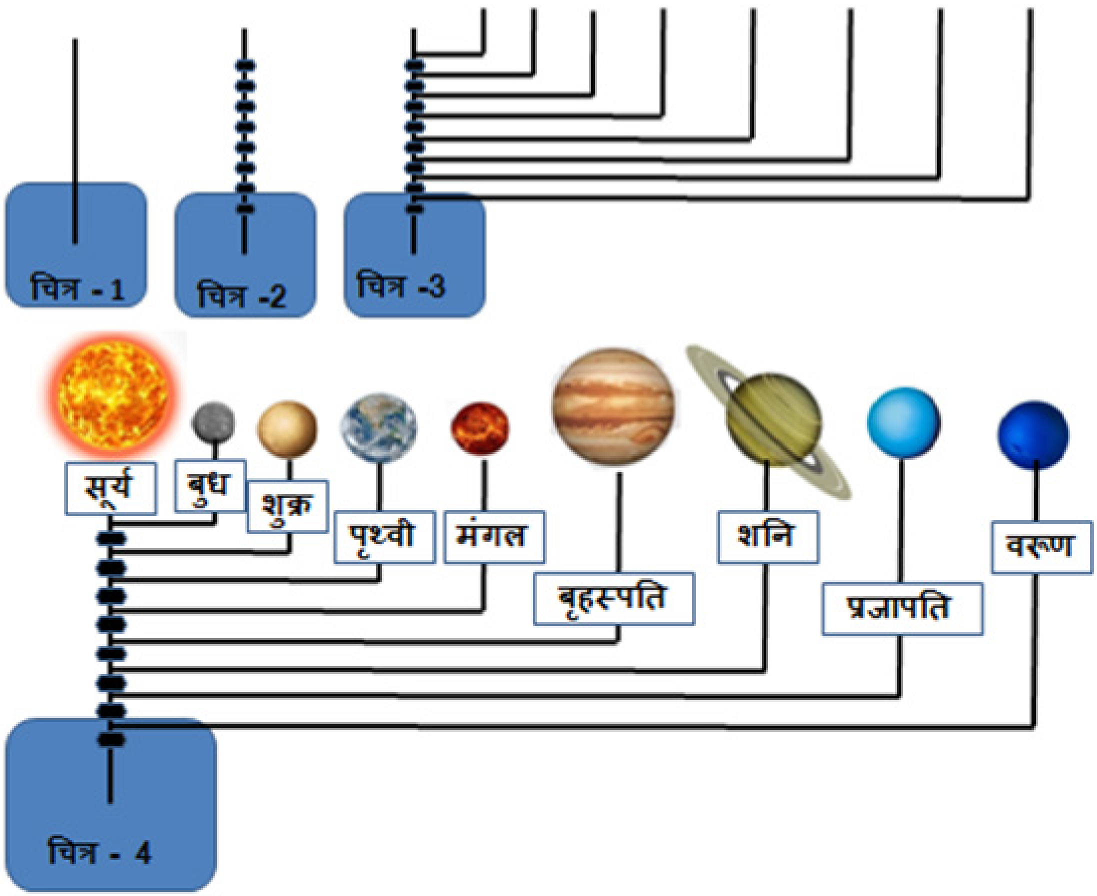
- सौर मंडल के ग्रहों की जानकारी ।
- ग्रहों की सूर्य से दूरी की समझ ।
- ग्रहों के तुलनात्मक आकार की समझ ।
- ग्रहों के रंगों की समझ।
- आंतरिक एवं बाह्य ग्रहों की जानकारी ।
- बुध व शुक्र के पारगमन की समझ ।

आवश्यक सामग्री -

1. नौ बॉल (चित्र में दिखाई गई आकृति के अनुसार अलग-अलग आकार की)
2. बॉल के रंग (सूर्य - नारंगी रंग,बुध - ग्रे रंग, शुक्र - चमकीला रंग, पृथ्वी- नीला रंग, मंगल - लाल रंग, बृहस्पति - पीला रंग, शनि - धूसर रंग, प्रजापति - आसमानी रंग, वरूण - गहरा नीला रंग) उक्त रंग की बॉल न मिलने पर उन्हें निर्धारित रंग से पेंट कर उपयोग किया जा सकता है।
3. आधार हेतु मोटा पटिया ।
4. एक 18 इंच लम्बी रॉड ।
5. आठ बोल्ट
6. मोटा तार दो मीटर

निर्माण प्रक्रिया :-

1. मोटे पटिए में चित्र-1 के अनुसार लम्बी रॉड को लगाइए ।
2. रॉड के मध्य में चित्र-2 के अनुसार आठ बोल्ट लगाइए ।
3. चित्र - 3 के अनुसार अलग-अलग आकार में तार को काटकर (L) आकार में मोड लीजिए । प्रत्येक बोल्ट की खाली जगह पर (L) आकार में मुडे हुए तारों को लगाइए ।
4. राड के उपर सूर्य की बॉल को लगाइए तथा सूर्य से दूरी के क्रम में क्रमशः बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, प्रजापति एव वरूण की बॉल को लगाइए । (चित्र - 4)
5. प्रत्येक बॉल के नीचे तार पर उनके नाम की पट्टी चिकाइए । आपका मॉडल बनकर तैयार हो गया है ।



ग्रहों के मॉडल का प्रयोग -

ग्रहों के मॉडल का प्रयोग हम सौर परिवार की समझ, सूर्य से दूरी के क्रम में ग्रहों की स्थिति, उनके तुलनात्मक आकार, रंग, आंतरिक एवं बाह्य ग्रह, बुध व शुक्र ग्रह के पारगमन की समझ हेतु कर सकते हैं। कक्षा अनुसार उपयोग के विषय में विस्तृत जानकारी पाठों में दी जा रही है।

शिक्षण संकेत - शिक्षक उपरोक्तानुसार मॉडल विद्यालय स्तर पर अनिवार्य रूप से बनवाकर कक्षा शिक्षण में इनका उपयोग करें।

---------- ••• ----------

पाठ - 8

ग्रहों की सूर्य से दूरी, परिक्रमण, घूर्णन एवं उपग्रहों की जानकारी

xzg	Ä.kZu dky ¼iFoh fnu½ D-fnu] H-?k.Vs M-feuV] S- ld.M	ifjØe.k dky ¼iFoh ds fnu@o"kZ½	0;kl ¼fd-eh-½	mi xzg	lw;Z ls njh ¼djksM+ fd-eh-½	d{kh; >qdko ¼iFoh dh d{kk ls½
lw;Z	$25^{D}8^{H}24^{M}$	25 djksM+ o"kZ ¼vkdk'k xaxk dh ,d ifjØek½	1392000	&	28000 izdk'k o"kZ ¼vkdk'k xaxk ds dsUnz ls njh½	--
cq/k	$58^{D}15^{H}30^{M}$	87-969fnu	4878	0	5-79	7.005°
'kqØ	$243^{D}16^{H}0^{M}$	225 fnu	12100	0	10-82	3.4°
iFoh	$23^{H}56^{M}04^{S}$	365 ¼ fnu	12760	1	15	0.0°
eaxy	$24^{H}37^{M}23^{S}$	686-98 fnu	6750	2	22-56	1.51°
xq:	$09^{H}55^{M}$	11-9 o"kZ	143760	79	77-8	1.303°
'kfu	$10^{H}32^{M}$	29-5 o"kZ	120420	82	142-7	2.485°
iztkifr	$17^{H}15^{M}$	84 o"kZ	51120	27	286-9	0.773°
o:.k	$15^{H}48^{M}$	165 o"kZ	49530	13	449-8	1.768°

सौर परिवार की समझ :-

सौर परिवार की समझ हेतु विद्यार्थियों को ग्रहों के मॉडल का अवलोकन करवाया जाए। उनको जानकारी दी जाए कि सूर्य हमारे सौर परिवार का मुखिया है एवं बुध से वरूण तक सभी आठ ग्रह सूर्य का चक्कर लगाते हैं। मॉडल में इनको घुमाकर भी दिखाया जाए। यह भी बताया जाए कि सूर्य एवं आठ ग्रहों से मिलकर हमारा सौर परिवार बनता है।

सूर्य से दूरी के क्रम में ग्रहों की स्थिति :-

ग्रहों के मॉडल को दिखाकर बताया जाए कि सूर्य से सबसे नजदीक बुध ग्रह है उसके बाद शुक्र ग्रह है, हमारी पृथ्वी दूरी के क्रम में तीसरे नम्बर पर है। पृथ्वी के बाद क्रमश: मंगल, बृहस्पति, शनि, प्रजापति तथा वरूण ग्रह हैं। जिनकी सूर्य से औसत दूरी निम्नानुसार है -

बुध की दूरी - 5.79 करोड किमी,

शुक्र की दूरी - 10.82 करोड किमी,

पृथ्वी की दूरी - 15 करोड किमी,

मंगल की दूरी - 22.56 करोड किमी,

बृहस्पति की दूरी - 77.8 करोड किमी,

शनि की दूरी - 142.7 करोड किमी,

प्रजापति की दूरी - 286.9 करोड किमी,

वरूण की दूरी - 449.8 करोड किमी,

सूर्य तथा पृथ्वी के बीच बुध तथा शुक्र ग्रह स्थित है यह आंतरिक ग्रह कहलाते हैं। पृथ्वी के बाद स्थित ग्रह मंगल, बृहस्पति,शनि, प्रजापति तथा वरूण वाह्य ग्रह कहलाते हैं। हमारा सौर परिवार आकाश गंगा के केंद्र से 28 हज़ार प्रकाश वर्ष दूर है। (१ प्रकाश वर्ष = 9.46×10^{12} कि.मी.)

परिक्रमण काल :-

हम जानते हैं कि सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर दीर्घ वृत्ताकार कक्षा में परिक्रमा करते हैं। जिसे परिक्रमण गति कहते हैं। सूर्य से दूरी के अनुसार इनका परिक्रमण का समय क्रमश: बढता जाता है। बुध को सूर्य की एक परिक्रमा 87.969 पृथ्वी दिवस में पूर्ण करता है। शुक्र को सूर्य की एक परिक्रमा पूर्ण करने में 225 पृथ्वी दिवस का समय लगता है। शुक्र को सूर्य की एक परिक्रमा पूर्ण करने में 225 पृथ्वी दिवस का समय लगता है। हमारी पृथ्वी सूर्य की एक परिक्रमा 365 दिन 5 घण्टे 48 मिनट 45.7 से. में पूर्ण करती है। वहीं मंगल को सूर्य की एक परिक्रमा पूर्ण करने में पृथ्वी से लगभग दुगना समय 686.98 पृथ्वी दिवस का समय लगता है अर्थात मंगल का एक वर्ष पृथ्वी के 686.98 दिवस का होता है। इसी प्रकार बृहस्पति को 11.9 पृथ्वी वर्ष, शनि को 29.5 पृथ्वी वर्ष, प्रजापति को 84 पृथ्वी वर्ष, एवं वरूण को 165 पृथ्वी वर्ष सूर्य की एक परिक्रमा पूर्ण करने में लगते हैं।

"कोई भी ग्रह सूर्य की एक परिक्रमा जितने समय में पूर्ण करता है वह उस ग्रह का एक वर्ष कहलाता है।"

इस प्रकार हम देख सकते हैं कि वरूण ग्रह का वर्ष सबसे बडा होता है तो बुध ग्रह का सबसे छोटा।

हमारा सौर परिवार आकाश गंगा की परिक्रमा 25 करोड़ वर्ष में पूर्ण करता है।

घूर्णन काल :-

सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर घूमने के साथ-साथ अपनी धुरी पर भी घूमते हैं। यह गति घूर्णन गति कहलाती है।

"कोई भी ग्रह अपनी धुरी पर एक पूरा चक्कर जितने समय में पूर्ण करता है वह उस ग्रह का एक दिन कहलाता है।"

हमारे सौर परिवार में शुक्र एवं प्रजापति दो ग्रह ऐसे हैं जो अपनी धुरी पर घड़ी की सुईयों की दिशा में घूमते हैं शेष ग्रह घड़ी की सुईयों की विपरीत दिशा में अपनी धुरी पर घूमते हैं।

यदि हम ग्रहों की घूर्णन गति का अध्ययन करें तो हमें रूचिकर परिणाम प्राप्त होते हैं।

- बुध अपनी धुरी पर 58 दिन 15 घण्टे 30 मिनट में एक चक्कर पूर्ण करता है अर्थात बुध का एक दिन पृथ्वी के 58 दिन से भी बड़ा होता है। जिससे जो सतह सूर्य के सामने रहती है वह अत्यन्त गर्म हो जाती है।
- शुक्र अपनी धुरी पर अत्यंत धीमे 243 दिन 16 घण्टे में एक चक्कर पूर्ण करता है अर्थात शुक्र का एक दिन पृथ्वी के 243 दिन से भी बड़ा होता है। जिससे जो सतह सूर्य के सामने रहती है वह इतनी गर्म हो जाती है कि वहां सीसा भी पिघल जाता है एवं पीछे की सतह अत्यन्त ठंडी रहती है। शुक्र ही एक मात्र ऐसा ग्रह है जिसका एक दिन उसके एक वर्ष (225 दिन) से भी बड़ा होता है।
- मंगल अपनी धुरी पर 24 घण्टे 37 मिनट 23 सेकेण्ड में एक चक्कर पूर्ण करता है। मंगल का एक दिन पृथ्वी के एक दिन (23 घण्टे 56 मिनट 4 सेकेण्ड) के लगभग समान है।
- हमारे सौर परिवार का सबसे बडा ग्रह बृहस्पति अपनी धुरी पर सबसे तेज गति से घूमता है यह 9 घण्टे 55 मिनट में अपनी धुरी पर एक चक्कर पूर्ण कर लेता है।
- हमारे सौर परिवार का सबसे सुन्दर ग्रह शनि भी अपनी धुरी पर अत्यन्त तेज गति से घूमता है यह 10 घण्टे 32 मिनट में अपनी धुरी पर एक चक्कर पूर्ण कर लेता है।
- प्रजापति एवं वरूण ग्रह भी अपनी धुरी पर तेज गति से घूमते हैं इनके एक घूर्णन का समय क्रमश: 17 घण्टे 15 मिनट एवं 15 घण्टे 48 मिनट है।

तुलनात्मक आकार :-

हमारे सौर परिवार का मुखिया सूर्य सबसे बड़ा है इसका व्यास 1392000 किमी है। अगर हम ग्रहों का तुलनात्मक आकार देंखे तो बृहस्पति ग्रह सबसे बड़ा है इसका व्यास 143760 किमी है। बृहस्पति आकार में इतना विशाला है कि उसमें पृथ्वी के आकार के 1300 ग्रह समा सकते हैं। दूसरे नम्बर पर शनि ग्रह है जिसका व्यास 120420 किमी है। शनि ग्रह अपनी वलय के लिए प्रसिद्ध है इसकी वलय लगभग 275000 किमी चौडे भाग में फैली हुई है। जिसके कारण शनि टेलिस्कोप से बहुत सुन्दर नजर आता है।

शनि के बाद क्रमश: प्रजापति - 51120 किमी, वरूण - 49530 किमी, पृथ्वी - 12760 किमी, शुक्र - 12100 किमी, मंगल - 6750 किमी, तथा बुध सबसे छोटा - 4878 किमी व्यास का है। ग्रहों के मॉडल से ग्रहों के तुलनात्मक आकार को दिखाकर चर्चा की जाए कि सबसे बड़ा, सबसे छोटा, आकार के अनुसार पृथ्वी कौन से क्रम में है आदि।

उपग्रह :-

हमारे सौर परिवार में बुध और शुक्र दो ऐसे ग्रह हैं जिनका कोई प्राकृतिक उपग्रह नहीं हैं। हमारी पृथ्वी का एक मात्र प्राकृतिक उपग्रह है जिसे हम चन्द्रमा कहते हैं। मंगल ग्रह के दो प्राकृतिक उपग्रह (फोबोस, डीमॉस) हैं। बृहस्पति के चार प्रमुख प्राकृतिक उपग्रह हैं - आयो, यूरोपा, गनिमिडे एवं कैलिस्टो जिसमें गनिमिडे और कैलिस्टो बुध ग्रह से भी बडे हैं। शनि ग्रह के सबसे ज्यादा उपग्रह है। शनि का सबसे बड़ा उपग्रह टाइटन है जो बुध ग्रह से बड़ा एवं मंगल से थोडा ही छोटा है।

शिक्षण संकेत - शिक्षक ग्रहों के मॉडल से ग्रहों के आकार, रंग, सूर्य से दूरी, आंतरिक एवं वाह्य ग्रह आदि पर चर्चा करें।

अभ्यास प्रश्न

1. सूर्य का घूर्णन काल कितना है?
2. हमारे सौर परिवार में क्या-क्या आता है?
3. सूर्य से दूरी के क्रम में पृथ्वी का क्रम कौन सा है ?
4. शनि ग्रह की सूर्य से औसत दूरी कितनी है?
5. आंतरिक ग्रह कौन-कौन से हैं ?
6. बृहस्पति सूर्य की एक परिक्रमा कितने वर्ष में पूर्ण करता है ?
7. किसी ग्रह के लिए वर्ष का निर्धारण कैसे होता है ?
8. कौन-कौन से ग्रह अपनी धुरी पर घड़ी की सुईयों की दिशा में घूमते हैं ?
9. किस ग्रह का एक दिन उसके वर्ष से भी बड़ा है ?
10. कौन सा ग्रह अपनी धुरी पर सबसे तेज घूमता है?
11. बृहस्पति ग्रह पृथ्वी से कितने गुना बड़ा है ?
12.. शनि की वलय कितनी चौड़ी है ?
13. मंगल ग्रह के उप ग्रहों के नाम लिखिए?
14. शनि के सबसे बडे उपग्रह का क्या नाम है ?
15. वरूण ग्रह सूर्य की एक परिक्रमा कितने पृथ्वी वर्ष में पूर्ण करता है ?
16. पृथ्वी के सबसे पास का ग्रह कौन सा है ?

---------- ••• ----------

पाठ - 9

शुक्र ग्रह का अवलोकन

पिछली कक्षाओं में आपने सूर्य एवं चन्द्रमा का अवलोकन किया है। आइऐ अब हम शुक्र ग्रह का अवलोकन करते हैं। शुक्र हमारी पृथ्वी के सबसे निकट का ग्रह है। जिससे यह सूर्य एवं चन्द्रमा के बाद सबसे अधिक चमकीला दिखाई देता है। इसे हम पूर्व में सूर्य उदय के पहले या पश्चिम में सूर्य अस्त के बाद लट्टू के समान चमकता हुआ देख सकते हैं। इसीलिए इसे सुबह या सायं का तारा कहते हैं। टेलिस्कोप से शुक्र ग्रह की चन्द्रमा के समान कलाऐं दिखाई देतीं हैं।

आपको सायं के समय पश्चिम दिशा में सूर्य अस्त के बाद प्रत्येक 15 दिवस में अवलोकन करना है तथा अपने अवलोकन को निम्नांकित सारणी में दर्ज करना है।

क्र	दिनांक	सूर्य अस्त का समय	शुक्र के उदय का समय	शुक्र के उदय की स्थिति
1				
2				
3				
4				
5				
6				

शिक्षण संकेत - शिक्षक नेट के माध्यम से या शासकीय जीवाजी वेधशाला उज्जैन द्वारा प्रकाशित दृश्य ग्रह स्थिति पञ्चाङ्ग / आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका के माध्यम से शुक्र के पश्चिम दिशा में उदय के माह की जानकारी प्राप्त करें। शिक्षक शुक्र के उदय के अनुसार दिनांकों का निर्धारण कर विद्यार्थियों से अवलोकन करवायें।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

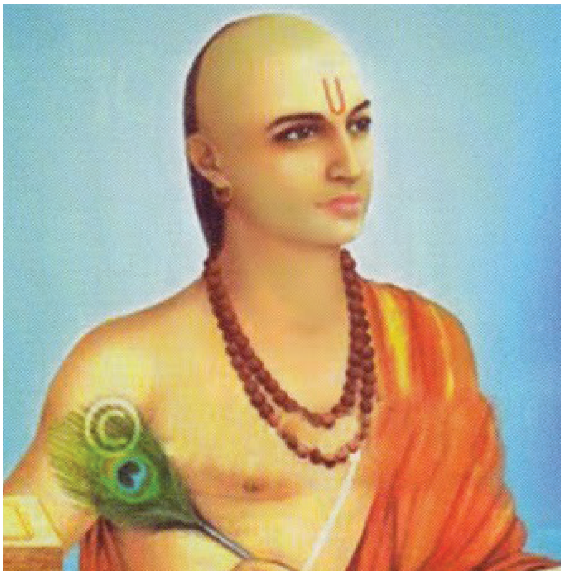
1. सबसे अधिक चमकीला दिखने वाला ग्रह कौन सा है ?
2. शुक्र ग्रह को आप कौन-कौन सी दिशा में देख सकते हैं ?
3. सुबह या सायं का तारा किस ग्रह को कहते हैं ?
4. शुक्र ग्रह को सुबह या सायं का तारा क्यों कहते हैं ?
5. आपने अपने अवलोकन में शुक्र ग्रह को किस माह में किस दिशा में देखा ?

---------- ••• ----------

कक्षा 4

पाठ - 1

भास्कराचार्य का खगोल शास्त्र में योगदान



दो भास्काराचार्य हुए हैं भास्कराचार्य प्रथम एवं द्वितीय । इस अध्याय में हम भास्कराचार्य प्रथम पर सक्षिप्त जानकारी देते हुए भास्कराचार्य द्वितीय के खगोलशास्त्र में योगदान पर चर्चा करेंगे ।

भास्कर नाम के एक ज्योतिषी थे जिन्हें भास्कराचार्य प्रथम नाम से भी जाना जाता है । भास्कराचार्य प्रथम आर्यभट प्रथम के शिष्य परम्परा के थे। इनका जन्म स्थान अस्मक में था । जो नर्मदा गोदावरी के बीच में था । आपके महाभास्करीय और लधुभास्करीय नामक ग्रंथों का प्रयोग लगभग 15 वीं शताब्दी ई. के अन्त तक दक्षिण भारत में होता रहा । इनके दोनों ग्रंथों में गणना कलियुग के आरम्भ से की गई है । आपने एक तीसरा ग्रंथ भी लिखा है जो आर्यभटीय की टीका है । जिसका नाम आर्यभट तंत्र-भाष्य रखा । इस टीका में सन 629 ई. दिनांक अंकित है ।

भास्कराचार्य द्वितीय ने अपना जन्म स्थान सह्याद्रि पर्वत के निकट विज्जडविड ग्राम लिखा है । जो आधुनिक कर्नाटक में बीजापुर माना जाता है । आपके पिता श्री महेश्वर गणित, वेद तथा अन्य शास्त्रों के प्रसिद्ध ज्ञाता थे । जिन्होंने भास्कराचार्य को गणित एवं खगोल की शिक्षा दी । आपने एक श्लोक में अपना जन्मकाल 1114 ई. एवं " सिद्धान्त शिरोमणि " ग्रंथ की रचना का काल 36 वर्ष आयु में करना बताया है । करण कौतुहल ग्रंथ का रचना काल 1183 ई. है। आपके चार ग्रंथ बहुत प्रसिद्ध हैं -

1. **सिद्धान्त शिरोमणि**
2. **लीलावती**
3. **बीज गणित**
4. **करण-कुतूहल**

लीलावती एवं बीजगणित यर्थाथ में सिद्धान्त शिरोमणि के ही अंग माने गये हैं , क्योंकि सिद्धान्त ज्योतिषी का पूरा ज्ञान तभी सम्भव है, जब विद्यार्थियों को पाटी गणित एवं बीज गणित का पर्याप्त ज्ञान हो । सिद्धान्त शिरोमणि ग्रंथ का अरबी भाषा में भी अनुवाद किया गया है । भास्कराचार्य द्वारा संस्कृत भाषा में लिखी गई इस पुस्तक को सुबोध बनाने के लिए इसकी स्वयं वासना भाष्य टीका लिखी।

सिद्धान्त शिरोमणि -

यह ग्रंथ ज्योतिष सिद्धान्त का महत्वपूर्ण एवं प्रसिद्ध ग्रंथ है। इसमें ज्योतिष सिद्धान्त के सभी तथ्यों को उपपत्ति के साथ विस्तार से बताया गया है। यह ग्रंथ दो भागों में है। गणिताध्याय और गोलाध्याय

गोलाध्याय में 15 अध्याय हैं, जिसमें मंगलाचरण के बाद ज्योतिषी को क्या क्या जानना चाहिए तथा शुभाशुभ बताने के लिए गणित और गणित ज्योतिष की जानकारी की आवश्यकता को बताया गया है।

द्वितीय-गोल स्वरूप प्रश्नाध्याय में पृथ्वी ग्रह-नक्षत्रों के बीच भ्रमण करते हुए राशि चक्र के भीतर आकाश में कैसे ठहरी हुई है, वह नीचे क्यों नहीं गिर सकती, उसका स्वरूप और मान क्या है। रविमार्ग के बराबर-बराबर 12 भाग, जो 12 राशियां हैं, एक समान समय में उदित क्यों नहीं होतीं और सभी स्थानों पर एक समय में क्यों उदित नहीं होतीं। इस प्रकार के प्रश्नों के उत्तर दिए गए हैं।

भुवन कोश नामक तीसरे अध्याय में सौर परिवार के स्वरूप को बताया गया है। जिसके अनुसार पृथ्वी क्रमानुसार चन्द्र, बुध, शुक्र, सूर्य, मंगल, बृहस्पति और नक्षत्रों की कक्षाओं से घिरी हुई है और इसका कोई आधार नहीं है, यह केवल अपनी शक्ति से स्थिर है। कदंब के फूल के समान पृथ्वी भी चारों ओर से पर्वत, उद्यान, ग्राम, यज्ञशाला आदि से घिरी है। पृथ्वी में आकर्षण शक्ति है, जिससे वह आकाश में फेंकी गई वस्तुओं को अपनी ओर खींचती है। परन्तु पृथ्वी कहीं नहीं गिर सकती ,क्योंकि आकाश सब ओर समान है। आपने इस मत का भी खण्डन किया कि पृथ्वी समतल है और मेरू पर्वत के पीछे सूर्य के छिप जाने से रात्रि होती है। आपने बताया कि जैसे वृत्त की परिधि का छोटा सा भाग सीधा जान पडता है, वैसे ही इस बडी भूमि के उपर मनुष्य की दृष्टि जहां तक जाती है वह सपाट दिखती है। आपने बताया कि भू-मध्य रेखा से उज्जैयनी (उज्जैन) की दूरी नाप कर उसे 16 से गुणा करने पर पृथ्वी की परिधि ज्ञात हो जाएगी। भू-मध्य रेखा पर मनुष्य दक्षिण और उत्तर दोनों ध्रुवों को क्षितिज पर देखेगा और आकाश को अपने सिर के उपर घूमता हुआ देखेगा। इसके बाद आपने ध्रुव के उन्नतांश और स्थान के अक्षांश में संबंध, पृथ्वी की परिधि, व्यास, पृष्ठीय क्षेत्रफल को बताया, जिसमें परिधि एवं व्यास का अनुपात (π) बहुत शुद्ध 3.1416 लिया गया है।

मध्यम गति वासना नामक चौथे अध्याय में सूर्य चन्द्रमा और ग्रहों की मध्यम गतियां दी गई हैं। पृथ्वी के उपर वायुओं के सात स्तर बताये गये हैं, सौर वर्ष, चान्द्र मास और अधिमास की परिभाषाऐं एवं उनके मान दिये गये हैं।

ज्योत्पत्ति नामक पांचवें अध्याय में त्रिकोणमिति के कुछ सूत्र दिये गये हैं।

छेद्यकाधिकार नामक छटवें अध्याय में सूर्य, चन्द्रमा और ग्रहों की स्फुट स्थितियों के नियम, सूर्य और चन्द्रमा के आभासीय व्यास चन्द्रमा घटता-बढता क्यों है, को स्पष्ट किया गया है।

गोलबंधाधिकार नामक सातवें अध्याय में बताया गया है, कि कैसे बीज में काठ के गोले से पृथ्वी और उसके केन्द्र से जाने वाली छडी पर वृत्त बांध कर चन्द्र, बुध आदि की कक्षाऐं प्रदर्शित की जा सकतीं हैं और ज्योतिष अध्ययन में आने वाले यामोत्तर क्षितिज आदि अनेक वृत्त कैसे दिखाये जा सकते हैं, इसी अध्याय में अयनांश, क्रान्ति, शर आदि ज्ञात करने के नियम दिए गए हैं।

आठवें अध्याय त्रिप्रश्नवासना में सूर्य उदय का समय जानने की विधि, विभिन्न स्थानों के दिनमान, भू-मध्य रेखा पर दिनरात बराबर क्यों, उत्तरी ध्रुव पर दिनरात की स्थिति, चन्द्रमा पर दिनरात का होना, राशियों के उदय-अस्त एवं उनकी स्थिति, अक्षांश जानने की विधि आदि का वर्णन किया गया है।

नोवें अध्याय ग्रहणवासना एवं दसवें अध्याय दृक्कर्मवासना में ग्रहण के गणना की विधि बताई गई है।

श्रृंगोन्नतिवासना अध्याय में चन्द्रमा के श्रृंग किस दिशा में होंगे, इस पर चर्चा की गई है।

यंत्राध्याय नामक बारवें अध्याय में बताया गया है, कि काल के सूक्ष्म अवयवों का ज्ञान बिना यंत्र के असम्भव है एवं गोल,नाडीवलय, यष्टि, शंकु, घटी, चक्र, चाप, तुर्य, फलक और घी यंत्रों का वर्णन एवं उपयोग को बताया गया है। घी यंत्र को सबसे उत्तम बताया गया है। खगोलीय यंत्रों के बाद स्वयं चल यंत्रों का भी वर्णन किया गया है।

तेरहवें अध्याय में ऋतु वर्णन दिया गया है। चौदहवें अध्याय में ज्योतिष संबंधि प्रश्न एवं उनके उत्तर दिए गए हैं तथा अंतिम पंद्रहवें अध्याय ज्योत्पतत्ति में कोणों की ज्या की गणना एवं त्रिकोणमिति प्रश्नों पर विचार किया गया है।

करण-कुतूहल नामक ग्रंथ में ग्रहों की गणना की सरल विधियां बताई गई हैं। जिससे पञ्चाङ्ग बनाने का काम सरलता से किया जा सकता है।

लीलावती एवं बीज गणित, गणितीय ग्रंथ हैं लीलावती ग्रंथ का उपयोग काफी समय तक गुरूकुल में अध्यापन की पुस्तक के रूप में होता रहा है। इस ग्रंथ का नाम भास्कराचार्य ने अपनी पुत्री लीलावती के नाम पर रखा है। इस ग्रंथ में अंक गणित, बीजगंणित और ज्यमिति के प्रश्न एवं उसके उत्तर दिए गए हैं। इन ग्रंथों का कई भाषाओं में अनुवाद भी किया गया है।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

1. भास्कराचार्य प्रथम द्वारा लिखित प्रमुख दो ग्रंथों के नाम लिखिए ?
2. भास्कराचार्य द्वितीय को गणित तथा खगोल की शिक्षा किसने दी ?
3. भास्कराचार्य द्वितीय द्वारा लिखित चार प्रसिद्ध ग्रंथों के नाम लिखिए ?
4. भास्कराचार्य द्वितीय द्वारा लिखित सिद्धांत शिरोमणि ग्रंथ के भुवन कोष नामक अध्याय में किसका वर्णन है ?
5. भास्कराचार्य द्वितीय द्वारा लिखित सिद्धांत शिरोमणि ग्रंथ के त्रिप्रश्न वासना नामक अध्याय में किसका वर्णन है ?
6. भास्कराचार्य द्वितीय द्वारा लिखित सिद्धांत शिरोमणि ग्रंथ के यंत्राध्याय में किस यंत्र को सबसे उत्तम बताया गया है ?
7. भास्कराचार्य द्वितीय द्वारा लिखित ग्रंथ लीलावती किस विषय का ग्रंथ है ?
8. भास्कराचार्य द्वितीय ने अपनी पुत्र के नाम पर कौन से ग्रंथ की रचना की ?

---------- ••• ----------

पाठ - 2

वेधशाला के कार्य एवं यंत्रों की जानकारी

कार्य :-

वेधशालाओं का निर्माण खगोलीय गणनाओं की प्रायोगिक समझ, उनके सत्यापन तथा खगोलीय स्थितियों के अवलोकन के लिए किया गया था। वर्तमान में उज्जैन वेधशाला निम्नांकित कार्य सम्पादित कर रही है -

1. वेधशाला में पांच प्राचीन यंत्र हैं। जिनके माध्यम से खगोलीय जानकारी पर्यटकों एवं विद्यार्थियों को प्रदान की जाती है।
2. विशेष दिवसों पर खगोलीय अवलोकन हेतु मीडिया के माध्यम से व्यापक प्रचार-प्रसार कर प्राचीन यंत्रों से अवलोकन की व्यवस्था की जाती है।
3. वेधशाला में स्थित नक्षत्र वाटिका के माध्यम से राशियों तथा नक्षत्रों के परस्पर संबंध, इनकी आकाश में स्थिति, आकार एवं वनस्पति, सूर्य एवं ग्रहों के तुलनात्मक आकार, रंग एवं उनकी सूर्य से दूरी की समझ विकसित करने के अवसर उपलब्ध करवाए जाते हैं।
4. आकाश में राशियों, नक्षत्रों, प्रमुख तारा समूहों, ग्रहों, उपग्रहों,टेलिस्कोप आदि की जानकारी डिजिटल प्रोजेक्टर के माध्यम से तारामण्डल में प्रदान की जाती है।
5. "हमारा सौर परिवार" नामक सीडी के माध्यम से आकाश गंगा में सौर परिवार की स्थिति, सूर्य का जीवन चक्र एवं सभी ग्रहों से संबंधित जानकारी प्रदान की जाती है।
6. कार्यशील ग्रहण मॉडल के मध्यम से सूर्य ग्रहण, चन्द्रग्रहण,चन्द्रमा की कलाएॅ, ऋतु परिवर्तन, सूर्य की रेखाओं पर स्थिति, पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर परिभ्रमण आदि का प्रत्यक्ष अवलोकन करवाया जाता है।
7. सौर परिवार मॉडल के माध्यम से ग्रहों की सूर्य से दूरी, तुलनात्मक आकार, रंग, पारगमन आदि की जानकारी प्रदान की जाती है।
8. सूर्य ग्रहण, चन्द्र ग्रहण,पारगमन, ग्रहों को पृथ्वी के नजदीक आना आदि विशिष्ठ खगोलीय घटनाओं को टेलिस्कोप के माध्यम से अवलोकन करवाया जाता है।
9. वर्षा, तापमान, आद्रता, वायुदाब, हवा की गति व दिशा आदि के आंकडे यंत्रों के माध्यम से प्राप्त कर मौसम केन्द्र भेजना।
10. दृश्य ग्रह स्थिति पञ्चाङ्ग, आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका एवं कैलेण्डर का प्रतिवर्ष निर्माण एवं प्रकाशन कर विक्रय करना।
11. विद्यार्थियों एवं नागरिकों के लिए ग्रीष्म कालीन खगोलीय शिविर एवं आकाश अवलोकन शिविर का आयोजन किया जाता है।
12. खगोल दिवस आदि विशिष्ठ दिवसों का आयोजन भी वेधशाला में किया जाता है।

13. विद्यालयों में खगोलीय गतिविधियों को प्रोत्साहित करने एवं प्रमाणिक खगोलीय जानकारी उपलब्ध करवाने के उद्देश्य से वेधशाला द्वारा विद्यालयों में खगोलीय क्लबों का गठन करवाया गया है।

14. जिला प्रभारियों के माध्यम से शिक्षकों को प्रमाणिक खगोलीय जानकारी वेधशाला द्वारा उपलब्ध करवाई जा रही है ।

15. विभिन्न संस्थाओं में खगोलीय व्याख्यान एवं प्रदर्शनी का आयोजन वेधशाला द्वारा किया जा रहा है ।

16. वर्ष भर होने वाली खगोलीय घटनाओं का इलेक्ट्रॉनिक एवं प्रिंट मीडिया से प्रचार प्रसार किया जा रहा है ।

यंत्रों की जानकारी -

पिछली कक्षाओं में आप वेधशाला उज्जैन में उपलब्ध प्राचीन यंत्रों की जानकारी प्राप्त कर चुके हैं । इस अध्याय में हम वेधशाला उज्जैन के आधुनिक यत्रों पर चर्चा करेंगे ।

टेलिस्कोप -

रात्रि में आकाशीय अवलोकन एवं ग्रहीय स्थितियों की समझ हेतु वेधशाला उज्जैन में टेलिस्कोप उपलब्ध हैं । टेलिस्कोप के माध्यम से रात्रि में चन्द्रमा की सतह, उसके गढ्ढे व पहाड, शुक्र की कलाएॅ, बृहस्पति की सतह, बैण्ड व उपग्रह, शनि की वलय, चन्द्र ग्रहण एवं अन्य ग्रह व तारों को स्पष्ट रूप से देख सकते हैं। जब भी ग्रह या उपग्रह शाम के समय आकाश में दृष्टि गोचर होते हैं, तो वेधशाला में टेलिस्कोप के माध्यम से उन्हें दिखाया जाता है। वेधशाला में उपलब्ध सोलर फिल्टर युक्त टेलिस्कोप के माध्यम से सूर्य की सतह, सूर्य के धब्बे, पारगमन एवं सूर्य ग्रहण को दिखाया जाता है।

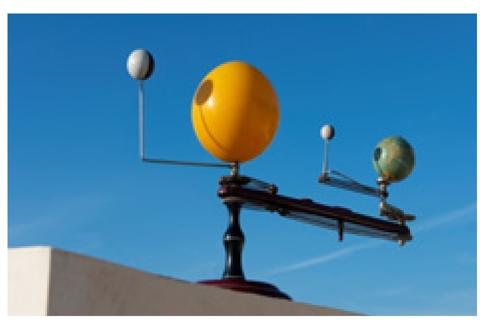
सी.डी.शो -

वेधशाला में निर्मित 'हमारा सौर परिवार' नामक 40 मिनट का सीडी शो निःशुल्क दिखाया जाता है। जिसमें आकाश गंगा में हमारे सौर परिवार की स्थिति, सूर्य का जीवन चक्र, सौर परिवार के आठों ग्रहों की जानकारी को चित्र सहित समाहित किया गया है। इस फिल्म का निर्माण वेधशाला उज्जैन द्वारा ही किया गया है ।

कार्यशील मॉडल-

वेधशाला में ग्रहण, सौर परिवार एवं स्टार ग्लोब के कार्यशील मॉडल उपलब्ध हैं ।

ग्रहण मॉडल -



इस मॉडल में सूर्य, पृथ्वी तथा चन्द्रमा को प्रदर्शित किया गया है इस मॉडल की विशेषता यह है कि हम 23½ अंश झुकी स्थिति में सूर्य के चारों ओर पृथ्वी के घूमने की स्थिति का अवलोकन कर सकते हैं । इस मॉडल से सूर्यग्रहण, चन्द्रग्रहण, ऋतु परिवर्तन, अमावस्या एवं पूर्णिमा की स्थिति तथा चन्द्रमा की कलाओं को स्पष्ट रूप से समझा जा सकता है ।

सौर परिवार मॉडल -

इस मॉडल में सूर्य एवं आठों ग्रहों को सूर्य से दूरी के क्रम में प्रदर्शित किया गया है । इस मॉडल की सहायता से ग्रहों की सूर्य से दूरी, उनके आकार एवं रंग, ग्रहों का परिभ्रमण एवं पारगमन आदि जानकारी प्रदान की जाती है।

स्टार ग्लोब -

आकाशीय स्थिति की समझ हेतु स्टार ग्लोब अत्यन्त उपयोगी होता है । स्टार ग्लोब के माध्यम से हम खगोलीय विषुवत वृत्त, क्रांति वृत्त, कर्क एवं मकर रेखा, राशियां, नक्षत्र, सप्तऋषि, कालपुरूष आदि प्रमुख तारा समूह, उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध के तारों की स्थिति को स्पष्ट रूप से समझ सकते हैं ।

तारामण्डल-

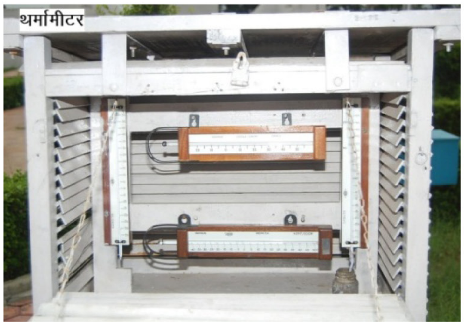
वेधशाला में ग्लोब के अंदर तारामण्डल बनाया गया है। इस तारामण्डल में डिजिटल प्रोजेक्टर के माध्यम से डोम में अर्द्ध गोलाकार स्थिति में खगोलीय फिल्में दिखाई जातीं हैं । वेधशाला में हिन्दी तथा अंग्रेजी की 29 फिल्में उपलब्ध हैं। इन फिल्मों में मुख्य हैं - राशि एवं ग्रह, कालपुरुष, तारे जमीं पर, टेलिस्कोप, चन्द्रमा आदि।

नक्षत्र वाटिका-

सूर्य एवं ग्रहों के तुलनात्मक आकार, उनके परिभ्रमण पथ, राशियों एवं नक्षत्रों की स्थिति, राशियों तथा नक्षत्रों में सम्बन्ध, तारा समूहों की स्थिति, विश्व मानक समय आदि की जानकारी हेतु नक्षत्र वाटिका की कल्पना अधीक्षक डॉ.राजेन्द्र प्रकाश गुप्त द्वारा की गई। नक्षत्र वाटिका का निर्माण 2021 में पूर्ण किया गया । नक्षत्र वाटिका के मध्य में सूर्य तथा आठ ग्रहों के प्रतिरूप बनाए गए हैं । इनकी सूर्य से दूरी का क्रम, तुलनात्मक आकार, मूल रंग तथा परिभ्रमण को दर्शाया गया है । प्रथम वृत्ताकार पथ में 30-30 अंश के आधार पर 12 राशियों, उनके तारा समूह व आकार को दर्शाया गया है तथा प्रत्येक राशि से संबंधित वनस्पति को लगाया गया है। द्वितीय वृत्ताकार पथ में 13^{0} 20' के आधार पर 27 नक्षत्रों को दर्शाया गया है। चार रंग के ग्रेनाइट के द्वारा प्रत्येक नक्षत्र के 3^{0} 20' के चारों चरणों को दर्शाया गया है। नक्षत्र वाटिका के वृत्ताकार पथ में राशियों व नक्षत्रों का समन्वय इस प्रकार से किया गया हैं, कि आप प्रत्येक राशि से संबंधित नक्षत्रों तथा उसके चरणों का संबंध प्रत्यक्ष रूप से देख सकते हैं। प्रत्येक नक्षत्र के तारा समूह, उसके आकार तथा उसकी वनस्पति को भी लगाया गया है। वृत्ताकार पथों पर हलका, मध्यम व उच्च दाब एक्यूप्रेशर पथ बनाए गए हैं। राशियों, नक्षत्रों व प्रमुख तारा समूहों की आकाशीय स्थिति की समझ के लिए स्टार ग्लोब बनाया गया है। टाईम झोन के अनुसार समय की समझ हेतु वर्ल्ड क्लॉक को भी लगाया गया है ।

मौसम के यन्त्र -

भारत मौसम विज्ञान विभाग नागपुर द्वारा वेधशाला उज्जैन में मौसम के आधुनिक उपकरण स्थापित किए गए हैं । इन यंत्रों में वर्षामापी, तापमापी, आद्रतामापी, हवा की गति व दिशा के लिए एनिमोमीटर व विण्ड वेन, वायुदाब ज्ञात करने लिए इलेक्ट्रॉनिक बैरोमीटर स्थापित किए गए हैं। जिनके माध्यम से निर्बाध रूप से प्रतिदिन मौसम के आकड़े संग्रहण कर मौसम केन्द्र व स्थानीय मीडिया को उपलब्ध करवाये जाते हैं। जीवाजी वेधशाला सटीक मौसम गणना के लिए भी प्रसिद्ध है ।



अभ्यास प्रश्न

1. वेधशाला उज्जैन के कोई पांच कार्य लिखिए ?
2. सूर्य का अवलोकन किस टेलिस्कोप से किया जाता है ?
3. सामान्य टेलिस्कोप से रात्रि में क्या-क्या अवलोकन कर सकते हैं ?
4. वेधशाला उज्जैन में "हमारा सौर परिवार" सीडी शो में क्या दिखाया जाता है ?
5. ग्रहण मॉडल की क्या विशेषता है ?
6. ग्रहण मॉडल से क्या-क्या समझ सकते हैं ?
7. पारगमन की घटना किस मॉडल से समझ सकते हैं ?
8. स्टार ग्लोब मॉडल से हम क्या समझ सकते हैं ?
9. तारामण्डल में क्या दिखाया जाता है ?
10. वेधशाला उज्जैन की नक्षत्र वाटिका में क्या-क्या बनाया गया है ?
11. वर्ल्ड क्लॉक से क्या ज्ञात करते हैं ?
12. वेधशाला उज्जैन में कौन-कौन से मौसम के यंत्र उपलब्ध हैं ?
13. वेधशाला उज्जैन की नक्षत्र वाटिका में नक्षत्र के चरणों को कैसे दर्शाया गया है ?
14. वेधशाला उज्जैन में राशि-नक्षत्र संबंध को आप कहां देख सकते हैं ?
15. वेधशाला उज्जैन में नक्षत्र वाटिका का निर्माण कब हुआ ?

---------- ••• ----------

पाठ - 3

काल गणना - स्थानीय समय, भारतीय मानक समय

काल गणना -

काल गणना शब्द बहुत व्यापक है यहां हम काल गणना से आशय समय की गणना से ले रहे हैं। जब भी हम समय की बात करते हैं तो यह समझना आवश्यक है कि

- समय का निर्धारण कैसे होता है ?
- हम व्यवहारिक रूप से जिस समय का उपयोग कर रहे हैं उसका आधार क्या है ?

आइए हम इसे समझने का प्रयास करते हैं।

धूप घड़ी

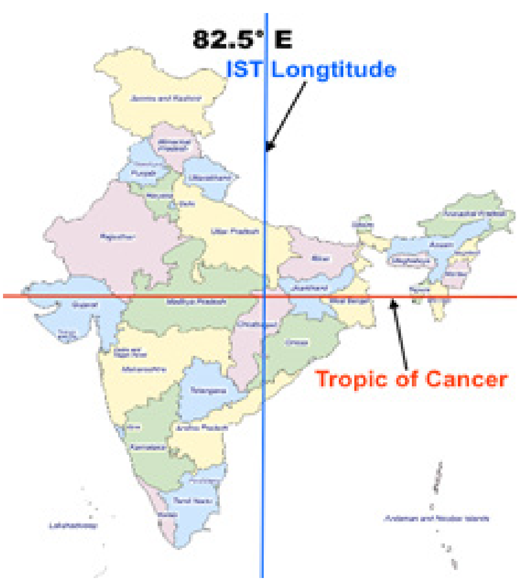
स्थानीय समय -

किसी भी स्थान का धूप घड़ी का समय स्थानीय समय कहलाता है।

किसी भी स्थान के समय का निर्धारण धूप घड़ी के समय से होता है।

भारतीय मानक समय -

स्वतंत्रता के पश्चात भारत सरकार ने पूरे देश के लिए भारतीय मानक समय को सरकारी समय के रूप में मान्यता प्रदान की। भारतीय मानक समय 1 सितम्बर 1947 को घोषित किया गया।



सामान्यत: किसी देश के मध्य भाग से गुजरने वाली देशान्तर रेखा पर स्थानीय समय को पूरे देश का मानक समय माना जाता है।

भारतीय मानक समय का निर्धारण उत्तर प्रदेश के इलाहाबाद के निकट नैनी से होता है। जिसका देशान्तर 82.5° पूर्वी है। भारतीय मानक समय रेखा 5 राज्यों से (उत्तरप्रदेश, मध्यप्रदेश, छत्तीसगढ, उडीसा, आन्द्रप्रदेश) से होकर गुजरती है।

भारतीय मानक समय (IST) 82.5° पूर्वी देशान्तर का समय है अर्थात 82.5° पूर्वी देशान्तर का स्थानीय समय या उस पर स्थित धूप घड़ी का समय।

अभ्यास प्रश्न

1. किसी भी स्थान के समय का निर्धारण कैसे होता है ?
2. स्थानीय समय क्या है?
3. भारतीय मानक समय कब घोषित किया गया ?
4. भारतीय मानक समय किस देशान्तर का समय है?
5. भारतीय मानक समय का निर्धारण किस स्थान से होता है ?
6. भारतीय मानक समय रेखा किन-किन राज्यों से होकर गुजरती है ?
7. भारतीय मानक समय रेखा कितने राज्यों से होकर गुजरती है ?
8. स्थानीय समय व भारतीय मानक समय में क्या अन्तर है ?
9. किसी देश का मानक समय कैसे निर्धारित होता है?

पाठ - 4

दिन-वार की समझ

सप्ताह के दिनों के नाम के निर्धारण हेतु स्पष्ट व्यवस्था की गई है । भूकेन्द्रित परिकल्पना के अन्तर्गत पृथ्वी के सबसे नजदीक चन्द्रमा से प्रारम्भ करते हुए क्रमानुसार बुध, शुक्र, सूर्य, मंगल, बृहस्पति व शनि का क्रम निर्धारित किया गया । जिसमें प्रत्येक ग्रह दिन के 24 घण्टे में एक-एक घण्टे का अधिपति होता है। इस प्रकार सातों ग्रहों के एक-एक घण्टे के अधिपति का क्रम चलता रहता है । जिसे निम्नांकित सारणी से समझा जा सकता है -

चन्द्र	बुध	शुक्र	सूर्य	मंगल	बृहस्पति	शनि
4	3	2	1 रवि			
11	10	9	8	7	6	5
18	17	16	15	14	13	12
1 सोम	24	23	22	21	20	19
8	7	6	5	4	3	2
15	14	13	12	11	10	9
22	21	20	19	18	17	16
5	4	3	2	1 मंगल	24	23
12	11	10	9	8	7	6
19	18	17	16	15	14	13
2	1 बुध	24	23	22	21	20
9	8	7	6	5	4	3
16	15	14	13	12	11	10
23	22	21	20	19	18	17
6	5	4	3	2	1 बृहस्पति	24
13	12	11	10	9	8	7

20	19	18	17	16	15	14
3	2	1 शुक्र	24	23	22	21
10	9	8	7	6	5	4
17	16	15	14	13	12	11
24	23	22	21	20	19	18
						1 शनि

पृथ्वी का एक चक्र (24 घण्टे) पूरा होने पर अगले दिन के पहले घण्टे के अधिपति ग्रह के नाम पर दिन का नाम निर्धारित होता है।

सृष्टि का प्रारम्भ सूर्य से हुआ है अत: प्रथम दिन रविवार मानकर क्रमानुसार शेष वारों के नाम रखे गए हैं । हम देखते हैं कि रविवार से प्रारम्भ करके क्रमानुसार एक-एक घण्टे के अधिपति ग्रहों को लेते हुए आगे बढने पर 24 घण्टे पश्चात पहले घण्टे का अधिपति चन्द्र ग्रह है अत: चन्द्र के नाम पर रविवार के बाद अगले वार का नाम सोमवार रखा गया है । इसी प्रकार सोमवार से क्रमानुसार एक-एक घण्टे के अधिपति ग्रहों को लेते हुए आगे बढें तो 24 घण्टे पश्चात पहले घण्टे का अधिपति मंगल ग्रह है अत: मंगल के नाम पर सोमवार के बाद अगले वार का नाम मंगलवार रखा गया है । इसी क्रम को आगे बढाते हुए शेष वारों के नाम का निर्धारण किया गया है ।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

1. सप्ताह का प्रथम दिन किसे माना गया है ?
2. सप्ताह के दिनों के नाम निर्धारण हेतु ग्रहों का क्रम क्या है ?
3. प्रत्येक ग्रह दिन में कितने समय का अधिपति होता है ?
4. पृथ्वी का एक घूर्णन पूरा होने पर अगले वार का निर्धारण कैसे होता है ?
5. यदि आज बुधवार है तो सप्ताह के दिनों के नाम निर्धारण सारणी का प्रयोग करके दिखाइये कि अगले दिन का नाम क्या होगा ?

---------- ••• ----------

पाठ - 5

तारामण्डल - राशियों एवं नक्षत्रों में संबंध

राशि चक्र -

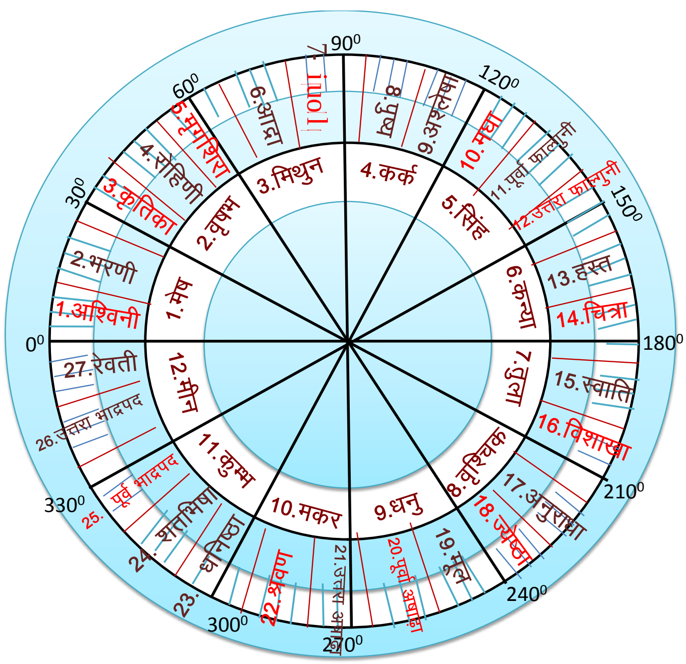
क्रांति वृत्त के दोनों ओर 9 अंश के पट्टे को राशि चक्र कहते हैं। आकाश मण्डल चक्र 360 अंश का है। इन्हें 12 राशियों में बांटा गया है। एक राशि 30 अंश की होती है। प्रत्येक तारा समूह एक आकृति बनाता है। इसी आकृति के आधार पर प्रत्येक राशि का नाम रखा गया है।

नक्षत्र चक्र -

चन्द्रमा पृथ्वी का एक चक्कर 27 $\frac{1}{3}$ दिन में लगाता है। चन्द्रमा के चक्कर को पूर्ण संख्या 27 में बांटकर प्रत्येक भाग के लिए एक चमकीला तारा निर्धारित किया गया। जिसे नक्षत्र कहा गया। क्रांतिवृत्त के 13 अंश 20 कला के विभाग को नक्षत्र कहते हैं।

राशि - नक्षत्र संबंध चक्र -

एक राशि 30 अंश की होती है। एक नक्षत्र 13 अंश 20 कला का होता है । राशि - नक्षत्र संबंध को चित्र में देखा जा सकता है ।



शिक्षण संकेत - शिक्षक राशि चक्र (प्रत्येक राशि 30-30 अंश लेकर) एवं नक्षत्र चक्र (प्रत्येक नक्षत्र 13 अंश 20 कला लेकर) का कापी में चित्र बनवाऐ तथा उनके परस्पर सबंध पर भी चर्चा करें । शिक्षक स्वयं ड्राईंग शीट पर राशि-नक्षत्र संबंध चक्र एवं चार्ट बनायें तथा उन्हें कक्षा में प्रदर्शित करें ।

अभ्यास प्रश्न

1. राशि चक्र किसे कहते हैं ?
2. आकाश मण्डल चक्र कितने अंश का है।
3. एक नक्षत्र का विस्तार कितने अंश व कला का होता है ?
4. कर्क राशि में कौन-कौन से मुख्य नक्षत्र होते हैं ?
5. वृषभ राशि का मुख्य नक्षत्र कौन सा है ?
6. कन्या राशि में कौन-कौन से मुख्य नक्षत्र होते हैं ?
7. मेष राशि के लिए राशि-नक्षत्र संबंध के चक्र को बनाइऐ ।
8. धनु राशि कौन-कौन से नक्षत्रों से मिलकर बनती हैं ?

---------- ••• ----------

पाठ - 6

स्टार ग्लोब में राशियों एवं नक्षत्रों की स्थिति

स्टार ग्लोब-

ग्लोब से तो हम सभी पूर्व से परिचित हैं । ग्लोब पृथ्वी का लघु रूप में एक वास्तविक प्रतिरूप होता है तथा ग्लोब पर देशों, महाद्वीपों तथा महासागरों को दिखाया जाता है । स्टार ग्लोब आपके लिए नया शब्द है ।

स्टार ग्लोब आकाश का लघु रूप में एक वास्तविक प्रतिरूप होता है जिसमें ग्रहों, राशियों, नक्षत्रों, तथा प्रमुख तारा समूहों को दिखाया जाता है ।

खगोलीय विषुवत वृत्त -

पृथ्वी की भू-मध्य रेखा के ठीक उपर आकाश में जिस वृत्त की कल्पना की गई उसे खगोलीय विषुवृत्त कहते हैं।

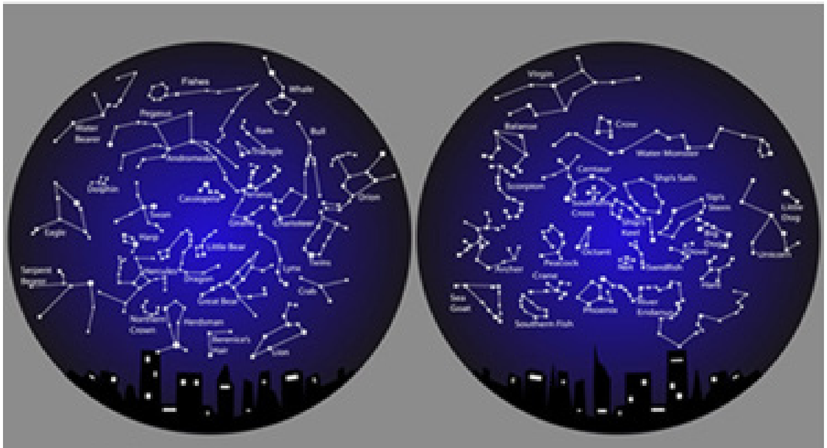
क्रांति वृत्त -

सूर्य वर्ष भर जिस मार्ग पर चलता हुआ दृष्टि गोचर होता है उसकों क्रांति वृत्त या सूर्य पथ कहा जाता है ।

नीचे स्टार ग्लोब के चित्र में खगोलीय विषुवत वृत्त एवं बिन्दु रेखा से क्रांति वृत्त को दर्शाया गया है ।

उत्तरी एवं दक्षिणी गोलार्द्ध के प्रमुख तारा समूह -

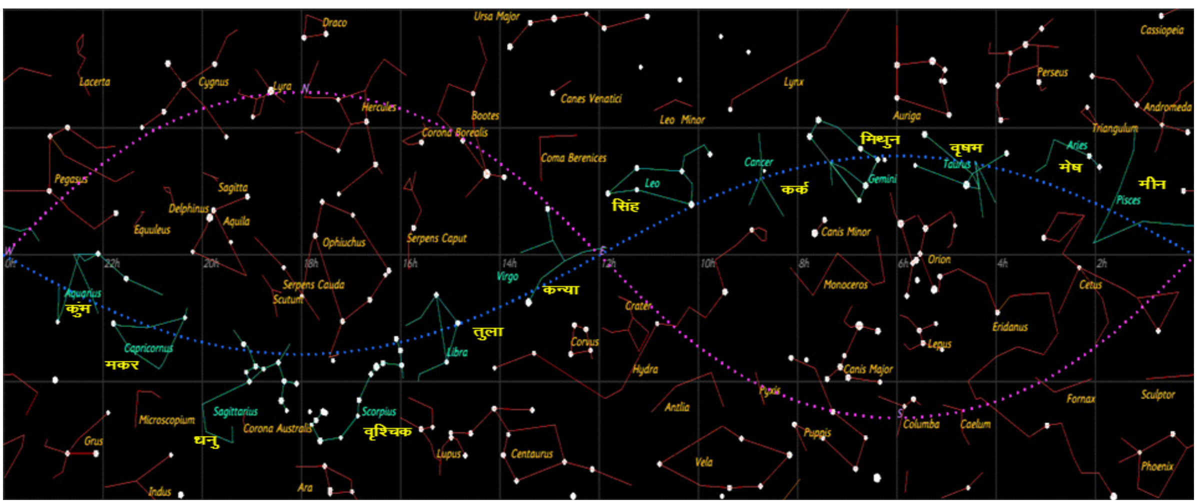
स्टार ग्लोब को विषुवत रेखा उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में विभाजित करती है । अध्ययन की सुविधा के लिए आकाश के तारा समूहों को उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध के तारा समूहों में विभाजित किया जाता है । नीचे दिए गए चित्र में उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध के प्रमुख तारा समूहों को दर्शाया गया है ।



उततरी गोलार्द्ध के तारा समूह दक्षिणी गोलार्द्ध के तारा समूह

आकाश में राशियों की स्थिति -

क्रांति वृत्त के दोनों ओर 9 अंश के पट्टे को राशि चक्र कहते हैं । आकाश मण्डल चक्र 360 अंश का है। इन्हें 12 राशियों में बांटा गया है। एक राशि में 30 अंश है। प्रत्येक तारा समूह एक आकृति बनाता है। इसी आकृति के आधार पर प्रत्येक राशि का नाम रखा गया है। मेष से कन्या तक की राशियां उत्तरी गोलार्द्ध तथा तुला से मीन तक की राशियां दक्षिणी गोलार्द्ध में दिखाई देतीं हैं ।



आकाश में नक्षत्रों की स्थिति -

आकाश मण्डल चक्र 360 अंश का है। चन्द्रमा के एक चक्कर को पूर्ण संख्या 27 में बांटकर प्रत्येक भाग के लिए एक चमकीला तारा निर्धारित किया गया। जिसे नक्षत्र कहा गया। क्रांतिवृत्त के 13 अंश 20 कला के विभाग को नक्षत्र कहते हैं।

नीचे दिए गए चित्र में प्रत्येक नक्षत्र के लिए निर्धारित किए गए तारे को 1 से 27 तक क्रमांक से दर्शाया गया है एवं नीचे उनके नाम भी दिए गए हैं ।

नक्षत्रों के नाम -

1. अश्विनी	2. भरणी,	3. कृतिका,	4. रोहिणी,	5. मृगशीर्ष,
6. आद्रा	7. पुनर्वसु,	8. पुष्य,	9. आश्लेषा,	10. मघा,
11. पूर्वा फाल्गुनी,	12. उत्तरा फाल्गुनी,	13. हस्त,	14. चित्रा,	15. स्वाती,
16. विशाखा,	17. अनुराधा,	18. ज्येष्ठा,	19. मूल,	20. पूर्वाषाढ़ा,
21. उत्तराषाढ़ा	22. श्रवण,	23. धनिष्ठा,	24. शतभिषा,	25. पूर्वा भाद्रपद,
26. उत्तरा भाद्रपद,	27. रेवती			

शिक्षण संकेत - शिक्षक स्टार ग्लोब क्रय कर उसमें राशियों, नक्षत्रों, प्रमुख तारा समूहों, खगोलीय विषुवत वृत्त, क्रांति वृत्त का विद्यार्थियों को अवलोकन करवाये एवं उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध के तारा समूहों /राशियों / नक्षत्रों पर भी चर्चा करें। स्टार ग्लोब की अनुपलब्धता पर चार्ट का प्रयोग किया जा सकता है।

अभ्यास प्रश्न

1. स्टार ग्लोब क्या होता है ?
2. क्रांति वृत्त किसे कहते हैं ?
3. स्टार ग्लोब को किन-किन गोलार्द्धों में बांटा जाता है ?
4. सिंह राशि के तारों का चित्र बनाइए ?
5. वृश्चिक राशि तारा समूह किस गोलार्द्ध में स्थित है ?
6. उत्तरी गोलार्द्ध की किन्ही तीन राशियों के नाम लिखिए ?
7. दक्षिणी गोलार्द्ध की राशियों के नाम लिखिए ?
8. खगोलीय विषुवत वृत्त एवं क्रांति वृत्त बनाकर उन पर राशियों के नाम लिखिए ?

पाठ - 7

ध्रुव तारा एवं प्रमुख तारामण्डलों का अवलोकन

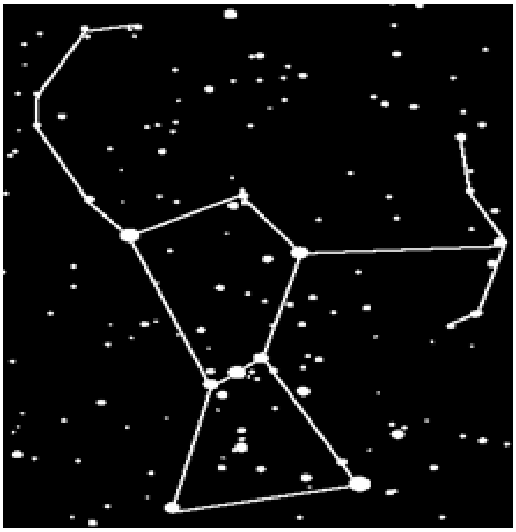
प्रमुख तारामण्डल

अब हम उन प्रमुख तारामण्डलों की चर्चा करते है। जो अन्तर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ द्वारा जारी की गई 88 तारामण्डलों एवं दूसरी शताब्दी ई. में टॉलमी द्वारा जारी की गई 48 तारामण्डलों की सूची में शामिल हैं।

सप्त ऋषि

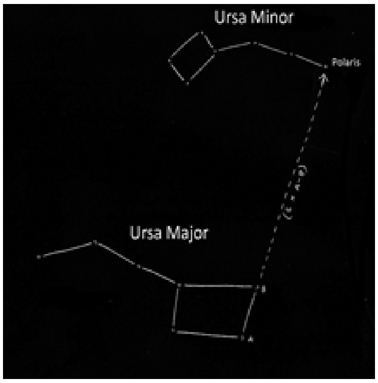
इस मण्डल में सात तारे होते हैं । प्रथम चार तारे एक आयत बनाते हैं और शेष तीन तारे एक कोण बनाते हैं। सप्तऋषि तारामण्डल पृथ्वी के उत्तरी गोलार्द्ध के आकाश में दिखने वाला एक तारामण्डल है। इसे फाल्गुन, चैत्र माह से श्रावण, भाद्रपद माह तक आकाश में सात तारों के समूह के रूप में देखा जा सकता है। इन तारों की काल्पनिक रेखाओं को मिलाने पर एक प्रश्नचिन्ह की आकृति प्रतीत होती है। इन तारों के नाम प्राचीन काल के सात ऋषियों के नाम पर रखे गये हैं।

कालपुरूष



प्राचीन भारत में एक मृगशीर्ष नाम का तारामण्डल बताया गया है, जिसे कालपुरूष या यूनानी सभ्यता में ओरायन कहते हैं। जिसका अर्थ शिकारी है। कालपुरूष तारामण्डल में कालपुरूष के कमरबंध के तीन तारे, एक तिरछी लकीर में साफ नजर आते हैं। कालपुरूष या ओरायन तारामण्डल दुनियाभर में दिख सकने वाला एक तारामण्डल है। फरवरी माह में रात को लगभग 9 बजे आकाश में दक्षिण से पश्चिमोत्तर की ओर नजर डालें तो लगभग एक सीधी रेखा में क्रमशः सबसे चमकीले व्याध तारे को, त्रिकांड के तीन समानान्तर तारों को, रोहिणी के लाल तारे और कृतिका के छः या सात तारो के पुंज को पहचाना जा सकता है।

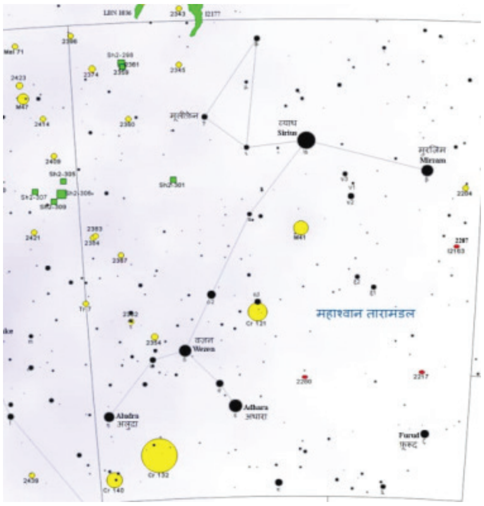
ध्रुवमत्स्य तारामण्डल



ध्रुवमत्स्य या अरसा मायनर एक तारामण्डल है यह तारामण्डल खगोलीय गोले के उत्तरी भाग में स्थित है। ध्रुव तारा भी आकाश में इसी तारामण्डल के क्षेत्र में नजर आता है।

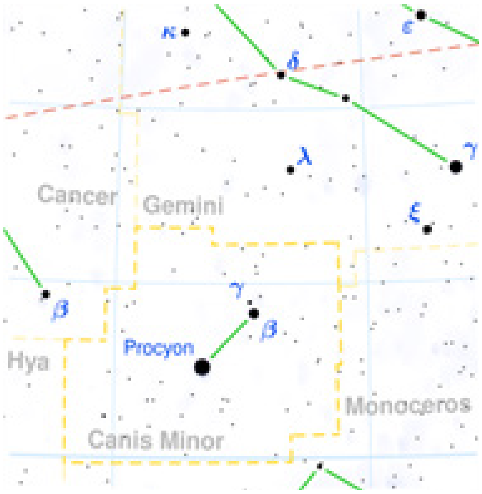
महाश्वान तारामण्डल

महाश्वान (संस्कृत अर्थ बड़ा कुत्ता) या कैनिस मेजर एक तारामण्डल है। पुरानी खगोल शास्त्रीय पुस्तकों में इसे अक्सर शिकारी तारामण्डल के शिकारी के पीछे चलते हुए एक कुत्ते के रूप में दर्शाया जाता था। रात के आसमान का सबसे रोशन व्याध तारा भी इसमें शामिल है और चित्रों में काल्पनिक कुत्ते की नाक पर स्थित है।



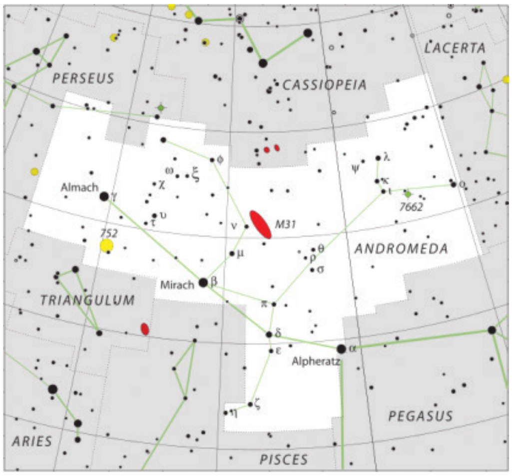
हीनश्वान तारामण्डल

हीनश्वान (संस्कृत अर्थ छोटा कुत्ता) या कैनिस मायनर एक तारामण्डल है। पुरानी खगोल शास्त्रीय पुस्तकों में इसे अक्सर शिकारी तारामण्डल के शिकारी के पीछे चलते हुए दो कुत्तों के रूप में दर्शाया जाता था। रात के आसमान का सातवा सबसे रोशन तारा प्रोसीयन भी इसमें शामिल है।



देवयानी तारामण्डल

देवयानी या ऐन्ड्रोमेडा एक तारामण्डल है। यह तारामण्डल हमसे करीब 20 लाख प्रकाश वर्ष दूर है। देवयानी या ऐन्ड्रोमेडा मण्डल में कोरी आखों से भी दिखाई देने वाला ज्योतिपुंज है। हमारी आकाश गंगा की तरह 100 अरब से भी अधिक तारों की एक स्वतंत्र योजना है। इसलिए इसे देवयानी मंदाकिनी (ऐण्ड्रमेड़ा गैलेक्सी)के नाम से जाना जाता है।



शिक्षण संकेत - शिक्षक स्टार ग्लोब में उपरोक्त प्रमुख तारा समूहों को बताऐं एवं आकाश में विद्यार्थियों को अवलोकन भी करवायें।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

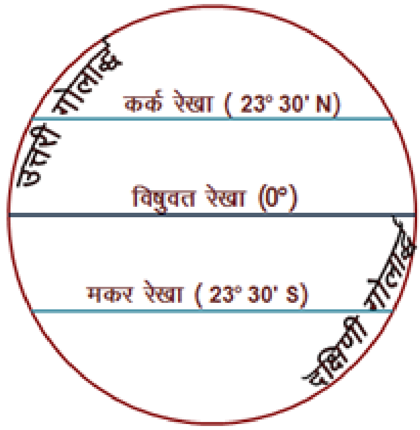
1. अन्तर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ द्वारा कितने तारा मण्डलों की सूची जारी की गई है ?
2. टॉलमी द्वारा कितने तारा मण्डलों की सूची जारी की गई है ?
3. सप्त ऋषि तारा मण्डल किस गोलार्द्ध में स्थित है ?
4. सप्त ऋषि तारा मण्डल के तारों के नाम लिखिए ?
5. सप्त ऋषि तारा मण्डल को दर्शाइए ?
6. सप्त ऋषि तारा मण्डल के कौन-कौन से तारे आयत बनाते हैं ?
7. ओरायन का क्या अर्थ है ?
8. दुनिया भर में दिख सकने वाला तारा मण्डल कौन सा है ?
9. कालपुरूष तारा मण्डल का चित्र बनाइए।
10. ध्रुव तारा किस भाग में नजर आता है ?
11. देवयानी तारा मण्डल हमसे कितना दूर है ?

---------- ••• ----------

पाठ - 8

शंकु यंत्र के माध्यम से सूर्य की गोलार्द्ध में स्थिति एवं उत्तरायण तथा दक्षिणायन की समझ

शंकु यंत्र के माध्यम से सूर्य की गोलार्द्ध में स्थिति -



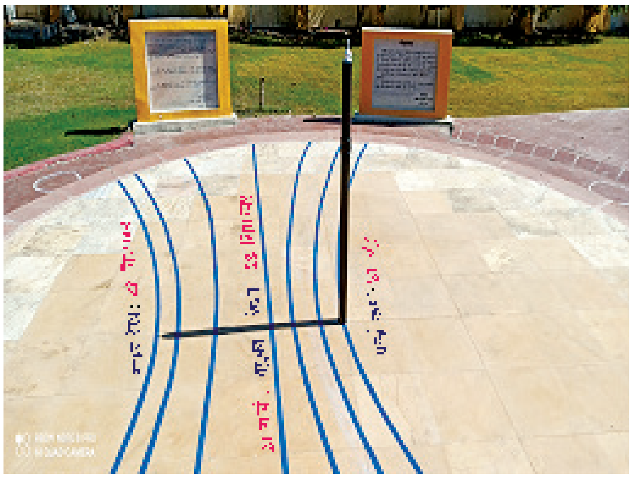
पृथ्वी पर किसी स्थान की स्थिति की जानकारी प्राप्त करने हेतु पृथ्वी पर अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं की कल्पना की गई है । यदि हम अक्षांश रेखाओं की बात करें तो पृथ्वी के ठीक मध्य से गुजरने वाली रेखा को भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा या शून्य अक्षांश रेखा कहते है । विषुवत रेखा पृथ्वी को उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में विभाजित करती है । उत्तरी गोलार्द्ध में विषुवत रेखा से 23½ अंश पर कर्क रेखा स्थित है एवं दक्षिणी गोलार्द्ध में विषुवत रेखा से 23½ अंश पर मकर रेखा स्थित है। सूर्य हमको कर्क रेखा से मकर रेखा के बीच गति करता हुआ दृष्टि गोचर होता है । सूर्य की इस गति को शंकु यंत्र के माध्यम से प्रत्यक्ष रूप से देखा एवं समझा जा सकता है -

सूर्य की उत्तरी गोलार्द्ध में स्थिति - 21 मार्च को सूर्य विषुवत रेखा पर लम्बवत रहता है । 21 मार्च के पूरे दिन आप शंकु की छाया सीधी विषुवत रेखा पर गमन करते हुए देख सकते हैं । इस दिन सूर्य किसी गोलार्द्ध में नहीं होता है । 21 मार्च के बाद सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है तथा 22 सितम्बर तक छः माह उत्तरी गोलार्द्ध में दृष्टिगोचर होता है ।

सूर्य की दक्षिणी गोलार्द्ध में स्थिति - 23 सितम्बर को सूर्य विषुवत रेखा पर लम्बवत रहता है । 23 सितम्बर के पूरे दिन आप शंकु की छाया सीधी विषुवत रेखा पर गमन करते हुए देख सकते हैं । इस दिन सूर्य किसी गोलार्द्ध में नहीं होता है । 23 सितम्बर के बाद सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध में प्रवेश करता है तथा 20 मार्च तक छः माह दक्षिणी गोलार्द्ध में दृष्टिगोचर है ।

आपने शंकु यंत्र निर्मित किया है उसमें आप सूर्य के उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में स्थिति का अवलोकन कीजिए।

उत्तरायण की समझ - हम जानते हैं कि सूर्य 22 दिसम्बर को दक्षिणी गोलार्द्ध में मकर रेखा पर लम्बवत रहता है । दक्षिणी गोलार्द्ध में मकर रेखा तक सूर्य की चरम स्थिति होती है । दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी चरम स्थिति मकर रेखा के बाद सूर्य विषुवत रेखा की ओर गति करना प्रारम्भ करता है और उत्तरी गोलार्द्ध में कर्क रेखा तक जाता है । मकर रेखा से कर्क रेखा तक की गति उत्तरायण कहलाती है । यह 23 दिसम्बर से 20 या 21 जून तक होती है। इस गति को हम शंकु यंत्र के माध्यम से प्रत्यक्ष देख सकते है । 22 दिसम्बर को शंकु की परछाई मकर रेखा पर होगी तथा उसके बाद प्रत्येक दिन धीरे-धीरे कर्क रेखा की ओर घटती हुई दृष्टि गोचर होगी । जिससे स्पष्ट पता लगता है कि सूर्य उत्तर की ओर जा रहा है । यही सूर्य का उत्तरायण है।



दक्षिणायन की समझ - हम जानते है कि सूर्य 21 या 22 जून को उत्तरी गोलार्द्ध में कर्क रेखा पर लम्बवत रहता है । उत्तरी गोलार्द्ध में कर्क रेखा तक सूर्य की चरम स्थिति होती है । उत्तरी गोलार्द्ध में अपनी चरम स्थिति कर्क रेखा के बाद सूर्य विषुवत रेखा की ओर गति करना प्रारम्भ करता है और दक्षिणी गोलार्द्ध में मकर रेखा तक जाता है । कर्क रेखा से मकर रेखा तक की गति दक्षिणायन कहलाती है । यह 22 या 23 जून से 21 दिसम्बर तक होती है। इस गति को हम शंकु यंत्र के माध्यम से प्रत्यक्ष देख सकते हैं । 21 या 22 जून को शंकु की परछाई कर्क रेखा पर होगी तथा उसके बाद प्रत्येक दिन धीरे-धीरे मकर रेखा की ओर बढती हुई दृष्टि गोचर होगी । जिससे स्पष्ट पता लगता है कि सूर्य दक्षिण की ओर जा रहा है । यही सूर्य का दक्षिणायन है ।

शिक्षण संकेत - सूर्य की गोलार्द्ध में स्थिति एवं उत्तरायण व दक्षिणायन की अवधारणा के संदर्भ में सामान्यत: भ्रम की स्थिति रहती है। शिक्षक शंकु यंत्र के माध्यम से सूर्य की गोलार्द्ध में स्थिति तथा उत्तरायण एवं दक्षिणायण का अवलोकन करवायें। यह भी स्पष्ट करें कि उत्तरायण 23 दिसम्बर से 20 या 21 जून तक होता है जबकि उत्तरी गोलार्द्ध में सूर्य 22 मार्च से 22 सितम्बर तक रहता है। इसी प्रकार दक्षिणायण 22 या 23 जून से 21 दिसम्बर से तक होता है जबकि दक्षिणी गोलार्द्ध में सूर्य 24 सितम्बर 20 मार्च से तक रहता है। 21 मार्च को सूर्य किसी भी गोलार्द्ध में नहीं होता परन्तु उत्तरायण रहता है एवं इसी प्रकार 23 सितम्बर को सूर्य किसी भी गोलार्द्ध में नहीं होता परन्तु दक्षिणायण रहता है।

---------- ••• ----------

अभ्यास प्रश्न

1. पृथ्वी के ठीक मध्य से गुजरने वाली अक्षांश रेखा का क्या नाम है ?
2. प्रमुख तीन अक्षांश रेखाऐं कौन-कौन सी हैं ?
3. पृथ्वी का चित्र बनाकर उसमें तीन प्रमुख अक्षांश रेखाओं को दर्शाइए ?
4. पृथ्वी का चित्र बनाकर उसमें दोनों गोलार्द्धों को दर्शाइए ?
5. सूर्य हमको किन-किन अक्षांश रेखाओं के मध्य गति करता हुआ दिखाई देता है ?
6. सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में कब से कब तक रहता है ?
7. शंकु यंत्र में सूर्य की उत्तरायण गति कब से दिखाई देती है ?
8. शंकु यंत्र पर सूर्य की विषुवत रेखा पर स्थिति को दर्शाइए ?
9. शंकु यंत्र पर सूर्य के दक्षिणायण को दर्शाइए ?
10. शंकु यंत्र पर सूर्य की दक्षिणी गोलार्द्ध की स्थिति को दर्शाइए ?

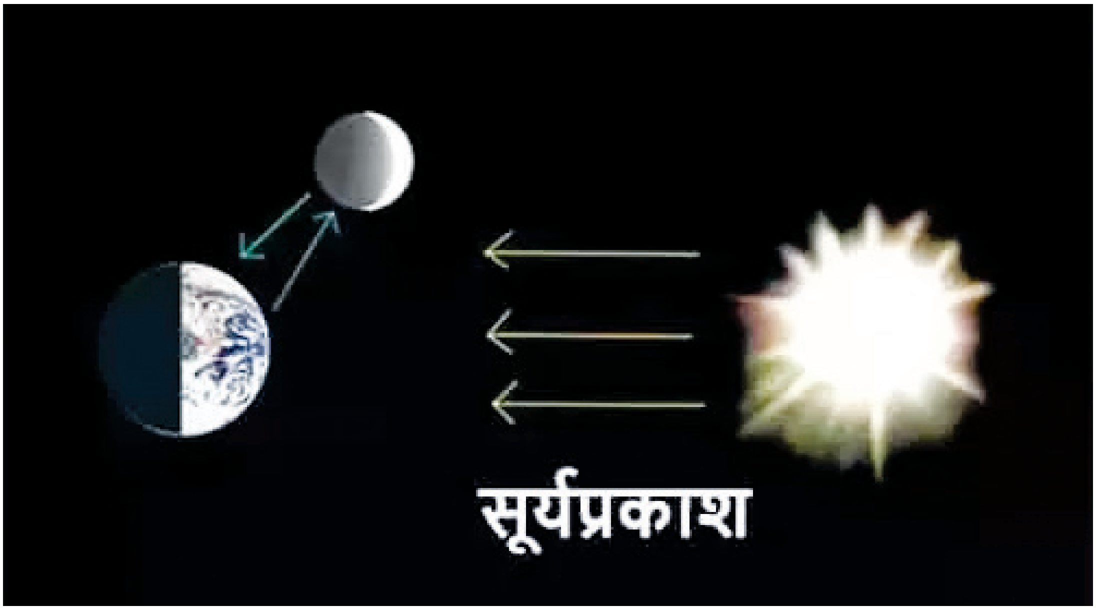
---------- ••• ----------

पाठ - 9

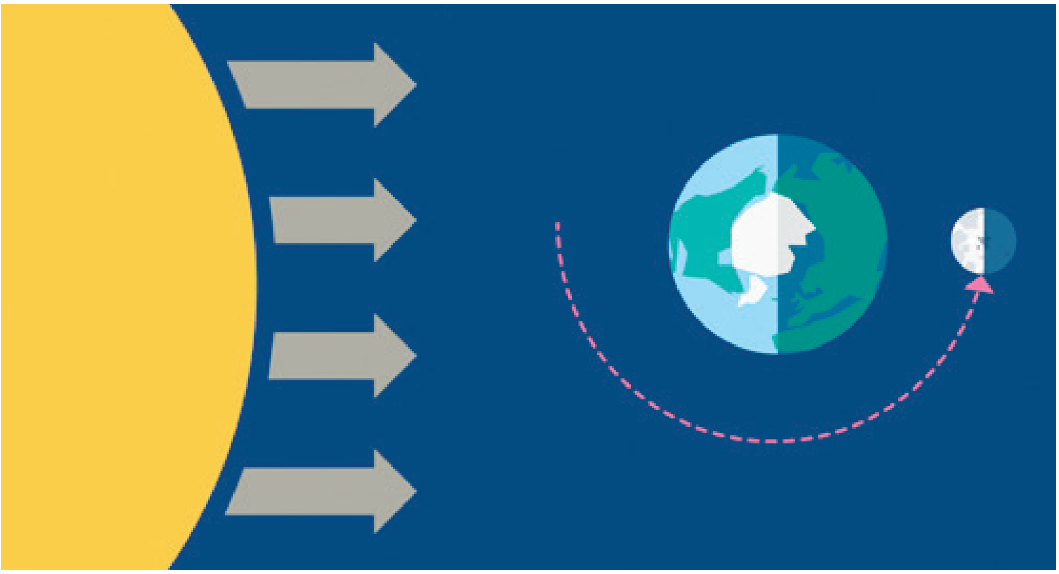
चन्द्रमा की कलाओं का अवलोकन

आपने चन्द्रमा को घटते-बढते हुए देखा है । पूर्णिमा के दिन पूर्ण चन्द्रमा दिखाई देता है तो अमावस्या के दिन चन्द्रमा दिखाई नहीं देता । आइए हम यह समझने का प्रयास करते हैं कि चन्द्रमा की इस प्रकार की स्थितियां हमको क्यों दिखाई देतीं हैं -

हम जानते है कि चन्द्रमा, पृथ्वी का प्राकृतिक उपग्रह है तथा अत्यन्त तीव्र गति से (एक दिन में लगभग 13 अंश) पृथ्वी की परिक्रमा करता है। चन्द्रमा का स्वयं का प्रकाश नहीं है, यह सूर्य के प्रकाश से चमकता है। अमावस्या के दिन चन्द्रमा सूर्य तथा पृथ्वी के मध्य रहता है। जिससे चन्द्रमा का चमकदार भाग सूर्य की ओर रहता है तथा पृथ्वी की ओर अंधकार वाला भाग होने के कारण अमावस्या को हमें चन्द्रमा दिखाई नहीं देता है। अमावस्या के दिन सूर्य तथा चन्द्रमा एक साथ होते हैं। इसके बाद चन्द्रमा प्रत्येक दिन सूर्य से लगभग 13 अंश दूर होता जाता है । चन्द्रमा जैसे-जैसे सूर्य से दूर होता जाता है, पृथ्वी से उसका चमकदार भाग धीरे-धीरे बढता हुआ दिखाई देता है । हम देखते हैं कि अमावस्या के बाद द्वितीया के दिन पश्चिम की ओर चन्द्रमा का हासिए के समान चमकदार भाग पृथ्वी से दिखाई देता है । द्वितीया के बाद प्रत्येक दिन चन्द्रमा धीरे-धीरे पूर्व की ओर बढता है उसी के साथ साथ चमकदार भाग भी बढता जाता है।



पूर्णिमा के दिन चन्द्रमा सूर्य से 180 अंश के अन्तर पर होने के कारण सूर्य अस्त के बाद पूर्ण चन्द्रमा पूर्व दिशा में दिखाई देता है । पूर्णिमा के दिन चन्द्रमा सूर्य से विपरीत ओर होने के कारण उसका पूर्ण चमकदार भाग पृथ्वी की ओर रहता है । जिससे हमको पूर्ण चमकदार चन्द्रमा दिखाई देता है।



पूर्णिमा के बाद चन्द्रमा विपरीत ओर से सूर्य की ओर गति करता है। जिसके कारण सायं के समय चन्द्रमा के उदय का समय धीरे-धीरे बढता जाता है। चन्द्रमा जैसे-जैसे सूर्य की ओर जाता है उसका चमकदार भाग धीरे-धीरे घटता हुआ पृथ्वी से दिखाई देता है। पूर्णिमा के कुछ दिन बाद आप प्रत्येक दिन प्रात: के समय से धीरे-धीरे चन्द्रमा को सूर्य की ओर जाता देख सकते हैं। आइए अब हम पूर्ण माह चन्द्रमा की कलाओं का अवलोकन करें तथा अपनी कॉपी में उसका चित्र भी बनायें -

चन्द्रमा का अवलोकन

क्र	दिनांक	चन्द्रमा का चित्र	क्र	दिनांक	चन्द्रमा का चित्र
1			9		
2			10		
3			11		
4			12		
5			13		
6			14		
7			15		
8			16		

शिक्षण संकेत - विद्यार्थियों के द्वारा पूर्ण माह चन्द्रमा की कलाओं का अवलोकन करवाने का उद्देश्य यह है कि विद्यार्थी चन्द्रमा के बढते एवं घटते हुए आकार को समझ सकें। इसके लिए आपको अमावस्या से प्रारम्भ करके शुक्ल पक्ष की पूर्णिमा तथा अमावस्या तक के दिनांकों का निर्धारण कर विद्यार्थियों को बताना होगा। विद्यार्थी आपके द्वारा निर्धारित दिनांकों में चन्द्रमा का अवलोकन करेंगे तथा अपनी कॉपी में उसका चित्र बनाऐंगे। इसके लिए ऐसे माह का चयन किया जाए जिसमें आकाश बादल रहित हो। दो-तीन माह तक चन्द्रमा का अवलोकन करवाना अधिक प्रभावी होगा। कृष्ण पक्ष की षष्ठी के बाद चन्द्रमा के आकार का अवलोकन प्रात: के समय भी किया जा सकता है।

अभ्यास प्रश्न

1. अमावस्या के दिन चन्द्रमा की स्थिति कहां होती है ?
2. अमावस्या के दिन चन्द्रमा हमें क्यों दिखाई नहीं देता ?
3. चन्द्रमा, सूर्य से प्रत्येक दिन लगभग कितने अंश दूर होता है ?
4. पूर्णिमा के दिन चन्द्रमा व सूर्य का अन्तर कितने अंश का होता है ?
5. पूर्णिमा के दिन सूर्य, चन्द्रमा व पृथ्वी की स्थिति का चित्र बनाईए ?
6. सप्तमी के दिन सूर्य, चन्द्रमा व पृथ्वी की स्थिति का चित्र बनाईए ?
7. अमावस्या के कितने दिन बाद आपको चन्द्रमा सिर के उपर दिखाई देगा ?
8. पूर्णिमा के बाद सायं को चन्द्रमा धीरे-धीरे देर से उदय क्यों होने लगता है ?
9. पूर्णिमा से अमावस्या तक की चन्द्रकलाओं का चित्र बनाईए ?
10. पूर्णिमा के पांच दिन बाद तक चन्द्रमा की कलाओं का चित्र बनाईए ?

पाठ - 10

शुक्र ग्रह का अवलोकन

पिछली कक्षाओं में आपने सूर्य एवं चन्द्रमा का अवलोकन किया है। आइऐ अब हम शुक्र ग्रह का अवलोकन करते हैं। शुक्र हमारी पृथ्वी का सबसे निकट का ग्रह है। जिससे यह सूर्य एवं चन्द्रमा के बाद सबसे अधिक चमकीला दिखाई देता है। इसे हम पूर्व में सूर्य उदय के पहले या पश्चिम में सूर्य अस्त के बाद लट्टू के समान चमकता हुआ देख सकते हैं। शुक्र इतना चमकदार इसकी "श्विति" (विसरित परावर्तकता) के उच्चमान के कारण दिखाई देता है। ग्रहों की शैलीय सतह करीब 16% प्रकाश को ही परावर्तित कर पाती है, परन्तु शुक्र के परिमण्डल में स्थिति सघन बादलों की मोटी परत के कारण यह 72% प्रकाश को परावर्तित कर देता है। शुक्र गृह सूर्य की परिक्रमा घडी की सूईयों की दिशा में करता है जिससे यहाँ सूर्य पश्चिम में उदय होकर पूर्व में अस्त होता है। इसे सुबह या सायं का तारा कहते हैं। टेलिस्कोप से शुक्र ग्रह की चन्द्रमा के समान कलाऐं दिखाई देतीं हैं।

आपको सायं के समय पश्चिम दिशा में सूर्य अस्त के बाद या पूर्व में सूर्योदय के पूर्व प्रत्येक 10 दिवस में अवलोकन करना है तथा अपने अवलोकन को निम्नांकित सारणी में दर्ज करना है।

क्र	दिनांक	सूर्य अस्त का समय	शुक्र के उदय का समय	शुक्र के उदय की स्थिति
1				
2				
3				
4				
5				
6				

शिक्षण संकेत - शिक्षक नेट के माध्यम से या शासकीय जीवाजी वेधशाला उज्जैन द्वारा प्रकाशित दृश्य ग्रह स्थिति पञ्चाङ्ग / आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका के माध्यम से शुक्र के पश्चिम दिशा में उदय के माह की जानकारी प्राप्त करें। शिक्षक शुक्र के उदय के अनुसार दिनांकों का निर्धारण कर विद्यार्थियों से अवलोकन करवायें।

अभ्यास प्रश्न

1. सबसे अधिक चमकीला दिखने वाला ग्रह कौन सा है ?
2. शुक्र ग्रह को आप कौन कौन सी दिशा में देख सकते हैं ?
3. भोर का तारा किस ग्रह को कहते हैं ?
4. शुक्र ग्रह की सतह कितने प्रतिशत प्रकाश को परावर्तित करती है?
5. आपने अपने अवलोकन में शुक्र ग्रह को किस माह में किस दिशा में देखा ?
6. शुक्र ग्रह इतना चमकदार क्यों दिखाई देता है ?
7. टेलिस्कोप से आपको शुक्र ग्रह किस प्रकार का दिखाई देता है ?
8. शुक्र ग्रह में सूर्य किस दिशा में उदय होता है?

---------- ••• ----------

अनुशंसित पुस्तकें -

भारतीय ज्योतिष का इतिहास – डॉ. गोरखप्रसाद, उत्तर प्रदेश हिन्दी संस्थान, लखनऊ ।

भारतीय ज्योतिष - नेमिचन्द शास्त्री, भारतीय ज्ञानपीठ प्रकाशन, दिल्ली

आकाश दर्शन - गुणाकर मूले, नीलकमल प्रकाशन दिल्ली ।

ऐसा है ब्रह्माण्ड - हरीश यादव चिल्ड्रन बुक हाउस जयपुर ।

ब्रह्माण्ड और सौर परिवार - देवी प्रसाद त्रिपाठी परिक्रमा प्रकाशन दिल्ली ।

गोल परिभाषा – सीताराम झा,

गोल परिभाषा - हंसधर झा, जगदीश प्रकाश जयपुर

भारत में विज्ञान की उज्जवल परंपरा- सुरेश सोनी, अर्चना प्रकाशन भोपाल।

शुक्र और उसके पारगमन - एस.पी. पंड्या, जे.एन. देसाई, एस. आर. शाह, विज्ञान प्रसार नई दिल्ली।

दृश्यग्रह स्थिति पञ्चाङ्ग - शासकीय जीवाजी वेधशाला ,उज्जैन ।

आकाश अवलोकन मार्गदर्शिका- शासकीय जीवाजी वेधशाला, उज्जैन।

संस्कृत के प्रबल समर्थक-डॉ. भीमराव अम्बेडकर

डॉ भीमराव अम्बेडकर उन लोगो में शामिल थे, जो संस्कृत को भारतीय संघ की आधिकारिक भाषा बनाने की पैरवी कर रहे थे। बाबा साहब का मानना था कि संस्कृत पूरे देश को भाषाई एकता के सूत्र मे बांध सकने वाली इकलौती भाषा हो सकती है। उन्होंने इसे देश की आधिकारिक भाषा बनाने का सुझाव दिया था। उनका मानना था कि संस्कृत भाषा समस्त भारतीय भाषाओं की जननी है इसलिए संस्कृत के नाम पर कहीं कोई विवाद नहीं होगा। इसलिये भारतीय भाषाओं में से किसी एक को राजभाषा बनाने पर बहस जब पूरी हो गई तो अम्बेडकर ने संस्कृत को राजभाषा के रूप मे रखने का प्रस्ताव रखा।

राष्ट्र-गीत

वन्दे मातरम्

श्री बंकिमचंद्र चट्टोपाध्याय : आनन्दमठ

वन्दे मातरम्, वन्दे मातरम्।
सुजलाम् सुफलाम् मलयज शीतलाम्।
शस्य श्यामलाम् मातरम्। वन्दे मातरम्।।
शुभ्रज्योत्स्नाम् पुलकित यामिनीम्।
फुल्ल कुसुमित द्रुमदल शोभिनीम्।।
सुहासिनीम् सुमधुरभाषिणीम्।
सुखदाम् वरदाम् मातरम्। वन्दे मातरम्।।

भारत का संविधान

भाग 4क

नागरिकों के मूल कर्त्तव्य

अनुच्छेद 51 क

मूल कर्त्तव्य– भारत के प्रत्येक नागरिक का यह कर्त्तव्य होगा कि वह–

(क) संविधान का पालन करे और उसके आदर्शों, संस्थाओं, राष्ट्रध्वज और राष्ट्रगान का आदर करे;

(ख) स्वतंत्रता के लिए हमारे राष्ट्रीय आंदोलन को प्रेरित करने वाले उच्च आदर्शों को हृदय में संजोए रखें और उनका पालन करे;

(ग) भारत की संप्रभुता, एकता और अखंडता की रक्षा करें और उसे अक्षुण्ण बनाए रखे;

(घ) देश की रक्षा करे और आह्वान किए जाने पर राष्ट्र की सेवा करे;

(ङ) भारत के सभी लोगों में समरसता और समान भ्रातृत्व की भावना का निर्माण करे जो धर्म, भाषा और प्रदेश या वर्ग पर आधारित सभी भेदभावों से परे हो, ऐसी प्रथाओं का त्याग करे जो महिलाओं के सम्मान के विरुद्ध हो;

(च) हमारी सामासिक संस्कृति की गौरवशाली परंपरा का महत्त्व समझे और उसका परिरक्षण करे;

(छ) प्राकृतिक पर्यावरण की, जिसके अन्तर्गत वन, झील, नदी और वन्य जीव हैं, रक्षा करे और उसका संवर्धन करे तथा प्राणिमात्र के प्रति दयाभाव रखे;

(ज) वैज्ञानिक दृष्टिकोण, मानववाद और ज्ञानार्जन तथा सुधार की भावना का विकास करे;

(झ) सार्वजनिक संपत्ति को सुरक्षित रखे और हिंसा से दूर रहे;

(ञ) व्यक्तिगत और सामूहिक गतिविधियों के सभी क्षेत्रों में उत्कर्ष की ओर बढ़ने का सतत् प्रयास करे, जिससे राष्ट्र निरंतर बढ़ते हुए प्रयत्न और उपलब्धि की नई ऊँचाइयों को छू सके ; और

(ट) यदि माता-पिता या संरक्षक है, छह वर्ष से चौदह वर्ष तक की आयु वाले अपने यथास्थिति बालक या प्रतिपाल्य को शिक्षा के अवसर प्रदान करे।