

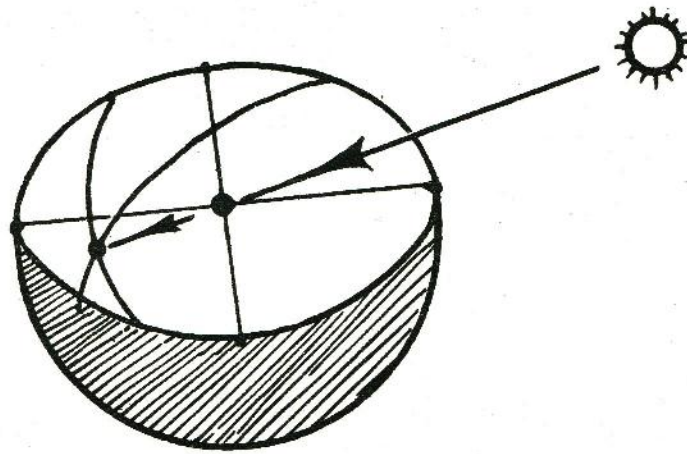
पिछले वर्ष तुमने सूर्य घड़ी बनाने के कुछ प्रयोग किए थे। इन प्रयोगों से आकाश में सूर्य के पथ के बारे में कुछ पता चला था। हमें हर रोज आकाश में तारे, चन्द्रमा व सूरज चलते हुए दिखते हैं। आओ, अब कुछ और प्रयोग करके इनके पथों के विषय में कुछ और जानकारी इकट्ठी करें।

#### सावधानी

सूर्य वाले सभी प्रयोग करते समय इस बात का विशेष ध्यान रखो कि सूर्य और शीशे में उसके प्रतिबिम्ब की ओर कभी सीधे न देखो। ऐसा करने से आँखों को नुकसान पहुँच सकता है।

#### प्रयोग 1

एक मिट्टी का घड़ा लो और उसके ऊपरी हिस्से को सावधानी से इस तरह तोड़ो कि उसका आकार एक अर्ध-गोले जैसा हो जाए। इससे भी सरल और अच्छा तरीका होगा कि गाँव के कुम्हार से ऐसा अर्ध-गोला बनवाकर पकवा लो। प्रयोग में आसानी के लिए अर्ध-गोले के अन्दर चूना पोत लो। अर्ध-गोले के बीच में दो डोरियाँ एक-दूसरे के लम्बवत् तान लो। ये डोरियाँ एक-दूसरे को ठीक बीच में अर्ध-गोले के केन्द्र बिन्दु पर काटनी चाहिए (चित्र-1)। डोरियाँ तानने के लिए अर्ध-गोले के किनारे पर आमने-सामने चार छेद बहुत सावधानी से करने होंगे। छेद करने के लिए अच्छा होगा यदि घड़े को पहले पानी से भिगा कर फिर कौल घुमा-घुमाकर धीरे-धीरे छेद करो।



चित्र-1

अगर तुम अपना अर्ध-गोला कुम्हार से बनवा रहे हो तो गीले में ही उसमें छेद करवा लेना। जहाँ ये डोरियाँ एक-दूसरे को काटती हैं वहाँ गीली चिकनी मिट्टी की छोटी-सी गोली बनाकर चिपका दो। अब इस अर्ध-गोले को जमीन में गड्ढा खोदकर इस तरह जमा दो कि घड़े की भीतरी सतह ऊपर की ओर रहे, घड़ा सीधा हो और उसका कोई भी एक छेद ठीक उत्तर दिशा की ओर हो। इस छेद के नीचे 'उत्तर' लिख लो। घड़े के चारों ओर की जगह रेत से भर दो ताकि घड़ा हिले नहीं। अर्ध-गोले को ऐसी जगह जमाना जहाँ सारा दिन उस पर धूप पड़े - किसी पेड़ या मकान की छाया न आवे।

तुम्हें हर आधे घण्टे बाद घड़े की सतह पर गोली की परछाई का निशान लगाना होगा और साथ ही समय भी लिखना होगा। ऐसे निशान तुम्हें दिन में जितनी देर तक गोली की छाया दिखे उतनी देर तक लगाने होंगे। इसके लिए अच्छा होगा कि यह प्रयोग सुबह जल्दी-से-जल्दी शुरू किया जाए और जब तक गोली की परछाई घड़े की सतह पर दिखाई देती रहे तब तक जारी रखा जाए। हर निशान के साथ घड़े पर समय लिखना न भूलना। दिनभर अवलोकन लेने के बाद इन निशानों को एक रेखा से मिला दो। यह रेखा आकाश में सूर्य के पथ का नक्शा है। रेखा के पास 'सूर्य' लिख दो ताकि तुम्हें यह याद रहे।

प्रयोग पूरा होने के बाद भी अपने घड़े को उस जगह से हिलाना नहीं।

## प्रयोग 2

प्रयोग 1 वाले घड़े से ही तुम चन्द्रमा के पथ का अध्ययन भी कर सकते हो। प्रयोग की सफलता के लिए खूब चाँदनी होना जरूरी है। इसके लिए पूर्णिमा या उसके पहले के चार-पाँच दिन अच्छे रहेंगे।

चाँदनी से बनी गोली की परछाई का पहले की तरह हर आधे घण्टे पर निशान लगाओ। हर निशान के साथ समय भी लिखते जाओ। जितने अधिक अवलोकन ले सकोगे उतना ही अच्छा होगा। बाद में सब निशानों को एक रेखा से जोड़ दो। यह रेखा चन्द्रमा के पथ का नक्शा है। याद रखने के लिए इस रेखा पर 'चन्द्रमा' लिख दो।

### शिक्षक के लिए

ये प्रयोग सब विद्यार्थी अपने-अपने घरों पर कर सकते हैं। परन्तु कम-से-कम एक घड़ा स्कूल में भी लगवाकर प्रयोग 1 व 2 करवायें। सूर्य व चन्द्रमा के पथ के नक्शे बन जाने पर तीन-चार विद्यार्थियों के घड़े कक्षा में चर्चा के लिए मँगवाएँ। बाकी घड़े अपनी जगह पर ही गड़े रहने दें। उनसे आगे और अवलोकन लेने होंगे।

## कक्षा में चर्चा

सूर्य व चन्द्रमा के पथों पर गौर करो।

सूर्य के पथ के नक्शे पर किसी एक बिन्दु को चुनो और बताओ कि सूर्य उस समय किस ओर था। चित्र बनाकर समझाओ। (1)

(तुमने ऐसे चित्र सातवीं में छड़ी की छाया वाले प्रयोग में भी बनाए थे।)

मिट्टी की गोली की छाया का स्थान समय के साथ क्यों बदला? (2)

क्या दिन में सूर्य का पथ टेढ़ा-मेढ़ा है? (3)

सूर्य के पथ के आधे-आधे घण्टे पर लगाए गए निशानों के बीच की दूरियाँ डिवाइडर से नाप कर तालिका बनाकर अपनी कापी में लिख लो। (4)

क्या ये दूरियाँ लगभग बराबर हैं? (5)

क्या सूर्य अपने पथ पर एक ही गति से चलता दिखता है या कभी तेज और कभी धीमी गति से ? (6)

क्या चन्द्रमा का पथ टेढ़ा-मेढ़ा है ? (7)

क्या इसका पथ सूर्य के पथ के समान्तर लगता है ? (8)

चन्द्रमा के पथ के आधे-आधे घन्टे के अन्तर पर लगाए गए निशानों के बीच की दूरियाँ डिवाइडर से नापकर अपनी कापी में लिख लो ? (9)

क्या ये दूरियाँ बराबर हैं ? (10)

क्या चन्द्रमा अपने पथ पर एक ही गति से चलता दिखाई देता है या कभी तेज और कभी धीमी गति से ? (11)

### प्रयोग 3

#### एक और सूर्यघड़ी

प्रयोग 1 और 2 के जो घड़े हिलाए नहीं गए थे उन पर दस दिन बाद सूर्य के पथ का नक्शा फिर से बनाओ। हर निशान के साथ समय जरूर लिख लेना।

दस दिन के बाद सूर्य के पथ में क्या अन्तर आया ? इसका क्या कारण हो सकता है ? सोच कर बताओ। (12)

याद करो, कक्षा सातवीं में तुम्हारे छड़ी की छाया वाले प्रयोगों में भी ऐसे अवलोकन आये थे।

अगर तुम साल भर तक हर दसवें दिन यह प्रयोग दोहराते रहोगे तो आकाश में सूर्य के पथ के बारे में तुम्हें कुछ और जानकारी मिलेगी।

अगर साल भर 10-10 दिन के अन्तर पर यह प्रयोग न कर सको तो कम-से-कम ऐसा छह बार तो जरूर करो।

एक ही समय पर लगे अलग-अलग दिनों के निशानों को एक लाइन से जोड़ दो। ऐसा आधे-आधे घन्टे के समय के अन्तर पर लगाए सब निशानों के लिए करो।

अगर तुम्हारे पास साल भर के अवलोकन हों तो तुम मिट्टी की गोली की छाया के निशान को देखकर कभी-भी समय बता सकते हो।

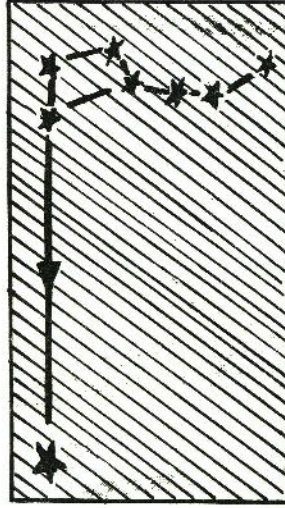
### तारा मंडलों का पथ

#### प्रयोग 4

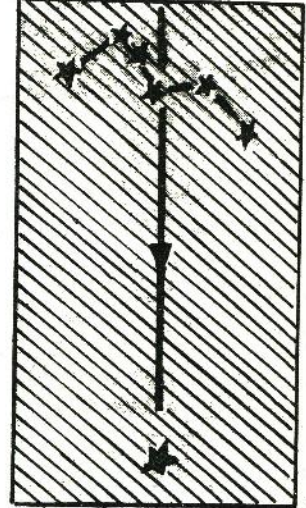
(रात का प्रयोग — घर पर करो)

क्या तारे भी आकाश में चलते हुए लगते हैं? आकाश में तारों के पथ के अध्ययन के लिए ध्रुव तारा व सप्तऋषि या काश्यपी (शर्मिष्ठा) नामक तारा मंडलों (तारों के समूह) का अवलोकन करो। आकाश में इन तारों को ढूँढने के लिए गाँव के किसी सयाने की मदद लो।

अगर तुम आकाश के उत्तरी भाग में देखोगे तो तुम्हें वर्गाकार आकार का सप्तऋषि मंडल दिखेगा (चित्र-2क)। सर्दी के महीनों में सप्तऋषि सूर्योदय से कुछ घंटे पहले ही उगता है लेकिन इन दिनों आकाश के उत्तरी भाग में ही तुम्हें काश्यपी नाम का छह तारों का समूह मिलेगा। ये अंग्रेजी के W अक्षर की आकृति के होते हैं (चित्र-2ख)।



क



ख

चित्र-2

इन दो तारा मंडलों की सहायता से चित्र-2 क व ख में दिखाए ढंग से तुम ध्रुव तारा आसानी से ढूँढ सकते हो। यदि आकाश में तुम्हें सिर्फ सप्तऋषि दिख रहा हो तो उसके वर्गाकार सिरे पर स्थित दो तारों से होकर गुजरने वाली रेखा की कल्पना करो। ध्रुव तारा इस सरल रेखा पर मिलेगा (चित्र-2क)।

अगर सिर्फ काश्यपी दिख रहा हो तो ध्रुव तारा इसके मध्य से गुजरने वाली रेखा पर पाया जाता है (चित्र-2 ख)।

आकाश में ध्रुव तारा और सप्तऋषि या काश्यपी तारा मंडलों को ढूँढ लेने के बाद तुम जिस जगह पर खड़े होकर तारों को देख रहे हो उसके आसपास के पेड़ और घर आदि को पहचान बनाओ।

इस पहचान की सहायता से अपनी कापी में ध्रुव तारे और इन दोनों तारा मंडलों में से जो भी दिख रहा हो उनका एक नक्शा बनाओ नक्शे में उन पेड़ और घरों को भी बनाओ जिन्हें तुमने पहचान के लिए चुना है। (13)

नक्शा बनाने का समय भी घड़ी देखकर लिख लो।

नक्शे में बने तारों को चित्र-2 की तरह से सरल रेखाओं से मिला दो।

एक घंटे बाद पहली वाली ही जगह पर खड़े होकर तारों और पहचान वाले पेड़ और घरों का एक और नक्शा बनाओ। इस नक्शे को बनाने का समय भी लिख लो। (14)

इस क्रिया को जितनी बार सम्भव हो दोहराओ परन्तु कम-से-कम चार बार जरूर करो।

इस प्रयोग के लिए तुम ध्रुव तारे के नजदीक के अन्य पहचान में आने वाले तारों या तारा मंडल का उपयोग भी कर सकते हो।

अपने नक्शों को देखकर नीचे दिए प्रश्नों के उत्तर दो :

क्या समय के साथ तारों की स्थिति बदलती है ? (15)

क्या ध्रुव तारे की स्थिति भी समय के साथ बदलती है ? (16)

क्या सप्तऋषि या काश्यपी मंडलों की आकृति भी समय के साथ बदलती है ? या पूरे के पूरे मंडल की आसमान में स्थिति ही बदलती है ? (17)

आकाश में वे कौन-सा पथ अपनाते हैं ? (18)

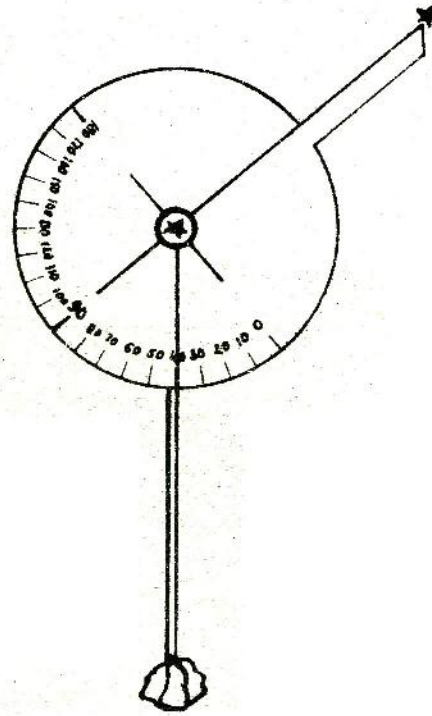
तारों की गति  
प्रयोग 5  
(घर पर करो)

इस प्रयोग में हम यह पता लगायेंगे कि कोई भी तारा या तारा मंडल एक घंटे में आकाश में कितने अंश घूम जाता है। इस प्रयोग को करने के लिए तुम्हें एक ध्रुवीय पैमाना बनाना होगा।

### ध्रुवीय पैमाना बनाओ

अपनी किट कापी में से ध्रुवीय पैमाने का पुष्टा काट कर निकाल लो । इस पुष्टे को बीच से मोड़ कर दोहरा कर लो और दोनों तहों के बीच में गोंद लगाकर एक दूसरे पर चिपका दो । इससे तुम्हारे ध्रुवीय पैमाने का पुष्टा मोटा हो जायेगा । ध्रुवीय पैमाने के इस पुष्टे को सूखने के लिए किसी भारी चीज के नीचे दबाकर रख लो । लगभग 24 घंटों के बाद इसे निकालो और ब्लेड से ध्रुवीय पैमाने की आकृति काट कर अलग कर लो । इसकी चकरी के बीचोबीच छोटे काले गोले पर एक बड़ी फुली लगा लो । फुली द्वारा बने इस छेद में एक धागा पत्थर बाँधकर लटका दो । यह तुम्हारा साहुल सूत्र है । यह हमेशा पृथ्वी के लम्बवत् रहेगा ।

तुम्हारा ध्रुवीय पैमाना तैयार है ।



चित्र-3

### ध्रुवीय पैमाने का उपयोग

ध्रुवीय पैमाने को अपनी आँखों से लगभग 30 से०मी० की दूरी पर रखकर उसके छेद में से ध्रुव तारे को देखो । चकरी को इस प्रकार

घुमाओ कि पत्थर पर बँधा धागा चकरी पर बने '0' के निशान पर आ जाये। इस स्थिति में चकरी से जुड़ी नुकीली पट्टी पृथ्वी के समान्तर होगी। ध्यान रहे कि इस पूरी क्रिया के दौरान फुली में से ध्रुव तारा साफ दिखता रहे। अब ध्रुवीय पैमाना घुमाकर पट्टी की नोक को ध्रुव तारे के आसपास के किसी चमकीले तारे से ऐसे मिलाओ कि तारा बिल्कुल नोक पर हो। ऐसी स्थिति में जब ध्रुव तारा फुली से दिख रहा हो और पट्टी की नोक पर दूसरा तारा हो (चित्र-3) साहल सूत्र के धागे से चकरी पर कोण पढ़ो।

यह चमकीले तारे की दिशा का कोण है।

अवलोकन का समय और तारे की दिशा के कोण को कापी में तालिका बनाकर लिखो। (19)

इस क्रिया को हर घंटे बाद दोहराओ और कम-से-कम चार अवलोकन जरूर लो।

तुम्हारा चुना हुआ तारा एक घंटे में ध्रुव तारे के चारों ओर कितने अंश का चक्कर लगा पाया? (20)

इस तारे को ध्रुव तारे का एक पूरा चक्कर लगाने में लगभग कितना समय लगेगा? (21)

अच्छा हो कि तुम इस प्रयोग को किसी और तारे को चुनकर उसकी ध्रुव तारे के चारों ओर घूमने की गति भी साथ-साथ नापते जाओ। इस तरह इन प्रश्नों के अपने उत्तरों पर तुम्हारा विश्वास बढ़ेगा। साथ ही तुम्हें यह भी पता चलेगा कि यह गुणधर्म किसी एक विशेष तारे का है या सभी तारों का।

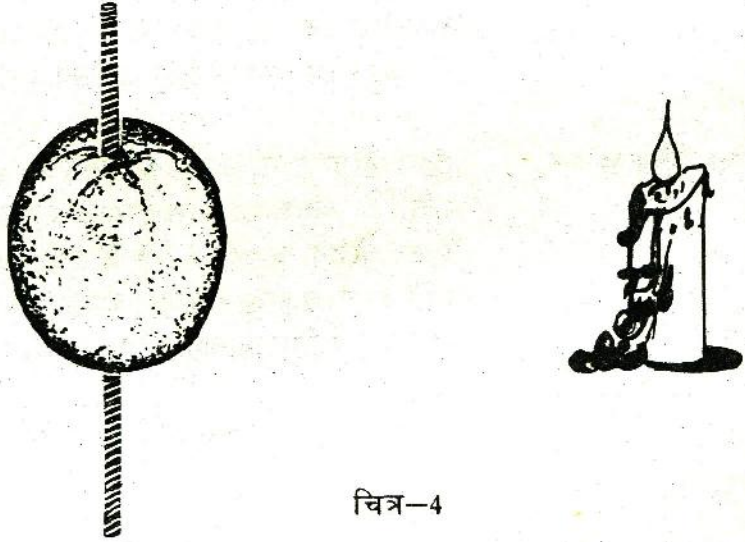
सूर्य का घड़ी के रूप में उपयोग करना तो तुमने सीखा ही है। क्या तुम रात को तारों की सहायता से समय बता सकते हो? ऐसा करना कठिन नहीं है।

सोचकर बताओ कि ऐसा कैसे करोगे। (22)



**जरा गहराई से सोचो**  
 सूर्य पश्चिम में डूबकर दूसरे दिन पूर्व दिशा में उगता है।  
 सूर्य पूर्व दिशा में कैसे पहुँच जाता है ?  
 चन्द्रमा व तारे भी आकाश में चक्कर काटते नजर आते हैं  
 पर अगली रात वे लगभग उसी स्थान पर वापस आ जाते हैं  
 जहाँ से पिछली रात उन्होंने अपनी यात्रा शुरू की थी।  
 सूर्य, चन्द्रमा व तारे सभी लगभग 24 घंटों में एक स्थान  
 से चलकर उसी स्थान पर कैसे वापस आ जाते हैं ?

अब तक किये प्रयोगों द्वारा हमने जिन बातों का पता लगाया है उन्हें  
 एक मॉडल की सहायता से अच्छी तरह समझने की कोशिश करें।



चित्र-4

**सूर्य और पृथ्वी का  
 मॉडल**

एक पीले नीबू के बीचोबीच एक सायकिल स्पोक को आर-पार घुसा  
 दो (चित्र-4)। नीबू की जगह तुम एक मिट्टी का गोला बनाकर उस  
 पर चूना पोतकर भी अपना मॉडल बना सकते हो। यह तुम्हारा पृथ्वी  
 का मॉडल है। अपने मॉडल पर भूमध्य रेखा बना लो। मॉडल को  
 एक अंधेरे कमरे या कमरे के अंधेरे कोने में मोमबत्ती या अन्य रोशनी  
 के सामने ले जाओ।

क्या नींबू की पूरी सतह पर रोशनी पड़ती है ? (23)

क्या नींबू को इस प्रकार रखना सम्भव है कि उसकी पूरी सतह पर रोशनी पड़े ? (24)

अपने मॉडल पर होशंगाबाद दिखाने के लिए भूमध्य रेखा से थोड़ा ऊपर स्याही से निशान लगा लो।

नींबू के जिस भाग पर रोशनी पड़ती है वहाँ हम दिन मानेंगे और जो भाग अधरे में हो वहाँ रात।

अगर तुम नींबू को उसकी धुरी (तार) पर घुमाओ तो होशंगाबाद में क्या कभी दिन और कभी रात होती है ? करके पता लगाओ। (25)

अगर तुम नींबू को समान गति से घुमाओ तो नींबू की धुरी को किस प्रकार रखना होगा जिससे कि होशंगाबाद में दिन और रात बराबर समय के लिये हों ? (26)

अगर हम चाहें कि होशंगाबाद में दिन रातों से लम्बे हों तो हमें नींबू की धुरी को किस दिशा में रखना होगा ? (27)

और अगर हम रात को दिन से लम्बा बनाना चाहें तो ? (28)

कौन किसके चक्कर काटता है ?

मॉडल में तो हमने देखा कि पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने से दिन व रात हो सकते हैं, पर हमें लगता तो ऐसा है कि दिन व रात सूर्य के चक्कर काटने के कारण होते हैं। क्या यह सम्भव नहीं कि पृथ्वी के घूमने के कारण ही सूर्य चक्कर काटता लगता है ?

यह देखने के लिए आओ, एक प्रयोग करें।

प्रयोग 6

एक कमरे में खड़े होकर छत पर अपने सिर के ठीक ऊपर एक बिन्दु पर नजर रखते हुए घूमो। ऐसा करने से ऊपर की वस्तुएँ चक्कर काटती नजर आयेंगी।

अगर तुम बायें घूम रहे हो तो वस्तुएँ किस दिशा में चक्कर काटती दिखती हैं ? (29)

क्या ऊपर की सभी वस्तुएँ एक ही समय में एक पूरा चक्कर काटती लगती हैं ? (30)

इस समय को बढ़ाने के लिए तुम्हें क्या करना होगा ? (31)

क्या ऊपर के सभी बिन्दु चक्कर काटते लगते हैं या कोई बिन्दु स्थिर भी नजर आता है ? स्थिर रहने वाला बिन्दु कौन-सा है ? (32)

फिर से सोचो

अब फिर सूर्य और तारों पर गौर करो । क्या यह सम्भव है कि सूर्य व तारे वास्तव में स्थिर हों और पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने के कारण ये आकाश में चक्कर काटते नजर आते हैं ?

इस पर विचार करो ।

यदि सचमुच ऐसा है तो जिन दैनिक पथों पर सूर्य, चन्द्रमा और तारे घूमते नजर आते हैं, उनमें क्या समानताएँ होंगी ? अपनी तर्क शक्ति और कल्पना के आधार पर नीचे लिखे प्रश्नों के उत्तर दो ।

सूर्य, चन्द्रमा और तारों के दैनिक पथों की आकृति कैसी दिखाई देगी — चौकोर, गोलाकार, सीधी रेखा, अण्डाकार या टेढ़ी-मेढ़ी ? (33)

इनके ये पथ एक दूसरे को यहाँ-वहाँ काटेंगे, एक-दूसरे से दूर हटते जायेंगे या समान्तर होंगे ? (34)

क्या तीनों को आकाश का पूरा चक्कर लगाने में लगभग बराबर समय लगेगा या किसी को कम या अधिक ? (35)

(33), (34) और (35) प्रश्नों के उत्तर तुमने तर्क और कल्पना द्वारा ढूँढे । क्या इसी तरह के परिणाम तुम्हें अब तक किये प्रयोगों से भी मिले ? (36)

यदि पृथ्वी वास्तव में अपनी धुरी पर घूम रही है तो क्या आकाश में सभी वस्तुएँ चलती नजर आयेंगी ? (37)

अपने प्रश्न (32) के उत्तर को देखो । अब कल्पना करो कि तुम अपने पृथ्वी के मॉडल पर होशंगाबाद पर खड़े हो और पृथ्वी अपनी धुरी (साइकिल स्पोक) पर घूम रही है ।

तुम्हें ऊपर देखने पर कौन-सा बिन्दु स्थिर दिखेगा ? (38)

क्या तुमने आकाश में कोई ऐसा तारा देखा था जो हमेशा स्थिर दिखता था । (39)

ऐसे तारे और पृथ्वी की धुरी में क्या सम्बन्ध होना चाहिये ? (40)

ध्रुव तारा आकाश में हमेशा किस दिशा में दिखता है ? (41)

सूर्य या चन्द्रमा को निकलते या डूबते देखकर हम पूर्व व पश्चिम दिशाएँ बता सकते हैं।

पर क्या सूर्य और चन्द्रमा हमेशा एक ही दिशा से निकलते और एक ही दिशा में डूबते हैं ? अपनी छड़ी की छाया (कक्षा सात) और घड़े वाले प्रयोगों के अवलोकनों के आधार पर बताओ। (42)

दिशा की सही जानकारी मालूम करने के लिए तुमने जो कुछ इस अध्याय में सीखा है उसका कैसे उपयोग करोगे ? (43)

पृथ्वी पर खड़े-खड़े हमें ऐसा ही लगता है कि पृथ्वी स्थिर है और सूर्य, चन्द्रमा व तारे उसके चारों ओर चक्कर काटते हैं। मॉडल और प्रयोग 6 के तर्कों के आधार पर लगता है कि हो सकता है कि पृथ्वी अपनी धुरी पर घूमती हो और इसलिए बाकी सब चीजें घूमती दिखती हों। सही निर्णय कैसे हो ?

कई वैज्ञानिकों ने अपने प्रयोगों से यह सिद्ध कर दिया है कि वास्तव में पृथ्वी अपनी धुरी पर घूमती रहती है और सूरज के चारों ओर भी घूमती है। ये प्रयोग बहुत जटिल हैं इसलिए इन्हें स्कूल में करना असम्भव है।

सूर्य और चन्द्रमा के चक्कर काटने की गति की तुलना

हमने देखा कि सूर्य, चन्द्रमा व तारे आकाश में गोलाकार पथों पर चलते दिखते हैं और लगभग 24 घंटे में एक चक्कर काटते हैं और यह पृथ्वी के अपने अक्ष पर चक्कर काटने से होता है।

क्या चन्द्रमा भी सूर्य के समान ठीक 24 घंटों में एक चक्कर पूरा कर लेता है ? इस प्रश्न का उत्तर ढूँढने के लिए आओ, एक प्रयोग करें।

प्रयोग 7  
(घर पर करो)

अमावस्या के बाद जिस दिन चन्द्रमा आकाश में नजर आए उस दिन की तारीख और उस रात चन्द्रमा के अस्त होने का समय अपनी कापी में लिख लो।

अपने अवलोकन एक तालिका बनाकर लिखो। साथ ही चन्द्रमा की उस रात की आकृति का एक चित्र भी तालिका में बना लो। (44)

जितने दिन तक सम्भव हो ऐसा हर रोज करो। फिर पूर्णिमा के कुछ दिन पहले से कुछ दिन बाद तक जितने दिन तक सम्भव हो तारीख, चन्द्रमा के उगने का समय व उसकी आकृति का चित्र अपनी तालिका में नोट करते जाओ।

अपने अवलोकनों के आधार पर बताओ कि चन्द्रमा के दो बार निकलने या दो बार अस्त होने के बीच कितने घंटे होते हैं ? (45)  
आकाश में चक्कर काटने में किसे अधिक समय लगता है — सूर्य को या चन्द्रमा को ? (46)

क्या इससे यह संकेत मिलता है कि चन्द्रमा न केवल पृथ्वी के घूमने के कारण चलता नजर आता है बल्कि उसकी कुछ अपनी भी गति होती है ? (47)

ऊपर के अवलोकनों को अगली अमावस्या और पूर्णिमा के बाद दोहराओ।

कितने दिनों बाद चन्द्रमा फिर उसी समय डूबता है ? (48)

कितने दिनों बाद चन्द्रमा दोबारा उसी समय उगता है ? (49)

क्या ये दोनों अवधियाँ बराबर हैं ? (50)

इनसे तुम चन्द्रमा द्वारा पृथ्वी का एक चक्कर लगाने के समय का अनुमान लगा सकते हो ? (51)

चन्द्रमा व तारे समान समय में आकाश में चक्कर काटते हैं या नहीं, यह पता करने का कोई आसान तरीका सोच कर बताओ ? (52)

### चन्द्रमा की कलाएँ

क्या तुमने कभी सोचा है कि चन्द्रमा पूर्णिमा तक बढ़ता और उसके बाद घटता क्यों नजर आता है ? और एक पूर्णिमा से दूसरी पूर्णिमा तक हमेशा लगभग 28 दिन ही क्यों लगते हैं ? इसको समझने के लिए आओ एक प्रयोग करें —

### प्रयोग 8

(घर पर करो)

अमावस्या के एक सप्ताह बाद का एक दिन चुनो जबकि दिन के समय भी चन्द्रमा आकाश में नजर आता हो। धूप में खड़े होकर एक पीले नींबू या चूने के पुते मिट्टी के गोले को हाथ में पकड़कर चन्द्रमा की दिशा में करो।

गेंद के उस भाग के आकार को देखो जिस पर कि धूप पड़ रही है।

क्या उस भाग के आकार और चन्द्रमा के आकार में किसी प्रकार की समानता नजर आती है ? (53)

प्रयोग 9  
(शाम को लगभग  
चार बजे करो)

एक पीले नींबू या चूने से पुते मिट्टी के गोले को अपने हाथ में पकड़ कर धूप में खड़े हो जाओ। मान लो कि तुम्हारा सिर पृथ्वी है और नींबू चन्द्रमा। नींबू को अपने सामने रखते हुए धीरे-धीरे घूमो। तुम्हारे घूमने के साथ-साथ नींबू के उजाले भाग की आकृति कैसे बदलती है, देखो।

सूर्य तुम्हारे सामने, दायें, पीछे और बायें हो और इनके बीच की चार और स्थितियों में हो तब नींबू के उजाले भाग की आकृतियों का चित्र अपनी कापी में बनाओ। (54)

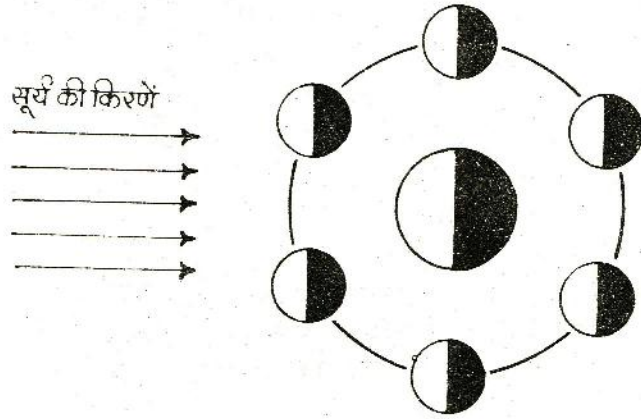
इन चित्रों को प्रयोग 7 में बनाये चन्द्रमा की आकृतियों के चित्रों से मिलाओ।

क्या दोनों चित्रों में कोई समानता है ? (55)

ऊपर के अवलोकनों से क्या हम कह सकते हैं कि चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर चक्कर काटता है और वह एक ऐसा चक्कर लगभग 28 दिनों में पूरा करता है ? (56)

कुछ सवाल सोचने को

चित्र-5 में पृथ्वी के चारों ओर घूमते हुए चन्द्रमा की छह स्थितियाँ दिखाई गई हैं।



चित्र-5

इन स्थितियों में चन्द्रमा की कलाएँ क्या होंगी ? चित्र बनाकर दिखाओ। (57)

क्या तुम बता सकते हो कि चन्द्रमा स्वयं प्रकाश देता है या नहीं ? (58)  
अमावस्या के दिन चन्द्रमा किस समय उगता है ? (59)



चित्र-6

चित्र-6 पर गौर करो। इस चित्र में क्या-क्या गलतियाँ हैं ? (60)

इन सब सवालों पर कक्षा में चर्चा करो।

### ऐतिहासिक कहानी

तुम्हारे प्रयोगों से सूर्य, चन्द्रमा व तारों का पृथ्वी के चारों ओर घूमने का आभास मिला था।

प्रयोग 6, 7, 8 और 9 व अपने मॉडल के आधार पर क्या तुम समझ पाए कि ऐसा आभास क्यों मिला ?

ऐसे सरल प्रयोगों से यह सिद्ध करना सम्भव नहीं है कि पृथ्वी ही सूर्य के चारों ओर चक्कर काटती है और अपनी धुरी पर भी घूमती है। उसके लिए तो और जटिल प्रयोग करने पड़ते हैं। आकाश में सूर्य, चन्द्रमा व तारों की गति का अध्ययन वैज्ञानिक सैकड़ों वर्षों से करते आए हैं।

हमारे देश में भी पाँचवीं सदी में आर्यभट्ट व बारहवीं सदी में भास्कराचार्य नामक खगोल शास्त्रियों ने अपनी खोजों पर ग्रन्थ लिखे।

मिस्त्र, बेबीलोन, यूनान व यूरोप में भी ब्रह्माण्ड को समझने की कई कोशिशें की गईं। इस सबके बावजूद आज से चार-सौ साल पहले तक यही माना जाता था कि पृथ्वी ही इस ब्रह्माण्ड का केन्द्र है। इस बात का विरोध करने वाले को धर्म विरोधी माना जाता था। धार्मिक पण्डितों व पादरियों के विरोध के बावजूद कोपरनिकस, गैलीलियो व केपलर जैसे वैज्ञानिकों ने अपने प्रयोगों के आधार पर कहा कि पृथ्वी सूर्य के चक्कर काटती है। इस विरोध के कारण गैलीलियो को कई यातनाएँ भी सहनी पड़ीं। परन्तु वे अपने निष्कर्षों पर डटे रहे। अन्तरिक्ष में जाने वाले यात्रियों और उपग्रहों की सहायता से भी आज यह सिद्ध हो गया है कि वे सही थे।

### ग्रहण क्यों लगता है ?

16 फरवरी, 1980 को दोपहर के बाद सूर्य ग्रहण लगा था। उस समय सूर्य के ढक जाने के कारण दिन में ही अन्धेरा-सा हो गया था। शायद तुमने चन्द्र ग्रहण भी देखा होगा।

क्या कभी सोचा है कि ग्रहण क्यों लगते हैं ?

हमारे देश में इस बारे में राहू-केतु की कहानी प्रचलित रही है।



परन्तु अब हम जानते हैं कि चन्द्रमा की छाया पृथ्वी पर पड़ने से सूर्य ग्रहण और पृथ्वी की छाया चन्द्रमा पर पड़ने से चन्द्र ग्रहण होता है।

क्या बता सकते हो कि सूर्य ग्रहण केवल अमावस्या को और चन्द्र ग्रहण केवल पूर्णिमा को ही क्यों लगते हैं ? (61)

सूर्य ग्रहण व चन्द्र ग्रहण के समय सूर्य, चन्द्रमा व पृथ्वी की स्थितियाँ चित्र-5 के आधार पर बनाओ। (62)

परन्तु हर अमावस्या को सूर्य ग्रहण और हर पूर्णिमा को चन्द्र ग्रहण क्यों नहीं लगते ?

आओ, यह समझने की कोशिश करें।

चित्र-7 में 16 फरवरी, 1980 के सूर्य ग्रहण का एक फोटो दिया है।



चित्र-7

इसमें एक ही फोटो पर हर दस मिनट बाद सूर्य का चित्र उतार लिया गया था। चित्र में चन्द्रमा का सूर्य को धीरे-धीरे ढकना और फिर हट जाना तुम देख सकते हो। सूर्य के जिस हिस्से के सामने चन्द्रमा आ गया है वह हिस्सा काला दिख रहा है और बाकी सफेद।

फोटो में सूर्य के हर चित्र के साथ चन्द्रमा की स्थिति का अनुमान लगा सकते हो। इस फोटो में क्या तुम सूर्य और चन्द्रमा के पथों को अलग-अलग रेखाओं से दिखा सकते हो ?

इस काम को आसान करने के लिए हमने तुम्हारी किट कापी में चित्र-7 को आधार बनाकर एक बड़ा चित्र दिया है। इस चित्र के कोने में दो चकतियाँ बनी हैं। एक काली और एक सफेद। इनके केन्द्र बिन्दु के निशान भी चित्र में दिखाये हैं। इनमें से सफेद चकती को सूर्य माना जायेगा व काली को चाँद माना जायेगा।

इन दोनों चकतियों को ब्लेड से सफाई से काटकर कागज से अलग कर लो। चित्र में भी हम सफेद हिस्से को सूर्य मानेंगे व काले हिस्से को चन्द्रमा। हमें चित्र में दिख रहे सूर्य व चन्द्रमा के केन्द्र बिन्दु ढूँढकर निकालने हैं। इसके लिए सबसे पहले सफेद चकती लो। इस चकती को किट कापी के चित्र की किसी एक स्थिति में सफेद भाग के बिल्कुल ऊपर रखो। अब पिन से इनके केन्द्र बिन्दु पर छेद करो। चकती वापस उठा लो। चित्र में बनी सूर्य की उस आकृति के केन्द्र-बिन्दु पर पिन का निशान लग जायेगा। इस पर पेंसिल से निशान लगा लो। इसी तरह चित्र में सूर्य की हर स्थिति का केन्द्र-बिन्दु निकालो। इन केन्द्र-बिन्दुओं को एक लाइन से जोड़ दो। यह सूर्य का पथ है। चन्द्रमा का पथ पता करने के लिए बिल्कुल यही क्रिया काली चकती की मदद से चित्र में चन्द्रमा की हर स्थिति के लिए करो। केन्द्र-बिन्दुओं को जोड़कर चाँद का पथ पेंसिल से बनाओ।

सूर्य और चन्द्रमा के पथों की रेखाएँ एक दूसरे के समान्तर हैं या एक दूसरे को काटती हैं ? (63)

जिनअभावस्थाओं पर कहीं भी सूर्य ग्रहण नहीं लगता उन दिनों में सूर्य और चन्द्रमा की स्थितियों में ग्रहण वाली स्थिति से क्या अन्तर होता होगा ? किट कापी के चित्र के आधार पर सोचो। (64)

इस फोटो में एक बात पर गौर करो। 16 फरवरी, 1980 को चन्द्रमा और सूर्य अपने प्रथम के कटान बिन्दु पर ठीक एक ही समय पर पहुँचे थे।

यदि ऐसा नहीं होता तो क्या उस दिन सूर्य ग्रहण लगता ? (65)

अब बताओ कि हर अमावस्या को सूर्य ग्रहण क्यों नहीं लगता ? (66)

#### प्रयोग 10

चन्द्र ग्रहण को समझने के लिए प्रयोग 9 की तरह शाम को 4 बजे हाथ में नींबू लेकर अपनी पीठ सूर्य की ओर करके खड़े हो जाओ। नींबू को अपने सामने पूर्णिमा के चन्द्रमा जैसी स्थिति में रखो जब कि नींबू की तुम्हारी तरफ वाली पूरी सतह पर धूप पड़ रही हो।

क्या इस स्थिति में चन्द्र ग्रहण होगा ? (67)

अब नींबू को थोड़ा नीचे करो जिससे कि तुम्हारे सिर की छाया उस पर पड़ने लगे।

यह चन्द्र ग्रहण की ही स्थिति है।

हर पूर्णिमा पर चन्द्र ग्रहण क्यों नहीं लगता ? अपने प्रयोग के आधार पर समझाओ। (68)

नये शब्द :

तारा मंडल

अन्तरिक्ष

ब्रह्माण्ड

खगोलशास्त्री