

## वक्तव्य

परमात्मा की सृष्टि का सौन्दर्य बड़ा बुल्लहल-जनक है। इधर पृथ्वी पर वन-गर्वत की सघन नीलिमा के साथ-साथ अथाप रत्नावर ना भी अनन्त विस्तार है, उधर नयनाभिराम नभोमण्डल असस्य ज्योतिष्क पिण्डों से अलङ्कृत और जगमग है। विश्व ब्रह्माण्ड की इस विलक्षण शोभा का चिन्तनमात्र जहाँ साधारण मनुष्य के मस्तिष्क को चञ्चल और मुग्ध-स्तब्ध कर देता है, वहाँ ज्योतिर्विज्ञानवेत्ता विद्वान् उस शोभा के रहस्य वा उद्घाटन करने विस्मित मनुष्य के आनन्द की अभिवृद्धि कर देते हैं। इस बात का प्रमाण प्रस्तुत पुस्तक में मिलेगा।

सृष्टितत्त्वविद्-दार्शनिक साहित्यकारों के मतानुसार भूगोल और खगोल—दोनों ही परमात्मा के रचे हुए रमणीय महानाव्य हैं। जो विज्ञानविचक्षण हैं, वे इन महाकाव्यों के तत्त्व-विश्लेषण के मर्मज्ञ हैं और जो साहित्यस्रष्टा हैं, वे इनके बाह्याभ्यन्तरसौन्दर्य के रसज्ञ हैं। इस पुस्तक में वैज्ञानिकता और साहित्यिकता का विशिष्ट मिश्रण होने से गहन विषय भी रोचक बन गया है।

परिपद् की ओर से प्रतिवर्ष विभिन्न विषयों पर विशेषज्ञ विद्वानों के भाषण कराये जाते हैं, जो फिर पुस्तक-रूप में प्रकाशित भी होते हैं। इस पुस्तक में डाक्टर गोरखप्रसाद के भाषणों का समावेश है। सन् १९५३ ई० में ३१ अगस्त से उनकी भाषणमाला का आरम्भ हुआ था। परिपद् के अनुरोध से उन्होंने पटना-सायन्स-कालेज के फिजिक्स लेक्चरर-दिएटर में ये व्याख्यान दिये थे। इनकी प्रवचनश्री के सहारे उन्होंने जैसा आकर्षक बना दिया था, इस पुस्तक को भी उन्होंने आवश्यक चित्रों सहित ही बना दिया है।

डाक्टर गोरख प्रसाद जी हिन्दी-भाषा के यशस्वी विज्ञानशास्त्री लेखक हैं। उनके 'सौर परिवार' और 'फोटोग्राफी' नामक दोनो ग्रन्थ हिन्दी साहित्य-जगत् में बहुत पहले ही सम्मानित और पुरस्कृत हो चुके हैं। प्रयाग की विज्ञान-परिपद्-जैसी प्रतिष्ठित संस्था के सचालकों में वे अन्यतम हैं। काशी के हिन्दू-विश्वविद्यालय में वे भारत के विश्वविख्यात गणित-विज्ञानाचार्य डाक्टर गणेशप्रसाद के प्रिय शिष्यों में थे। लगभग तीस वर्षों से वे प्रयाग-विश्वविद्यालय में 'रीडर' हैं। उनकी विद्वत्ता और कीर्ति हिन्दी के लिए निस्सन्देह गौरव-वर्द्धक है। हिन्दी के वैज्ञानिक साहित्य की श्रीवृद्धि के लिए परमात्मा उन्हें चिरायु करें, परिपद् की यही शुभकामना है।

यह पुस्तक स्वयं लेखक ने ही अपनी देखरेख में छपवाई है। इसलिए इसकी प्रामाणिकता असंदिग्ध है। आशा है कि लेखक की क्वालिटी इस पुस्तक को भी प्राप्त होगी।

बलनोत्सवावकाश  
सं० २०११ वि०

शिवपूजन सहाय  
(परिपद्-मनी)

## भूमिका

बिहार-राष्ट्रनाश-परिपद् में जब मुझे विभी वैज्ञानिक विषय पर पाँच व्याख्यान देने के लिए आमंत्रित किया तब मैंने सहर्ष स्वीकार किया। अपनी गौर-परिवार नामक पुस्तक प्रकाशित हो जाने के बाद मैं अनुभव कर रहा था कि ज्योतिष-संसार के अग्यान्व ज्ञातव्य विषयों पर भी यथेष्टात्मक रीति से कुछ लिखा जाना चाहिए। यद्यपि व्याख्यानमाला में उन सब विषयों का समावेश नहीं है, तथापि हिन्दी में नवीन ज्योतिष-साहित्य के अभाव की कुछ पूर्ति इससे अवश्य होगी।

इस पुस्तक से नौहारिकाओं और विरच-रचना के सम्बन्ध में आधुनिक खोजों तथा निर्णयों की सख्त मितेगी। मेरा उद्देश्य केवल यह नहीं रहा है कि उन खोजों और निर्णयों का अतिन परिणाम बता दूँ, प्रत्युत् मेरा लक्ष्य यह रहा है कि उन परिणामों पर ज्योतिषी कैसे पहुँचे हैं, यह भी पाठकों को बता दूँ। आशा है, मैं इसमें कुछ सीमा तक सफल हो सका हूँ।

इस पुस्तक में वही भी उच्च गणित के चरित्र में पाठकों को नहीं फँसना पड़ेगा, वही भी उन्हें जटिल विवेचनों की उलझनों में नहीं अटकना पड़ेगा। मेरा अनुमान है कि यह पुस्तक शासकधर्म और साम ही रोचक सिद्ध होगी।

इस पुस्तक में दिये गये वेधशालाओं के तीन चित्र मेरी पुस्तक 'गौर-परिवार' में लिये गये हैं। उनके मूलक हिन्दुस्तानी ऐकडेमी (प्रयाग) से मिले हैं, इस रूपा के लिए मैं उक्त संस्था का आभारी हूँ।

पैली ऐकेड्यू,  
प्रयाग  
५ मार्च, १९५५

गौरसप्तसप्त

## विषय-सूची

### प्रथम अध्याय—ज्योतिषियों के यंत्र

पृष्ठ

नीहारिकाएँ क्या हैं	..	..	..	३
दूरदर्शक	..	..	..	५
दूरी नापना	..	..	..	६
अति दूरस्थ तारों की दूरियाँ	..	..	..	८
प्रकाश-वर्ष	..	..	..	८
नीहारिकाओं की दूरियाँ	..	..	..	८
वर्णपट	..	..	..	९
फोटोग्राफी	..	..	..	११
निजी गति	..	..	..	११
तौल	..	..	..	११
नाप	..	..	..	१२
श्रेणी	..	..	..	१२
इतिहास	..	..	..	१३
नीहारिकाओं की फोटोग्राफी का इतिहास	..	..	..	१४

### द्वितीय अध्याय—निकटतम नीहारिकाएँ

भंगिलन भेष	..	..	..	१६
भंगिलन भेषों में सबध	..	..	..	१८
ग्रहण	..	..	..	१९
कोरी अँख से आकाशगंगा	..	..	..	२०
दूरदर्शक से आकाशगंगा	..	..	..	२०
फोटोग्राफ में आकाशगंगा	..	..	..	२२
आकाशगंगा का रूप	..	..	..	२३
पड़ोस के तारे	..	..	..	२३
देवयानी नीहारिका	..	..	..	२४
नाप	..	..	..	२५
मैसिये ३३	..	..	..	२६
देवयानी नीहारिका की तौल	..	..	..	२६

### तृतीय अध्याय—नीहारिकाओं की जातियाँ

नीहारिकाओं का वर्गीकरण	..	..	..	२८
गाग नीहारिकाएँ	..	..	..	२८
प्रसृत नीहारिकाएँ	..	..	..	२८
नीहारिकाओं की गति	..	..	..	३०
घटने-बढ़ने वाली नीहारिकाएँ	..	..	..	३०

			१७
फानी नीहारिकाएँ .. .. .	२०		
अन्तर्गतनीय गैस .. .. .	२३		
फानी नीहारिकाओं की दूरी .. .. .	२४		
प्रहीय नीहारिकाएँ .. .. .	२४		
प्रहीय नीहारिकाओं का वर्णपट .. .. .	२५		
उत्पत्ति .. .. .	२६		
तारापुंज .. .. .	२६		
तारापुंजों की जातियाँ .. .. .	२७		
गाय तारापुंज .. .. .	२८		
वर्णपट और निजों गति .. .. .	२९		
गाय तारापुंजों का वितरण .. .. .	४०		
गोलाकार तारापुंज .. .. .	४०		
गोलाकार तारापुंजों का सगठन आदि .. .. .	४०		

#### चतुर्थ अध्याय—अगाग नीहारिकाएँ

अगाग नीहारिकाओं की जातियाँ .. .. .	४३
नीहारिकाओं का विकास .. .. .	४४
वितरण .. .. .	४५
नीहारिका-पुंज .. .. .	४६
स्थानीय समूह .. .. .	४६
बन्धा तारामण्डल में नीहारिका पुंज .. .. .	४७
सोज जारी है .. .. .	५०
नीहारिकाओं का घूमना .. .. .	५१
तारे कैसे चमकते हैं .. .. .	५२

#### पञ्चम अध्याय—उत्पत्ति

अगाग नीहारिकाएँ हम से दूर जा रही हैं .. .. .	५५
विश्व की उत्पत्ति .. .. .	५६
लाप्लास का नीहारिका-सिद्धान्त .. .. .	५७
जीन्स का सिद्धान्त .. .. .	५९
तारों की उत्पत्ति .. .. .	५९
तारामुग्मों की उत्पत्ति .. .. .	५९
ग्रहों की उत्पत्ति .. .. .	६०
ज्वार भाटा-सिद्धान्त .. .. .	६१
अन्य सौर जगतों की सम्भावना .. .. .	६२
भविष्य .. .. .	६२
सारास .. .. .	६४

नीहारिकाएँ

## प्रथम अध्याय ज्योतिषियों के यंत्र

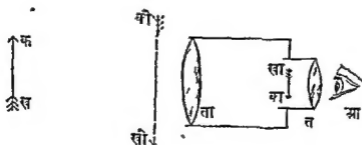
नीहारिकाएँ क्या हैं—स्वच्छ अँधेरी रात्रि में अनेक जगमगाते तारे दिखायी पड़ते हैं। अज्ञादि काल से मनुष्य आश्चर्य करता रहा है कि वे क्या हैं। इतना तो प्राचीन काल के लोगो ने भी अनुमान कर लिया कि वे अत्यंत तप्त और स्वयं दीप्तिमान हैं। उन्होंने यह भी देख लिया था कि आकाशीय पिंडों में से चार-पाँच में एव विशेषता है, यह कि वे अन्य तारों के बीच चलते रहते हैं। उनको ग्रह कहा जाता है। कभी-कभी पूँछवाले तारे भी दिखायी पड़ते हैं। ग्रहों के समान ये भी तारों के बीच चलते रहते हैं। इसलिए ये भी वस्तुतः तारे नहीं हैं। इनके अतिरिक्त आकाश में तारों से पट्टी हुई एव मेखला-सी दिखायी पड़ती है, जिसे लोग आकाश-गंगा कहते हैं। इसे डहर, आकाश जनक, आकाश नदी, मदाविनी, स्वर्णदी, सुरदीपिका इत्यादि भी कहते हैं। अँग्रेजी में इसे मिल्की वे (Milky way) या गैलेक्सी (galaxy) कहते हैं। मिल्की वे का अर्थ है 'दूधिया भाग'। गैलेक्सी शब्द यूनानी धातु गैला से निकला है, जिसका अर्थ भी दूध है। तारों के हिसाब से आकाश-गंगा स्थिर है। कोरी आँख से इसमें तारे पृथक्-पृथक् नहीं दिखायी पड़ते, परन्तु बड़े दूरदर्शकों से फोटोग्राफ लेने पर इसमें असंख्य तारे दिखायी पड़ते हैं। दक्षिणी आकाश में दो वस्तुएँ और भी दिखायी पड़ती हैं, जो आकाश-गंगा के टुकड़े-जैसी जान पड़ती हैं। प्रसिद्ध पोर्चुगाली नाविक मॅगिलन (लगभग १४८०-१५२१) के नाम पर ये पिंड मॅगिलन-मेघ (Magellanic clouds, मॅगिलन के बादल) कहलाते हैं। ये आकाशीय वस्तु पृथ्वी के दक्षिणी गोलार्ध से ही दिखायी पड़ते हैं। भारत से ये नहीं देखे जा सकते।

मॅगिलन-मेघ की ही जाति के, परन्तु उनसे कहीं छोटे, दो पिंड और आकाश में दिखायी पड़ते हैं, एक तो देवयानी (एंड्रोमिडा) तारामंडल में और दूसरा त्रिभुज (ट्रायंगुलम) तारामंडल में। ये दो, और दो मॅगिलन-मेघ ये चारों निहारिकाएँ हैं। नीहारिकाएँ उन आकाशीय वस्तुओं को कहते हैं जो तारों की तरह ही चमकीले हैं। परन्तु बिंदु-सरीसृप न होकर कुछ दूर तक विस्तृत हैं। नीहारिका को अँग्रेजी में नेब्युला (nebula) कहते हैं और दोनो शब्दों का अर्थ एक ही है, अर्थात् कुहेसा, कुहरा। कोरी आँख से केवल पूर्वोक्त नीहारिकाएँ ही दिखायी पड़ती हैं, परन्तु दूरदर्शक की सहायता से लाखों नीहारिकाओं का पता चला है। अनुमान किया गया है कि माउंट विलसन के १०० इंच वाले दूरदर्शक से, जो कुछ ही वर्ष पहले तक ससार का सबसे बड़ा दूरदर्शक था, १० करोड़ से भी अधिक नीहारिकाओं का पता चल सकता है। वर्तमान सबसे बड़ा दूरदर्शक २०० इंच व्यास का है, परन्तु अभी इससे पूरा काम नहीं लिया जा सका है। इससे आकाश का निरीक्षण करने पर समस्त कई अरब नीहारिकाओं का पता चलेगा। कुछ लोग नीहारिकाओं की संख्या को समस्त विश्व बड़ा न समझेंगे, क्योंकि वे समझते हैं कि तारों की संख्या असंख्य है और यदि उनके बीच १० करोड़ नीहारिकाएँ भी विद्यमान हैं तो कौन बड़ी बात है। परन्तु स्थिति ऐसी नहीं है। स्वच्छ-से-स्वच्छ रात्रि में तीन हजार

के अतिरिक्त तारे नहीं दिखायी पड़ते। प्रथम दृष्टि में तारे अमूम्य अवश्य जान पड़ते हैं, परन्तु यदि आप एक दूरारे के पास तीन तारे चुन लें और उनसे बने त्रिभुज के भीतर के भव्य तारा को गिनते तो आप को पता चलेगा कि त्रिभुज के बीच से तारा को गिनती सुगमता से की जा सकती है। यानुज बोरी और से दिखायी पड़नेवाले सब तारा को सूची बन गया है। गिती में के ६,००० से कुछ कम हो है। तारों को विविध महलों (constellations) में बाँट दिया गया है और प्रत्येक तारे के लिए प्रभाव या नाम नियत कर दिया गया है। दूरदर्शक से अवश्य बहुत-ही अतिरिक्त तारे दिखायी पड़ते हैं, परन्तु नीहारिकाओं की संख्या का १० करोड़ होता ध्यान देने योग्य बात है।

आकाश में बाली, अर्थात् प्रकाशहीन, नीहारिकाएँ भी हैं। प्रकाशयुक्त तारों और नीहारिकाओं को छिपा देने के कारण ही ये हमें प्रत्यक्ष होती हैं।

छोटे दूरदर्शकों में नीहारिकाएँ दूरस्थ पुच्छलतारों-भी जान पड़ती हैं, परन्तु वे उनसे विभिन्न इस बात में हैं कि पुच्छलतारे तारों के बीच चलने रहते हैं और नीहारिकाएँ निरचल रहती हैं। नीहारिकाओं की प्रथम सूची फ्रांस के चार्ल्स मेसिये (Charles Messier) ने आज से कोई पौने दो सौ वर्ष पहले बनायी थी, परन्तु उसे नीहारिकाओं में रचि नहीं थी। वह पुच्छल तारा की खोज में रहा करता था और नीहारिकाओं के कारण उसे बहुधा भ्रम हो जाया करता था। अवश्य ही, पुच्छल तारे अन्य तारों के सापेक्ष चलते हैं, परन्तु उनसे चलने, न चलने, वा पता कई दिन तक वेग करते रहने पर लगता है। नीहारिकाओं की सूची रहने से मेसिये तुरत बता सकता था कि दूरदर्शक में दिखायी पड़नेवाली वस्तु कोई नवीन पुच्छलतारा है या पुरानी



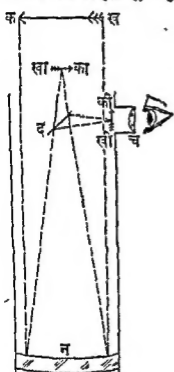
तालयुक्त दूरदर्शक

एक तालयुक्त दूरदर्शक में एक प्रधान ताल ता रहता है और एक पञ्चनाल त। दूरस्थ वस्तु क ल की दूरत को छा पर भली है जो था पर चालि जगाने से बड़ी हो कर की थी पर दिखायी देती है।

नीहारिका। मेसिये के पुच्छलतारा सबकी आविष्कारों को लोग अब प्रायः भूल गये हैं, परन्तु उसका नाम उस नीहारिका-सूची के कारण अमर हो गया है जिसे स्वयं वेह नगण्य समझता था। प्रमुख नीहारिकाएँ आज भी अपनी मेसिये क्रम-संख्या से इंगित की जाती हैं।

**दूरदर्शक**—नीहारिकाओं के विशेष अध्ययन के पहले यह समझ लेना अच्छा होगा कि दूरदर्शक क्या है, नीहारिकाओं की दूरी कैसे नापी जाती है, उनके वेग वा पता कैसे चलता है और उनकी रासायनिक संरचना वा ज्ञान हमें कैसे होता है।

इन दिनों दूरदर्शन द्वारा आँसु से देखने के बदले साधारणतः दूरदर्शन से फोटो लिया जाता है। दूरदर्शन दो प्रकार के होते हैं, एक तो तालयुक्त और दूसरा दर्पणयुक्त। तालयुक्त दूरदर्शन तो फोटोग्राफर के साधारण कैमरे के समान ही होता है, केवल नाप में बहुत बड़ा होता है। स्वातन्त्र्य साधारण फोटोग्राफ लेनेवालों के कैमरे का ताल (लेंज) डेढ़-दो इंच या कम व्यास का होता है; परंतु नीहारिकाओं की फोटोग्राफी के लिए प्रयुक्त ताल का व्यास



४० इंच तक होना है। संसार के सबसे बड़े तालयुक्त दूरदर्शक के ताल का व्यास ४० इंच है। दूरदर्शन की लंबाई भी साधारण कैमरे की लंबाई से बहुत अधिक होती है, परंतु प्लेट या फिल्म उसी अनुपात में बड़ा नहीं होता। कारण यह है कि बड़ा फोटोग्राफ लेने पर तीव्रता केवल बीच में आती है, और इसलिए ज्योतिषी केवल बीच के भाग में ही अपना प्लेट लगाता है। इसीलिए ज्योतिषी वा दूरदर्शक कैमरे की आकार का न होकर लंबे तोप-जैसा होता है।

दर्पणयुक्त दूरदर्शक में ताल के बदले एक नतोदर दर्पण रहता है, यह वही काम करता है जो ताल करता है। ताल तारे से चली अपने ऊपर पड़नेवाली सब प्रकाश-रश्मियों को मोड़ कर एक बिंदु पर एकत्र कर देता है और इस प्रकार तारे की मूर्ति या प्रतिबिंब बनाता है। नतोदर दर्पण भी तारे से आई प्रकाश-रश्मियों को एक बिंदु पर एकत्र करके मूर्ति बनाता है। इस मूर्ति को फोटोग्राफी के प्लेट पर पड़ने देने से फोटो खिंच जाता है। बड़े दूरदर्शक सब दर्पणयुक्त ही बनते हैं। कारण यह है कि चालीस इंच से बड़ा ताल अपने ही भार से कुछ लच जाता है और इसलिए फोटोग्राफ विकृत हो जाता है। ताल को बहुत मोटा बना नहीं सकते, क्योंकि उसके आर-पार प्रकाश जाना चाहिए। मोटाई बढ़ने से उनकी पारदर्शकता कम हो जाती है। दूसरी ओर, दर्पणों में मोटाई की कोई सीमा

**दर्पणयुक्त दूरदर्शक**

दर्पणयुक्त दूरदर्शक में एक नतोदर दर्पण न रहता है जिससे दूरस्थ वस्तु का लकी मूर्ति बाला पर बन सकती है, परंतु दर्पण के कारण कीटी पर बनती है। फिर पश्चात्तद दे से यह प्रबलित रूप में दिखायी पड़ती है।

नहीं है। आवश्यकतानुसार उन्हें मोटा बनाया जा सकता है। इतना ही नहीं, उनकी पीठ में रोड़ें दाली जा सकती हैं जो दर्पण को सुदृढ़ कर देती हैं। हाल में ही २०० इंच व्यास का दर्पणयुक्त दूरदर्शक बना है। इसके दर्पण में रोड़ें लगी हैं।



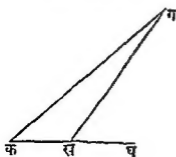
तारों तथा अन्य आकाशीय पिंडों की फोटोग्राफी में एक विशेष यंत्रिणाई पड़ती है, जो भूमि पर स्थिति जड़ पदार्थों की फोटोग्राफी में नहीं पड़ती। यह यह है कि तारे सदा चलते रहते हैं। सूर्य अथवा चंद्रमा की भांति वे भी प्रतिदिन पूर्व में उदय होते हैं और पश्चिम में अस्त होते हैं। इस यंत्रिणाई पर ज्योतिषी ने विजय अपने दूरदर्शक को पट्टी-चालित बना कर पायी है। जिग वेग से तारा आकाश में चलना रहता है, ठीक उसी वेग से दूरदर्शक भी घूमता रहता है। यत्र इनना गच्छा बना रहता है कि तनिक भी धरधराहट नहीं उत्पन्न होती।



### दूरस्थ वस्तु की दूरी मापना

जब क्षेत्रमापक की किसी अति दूरस्थ वस्तु की दूरी मापनी रहती है तब वह दो स्थानों से अलग-अलग वस्तु का वेध करता है।

प्रधान दूरदर्शक के साथ एक दूसरा दूरदर्शक भी बँधा रहता है। ज्योतिषी उससे तारे को बराबर देखता रहता है। यदि तारे के हिसाब से दूरदर्शक लेखमात्र भी छोटा या बड़ा-चलना आरंभ करता है तो विजली का बटन दबा कर वह वेग को ठीक कर लेता है।



### दूरी मापने का सिद्धांत

यदि कोण क ख और दूरी क ख जान लो  
धारी तो त्रिभुज कखग से दूरी गघ हात  
ली सकती है।

दूरी मापना—नीहारिणाओं की दूरियाँ अरब-खरब मील से भी अधिक हैं। ये दूरियाँ आश्चर्यजनक तो हैं ही, परंतु इनका नापा जाना और भी आश्चर्यजनक है और फिर ये रीतियाँ ऐसे सरल सिद्धान्तों पर आधित हैं जिन्हें सभी समझ सकते हैं।

जब क्षेत्रमापक को किसी अति दूरस्थ वस्तु की दूरी मापनी रहती है, जिसके पास वह पहुँच नहीं सकता, तब वह दो सुविधाजनक बिंदु चुन कर उनके बीच की दूरी को सूक्ष्मता से माप लेता है। मान लो, ये बिंदु क और ख हैं। मान लो, दूरस्थ वस्तु ग पर है। यदि क ख की दिशा में घ कोई बिंदु है तो क्षेत्रमापक कोण

घ ख ग और कोण घ क ग को नापता है । क ख की लंबाई और पूर्वोक्त दोनों वीधों की नापें ज्ञात होने पर उसे त्रिभुज क ख ग की एक भुजा और दो कोण ज्ञात हो जाते हैं और इसलिए वह क ग की गणना सुगमता से कर लेता है । इसमें उच्च गणित की आवश्यकता नहीं है, हाई स्कूल तक ज्यामिति पढ़ा बोर्ड भी विद्यार्थी त्रिभुज क ख ग को पैमाने के अनुसार बना कर क ग का मान ज्ञात कर सकता है ।

इसी रीति से ज्योतिषी मंगल अथवा अन्य किसी निकटस्थ अवातर ग्रह\* की दूरी नापता है । कठिनाई केवल इस बात में पड़ती है कि कोण घ ख ग और घ क ग प्रायः एक ही निकलते हैं और इसलिए रेखाएँ क ग और ख ग प्रायः समानांतर रहती हैं । कोणों के नापने में तनिय भी भ्रुटि होने से दूरी क ग में बहुत-सा अन्तर पड़ जाता है । इसलिए दूरी अनिश्चित हो जाती है । इस का बहुत-बहुत प्रतिहार क ख को खूब लया लेने से हो जाता है । परन्तु क ख की लंबाई की भी एक सीमा है । रेखा क ख पृथ्वी के व्यास से बड़ी तो हो ही नहीं सकती । इसे प्रायः पृथ्वी के व्यास के बराबर लेकर और अत्यंत सावधानी से तथा शक्तिशाली दूरदर्शकों का प्रयोग करके फोटोग्राफ लिये गये हैं और उन फोटोग्राफों को सूक्ष्मदर्शक की सहायता से नाप कर एरोस (Eros) नामक छोटे ग्रह की दूरी का पता चलाया गया है । इस दूरी के ज्ञात होते ही सूर्य की दूरी का पता चल जाता है, क्योंकि सिद्धान्त एरोस और सूर्य की दूरियों का अनुपात हम जानते हैं । इस प्रकार पता चला है कि सूर्य हमसे लगभग सवा नौ करोड़ मील पर है ।

अब मान लीजिए कि ऊपर के चित्र में क पृथ्वी की किसी स्थिति को सूचित करता है । पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करती है और इसलिए ६ महीने में वह सूर्य के उस पार ख पर पहुँच जाती है । इस प्रकार क ख लगभग सवा नौ करोड़ मील के दूगुने के बराबर है । ज्योतिषी क और ख से किसी तारे ग की दिशाओं को, अपने बड़े दूरदर्शकों से लिये गये फोटोग्राफों में, सूक्ष्मदर्शक से नापता है, उन दिशाओं के अंतर से उसे कोण ग ख घ और ग क घ का अंतर ज्ञात हो जाता है । फिर, ज्योतिषी कोण ग क घ को सुगमता से नाप लेता है । इस प्रकार वह त्रिभुज क ख ग से क ग की, अर्थात् तारे के दूरी को, नाप लेता है । निकटस्थ तारों की दूरी नापने का यही सिद्धान्त है । तारों की दूरी नापने की इस रीति को त्रिकोणमितीय रीति कहते हैं । केवल कुछ ही निकटस्थ तारों की ही दूरियाँ इस प्रकार नापी जा सकी हैं, क्योंकि दूरस्थ तारों की दिशाएँ क से भी और ख से भी इतनी बराबर रहती हैं कि उनका अंतर वेध के अनिवार्य भ्रुटियों से दब जाता है और तारे की दूरी की गणना व्यर्थ हो जाती है । परन्तु कुछ ही तारों की दूरियाँ ठीक से ज्ञात हो जाने पर हम, नवीन रीतियों से, अन्य तारों की दूरियों की तुलना ज्ञात दूरियों से कर सकते हैं । अब इन रीतियों पर विचार करने के पहले हमें यह देख लेना चाहिए कि निकटस्थ तारे कितनी दूर हैं ।

सबसे पास का तारा भी हमसे लगभग  $3 \times 10^{11}$  मील पर है, अर्थात् उसकी दूरी लगभग

३,००,००,००,००,००,००० मील

\* मंगल और बृहस्पति की कक्षाओं के बीच चरनेवाले कीट-बोंटे ग्रहों को अवातर ग्रह कहते हैं ।

हैं। यदि हम तारो, सूर्य और पृथ्वी का मानचित्र पंमाने के अनुसार बनाना चाहें और उसमें हम पृथ्वी को सुई की नोक के बराबर बिंदु से निरूपित करें, अर्थात् पृथ्वी को  $1/100$  इंच व्यास के बिंदु से निरूपित करें, तो निम्नलिखित तारा पृथ्वी से ६०० मील पर पड़ेगा।

अति दूरस्थ तारों की दूरियाँ—कुछ तारे हमें धूम्र चमकीले दिमागो पड़ते हैं, अधिकांश बहुत मंद। यह क्यों? निःसंदेह तारों में कुछ अपेक्षाकृत हमारे निजट हैं, अधिकांश उनसे कई गुनी अधिक दूरी पर हैं। परंतु यह भी तो हो सकता है कि उन तारे एक ही वास्तविक चमक के न हों। दूसरे शब्दों में, यदि सब तारे एक ही दूरी पर रखे गए तो क्या वे सब एक ही चमक के होंगे? क्या नहीं, कुछ बहुत चमकीले होंगे, कुछ कम, कुछ इतने मंद प्रकाश के कि वे पठिनाई से दिखाई देंगे। परंतु तारों के रंग से उनकी वास्तविक चमक का बहुत-कुछ पता चल जाता है, विशेष कर जब दूरदर्शन पर त्रिपाट्व लगा कर उनके प्रकाश के वर्णपट (स्पेक्ट्रम) की सूक्ष्म जांच की जाती है। अब यदि वर्णपट की सूक्ष्म जांच से यह निरूपित हो कि दो तारे एक ही वास्तविक चमक के हैं तो अवश्य ही वे प्रत्यक्षतः कम या अधिक चमकीले केवल न्यूनाधिक दूरी के कारण होंगे। यदि इन दो तारों में से एक की दूरी त्रिकोण-मितीय रीति से नाप ली गयी है तो मंद प्रकाश के तारे की दूरी सरल भाव हो जायेगी, क्योंकि भौतिक विज्ञान बताता है कि दूरी दुगुनी होने पर चमक चौथाई हो जाती है, दूरी त्रिगुनी होने पर चमक नवमांश ही रह जाती है, इत्यादि।

इस प्रकार मंद तारों में से अधिकांश की दूरी का अनुमान कर लिया गया है।

प्रकाश-वर्ष—तारों की दूरियाँ बताने के लिए मील बहुत छोटा पड़ता है। इसलिए बड़ी दूरियों के लिए बहुधा प्रकाश-वर्ष का प्रयोग किया जाता है। प्रकाश-वर्ष वह दूरी है, जिसे प्रकाश एक वर्ष में तय करता है। भौतिक विज्ञान के विशेषज्ञों ने प्रकाश के वेग को नापा है और उन्हें पता चला है कि प्रकाश एक सेकंड में लगभग १,८६,००० मील चलता है। इस लिए एक प्रकाश-वर्ष लगभग

$$186,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 \text{ मील}$$

अर्थात् लगभग  $7 \times 10^{11}$  मील के बराबर है। ध्रुवतारा हमसे लगभग ४७ प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है।

नीहारिकाओं की दूरियाँ—बहुत दिनों से ज्योतिषी अनुमान करते थे कि नीहारिकाएँ हमसे बहुत दूर हैं, परंतु वितनी दूर है इसके नापने की कोई रीति उन्हें नहीं मिल रही थी। ज्योतिषियों ने देखा था कि कुछ तारों की चमक स्थिर नहीं रहती, घटा-बढ़ा करती है। चमक घटने-बढ़ने के भी कई नियम हैं। कुछ की चमक तो इस प्रकार घटती-बढ़ती है कि स्पष्ट जान पड़ता है कि उनके चारों ओर कम प्रकाश का कोई दूसरा पिंड चक्कर लगा रहा है और जब यह पिंड तारे और हमारे बीच में आ जाता है तब तारा अत्यंत छिप जाता है और इसलिए तारे का प्रकाश घट जाता है। परंतु तारों की एक जाति ऐसी है कि उनका प्रकाश विचलन रूप से घटता-बढ़ता है और उनको पहचानने में कोई मूल नहीं हो सकती। इनको सेफीड (Cepheid) तारे कहते हैं, क्योंकि ऐसे तारों में प्रमुख एक तारा सेफ़ियस तारा-मंडल का है। आकाश में सेफीड

तारे बहुत से हैं और उनमें कई ऐसे भी हैं, जिनकी दूरी और निजी चमक ज्ञात है। इन तारों के अध्ययन से पता चला है कि चमक घटने-बढ़ने के आवर्तकाल तथा वास्तविक चमक में एक अटूट संबंध है। वस हमारे लिए इतना ही पर्याप्त है, इससे नीहारिकाओं की दूरी जान ली जा सकती है। कारण यह है कि अधिकांश नीहारिकाओं में सेफीइड तारे भी हैं। बहुत से फोटोग्राफ लेने पर और पतल्व नापने पर इन तारों के प्रकाश के घटने-बढ़ने का नियम सुगमता से जाना जा सकता है। इस प्रकार उनके प्रकाश-परिवर्तन का आवर्तकाल ठीक-ठीक ज्ञात हो जाता है। तब आवर्तकाल से उनकी वास्तविक चमक की और वास्तविक चमक से उनकी दूरी की गणना सरलता से की जा सकती है, चाहे तारा कितना ही फीका क्यों न हो। येवल एव धोखा हो सकता है। पृथ्वी की कोई काली नीहारिका या प्रकाश सोखनेवाली अन्य गैस या धूल तो बीच में नहीं है, जिसके कारण तारा मंद प्रकाश का लगता है? इन बातों का विवेचन कर लेने पर, और तर्कों से सिद्ध कर लेने पर कि प्रकाश क्षोभ बीच में नहीं है और है तो कितना प्रकाश उसके कारण मिट गया है, सेफीइड तारों की दूरी घड़ी सुगमता से निकल आती है। तब उन नीहारिकाओं की दूरियाँ ज्ञात हो जाती हैं, जिन से ये तारे संबंधित हैं। इस प्रकार पता चला है कि बड़ा मंगलिन-मेघ लगभग ७५,००० प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है, छोटा मंगलिन-मेघ लगभग ८४,००० प्रकाश-वर्ष पर है। छोटी दिखायी पड़नेवाली सफ़िल नीहारिकाएँ इनसे लाखों गुनी अधिक दूरी पर हैं। इन दूरियों की गणना सरल है, परंतु उनकी बल्यना हमारी अनुभूति के परे है।

**वर्णपट**—जाँच के त्रिपाश्वं द्वारा देखने पर मोमवत्ती की लौ, या अन्य प्रकाशमान वस्तु, कई रंगों की दिखाई देती है। रंगों का त्रिपाश्वं वही है जिसे शीशों की कलम भी लोग कहते हैं, पुराने डगकीझाड-फानूस में घोमा के लिए बहुत-सी कलमें लटकामी जाती थी। इनके तीनों पहलू समतल होने हैं और तीनों कोर एक दूसरे के समानांतर होते हैं। इसी प्रकार का त्रिपाश्वं, परंतु कम कोण का और काफी बड़ा, जिससे दूरदर्शक का ताल पूर्णतया ढक जाय, ताल के ऊपर लगा देने पर तारे का फोटोग्राफ बिंदु-सरीखा न आकर पट्टी के समान आता है, जिसे वर्णपट (स्पेक्ट्रम) कहते हैं और इस वर्णपट की जाँच से बहुत-सी बातों का पता चलता है। यदि साधारण फोटोग्राफ लेने के बदले रंगीन फोटोग्राफ लिया जाय या वर्णपट को आँख से देखा जाय तो वर्णपट रंगीन दिखायी पड़ेगा। इन रंगों का अर्थ समझने के लिए तारे के प्रकाश के बदले पहले हम मोमवत्ती के प्रकाश का अध्ययन करेंगे।

मान लीजिये, किसी प्रवध से मोमवत्ती के एक बिंदु से आये प्रकाश को त्रिपाश्वं पर पड़ने दिया जाता है और त्रिपाश्वं को पार करने पर बने वर्णपट की हम जाँच करते हैं। हम देखेंगे कि वर्णपट के एक सिरे पर बैंगनी रंग है और दूसरे सिरे पर लाल रंग है। इन दोनों के बीच असंख्य रंग हैं, जिन्हें हम मोटे हिसाब से सात रंगों में विभक्त कर सकते हैं। उनके नाम भ्रमानुसार ये हैं—

बैंगनी, गहरा नीला, आसमानी, हरा, पीला, नारंगी, लाल।

इस वर्णपट में कहीं कोई काली रेखा न दिखायी पड़ेगी। परंतु यदि हम किसी गैस को तप्त करके प्रकाश उत्पन्न करें और उसे त्रिपाश्वं द्वारा देखें तो दूसरे ही प्रकार का वर्णपट हमें

प्राप्त होगा। उदाहरणतः यदि हम सोडियम नामक तत्व को तप्त करें या सिलिट्रि की लौ में थोड़ा साधारण नमक डाल दें (जो वस्तुतः सोडियम क्लोराइड है) तो वर्णपट में केवल दो पीली रेखाएँ दिखायी पड़ेंगी। प्रत्येक तत्व का वर्णपट निराला ही होता है, जिनमें पाया जा सकता है कि किंग तत्व के होने से जम्बूक वर्णपट उत्पन्न हुआ है। साधारण निपीट (प्रेशर) पर तप्त गैसों के वर्णपट में साधारणतः चमकीली रेखाएँ रहती हैं।

फिर, यदि मोमवती या प्रचान तप्त सोडियम वाष्प द्वारा होकर आवे जिनका साप-क्षम मोमवती के सापक्षम से कम हो तो वर्णपट में अन्य सब रंग तो वर्तमान रहेंगे, किन्तु वही प्रकाश नहीं रहेगा जो सोडियम-प्रचान से हमें मिलता है, अर्थात् रंगीन वर्णपट हमें अवश्य मिलेगा, परन्तु उसमें उक्त स्थान पर दो बाली रेखाएँ दिखायी देंगी जहाँ केवल सोडियम प्रकाश में दो पीली रेखाएँ दिखायी पड़ती हैं। जब कभी द्रव तप्त पिंड से चला प्रकाश अपेक्षाकृत ठंडे गैसों से होकर आता है तो बाली रेखाओंवाला वर्णपट उत्पन्न होता है।

सूर्य के प्रकाश के वर्णपट में बहुत-सी बाली रेखाएँ दिखायी पड़ती हैं। इन बाली रेखाओं के स्थानों को ज्ञान गैसों की रेखाओं के स्थानों से तुलना करने पर हमें पता चलता है कि सूर्य के बाहरी घातावरण में कौन-कौन सी गैसें हैं। उदाहरणतः, वर्णपट के पीले भाग में हमें वे दो बाली रेखाएँ भी दिखायी पड़ती हैं, जो सोडियम वाष्प से ही उत्पन्न होती हैं। इससे पता चलता है कि सूर्य का भीतरी भाग अत्यंत तप्त है, वहाँ से द्रव प्रकाश चारों ओर बिखरता है, सूर्य की बाहरी तह उतनी तप्त नहीं है, और उसमें सोडियम वाष्प अवश्य है। इसीलिए हमें वर्णपट में दो बाली रेखाएँ वहाँ दिखायी पड़ती हैं जहाँ तप्त सोडियम वाष्प के वर्णपट में दो चमकीली पीली रेखाएँ दिखायी पड़ती हैं।

स्पष्ट है कि वर्णपट की जाँच से, जिसे वर्णपट विश्लेषण कहते हैं, हम यह बता सकते हैं कि सूर्य की रासायनिक संरचना कैसी है। इसी प्रकार हम तारों की रासायनिक संरचना के विषय में भी बहुत-सी बातें जान सकते हैं।

यदि प्रकाश का उद्गम स्थान स्थिर रहने के बदले वेग से हमारी ओर आ रहा है, या हमसे दूर भाग रहा है, तो रेखाओं के स्थान में थोड़ा सा अंतर पड़ जाता है। भौतिक विज्ञान का वह सिद्धान्त जिसे डॉपलर के नाम पर लॉग डॉपलर सिद्धान्त कहते हैं, यह बताता है कि कितने वेग के कारण वर्णपट की रेखाओं में कितना अंतर पड़ता है। इसलिए वर्णपट में रेखाओं की स्थितियों के अंतर को माप कर हम बता सकते हैं कि उद्गम स्थान कितने मील प्रति घंटे के वेग से हमारी ओर आ रहा है या हमसे दूर जा रहा है। उदाहरणतः, सूर्य अपनी धुरी पर घूमता रहता है। इसलिए इसके विष्व का एक किनारा हमारी ओर आता रहता है और दूसरा किनारा हमसे दूर जाता रहता है। दूरदर्शक के ताल से सूर्य का प्रतिबिम्ब बनाकर और उससे दाहिने ओर बायें किनारों के प्रकाशों का अलग-अलग वर्णपट बनाकर तुलना करने से स्पष्ट पता चलता है कि सूर्य किस वेग से अपनी धुरी पर नाच रहा है।

इसके आतारकत वणपट से उद्गमस्थान के तापक्रम का भी पता चलता है। किसी वस्तु को यदि धोडाही गरम किया जाता है तो वह लाल हो कर ही रह जाता है, यदि अधिक गरम किया जाता है तो उसका प्रकाश लाल के बदले पीला हो जाता है। पिंड के अधिक तप्त होने पर प्रकाश श्वेत हो जाता है। और भी अधिक तप्त हो जाने पर प्रकाश निलर्छोह हो जाता है। इसलिए यंत्रपट के फोटोग्राफ में यह देख कर वि धनत्व किस भाग में महत्तम है, उद्गम स्थान के तापक्रम का भी अनुमान किया जा सकता है।

हम देखते हैं कि वर्णविक्षलेपण अत्यंत महत्वपूर्ण है और इससे हमें कई बातें ज्ञात हो सकती हैं।

**फोटोग्राफी**—इन दिनों वैज्ञानिक अनुसंधानों में फोटोग्राफी का बहुत प्रयोग किया जाता है। इसके कई कारण हैं। सत्तार में बड़े दूरदर्शक इने-गिने हैं। उनका समय बहुमूल्य है। चटपट फोटोग्राफ लेकर उसे सुचित से निरीक्षण करने के बदले दूरदर्शक में ही आँख लगाने से दूरदर्शक का बहुत-सा अमूल्य समय नष्ट होता है। फिर फोटोग्राफ को सूक्ष्मदर्शक यंत्र से नापने में जो सुविधा है वह सुविधा आँख ऊपर उठाये दूरदर्शक के नीचे पडे रह कर काम करने में नहीं प्राप्त हो सकती। अतः में, फोटोग्राफी के प्लेट में एक विशेष गुण है जो हमारी आँखों में नहीं है। यदि आकाशीय पिंड का प्रकाश इतना मद्द हो कि बड़े दूरदर्शक में भी वह हमें न दिखायी पडे, तो भी फोटोग्राफों में वह हमें दिखायी दे जा सकता है। कारण यह है कि फोटो के प्लेट पर मद्द प्रकाश का परिणाम सचित होता चलता है। यदि प्रकाशदर्शन (अर्थात् एक्सपोजर) पर्याप्त दिया जाय तो फोटोग्राफों में बहुत-से मद्द प्रकाशवाले ब्योरे देखे जा सकते हैं, जो अन्य किसी रीति से हमें नहीं दिखायी दे सकते। नीहारिकाओं के अध्ययन में फोटो के प्लेटों का यह गुण विशेष उपयोगी है, क्योंकि दूरस्थ नीहारिकायें सब अत्यंत मद्द प्रकाश की हैं।

**निजी गति**—तारे साधारणतः स्थिर तारे (fixed stars) कहलाते हैं, क्योंकि पचीस-पचास वर्षों में उनका स्थिति परिवर्तन उपेक्षणीय होता है। परंतु बिस्व की सरचना की खोज में तारों की स्थिति-परिवर्तन महत्वपूर्ण है। यदि हम तारों का फोटोग्राफ आज लें और उस फोटोग्राफ की तुलना उसी यंत्र से पचास वर्ष पहले लिये गये फोटोग्राफ से सूक्ष्मतत्पूर्वक करें, तो हम देखेंगे कि कुछ तारे, जो पृष्ठभूमि के मद्द तारों से साधारणतः अधिक चटक हैं, अपने पहले वाले स्थान से वस्तुतः हट गये हैं। यह नाप कर कि तारा कितना हटा है और यह जानने पर कि तारे की दूरी कितनी है, हम सरल गणना द्वारा जान सकते हैं कि हमारे देखने की दिशा से समकोण बनाती हुई दिशा में तारे का वेग क्या है। फिर, देखने की दिशा में हम तारे का वेग डॉपलर सिद्धान्त से प्राप्त कर ही सकते हैं। इस प्रकार हमें पूर्ण ज्ञान हो जाता है कि तारा वस्तुतः किस दिशा में और किस वेग से जा रहा है।

**सौल**—गतिविज्ञान में एक सूत्र है, जिससे यह ज्ञात रहने पर कि दो तारे एक दूसरे से कितनी दूरी पर हैं और उनमें से एक तारा दूसरे तारे की परिक्रमा कितने वर्षों में कर

लेता है, हम दोनों तारों की सम्मिलित तीव्र वृत्त मन्ते हैं। हरशेख ने (१७३८-१८२२) अपने वेधा से पता लगाया था कि बर्दे तारा-युग्मों में दोनों तारे वस्तुतः एक दूसरे से सवधित हैं। एक तारा दूसरे की चारों ओर परिव्रया करता है। कुछ युग्म अवश्य ऐसे हैं कि उनमें से एक तारा पृथ्वी से बहुत दूर है और दूसरा बहुत निचट, बेचल प्रायः एक दिशा में होने के कारण वे तारा युग्म से जान पड़ते हैं। तो भी असली तारा-युग्म आकाश में बहुत से हैं और उनमें जिन विसी की भी दूरी नापा जा सकी है या अन्य जिनो रीति से उनकी दूरी का अनुमान किया गया है, उसकी तील या पता पूर्वोक्त गतिवैज्ञानिक सूत्र से चल गया है।

नाप—कुछ तारों का व्यास भी नापा जा सका है। अधिवास तारे हमसे बहुत दूर हैं, साथ ही उनका व्यास भी पर्याप्त बड़ा नहीं है। इसलिए उनका कोनीय व्यास बड़े-से-बड़े दूर-दर्शन में भी शून्य ही जान पड़ता है। सिद्धान्त और तर्क से हम जानते हैं कि कुछ तारे कम घनत्व के और बहुत बड़े व्यास के होते हैं। उनको हम दैत्य तारे (जायट स्टार्स) कहते हैं। कुछ तारे इनसे भी बड़े होते हैं। उन्हें अतिदैत्य तारे (सूपर-जायट स्टार्स) कहते हैं। कुछ तारे बहुत अधिक घनत्व के और कम व्यास के होते हैं। इनको वीना या धामन तारा (ड्वार्फ स्टार्स) कहते हैं। हमारा सूर्य धामन तारा है। ज्योतिषियों का अनुमान यह है कि तारा पहले कम घनत्व का और दूर तक विस्तृत रहता है। फिर अपने ही आवर्षण से सिमटते-सिमटते उसका व्यास कम होता जाता है और तापक्रम बढ़ता जाता है। दैत्य तारे साधारणतः कुछ लाल होते हैं। तारों में वे बच्चे हैं। अधिक आयु होने पर वे अधिक ठस, व्यास में छोटे और तापक्रम में अधिक तप्यते जाते हैं, जिससे उनका प्रकाश श्वेत होना जाता है। घनत्व बढ़ने-बढ़ने एक सीमा ऐसी आ जाती है जब सब अणु एक दूसरे से प्रायः सट जाते हैं और अधिक सटने के लिए गुंजायत नहीं रहते। फिर वे धीरे-धीरे ठंडा हो चलते हैं। अंत में वे प्रकाशरहित हो जाते हैं।

दैत्य और वीने तारा का सक्षिप्त बणन यहाँ इसलिए कर दिया गया है कि आगामी अध्यायों में इन शब्दों का प्रयोग किया जायगा।

श्रेणी—तारों की चमक बताने की यह रीति है कि उनकी श्रेणी (मैगनीट्यूड) बता दी जाय। प्राचीन ज्योतिषियों ने सबसे चमकीले तारों को प्रथम श्रेणी में रखा था और उन सब तारों को जो बारी आस से दिखाई भर पड जाते हैं, छठी श्रेणी में रखा था। अन्य तारों को, उनकी चमक के अनुसार, द्वितीय, तृतीय आदि श्रेणियों में रखा था। आधुनिक ज्योतिषियों ने इस वर्गीकरण को अधिक परिष्कृत कर लिया है। नवीन प्रथा के अनुसार, अधिवास चमकीले तारों की श्रेणियाँ प्रायः पहले जैसी रह गयी हैं, परन्तु अब दशमलव लगी श्रेणियों का भी अर्थ निश्चल सक्ता है। नवीन परिभाषा एक सूत्र के अनुसार दी जाती है, जिसके उल्लेख की यहाँ आवश्यकता नहीं है। केवल इतना ही कह देना पर्याप्त होगा कि श्रेणी में एक की चमकी होने से चमक लगभग ढाई गुनी बढ़ती है (वस्तुतः २.५१२ गुनी बढ़ती है)। इस प्रकार नवीन परिभाषा के अनुसार श्रेणी १० का तारा श्रेणी २० के तारे से ढाई गुना अधिक चमकीला है। रोहिणी (ऐल्डिबेरेन) नामक तारा प्रायः ठीक प्रथम श्रेणी का है। अगस्त (कंपेला) की श्रेणी

०२ हैं और लुब्धर (गिरियस) की, जो आनास वा सबसे अधिक् चमनीला तारा है, श्रेणी-१६ है। माउट विलसन के सौ इंचवाले दूरदर्शन से एकहीनवी येणी त्व ये तारों वा फोटो-ग्राफ उत्तर आता है।

इतिहास—प्राचीन यूनानी ज्योतिषी हिपार्कस (लगभग १९०-१२५ ई० पू०) ने प्रथम तारा-सूची बनायी थी। उसमें भी दो ज्योतिषमय आवाशय धव्या वा उल्लेख है और टॉलमी (लगभग १३८ ई०) ने अपने अलमाजेस्ट नामक पुस्तक में पाँच मेघिल तारों को सम्मिलित किया था, परतु ये वस्तुएँ वास्तविक नीहारिकाएँ न थी। दूरदर्शन से देखते ही स्पष्ट हो जाता है कि वे तारा-भुज हैं। हाँ, अरब के अलसूफी (९०३-९८६) ने अपनी 'स्यर तारों की पुस्तक' में देवयानी नक्षत्र-मण्डलवाली नीहारिका का उल्लेख किया है। १५वीं शताब्दी में पोर्चुगल के नाविक दक्षिण जाया करते थे और वे उन मेघों को जानते थे, जिनका नाम अय मैगिलन-मेघ पडा है। गैलिलियो (१५६४-१६४२) ने दूरदर्शन का आविष्कार १६०९ में किया और उसके कुछ ही वर्ष पश्चात् नीहारिकाओं का पता एक-एक करके चलने लगा। हायगेन्स (१६२९-१६९५) ने मृगव्याध (ओरायन) नीहारिका वा प्रथम वर्णन और चित्र सन १६५६ ई० में दिया। १७१५ में न्यूटन के मित्र हूली (१६५६-१७४२) ने सनवत प्रथम नीहारिका-सूची बनायी। हूली यही ज्योतिषी था जिसके नाम से हूली पुच्छल तारा प्रसिद्ध है। परतु हूली की सूची में कुल ६ 'प्रकाशमय धब्बे और चकतियों' की धर्चा है। इसके बाद कई सूचियाँ छपीं और प्रत्येक में पहले से अधिक नीहारिकाओं वा उल्लेख रहता था। फ्रासनिवासी चार्ल्स मैसिये ने (१७३०-१८१७) अपनी सूची का, जिसका उल्लेख पहले किया जा चुका है, अंतिम संस्करण १७८१ में प्रकाशित किया, इसमें १०३ नीहारिकाएँ थीं। विलियम हर्शेल (१७३८-१८२२) ने यूरैनस का आविष्कार किया था और फिर उसके लडके जॉन हर्शेल (१७९२-१८७१) ने बड़े-बड़े दूरदर्शकों से आकाश की खोज की। बड़े हर्शेल ने अपने हाथ के बने दूरदर्शक से लगभग ढाई हजार नीहारिकाओं का पता लगाया। वह मृगव्याध (ओरायन) नीहारिका से इतना आश्चर्यचकित और मोहित हो गया था कि उसने अपने जीवन का अधिकांश भाग नीहारिकाओं और धूम-तारों की खोज में व्यतीत किया। छोटे हर्शेल न भी स्वयं अपने हाथ से १८६४ का बडिया दूरदर्शक बनाया और उससे लगभग ५०० नयी नीहारिकाओं का पता लगाया। इंग्लैंड से आकाश का दक्षिणी गोलार्ध समूचा दिखायी नहीं पडता। इसलिए दक्षिणी अफ्रीका में जाकर उसने दक्षिणी नीहारिकाओं का निरीक्षण किया। मैगिलन मेघों के सूक्ष्म निरीक्षण के अतिरिक्त उसने लगभग १७०० दक्षिणी नीहारिकाओं की सूची प्रकाशित की। इस सूची में कई नीहारिकाओं के चित्र भी खींचे गये थे। इंग्लैंड लौटकर उसने अपने देखे और पिता द्वारा आविष्कृत नीहारिकाओं की विस्तृत सूची १८६४ में छपाई, जिसमें पाँच हजार नीहारिकाओं वा उल्लेख था। इसीके आधार पर १८८८ में ड्रायर ने अपनी सूची 'न्यू जेनरल कैटलॉग ऑफ नैब्युली' प्रकाशित की, जिसका उल्लेख आज भी एन० जी० सी० (NGC) के संक्षिप्त नाम से किया जाता है। इसके दो परिशिष्ट क्रमानुसार १८९५ में और १९०८ में



छो जो 'दडेक्स फोटोग' (आई० सी०, I C) के नाम से प्रसिद्ध है। इन तीनों सूचियों में कुल मिला कर १३,००० से भी अधिक नीहारिकाओं का समावेश है।

नीहारिकाओं की फोटोग्राफी का इतिहास—फोटोग्राफी के आविष्कार के बाद लोगों ने आवासीय पिढों का फोटोग्राफ लेना चाहा। मध्य अता कई लोगों को प्रायः एक साथ ही मिली। अमरीका के हेनरी ड्रेपर (१८३७-८२) ने १८८० में मृगव्याय (ओरायन) नीहारिका का अच्छा फोटोग्राफ खींचा। फ्रांस में जेनसन (१८२४-१९०७) ने १८८१ में और कुछ वर्ष बाद इंग्लैंड में कॉमन (१८४१-१९०३) ने तथा आइरिश रॉबर्ट्स (१८२९-१९०४) ने बहुत अच्छे चित्र नीहारिकाओं के खींचे। पॉल हेनरी और प्रॉक्सर हेनरी दो भाई थे, जिन्होंने फ्रांस में किचपिचिया (इतिवा) तारा-गुज का फोटोग्राफ खींचा और दिखाया कि वे तारे बस्तुतः अति क्षीण नीहारिका में उलझे हुए हैं। परन्तु अभी तक फोटोग्राफ माधारण दूरदर्शकों से खींचे जाते थे। १८८९ ई० में अमरीका की प्रसिद्ध लिच-वेधशाला के सचालक वारनार्ड ने मनुष्य चित्रण के लिए बने बड़े छिद्र (अपचेंबर) वाले पोर्ट्रेट लेंजों से नीहारिकाओं के फोटोग्राफ लिये। तब पता चला कि बहुत-से तारे अत्यंत क्षीण नीहारिकाओं से घिरे हुए हैं। उसने दिखाया कि किचपिचिया के सभी तारे अत्यंत क्षीण नीहारिका के बीच में हैं। वारनार्ड ने कई काली नीहारिकाओं का भी पता लगाया और प्रमाणित किया कि आकाश के कई स्थलों में हलकी धूल है, जिसके कारण वहाँ के तारे कुछ धूमिल दिखायी पड़ते हैं। ऑस्ट्रेलिया के रॉसे ने १८९० ई० में वारनार्ड की रीति से दक्षिणी नीहारिकाओं के फोटोग्राफ लिये और जर्मनी के मैक्स बोल्फ ने १८९१ ई० में छोटी नीहारिकाओं की सूची बनानी विधिवन् आरम्भ कर दी।

१८९९ ई० में लिच-वेधशाला के ३६ इंचवाले दर्पणयुक्त दूरदर्शक से सपिलाकार नीहारिकाओं का फोटोग्राफ लेना और उनका व्योरेवार अनुसंधान करना आरम्भ किया गया। उसके पहले कई ज्योतिषियों ने कुछ सपिल नीहारिकाओं को देखा था और उनका वर्णन किया था, परन्तु कौलर के काम से पता चला कि अधिकांश नीहारिकाएँ सपिलाकार हैं। सन १९०० ई० में उसने अनुमान किया कि उसके दूरदर्शक से कम-से-कम सवा लाख सपिल नीहारिकाओं का पता चल सकता है, परन्तु उसी दूरदर्शक से अधिक अनुभव के बाद कर्टिस ने १९१९ ई० में अनुमान किया कि आकाशगंगा के क्षेत्र को छोड़ आकाश के अन्य भागों में कम से कम १० लाख नीहारिकाएँ हैं। आधुनिक समय में अमरीका की हार्वर्ड-वालेज-वेधशाला में नीहारिकाओं पर खूब काम हुआ है। दक्षिणी नीहारिकाएँ छूट न जायें, इस उद्देश्य से इस वालेज ने १९०० ई० में अरेकिवा (पेरू, दक्षिणी अमरीका) में और फिर १९२७ ई० में ब्लीमफ्रानटाइन (दक्षिणी अफ्रीका) में निजी वेधशालाएँ बनवाईं। विशेष दूरदर्शक वेबल तारा और नीहारिकाओं की फोटोग्राफी के लिए बनवाया, जिसमें प्रसिद्ध बूस दूरदर्शक भी था। इसके ताल का व्यास २४ इंच है और एक साथ ही काफी बड़े क्षेत्र का फोटोग्राफ लेता है। स्वयं हार्वर्ड में उपयुक्त यंत्र तो था ही। सन १९३० में वहाँ के सचालक हारलो पोपली ने अउरह्वी श्रेणी तक की सब नीहारिकाओं का फोटोग्राफ खिचवाया और इस प्रकार हजारों नई नीहारिकाओं का पता चला।

इधर यह काम हो ही रहा था, उधर दूसरों ने अधिनाधिक बड़े दूरदर्शक यंत्रों की सोची। यह देखकर कि लिन-बेघनाला के ३६ इंचवाले दूरदर्शक से बहुत अच्छा काम हो सपा है, माउट विलसन के जी० डब्ल्यू० रिची (Ritchey) ने ६० इंच व्यास का दर्पणयुक्त दूरदर्शक बनवाया और कई वर्षों तक (१९०८-१७) उसने इससे नीहारिकाओं के फोटोग्राफ लिये। रिची के फोटोग्राफ बहुत तीक्ष्ण उतरते थे और कई सर्पिला की तारामय रचना उसने चित्रों से स्पष्ट हुई। वहाँ के सञ्चालक हेल को अनुभव हुआ कि अधिक बड़े दूरदर्शक से अधिक ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है। इसलिए उसने १०० इंच व्यास के दूरदर्शक की योजना की। इसे सन १९१७ ई० में माउट विलसन पर स्थापित किया गया और तब से आज तक इस यंत्र से काम हो रहा है। हेल ने शीघ्र अनुभव किया कि और भी बड़ा दूरदर्शक हो तो अधिक अच्छा होगा। बहुत पूछ-ताछ और सोच के बाद निश्चय किया गया कि २०० इंच व्यास का दूरदर्शक बन सकता है। सन १९२८ ई० से ही इसके बनाने की योजना होने लगी, परन्तु द्वितीय विश्वव्यापी युद्ध के कारण इसका काम स्थगित रहा। अब यह बन गया है और आरोपित कर दिया गया है। इसमें अंतिम सुधार अभी हो ही रहे हैं, परन्तु पूर्ण आशा है कि निकट भविष्य में इससे कई नवीन बातों का पता चलेगा।

इस अध्याय में हमने देख लिया कि ज्योतिषी किस प्रकार नीहारिकाओं का अध्ययन करता है, किस प्रकार उनकी दूरी ज्ञात करता है और किस प्रकार उनको नापता और तीलता है। आगामी अध्याय में सात निकटतम नीहारिकाओं का वर्णन किया जायगा।

## द्वितीय अध्याय निकटतम नीहारिकाएँ

मंगिलन मेघ—पिछले अध्याय में हम देग चुने हैं कि चार नीहारिकाएँ तारों की अपेक्षा अधिक निकट हैं। हम इस अध्याय में इन्हीं नीहारिकाओं पर विशेष विचार करेंगे। इन चारों में सबसे बड़ा मंगिलन मेघ जान पड़ता है। यह स्पेर्ग-मस्त्य (हॉरेडो) तारामण्डल में है। छोटा मंगिलन-मेघ टूचन तारामण्डल में है। दोनोंही मेघों के कुछ भाग इन तारामण्डलों के बाहर तक पहुँच जाते हैं। योरी और से, या छोटे दूरदर्शक से, देखने पर या मायारण प्रकाशदर्शन (एक्सपोजर) के फोटोग्राफ गीघने पर, ये मेघ विशेष बड़े नहीं दिगायी पड़ते। छोटे मेघ का व्यास चार अंश में कुछ कम ही है। यह स्मरण रखने पर कि चन्द्रमा का व्यास लगभग आधा अंश है, हम चार अंश का अनुमान सुगमता से कर सकते हैं। बड़े मेघ का व्यास आठ अंश से कुछ कम है। दोनों की आकृति अनियमित है, अर्थात् वे न तो वृत्ताकार और न दीर्घवृत्ताकार हैं। तारों का घनत्व भी उनमें सब जगह एष-भा नहीं है। बीसवीं शताब्दी के आरम्भ में भी ज्योतिषियों ने इन मेघों की मरचना का भेद नहीं जान पाया था। चितने तारे, कितनी नीहारिकाएँ और कितने तारापुंज इन मेघों में अमुक दूरदर्शक से दिगायी पड़ते हैं, उस इतने की ही खोज हो पायी थी।

जब तक हारवर्ट वेधशाला ने दक्षिणी गोलार्ध में अपनी शाखा नहीं खोल पायी थी तब तक स्थिति ऐसी ही रही। वहाँ शाखा खुलने पर, और न्यूयॉर्क की मिस बंयारिन ब्रूस से पर्याप्त धन दान में मिलने पर, स्थिति बदलने लगी। मिस ब्रूस के दान से ब्रूस दूरदर्शक बना, जिसकी चर्चा पहले की जा चुकी है। अपने समय में ब्रूस-दूरदर्शक बड़ा ही धनिशाली था। इसके ताल का व्यास २४ इंच था। एष घंटे के प्रकाशदर्शन से इस यंत्र से सोलहवीं श्रेणी तक के तारों का फोटोग्राफ उतर आता था और एक बार में ही आकाश के उतने क्षेत्र का फोटोग्राफ उतरता था, जितना सन्तति तारामण्डल के प्रथम चार तारों के बीच स्थान है। साधारण दूरदर्शकों से तो समूचे चन्द्रमा का भी फोटोग्राफ नहीं उतर पाता है। ब्रूस-दूरदर्शक से सारे आकाश के फोटोग्राफ लेने की योजना की गयी थी। इसीलिए मंगिलन-मेघों की पारी आने में कई वर्ष लगे। पहले तो इतना ही पता लगा कि इन मेघों में हजारों तारे और बहुत से तारापुंज तथा नीहारिकाएँ हैं। परन्तु महत्वपूर्ण नवीन बातों का पता तब लगा जब फोटोग्राफों की जाँच मिस लीविट ने अमरीका के वेम्ब्रन शहर में की। मिस लीविट ने देखा कि इन मेघों में बहुत-से तारे ऐसे हैं, जिनकी चमक प्रत्येक फ्लैट पर एक-ही नहीं है। उन्होंने बड़ी सावधानी से नापना और उनका लेखा रचना आरम्भ किया। उस समय सेक्रेड्ड तारों की चमक और चक्राल में सब रहने का पता नहीं था। इसलिए मंगिलन-मेघों की दूरी का भी कोई पता किसी को नहीं था। इसका भी किसी को अनुमान नहीं था कि यह सब नाप-जोख किस नाम आयगा। परन्तु १९०६ ई० में मिस लीविट ने बड़े मेघ के ८०८ परिवर्तनशील तारों की सूची और छोटे मेघ के ९६९ परि-

वर्तनशील तारों की सूची प्रकाशित की। इन सूचियों से पता चला कि ऐसे तारों की महत्तम और न्यूनतम चमकी का अनुपात सभी के लिए उतना ही—लगभग ढाई गुना—होता है, चाहे तारा सूब चमकीला हो, चाहे कम।

इन परिवर्तनशील तारों के अतिरिक्त मेघों में प्रायः सभी अन्य प्रकार के तारे पाये गये, लाल दैत्य भी हैं और नीले बौने भी। इनके अतिरिक्त ऐसे तारे भी इन मेघों में थे, जो अपने विशेष वर्णपट के कारण तुरन्त पहचान लिये जा सकते थे; परन्तु जो आकाशगंगा को छोड़ आकाश के अन्य भागों में नहीं देखे गये थे। इन बातों से सन्देह होने लगा कि मेघों की संरचना समस्त वैसी ही है जैसी हमारी मदाकिनी-संस्था की।

मैगलन-मेघों में कई नीहारिकाएँ भी हैं। सारे आकाश में इने-गिने चार-पाँच बड़ी-समय नीहारिकाओं में स्थान पाने योग्य वह नीहारिका भी है, जिसे पाश नीहारिका (अँप्रेज़ी में लूप नेब्युला) कहते हैं। यह बड़े मेघ में है और ३० स्वर्ण मत्स्य के नाम से प्रसिद्ध है। मेघों की दूरी अब हमें ज्ञात हो गयी है। इसलिए हम पाश नीहारिका की वास्तविक लंबाई-चौड़ाई का अनुमान कर सकते हैं। वस्तुतः यह नीहारिका बहुत बड़ी है। देखने में ओरायन नीहारिका हमको सबसे बड़ी जान पड़ती है, परन्तु ऐसा इसलिए है कि वह हमारे निकट है। यदि पाश नीहारिका को हम ओरायन नीहारिका की बगल में खड़ी कर सकते तो पाश नीहारिका के आगे ओरायन नीहारिका नहीं-सी बच्चों से भी छोटी लगती। दोनों नीहारिकाओं का प्रकाश प्रायः एक-सा है। दोनों पीछेवाले तारों को छिपा देती हैं, उगमें कोई एना ड्रॉप है, समस्त गर्द है, जो उनके पीछे स्थित तारों के प्रकाश को दबा देता है। दोनों नीहारिकाओं में अत्यन्त चमकीले तारे हैं और समस्त दोनों इन्हीं तारों की विचित्र से ही शक्ति पाकर चमकती हैं, परन्तु पाश नीहारिका बहुत बड़ी है। उतनी बड़ी नीहारिका आकाशगंगा भर में नहीं है।

पाश नीहारिका के मध्य में ही कुछ अधिक अति दैत्य निलडिह तारे हैं, जो नीहारिका के प्रकाश में छिपे हुए हैं। जब नीहारिका का फोटोग्राफ लाल प्रकाश छनना लगा कर लिया जाता है तब इन तारों का पता विशेष रूप से चरता है।

मैगलन मेघों में घोड़े-से गोलाकार तारापुंज भी है और दोस्तो किचपिचिया के समान साधारण तारापुंज है।

अगले अध्याय में पता चलेगा कि हमारी मदाकिनी-संस्था स्वयं एक नीहारिका है और हम उसी के बीच में हैं। विश्व में असंख्य इसी प्रकार की नीहारिकाएँ हैं, जिनकी रचना हमारी मदाकिनी संस्था से बहुत-कुछ मिलनी-जुलती है। ये नीहारिकाएँ एक दूसरे से दूर-दूर पर हैं और बीच में बहुत-सा प्रायः रिक्त स्थान है। किसी एक नीहारिका के सूक्ष्म अध्ययन से हम समस्त नीहारिकाओं के बारे में बहुत-सी बातें जान सकते हैं। परन्तु जिस नीहारिका में हम स्वयं स्थित हैं, अर्थात् हमारी मदाकिनी-संस्था, वह अध्ययन के लिए विशेष उपयुक्त नहीं है, क्योंकि इसके

तारे हममें विभिन्न दूरियों पर हैं; यदि तारे बसुा कम चमकते होने हों तो हमें बहुत कमजोरी जान पड़ेगी है और यह भेदक हमारे लिए कि यह तारा हमारे बहुत पास है। मंगल-मेघों में यह कठिनाई नहीं है। प्रत्येक मेघ एक नीहारिका है और उनके माने हममें प्रायः एक ही दूरी पर हैं। अवश्य ही, वे मेघ तब बहुत विस्तृत हैं, परन्तु उनकी लम्बाई-चौड़ाई उनके पृथ्वी तल की दूरी की तुलना में प्रायः उपेक्षणीय है। अवश्य ही, हमारी आकाशगंगा के कुछ तारे भी मंगल-मेघों की दिशा में हमें के कारण भ्रमजन्य मेघों के सदृश्य गिन गिने जाते होंगे, परन्तु ऐसे तारों की गिनती बहुत ही कम होगी। इसलिए जब हम मेघों के साग का अध्ययन करते हैं तब तारों की साम्यता के कारणों के विषय में गम्भीर ध्यान में शत्रु होनी है। विनयकर, हमें तारे के वर्णपट और उनकी चाराचित्र चमक का सच्चा ज्ञान होना है।

मंगला-मेघों में समय—यथा दोनों मंगल मेघों में यदि समय है? छोटे मेघ की दूरी ८४,००० प्रकाश-वर्ष है और बड़े की ७५,००० प्रकाश-वर्ष। इन प्रकार दोनों की दूरियाँ में विशेष अंतर नहीं है। पृथ्वी और इन मेघों के बीच जो आकाशीय धूल है उससे अवश्य ही वे मेघ आवस्याता से कुछ अधिक मह प्रकाश के दिशा में पड़ते हैं। यह धूल नहीं गाड़ी, बड़ी हल्की हो जाती है और इसलिए दोनों मेघों की नयी दूरियाँ उनकी विश्वगनीय नहीं है जितनी के आकाशीय धूल के अभाव में होती।

मेघों के बीच आकाशीय योनीय दूरी २१ अरब है। एक दूसरे से वे ३०,००० प्रकाश-वर्ष की दूरी पर हैं। यह तो एक के केन्द्र से दूसरे के केन्द्र तक की दूरी है। दोनों के छोरों के बीच की न्यूनतम दूरी बड़े मेघ के व्यास से कुछ कम है। वस्तुतः, जब बहुत अधिक प्रकाश-द्वारा देकर इन मेघों का फोटोग्राफ लींचा जाता है, जिसमें मेघों के मदतम भागों का भी फोटोग्राफ लिंच जाता है, तो एसा जान पड़ता है कि सम्बन्ध दोनों मेघ मलग्न है। प्रत्येक मेघ में केन्द्र में घनी वस्ती है—यहाँ तारे आदि बहुत हैं—और केन्द्र से दूर पर तारों की संख्या बहुत कम हो जाती है। यद्यपि अभी इनका प्रमाण नहीं मिला है, तो भी संभव जान पड़ता है कि दोनों मेघ एक ही संख्या की दो घनी आवारियाँ हैं।

हमारी मदादिनी-संख्या के समतल से इन मेघों की दूरियाँ ५०,००० और ६०,००० प्रकाश-वर्ष हैं। इसलिए अनुमान किया जाता है कि हमारी मदादिनी-संख्या का गुणत्वार्थक इन मेघों पर अवश्य ही काफी पड़ता होगा। परन्तु यह कहना कठिन है कि मेघ हमारे ओर आ रहे हैं अथवा हमसे दूर भाग रहे हैं या साथ-साथ चल रहे हैं। दृष्टिरेखा से समकोणित गति तो इन मेघों की प्रायः शून्य है। परन्तु दृष्टिरेखा में बड़े और छोटे मेघों की गतियाँ प्रमानुसार १७० मील प्रति सेकंड और १०० मील प्रति सेकंड निबलती हैं। परन्तु मूल और पृथ्वी की जोड़ी स्वयं मदादिनी संख्या में तेजी से चल रही है। ज्ञात वेग कारने पर मेघों का वेग ० और ३७ मील प्रति सेकंड निबलता है। परन्तु हमारी नापें बहुत सच्ची नहीं हो पाती। इसलिए निश्चिन्त रूप से नहीं कहा जा सकता कि छोटा मेघ वस्तुतः ३७ मील प्रति सेकंड के हिसान से हमसे दूर जा रहा है या नहीं। ब्रह्म के बड़े दूरदर्शन से अधिक स्पष्ट रूप से पता चलेगा कि सच्ची

वात क्या हैं। सौ, दो सौ, चर्यं बीतने पर दृष्टिरेखा से समकोणिक वेग का अच्छा पता चत्र सकेगा।

अभी तो इतने ही से सतोप करना पड़ेगा कि पृथ्वी अबया सूर्य के हिस्साय से मंगिलन-मेघ या तो चल नहीं रह है या चल भी रहे है तो विसोप वेग से नहीं।

### आकाशगगा

**ब्रह्मांड** — अंग्रेजी में आकाशगगा को दि मिल्की वे (दूधिया मार्ग) कहते हैं और गैलैक्सी शब्द का भी वही अर्थ है, परन्तु अब आधुनिक ज्योतिषी गैलैक्सी को दूसरे अर्थ में प्रयुक्त करने लगे हैं। जब कोई आकाशीय पिंड दूरदर्शन में प्रकाशमय घुएँ या बादल के समान दिखायी पड़ता है तब उसे नेब्युला कहते हैं, परन्तु यदि अध्ययन के पश्चात् पता चले कि वह बहुत से तारों का समूह है और सम्भवतः वह हमारी मदाकिनी-संस्था के समा है तो उसे ज्योतिषी अब गैलैक्सी कहते हैं। उन्हें द्वीपविश्व (आइलैंड यूनिवर्स) भी कहते हैं। हम भी ऐसे समूहों को ब्रह्मांड या द्वीप विश्व कहा करेंगे। ब्रह्मांड शब्द अत्यंत प्राचीन है, इस कारण इसके साथ अवश्य कई ऐसी कल्पनाएँ जुड़ी हैं जो आधुनिक विज्ञान के अनुसार निर्मूल हो सकती हैं, परन्तु इसका प्रधान अर्थ कि यह अनेक के समान सीमित है, इस शब्द को अत्यंत उपयुक्त बना देता है।

पृथ्वी सूर्य की प्रदक्षिणा करती है, ग्रह भी सूर्य की प्रदक्षिणा करते हैं और वेतु अर्थात् पुच्छलतारे भी। इन सबसे हमारा सौर जगत बना है। परन्तु तारों की परस्पर दूरियाँ इतनी अधिक हैं कि उन पर विचार करते समय हम पृथ्वी आदि को सूर्य से सादा हुआ मान सकते हैं। सूर्य के समान एक-खरब से भी अधिक तारे हैं, जिनको अब सम्मिलित रूप से मदाकिनी-संस्था कहा जाता है। हमारी मदाकिनी-संस्था बहुत बड़ी है, तो भी अनंत दूरी तक नहीं विस्तृत है। हम अपनी मदाकिनी-संस्था को आकाशगगा के रूप में देखते हैं। आकाशगगा शब्द से हम उस प्रकाशमय मेखला को सूचित करते हैं, जो पृथ्वी-निवासियों को आकाश में दूधिया मार्ग के समान दिखायी पड़ती है। आकाश में जितने तारे दिखायी पड़ते हैं, वे प्रायः सभी अपनी मदाकिनी-संस्था के हैं। तारों की दूरी और स्थिति को ध्यान में रखकर यदि हम इस मदाकिनी-संस्था की मूर्ति पमाने के अनुसार बनायें, तो हम देखेंगे कि हमारी मदाकिनी-संस्था कुम्हार की चाक की तरह घूर्णकार और चिपटी परन्तु बीच में फूली हुई है। यदि कल्पना-शक्ति द्वारा हम इस संस्था से बाहर निकल जायें तो हमें मोटे हिसाब से यह संस्था सपिलाकार नोहारिका-जैसी दिखायी पड़ेगी। मदाकिनी-संस्था के प्रायः मध्य घरातल में ही हमारा सूर्य है, परन्तु यह केंद्र पर नहीं है, केंद्र से विनारे की ओर प्रायः दो तिहाई हटा हुआ है। मदाकिनी-संस्था के बाहर चारा ओर बहुत दूर तक रिक्त स्थान है और तब एक दूसरे से दूर-दूर पर स्थित अन्य संस्थाएँ हैं। दूरदर्शकों से हमें अपनी मदाकिनी-संस्था की तरह ही कई अरब संस्थाओं का पता चला है, जो एक दूसरे से बहुत दूर-दूर पर हैं। इन्हें भी अब ब्रह्मांड (अंग्रेजी में गैलैक्सी) या द्वीप विश्व (अंग्रेजी में आइलैंड यूनिवर्स) कहते हैं। पता नहीं कि अनंत दूरी तक हमका ब्रह्मांड मिलते चले जायेंगे या ब्रह्मांडों को भी कोई सीमा है। कम-से-कम अभी तक किसी सीमा का पता नहीं चला है। परन्तु आरम्भ में तारों के वार में भी



लगाया जाय तो पता चलता है कि आवाशगगा के आस-पास दूरस्थ भागों की अपेक्षा दमगुनी पनी बस्ती है । इस जन-नस्या में स्वय आवाशगगा के तारा की गिनती नहीं की गयी है ।

आशाशगगा में त्रिचपिचिया (युक्तिता अथवा प्लाइडोड) के समान तारा-गुज भी बहुत है । यहाँ यह बतना देना उचित होगा कि राशि, तारा-मडल, तारा-पुज और तारामय नौहारिवाओ में क्या अंतर है । आशाश में जितने तारे दिग्यायी देते हैं, उन सब का नाम रचना तो प्राचीन ज्योतिषियों ने मुगम नहीं समझा, केवल कुछ के ही नाम के रर पाये, जैसे रोहिणी, चित्रा, लुव्या, वशिष्ठ, इत्यादि, या अंग्रेजी में ऐलिडवैरन, एगइता, गिरियस, इत्यादि । मेष तारों को इंगित करने के लिए चंवलिन के ज्योतिषियों ने, और उनके आधार पर पीछे मिन तथा पूनान (ग्रीस) के ज्योतिषियों ने तारा-समूहों को विशेष नाम दिये और वे या वैसे ही नाम आज भी प्रचलित हैं, जैसे मेष, वृष, सप्तमि, देवयानी, आदि या लैटिन में एअरीज, टॉरम, उर्सा मेजर, कॅसोपिया, आदि, या अंग्रेजी में रॅम, युल, ग्रेट बेयर, आदि । इनमें से कुछ तारा-समूहों के चमकीले तारों से अवश्य उस वस्तु या जंतु का प्यान आ जाता है, जिसके नाम से वे प्रसिद्ध हैं, उदाहरणतः, बुधिय के चमकीले तारों से सचमुच विच्छू का आभाम होता है । परन्तु अधिकांश तारा-समूहों के नाम रचने में कौरी चल्पना से काम लिया गया है । इन तारा-समूहों को तारामडल (अंग्रेजी में कॉन्स्टेलेशन) कहते हैं ।

तारामडलों से तारों के नाम लेने में सुविधा होती है । तारों के चित्रों में पहले तारामडल के नामवाले जंतुओं आदि का चित्र भी बना रहता था । इसलिए बताया जा सकता था कि वृष (बैल) की आँख वाला तारा या बुधिय (विच्छू) की पूँछ वाला तीसरा तारा, इत्यादि । जब दूरदर्शक से दिग्यायी पडनेवाले तारों का भी अध्ययन आरम्भ हुआ तो केवल विशेष तारों के समूहों को ही तारामडल नहीं कहा गया, आवाश के विविध सीमित क्षेत्रों को तारामडल माना गया और उस क्षेत्र में पडनेवाले सब तारों को उस तारामडल में समझा जाने लगा । तब तारामडल के विविध तारों को मूनानी अक्षरों से या साधारण सख्याओं से सूचित किया जाने लगा । उदाहरणतः, ऐल्फा एराइडिज का अर्थ हुआ एअरिज (मेष) तारामडल का ऐल्फा अक्षर वाला तारा, इसी प्रकार ३० एराइडिज से एअरिज (मेष) तारामडल का ३० नम्बर वाला तारा समझा जाता है ।

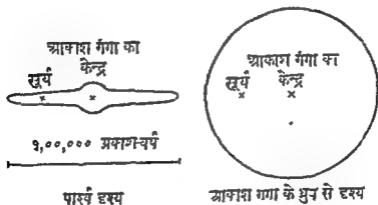
सूर्य के वार्षिक मार्ग में पडनेवाले मडलों को राशि कहते हैं । मेष, वृष, मियुन, कर्क आदि राशियाँ हैं । इस प्रकार हम मेष तारामडल कहने के बदले उसे मेष राशि कह सकते हैं, परन्तु राशि शब्द का एक अर्थ और है । सूर्य के मार्ग के बारहवें भाग को भी राशि कहते हैं । उदाहरणतः, कहा जा सकता है कि बृहस्पति का भोगाश (अर्थात् मेष के प्रथम बिंदु से दूरी) ३ राशि ५ अंश १६ फल ३ विफल है । यहाँ १ राशि = ३०° ।

तारामडल से छोटे कुछ विशेष समूहों को, जिनसे सूर्य या चंद्रमा की स्थिति बतायी जाती है, नक्षत्र कहते हैं । सूर्य और चंद्रमा के मार्ग मोटे हिसाब से एक ही हैं । इस मार्ग को २७ बराबर भागों में बाँटकर प्रत्येक को एक नक्षत्र कहने हैं और अश्विनी, भरणी, कृत्तिका, आदि उनका नाम रख दिया गया है । इस प्रकार नक्षत्र शब्द पाँच अर्थों में प्रयुक्त होता है—(१) कोई तारा,



(२) कुछ विशेष तारों का समूह, जैसे अश्विनी में तीन तारे माने जाते हैं, कृत्तिका में ६ तारे; (३) एक पक्ष (अर्थात् ३६०°) का मत्तार्द्धगर्वां भाग; (४) वह नक्षत्र जिसमें चन्द्रमा किसी अवसर पर स्थिति हो; उदाहरण, शिशु के जन्म की तिथि और धार के मास नक्षत्र तथा योग और वरुण भी यथायुक्त माने जाते हैं; यदि बच्चा मूल नक्षत्र में उत्पन्न हुआ है तो उगना अर्थ है कि जन्म के अवसर पर चन्द्रमा मूल नक्षत्र में था; (५) वह नक्षत्र जिसमें सूर्य स्थिति हो, जैसे "सपन मृगशिरा में मँहें, मे आर्द्रां पुच्छत"—इस वाक्य में मृगशिरा से अर्थ है उतना काल जितने तब सूर्य मृगशिरा नक्षत्र में रहता है। इस पुस्तिका में हम नक्षत्र शब्द का प्रयोग यथासम्भव न करेंगे और करेंगे तो उसे तारा का पर्यायवाची मान करे।

तारों के गणन करने में मूल्य के तारापुंज रहते हैं। आकाश के अधिकांश तारापुंज आकाशगंगा में या उसके पास मिलते हैं। निचपिचिया (कृत्तिका, Pleiades), वृषभिका (हायाडीज, Hydes), और प्रेसिपी (Pracsepe) ये सभी तारापुंज आकाशगंगा में हैं। गौण-वार तारापुंज, जैसे भीम तारापुंज (हरक्यूलीज तारापुंज) तथा उनी प्रकार के अन्य गोलार्ध तारापुंज (ग्लो-युलर स्टार क्लस्टर) अधिकांश आकाशगंगा के ही पास मिलते हैं। पैरामय नीहा-



आकाशगंगा (मंदाकिनी-संस्था) की रूपरेखा (गोक और गोक की मिल्की के ४)

रिकाएँ भी आकाशगंगा में मिलती हैं। ओरायन की बड़ी नीहारिका आकाशगंगा में ही है, परन्तु सपिल नीहारिकाएँ आकाशगंगा से दूर रहती हैं। जैसा पहले बताया जा चुका है, सपिल नीहारिकाएँ वस्तुतः स्वतंत्र ब्रह्मांड हैं जो हमारी मंदाकिनी संस्था से पृथक् हैं।

फोटोग्राफों में आकाशगंगा—जब तो दूरदर्शक में आँस लगाकर निरीक्षण करने के वदने फोटोग्राफ खींचना ही अधिक सुगम पड़ता है, क्योंकि इसमें समय कम लगता है और प्रनाशदर्शन (एक्सपोजर) बढ़ाकर भदतम तारों का भी फोटोग्राफ खींचा जा सकता है। इन फोटोग्राफों से पता चलता है कि आकाशगंगा में प्रायः सर्वत्र तारा का घना समूह है। वही-वही के तारे इतने सघन हैं कि वे पृथक्-पृथक् नहीं दिखायी पड़ते। वे श्वेत बादल-से जान पड़ते

हैं, परन्तु अधिकांश रात्रिनाशी दूरदर्शनों से लिए गये फोटोग्राफ से पता चलता है कि ऐसे स्थान भी वस्तुतः तारों के घने समूह हैं।

आकाशगंगा का रूप—पहले बताया जा चुका है कि हमारी मदाविनी-संस्था कुम्हार की चाब की तरह वृत्ताकार और चिपटी परन्तु बीच में फूली हुई है। ऊपर के चित्र में मदाविनी-संस्था की रूपरेखा दिखायी गयी है, परन्तु स्मरण रखना चाहिए कि मदाविनी-संस्था को कोई सीमा नहीं है। तारों की बस्ती सबत्रण्य गमाया घनी रहने के बदले धीरे धीरे बाहर की ओर क्षीण होती जाती है और यह तहना कि बस्ती वहाँ समाप्त होती है वरिष्ठ है। कुछ तारे, जो निःसंदेह मदाविनी-संस्था के ही सदस्य हैं, चित्र में निर्णयित सीमा के बाहर हैं। मदाविनी-संस्था के उस रूप को जो पृथ्वी-निवासियों को दिखायी पड़ता है आकाशगंगा कहते हैं।

जहाँ तक पता चलता है, मदाविनी-संस्था अपने केंद्र की चारों ओर कुम्हार की चाब की तरह नाच भी रही है। केंद्र से सूर्य तीस-पैंतीस हजार प्रकाशवर्ष की दूरी पर है। इससे सूर्य लगभग १५० मील प्रति सेकंड के वेग से चलता है, यद्यपि आस-पास के कमबीले तारा के सापेक्ष सूर्य केवल १२ मील प्रति सेकंड चलता जा पड़ता है। कारण यह है कि ये कमबीले तारे स्वयं चलापमान हैं। यह कि आकाशगंगा अपनी पुरी पर नाच रही है, गत पचीस वर्षों में ही निश्चयात्मक रूप से जाना जा सका है। इसका प्रमाण हम कई प्रकार से पाते हैं। एक रीति तो यह है कि हम पड़ोस के तारों का अध्ययन करें।

पड़ोस के तारे—जैसा पहले बताया जा चुका है, निवटतम तारा हमसे लगभग  $3 \times 10^{11}$  मील की दूरी पर है अर्थात् इसकी दूरी

$$300,000,000,000,000 \text{ मील}$$

है। इसलिए पड़ोस का अध्ययन कर लगाना चाहिए। मान लीजिए कि हम केवल उन तारों पर विचार करना चाहते हैं जो हमसे ढाई सौ प्रकाशवर्ष से अधिक दूर नहीं हैं। इन सब तारों की निजी गति और दृष्टिरेखा में वेग नापन पर और गणना करने पर पता चलता है कि सूर्य इन सब तारों के कुम्हारकेंद्र के सापेक्ष लगभग १२ मील प्रति सेकंड के वेग से भीम (हरकपुलीज) तारामंडल की ओर जा रहा है। परन्तु इससे यह न समझना चाहिए कि सूर्य की वास्तविक गति यही है।

डनीसवी शताब्दी के ज्योतिषियों को सूर्य की गति से उत्पन्न हुये परिणामों के अतिरिक्त तारों की गतियों के बारे में कुछ अधिक ज्ञान न था। परन्तु १९०४ में हार्लड के प्रसिद्ध ज्योतिषी ब्रैण्टाइन ने अपने अनुसंधानों के बल पर घोषित किया कि तारा के दो समूह हैं जो एक दूसरे से पृथक हो रहे हैं। ब्रैण्टाइन ने आकाश को छत्र छोट खंडों में बाँट कर यह देखना आरम्भ किया कि प्रत्येक खंड के तारों में किम प्रकार की निजी गति है। उस पता चला कि तारे अनियमित रूप से नहीं चलते रहते हैं। अधिकतर तारे दो दिशाओं में चलते हैं। प्रत्येक आकाशीय खंड में इस प्रकार तारा-गति का अध्ययन करने पर अन्तिम निष्पत्ति यही निकलती है कि तारा का दो धाराएँ हैं। एक धारा ठाल (स्फूटम) की ओर दूसरी मृगव्याध (ओरायन) की ओर जा रही है। इसमें ध्यान देने योग्य बात यह है कि इन दोनों दिशाओं को मिलानवाली रेखा आकाशगंगा की धरा-

तल में है। उग समय गो इगता कारण न ज्ञान हो गया कि तारे क्यों उग प्रवार करते हैं, परन्तु कुछ वर्ष बाद यह सिद्ध किया गया कि यह हमारी मदाकिनी-ग्रस्था के अपनी धुरी पर घूमने का परिणाम है।

यह जान कर कि मदाकिनी-ग्रस्था किस वेग से अपनी धुरी पर घूमती है और उगता विन्तार तिनना है, इगती भी गणना की जा सकती है कि इस मस्था में कुछ द्रव्य तिनना है। अनुमान किया गया है कि कुछ द्रव्य सूर्य के द्रव्य का लगभग २ लाख गुना होगा। इसमें गे लगभग आधा द्रव्य केंद्रीय भाग में है और शेष द्रव्य दूर तक विस्तृत चिपटे भाग में। मदाकिनी-ग्रस्था अपनी धुरी पर एक घण्टा लगभग २० करोड़ वर्ष में लगाती है। पहली बार तो जान पड़ता है कि यह अति मयूर गति है, पर सुस्मरण रखना चाहिए कि इसी घूमने के सूर्य में १५० मील प्रति मिनट अर्थात् लगभग साढ़े पाँच लाख मील प्रति घंटे का वेग उत्पन्न हो जाता है। यह भी स्मरण रखना चाहिए कि २० करोड़ वर्ष में एक बार घूमना जीवन गति है। प्रत्येक तारे में निजी गति भी है। इसलिये तारों की गति का चित्र यन्त्रुत इतना सरल नहीं है जितना ऊपर के स्थूल वर्णन में बताया गया है। फिर यह भी जान नहीं हो सारा है कि मदाकिनी ग्रस्था क्यों घूमती रहती है। अनुमान हो रहा है, और ऐसा जान पड़ता है कि निश्चय नविष्य में ही सफलता मिलेगी।

**देवयानी नीहारिका**—देवयानी तारामण्डल में एक सर्पिल नीहारिका है, जो कोरी आँख से देखी जा सकती है। इसका विपुवास ० घंटा ४० मिनट है और तानि  $+४१^{\circ}$ । वरमात के बाद और जाडे में यह स्वच्छ अँधेरी राती में सुगमता से दिखायी पड़ती है। आकाशगंगा से यह लगभग २०° पर है। इस नीहारिका की भेगिये सरुवा ३१ है। कोरी आँख से इसमें कोई व्योरे नहीं दिखायी पड़ते, परन्तु दूरदर्शक में यह नीहारिका बहुत ही सुन्दर जान पड़ती है। बडे दूरदर्शकों से लिए गये फोटोग्राफ से इसकी रचना स्पष्ट हो जाती है। बीच में प्रनासमय केंद्र है और उस गपिलाकार भुजाएँ निकली हैं, परन्तु तिरछा दिखायी पड़ने के कारण भुजाएँ उतनी स्पष्ट और पृथक् नहीं दिखायी पड़ती जितनी कई अन्य सर्पिल नीहारिकाओं में। बडे दूरदर्शकों द्वारा जांच से पता लगता है कि केंद्र और भुजाएँ सभी अग अनस्य तारों के समूह हैं।

पृष्ठभूमि में नन्ही-नन्ही सर्पिल नीहारिकाएँ और अग्रभूमि में चमकीले तारे बहुत दिखायी पड़ते हैं, जिससे अनुमान किया जाता है कि देवयानी नीहारिका की दिशा में धूल आदि विसोप-अधिक नहीं है जो प्रकाश का शोषण कर ले। इस नीहारिका के आग-पाम दिखायी पड़ने वाली नन्ही-नन्ही नीहारिकाएँ अत्यन्त दूर होने के कारण ही नन्ही जान पड़ती हैं। इनमें से कोई भी नीहारिका एगी नहीं है जो एक करोड़ प्रकाश-वर्ष से कम दूरी पर हो। जिनने तारे देवयानी नीहारिका के आस-पास दिखायी पड़ते हैं, वे हमारी मदाकिनी-ग्रस्था के हैं और देवयानी नीहारिका की तुलना में हमारे बहुत पास हैं। देवयानी नीहारिका की दो मापिनियाँ भी हैं, जो अपेक्षाकृत छोटी हैं, परन्तु पृष्ठभूमि की नीहारिकाओं से बहुत बडी दिखायी पड़ती हैं। देवयानी नीहारिका की ही दूरी पर रहने के कारण अवश्य वे देवयानी नीहारिका के पाम हागी। इसी से वे देवयानी नीहारिका की साधिनियाँ कहलाती हैं।

सेफीइड तारों की चमक घटने-बढ़ने के चक्राल से पता चलना है कि देवयानी नीहारिका हमसे लगभग साढ़े सात लाख प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है। परन्तु समझ है कि इस नीहारिका और हमारे बीच में कुछ धूल हो जिसके कारण नीहारिका का प्रकाश धूमिल हो गया है। इसलिए इस दूरी में ५० हजार प्रकाश-वर्ष की त्रुटि हो सकती है।

नाप—देवयानी नीहारिका जितनी बड़ी है, इसका उत्तर अत्र हम दे सकते हैं, क्योंकि दूरी ज्ञात होने से क्षीणिय नाप को हम भोलो में परिवर्तित कर सकते हैं। बड़े दूरदर्शकों से लिए गये अच्छे फोटोग्राफों में यह नीहारिका लगभग १६० बत्त लगी और लगभग ४० बत्त चौड़ी है। इस प्रसंग में स्मरण रखना चाहिए कि पूर्ण चन्द्रमा का व्यास लगभग ३२ बत्त है। इस प्रकार, यदि नीहारिका का संपूर्ण विस्तार हमें बोरी आँख से दिखाई पड़ता तो पूर्ण चन्द्रमा से उसका क्षेत्रफल हमको सात गुना अधिक प्रतीत होता।

गणना करने से पता चलता है कि पूर्वोक्त नाप के अनुसार देवयानी नीहारिका की लम्बाई लगभग ३५,००० प्रकाश वर्ष होगी और चौड़ाई लगभग ८,७०० प्रकाश वर्ष। नीहारिका अधिक चिपटी हमें इसीलिए दिखायी पड़ती है कि हम उसे तिरछी दिशा से देख रहे हैं। यदि हम उसकी धरातल से समकोण बनाती हुई दिशा से उसे देख सकते तो हमको वह वृत्ताकार दिखायी पड़ती। उसे वृत्ताकार मान कर गणना करने से यह परिणाम निकलता है कि हमारी दृष्टिरेखा नीहारिका के धरातल से कुल १५ अंश का कोण बनाती है। एव प्रकार हम प्रायः उससे धरातल में हैं।

आँख से, चाहे हम बड़े दूरदर्शक की सहायता भी क्यों न लें, इस नीहारिका की सर्पिल भुजाएँ हमें नहीं दिखायी पड़ती। केवल फोटोग्राफों से ही उनका पता चलता है। दूरदर्शक द्वारा यह नीहारिका ऐसी दिखायी पड़ती है जैसे किसी तारे को हम कुहेसा में डूबा हुआ देखें। इसका अर्थ यह है कि नीहारिका के केंद्र से दूर पर स्थित भाग बहुत मंद प्रकाश के हैं। जब हम बड़े दूरदर्शक से लिए गये अच्छे प्लेट के घनत्व का अनुमान केवल आँख से न करके सूक्ष्म घनत्वमापक से नापते हैं तो पता चलता है कि नीहारिका वस्तुतः उनसे भी बहुत अधिक विस्तृत है, जितनी यह फोटोग्राफ में दिखायी देती है। सूक्ष्म-घनत्वमापक यत्र प्रकाश को सिलीनियम-सेल की सहायता से विद्युत में परिवर्तित कर लेते हैं और उसे अत्यन्त सूक्ष्म विद्युत्मापक में नापते हैं। इस प्रकार प्लेट का घनत्व बड़ी सूक्ष्मता से नाप जाता है। इससे नापने पर पता चलता है कि क्षेत्रफल में नीहारिका ३० पूर्ण चंद्रो के क्षेत्रफल से कम नहीं है। वस्तुतः यह बहुत बड़ी नीहारिका है। साथ ही एक बात और ध्यान देने योग्य है। सूक्ष्म-घनत्वमापक से नापने पर पता चलता है कि नीहारिका प्रायः गोल है। इसलिए हम यह कह सकते हैं कि नीहारिका का घना भाग पहिले की तरह वृत्ताकार है जिसका केंद्र बहुत चमकीला है, और यह पहिला सब ओर से मंद प्रकाश युक्त आवरण से अवगुणित है। अभी पता नहीं है कि यह अवगुणन मंद प्रकाश के असह्य तारों से निर्मित है अथवा गैसमय है। निकट भविष्य में इतने बड़े दूरदर्शक या इतने तेज प्लेट के बनने की आशा नहीं है कि हम अवगुणन के मंद को जानने में सफल हो सकें, परन्तु अपनी मदाकिनी-संस्था की

तरचना को ध्यान में रखते हुए यह अधिक गमय जान पड़ता है कि देवयानी नीहारिका का अवगुण तारामय ही हो।

देवयानी नीहारिका की एक मगिनी भेगिये ३२ है। माउट विन्ध्या के १०० इंचवाले दूरदर्शक से फोटोग्राफ लेने पर दमनी तारामय तरचना स्पष्ट हो जाती है। इसकी दूरी भी उतनी ही है जितनी देवयानी नीहारिका की। देवयानी नीहारिका की दूसरी मगिनी एम० जी० सी० २०५ है। देवयानी नीहारिका से यह छ श्रेणी मद है, परन्तु उतनी ही दूरी पर रहने के कारण अवश्य ही उससे सम्बन्धित है। इससे अस्तित्व से हमें यह सूचना मिलती है कि सभी तारामय नीहारिकाएँ मदाकिनी-सत्या या देवयानी नीहारिका की तरह बनी नहीं जाती। परन्तु छोटी नीहारिका की भी वास्तविक चमक हमारे सूर्य से ७० लाख गुनी अधिक है, देवयानी नीहारिका की वास्तविक चमक इससे भी सवा दो सौ गुनी अधिक है।

ऊपर बताया गया है कि देवयानी नीहारिका का अवगुण दूर तक विस्तृत है। वस्तुतः उस नीहारिका की पूर्वोक्त दोनों सापिणियाँ भी इसी अवगुण में लिपटी हुई हैं। इस प्रकार इन तीनों को त्रिक नीहारिका समझने के बदले उन्हें मिला कर एक ही नीहारिका समझना अधिक उत्तम होगा।

भेसिये ३३—भेसिये ३३ देवयानी नीहारिका से लगभग १४ अश की दूरी पर है। पृथ्वी से इस नीहारिका की दूरी लगभग देवयानी नीहारिका के समान ही है और बहुत सम्भव है दोनों में कोई भीतिव सवध भी हो। इसलिए कभी-कभी इसे भी देवयानी नीहारिका की सापिणी समझा जाता है। फोटोग्राफो से पता चलता है कि भेसिये ३३ भी सपिल नीहारिका है। हमारी दृष्टिरेखा इससे धरातल से प्रायः ३० अश का कोण बनाती है। इसलिए इसकी सपिल भुजाएँ हमें अधिक स्पष्ट दिखायी पड़ती हैं। यह काफी बड़ी नीहारिका है।

देवयानी नीहारिका की तौल—हम देवयानी नीहारिका की तौल का भी अनुमान अच्छी तरह कर सकते हैं। गणना किया गया है कि उसका द्रव्यमान एक अरब सूर्यों से कम न होगा और दो खरब सूर्यों से अधिक न होगा। इससे अधिक सूक्ष्म गणना करना इसलिए असम्भव है कि कई बातें, जैसे चमक, दूरी आदि, ठीक-ठीक ज्ञात नहीं हैं।

अब हम इसका भी अनुमान कर सकते हैं कि इस नीहारिका में कितने तारे होंगे। यदि सभी तारे हमारे सूर्य के समान हों तो प्रत्यक्ष है कि उन की संख्या एक अरब और दो खरब के बीच होगी। तौल का अनुमान करने के लिए हम देखते हैं कि यदि नीहारिका हमारे सूर्य की दूरी पर लायी जा सकती तो यह हमको सूर्य से लगभग डेढ़ अरब गुनी चमकीली दिखायी पड़ती। परन्तु इस नीहारिका में कई तारे ऐसे हैं जिन्हें ज्योतिषी दैत्य (आयट) और अति दैत्य (सूपर आयट) वर्ग में रखते हैं। यदि कल्पना की जाय कि सूर्य और इन तारों से तौल में बराबर-बराबर द्रव्य

हम लेते हैं तो इन बराबर द्रव्यों की चमक एक-सी न होगी। दैत्य और अति दैत्य तारे वे द्रव्य से अधिक चमक निकलेगी। परंतु अधिक समक है कि देवयानी नीहारिका वे अधिकांश तारे हमारे सूर्य से अधिक भारी और कम चमकीले हो। वे वैसे तारे होंगे जिन्हें ज्योतिषी वामन (ड्वार्क) तारे कहते हैं। इस प्रकार के तारों से यही परिणाम निकलता है कि यद्यपि देवयानी नीहारिका की वास्तविक चमक हमारे सूर्य से डेढ़ अरब गुनी अधिक है, तो भी अधिकांश तारे वे वामन होने के कारण उसकी तौल सूर्य की तौल की सरब-दो सरब गुनी हो सकती हैं।

इस प्रकार हमने सात नीहारिकाओं की सरसरी जांच कर ली है अपनी मदाकिनी-संस्था, दोना मैगिलन मेथ, देवयानी नीहारिका, उसकी दो साधिनियाँ, और एक पडोसिन (मेसिये ३३)। आगामी अध्याय में हम नीहारिकाओं को क्रमबद्ध वर्गों में विभाजित करने की चेष्टा करेंगे।

## तृतीय अध्याय

### नीहारिकाओं की जातियाँ

नीहारिकाओं का वर्गीकरण—नीहारिकाओं का वर्गीकरण बड़े प्रकार से दिया जा सकता है, परन्तु उनकी दो मुख्य जातियाँ हैं—एक तो गाग (अंग्रेजी में गैलैक्टिक) और दूसरा अगाग (एक्स्ट्रा गैलैक्टिक)। अगाग नीहारिकाओं को अंग्रेजी में नॉनगैलैक्टिक या एनार्गैलैक्टिक भी कहते हैं। इन्हीं को ब्रह्माण्ड (अंग्रेजी में गैलैक्सी) भी कहते हैं।

गाग नीहारिकाओं का नाम ऐसा इसलिए पड़ा है कि वे हमारी आकाशगंगा के घरातल में या इस घरातल के पास रहती हैं; अगाग नीहारिकाएँ इस घरातल से दूर रहती हैं। यद्यपि गाग और अगाग नाम आकाशगंगा के पास रहने या न रहने से ही पड़े हैं, तो भी नीहारिकाओं की इन दो जातियों में बड़े घातों में महत्वपूर्ण अंतर है, जो आकाशगंगा के पास रहने या न रहने पर निर्भर नहीं है। उदाहरणतः, अगाग नीहारिकाएँ बहुत दूर हैं, उनकी वास्तविक धमक अधिक है, लंबाई-चौड़ाई में वे अति विशाल होती हैं और उनकी संरचना सपिल या गोलाभ होती है। गाग नीहारिकाएँ अपेक्षाकृत निम्न और छोटी तथा असपिल होती हैं, घनत्व वे हमारी मदाकिनी-संस्था के ही अतःपत हैं।

गाग नीहारिकाएँ—गाग नीहारिकाओं को मोटे हिमाब से दो वर्गों में बाँटा जा सकता है (१) प्रसृत (डिन्स्यूज) और (२) ग्रहीय (प्लैनिटरी)। प्रसृत नीहारिकाओं की रूप-रेखाएँ तीक्ष्ण नहीं होती और न वे किसी विशेष आकृति की होती हैं। ऐसी नीहारिकाएँ बहुत कुछ हल्के, बिखरे यादल की तरह होती हैं। प्रसृत नीहारिकाओं को दो उपवर्गों में बाँटा जा सकता है, प्रकाशमय और अधकारमय। परन्तु इन दोनों मेंल की नीहारिकाओं में कोई मीलिक अंतर नहीं जान पड़ता। अधिकतर वे इस प्रकार एक दूसरे में मिली रहती हैं कि उनको एक दूसरे से पृथक् नहीं माना जा सकता। वे एक ही नीहारिका की विविध टुकड़ियाँ हैं, जो वही प्रकाशमय वही अधकारमय, रहती हैं। प्रकाशमय नीहारिकाओं को हम बहुधा चमकीली नीहारिकाएँ कहेंगे और अधकारमय नीहारिकाओं को काली नीहारिकाएँ।

ग्रहीय नीहारिकाओं का नाम इसलिए पड़ा है कि वे वृत्ताकार या प्रायः वृत्ताकार दिखाई पड़ती हैं, जिस प्रकार ग्रह होते हैं। अवश्य ही वे उतनी प्रदीप्त नहीं होती, परन्तु आकृति प्रायः वृत्ताकार होती है और उनकी रूपरेखा तीक्ष्ण होती है। ऐसी नीहारिकाओं में एक विशेषता यह भी होती है कि उनके केंद्र में कोई चमकीला तारा रहता है।

प्रसृत नीहारिकाएँ—आधुनिक फोटोग्राफो तथा अन्य रोजो से यह निश्चित है कि तारों के बीच का स्थान पूर्णतया रिक्त नहीं है। उसमें अणु और कण बिखरे पड़े हैं, अर्थात् अंतरिक्ष

घूलि है। इस घूलि वा घनत्व भी सर्वत्र एक-सा नहीं है। घनत्व वही-वही तो प्रायः शून्य के बराबर है, और वही-वही इतना है कि पीछे के तारे बहुत-कुछ छिप जाते हैं। हमारी मदाकिनी-सस्या में इस प्रकार का पदार्थ बहुत है, वही-वही अधकारमय पदार्थ चमकीले पदार्थ के सामने आ गया है और तब वह अधकारमय पदार्थ हमको अधकारमय नीहारिका के रूप में दिखाई पड़ता है। थोड़भुँही नीहारिका (दि हाँस हेड नैप्युला) इसका एक सुन्दर उदाहरण है। फोटोग्राफ देखते ही पता चलता है कि प्रकाशमय नीहारिका के सम्मुख वाले धादल के समान जुटे पदार्थ से इस नीहारिका की उत्पत्ति हुई है।

अन्य स्थानों में घूलि चमकीले तारों के पास है, जिनके कारण वह चमक उठती है। उस में चमक दो तरह से उत्पन्न हो सकती है। या तो अत्यन्त तप्त तारों की अदृश्य पराकासनी तरंगों से क्षुब्ध होने पर उसमें निजी प्रकाश उत्पन्न होता है, या अपेक्षाकृत कम तप्त तारों का प्रकाश उनपर पड़ कर बिखर जाता है और तब नीहारिका वा पदार्थ उसी प्रकार प्रकाशमय हो जाता है, जिस प्रकार सड़क के विद्युत्-दीपों से पास-पड़ोस का कुहेसा। नीहारिकाओं के वर्णपटों से स्पष्ट पता चल जाता है कि प्रकाश बिखर कर आ रहा है या नीहारिकाओं की निजी उपज है। पहले इन बातों को वैज्ञानिक लोग भी ठीक-ठीक नहीं समझ पाये थे। थोड़ी-सी ऐसी प्रदीप्त नीहारिकाओं की जाँच से जिनमें निजी प्रकाश उत्पन्न हुआ था, उन्होंने यह समझ रखा कि सभी प्रकाशमय नीहारिकाएँ अत्यन्त तप्त गैस हैं। फिर उन्हें अचरज होता था कि इतनी प्रसरित अवस्था में होते हुए भी कि उनके अणु और कण एक दूसरे से दूर-दूर पर होंगे, वे कैसे तप्त रह पाती हैं। १८६४-६८ में विलियम हगिन्स (W Huggins) ने अपने वर्णपटनिरीक्षक (स्पेक्ट्रॉस्कोप) से नीहारिकाओं की परीक्षा की। उसने देखा कि कई नीहारिकाओं के वर्णपटों में इन्ने गिने रंगों की किरणों में ही सारी दीप्त सीमित है। ऐसा वर्णपट साधारणतः तब उत्पन्न होता है जब कोई गैस अति तप्त होकर स्वयं प्रदीप्त हो जाती है। हगिन्स के बाद औरों ने भी नीहारिकाओं के वर्णपटों की जाँच की और उनको भी यही परिणाम मिला। इसीलिए लोगों को विश्वास हो गया कि नीहारिकाओं में अति तप्त गैस रहती है। परन्तु १९१२ में लॉवेल वेघशाला के वी० एम० स्लाइफर (V. M. Slipher) ने घोषित किया कि कृत्तिकाओं की घेर रखनेवाली नीहारिका के वर्णपट में चमकीली पृष्ठ-भूमि है और उनमें काली धारियाँ हैं, और यह वर्णपट ठीक वैसा ही है, जैसा वातावरण में लिपटे तारों का होता है। पीछे इसी प्रकार के वर्णपट कई अन्य नीहारिकाओं से भी मिले। तब सिद्ध हो गया कि कुछ नीहारिकाएँ केवल पृष्ठभूमि के तारों के प्रकाश से ही हमें दिखाई पड़ती हैं। यह सिद्धांत कि शेष नीहारिकाएँ तप्त रहने के बदले पड़ोस के तारों से आये अदृश्य पराकासनी तरंगों से क्षुब्ध होकर चमकती हैं, आई० एस० बोवेन (I. S. Bowen) का था और १९२७ में प्रकाशित हुआ। यह सिद्धांत अब पूर्णतया सतोपजनक समझा जाता है। इसके पहले अमरीका के हबल (Hubble) ने वेधों से सिद्ध किया था कि जब पड़ोस के तारे का तापक्रम २०,००० डिग्री सेंटीग्रेड से अधिक रहता है, तब नीहारिका से चमकीली रेखाओवाला वर्णपट मिलता है और जब तारा उससे कम तापक्रम का रहता है तब नीहारिका से काली रेखाओवाला वर्णपट



मिलता है। उसने यह भी देखा था कि नीहारिका का चमकीला भाग कितना विस्तृत है, यह इस पर निर्भर है कि केंद्रीय तारा कितना चमकीला है। तारा जितनाही चमकीला रहता था नीहारिका उतनी ही अधिक दूर तक विस्तृत मिलती थी। इन दोनों बातों में इर्शा सबेन होता था कि नीहारिका स्वयं अतिसूक्ष्म होने के कारण नहीं चमकती। उसे किसी-न-किसी प्रकार पास के तारे में महायत्ता मिलती है। सोवेन का सिद्धांत इन्हीं बातों पर आश्रित है।

नीहारिकाओं की गति—जिन नीहारिकाओं को वर्णपटों में चमकीली रेखाएँ होती हैं दृष्टिरेखा में उनका वेग निकाला जा सकता है। कारण यह है कि यद्यपि प्रकाश मंद रहता है तो भी थोड़ी-सी चटक रेखाओं में एवत्रित रहने के कारण उन रेखाओं का फोटोग्राफ खिच आता है। लिय वेधशाला के ज्योतिषियों ने कई नीहारिकाओं के दृष्टिरेखा के वेग नापे हैं। परिणाम यह निकला है कि अधिकांश नीहारिकाएँ अपेक्षाकृत मंद गति से चलती हैं। बहुरंगी का वेग छ-सात मील प्रति घंटा है। गणपूर्व वेग ज्ञान करने के लिए दृष्टिरेखा से समकोण बनानेवाली दिशा में भी वेग ज्ञात होना चाहिए, परन्तु यह वेग नहीं नापा जा सका है, क्योंकि नीहारिकाओं में कोई तीक्ष्ण बिन्दु या रेखा ऐसी नहीं रहती जिस पर ध्यान देने से नीहारिका का वेग सूक्ष्मता से नापा जा सके। फिर, नीहारिकाओं के अच्छे फोटोग्राफ थोड़े ही दिनों से सम्भव हो सके हैं। अधिक समय बीतने पर ही, दुबारा फोटोग्राफ छेवर, नीहारिकाओं की निजी गति जानी जा सकेगी। स्मरण रहे कि दृष्टिरेखा में वेग डॉपलर सिद्धांत से, वर्णपट की जाँच से नापा जाता है और इससे लिए केवल एक वर्णपट-फोटोग्राफ काफी होता है। दृष्टिरेखा से समकोणवाली दिशा का वेग दो फोटोग्राफों की तुलना से जाना जाता है, तुलना से देखा जाता है कि इन दोनों फोटोग्राफों में नीहारिका अपनी पहली स्थिति से कितनी दूर हट गई।

घटना-बढ़नेवाली नीहारिकाएँ—थोड़ी-सी ऐसी भी नीहारिकाएँ हैं, जिनका प्रकाश घटता-बढ़ता जान पड़ता है। उनके केंद्रीय तारों का प्रकाश भी घटता-बढ़ता है। पहले तो ऐसा समझा गया कि तारों के प्रकाश के न्यूनान्निष्ठ होने के कारण ही नीहारिकाओं का प्रकाश घटता-बढ़ता होगा। परन्तु खोज से पता चला कि दोनों के प्रकाश की घटती-बढ़ती में कोई संबंध नहीं है। इस विषय में अभी और खोज की आवश्यकता है; परन्तु ऐसी नीहारिकाएँ आकाश में कम हैं। एक दरजन से कम ही ऐसी नीहारिकाएँ देखी गयी हैं। अनुमान यह किया जाता है कि इन नीहारिकाओं की धूल आदि निश्चल अवस्था में नहीं हैं, जैसे बादलों के चलते रहने से वही बहुत अंधेरा वही बहुत उजाला पृथ्वी पर हुआ करता है, उसी प्रकार इन नीहारिकाओं में वही घना, कभी पतला भाग के हमारे सामने आ जाने से प्रकाश घटता-बढ़ता-सा जान पड़ता है।

काली नीहारिकाएँ—आकाशमग्न में कई स्थान ऐसे हैं जहाँ कोई तारा नहीं दिखाई पड़ता। कोयले की बोरी (कोल सैक) की चर्चा पहले की जा चुकी है। इसी प्रकार के अन्य स्थान भी हैं, यद्यपि वे इतने बड़े नहीं हैं। बड़े हरगोल ने इन में से कुछ को देखा था। उनकी धारणा थी कि ये आकाश के छिद्र हैं जिनसे अनंत दूर तक का शून्य दिखाई पड़ता है। अमरीका के बारनाड ने सैकड़ों ऐसे रिक्त स्थानों की सूची बनाई। उसके अध्ययन ने उसे अन्य में इस सिद्धांत पर

पहुँचाया कि तारों से जगमगाते आकाश में ऐसे स्वान छिद्र नहीं हैं, वे काले बादल हैं जो तारों को ढके हुए हैं। इन्हें हम अधकारमय या काली नीहारिकाएँ कहते हैं। ऐसी नीहारिकाएँ छोटी भी हैं और बड़ी भी। आकाशगगा में हस (सिगनस) से नराश्व (सेंटॉरस) तक जो दो शाखाएँ हो गयी हैं वे भी बीच में काली नीहारिका के पड जाने से ही बन गयी हैं। कुछ दूरस्थ सपिल नीहारिकाओं में भी काली मेखला सपिल नीहारिका को घेरे हुये दिखायी पडती है। इनसे तुलना करने पर हमारी आकाशगगा में भी काली नीहारिका का बीच में पड जाना कोई विचित्र बात नहीं जान पडती।

काली नीहारिकाएँ अवश्य परमाणु, अणु, धूलि, कण, आदि से बनी होगी, परन्तु यह पदार्थ आया कहाँ से? पहले तो यह सिद्धात उपस्थित किया गया कि यह पदार्थ तारों में से ही प्रकाशचाप के कारण निकला होगा। यह प्रसिद्ध बात है कि छोटे कणों पर प्रकाश का दबाव पडता है। इसी कारण पुच्छल तारों की पूँछ सदा सूर्य से उलटी दिशा में रहती है। नूतन तारों में, अर्थात् उन तारों में जो पहले इतने मंद रहते हैं कि उन पर कोई विशेष ध्यान नहीं देता, परन्तु अचानक विस्फोट के कारण वे अत्यन्त चमकीले हो जाते हैं, अवश्य पदार्थ निकलता देखा गया है। परन्तु सूर्य में विस्फोट से निकला पदार्थ फिर सूर्य में ही गिरता हुआ दिखाई पडता है। इसलिए यदि कुछ पदार्थ दूर चला जाता होगा तो वह कम ही मात्रा में। हाल के अनुसंधानों से पता चलता है कि हमारी मदाकिनी-संस्था की सारी काली नीहारिकाओं का कुल द्रव्यमान समस्त तारों के द्रव्यमान के लगभग बराबर ही होगा। इसलिए यह विशेष संभव नहीं जान पडता कि इतना सारा पदार्थ तारों में से ही निकला हो। यह भी संभव नहीं जान पडता कि यह अधकारमय पदार्थ सृष्टि के आरम्भ से ही वर्तमान था, परन्तु इस प्रश्न पर कि पदार्थ कहाँ से आया, विचार करने के पहले इस पर विचार करना अधिक उचित होगा कि देख लिया जाय कि यह पदार्थ क्या है, किस रूप में है और जितना है।

यह देखकर कि सूर्य के आस-पास के तारे किस प्रकार चल रहे हैं, गतिविज्ञान के आधार पर इसकी गणना की जा सकती है कि सूर्य के पडोस में द्रव्य का घनत्व क्या होगा। ओर्ट (Oort) के अनुसंधानों से पता चला है कि सूर्य के पडोस में धूलि और गैस का घनत्व लगभग  $3 \times 10^{-17}$  ग्राम प्रति घन मीटर होगा। यह घनत्व बहुत ही कम है। सरसों के बराबर पदार्थ को महीन चूर्ण करने एक मील व्यास के गोले में बिखेर देने से जो घनत्व प्राप्त होगा, लगभग उतना ही घनत्व तारों के बीच के अंतरिक्ष में है। केवल अरब खरब मील को गहराई के कारण ही उतना कुछ प्रभाव दिखाई पडता है, लाखों लाख मील या करोड़ दस करोड़ मील की गहराई तक इस धूलि का प्रभाव उपेक्षणीय ही होगा।

अब प्रश्न यह उठता है कि आकाश में बिखरे हुए कण जितने बड़े होंगे, इतना पता तारों के रंग से लगता है। धूलि और गैस में से जाने से तारों का रंग कुछ लालछोह हो जाता है, ठीक उम्मी प्रकार जैसे प्रातः या साम्बाल का सूर्य हमें लाल दिखाई पडता है। तारों के रंगों में कितनी लाली धूलि आदि के कारण उत्पन्न होती है, इसे जानने से हम धूलि के कणा का औसत व्यास जान सकते हैं। परन्तु यह स्मरण रखना चाहिए कि तारा स्वयं लालछोह हो सकता है।

तापक्रम जितना ही कम रहता है, तारा उतना ही अधिक लाल होगा है। तापक्रम बढ़ने पर तारा कुछ पीला, फिर सफेद और अधिक ताप रहने पर वह हमें नीला दिखाई पड़ता है। इसलिए लाल तारा दिखाई देने पर यह निश्चय करना अत्यन्त आवश्यक होना है कि तारा टटा होने के कारण लाल है या उसका प्रकाश अधिक धूलि में से होकर आया है, इसलिए लाल है। सौम्यायन हमें यहाँ भी वर्णपट में सहायता मिलती है। निम्नस्थ तारों के अध्ययन से पता चला है कि वर्णपट तारे के तापक्रम पर निर्भर है और रंग भी उनी तापक्रम पर निर्भर है। इसलिए वर्णपट की जाँच से हम तारे के तापक्रम का अनुमान कर सकते हैं। अब हम देखते हैं कि दूरस्थ तारों में धूलि से ऐसे हैं कि उनका वर्णपट बनता है कि ये अति तप्त हैं; परन्तु निरीक्षण बनाना है कि ये लालछोह हैं। हमने यह परिणाम निराला जाता है कि इन तारों का प्रकाश महीन धूलि से होकर आया है।

प्रयोगों से और सिद्धान्त से यह निश्चय है कि हरे के हजारवें भाग से बड़े वर्णों से प्रकाश लाल नहीं होता; केवल एक जाता है। इसलिए आकाश में गिरे पदार्थों के वर्ण अवश्य हरे के हजारवें भाग से छोटे होंगे। परन्तु यदि वर्ण बहुत छोटे हों तो भी हमारा काम न चलेगा। उदाहरणतः, यदि सब वर्ण मूल एलेक्ट्रन हो तो वे रंग नहीं बदल सकते। परमाणु और अणु के बराबर पदार्थ मूल रंग बदलते हैं और नाप में उनका व्यास लगभग हरे के दस करोड़वें भाग के बराबर होता है। सूर्य में लाली और आकाश की नीलिमा ऐसे ही वर्णों से उत्पन्न होती है। जब प्रकाश किसी अणु या परमाणु से टकराता है तो नीला प्रकाश बिखर कर इधर-उधर हो जाता है और लाल प्रकाश आगे बढ़ता है। इसी बिखरे प्रकाश से आकाश में सुन्दर नीला रंग उत्पन्न होता है, और इन्हीं अणुओं और परमाणुओं के कारण सूर्य हमें सदाही कुछ कम सफेद,



प्रातःकाल सूर्य लाल क्यों दिखायी पड़ता है।

प्रातःकाल और सायंकाल प्रकाश की वायुमंडल में क से वा से द्रष्टा तक जाना पड़ता है। मध्यम में केवल क से जाना पड़ता है, जो अपेक्षाकृत बहुत निकट है। वायुमंडल में कून दूर तक चलने से प्रकाश लाल हो जाता है।

यदि सारे आकाश में अणु और परमाणु ही रहते तो तारों में बहुत अधिक लालिमा उत्पन्न होती। अणु और परमाणु लाल रंग की अपेक्षा पराकाशनी रंग को १६ गुना अधिक बिखरेते हैं; परन्तु तारों के प्रकाश की जाँच से पता चलता है कि अंतरतारकीय धूलि से पराकाशनी प्रकाश लाल की अपेक्षा दुगुना कम होता है। इसलिए धूलि-वर्ण अवश्य ही अणु और परमाणु से मोटे होंगे। इन सब बातों का निष्कर्ष यह है कि तारों के बीच की धूलि के व्यास का मध्यमान (औसत) हरे के हजारवें भाग से लेकर हरे के लाखवें भाग के बीच होगा। इस प्रकार धूलि के अधिकांश वर्ण इतने छोटे होंगे कि वे हमारे दृक्त्विकाली सूक्ष्मदर्शकों में भी नहीं दिखाई पड़ेंगे।

और सध्या तथा प्रातःकाल स्पष्ट-तया लाल दिखाई पड़ता है। स्मरण रहे कि सध्या तथा प्रातःकाल सूर्य के प्रकाश को हमारे वायुमंडल में बहुत अधिक दूर तक चलना पड़ता है (चित्र देखें)।

परन्तु तारों के बीच के अंतरिक्ष में धूलि-वर्ण परमाणुओं और अणुओं से बने होंगे। क्योंकि

अब प्रश्न यह उठता है कि ये धूलिकण किस पदार्थ के हैं। क्या इन कणों में लोहा आदि धातु है या पृथ्वी की धूलिकी तरह ये बालू के कण हैं या वे केवल हिम कण हैं। प्रत्यक्ष है कि हम अतर्तात्कीय धूलि की बानगी बटोर कर प्रयोगशाला में उस का निरोक्षण नहीं कर पायेंगे; परन्तु भौतिक विज्ञान, गणित और तर्क से अतर्तात्कीय धूलि की सरचना ना भी अनुमान किया जा सका है।

धातुओं पर जब प्रकाश पड़ता है तब प्रकाश के अधिक भाग को धातु सोख लेती है और इससे धातु गरम हो जाती है, परन्तु अधातु पर, जैसे बालू आदि पर, जब प्रकाश पड़ता है, तब उस का अधिक भाग बिखर जाता है। भौतिक विज्ञानवाले इनका कारण भी अब जान गये हैं कि ऐसा क्यों होता है, परन्तु उस कारण को यहाँ उपस्थित करने की आवश्यकता नहीं है। परिणाम ही यहाँ पर्याप्त होगा। अब सोचने की बात है कि बिखरने के बदले यदि प्रकाश का अधिकतर क्षोपण होता तो तारों के बीच का आकाश हमें बाला लगता। प्रकाशविद्युत यंत्र से तारों के बीच के आकाश को आकाशगंगा में नापने पर और पृष्ठभूमि के तारों से आये प्रकाश को घटाने पर काफी प्रकाश बच रहता है, जो अवश्य ही अतर्तात्कीय धूलि से बिखर कर आता होगा। इस प्रकार के खोजों से अंतिम परिणाम यह निकलता है कि अतर्तात्कीय धूलि अधिकतर अधातुओं से बनी होगी। यह धूलि बालू (सिलिका) या जल के परमाणुओं की हो सकती है।

**अंतर्तात्कीय गैस**—तारों के बीच के रिक्त स्थान में धूलि-कणों के अतिरिक्त गैस के अणु अवश्य होंगे, परन्तु यह कोरा अनुमान ही नहीं है। इसका प्रमाण भी मिला है। गैस के अणु तारों के प्रकाश से विशेष रंगों को सोख लेते हैं और इस प्रकार उनके कारण तारों के वर्णपटों में काली धारियाँ बन जाती हैं। परन्तु ऐसी काली धारियाँ तारों के निजी प्रकाश में भी रह सकती हैं। इसलिए यह मान लेने के पहले कि काली रेखाएँ अतर्तात्कीय धूलि से बनी हैं, हमें प्रमाण मिलना चाहिए कि ये काली रेखाएँ तारों पर ही नहीं बनी हैं। इसका प्रमाण उन युग्म तारों से मिला है, जो एक दूसरे के चारों ओर नाचते रहते हैं, या यों कहिये कि दोनों अपने सम्मिलित गुरुत्वकेंद्र के चारों ओर नाचते रहते हैं। इसलिए इन तारों में से जब एक हमारी ओर आता रहता है तब दूसरा हम से दूर जाता रहता है। परिणाम यह होता है कि डॉपलर नियम के अनुसार वर्णपट में एक तारों के आये प्रकाश की काली रेखाएँ कुछ दाहिने हट जाती हैं और दूसरे तारों के प्रकाश की रेखाएँ कुछ बाएँ हट जाती हैं, जिससे इन तारों के प्रकाश से बनी रेखाएँ दोहरी हो जाती हैं। परन्तु अतर्तात्कीय गैसों से उत्पन्न काली रेखाएँ एकहरी और इसलिए तीक्ष्ण रह जाती हैं। पहली बार १९०४ में हार्टमान (Hartmann) ने देखा कि डेल्टा ओरायनिस नामक युग्म तारों के वर्णपट में अन्य रेखाएँ तो चौड़ी या दोहरी हो जाती हैं, परन्तु कैल्सियम की रेखाएँ तीक्ष्ण और स्थिर रहती हैं। इसलिए स्पष्ट है कि अतर्तात्कीय धूलि में अवश्य कैल्सियम के परमाणु हैं। पीछे अधिक शक्तिशाली यंत्रों से इस मामले की जाँच करने पर कैल्सियम के अतिरिक्त पोटैसियम, सोडियम, टाइटेनियम और लोहा के अस्तित्व का भी पता चला। इन मौलिक धातु-तत्वों के अतिरिक्त ऑक्सीजन और कार्बन, हाइड्रोजन तथा नाइट्रोजन के

विशेष योगियों का पता लगा है। अनुमान किया जाता है कि तत्त्वों में से हाइड्रोजन ही सबसे अधिक मात्रा में विद्यमान होगा। कुछ वैज्ञानिकों का अनुमान है कि अन्तर्तारकीय अंतरिक्ष में प्रायः ये सभी सत्व होंगे जो पृथ्वी या सूर्य में हैं, केवल कम मात्रा में या विशेष अवस्था में रहने के कारण उनकी रखाएँ अभी तक वर्तमान यत्रा से नहीं देखी जा सकी हैं।

बाली नीहारिकाओं की दूरी—बाली नीहारिकाओं की दूरी ज्ञात करने के लिए श्विन-बाली सांख्यिक रीतियों का उपयोग किया गया है। जर्मन ज्योतिषी मैक्स बोय ने पहले गहन इंग रीति का उपयोग किया। आकाश के दो क्षेत्र चुन लिये जाते हैं, जो क्षेत्रों में बराबर रहते हैं। एक क्षेत्र तो ऐसा चुना जाता है जहाँ बाली नीहारिका रहती है, दूसरा क्षेत्र ऐसा जहाँ अन्तर्तारकीय धूल के कारण न्यूनतम घोषण होता है। इन क्षेत्रों में विविध श्रेणियाँ के तारा की गिनती की जाती है। इन गिनतियों की तुलना से पता चलता है कि कमकीले तारे तो दोनों क्षेत्रों में प्रायः बराबर संख्या में रहते हैं; परन्तु एक विशेष कम के कम कमबाले तारा की गिनती बाकी नीहारिकावाले क्षेत्र में कम रहती है। इसका अर्थ यह लगाया जाता है कि उग विशेष कम से अधिक कमकीले तारे नीहारिका के इग पार हैं और उनसे कम कमकीले तारे अौगनन नीहारिका के उग पार हैं। गणना से पता रहता ही है कि निम्नी विशेष औसत कम के तारे हमसे कितनी दूरी पर हैं। इसलिए ज्ञात हो जाता है कि नीहारिका हमसे कितनी दूरी पर है। दला गया है कि बाकी नीहारिकाएँ आकाशमग्न के दूरस्थ भाग से दूर नहीं हैं और इसलिए ये हमारी मदाक्षिणी-मस्या के ही अंग हैं। यह भी नापा गया है कि अधिकतर बाली नीहारिकाएँ ३० प्रतिशत से लेकर ९० प्रतिशत तक प्रकाश का घोषण करती हैं।

ग्रहीय नीहारिकाएँ—हरशेक और उसके समय के ज्योतिषियों ने देखा कि आकाश में कहीं-कहीं ऐसे पिंड भी थे जो कम में नीहारिकाओं की तरह थे, परन्तु उनकी वृत्तानार आकृति ग्रहों की तरह थी। इतना निश्चित था कि ये पिंड ग्रह नहीं थे, क्योंकि ग्रह तारा के बीच चलते रहते हैं और सूर्य की प्रदक्षिणा करते हैं, परन्तु ये पिंड तारों के बीच निश्चल थे। ग्रहों की आकृति के होने के कारण सर विलियम हर्शेल ने इनको ग्रहीय नीहारिकाएँ कहना आरम्भ किया, यद्यपि उनमें और ग्रहों में कोई भी संबंध नहीं है। ग्रह सब सूर्य के पास हैं, परन्तु ग्रहीय नीहारिकाएँ ३,००० से ३०,००० प्रकाशवर्ष पर हैं, जहाँ, जैसा पहले बताया जा चुका है, एक प्रकाशवर्ष  $७ \times १०^{11}$  मील का होता है। ग्रहीय नीहारिकाओं के केंद्र में नीला तारा रहता है। नीले रंग का अर्थ यह है कि वह तारा अति तप्त होगा। पीछे ज्योतिषियों ने यह सिद्ध किया कि नीहारिकामय आवरण का प्रकाश वस्तु केंद्रीय तारे के पराकासनी प्रकाश से उत्पन्न होता है। पाठकों ने आपुनिक फ्लोरोसेंट ट्यूब लाइट देखा होगा। इसकी नलिका के भीतर प्रदीप्तमान (फ्लोरोसेंट) पदार्थ पुता रहता है। जब नलिका के एक सिरे से दूसरे सिरे तक विद्युन्मोचन (डिसचार्ज) होता है तब भीतर-ही भीतर पराकासनी प्रकाश उत्पन्न होता है। यदि नलिका स्वच्छ होनी तो हमको बहुत कम प्रकाश मिलता, क्योंकि विद्युत् पराकासनी प्रकाश को हम देख नहीं सकते। परन्तु जब ऐसा प्रकाश प्रदीप्तमान पदार्थ पर पड़ता है तब उस पदार्थ से उज्ज्वल प्रकाश निकलने लगता

है। इसी तरह ग्रहीय नीहारिकाओं में भी प्रकाश उत्पन्न होता है। केंद्रीय तारे से जितना प्रकाश हमें मिलता है उसका चालीस, पचास गुना प्रकाश हमें उसके आवरण से मिलता है। अनुमान किया गया है कि केंद्रीय तारे का तापक्रम लाख या सवा लाख डिग्री सेंटीग्रेड होता होगा।

ग्रहीय नीहारिकाएँ कोई छोटी और कोई बड़ी होती हैं, परन्तु साधारणतः उनका व्यास दस खरब मील के आस-पास होता है। यह व्यास सूर्य और पृथ्वी के बीच की दूरी से दस हजार गुना बड़ा है। परन्तु नीहारिका का द्रव्यमान सूर्य के द्रव्यमान का पचमास ही होगा। इस प्रकार केंद्रीय तारे को छोड़ ग्रहीय नीहारिकाओं में इतना कम घनत्व रहता है कि उसकी कल्पना भी हमारे लिए कठिन है। अच्छे से अच्छे यंत्र से जब हम किसी बरतन की हवा को पप से निकाल डालते हैं तब भी हम इतना कम घनत्व नहीं उत्पन्न कर पाते। गोलडबर्ग और ऐलर ने अपनी पुस्तक 'ऐटम्स, स्टार्स ऐंड नेब्युली' में ग्रहीय नीहारिकाओं की संरचना और घनत्व दरसाने के लिए निम्न उदाहरण दिया है

"मान लीजिये कि पानी पीने के साधारण गिलास में साधारण तापक्रम पर और साधारण निपीड (प्रेसर) पर हाइड्रोजन गैस भरी है। इसमें एक चम्पस साधारण वायु मिला दीजिये और धूलि के दो चार मण। अब गिलास को बन्द कर दीजिये और कल्पना कीजिये कि गिलास बंद पर माउट एवरेस्ट के बराबर हो जाता है और फूल कर उसका व्यास दो मील हो जाता है। तो गिलास के भीतर प्रसारित गैस घनत्व में और संरचना में बहुत-कुछ ग्रहीय नीहारिकाओं के समान हो जायगा।"

ये नीहारिकाएँ बहुत बड़ी हैं, इसी से वे हमें दिख जाती हैं अन्यथा उनके पृष्ठ के प्रति वर्गमील से इतना कम प्रकाश आता है कि उनका दिखाई पडना कठिन ही होता।

जैसा पहले कहा जा चुका है ग्रहीय नीहारिकाएँ प्रायः वृत्ताकार होती हैं और उनकी सीमा तीक्ष्ण होती है। प्रसृत नीहारिकाओं की तरह उनका क्षत्र धीरे-धीरे मद प्रकाश का हो कर नहीं मिटता है।

ग्रहीय नीहारिकाओं का वर्णपट—चमकीले प्रसृत नीहारिकाओं के वर्णपट की तरह ग्रहीय नीहारिकाओं के वर्णपट में भी चमकीली रेखाएँ रहती हैं। ये रेखाएँ तीक्ष्ण रहती हैं जिस का अर्थ यह है कि नीहारिका का घनत्व कम है। हाइड्रोजन की रेखाएँ प्रमुख होती हैं। होलियम की रेखाएँ भी साधारणतः वर्तमान रहती हैं। ऑक्सिजन की रेखाएँ सब से चटक होती हैं। बहुत दिनों तक ऑक्सिजन वाली रेखाओं की उपस्थिति समझ में नहीं आती थी, क्योंकि ऐसी रेखाएँ हमारी प्रयोगशालाओं में कभी देखने में न आयी थी। इस विचार से कि नीहारिकाओं में संभवतः नवीन तत्व हैं जिसके कारण ये रेखाएँ बनती हैं। ज्योतिषियों ने उन कल्पित तत्व का नाम "नेब्यूलियम" रख दिया। परन्तु भौतिक विज्ञान और रसायन में उन्नति होने पर इतना निश्चित हो गया कि किसी नवीन तत्व के लिए प्रकृति में स्थान नहीं है। अब हम जानते हैं कि ये रेखाएँ ऑक्सिजन के कारण उत्पन्न होती हैं। नीहारिकाओं की अपेक्षा पृथ्वी पर परिस्थिति

इतनी विभिन्न हैं कि ऑक्सिजन नहीं उस प्रकार चमक नहीं पाता जिस प्रकार यह नीहारिका पर चमकता है, परन्तु सिद्धान्त के बल पर हम देखते हैं कि बलित नैब्युलियम वाली रेखाएँ वस्तुतः ऑक्सिजन की रेखाएँ हामी।

उत्पत्ति—ग्रहीय नीहारिका को हम तारे का वातावरण समझ सकते हैं जो दूर तक पहुँचा हुआ है। परन्तु प्रश्न यह है कि इतना विस्तृत वातावरण उत्पन्न कैसे हुआ होगा। हम जानते हैं कि कुछ तारा में विस्फोट होना है जिससे तारे की चमक बहुत बढ़ जाती है। इससे प्रायः अल्पकाल बाद ही चमकीला हो जाता है और ऐसा जान पड़ता है जैसे नवीन तारा उत्पन्न हो गया हो। ऐसे तारों को नूतन तारा या नवीन तारा (अंग्रेजी में नोवा) कहते हैं। क्या यह सम्भव है कि ग्रहीय नीहारिकाएँ नूतन तारों के अवशेष हैं? समर्थन में यह कहा जा सकता है कि लिन बेयसाला के अनुसंधानों से स्पष्ट है कि ये नीहारिकाएँ अब भी फैल रही हैं, और हम यह जानते हैं कि नूतन तारा के वातावरण फैलने रहते हैं, और यह भी कि बहुत से नूतन तारे अत्यंत सन्त हैं, उसी प्रकार जैसे ग्रहीय नीहारिकाओं के केंद्र वाले तारे। परन्तु ग्रहीय नीहारिकाओं को नूतन तारों के अवशेष मानने में एक कठिनाई है। नूतन तारा से प्रतिष्ठित पदार्थ अति वेग से बाहर जाता है। वेग का बर्द सी मील प्रति सेकंड होना नूतन तारा के वातावरण के लिए कोई असाधारण बात नहीं है। परन्तु ग्रहीय नीहारिकाओं के वातावरण में फैलने का वेग केवल लगभग १५ मील प्रति सेकंड होता है। यह अवश्य सम्भव है कि नूतन तारों के वातावरण पहले अधिक वेग से फैलते हैं, फिर धीरे धीरे। यह भी हो सकता है कि कुछ नूतन तारे धीरे-धीरे ही बढ़ते हैं। परन्तु यदि यही मान लिया जाय कि ग्रहीय नीहारिकाएँ उसी वेग से जन्मकाल से ही बढ़ती रही हैं जिस वेग से वे इस समय बढ़ रही हैं तो उनकी आयु कुल ३०,००० वर्ष निकलती है। यदि बढ़ने का वेग पहले अधिक था और अब कम है तो उन की आयु और भी कम होगी। यदि तर्क के लिए मान लिया जाय कि उनकी आयु ३०,००० ही वर्ष है तो हम देखते हैं कि अन्य तारों के सामने उनकी आयु एक निम्न मात्रा है। यदि ये नीहारिकाएँ इसी प्रकार फैलती रहेंगी तो कुछ हजार वर्षों में—और इतना समय साधारण तारों के जीवन में केवल क्षण भर के तुल्य है—ग्रहीय नीहारिकाएँ अतर्करकीय अंतरिक्ष में विलीन हो जायेंगी, परन्तु सम्भव है कि तब तक बर्द नई ग्रहीय नीहारिकाएँ अन्य तारों के विस्फोट से तैयार हो जायें। इस समय ग्रहीय नीहारिकाओं की संख्या लगभग २०० है।

तारापुज—आकाश में कहीं-कहीं छोटे-से क्षेत्र में बहुत-से तारे एक साथ ही दिखाई पड़ते हैं। यदि तारों का घनत्व पर्याप्त रहता है तो ऐसे समूहों को तारापुज कहते हैं। दो-चार तारापुज कीरी अति ही देखे जा सकते हैं। इनमें कृत्तिका तारापुज सबसे अधिक प्रसिद्ध है। कीरी आँस से, अर्थात् बिना दूरदर्शक की सहायता लिए, इसमें छ, या यदि दर्शक की दृष्टि अति तीक्ष्ण है तो सात तारे दिखाई पड़ते हैं। परन्तु छोटे दूरदर्शक में इस तारा-पुज में सौ से अधिक तारे दिखाई पड़ते हैं। एक दूसरा तारा-पुज रोहिणी (एल्डिबेन) नामक तारे को घेरे हुए है। रोहिणी तारा खूब चमकीला है, पुज का नाम वृषभिका (हाडीज, Hyades) है। इस तारा-पुज को

भी प्राचीन काल के ज्योतिषियों ने देखा था। बेंस (कोमा बेंरेनिसेज) तारामंडल में भी एक तारापुज है जो कोरी आँस से दिखाई पड़ता है, यद्यपि यह मद चमक का है। लगभग बीस अन्य तारापुज हैं जिनके तारे कोरी आँस से पृथक्-पृथक् नहीं दिखाई पड़ते, उन्हें देखने पर ऐसा जान पड़ता है जैसे वे नीहारिकाएँ हों।

दूरदर्शक से देखने पर कुछ तारापुजों में हजारों तारे एक साथ ही दिखाई पड़ते हैं। वे बहुत सुन्दर जान पड़ते हैं। परन्तु इनका महत्त्व केवल इतना ही नहीं है कि वे सुन्दर या विचित्र हैं। इन तारापुजों के अध्ययन से ज्योतिष के ज्ञान में बड़ी वृद्धि हुई है। तारों की दूरियों के ज्ञान में इनसे विशेष सहायता मिली है। इनकी संरचना तथा तारों की निजी गति से स्पष्ट हो जाता है कि एक तारापुज के तारे हमसे लगभग एक ही दूरी पर रहते हैं। इसलिए पुजों के तारों के अध्ययन से चमक और घणपट का सबब, या परिवर्तनशील तारों के चक्रकाल और उनकी वास्तविक थमक का सबब अधिक् निश्चितता से स्थापित किया जा सका है। इन तारापुजों के अध्ययन से विश्व के संगठन का ज्ञान और कान्ही नीहारिवाओ के अस्तित्व का प्रमाण अधिक् अच्छा मिल सका है।

दूरदर्शक से ही दिखाई पड़ने वाले तारापुजों में से अधिकांश का पता मेसिये, विलियम हर्शेल और जॉन हर्शेल को लग चुका था। मेसिये की सूची में, जो सन् १७८४ में छपी थी, ५७ तारापुजों का उल्लेख था। तारापुजों को इंगित करने के लिए या तो मेसिये सख्याओं का या जे० एल० ई० ड्रायर (Dreyer) के न्यू जेनरल कैटलग (एन० जी० सी०, N.G.C.) में दी गयी सख्याओं का प्रयोग किया जाता है।

तारापुजों की जातियाँ—हर्शेल ने तारापुजों की दो जातियों में विभक्त किया था, खुले तारापुज और सघन तारापुज। पहले तो समझा यही जाता था कि ये दो जातियाँ विशेष विभिन्न नहीं हैं, केवल संयोगवश किसी में कम किसी में अधिक् तारे होते हैं, परन्तु अमरीका के ज्योतिषी हारली शेपली की खोजों से पता चला है कि इन दो जातियों में अत्यंत महत्त्वपूर्ण अंतर है। केवल उनकी संरचना में ही अंतर नहीं है, हमारे विश्व में सघन तारापुजों का स्थान ही कुछ और है।

खुले तारापुजों में दो-चार दर्जन से लेकर दो-चार हजार तक तारे हो सकते हैं। उनकी आकृति किसी विशेष रूप की नहीं होती और दूरदर्शक से सब तारे सुगमता से पृथक्-पृथक् दिखाई पड़ते हैं। ये तारापुज आकाशगंगा में बिखरे हुए हैं। ऐसा जान पड़ता है मानो आकाशगंगा के ही तारे कहीं-कहीं अधिक घनीभूत हो गये हैं और इस प्रकार ये तारापुज उत्पन्न हुए हैं। आकाशगंगा में ही पाय जाने के कारण इन तारापुजों को गाय-तारापुज (गैलैक्टिक क्लस्टर) भी कहते हैं और अब यही नाम अधिक प्रचलित है।

सघन तारापुजों को अब गोलाकार तारापुज (ग्लोब्युलर क्लस्टर) कहते हैं। इनमें कई हजार से कई लाख तक तारे रहते हैं। प्रायः सभी का संगठन एक-सा होता है। बीच में



तारे ज्ञाने मपा होते हैं नि फोटोग्राफो में वे एक-दूमरे से मिल्न जात्रे हें । दूर होने के कारण तारे हमें मध प्रकाश के दिग्गई पढने हें, परन्तु उनका वास्तविक धमक अधिा होती हें । लगभग १०० गोणवार तारापुजो वा हमें पता हें ।

**गांग-तारापुज**—तारापुजो में तारो को इतना निवट रहना चाहिए कि वे एक दूमरे की आशयंपण-अधिन मे बंधे हों । यदि तारों की मग्ना लगभग २० मे कम रहती हें तो उम समूह को तारापुज न बहुर बहल तारा (मल्टिपुल स्टार) कहा जाता हें । कुछ तारे बोरी आिन से या छात्रे दूरदर्शन में केवल ग्वहरे दिग्गई पढने हें, परन्तु अच्छे दूरदर्शन मे देखने पर पता चलता हें नि वे दो या अधिा तारो के समूह हें । दो तारा की मस्या को युग्म तारा (वाइनी) कहते हें, परन्तु जब समूह में दो से अधिा तारे रहते हें तो समूह को बहल तारा कहते हें । वही बहल तारा वा अत होना हें और तारापुज वा आरभ, यह बहल कुछ वृनिम हें । परन्तु मोटे हिमाब से लगभग २० वा अधिा तारो के रहने परही उम समूह को तारापुज बटने हें । कुछ तारापुजों में तो तारे इतनी दूर-दूर पर छिटके रहते हें नि यह कहना कठिन हो जाना हें कि कीन-से तारे तारापुज के हें और कीन-से बाहरी ।

या तो सभी तारापुजो में कुछ ऐसे तारे भी आ पढने हें जिनका उम तारापुज से बोई वास्तविक मवध नहीं हें, केवल सयागवध के तारापुज की दिशा में है, परन्तु वास्तव में वे तारापुज के पीछे बहुत दूर वा तारापुज के सामने, उससे बहुत कम दूरी पर हें । केवल निजी गति वा वर्णपट के आधार पर पता चलता हें नि वे तारे तारापुज के सदस्य नहीं हें । फिर, हम देख चुके हें कि तारा की दूरी ठीक-ठीक ज्ञात नहीं की जा सकती, दूरिया के नापने में काफी अनिश्चितता रह जाती हें । इसलिए तारापुज के वास्तविक सगउन वा ज्ञान हमें इतना अच्छा नहीं हो पाता जितना हम चाहते हें । लवाई-बीडाई का ठीक पता तो सुगमता से लग जाता हें, परन्तु गहराई वा पता साधारणन अनुमान और तर्क से ही समया जाता हें । तारा पुज यदि अधिा दूर रहता हें तो उसकी सामूहिक दूरी वा भी अच्छा ज्ञान हन को नहीं रहता और इसलिए तारापुज के कोणिक माप की हम लवाई बीडाई में ठीक-ठीक स्थातरिन नहीं कर पाते । इन सब कारणों से तारापुजो का अध्ययन उतना अच्छा नहीं हो सका हें जितना वाछनीय हें ।

**वृत्तिका-तारापुज** में ३०० से लेकर ५०० तक तारे होंगे । ये तारे ५० प्रकाशवर्ष व्यास के गोले में बिखरे हुए हें । केंद्र में तारो वा घनत्व अधिा हें । कमकीले तारे भी केंद्र के ही पान हें । जैसे-जैसे हम केंद्र से दूर जाते हें तैसे-तैसे प्रत्येक हजार धन प्रकाशवर्ष में उनकी सख्या कम हानी जाती हें । छोर तक पहुँचते पहुँचते तारा की गिनती इस प्रकार कम होनी हें नि कहना कठिन होना हें नि तारापुज वा विस्तार कितना हें । इस तारापुज के केंद्र में भी, जहाँ तारो वा घनत्व सबसे अधिा हें तारे एक-दूमरे से कम-से-कम डेढ प्रकाशवर्ष पर हें । ट्रपलर न लिखा हें कि यदि हम पैमाने के अनुसार वृत्तिका-तारापुज की मूर्ति बनाना चाहें और तारा को आलपीन के मुडो

से निरूपित करें तो आलपीनों को चार-चार पाँच-पाँच मील पर एक-दूसरे से रखना पड़ेगा। डेढ़ सौ मील व्यास के गोले में तीन-चार सौ पिन लगा देने से तारापुज की मूर्ति प्रस्तुत हो जायगी।

अन्य तारापुज कृत्तिका-तारापुज से साधारणतः छोटे ही हैं; उनका व्यास १५ से ७५ प्रवादावर्षों तक होगा। अधिक तारे वाले पुज कम तारे वाले पुजों से अधिक विस्तृत हैं। इसलिए प्रत्येक सौ पिन प्रवादावर्षों में तारों की गिनती मोटे हिसाब से प्रायः एक-जैसी हो रहती है।

वर्णपट और निजी गति—विविध तारापुजों के तारों के वर्णपटों में बड़ी विभिन्नता हो सकती है। कृत्तिका-तारापुज के तारे प्रायः सभी अतितप्त हैं। उनमें बहुत-से दामन तारे भी हैं। दैत्य और अति दैत्य तारों का प्रायः अभाव है। परंतु वृषभिका तारापुज (हायाबीज) में कम तापक्रम के दैत्य तारे बहुत-से हैं। ऊपर हम देख चुके हैं कि तारापुजों में तारों का घनत्व विशेष अधिा नहीं होता। तो भी सूर्य के आम-भास तारों का घनत्व जितना है उमका लगभग १०० गुना घनत्व कृत्तिका-तारापुज के केंद्र पर है। तारापुजों के सबसे अधिन कमकीले तारे हमारे सूर्य से बहुधा कई हजार गुना अधिक कमकीले होते हैं। कमकीले तारे साधारणतः मद तारों से अधिक भारी भी हो सकते हैं। केंद्रीय भारी तारों के आकर्षण के कारण ही पुज के अन्य तारे छिटकने न पाते होंगे।

तारापुजों में युग्म तारे भी होते हैं, जिनमें कुछ युग्मों के सदस्य इतने सटे रहने हैं कि वे दूरदर्शक से भी पृथक्-पृथक् नहीं देखे जा सकते, केवल वर्णपट से उन के युग्म तारा होने का पता चलता है। वर्णपट में उन की काली रेखाएँ दोहरी हो जाती हैं, जो इस बात का प्रमाण है कि तारा युग्म तारा है, एक सदस्य हमारी ओर आ रहा है और दूसरा उलटी ओर जा रहा है। परंतु गाग-तारापुजों में सेफीइड तारे नहीं मिलते जिनका प्रकाश नियामानुसार घटा-बढ़ा करता है। इसी से इन तारापुजों की दूरियाँ उतनी सच्चाई से नहीं नापी जा सकती हैं जितनी गोलाकार तारापुजों की।

एक तारापुज के विविध तारों की निजी गतियाँ प्रायः बराबर होती हैं, अर्थात् सब तारे एक वेग से समानांतर दिशाओं में चलते हुए दिखाई पड़ते हैं। अवश्य ही, परस्पर आकर्षण के कारण तारे ठीक-ठीक समानांतर दिशाओं में न चलते होंगे, परंतु परस्पर आकर्षण से उत्पन्न वेग सामूहिक वेग से कम होता होगा। कभी-कभी आकाश में दूर-दूर तक मिलने तारों में एक ही निजी गति देखी जाती है। यदि उनमें और भी कोई समानता हुई तो समझा जाता है कि वे एक ही तारापुज के तारे हैं, यद्यपि पृथ्वी इस स्थिति में (प्रायः उनके बीच में) है कि वे हमें तारापुज के समान नहीं दिखाई देते। ऐसे तारापुज का एक प्रसिद्ध उदाहरण सप्तपि-मंडल है। सप्तपि के सात तारों में से पाँच और लुब्धक (सिरियस) नामक तारे समानांतर रेखाओं में और विशेष वेग से भागे जा रहे हैं। उनके वर्णपटों में भी समानता है। इसलिए विश्वास किया जाता है कि ये तारे एक ही तारापुज के सदस्य हैं, यद्यपि आकाश में ये एक दूसरे से बहुत दूर-दूर पर दिखायी पड़ते हैं। ऐसे तारापुजों को चल तारापुज (मूवेयुल क्लस्टर्स) कहते हैं।

गाग-तारापुंजों का वितरण—जब इस पर विचार किया जाता है कि गाग-तारापुज दूरी और दिशा में किस प्रकार वितरित हैं तब पता चलता है कि उनमें से अधिकांश तारापुज आकाशगंगा के धरातल में हैं और ३५,००० प्रकाशवर्ष के व्यास के वृत्त में छिटके हुए हैं। सूर्य ही इस वृत्त का केंद्र है, कारण यह जान पड़ता है कि आकाशगंगा में वितरि हुई धूलि आदि के कारण दूरस्थ तारापुज छिप जाते हैं, या पृष्ठभूमि के तारों के मेष में मिल जाते हैं।

इस प्रकार आकाश में वितरण, निजी गतिवाँ, और तारों की जातिवाँ, इन सभी के अनुसार गाग-तारापुजों या सबध आकाशगंगा से स्थापित हो जाता है। इसलिए अनुमान किया जाता है कि इन तारापुजों की उत्पत्ति भी हमारी मदाकिनी-संस्था के साथ ही हुई होगी।

गोलाकार तारापुंज—हमें केवल लगभग १०० गोलाकार तारापुजों का पता है। परंतु वे आकाश में समान रूप से वितरित नहीं हैं। यदि घनु तारामंडल को केंद्र मान कर आकाश का आधा भाग अलग कर लिया जाय तो इसी आधे भाग में गोलाकार तारापुज प्रायः सभी पाये जाते हैं। वे आकाशगंगा के धरातल से दूर तक छिटके हुए हैं। जैसे-जैसे हम आकाशगंगा के धरातल के पास पहुँचते हैं, तैसे-तैसे उनकी संख्या बढ़ती जाती है, परंतु आकाशगंगा के किनारे पर पहुँचने पर उनकी संख्या एकाएक कम हो जाती है। सात-आठ अन्न (डिनरी) चौड़ी मध्य धारा में दो-तीन से अधिक गोलाकार तारापुज नहीं दिखाई पड़ते, और ठीक इसी मध्य धारा में गाग-तारापुजों का वाहुल्य है। दूरी और दिशा का ध्यान रख कर गोलाकार तारापुजों को बिंदुओं से निरूपित करने पर पता चलता है कि वे मदाकिनी-संस्था के हिसाब से सब दिशाओं में प्रायः समान रूप से बिलेरे हैं, परंतु मदाकिनी-संस्था के केंद्र से सूर्य के दूर रहने के कारण घनु तारामंडल की ओर वे अधिक दिखाई पड़ते हैं। मदाकिनी-संस्था में बिखरी हुई धूलि के ही कारण समझ है कि गोलाकार तारापुज आकाशगंगा के धरातल में नहीं दिखाई पड़ते।

गोलाकार तारापुंजों का संगठन आदि—ज्ञात गाग-तारापुजों की अपेक्षा गोलाकार तारापुज बहुत अधिक दूरी पर हैं। उनकी दूरी १२ हजार से लेकर एक लाख प्रकाशवर्ष तक है। नाप में एक-एक गोलाकार तारापुज ५० से ३०० प्रकाशवर्ष तब का होगा, परंतु इन तारापुजों की नाप का ठीक अनुमान करना कठिन है। कारण यह है कि यह कहना कठिन होना है कि कहीं तक तारापुज के तारे हैं और कहीं तक पृष्ठभूमि के तारे। फिर, अधिक प्रकाशदर्शन (एक्सपोजर) दे कर फोटो सीचने पर तारापुज का व्यास अधिक हो जान पड़ता है। ऊपर यताक्षी गई नापों में तारापुज के अति दूरस्थ तारों की गिनती नहीं की गयी है। हम देखते हैं कि गाग-तारापुजों की अपेक्षा गोलाकार तारापुज तिगुने-चौगुने बड़े होते हैं। अधिकांश गोलाकार तारापुज देखने में वृत्ताकार नहीं होते, वे दीर्घवृत्ताकार अर्थात् लंबोत्तरे होते हैं। इससे ममसा जाता है कि गोलाकार तारापुज किसी केंद्रीय धुरी के चारों ओर नाचते होंगे। शेष गोलाकार तारापुजों का दीर्घवृत्ताकार न होना यह नहीं सिद्ध करता कि वे किसी धुरी पर नाचते

न होंगे। उनके गोल दिखायी पडने का कारण यह हो सकता है कि हम प्रायः उनकी घुरी की दिशा में हैं।

गोलाकार तारापुजों में वामन तारों का अभाव जान पडता है। चमकीले तारे सब लाल अतिरंजित तारे जान पडते हैं और सघन तारे साधारण रंजित। परंतु संभव है कि इन तारापुजों में भी वामन तारे उपस्थित हों और अधिक दूरी के कारण वे हमको न दिखायी पडते हों। गणना से पता चलता है कि इन तारापुजों में यदि हमारे सूर्य के समान चमकीले तारे हों तो हमारे वर्तमान दूरदर्शकों में न दिखायी पडेंगे।

विशेष ध्यान देने योग्य बात यह है कि गोलाकार तारापुजों में परिवर्तनशील प्रकाश वाले तारे बहुत होते हैं। अधिकांश का चक्रकाल २४ घंटे से कम होता है। ये सेफीड तारे ही हैं, परंतु विशेष प्रकार के होने के कारण इनको तारापुजीय परिवर्तनशील (क्लस्टर टाइप वेरिअेबुल्स) कहते हैं। ऐसा समझा जाता है कि ब्यास के चक्रकालिक रूप से घटते-बढते रहने से इन तारों का प्रकाश घटता-बढता रहता है।

गोलाकार तारापुजों के तारों की निजी गतियाँ अभी नहीं नापी जा सकी हैं क्योंकि ये तारापुज बहुत दूर हैं। परंतु दृष्टिरेखा में कई गोलाकार तारापुजों के वेग नापे गये हैं क्योंकि यह वेग वर्णपट में रेखाओं के विचलन से तुरत नापा जा सकता है; अधिक धर्य तक ठहर कर दुबारा फोटोग्राफ लेने की आवश्यकता नहीं रहती। पता चला है कि गोलाकार तारापुज ५० से २५० मील प्रति सेकंड के वेग से चलते हैं। ऐसा जान पडता है कि मदाकिनी-संस्था के केंद्र के चारों ओर वे चक्कर लगाते हैं।

ऊपर के विवेचन से स्पष्ट है कि गाग-तारापुज और गोलाकार तारापुज दोनों ही का संबंध आकाशगंगा से है—गोलाकार तारापुज अगाग नहीं कहे जा सकते। तो भी गाग-तारापुज के नाम से वही तारापुज समझे जाते हैं जो गोलाकार तारापुज नहीं हैं।

## चतुर्थ अध्याय अगांग नीहारिकाएँ

गिट्टे अध्यायो में हम गान्गुजा और नीहारिकाओं पर विचार कर चुके हैं। अब हम उन नीहारिकाओं पर विचार करेंगे जो हमारे ही मदाक्निनी-संस्था की तरह स्वाश और जग प्रसार विभाग ब्रह्मांड हैं, परन्तु जलपथ दूर होने के कारण एग की अत्यंत छोटी और नीहारिका के समान धुंधली जान पड़ती हैं। इनको अगांग नीहारिकाएँ (एग्जट्रैक्टिबल नेच्युरली) कहते हैं, क्योंकि ये हमारी मदाक्निनी-संस्था से संबंधित नहीं हैं। अगांग नीहारिकाएँ अगांग में सर्वत्र छिटकी हुई हैं। केवल ये आनामगगा के पास या आनामगगा में नहीं दिखाई पड़ती। इगक अतिरिक्त जगमें एक विशेषता यह भी है कि प्रायः सभी अगांग नीहारिकाओं का मगटा विंगव प्रकार का होता है। उनकी वास्तविक नाप चाहे जो कुछ हो, अगांग नीहारिकाओं में से सब से बड़ी दिखाई पड़ने वाली देवयानी (एंड्रोमिडा) नीहारिका है जिस का वर्णन पहले किया जा चुका है। छोटी दिखाई पड़ने वाली नीहारिकाओं के छोटेपन की कोई सीमा नहीं जान पड़ती। केवल हमारे दूरदर्शन की शक्ति पर निर्भर है कि हम कहां तक छोटी नीहारिकाएँ देख सकते हैं। माउट विलसन के १०० इंच वाले दूरदर्शन से श्रेणी २१५ तक की नीहारिकाओं का फोटोग्राफ खींचा गया है। जब माउट पालोमरवानवीन २०० इंच व्यासवाला दूरदर्शन नीहारिकाओं की फोटोग्राफी में विधिकत लगेगा तब निश्चय ही हम और भी बड़ नीहारिकाओं का फोटोग्राफ ले सकेंगे। इन फोटोग्राफों में नीहारिकाओं और मदाक्निनी में विशेष अंतर नहीं दिखाई पड़ता, फोटोग्राफ का सूक्ष्मदर्शन से देखने पर नीहारिकाएँ कुछ अनीदता जान पड़ती हैं। इसी से वे पहचानी जा सकती हैं। नीहारिकाओं की संख्या अति बृहत् है। संख्या श्रेणी तक की सब नीहारिकाओं को गिनने पर पता चलता है कि आनाम में लगभग १००० अगांग नीहारिकाएँ हैं। चौदहवीं श्रेणी तक की सब नीहारिकाओं की संख्या इनकी चौगुनी हो जाती है। पंद्रहवीं श्रेणी तक की सब नीहारिकाओं की संख्या इसकी भी चौगुनी, और इसी प्रकार से श्रेणी में एक की वृद्धि होने पर नीहारिकाओं की संख्या चौगुनी होती जाती है। माउट विलसन के १०० इंच वाले दूरदर्शन से लगभग एक अरब अगांग नीहारिकाओं का फोटोग्राफ खींचा जा सकता है। जब इस पर विचार किया जाता है कि इन नीहारिकाओं में से प्रत्येक स्वयं एक विशालकाम ब्रह्मांड है जिसमें हमारी मदाक्निनी-संस्था की तरह ही बड़े-छोटे तारे हैं और सबवत अनेक प्रसृत नीहारिकाएँ और तारापुंज हैं, और प्रत्येक तारे के चारों ओर ग्रह हो सकते हैं और कुछ पर मनुष्य-जैसे प्राणी भी, तब हम आश्चर्य के साथ देखते हैं कि आधुनिक ज्योतिष ने हमारे ज्ञान का विस्तार कितना बढ़ा दिया है। इन अगांग नीहारिकाओं को ब्रह्मांड (गैलक्सी) और दीपविस्व (आइलैंड यूनिवर्स) भी कहते हैं। मदाक्निनी प्रकाश की अगांग नीहारिकाओं की दूरी का भी अनुमान प्रथम अध्याय में बताया गया रीति से कर लिया गया है। वे हम से लगभग ५० करोड़ प्रकाशवर्ष की दूरी पर होगी।

अगांग नीहारिकाओं की जातियाँ—नीचे हबल (Hubble) का वर्गीकरण बताया जाता है। अधिकांश ज्योतिषी इस वर्गीकरणका उपयोग करते हैं। हबल ने इसे सन् १९२६ में प्रस्तावित किया था। इस वर्गीकरण में उन सब नीहारिकाओं का ध्यान रखा गया है जो इतनी घमकीली हैं कि फोटोग्राफ में ही उनकी संरचना का कुछ पता चला है। ऐसी नीहारिकाओं में से लगभग ९८ प्रतिशत इस वर्गीकरण के अंतर्गत हैं। केवल लगभग २ प्रतिशत इस वर्गीकरण में नहीं जा पाती हैं। उनको अनियमित (इर्रगुलर) नीहारिका कहते हैं। अत्यंत भद्र नीहारिकाओं की पहचान केवल इसलिए हो पाती है कि फोटोग्राफ में वे तारों की तरह तीक्ष्ण बिंदु-सी नहीं दिनाई पडती, वे नाममात्र विस्तृत रहती हैं। परंतु उनके संगठन का कुछ पता न रहने के कारण इस वर्गीकरण में उनपर विचार नहीं किया गया है। तोभी विश्वास किया जाता है कि उनकी संरचना भी प्रायः वैसी होगी जैसी अन्य नीहारिकाओं में देखी गयी है।

प्रथम वर्ग में वे अगांग नीहारिकाएँ रखी गई हैं जो हमें गोल और बिना भुजाओं की दिखाई पडती हैं। इस वर्ग को ई० (ई शून्य, E0) से सूचित किया जाता है। ई० वस्तुतः इन बात का सूचक है कि इन नीहारिकाओं में दीर्घवृत्तता शून्य के बराबर है। इसके बाद ई१, ई२, इत्यादि, ई७ तक के वर्ग हैं। इन वर्गों में रखी जाने वाली नीहारिकाएँ उत्तरोत्तर अधिक



नीहारिकाओं का वर्गीकरण

धुत्राहित नीहारिकाओं का वर्गीकरण उनके विपटन के अनुसार किया गया है। धुत्राशी नीहारिकाओं की दो शाखाएँ हैं और प्रत्येक में वर्गीकरण धुत्राओं के न्यूनाधिक विकसित होने के अनुसार किया गया है। दीर्घवृत्तानार है। यदि किसी दीर्घवृत्त (एलिप्ट) का दीर्घाक्ष  $a$  है और लघु अक्ष  $b$ , तो उस दीर्घवृत्त की दीर्घवृत्तता सूचक संख्या  $b/a$ — $a$  को  $b$  से भाग देकर १० से गुणा करने पर प्राप्त होता है। उगी को  $E$  के साथ लिख देन स नीहारिका का वर्ग ज्ञात होता है। आकाश में इस से अधिक विपटी नीहारिकाएँ दिनाई नहीं पडती।

इस प्रकार ई० से ई० तक ये नीहारिकाएँ हैं जो गोल, प्रायः गोठ, दीर्घवृत्ताकार या अनि-दीर्घवृत्ताकार हैं। इनमें बाद उन नीहारिकाओं की बारी आती है जिन में सर्पिलाकार बनावट की शक्यता मिलती है। इनकी दो श्रेणियाँ हैं। एक को तो अंग्रेजी अक्षर एम (S) से सूचित करते हैं; दूसरे को एम बी (SB) से। एक धर्मवाली नीहारिकाओं में भुजाएँ बंदीय बिन्दु से निकलती हैं और भुजाएँ किसी रेखा से जुड़ी नहीं रहती। एम बी (SB) वाली ये नीहारिकाएँ हैं जिन में भुजाएँ एक दब (bar) से जुड़ी हुई जान पड़ती हैं। भुजाओं के कम या अधिक् गूठे रहने को एम या एम बी के नामों से जाना जाता है, जो अक्षर लगा कर विभाजित किया जाता है। इस प्रकार एक श्रेणी में हमें एम-बी-ए, एम-बी-बी, एम-बी-बी, ये वर्ग मिलते हैं, दूसरी ओर हमें एम-ए, एम-बी, एम-बी-बी-बी मिलते हैं। चित्र से यह वर्गीकरण अधिक् स्पष्ट हो जायगा। अधिकांश नीहारिकाएँ एक अर्थात् सर्पिलाकार जानि की होती हैं। सरसा में ये दीर्घवृत्ताकार नीहारिकाओं की चौकनी हैं।

अब प्रश्न यह उठता है कि क्या गोल नीहारिकाएँ वस्तुतः गोल होती हैं या सब नीहारिकाएँ गारगी की तरह कुछ चिपटी होती हैं और हम कुछ को अक्ष की दिशा से देख रहे हैं और इसलिए वे हमको गोल दिगाई पड़ती हैं। यहाँ हमें गणित से सहायता मिलनी है। मान लीजिए कि नीहारिकाओं के अक्ष केवल उपयोगवश विविध दिशाओं में वितरित हैं; अर्थात् किसी कारणवश पृथ्वी के हिस्सा में वे किसी विशेष दिशा में नहीं हैं, उदाहरणतः ऐसा नहीं है कि अधिकांश के अक्ष पृथ्वी की ओर हैं, या पृथ्वी और नीहारिका को मिलानेवाली रेखा में समकोण बनाने हैं, इत्यादि। तो हम गणना कर सकते हैं कि कितनी नीहारिकाओं के अक्ष उपयोगवश पृथ्वी की ओर पड़ेंगे, जिनसे वे नीहारिकाएँ हमें गोल दिगाई पड़ेंगी। इस हिसाब से जितनी नीहारिकाओं की गोल दिगाई पड़ना चाहिए, उससे बड़ी अधिक् गोल नीहारिकाएँ हमें दिखानी पड़ती हैं। इससे स्पष्ट है कि विश्व में वस्तुतः गोठ अर्थात् गेंद की तरह गोल नीहारिकाएँ अवश्य हैं। फिर, इसकी भी गणना की गयी है कि यदि कोई गैस का पिंड अपने अक्ष पर नाचना रहे तो उस का रूप कैसा होगा। गणित बताता है कि नाचने रहने पर पिंड कुछ चिपटे गोल का रूप धारण करेगा। नाचने का वेग जितना ही अधिक् होगा, वह पिंड उतना ही अधिक् चिपटा होगा, परन्तु जब लघु अक्ष और दीर्घ अक्ष का अनुपात १ : ३ का हो जायगा तब पिंड अस्फिर हो जायगा और टूटने लगेगा। १ : ३ के अनुपात रहने पर दीर्घवृत्ता-सूचक सरसा लगभग ७ हो जाती है। आकाश में भी देखा गया है कि ई० से अधिक चिपटी दीर्घवृत्ताकार नीहारिकाएँ नहीं होती। जान पड़ता है कि अधिक् वेग से नाचने पर गैस-पिंडों में से भुजाएँ निकल पड़ती हैं, अर्थात् उनमें से कुछ पदार्थ छटकने लगता है। यही छटका हुआ पदार्थ सर्पिलाकार भुजाओं में परिवर्तित हो जाता होगा।

नीहारिकाओं का विकास—फिर प्रश्न यह उठता है कि नीहारिकाओं का विकास कैसे होता है। क्या वे पहले गोल या प्रायः गोल रहती हैं और फिर अधिकाधिक चिपटी और अंत में सर्पिलाकार हो जाती हैं? प्रसिद्ध अंग्रेज ज्योतिषी और गणितज्ञ जे० एच० जीन्स (Jeans) ने सन् १९२८ में और फिर वी० लिन्डब्लाड (Lindblad) ने सन् १९३३-४१ में इस बात

की सोज की। इनके सिद्धांत का व्योरेवार विवरण आगामी अध्याय में दिया जायगा। संक्षेप में, यदि नीहारिका प्रायः गोलाकार हो और धीरे-धीरे नाच रही होती सकुचित होने पर वह अधिक वेग से नाचने लगेगी। इसलिए उसका चिपटापन अधिक हो जायगा। पास-पड़ोस के अन्य पिंडों के आकर्षण से भ्रमध्य रेखा के पास ज्वार-भाटा उठेगा और तब कुछ द्रव्य छटकने लगेगा। भुजाएँ इसी द्रव्य से बनेंगी। ये भुजाएँ सर्पिलाकार होगी, परंतु स्थायी न रहेंगी। वे कई टुकड़ों में टूट जायेंगी और प्रत्येक टुकड़े से एक गोल तारा बन जायगा। परंतु इस प्रिया में करोड़ों वर्ष लगेगे। इसलिए हम इस सिद्धांत के सत्य होने, न होने, का प्रत्यक्ष प्रमाण नहीं पा सकते। यदि सिद्धांत ठीक हो तो कई सौ वर्षों में भी नीहारिका के रूप में इतना कम परिवर्तन होगा कि हम कह न सकेंगे कि सिद्धांत ठीक है या नहीं।

वितरण—अगम नीहारिकाओं का प्रत्यक्ष वितरण पहले बताया जा चुका है। विचार करने से पता चलता है कि समस्त ये नीहारिकाएँ सर्वत्र समरूप से छिटकी हुई हैं। यह अवश्य सत्य है कि आकाशगगा के पास ये कम दिखाई देती हैं, परंतु संभव है कि मदाकिनी-सम्या में बिखरी धूल के कारण आकाशगगा के घरातल में ये मिट जाती हैं। माउट विलसन के १०० इंच वाले दूरदर्शक से लिये गये फोटोग्राफ में नीहारिकाओं को सावधानी से गिनने पर पता चला कि आकाशगगा के घरातल के समीप जाने में अगम नीहारिकाओं की संख्या अत्यंत नियमित रूप से घटती है। घटने का नियम वस्तुतः वही है, जो यह मानने से हमें मिलता है कि हमारा चारा ओर धूल का वातावरण है जिसमें प्रकाश वातावरण की गहराई के अनुपात में घटता है। आकाशगगा की दिशा में दूरस्थ नीहारिकाओं के प्रकाश को बहुत दूर तक इस धूल में चलना पड़ता है। इसलिए वे हमें दिखाई नहीं पड़ती। अनुमान किया गया है कि आकाशगगा के घरातल से समकोण बनानेवाली दिशा में—अर्थात् गाम ध्रुवों की दिशा में—प्रकाश का पचमास मिट जाता है। अन्य दिशाओं में इससे अधिक प्रकाश मिट जाता है, यहाँ तक कि आकाशगगा की दिशा में अगम नीहारिकाएँ दिखाई ही नहीं पड़ती हैं। गाम ध्रुवों की दिशा में केवल अधिक ही नहीं, झुंड-बी-झुंड नीहारिकाएँ भी दिखाई पड़ती हैं। कुछ झुंडों में १०० से अधिक नीहारिकाएँ हैं। एक में ५०० से अधिक नीहारिकाएँ हैं। इन झुंडों को नीहारिका-पुंज कहना अधिक उचित होगा।

ऊपर आकाशीय वितरण की चर्चा की गई है। जब हम गहराई पर भी विचार करते हैं, अर्थात् जब हम नीहारिकाओं की दूरी पर भी विचार करते हैं, तो पता चलता है कि जहाँ तक हमारे दूरदर्शकों की पहुँच है, वहाँ तक नीहारिकाएँ अंतरिक्ष में सर्वत्र एक रूप से बिखरी हुई हैं। इस का प्रमाण यह है कि जब हम इतना कम प्रकाशदर्शन (एकस्पोडर) देकर फोटोग्राफ लेते हैं कि दसवीं श्रेणी तक की नीहारिकाओं का फोटोग्राफ उतरे, फिर इतना प्रकाशदर्शन देते हैं कि बारहवीं श्रेणी तक की नीहारिकाओं का फोटोग्राफ उतरे, और इसी प्रकार चौदहवीं, सोलहवीं आदि श्रेणियों तक की नीहारिकाओं के फोटोग्राफ उतारे जाते हैं, और इन सब श्रेणियों तक की नीहारिकाओं को गिनते हैं तो उनकी गिनती उसी क्रम से बढ़ती है जिस क्रम से नीहारिकाओं के सर्वत्र एक समान घनत्व से बिखरे रहने पर बढ़ती। इससे प्रत्यक्ष हो जाता है कि



अगाग नीहारिकाओं की दुनिया भीमिन नहीं है। स्मरण रखना चाहिए कि जब हमी रोति वा प्रयोग करके तारों में बितारे रहने का पता लगाया गया था तब पता चला था कि तारे बहुत दूर तब नहीं फँसे हैं। वे भीमिन स्थान में ही बिजारे हैं। इतना मर्मभन पीछे तब हुआ जब उनकी दूनिय नापी जा गयी और पता चला कि तारे मय हमारी ही मदाकिनी-संस्था में हैं।

• अगाग नीहारिकाएँ आरिष में किनी दूर-दूर पर बिजरी हुई हैं, इतना अनुमान निम्न-मिगित युधित से किया जा सक्त है। यदि हम पैमाने के अनुसार इन नीहारिकाओं का निम्नण करना चाहें और हम दिल्ली शहर को अपनी मदाकिनी-संस्था का केंद्र मानें तब अपने निजटम द्वीपविश्व को मेरठ पर रखें तो इस पैमाने पर हमारी मदाकिनी-संस्था दिल्ली शहर से कुछ ही बंधा ठहरेगी। मेरठ शहर हमारे निकटतम विश्वद्वीप को निरूपित करने के लिए काफी पटा है। हम देखते हैं कि द्वीप-विश्व बहुत दूर-दूर पर छिटके हुए हैं और उनके बीच बहुत-सा स्थान पाली छूटा है। साथ ही सब ज्ञात द्वीप-विश्व इतनी दूर सब फँसे हुए हैं कि पूर्वोक्त पैमाने पर गवको पृथ्वी को बराबर गोले में निरूपित नहीं किया जा सकेगा; पृथ्वी छोटी पड़ेगी।

नीहारिका-गुंज—ऊपर कहा गया है कि नीहारिकाएँ सर्वत्र समरूप से बिजरी हुई हैं, परंतु यह बात ठीकी सत्य है जब मद और चमकीली सभी नीहारिकाओं पर विचार किया जाय। यदि केवल अंदाजित चमकीली ही नीहारिकाओं पर ध्यान दिया जाय तो पता चलता है कि कई स्थानों पर चमकीली नीहारिकाओं का घना समूह है। २५ नीहारिका-गुंजों में से प्रत्येक में १०० से अधिक नीहारिकाएँ हैं। लगभग १०० नीहारिका-गुंज ऐसे हैं जिनमें १२ से अधिक नीहारिकाएँ हैं। कई हजार गुंजों में केवल दो या तीन नीहारिकाएँ हैं, परंतु उनमें भी निम्न मयध स्पष्ट जान पड़ता है। आकाशगगा से आभास दो लगभग बराबर गोलाओं में बँट जाता है। यदि केवल चौदहवीं श्रेणी तक की नीहारिकाओं की ही गिनती की जाय तो उत्तरी गोलार्ध में दक्षिणी गोलार्ध की अपेक्षा लगभग डेढ़गुनी नीहारिकाएँ हैं, यद्यपि २०वीं श्रेणी तक की नीहारिकाओं को भी सम्मिलित करने पर दोनों गोलार्धों में नीहारिकाओं की संख्या प्रायः बराबर है, कुछ ज्योतिषियों को इस का प्रमाण मिला था कि जिस प्रकार आकाश में ऐसी मेखला है जिसमें तारों की संख्या बहुत अधिक है और जिसे हम आकाशगगा कहते हैं, उसी प्रकार आकाश में ऐसी भी एक मेखला है जिसमें अगाग नीहारिकाओं की संख्या बहुत अधिक है। परंतु जब दक्षिणायनी दूरदर्शकों से मद अगाग नीहारिकाओं का भी प्रोटोग्राफ खींचा गया और उन्हें गिना गया तब ऐसी किसी मेखला के अस्तित्व का प्रमाण नहीं मिला। संभवतः समीपवर्ष ही चमकीली अगाग नीहारिकाएँ कहीं अधिक, कहीं कम हैं।

स्थानीय समूह—निकटतम नीहारिकाओं की दूरियों पर ध्यान देने से ऐसा जान पड़ता है कि अपनी मदाकिनी-संस्था और १२ अन्य अगाग नीहारिकाओं का एक समूह है जो शेष नीहारिकाओं से पर्याप्त रूप से पृथक है। इस समूह को बहुधा स्थानीय समूह (लोकल ग्रूप) कहते हैं। इस समूह में हमारी मदाकिनी-संस्था, इसकी दो साधिनियाँ, अर्थात् दोनों मैगिलन मेध, देवयानी नीहारिका और उसकी दो छोटी साधिनियाँ, और एक पड़ोसिन—त्रिगुंज (ट्राइगुंजलम)

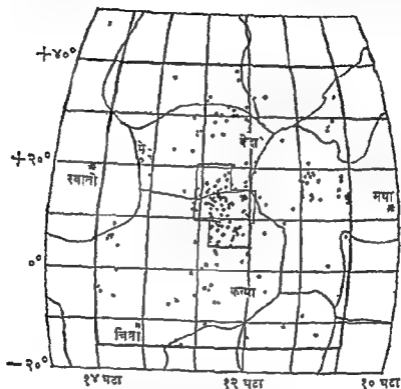
तारामडल की नीहारिका—और चार अन्य वामन नीहारिकाएँ हैं। इनके अध्ययन से बहुत सी बातें ज्ञात होती हैं जो सम्यक्त अन्य नीहारिकाओं के लिये भी सत्य होगी। स्थानीय समूह की सात सदस्याओं का वर्णन पहले दिया जा चुका है। यहाँ वामन सदस्याओं का संक्षिप्त वर्णन दिया जायगा।

एन० जी० सी० ६८२२ और आर्द० सी० १६१३ दो छोटी छोटी अगाग नीहारिकाएँ हैं जो वर्गीकरण के अनुसार अनियमित नीहारिकाएँ हैं। इनमें अति दैत्य तारे भी कई एक हैं। इन दो वामन नीहारिकाओं के अतिरिक्त दक्षिणी आकाश में भट्टी (फॉर्लेक्स) और मूर्तिकार (स्वल्पटर) तारा मडलो में भी एक-एक वामन नीहारिकाएँ हैं जो दीर्घवृत्ताकार हैं। उनमें अति दैत्य तारे नहीं हैं। इन वामन नीहारिकाओं की दूरी २ से ७ लाख प्रकाशवर्ष हैं और इसलिये वे हमारे स्थानीय समूह में हैं, यद्यपि इस स्थानीय समूह के अन्य सदस्यों से पूर्णतया पृथक हैं। इन चार वामनो में से प्रथम दो अनियमित नीहारिकाएँ हैं, और उनका सगठन बहुत-कुछ मैगिलन मेघों की तरह है। भट्टी (फॉर्लेक्स) वाली वामन नीहारिका निस्संदेह अगाग नीहारिका है, परन्तु उस का सगठन गोलाकार तारा पुंज सा है, अतः इतना ही है कि वह माग तारा पुंजों से बहुत बड़ा है और उसमें तारे इतने घने नहीं बिखरे हुए हैं जितने वे साधारणतः गोलाकार तारापुंजों में रहते हैं। तारा-घनत्व में लगभग १/७५ गुने का अंतर है और घास में १० गुने का। मूर्तिकार (स्वल्पटर) वाली नीहारिका भट्टी (फॉर्लेक्स) वाली नीहारिका-जैसी है।

इन वामन नीहारिकाओं से पता चलता है कि आकाश में करोड़ों वामन नीहारिकाएँ अपेक्षाकृत पास में ही हागी, परन्तु अथ नीहारिकाया से छोटी होने के कारण वे हमको नहीं दिखाई पड़ती। सप्तपि, सिंह और पडाश (सेक्सटैन्स) तारा मडलो में भी वामन नीहारिकाएँ दिखाई पड़ती हैं जिनकी दूरी १२ लाख प्रकाशवर्ष आँकी गयी है। जैसे मैगिलन मेघ की नीहारिकाएँ हमारी मदाकिनी-सत्या की साथिनियाँ हैं और देवयानी नीहारिका के पास वाली वामन नीहारिकाएँ देवयानी नीहारिका की साथिनियाँ हैं, सब ही उसी प्रकार सब वामन नीहारिकाएँ बड़ी नीहारिकाओं के पड़ोस ही में पाई जाती हो, परन्तु अभी कुछ निश्चित रूप से नहीं कहा जा सकता। अधिक दक्षिणाली यत्र बन रहे हैं और भविष्य में अवश्य कई नयी बातों का पता चलेगा।

कन्या-तारामडल में नीहारिका-पुंज—तरहवीं श्रेणी तक की नीहारिकाओं के फोटो-ग्राफों में सबसे प्रमुख नीहारिका-पुंज कन्या-तारामडल में है। इसके केंद्र का विषुवांश साठ चारह घंटा है और ऋति  $-12^{\circ}$ । इस नीहारिका-पुंज का अधिकांश कन्या-तारामडल में है परन्तु कुछ भाग बहर तक भी चला जाता है। विषुवत के समीप होने के कारण उत्तरी तथा दक्षिणी सभी वेधशालाओं से इसका अध्ययन किया गया है। फिर, आकाशगंगा से कुछ दूर होने के कारण प्रकाश-शोषण भी इतना नहीं है कि कोई कठिनाई पड़े। अपेक्षाकृत समीप होने के कारण नीहारिका-पुंज की प्रत्येक सदस्या का अध्ययन साधारण शक्ति के दूरदर्शकों से भी किया सकता है।

साथ के चित्र में आकाश के एक भाग का नक्शा दिया गया है जिसमें तेरहवीं श्रेणी तक की सब नीहारिकाओं को दिखाया गया है। इस नक्शे पर दृष्टि डालते ही पता चलता है कि यस्तुत वहाँ नीहारिका-पुंज है। यह पुंज प्रकाश के तीन चमकीले तारे मघा (रेग्युलस), चित्रा



कन्या-सारासमंडल में नीहारिका-पुंज ।

एक चित्र में नीहारिकाओं की काले बिंदुओं से दर्शाया गया है।  
स्पष्ट है कि कन्या सारासमंडल में नीहारिकाएँ असाधारण रूप से घनी हैं।

(स्पाइका), और स्वाती (आर्कट्यूरस) से बने त्रिभुज के केंद्र के पास है और इस प्रकार इसकी दिशा गुणमत्ता से जानी जा सकती है, परंतु हम पुंज या इसकी नीहारिकाओं को देख नहीं सकते, क्योंकि अधिक दूरी के कारण नीहारिकाएँ अदृश्य हैं। केवल उनका फोटोग्राफ खींचा जा सकता है। यदि हम इस पुंज को अधिक निकट से देख सकते तो हमारे सम्मुख अनुपम दृश्य उपस्थित होता।

कन्या नीहारिका-पुंज का अध्ययन माउंट विलसन और हार्वार्ड वेवशालाओं में भली भांति हुआ है। पुंज की नीहारिकाओं में से एक चौथाई कुछ चिरटे गोले के समान है और शेष तीन चौथाई सर्पिलाकार। मैगिलन भेंघा की तरह की अनियमित नीहारिकाएँ इनमें एक भी नहीं देखी गयी हैं। अधिकांश नीहारिकाएँ पूर्ण-विकसित सर्पिल नीहारिकाओं के वर्ग की हैं जिन्हें

ससी (Sc) वर्ग कहा जाता है। माउट विलसन के १०० इंच वाले दूरदर्शक से इनमें से धिकास नीहारिकाओं में पृथक्-पृथक् तारे देखे गये हैं। ये तारे अतिदैत्याकार जाति के हैं। म चमकीले तारे अभी हमारे बड़े से बड़े दूरदर्शकों में दिखाई नहीं पड़ते। कुछ चिपटी लाकार नीहारिकाओं में पृथक्-पृथक् तारे नहीं देखे जा सकते हैं, समवत इसलिए कि उनमें अति-दैत्याकार तारे हैं ही नहीं।

इस नीहारिकापुंज की कई नीहारिकाओं का दृष्टिरेखीय वेग नापा गया है। इससे पता चलता है कि पुंज हमसे, लगभग ७०० मील प्रति सेकंड के वेग से दूर जा रहा है। रतु जब नीहारिकाओं के वेगों पर अलग-अलग विचार किया जाता है तब पता चलता है कि ये नीहारिकाएँ एक दूसरे के हिसाब से भी बहुत वेग से चलती हैं। १५०० मील प्रति सेकंड तक वेग भी कुछ नीहारिकाओं में मिला है। इन वेगों के आधार पर प्रत्येक नीहारिका की औसत व्यमान का भी अनुमान लगाया गया है। उत्तर आश्चर्यजनक है कि प्रत्येक नीहारिका का औसत द्रव्यमान २ खरब सूर्यों के बराबर है। यह देखने हुए कि इन नीहारिकाओं से कुल कितना प्रकाश आता है इतना द्रव्यमान होना असंभव सा जान पड़ता है। अधिक खोज को आवश्यकता पड़ती है। इन नीहारिकाओं के वर्णरंग और रंग की तुलना से प्रत्यक्ष ज्ञात होता है कि नीहारिकाएँ धूमिल अतिरिक्त के कारण विशेष लालजैह नहीं हो गयी हैं।

नीहारिकाओं की सर्पिल भुजाओं की समस्या अभी पूरगतप हू नही हुई है। पहले बताया जा चुका है कि समवत वेग से घूमने के कारण कुछ द्रव्य छटक जाता है और वही भुजाओं का संधारण कर लेता है। परंतु कन्या-नीहारिकाओं में देखा गया है कि सर्पिल और असर्पिल नीहारिकाओं की नापों में विशेष अंतर नहीं है। इसलिए ऐसी धारणा होगी है कि केंद्र से छटक कर द्रव्य बाहर समवत न निकला होमा, कदाचित् बाहरी भागों के द्रव्य के घनीभूत होने से भुजाएँ बनी होगी।

एक कठिनाई और भी है। कुछ नीहारिकाओं में भुजाएँ कुछ असाधारण होती हैं। उदाहरणत, एक नीहारिका में एक भुजा तो साधारण आकार की है, परंतु दूसरी भुजा मुड़कर अगूठी की तरह वद हो गई है। अभी तक कोई भी ऐसा सिद्धांत नहीं बन सका है जो इन सब बातों को समझा सके। यह अवश्य कहा जा सकता है कि दूसरा कोई पिंड कभी आकार इस नीहारिका से मिल् गया होगा जिससे भुजा टूट गई होगी, या जन्म से ही एक भुजा टूटी रही होगी, परंतु इन सब बातों से सतोप नहीं होता। संभव है भविष्य में हमारा ज्ञान इतना बडे कि हम इन सब बातों को सतोपजनक रीति से समझा सकें।

कन्या-नीहारिका पुंज की सीमा तीक्ष्ण नहीं है। नटाश्व (सेंटॉरस) तारामंडल की आरतीस डिग्री तक कन्या-नीहारिकाओं की तरह की ही नीहारिकाएँ मिलती हैं। उत्तर की ओर भी कई नीहारिकाएँ कन्या-नीहारिकाओं की तरह चमकीली हैं। इसलिए अभी-कभी सदेह होता है कि कहीं ऐसा तो नहीं है कि नीहारिकाओं का एक स्थानोय बादल-सा झुंड है जिसमें नीहा-

रिखाएँ अन्यत्र से अधिक पायी जाती हैं और हमारी मदाविनी-संस्था भी उसी मंत्र में एव बन्-समान हैं ? यदि यह बात है तो यह नीहारिका-समूह समभवतः किसी धुरी पर नाचता होगा। यह धुरी किपर है ? हमारा वेग क्या है ? इस मंत्र के सदस्य सिमट रहे हैं या छिटक रहे हैं ? ये सब प्रश्न उठते अवश्य हैं, परन्तु उनका उत्तर पाने या लक्षण अभी बोझ नहीं दिखाई पड़ता। हाँ, यदि मनुष्य का जीवन-विस्तार दो चार सप्ताह होता तो ये भव वातें मुगमता से जानी जा सकती।

खोज जारी है—नीहारिकाओं पर खोज निरन्तर हो ही रही है। नीहारिकाओं के फोटोग्राफ अधिन्तर दो यंत्रों से लिये गये हैं। एक तो दक्षिणी मफरोंका में ब्लूमफॉन्टेन (Bloumfontein) के पास स्थापित २४ इंच के दूर दूरदर्शक से और दूसरे अमरीका के केमिग्रिज दाह्र से २५ मील दूर पर ओकटिज में स्थापित १६ इंच के व्यास के मेटकाफ रिफ्लेक्टर से। ये दोनों यंत्र पुराने ढंग के हैं। यदि इनके ताल नवीन ढंग के होने तो समभवतः और भी अच्छे फोटोग्राफ उतरते, परन्तु वे जैसे भी हैं उनसे काफी अच्छा काम हो रहा है। अबश्य ही १०० इंच वाले दूरदर्शक के समान के अत्यंत दूर नीहारिकाओं का फोटोग्राफ नहीं खींच पाते हैं, परन्तु बड़े दूरदर्शक की तुलना में उनमें एक विशेष गुण भी है। इन दूरदर्शकों से एक बार में लगभग ३० वर्ग डिग्री का फोटोग्राफ उतर आता है, बड़े दूरदर्शकों से कुछ आधा या तिहाई ही वर्ग डिग्री का फोटोग्राफ एक बार में उतरता है। इसलिए इन यंत्रों से सारे आकाश का फोटोग्राफ दो तीन वर्ष में खींचा जा सकता है। यदि बड़े दूरदर्शकों से सारे आकाश का फोटोग्राफ खींचा जाय तो सी-सवा सी वर्ष लगभग जायेंगे। इसलिए बड़े दूरदर्शकों से केवल कुछ क्षेत्रों के फोटोग्राफ बनाने के रूप में लिए गये हैं, या विशेष क्षेत्रों के फोटोग्राफ उनसे लिये गये हैं। ब्रूस और मेटकाफ दूरदर्शकों से साधारणतः तीन घंटे का प्रकाशदर्शन (एक्सपोजर) दिया जाता है और इतने प्रकाशदर्शन से अदृश्यात्मी श्रेणी से कुछ फीके सब तारी के फोटोग्राफ उतर आते हैं। परन्तु नीहारिकाओं का चित्र सीधे बिन्दु न होकर कुछ फैला-सा होता है। इस प्रकार उनका प्रकाश कुछ बँट जाता है। इसलिए केवल साढ़े सत्रहवीं श्रेणी तक की नीहारिकाओं के ही फोटोग्राफ उतर पाते हैं।

फोटोग्राफ लेने का काम तो दो-तीन वर्ष में पूरा अवश्य हो जाता है, परन्तु फ्लैटो की जाँच में तथा अनुसंधानों में वर्षों लगते हैं।

अब नये प्रकार के सिमट (Schmidt) दूरदर्शक बने हैं जिनमें प्रकाश पहले एक विशेष ताल से होकर बड़े नतोदरदर्पण पर पड़ता है। इन से अधिक अच्छे और अपेक्षाकृत कम समय में फोटोग्राफ लिये जा सकते हैं। अब बड़े-बड़े सिमट दूरदर्शक बन रहे हैं और अब उन से सारे आकाश का फोटोग्राफ लिया जायगा और खोज होगी तो अवश्य नीहारिकाओं के सबब में हमें बहुत-सी नयी बातें ज्ञात होंगी।

परन्तु वर्तमान दूरदर्शक भी कम चम्किसाली नहीं हैं। स्मरण रखना चाहिए कि माउंट विलसन के १०० इंच वाले दूरदर्शक से जिन अतिमन्द नीहारिकाओं का फोटोग्राफ लिया गया है

वे हम से लगभग  $10^{21}$  अर्थात्

$10,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00$  मील

पर हैं ! उनसे पृथ्वी तक प्रकाश के पहुँचने में डेढ़ करोड़ वर्ष से अधिक समय लगा है ।

नीहारिकाओं का घूमना—सर्पिल नीहारिकाओं का फोटोग्राफ देखते ही ऐसा जान पड़ता है कि वे घूमती होगी । जिन नीहारिकाओं के घरातल में पृथ्वी पड़ती है और जो इम कारण से हमें बहुत चिपटी या प्रायः एक रेखा-सी दिखायी पड़ती है उन के दोनो छोरों का वेग, दृष्टिरेखा में, वर्णपट से ज्ञात किया जा सकता है । वेग से तुरत पता चलता है कि नीहारिका अपने अक्ष पर घूम रही है । कई नीहारिकाओं के केंद्रीय भाग भुजाओं के घरातल में घूमते हुए पाये गये हैं । प्रकाश कम होने के कारण केवल कुछ ही नीहारिकाओं के घूमने की जाँच की जा सकती है । देवयानी और त्रिभुज तारामंडलों की नीहारिकाओं के घूमने का पक्का प्रमाण मिला है । देवयानी नीहारिका प्रायः इस प्रकार घूमती है जैसे वह ठोस हो, अर्थात् बाहर के भाग केंद्रीय भागों की अपेक्षा अधिक वेग से चलते हैं । इस नीहारिका का एक चक्रकाल लगभग ९ करोड़ वर्ष का है, त्रिभुज तारामंडल की नीहारिका का केंद्रीय भाग ठोस की तरह घूमता है, परंतु दूरस्थ भाग कम वेग से घूमते हैं ।

घूमने के वेग जानने से नीहारिकाओं के द्रव्यमान का भी अनुमान किया जा सकता है । गणना से पता चलता है कि देवयानी-नीहारिका का द्रव्यमान हमारे सूर्य के द्रव्यमान का ९५ खरब गुना होगा । विश्वास किया जाता है कि नीहारिकाओं के औसत द्रव्यमान से यह बहुत अधिक है । त्रिभुज तारामंडल वाली नीहारिका का द्रव्यमान २ अरब सूर्यों के बराबर है । समस्त अन्य नीहारिकाओं का द्रव्यमान इसी तरह का होगा । अपनी मदाकिनी-संस्था का द्रव्यमान अय रीतियों से आँचा गया है और अनुमान किया गया है कि कुल द्रव्यमान लगभग २ खरब सूर्यों के बराबर होगा । परंतु द्रव्यमानों के अनुमान में कई बातें अनिश्चिन्त रहती हैं । इसलिए द्रव्यमान बतायी गयी मात्रा के साथे से लेकर दुगुने तक हो सकता है । स्पष्ट है कि देवयानी-नीहारिका और हमारी मदाकिनी-संस्था के द्रव्यमान मोटे हिसाब से लगभग बराबर हैं ।

सर्पिल नीहारिकाएँ किस दिशा में घूमती हैं ? इस प्रश्न के दो उलटे उत्तर दो ज्योतिषियों को मिले । एक का कहना था कि सर्पिल नीहारिकाएँ इस प्रकार घूमती हैं कि पूँछ की ओर पीछे-पीछे चलती हैं, अर्थात्, यदि सर्पिलाकार भुजाओं की तुलना घड़ी की बघानी से की जाय तो नीहारिकाएँ इस प्रकार घूमती हैं कि कमानी बस उठेगी । दूसरे ज्योतिषी ने एक नीहारिका को उरुटी दिशा में घूमते हुए पाया । परंतु बहुत छान-बीन के बाद सिद्ध हुआ कि बात ऐसी नहीं है । सब सर्पिल नीहारिकाएँ इस प्रकार घूमती हैं कि उन की भुजाएँ उसे मिमटती हुई जान पड़ेंगी । इस संबंध में वेचन ११ नीहारिकाओं का अध्ययन हो सका है । नीहारिकाओं के अत्यंत दूर होने के कारण और घूमने का चक्रकाल अत्यंत लम्बा होने के कारण इन सब नीहारिकाओं के बारे में ठीक-ठीक निर्णय नहीं हो सका है । परंतु जिन जिन नीहारिकाओं में घूमन

का प्रमाण १९२० का से मिला है उन सब में यही देखा गया है कि घूमने की दिशा ऐसी है जिसमें भूजाएँ केंद्र पर लिपटती हुई जान पड़ेंगी ।

सारे बँते समझते हैं—जोग कहते हैं कि सूरज आग का गोला है ; परन्तु गणना से पता चलता है कि यदि सूर्य का कुछ द्रव्य पत्थर का कोयला और उसमें जलने भर ऑक्सीजन होता तो भी सूर्य आज से न जाने कब जल कर मिट गया होगा । परन्तु हम पुरावनास्पति-विज्ञान (पॅलिपो-नॉटनी) से जानते हैं कि उन पत्थरों की आयु जिन में पीपों या जसुओं के अवशेष मिलते हैं, एब अरब वर्ष हैं । अब प्यान देने योग्य बात यह है कि पृथ्वी पर सब प्रकार के जीव सौर्य पानी के सापन्न पर सब जाते हैं और सब से अधिक ठंडे सापन्न पर भी जीवित नहीं रह सकते । इसलिए आज से १ अरब वर्ष पहले भी हमारा सूर्य बहुत-कुछ आग-जंघा रहा होगा ; न वह इतना गरम रहा होगा कि उसकी आँव से पृथ्वी पर पानी गोलने लगा रहा होगा ; न वह इतना ठंडा रहा होगा कि पृथ्वी सर्द की तरह ठंडी रही होगी । परन्तु यदि कोयला जलने से सूर्य में ताप उत्पन्न होता रहा होगा तो जितनी गर्मी सूर्य से निकलती है उतनी के लिए सूर्य को कुछ हजार वर्षों में ही भस्म हो जाना चाहिए था । इसलिए सूर्य में अग्नि होने का सिद्धांत अवश्य ही गलत है । एगमग गौ सर्प हुए जर्मन वैज्ञानिक हेरमहोल्ट्ज (Helmholtz) ने सुझाया कि सूर्य में गरमी सञ्चन के कारण उत्पन्न होती है । उगने सिद्ध किया कि यदि सूर्य की द्रव्या प्रतिवर्ष १४० फुट घटती जाय तो इतनी गरमी उत्पन्न होती रहेगी कि सूर्य ठंडा न होने पाए । उन समय तो सिद्धांत टीप जँचा, परन्तु जब इसकी गणना की गयी कि अनंत दूरी से मनुष्य होकर सूर्य वर्तमान अवस्था में कितने समय में पहुँचा होगा और यह मान लिया गया कि सञ्चन का वेग सदा इतना था कि सूर्य कभी भी वर्तमान अवस्था से बहुत अधिक ठंडा या गरम नहीं था, तो पता चला कि सूर्य इस प्रकार कुल ५ करोड़ वर्ष ही चमरता रहा होगा । इस सिद्धांत के अनुसार आज से दो करोड़ वर्ष पहले सूर्य इतना बड़ा रहा होगा कि वह पृथ्वी को घूना रहा होगा । पुरा-वनस्पति-विज्ञान से प्राप्त पृथ्वी की आयु की तुलना इस आयु से करने पर तुरत पता चलता है कि सञ्चन-सिद्धांत कभी ठीक ही नहीं सकता ।

इस उद्योतिपी इस उद्येद-सुन में पड़े रहे कि सूर्य ठंडा क्यो नहीं हो जाता ; उपर प्रसिद्ध आधुनिक वैज्ञानिक आइनस्टाइन ने अपना सापेक्षवाद प्रकाशित किया । इस सिद्धांत से बहुत-सी बातें जो अन्य किसी रीति से समझ में नहीं आती थी, समझ में आने लगीं । एब परिणाम इस सिद्धांत का यह भी है कि द्रव्य और शक्ति मौलिकत एव है । द्रव्य को शक्ति में परिवर्तन किया जा सकता है और जब ऐसा किया जायगा तो थोड़े-से द्रव्य से महान् शक्ति उत्पन्न होगी । ऐंम वम का बनना इस सिद्धांत का प्रत्यक्ष प्रमाण है । यदि सूर्य में एगमग ४२ लाख टन द्रव्य प्रति सेकंड शक्ति में परिवर्तित होता हो तो सूर्य ठंडा न होने पायेगा । प्रथम दृष्टि में तो यह जान पड़ता है कि ४२ लाख टन द्रव्य बहुत होता है और प्रति सेकंड इतना द्रव्य नष्ट होता रहेगा तो सूर्य सीध ही समाप्त हो जायगा ; परन्तु बात ऐसी नहीं है । सूर्य का कुल द्रव्यमान इतना अधिक है कि प्रति सेकंड ४२ लाख टन खर्च होने पर १५ अरब वर्षों में कुल द्रव्य का एब हजारवें भाग से कुछ

कम ही खर्च होगा। इसलिए बहुत सभ्य हैं कि सूर्य में गरमी इसी प्रकार उत्पन्न होती हो। या यों कहिय कि सूर्य पर प्रति सेकंड कई करोड़ ऐटम बम बनते और छूटते रहते हैं।

परन्तु एक कठिनाई के हल होते ही दूसरी यह उपस्थित होती है कि सूर्य अथवा अन्य तारों में द्रव्य का सक्रिय में परिवर्तन होता ही क्यों है; वही परिवर्तन पृथ्वी पर क्यों नहीं होता रहता? इसकी भी खोज की गयी है। वैज्ञानिकों का विचार है कि यह सूर्य के भीषण तापक्रम के कारण होता है। स्ट्रोमग्रेन (Stromgren) ने गणना से पता लगाया है कि सूर्य के केंद्र का तापक्रम लगभग २ करोड़ डिग्री सेंटीग्रेड होगा। सूर्य का केंद्र गैसीय होगा, परन्तु वहाँ घनत्व पारे का आठगुना होगा। वहाँ पर निपीड (प्रेशर) हमारे वायुमंडल के निपीड का १० अरब गुना होगा। ऐसी अवस्थिति में सभी ऐटम (अणु) टूटने लगते हैं। सभी ऐटमों के भीतर प्रोटन और नाभियाँ (न्यूक्लियस) रहती हैं और उनके नवीन सगठन से नवीन ऐटम बनते हैं। कौन-सा तत्व किस तत्व में परिवर्तित होगा, यह इस पर निर्भर है कि तापक्रम, निपीड आदि क्या हैं।

सापेक्षवाद और प्रोटन अदि का सिद्धांत अभी बहुत नया है। प्रति दिन नवीन बातों का पता चलता रहता है और सभ्य है किमो दिन ऐसी बातों का पता चले कि इन सब सिद्धांतों को बदलना पड़े; परन्तु इस समय तारों की चमक का रहस्य यों समझाया जा सकता है कि प्रारंभ में तारे अति विस्तृत और अति क्षीण गैस के विशालवायु गोलों होते हैं। गुरुत्वाकर्षण के कारण वे सिमटने लगते हैं, और, जैसा हेलमहोल्ड्स का सिद्धांत बताता है, उनमें गरमी उत्पन्न होने लगती है। जब तापक्रम लगभग ४ लाख डिग्री सेंटीग्रेड हो जाता है तो भारी हाइड्रोजन (हेवी हाइड्रोजन) और प्रोटनों में प्रतिक्रिया होने लगती है। जब तक भारी हाइड्रोजन रहता है तब तक यह क्रिया जारी रहती है और तारे का सकुचन रुका रहता है। सब भारी हाइड्रोजन को समाप्त हो जाने पर तारा गुरुत्वाकर्षण के कारण फिर सकुचित होने लगता है। जब तापक्रम २० लाख डिग्री हो जाता है तब लियियम के ऐटम टूटते हैं, फिर बेरिलियम और बोरन के। इन सब के चूक जाने पर तारा फिर सकुचित होने लगता है और तापक्रम बढ़ने लगता है। जब तापक्रम २ करोड़ डिग्री हो जाता है तो कार्बन के ऐटमों की पारी आती है। इसी प्रकार कभी सकुचन से, कभी ऐटमों के टूटने से, तापक्रम स्थिर रहता है या कुछ बढ़ता जाता है।

जब सब ऐसे पदार्थ समाप्त हो जाते हैं जिनके ऐटमों के टूटने से ताप उत्पन्न हो सकता है और सकुचित होते-होने तारा ऐसा सपन हो जाता है कि अब और सकुचन नहीं हो सकता, तो क्या होता है? सिद्धांत बताता है कि तब तारे ठंडे होने लगते हैं। बामन तारे वे हैं जो महत्तम तापक्रम और घनत्व प्रायः प्राप्त कर चुके हैं। वे अब धीरे-धीरे ठंडे हो जायेंगे और अन्त में अदृश्य हो जायेंगे। लगभग ४० ऐसे बामन तारे हमें ज्ञान हैं जो बहुत ही अधिक घनत्व के हैं। कुछ नए घनत्व तो पानी से १ लाख गुना अधिक हैं। इनमें सम्बन्ध सब ऐटम टूट-फूट गये हैं और एलेक्ट्रॉन और नाभियाँ बहुत कम स्थान में ठसाठस भर गयी हैं।



हमारे सूर्य का भविष्य क्या है ? यह भी हम गिद्धात पर बताया जा सकता है। गुरुद्वार की यात्राओं के लेखक ने उपोनिषदों की गिनती उदात्त रूप दिखा है कि एक बार गुरुद्वार लूटा देना में पहुँचा जहाँ यूरोप के प्राणों की अपेक्षा ज्योतिष अधिक उन्नत व्यवस्था में था। गुरुद्वार ने देना कि यहाँ के ज्योतिषियों का मत था कि "सूर्य अपनी रश्मियों को प्रतिदिन गर्म करता है, परन्तु उसे कोई मोक्ष नहीं मिलता, इसलिए अन्त में इसका पूर्णतया क्षय हो जायगा और इसका नामो-निशान भी न रहेगा।" \* \* \* "उन्हें धरावर इन सब आगमन गकटों और इन्हीं प्रकार की अन्य धारावाओं से हमारा दर लगा करता है कि ये न तो अपने विचार पर गुरु में ही मन्ते हैं और न तो उन्हें जीवा के मामान्य आनन्द उत्सवों में कोई रुचि रहती है। प्रायः जब उनकी भेंट किसी मित्र से होती है तो पहला प्रश्न सूर्य के स्वास्थ्य के विषय में होता है, 'उदय या अस्त होने समय यह कैसा था ?' "

परन्तु आपुनिक गिद्धान के अनुसार सूर्य में अन्ती पर्याप्त द्रव्य है जिससे वह अधिक गर्म हो सकता है। मभवत्त वहाँ का हाइड्रोजन धीरे-धीरे हीलियम में परिवर्तित होगा और इसमें तापक्रम धीरे-धीरे बढ़ेगा। सूर्य तब अधिक चमकीला और अधिक गरम हो जायगा। इससे पृथ्वी भी गरम हो जायगी। एन-एन बरोट जहाँ में पृथ्वी का तापक्रम लगभग एक डिग्री बढ़ेगा। समय पाकर पृथ्वी का सब जल सूख जायगा और यहाँ जीवन का लोप हो जायगा। आठ-दस अरब वर्षों में सूर्य महत्तम तापक्रम और चमक पर पहुँचेगा और तब उसकी वास्तविक चमक लुप्तपव (मिरियम) नामक तारे के वर्तमान वास्तविक चमक में भी अधिक हो जायगी। फिर सूर्य की चमक धीरे-धीरे घटेगी। यह द्रवित बामन जान पड़ेगा और हम पंद्रह बरोट वर्षों में ठंडा हो जायगा।

## पञ्चम अध्याय

### उत्पत्ति

अर्थात् नीहारिकाएँ हम से दूर जा रही हैं—अनुभव की बात है कि जब कोई वाइसिक्ल पर तेजी से हमारी ओर आता है और हमारी बगल से होता हुआ निबल जाता है तो घटी के स्वर में अंतर पड़ जाता है। कारण यह है कि जब घटी हमारी ओर आती रहती है तब हमारे पास उससे प्रति सेकंड ध्वनि की अधिक लहरें पहुँचती हैं। जब घटी हम से दूर जाती रहती है तब प्रति सेकंड हमारे पास कम लहरें पहुँचती हैं। लहरों की संख्या पर ही ध्वनि का मुर निर्भर है। इसी लिए जब घटी हमारी ओर आती रहती है तब उसका स्वर तीव्र जान पड़ता है, जब घटी दूर जाती रहती है तब उसका स्वर कोमल जान पड़ता है। वस्तुतः स्वर में कितना अंतर पड़ा इसे नाप कर हम घटी का वेग जान सकते हैं। स्वर के अंतर और ध्वनि उत्पादक के वेग का संबंध बताने वाला नियम ही डॉपलर सिद्धांत (Doppler's principle) कहलाता है।

जो बात ध्वनि के लिए सत्य है वही प्रकाश के लिए भी सत्य है, प्रकाश-उत्पादक के वेग के कारण प्रकाश का रंग बदल जाता है। पहले बताया जा चुका है कि तारों के वर्णपटो में काली रेखाएँ भी होती हैं। प्रकाश के वेग के अनुसार ये रेखाएँ अपने स्थान से हट जाती हैं। यदि ये रेखाएँ लाल की ओर हटें तो समझना चाहिए कि प्रकाश का उद्गम स्थान हमसे दूर जा रहा है, यदि ये रेखाएँ जलदी दिशा में विचलित हो तो यह परिणाम निकलता है कि उद्गम-स्थान हमारी ओर आ रहा है। उद्गम-स्थान का वेग जितना ही अधिक होगा, काली रेखाएँ अपने स्थान से उतनी ही दूर अधिक हटगी। इसलिए विचलन को नापने से उद्गम स्थान का वेग दृष्टिरेखा में जाना जा सकता है।

नीहारिकाओं में चमकीले तारे भी हैं जिन का वर्णपट खींचा जा सकता है और उनमें काली रेखाओं के विचलन का अध्ययन किया जा सकता है। देखा गया है कि सब नीहारिकाएँ हम से दूर भाग रही हैं और नीहारिका जितनी ही दूर है वह उतना ही अधिक वेग से हम से दूर भागती है। २० लाख प्रकाशवर्ष पर स्थित नीहारिकाएँ २०० मील प्रति सेकंड के वेग से दूर हो रही हैं, १ करोड़ प्रकाशवर्ष पर स्थित नीहारिकाएँ १००० मील प्रति सेकंड के वेग से दूर हो रही हैं। जब तक सौ, दो सौ, मील प्रति सेकंड के वेग से अधिक वेग का पता नहीं लगा था तब तक तो कोई संदेह नहीं हुआ, परंतु जब बड़े-से बड़े दूरदर्शकों से अत्यंत दूरस्थ नीहारिकाओं के तारों के वर्णपटों का फोटोग्राफ लिया गया और २० हजार मील प्रति सेकंड के वेग से भागती हुई नीहारिकाएँ मिली तब संदेह होने लगा कि कहीं कोई भूल तो नहीं हो रही है। अभी तक निश्चित रूप में नहीं कहा जा सकता कि असली बात क्या है, परंतु अधिकतर ज्योतिषी समझते हैं कि वर्णपट की काली रेखाएँ उद्गम स्थान के वेग के अतिरिक्त समस्त अन्य कारणों से भी विचलित हो सकती हैं। जिस प्रकाश को उद्गम-स्थान से चल कर हमारे पास आने में कई करोड़

वर्ष लगे हें उसमें कुछ अज्ञात गड़बड़ी हो जाने में अचरम ही क्या है । फिर, इतनी मद नीहारिकाओं के लिए अधिक सजिजाजाली दूरदर्शकों की आवश्यकता है । भविष्य ही बता गवेगा कि सच्चा कारण क्या है, परन्तु यदि नीहारिकाएँ इस प्रकार भाग रही हैं कि जो जितनी ही दूर हैं वह उतनी ही अधिक वेगवनी हें तो अवश्य नीहारिकाओं की दुनिया फँस रही है ; हमारा विश्व प्रसरणाशील है । आइनस्टाइन के सापेक्षावाद से यह भी परिणाम निकलता है कि दूरस्थ नीहारिकाओं को हम से दूर भागना चाहिए । इसलिए यह मानने में कि विश्व प्रसरणाशील है कुछ सहायता ही मिलती है । परन्तु सापेक्षावाद से यह भी परिणाम निकाला जा सकता है कि विश्व बारी-बारी से सिकुड़ेगा और फैलेगा । असल बात यह है कि हम अभी कई बातें ठीक-ठीक नहीं जानते और कल्पना से कुछ बातें ठीक मान कर उन पर सापेक्षावाद का प्रयोग करने हैं । इसीलिए परिणाम भी विश्वसनीय नहीं निकलता ।

हार्लो शैपला के हारलो शैपली (Harlow Shapley) का विश्वास है कि विश्व यस्तुतः फैल रहा है । विश्व का आयम सवा अरब वर्ष में दुगुना हो जायगा । यह तो भविष्य की बात है । यदि भूतकाल में भी नीहारिकाओं का यही वेग रहा होगा तो आज से लगभग दो अरब वर्ष पहले सब नीहारिकाएँ पास-पास रही होंगी । यदि हमारा यह सिद्धांत ठीक है तो हम मान सकते हैं कि विश्व की उत्पत्ति उसी समय हुई होगी । उस समय तारे एक दूसरे से भिड़ भी जाया करने रहे होंगे । उन्हीं के टूटे-कूटे खंडों से समबल, पृथ्वी तथा अन्य ग्रह बने होंगे । इस प्रकार हमें विश्व की उत्पत्ति के लिए एक विद्वान और विश्व की आयु जानने के लिये एक मार्ग मिल जाता है ।

पृथ्वी पर के पत्थरों के अध्ययन से भूगर्भ वैज्ञानिक बताते हैं कि हमारे पुराने-से-पुराने पत्थर अरब वर्ष पुराने होंगे । इस प्रकार भूगर्भ विज्ञान से भी विश्व की आयु के लगभग दो अरब वर्ष होने के सिद्धांत का समर्थन होता है । फिर, तारापुत्रों से भी हमारी भवविनी-संस्था की आयु लगभग इतनी ही निकलती है ।

परन्तु सब कुछ होने हुए भी यह विश्वास करने की जो नब्बे चाहता कि विश्व की आयु वही है जो पृथ्वी के पत्थरों की है । इन सिद्धांतों की नींव ऐसी पक्की नहीं पड़ी है कि उनके सब परिणामों को हम निश्चित हो कर मान लें, और फिर यह प्रश्न तो बिना उत्तर के रह ही जाता है कि जब सब नीहारिकाएँ साथ थीं तो क्या हुआ कि वे दूर भागन लगीं । कोई भीपण विस्फोट हुआ होगा, परन्तु ऐसा विस्फोट क्यों हुआ ? इसके विपरीत, एडिंगटन तथा अनेक वैज्ञानिकों का विचार है कि आरम्भ में सर्वत्र प्रायः एक ही से द्रव्य फैला रहा होगा और विश्व की उत्पत्ति उसी से हुई होगी ।

विश्व की उत्पत्ति—गुरुत्वाकर्षण का पता न्यूटन (Newton) ने लगाया । न्यूटन बहुत दिनों से इस प्रश्न पर विचार कर रहा था कि चंद्रमा, पृथ्वी, तथा अन्य ग्रह क्यों वृत्ताकार पथों में चलते हैं ; सरल रेखा में वे क्यों नहीं चलते । कहा जाता है कि एक दिन सेब के पेड़ से सेब को टपकते देखकर उसे यह बात सूझी कि जैसे पृथ्वी सेब को अपनी ओर खींचती

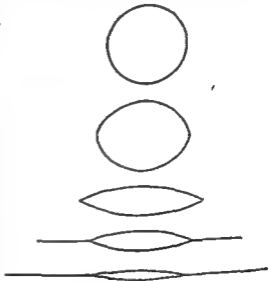
है उसी प्रकार विस्व के सभी पिंड अन्य पिंडों को अपनी ओर धींचते हैं। पीछे, गणित द्वारा उसने सिद्ध किया कि यही खिंचाव, जिसे गुरुत्वाकर्षण कहते हैं, चंद्रमा को वृत्ताकार मार्ग में चलाकर पृथ्वी की प्रदक्षिणा करने के लिए वाध्य करता है। यही शक्ति पृथ्वी को सूर्य के चारों ओर घूमने के लिए वाध्य करती है। न्यूटन का विचार था कि आरम्भ में द्रव्य अनंत दूरी तक सम रूप से वितरा हुआ था और गुरुत्वाकर्षण के कारण स्थान-स्थान पर सिमट गया और इस प्रकार विविध पिंड (ग्रह और तारे) बन गये। न्यूटन ने यह विचार स्पष्ट रूप से सन् १६९२ में एन पत्र में प्रकट किया था। लगभग ६० वर्ष पीछे दार्शनिक कंट (Kant) ने भी यही सिद्धांत प्रस्तुत किया। उसका विचार था कि जिस प्रकार निशाने पर गोली के आघात से गोली गरम हो जाती है उसी प्रकार केंद्रीय पिंडों पर नवीन द्रव्य के आ गिरने से द्रव्य इतना गरम हो जाता है कि उसमें चमक उत्पन्न हो जाती है। तारे इसी प्रकार उत्पन्न हुए होंगे। कंट भी यह भी धारणा थी कि कणों के आघात से पिंड घूमने लगे। परंतु आधुनिक विज्ञान के मत से यह बात असंभव है। आघात से ताप अवश्य उत्पन्न होता है, घूमना नहीं। यदि आरम्भ में पिंड घूमता रहा हो तो सकुचित होने पर वह अधिन वेग से घूमने लगेगा, परंतु यदि आरम्भ में वह न घूमता रहा हो तो केवल सकुचित होने से उसमें घूमने की योग्यता नहीं आ जायगी। कंट के सिद्धांत से मिलता-जुलता, परंतु गणित के दृष्टिकोण से उससे बड़ी अन्धा, एक नवीन सिद्धांत महान् गणितज्ञ लाप्लास (Laplace) ने उपस्थित किया। इसे नीहारिका-सिद्धांत (नेब्युलर हाइपोथैसिस) कहते हैं। यह लगभग १०० वर्षों तक निर्दोष माना गया।

लाप्लास का नीहारिका सिद्धांत—लाप्लास ने कंट के सिद्धांत से लाभ उठाया हो, ऐसा नहीं जान पड़ता। समस्त उसने स्वतंत्र रूप से अपना सिद्धांत बनाया। यह सिद्धांत १७९६ में प्रकाशित हुआ। लाप्लास का मत था कि आरम्भ में कोई बड़ी-सी नीहारिका थी, जो अपनी धुरी पर नाच रही थी। उसका विचार था कि यह नीहारिका अत्यंत तप्त थी और विकिरण के कारण जैसे-जैसे यह ठंडी हुई तैसे तैसे यह छोटी होती गयी। छोटी होने के कारण यह अधिक वेग से नाचने लगी, क्योंकि गति सिद्धांत बताता है कि कोणीय आवेग (ऐंगुलर मोमेंटम) का नाश नहीं हो सकता। लाप्लास ने सोचा कि इस प्रकार नीहारिका क्रमानुसार अधिकाधिक वेग से नाचने लगी। गणित बताता है कि तरल या मैसोय गोल पिंड नाचने रहने पर गोल नहीं रह सकता। वह चिपटा हो जायगा। उसकी आकृति नारंगी के समान हो जायगी जिसे गणित में गोलाभ (स्फेरॉयड) कहते हैं। पृथ्वी को आकृति भी गोलाभ है और कारण यही जान पड़ता है कि जब पृथ्वी अधिक तप्त और समवन तरल या नरम थी उस समय नाचने रहने के कारण पृथ्वी का ऐसा रूप हो गया होगा। सभी अन्य ग्रहों का रूप भी गोलाभ है। यदि पृथ्वी आज अपने अक्ष पर नाचना बन्द कर दे तो समुद्र का जल पूर्णतया गोल रूप धारण कर लेगा। इस समय उसका रूप गोलाभ है। भूमध्य रेखा पर पृथ्वी के केंद्र से पानी की सतह अधिक दूर है और ध्रुवों के पास कम दूर। ऐसा इसी कारण है कि भूमध्य रेखा के पास जल अधिक बल से छिटक जाना चाहता है क्योंकि वह अक्ष से अधिक दूरी पर है। यदि पृथ्वी पर्याप्त अधिक वेग से नाचने लगे तो यह पानी अवश्य छटक कर दूर चला जायगा। नाचते हुए पिंड में अक्ष से द्रव्य के दूर भाग के

भागने की प्रवृत्ति को समझने के लिए देखें कि धारमानों में धीनी के रवों से प्रल दूर करने के लिए छिद्रमय धरता में गोली धीनी को रण कर उसे जोर से नचाया जाता है, और मरकत तथा दूध को अलग करने के लिए भी ऐसी ही मशीनों का प्रयोग किया जाता है जिसमें दूध वेग से नाचने लगता है ।

लाप्लास की धारणा थी कि जब मीहारिका वेग से नाचने लगी तो इसमें से पदार्थ छटना और वही केंद्रीभूत होकर ग्रहों में परिवर्तित हो गया । वही धारण है कि सभी ग्रह सूर्यमध्य रेखा के परासल में हैं । लाप्लास का विचार था कि जैसे सूर्य से ग्रह बने उसी प्रकार ग्रहों से उपग्रह बने । बहुत दिनों तक यह सिद्धांत ठीक माना जाता था, परन्तु अब वैश्व तथा गणना से कई बातों का पता चला है जो इस सिद्धांत के प्रतिबल पड़ती हैं । लाप्लास का सिद्धांत गणित का दृष्टिकोण से ठीक है, परन्तु सूर्य और ग्रहों पर ठीक नहीं बँटता । इसलिए स्वीकार करना पड़ता है कि कम-से-कम सौर-जगत् की (अर्थात् सूर्य तथा ग्रहों की) उत्पत्ति लाप्लास सिद्धांत के अनुसार नहीं हुई है । परन्तु इस सिद्धांत के अनु-गार ग्रहाण्टी की उत्पत्ति, अर्थात् हमारी मदाविनी-सत्त्वा तथा भगग मीहारिकाओं की उत्पत्ति, अधिक सम्भव है ।

ऊपर इस पर विचार किया गया है कि नाचते रहने पर सरल या गैसीय पिंड गोलाभ रूप धारण कर लेता है । आपुनिक गणित बताता है कि यदि अधिकतर द्रव्य केंद्र के पास हो तो नाचने का वेग बढ़ने पर पिंड की आकृति गोलाभ न रह जायगी । इसका मध्य भाग अधिक दूर तक विस्तृत हो जायगा और पिंड बहुत चिपटा हो जायगा । वस्तुतः पिंड की आकृति फूली हुई रोटी के समान ही जायगी । मध्यरेखा नुकीली रहेगी, गोलाभ के मध्य भाग के समान वह अतीक्षण नहीं रहेगी । गणित बताता है कि घूमने के वेग में अधिक वृद्धि होने पर मध्यरेखा से द्रव्य छिटकने लगेगा । पिंड अब इतने वेग से नाच रहा है कि छटक जाने की प्रवृत्ति वहाँ की आकर्षण शक्ति से अधिक है । इसलिए द्रव्य छटवता जाता है । अब पिंड के नाचने का वेग चाहे कितना भी बढ़े, पिंड की आकृति नहीं बदलती, केवल अधिकाधिक द्रव्य घटता जाता है । इन्हीं



सपने अल पर नाचते हुए पिंड का रूप ।

वेग बढ़ रहे पर पिंड शोकाकार रहता है । जैसे-जैसे वेग बढ़ता है पिंड चिपटा होता जाता है अंत में छत्र से द्रव्य बटवने लगता है ।

छिटकने लगेगा । पिंड अब इतने वेग से नाच रहा है कि छटक जाने की प्रवृत्ति वहाँ की आकर्षण शक्ति से अधिक है । इसलिए द्रव्य छटवता जाता है । अब पिंड के नाचने का वेग चाहे कितना भी बढ़े, पिंड की आकृति नहीं बदलती, केवल अधिकाधिक द्रव्य घटता जाता है । इन्हीं

परिणामो के आधार पर सर जेम्स जीन्स (Jeans) ने अपना सिद्धांत बनाया, जिसका विवरण नीचे दिया जाता है ।

**जीन्स का सिद्धांत—**जीन्स ने न्यूटन की तरह यह माना कि आरम्भ में द्रव्य बहुत दूर तक, प्रायः अनन्त दूर तक, सम रूप से, फैला हुआ था । जीन्स ने गणित द्वारा यह सोज की कि इस प्रकार बिखरे द्रव्य से यदि पिंड बनेंगे तो कितने बड़े-बड़े और कितनी दूर-दूर पर । जीन्स ने पहले इसकी गणना की कि यदि ऐसे माध्यम में लहरें उठें तो उनकी लहर-लंबाई क्या होगी, लहरें कितनी बड़ी रहेंगी तो द्रव्य वही सिमट जायगा, वही फट जायगा ; द्रव्य का घनत्व क्या रहा होगा, तापक्रम क्या रहा होगा, इत्यादि । हबल (Hubble) की गणनाओं से यह ज्ञात है कि यदि अंतरिक्ष में सब तारों और नीहारिकाओं का द्रव्य पीस कर इस प्रकार बिखरे दिया जाय कि सब जगह घनत्व बराबर हो जाय तो प्रति घन इंच १ ग्राम (लगभग १ मागा) का  $10^{11}$ वाँ भाग द्रव्य होगा ।  $10^{11}$  का अर्थ है कि १ की दाहिनी ओर ३२ शून्य लिखे जायें । दूसरे शब्दों में  $10000$  घन गज में लगभग एक अणु द्रव्य होगा । ऐसे द्रव्य पर गणित लगाने से यह परिणाम निकलता है कि जब द्रव्य घनीभूत होगा तो तारों से वही भारी (करोड़, दस करोड़ गुना भारी) पिंड बनेंगे । इसलिए अनुमान किया जाता है कि आरम्भ में तारे न बने होंगे, नीहारिकाएँ बनी होंगी ।

नीहारिकाओं के विकास पर पहले विचार किया जा चुका है, इसलिए वे बातें यहाँ दुहराई न जायेंगी । नीहारिकाओं के फोटोग्राफों में गोल और प्रायः गोल से लेकर चिपटी गोलाभ तथा धारदार मध्यरेखा वाली नीहारिकाएँ सभी मिलती हैं । केंद्रीय गोल या गोलाभ भाग को घरे हुए जो पदार्थ रहता है उसकी मोटाई बहुत कम प्रतीत होती है । इन सब बातों से विश्वास दृढ़ हो जाता है कि जीन्स की कल्पना के अनुसार ही नीहारिकाओं का जन्म हुआ है । जीन्स का कहना है कि जैसे हमारे वायुमंडल में पवन बहा करता है, उसी प्रकार हमारे सभ्य विखरे प्रारम्भिक द्रव्य में भी वही धीरे, कहीं प्रचंड वेग से पवन बहता रहा होगा, उसमें आधी आती रही होगी, बबडर उठते रहे होंगे । इसी से पृथक् पृथक् नीहारिकाओं में चक्कर किसी में कम किसी में अधिक उत्पन्न होगया होगा ।

**तारों की उत्पत्ति—**जीन्स ने अनुमान किया है कि वेग बढने पर नीहारिकाओं से जो द्रव्य छटका होगा उसका घनत्व प्राथमिक द्रव्य के घनत्व से  $10$  बरख गुना अधिक रहा होगा, और इसलिए लहरों के तरंग-दैर्घ्य पहले की अपक्षा छोटे रहें होंगे । यथना से पता चलता है कि ऐसे पदार्थ से जो पिंड बने होंगे उनका द्रव्यमान तारों के द्रव्यमान के बराबर रहा होगा । इसलिए अब ज्योतिषियों की धारणा है कि तारे सपिल नीहारिकाओं की भुजाओं में उत्पन्न होते हैं । वास्तविक नीहारिकाओं की भुजाओं में तारों का पाया जाना इस बात का समर्थन करता है ।

**तारायुग्मों की उत्पत्ति—**तारों का जन्म तब तो लाप्लास और जीन्स के सिद्धान्तों में विशेष भ्रंश नहीं है । जीन्स ने गणित में अधिक सहायता ली है, लाप्लास ने कई बातों को केवल कल्पना

पर ही आश्रित छोड़ दिया था। परंतु सूर्य ने ग्रहों की उत्पत्ति बंभे हुई द्रव पर जीन्स का मत्र मर्त्या विभिन्न है।

जीन्स का महत्ता है कि जन्म के बाद तारा सञ्चलित होता चला जाता है और जब तब उग्र या बंद तरलों के समान बना नहीं हो जाता, तब तब छोटे ही जाने के अतिरिक्त उसमें कोई विशेष परिवर्तन नहीं होता। यदि कुछ पदार्थ छटना भी है तो वह पनीभूत नहीं हो पाता, टोप घेरे ही जैसे रवद के गूध्वारे से निपलने पर गैंग पनीभूत नहीं होती। पनीभूत होने के लिए बहुत द्रव्य चाहिए। सभी आकर्षण-शक्ति इतनी हो पाती है कि उग्र गैंग की प्रसरणशीला को दबा सके। जब तारे का पनस्प तरलों के समान हो जाता है तब उसमें वे गव विचार उत्पन्न होते हैं जो तरलों में हो गजने हैं। जीन्स के गणित के अनुसार यदि तरल का गोल पिंड घीरे-घीरे नाचने लगें तो पिंड की आकृति गोलाभ हो जायगी, अर्थात् पिंड नारंगी की तरह कुछ चिपटा हो जायगा। नाचने का वेग जितना ही बड़ेसा चिपटापन उतना ही बढ़ेगा, परंतु जब छोटा अल मध्यरेखा के व्यास का मन्त-द्वन्द्वनाम हो जायगा (अर्थात् उग्रता ७/१२ हो जायगा) तो पिंड उसके बाद अधिक चिपटा नहीं होगा। इतने बढ़ते पिंड बढ़ावार होने लगेंगे। इसकी आकृति यह हो जायगी जिसे गणित में तीन अग्रम उद्यो वाला दीर्घवृत्ताभ (एलिप्सॉयड) कहते हैं। वेग और बढ़ने पर पिंड की लंबाई बढ़नी जायगी, यही तब कि लंबा अल सब से छोटे अल का तिरुना हो जायगा। इस अवस्था में पिंड में हलकल भवने लगनी है। बीच से थोड़ा हट कर पिंड में बमर-गी बन जाती है, जिससे पिंड तुवा-मा लगने लगता है। कभी एन सिरा बडना है, कभी दूमरा, और इन मत्र आन्दोलनों का परिणाम यह होता है कि पिंड दो क्षणों में टूट जाता है। विश्वास किया जाता है कि युग्मतारे इसी प्रकार उत्पन्न हुए हैं। जीन्स ने गणित से सिद्ध किया है कि गैमीय पिंड इस रीति से दो क्षणों में नहीं विभक्त हो सकता, केवल तरल पिंड में ही ऐसा विकास हो सकता है।

जी० एच० डार्विन (Darwin) ने सिद्ध किया है कि विभक्त होने के बाद प्रत्येक पिंड में दूमरे के कारण उचार-भाटाएँ उत्पन्न होगी, जिनके कारण ऊर्जा (एनर्जी) का ह्रास होगा और पिंडों के बीच की दूरी बढ़ेगी। विकिरण के कारण सापेक्षवाद के अनुसार पिंडों का द्रव्यमान भी घटता है और जीन्स ने सिद्ध किया है कि इस कारण से भी पिंड अधिक दूर होते जायेंगे। फिर, जब-जब कोई दूमरा तारा किसी युग्मतारे के पास से होकर निकल जाता है, तब-तब युग्मतारे के सदस्यों की परस्पर दूरी कुछ बढ़ जाती है। इस प्रकार धीरे-धीरे उनके बीच में उतनी दूरी उत्पन्न हो जाती है जितनी बहुधा देखने में आती है।

ग्रहों की उत्पत्ति—नीहारिकाओं और तारों की उत्पत्ति पर तो हम विचार कर चुके, अब देखना चाहिए कि ग्रह कैसे उत्पन्न हुए होंगे। ग्रहों की उत्पत्ति न तो प्राथमिक नीहारिका से हुई होगी, न सूर्य के दो भागों में खण्डित होने से। नीहारिका से ग्रहों की उत्पत्ति हुई होनी तो प्रह बहुत बड़े होने, बस्तुतः वे तारे होंगे। यदि वे सूर्य के खण्डित होने से उत्पन्न हुए होते तो

वे सूर्य से बहुत छोटे न होते। युग्मतारों में बड़ा तारा छोटे के चौगुना तक ही देखने में आया है, परन्तु सूर्य तो वृहस्पति से १००० गुना अधिक भारी है, बुध से ८० लाख गुना भारी है। इस लिए ग्रहों की उत्पत्ति किसी दूसरी रीति से हुई होगी। इसके समर्थन में यह भी याद रखने योग्य है कि हमारा सूर्य अपनी घुरी पर बहुत कम वेग से नाचता है। ग्रहों में भी आवेग (मोमेंटम) कम है। इसलिए कोई लक्षण नहीं दिखाई पड़ता कि ग्रह पूर्वोक्त रीति से सूर्य के खिंचे होने पर बने हैं। जोन्स वा बिदवास है कि किसी समय कोई अन्य तारा हमारे सूर्य के पास से होता हुआ निकल गया। उसी के आवर्षण से कुछ द्रव्य, जैसा नीचे विस्तार से समझाया जाएगा, सूर्य से नुच गया। इसी द्रव्य से ग्रह बने।

ज्वार-भाटा सिद्धांत—सूर्य कई अरब वर्षों से अंतरिक्ष में चल रहा है। अन्य तारे भी चलते ही रहते हैं। इसलिए असंभव नहीं जान पड़ता कि अत्यंत प्राचीन काल में कभी कोई दूसरा तारा सूर्य के पास होता हुआ निकल गया हो। जिस प्रकार पृथ्वी के निकट होने के कारण चंद्रमा पृथ्वी पर ज्वार-भाटा उत्पन्न करता है, उसी प्रकार इस बाहरी तारे ने सूर्य पर ज्वार-भाटा उत्पन्न किया होगा। उस समय हमारे सूर्य के पास पृथ्वी आदि ग्रह न रहे होंगे। यदि तारा सूर्य की त्रिज्या (अर्धव्यास) की तिगुनी से अधिक दूरी पर से हो कर निकलता, तो ज्वार-भाटा से उठा पदार्थ फिर बँठ जाता, परन्तु वह सूर्य के अधिक निकट से होकर गया होगा। गणित बताता है कि ऐसी अवस्था में ज्वार-भाटा के कारण उठा पदार्थ छटक कर पृथक् हो गया होगा। जोन्स का कहना है कि इसी प्रकार छटके पदार्थ से ग्रह उत्पन्न हुए हैं। इसका समर्थन इस बात से होता है कि गणित के अनुसार छटका पदार्थ जब सिमटेगा तब लगभग उतने ही बड़े पिंड बनेंगे जितने बड़े ग्रह घस्तुत हैं। उपग्रहों की उत्पत्ति भी इसी प्रकार हुई होगी, क्योंकि ग्रहों के बनते ही उन में सूर्य के कारण ज्वार-भाटा उठा होगा और कुछ पदार्थ छटका होगा। परन्तु उपग्रहों के भी उपग्रह इसलिए न बन पाये होंगे कि उपग्रहों में द्रव्य कम है, वे शीघ्र ठंडे हो गये होंगे।

केवल इतना ही नहीं हुआ कि ग्रह और उपग्रह बने। अवश्य ही कुछ द्रव्य चूर्ण के रूप में बिपरा रह गया। यह सब द्रव्य धीरे धीरे किसी न किसी ग्रह में जा गिरा। इसका परिणाम गणितानुसार यह होता है कि दीर्घवृत्त में चलने वाले ग्रह प्रायः वृत्ताकार मार्गों में चलने लगते हैं। वर्तमान ग्रह सभी लगभग वृत्ता में ही चलते हैं। पदार्थ जा गिरने के कारण ग्रहों के मार्ग कुछ अधिक बड़े भी हो गये होंगे। समय पा कर प्रायः सभी पदार्थ ग्रह में या सूर्य में जा गिरा होगा और अंतरिक्ष स्वच्छ हो गया होगा। सूर्य के पास अब भी कुछ धूल-भी है, जो सूर्य के प्रकाश से दीप्तिमान होने के कारण रात्रिचक्र-प्रकाश (जोडाइएनल लाइट) के रूप में हमें दिखाई पड़ती है। संभव है यह उसी पदार्थ का अवशेष हो जिससे ग्रह बने हैं।

इस पर भी विचार किया गया है कि हमारे और जगत् की आयु क्या होगी। जफरीज (Jeffreys) ने हिसाब लगाया है कि मोटे हिसाब से ग्रहों की वर्तमान परिस्थिति में जाने में ७ अरब वर्ष लगे होंगे। हम पहले देख चुके हैं कि पृथ्वी की आयु भूमग विज्ञान के आधार पर लगभग २ अरब वर्ष है। इसलिए दोना एन दूसरा वा समर्थन करते हैं। परन्तु अन्य कई बातें



हैं जिन्हें यह ज्वारभाटा-गिद्धात ठीक-ठीक नहीं समझा जाता। इसलिये कोई निश्चित होकर नहीं कह सकता कि ज्वारभाटा-गिद्धात ठीक ही है; तो भी पर्याप्त अवस्था में यही गिद्धात गवने अधिन उपपन्न प्रतीत होता है।

जीव का बिस्वास है कि जैसे धन्य उपग्रहों का जन्म उनके ग्रहों के जन्म के प्रायः छाप ही हुआ उसी प्रकार चन्द्रमा का भी जन्म पृथ्वी के जन्म के प्रायः माय ही हुआ होगा। परन्तु जीम के पहले जी० एच० शारवि ने यह सिद्धांत उपस्था किया था कि आरम्भ में, जब पृथ्वी ठण्ड थी, सूर्य के कारण पृथ्वी पर ज्वार-भाटा उत्पन्न होता रहा होगा। ऐसे ज्वार-भाटा का चक्राल सूर्य से पृथ्वी की दूरी पर निर्भर है। ऊपर हम देख चुके हैं कि आरम्भ में पृथ्वी तथा सब अणु वहाँ की दूरी सूर्य से यद्वी जा रही थी। इसलिए सम्भव है कि निम्नी जमानों में पृथ्वी के ज्वार-भाटा का चक्राल ठीक उस काल के बराबर हो गया हो जितने में उस समय पृथ्वी सूर्य के चारों ओर एक घाट प्रदक्षिणा करती थी। उस समय अनुवाद (रेडॉनंग) के सिद्धान्तानुसार ज्वार-भाटा की ऊँचाई इतनी बढ़ गई होगी कि काफी पदार्थ छटक कर अलग हो गया होगा। यही पदार्थ पीछे सिमट कर चन्द्रमा हो गया होगा। जेफरीज ने इस प्रश्न की जीव सविस्तर की है और यह परिणाम निराला है कि ऐसा होना बहुत सम्भव है। अधिन वेग से नावने के कारण परि आदि काल में ही पृथ्वी लघित होती तो चन्द्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान से बहुत कम न होगा। परन्तु चन्द्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी के अस्वीं भाग (१/८०) से कुछ कम है। इसलिए पृथ्वी के अधिन वेग से मानने के कारण चन्द्रमा न उत्पन्न हुआ होगा। यद्यपि डारविन और जेफरीज का सिद्धांत गणित के अनुसार ठीक है तो भी अधिन सम्भव है कि ग्रहों की उत्पत्ति के समय ही बाहरी तारे, सूर्य और छठके पदार्थ की नाव-खनौट में पृथ्वी से चन्द्रमा के बराबर मात्र अलग हो गया हो और उसी समय चन्द्रमा का जन्म हुआ हो।

अन्य सौर-जगत् की सम्भावना—दसकी भी गणना की गई है कि हमारे सूर्य और किसी तारे, या किन्हीं भी दो तारा, के इतने पास आ जाने की क्या सम्भावना है कि प्रहादि उत्पन्न हो सकें। जितने स्थान में जितने तारे हैं और वे किस वेग से चलते हैं वह बात ही है। इसलिये दो तारों की मुठभट्ट की सम्भावना गणना द्वारा नात की जा सकती है। यद्यपि सूर्य तथा तारा के उत्पन्न हुए कई अरब वर्ष हो गये हैं तो भी तारे एक-दूसरे से इतनी दूर-दूर पर हैं कि मुठभट्ट की सम्भावना बहुत कम है और इसलिए बहुत कम तारों के पास ग्रह होंगे। महेले लोगों की अस्वी की कि प्रत्येक तारे के आस-पास ग्रह होंगे, परन्तु पूर्वोक्त गणना के अनुसार जान पड़ता है कि प्रति दस लाख तारा में केवल एक के पास ग्रह और उपग्रह होंगे।

भविष्य—यदि सौर-जगत् की उत्पत्ति हमारे सूर्य और किसी तारे के मुठभट्ट से हुई तो क्या यह सम्भव नहीं है कि भविष्य में सौर-जगत् का अंत भी किन्हीं ऐसी ही मुठभट्ट से हो? ऐसा होना यद्यपि सम्भव नहीं है, जो भी इस की सम्भावना बहुत कम है। नस्तुत पुल सम्भावना इतनी ही है कि औसतन  $2 \times 10^4$ , अर्थात् २,००,००,००,००,००,००,००० वर्षों में एक

मुठभेड होगी। इसके लिए क्या हाय-हाय किया जाय ? इससे कही अधिक सभव है कि हमारा सूर्य धीरे-धीरे अधिक तप्त हो जायगा और इसलिए पृथ्वी पर जीवन का अंत हो जायगा।

तारा-पुजो के भविष्य में क्या है ? क्या वे सदा पुज के रूप में ही बने रहेंगे ? इस प्रश्न का उत्तर भी गणित से मिला है। तारो में वेग है। इसलिए प्रत्येक दो तारो की दूरी सदा एक-सी नहीं बनी रहती है। तारो के बीच गुरुत्वाकर्षण रहता है। दूरी के अनुसार गुरुत्वाकर्षण कम या अधिक रहता है, परंतु प्रभाव सदा यही पड़ता है कि शीघ्रगामी तारे का वेग कुछ घट जाता है, मद गति से चलने वाले तारे का वेग कुछ अधिक हो जाता है। तारापुजो के तारो पर बाहरी तारो का भी ऐसा प्रभाव पड़ेगा कि धीरे-धीरे पुज बिखर जायगा। रोहिणी तारापुज हमारे पास है। इस पुज का सब से घना भाग हम से कुल १३० प्रकाश वर्ष पर है। इस पुज के प्रत्येक सदस्य को हम जानते हैं। प्रायः सभी सदस्य एक दूसरे के समानांतर और लगभग एक ही वेग से जा रहे हैं। आगामी अरब वर्षों में इस पुज की गति क्या होगी हम गणित द्वारा बता सकते हैं। धीरे-धीरे इस के सदस्य बिखर जायेंगे और अरब वर्षों में वे उत्तरी-ही-उत्तरी दूरी पर छिटक जायेंगे जितनी-जितनी पर सूर्य के आस-पास तारे छिटके हुए हैं। तारापुज का शीघ्र बिखरना मुमक नहीं है। जो सदस्य बाहरी तारे के आकर्षण से कुछ अधिक विचलित हो जाता है उसे पुज के अन्य सदस्य अपनी ओर खींच लाने की चेष्टा करते हैं। बात कुछ वैसी ही है जैसे ज्वार-भाटा के उठने में हैं। बाहरी पिंड के आकर्षण से ज्वार-भाटा उत्पन्न होता है, परंतु बाहरी पिंड के हट जाने पर ज्वार-भाटा बैठ जाता है, इसी प्रकार किसी बाहरी तारे के समीप आ जाने पर पुज के तारे उससे कुछ विचलित हो जाते हैं, परंतु बाहरी तारे के दूर चले जाने पर वे फिर प्रायः पुरानी जगह आ जाते हैं, तो भी कुछ प्रभाव स्थायी रूप से सदा के लिए पड़ ही जाता है। पुज थोड़ा बिखर जाता है। कुछ तारापुजा में इतना कम द्रव्य है कि वे शीघ्र तितर वितर हो जायेंगे, परंतु रोहिणी-तारापुज स्याई समतुलन में (स्टेबुल) है। यह शीघ्र न बिखरेगा। अनुमान किया गया है कि इसके इतना बिखरने में कि यह पहचान न पड़े ५ अरब वर्ष लगेंगे। श्रुतिका तारापुज रोहिणी-तारापुज से अधिक घना है। इसके विलीन होने में अधिक समय लगेगा, समवत २० अरब वर्ष लगेंगे। गोलाकार तारापुज समवत कभी न विलीन होंगे।

यह भी प्रश्न उठता है कि क्या नये तारापुज बन सकते हैं। गणित का उत्तर यही है कि यह प्रायः असभव है। बाहरी तारे आते जायें और एक दूसरे के आकर्षण में उलझ कर तारा-पुजो का निर्माण करें यह अनहोनी-सी बात जान पड़ती है। इसलिए समय पाकर तारापुजो का विनाश ही होगा। उनके स्थान पर नवीन तारापुज न आ सकेंगे।

अब यह प्रश्न उठता है कि जब विद्व की सृष्टि हुई तो क्या आज से बहुत अधिक तारापुज थे। इसका उत्तर इस पर निर्भर है कि विद्व की सृष्टि कब हुई। हम इस प्रश्न को उलट कर पूछें तो अधिक लाभदायक उत्तर मिलता है। प्रश्न यह होगा कि वर्तमान तारापुजो की देखते हुए क्या यह नहीं बताया जा सकता कि विद्व अधिक-से-अधिक जितना पुराना होगा ? यदि

विद्वय बहुत ही पुराना होगा तो सभी तारापुंज अब तक विलीन हो गये होंगे । अब भी तारापुंज हैं, यह इस बात का प्रमाण है कि हमारा विद्वय अनतकाल से ही नहीं चला आया है । वस्तुतः गणना से पता चलता है कि हमारा विद्वय १० अरब वर्षों से अथिब प्राचीन नहीं है । इसकी तुलना भूगर्भ-विज्ञान से प्राप्त आयु से करने पर हम देखते हैं कि प्रायः सभी दृष्टि-नीकों से विद्वय की आयु कुछ अरब वर्षों जान पड़ती है ।

### सारांश

इस पुस्तक को समाप्त करने के पहले हम नीहारिका-मन्त्रियों ज्ञान का सारांश दे देना चाहते हैं ।

सूर्य के चारों ओर ग्रह प्रदक्षिणा करते हैं । इन ग्रहों में से एक ग्रह पृथ्वी है । पृथ्वी सूर्य से सबसे नजदीक की ओर है । गणित भी क्या आश्चर्यजनक विद्या है कि यही-ने-यही सन्ध्या-ओं को छोड़ें में प्रकट कर लेनी हैं । लक्ष्मी या करोड़पती धन से परिचित होने के कारण, या भारत सरकार के बजट में कई अरब रुपये की खर्चा गुनन-मुनते, अथवा पिछले अम्मायों में कई अरब वर्षों या कई सत्रह मील के उल्लेख से, समझें हैं पाठक सवा नी कराह मील को कुछ विशेष अथिब न समझें । परतु है यह सन्ध्या बहुत बड़ी । यदि हम रेलगाड़ी से सूर्य तक जाना चाहें और यह गाड़ी बिना रुके हुए बराबर टाक गाड़ी की तरह ६० मील प्रति घंटे के हिमाब से चलती जाय तो हमें वहाँ तक पहुँचने में (यदि हम मार्ग में भ्रम न हो जायें, या बुझारे के कारण हमारी मृत्यु न हो जाय) १७५ वर्ष से कम न लगेगा । रेलगाड़े के वर्तमान दर से तीसरे दरजे से आने-जाने का खर्च अठ्ठावन लाख रूपया हो जायगा । इस यात्रा के लिए यदि स्टेशन-मास्टर मोट लेना न स्वीकार करे और सोना १०० रुपया प्रति तोला हो तो हमको लगभग १८ मन सोना किराया में देना पड़ेगा ।\*

परतु सूर्य की यह आश्चर्यजनक दूरी तारों की दूरी के सामने कुछ है । यदि हम सूर्य की दूरी को नजदों में एक इंच से निरूपित करें तो निकटतम तारा उस नजदों में पाँच मील पर पड़ेगा । इससे स्पष्ट है कि तारे बहुत दूर-दूर पर स्थित हैं । हमारा सूर्य भी एक तारा है और ग्रह सब इनकी के परिवार में हैं । सूर्य का निकटतम पड़ोसी तारा इतनी दूर पर है कि वहाँ से अच्छे दूरदर्शक से भी हमारी पृथ्वी दिखाई न पड़ेगी । पाँच मील की दूरी से एक इंच की दूरी जितनी नगण्य है, वैसे ही निकटतम तारे से पृथ्वी और सूर्य के बीच की दूरी नगण्य है । इस पैमाने पर पृथ्वी तो इंच के दस हजारवें भाग से भी छोटी पड़ेगी । पृथ्वी की निकटतम तारे से परदा करने की कोई आवश्यकता ही नहीं ; बिना परदे के ही वह अदृश्य रहेगी ।

सूर्य और जितने भी तारे हमें दिखाई पड़ते हैं सब एक विशेष समूह में हैं, जिसे हम मदा-विनी-सन्ध्या कहते हैं । जब निकटतम तारा हम से इतनी दूरी पर है, जितनी ऊपर बताया गयी

\* देखें कृष्ण 'और परिवार' ३ ।

है और हम जानते हैं कि हमारी मदाकिनी-संस्था में नहीं कुछ तो एक खरब तारे होंगे, जो एक दूसरे से इसी प्रकार दूर-दूर पर बसे हुए हैं, तब मदाकिनी-संस्था नितनी बड़ी होगी ? अवश्य ही यह हमारी कल्पना शक्ति के परे है । एक खरब तारा की कल्पना ही विकट है । “ प्रथम बार तो ऐसा जान पड़ता है कि कोरी आँख से दिखाई पड़ने वाले तारे ही असंख्य होंगे । परंतु गिन कर देखा गया है कि कोरी आँख से एक समय में ३,००० से अधिक तारे कभी दिखाई नहीं पड़ते । संपूर्ण आकाश में कुल ६,००० तो तारे हैं ही, और हमें एक बार में आधे से अधिक आकाश दिखाई नहीं पड़ता । गिनने को कौन बहे, इन ६,००० तारों के नाम या नंबर पढ़े हैं और उन की सूची छपी है । अब अपनी मदाकिनी-संस्था के तारों की कल्पना करने के लिए यदि हम सोचें कि आकाश में दिखाई पड़ने वाले ३,००० तारों में से प्रत्येक फूट कर अपने ही बराबर ३,००० तारों में प्रसफुटित हो जाता है तो भी हमें कुल ९० लाख तारे मिलेंगे । मदाकिनी-संस्था के १ खरब तारों की संख्या के आगे यह कुछ नहीं है ।”\*

यदि हम अपनी मदाकिनी-संस्था की प्रतिमा “पैमानों के अनुसार बनाना चाहें और हमारी समूची प्रतिमा कुम्हार के चाक के बराबर हो तो इस प्रतिमा में हमारी पृथ्वी सूक्ष्मतम कण से भी छोटी होगी । वस्तुतः यह इतनी छोटी होगी कि किसी भी सूक्ष्मदर्शक यंत्र से हम को वह न दिखाई पड़ेगी ।।” सूर्य भी कठिनाई से मिल पायेगा ।

हमारी मदाकिनी-संस्था का रूप बहुत कुछ कुम्हार के उस चाक की तरह है, जिसके बीच में ऊपर और नीचे मिट्टी के अर्धगोल चिपका दिये गये हों ।

हमारी मदाकिनी-संस्था में केवल तारे ही नहीं हैं । उस में बादल की तरह सफ़ेद नीहारिकाएँ, काली नीहारिकाएँ तारापुंज और गोलाकार तारापुंज भी हैं । सर्वत्र थोड़ी धूलि भी फैली है । जहाँ यह धूलि अधिक हो गई है, वहाँ वह काली नीहारिका-सी जान पड़ती है । जहाँ किसी अति तन्त्र तारे के पराकाशनी प्रकाश से धूलि चमक उठती है वही वह स्वतः बादल के समान प्रसृत नीहारिका-सी जान पड़ती है । साधारण तारापुंज वे तारापुंज हैं जहाँ दो-चार सौ या कम तारे, समोर्ग से या उत्पत्ति के समय के किसी विशेष कारण से, एकत्र हो गये हैं । गोलाकार तारा-पुंजों में कई हजार तारे एक साथ रहते हैं और वे देखने में अत्यंत सुन्दर लगते हैं । उनका क्या भौतिक अर्थ है कोई कह नहीं सकता, परंतु वे हमारी मदाकिनी-संस्था से संबंधित हैं । वे बसी को घेरे हुए हैं और अपक्षावृत्त उसी के पास हैं ।

जिस प्रकार हमारी मदाकिनी-संस्था है, उसी प्रकार प्रायः असंख्य अन्य संस्थाएँ हैं । इन्हें अनाग नीहारिका, द्वीपविश्व या ब्रह्मांड कहते हैं । उनकी संरचना बहुत-कुछ वैसी ही है जैसी हमारी मदाकिनी-संस्था की । अधिकांश ऐसी नीहारिकाएँ नाप में प्रायः उतनी ही बड़ी हैं जितनी हमारी मदाकिनी संस्था । प्रत्येक में कई अरब या खरब तारे होंगे । अधिकांश

\* 'सारा विज्ञान-शास्त्र' में लेखक के एक श्लोक है ।

का रूप पुम्हार में चाक की तरह परतु बीच में भूरा हुआ होगा। बीच वाले गोलाभ भाग को चारों ओर से घेरने वाले भाग में पदार्थ चाक की तरह अटूट नहीं, कुछ-कुछ गाँप की कुडली की तरह सर्पिलाकार है। एव चौपाई नीहारिकाएँ नारगी की तरह चिपटी हैं और विरवास विना जाता है कि गुदूर भविष्य में उनमें भी सर्पिलाकार भूजाएँ निकल आयेंगी।

अपेक्षातः निवट अगाग नीहारिकाओं का रूप उनके फोटोग्राफों में स्पष्ट हो जाता है। इस पुस्तक में दिये गये चित्रों से उनका रूप पाठकों को भी स्पष्ट हो गया होगा, परतु स्मरण रखना चाहिये कि नीहारिकाओं के घरातलों से हम कभी कम, कभी अधिक, बाहर हो सकते हैं और कभी-कभी ठीक उसी घरातल में ही रह सकते हैं। इसलिए ठीक एव ही रूप की दो नीहारिकाएँ हमें कम या अधिक चिपटी दिखाई दे सकती हैं, ठीक उसी प्रकार जैसे रनाबी का सच्चा चित्र बनाने में चित्रकार अपने दृष्टिबोध के अनुसार उसे कम या अधिक दीर्घवृत्ताकार बना सकता है।

ये अगाग नीहारिकाएँ एव-दूधरे से दूर-दूर पर बसी हैं। हम देख चुके हैं कि यदि हम एव को दिल्ली गहर से निरूपित करें तो दूमरी वही मेरठ के पास जा कर पड़ेगी। इस प्रकार नीहारिकाएँ, यद्यपि वे स्वयं ही बहुत बड़ी हैं, अपेक्षातः बहुत दूरियों पर स्थित हैं।

जहाँ तब वर्तमान दूरदर्शकों से पता चला है नीहारिकाओं का कोई अंत नहीं है। अंतरिक्ष में वे प्रायः सम रूप से बसी हैं, अर्थात् उनका घनत्व सब जगह प्रायः बराबर है। कुछ नीहारिका-पुंज अवश्य हैं, परतु वे इतने सघन नहीं हैं कि तारापुंजों के समान सघन लगे। क्या अगाग नीहारिकाएँ भी स्वयं समूहों में रहती हैं? इस प्रश्न का उत्तर हम अभी नहीं दे सकते, हमारे वर्तमान दूरदर्शक इतने क्षमिन्शाली नहीं हैं कि वे कई सख नीहारिकाएँ दिखा सकें, और यदि नीहारिकाएँ समूहों में विभक्ति होंगी भी, तो एक-एक समूह में एक-दो सख नीहारिकाओं से कम क्या हागी!

नीहारिकाओं का आरंभ कैसे हुआ? उनका भविष्य क्या है? इन प्रश्नों का उत्तर ठीक-ठीक देना अमभव है। सिद्धांत हम बना सकते हैं, उन सिद्धांतों से हम कई बातें समझ सकते हैं, परतु सब नहीं। कहीं-कहीं कठिनाई रह जाती है। नूतनतम सिद्धांत जीम्स का है। उस के अनुसार आरंभ में सब पदार्थ प्रायः समरूप से सर्वत्र बिखरा हुआ था। उस में तरंगें उठीं और पदार्थ वही-कहीं घनीभूत होने लगा। सघन पदार्थ ने पास-पड़ोस के द्रव्य को आकर्षित कर लिया। इस प्रकार बड़े-बड़े पिंड बन गये। आकर्षण के कारण वे सकुचित हुए और इसलिए वे गरम हो गये, ठीक उसी प्रकार जैसे वाइसिनिल के पप से पप के मुह को बंद करके हवा को बलपूर्वक सकुचित करने से पप गरम हो जाता है। जब वे इतने गरम हो उठे कि उन में विशेष ऐटम नष्ट-भ्रष्ट हो सकें तो वहाँ यह क्रिया आरंभ हो गई। इस प्रकार वहाँ और भी ताप उसी प्रकार उत्पन्न हुआ जैसे ऐटम-जम में उत्पन्न होता है। कभी ऐटमों के टूटने से, कभी सकुचन से, तारे तप्त होते रहे और इस प्रकार आकाश में दिखाई पड़ने वाले सभी तारे उत्पन्न हुए। इसी प्रकार अगाग नीहारिकाएँ भी उत्पन्न हुईं, जो वस्तुतः बहुत से तारों के समुदाय-मात्र हैं। तारे

संकुचित और गरम होते-होते ऐसी अवस्था में कभी आ जायेंगे कि और अधिक संकुचित होना उनमें लिए असंभव होगा। तब वे धीरे-धीरे ठंडे होने लगेंगे। आकाश में ऐसे तारे देते भी गये हैं जो अत्यंत संकुचित अवस्था में हैं और समवतः ठंडे हो रहे हैं। हमारा सूर्य भी इसी प्रकार का तारा है। अभी वह महत्तम घनता तक नहीं पहुँच सका है। समवतः वह और भी सप्त होगा; तब वह ठंडा होने लगेगा। समवत है सूर्य के अधिक सप्त होने के कारण पृथ्वी पर जीवन-जल-भूत कर भस्म हो जायें।

सूर्य के बाल्यकाल में ही किसी तारे से उसकी मुठभेड़ हुई होगी। यह नहीं कि वह तारा सूर्य से भिन्न ही गया होगा। वह तारा सूर्य के बहुत पास से, समवतः सूर्य के व्यास की दुगुनी-तिगुनी दूरी पर से होता हुआ, निकल गया होगा। उससे सूर्य में ऐसी उथल-पुथल मची होगी कि कुछ द्रव्य छटक कर अलग हो गया होगा, या यों कहिये कि तारा अपने आकर्षण द्वारा हमारे सूर्य से कुछ द्रव्य तोचता हुआ निकल गया होगा, परन्तु इस प्रकार नुचे हुए माल को वह स्वयं पा न सका होगा; यह द्रव्य सूर्य के पास ही रह गया होगा। निकलने के तिरछे वेग के कारण यह द्रव्य सूर्य की धारों ओर नाचने लगा होगा, और इसलिए सूर्य के आकर्षण से वह द्रव्य सूर्य में न गिर सका होगा। यह द्रव्य मछली के आकार का लंबे रूप में रहा होगा, जो पीछे खडित हो गया होगा। बीच के मोटे खंड से सब से बड़ा ग्रह बृहस्पति बन गया होगा। किनारे-किनारे छोटे ग्रह बनें होंगे; बृहस्पति की एक ओर मंगल, पृथ्वी, शुक और बुध हैं, दूसरी ओर शनि, यूरेनस, नेपच्यून और प्लूटो। सूर्य के ही आकर्षण के कारण पृथ्वी की अर्ध पिघली दशा में एक भाग नुच कर चंद्रमा बना होगा। इस प्रकार भारत के प्राचीन ऋषियों की यह धारणा कि चंद्रमा पृथ्वी से ही निकल कर आकाश में पहुँचा है आज वैज्ञानिक सत्य-सी जान पड़ती है।

## अनुक्रमणिका

- अतर्दारवीय धूलि, ३३  
 — गैर, ३३  
 अगांग नीहारिकाएँ, २८, ४२  
 अतिदूरय तारे, १७  
 धनुनाद, ६२  
 अरेबिक्का बेघदाला, १४  
 अलमाजेस्ट, १३  
 अलमूफी, १३  
 अवातर ग्रह, ७  
 आइनस्टाइन, ५२  
 आइलैंड मूनिवर्स, १९  
 आकाश, नीलिमा, ३२  
 आकाशगगा, ३  
 —, आकाश गगा, बोरो आंस से, १९  
 इडेक्स कंटलज, १४  
 इतिहास, १३  
 —, फोटोग्राफी का, १४  
 उत्पत्ति, ग्रहीय नीहारिकाओंकी, ३६  
 —, ग्रहों की, ६०  
 —, तारा युग्मों की, ५९  
 —, विद्व की, ५६  
 एडिगटन, ५६  
 एन० जी० सी०, १३  
 एरॉस, ७  
 ऐंड्रोमिडा, ३  
 ऐटम बम, ५२  
 ओर्ट, ३१  
 कन्या तारामंडल में नीहारिका-युज, ४७  
 कर्टिम, १४  
 कॉमन, १४  
 काली नीहारिकाएँ, ४  
 —, दूरी, ३४  
 काली रेखाएँ, वर्णपट में, १०  
 विचपिचिया, १४, २१  
 कॉलर, १४  
 इत्तिगा, ३६, ३८  
 केनु, १९  
 केश तारायुज, ३७  
 कंट, ५७  
 कंस्टाइन, २३  
 कोयले का बोरा, २०  
 क्षेत्रमापन, ६  
 गगन तारायुज, ३८  
 गगन नीहारिकाएँ, २८  
 गिनती, तारों की, ४  
 गुल्लिवर, ५४  
 गैलीलियो, १३  
 गैलक्सी, ३  
 गोलाकार तारायुज, ३७, ४०  
 गोलाभ, ५७  
 ग्रह, ३  
 —, उत्पत्ति, ६०  
 ग्रहीय नीहारिकाएँ, २८, ३४  
 —, वर्णपट, ३५  
 ग्लोब्युलर क्लस्टर, ३७  
 घनत्व, वायुन तारों का, ५३  
 घूमना, नीहारिकाओं का, ५१  
 घोटभूही नीहारिका, २९

बल तारापुंज, ३९

जीन्स, ४४, ५९

जेफरीज, ६१

जंनसन, १४

जोडाइएनल लाइट, ६१

ज्योतिषियों के यत्र, ३

ज्वारभाटा-सिद्धांत, ६१

टॉलमी, १३

टूबन तारामंडल, १६

टूपलर, ३८

डहर, ३

डापलर-सिद्धांत, १०, ५५

दाधिन, ६०

डोरेडो तारामंडल, १६

ड्रामर, १३

ड्रेपर, १४

डाल तारामंडल, २०

तापत्रम, और वर्षापट, ११

—, सूर्य केंद्र का, ५३

तारा, निकटतम, २३

तारापुंज, २१, ३६

—, माग, ३८

—, गोलानार, ३७

तारामंडल, २१

तारामुग्म, उत्पत्ति, ५९

तारे, कैसे चमकते हैं, ५२

—, तौल, ११

—, नाप, ११

—, बहुल, ३८

—, युग्म, ३८

—, क्षेत्री, ११

त्रिपाश्वर्य, ९

त्रिभुज तारामंडल, ३

दूरदर्शन, ताल्युन्न, ४

—, दर्पणयुक्त, ५

—, २०० इंच का, ३, १५

—, १०० इंच का, १५

—, ६० इंच का, १५

दूरी नापना, ६, ८

— अति दूरस्थ तारों की, ८

—, बाली नीहारिकाओं की, ३४

देव्यागी तारामंडल, ३

देव्यानी नीहारिका, २४

—, तीव्र, २६

—, नाप, २५

दैत्य, १७

द्वीप विद्व, १९

धनु तारामंडल, १९

धनु राशि में आकाशगंगा, २०

नराश्व तारामंडल, ३१

नवीन तारा, ३६

नाप, तारों की, ११

नाभि, ५३

निवृत्ततम तारा, २३

निजी गति, तारों की, ११

निषीद, ५३

नीहारिकाएँ, बाली, ३०

—, क्या हैं, ३

—, गति, ३०

—, ग्रहीय, २८

—, घटने-बढ़ने वाली, ३०

—, जातिर्षा, ३७

—, अविष्य, ६३

—, निकटतम, १६

—, पुंज, ४६

—, प्रसृत, २८

—, वर्गीकरण, २८

—, सिद्धान्त, 'लाप्लास का, '५७



नूतन तारा, ३६  
 नेब्युलर हाइपोथिसिस, ५७  
 नेब्युला, ३  
 नेब्युलियम, ३५  
 न्यूक्लियाइ, ५३  
 न्यूटन, ५६  
 पाश नौहारिका, १७  
 पुच्छल तारे, ४  
 प्रकाश-वाप, ३१  
 प्रकाश-वर्ष, ८  
 प्रसरणशील विश्व, ५६  
 प्रसूत नौहारिकाएँ, २८  
 प्रेसिपी, २२  
 प्रोटन, ५३  
 प्लाइबीज, २१  
 फोटोग्राफी, ११  
 यहल तारे, ३८  
 बामन तारे, ५३  
 बारनाइ, १४  
 बोवेन, २९  
 बीने, १७  
 ब्रह्मांड, १९  
 ब्रूस दूरदर्शक, १४  
 ब्रूस, मिस कैथरिन, १६  
 ब्लीमफानटाइन, १४, ५०  
 भविष्य, तारापुजों का, ६३  
 —, सूर्य का, ५४  
 —, सीर जगत् का, ६२  
 भीम तारा पुज, २२  
 मदाकिनी, ३  
 मदाकिनी-संस्था, १९  
 माउन्ट विल्यम, ३  
 मिल्की वे, ३  
 मृग की बृहत् नौहारिका, १३, २२

मेसिये, ४, १३  
 —क्रम-संख्या, ४  
 —'३३', २६  
 मंगिलन, ३  
 — मेघ, ३, १६, १८  
 यत्र, ज्योतिषियों के, ३  
 युग्म तारा, ३८  
 यूरेनस, १३  
 रॉबर्ट्स, १४  
 राशि, २१  
 राशिचक्र-प्रकाश, ६१  
 रिची, १५  
 रोहिणी, ३६  
 रूप्पा, ५४  
 लाप्लास, ५७  
 लिहब्लाड, ४४  
 खीबिट, १६  
 वर्गीकरण, अगम नौहारिकाएँ, ४३  
 वर्णपट, ८  
 वर्णपट, तारापुज का, ३९  
 विकास, नौहारिकाओं का, ४४  
 वितरण, अगम नौहारिकाओं का, ४५  
 —, गम तारापुजों का, ४०  
 वृष राशि में आकाशगणना, २०  
 वृषभिका, २२, ३६  
 बृहत् चीर, २०  
 बोल्फ, १४, ३४  
 शेपली, १४, ३७, ५६  
 डिमट दूरदर्शक, ५०  
 थैणो, तारों की, ११  
 सप्तर्षि-मण्डल का तारापुज, ३९  
 सापेक्षवाद, १२  
 सारास, ६४

मुरदीपिका, ३  
 मूर्ये, ठंडा क्यों नहीं होता, ५२  
 —, दूरी, ६४  
 —, भविष्य, ५४  
 —, साली, ३२  
 सेफिया तारामंडल, ८  
 सेक्रीड्ड तादे, ८  
 मोडियम, थर्नपट, १०  
 तीर-जगत्, अन्य, ६२  
 —, भविष्य, ६२  
 स्ट्रोमपेन, ५३  
 स्वामीय समूह, नीहारिनाओ वा, ४६  
 स्लाइफर, २९  
 इयर्गदी, ३  
 स्वर्ण-मत्स्य, १६

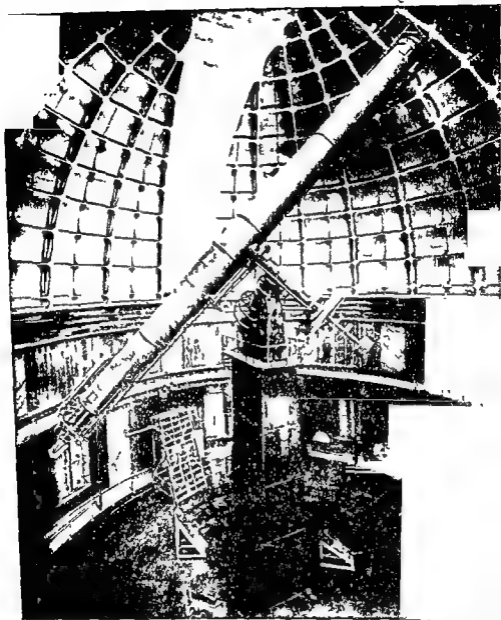
हंग तारामंडल, १९  
 हगिना, २९  
 हवल, २९, ५९  
 हरक्युलीज़ तारपुज, २२  
 हरसेल, १३  
 हाइड्रोजन, भारी, ५३  
 हायमेन्ग, १३  
 हारपाड वेपसाला, १४  
 हार्टमान, ३३  
 हॉमंटेड नेब्युला, २९  
 हिगकंस, १३  
 हेनरी, १४  
 हेल्, १४  
 हेल्महोल्ड्स, ५२  
 हंसी, १३



[ माई विमल केराना ]

### माउंट विलसन की वेधशाला

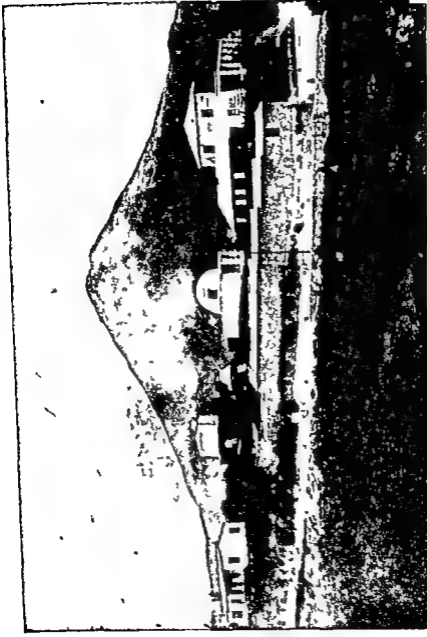
यहाँ समार का मंत्र से बड़ा तालयकल पूरुदशक है । यह एक सज्जन के दान से बना है ।



[ लिंक वेधशाला ]

लिंक वेधशाला का बड़ा दूरदर्शक ।

इसका व्यास ३६ इंच है । जब यह बना था तब यह ससार का सबसे बड़ा दूरदर्शक था ।  
यह श्री जम्स लिंक के दान से बना था ।



[ दाराद वेधशाला ]

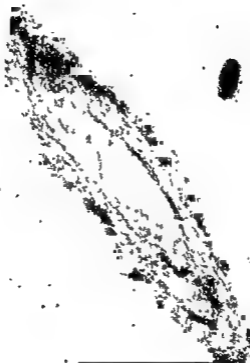
अरेबिया की वेधशाला ।

यहाँ से नीहारिकानो ने अनेक फोटोग्राफ लिये गये थे ।



मृग तारामंडल की वृहत् नीहारिका (एन० जी० सी० १९७६, मैग्निटि ४२)  
यह प्रसृत नीहारिका है। अनुमान किया जाता है कि यह निजी चमक से नहीं, पाम-पडोम  
के तारों के कारण चमकती है। [१०० इंच वाले दूरदर्शक से।]

बुध तारामंडल में 'शरद' नीहारिका (एन० जी० सी० १९५२; जेसिय १)  
सहस्रगुण नीहारिका है। (साल प्रभारा में २०० इंच वाले दूरदर्शक से लिया गया फोटो।)



देखायी तारामंडल की बहुत नौहारिका (एन० जी० सी० २२४, मेसिये ३१)

इस नौहारिका में भुजाएँ दिखायी पड़ रही हैं, परंतु वे बहुत स्पष्ट नहीं हैं क्योंकि इसकी घरातल से हमारी दृष्टि रेखा छोटा ही कोण बनाती है। अन्य सर्पिल नौहारिकाओं की तरह यह भी कुम्हार की चाक की तरह होगी। [माउंट पालोमर के ४८ इंच वाले द्विभट दूरदर्शक से।]





त्रिकोण तारामंडल की सषिल नोहारिका (एन० जी० सी० ५१८ मेंसिये ३२)  
देखें इसकी मुजामें स्पष्ट दिखाई पडती है । लाल प्रकाश में फोटो; माउंट पैलोमर  
के ४८ इंच वाले रिफ्लेक्ट दूरदर्शक से ।

मृगयाज्ञान तारामण्डल की सपिल नोहारिका (एन० जो० सी० ४२४४)

हम इसे इसकी कोर की दिशा से देखते हैं क्योंकि हम इसके घरातल में हैं। इसी लिये यह नोहारिका हमें लंबी रेखा-सी दिखायी पड़ रही है। परन्तु अनुमान किया जाता है कि अन्य सपिल नोहारिकाओं की तरह इसमें भी भुजाएँ होंगी [२०० इंच वाले दूरदर्शक से]।

केज तारामण्डल की सर्पिल नीहारिका (एन० बी० सी० ४५६५)

अनुमान किया जाता है कि अन्य सर्पिल नीहारिकाओं की तरह यह नीहारिका भी कुम्हार की चाक की तरह होगी। हम इसके घरातल में हैं, इसी से यह हमें लंबी रेखा-सी दिखायी पड़ती है। [२०० इंच वाले दूरदर्शक से।]

कन्या तारामंडल की एक सर्पिल नीहारिका (एन० जी० सी० ४५९४)

अन्य सर्पिल नीहारिकाओं की तरह यह नीहारिका भी कुम्हार की चाक की तरह होगी । इसे हम प्रायः इसकी कोर की दिशा से देख रहे हैं; इसीलिये इसकी भुजाएँ हमें नहीं दिखायी पड़ती । बीच का गोलाकार भाग अन्य नीहारिकाओं की अपेक्षा इसमें अधिक विस्तृत है । [२०० इंच वाले दूरदर्शक से ।]



---

सप्तर्षि तारामण्डल की सपिल नौहारिका (एन० जी० सी० २८४१)

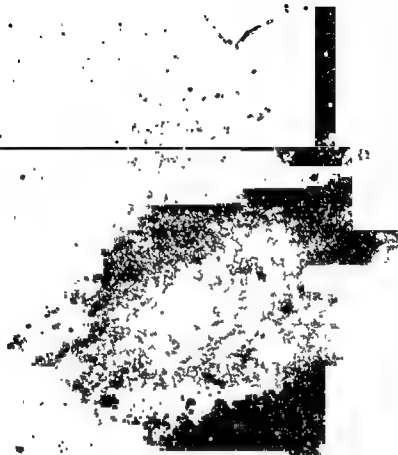
संभवत यह नौहारिका भी वृत्ताकार (कुम्हार की चाक की तरह गोल) होगी। तिरछी दिखायी पडन के कारण ही यह अडाकार जान पडती है। [२०० इंच वाले दूरदर्शक से।]



भूमयाशुन मारामडल की दूसरी सर्पिल नोहारिका  
(एन० जी० सी० ५१९४; मेसिये ५१)

इसकी भुजाएँ बहुत ही स्पष्ट दिखायी पड़ती हैं। [२०० इंच वाले दूरदर्शक से।]

---

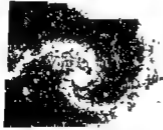


जिराफ तारामंडल की संपिल नोहारिका (एन० जी० सी० २४०३)  
इसकी भुजाएँ स्पष्ट दिखायी पड़ती हैं क्योंकि इसका घरातल हमारी दृष्टि रेखा  
पर लंब है। [२०० इंच वाले दूरदर्शक से।]



शुभाश्व तारामंडल की दंडमय सर्पिल नीहारिका (एन० जी० सी० ७७४१)  
देखें कि बीच में एक दंड-सी श्वेत रेखा है जो सम्मुख भुजाओं को मिलाती है। इसी  
से इसे दंडमय नीहारिका कहते हैं। [२०० इंच वाले दूरदर्शक से।]





कन्था तारासंघल की एक अन्य सर्पिल नीहारिका  
(एन० ओ० सी० ५२५७)

देखें कि इसकी मूलाएँ स्पष्ट दिखायी पट रही हैं।  
[छिक वेचपाला; ३६ इच वाले दूरदर्शक से।]



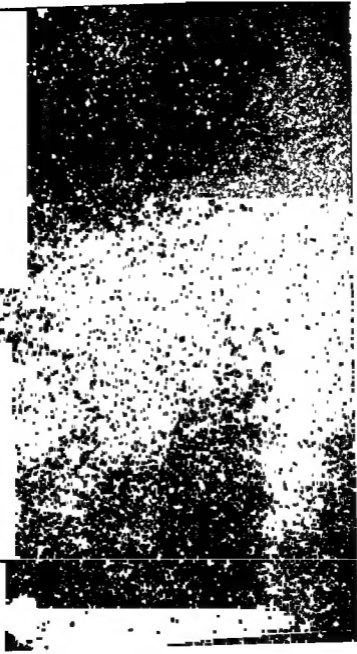
कन्था तारासंघल की सर्पिल नीहारिका (एन० ओ० सी० ७४७९)

देखें कि इसकी मूलाएँ पूर्णतया स्पष्ट दिखायी पट रही हैं।  
[भाउट विलसन के ६० इच वाले दूरदर्शक से।]

विह तारामडल की चार नीहरिकाएँ

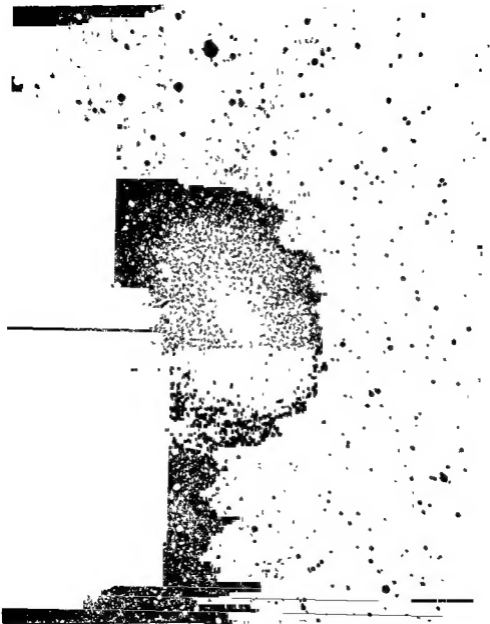
एन० जी० सी० ३१८५ (जाति—एस-बी-सी), एन० जी० सी० ३१८७ (जाति—एस-बी-सी), एन० जी० सी० ३१९०  
(जाति—एस-बी), एन० जी० सी० ३१९० (जाति—ई २) । [२०० इंच वाले दूरदर्शक से ।]

उत्तर किरीट तारामण्डल में नीहारिका-गुच्छ ।  
दूरी लगभग १२ करोड़ प्रकाश-वर्ष । [२०० इय वाले दूरदर्शक से ।]



### बयानती वीहारिका का दक्षिणी भाग

देखें कि छोटे पैमाने पर लिये गये फोटोग्राफों में जो भाग केवल वादल से जान पड़ने हैं वे वास्तुतः अल्पतः तारों के समूह हैं, जैसा इस चित्र से स्पष्ट है। [१०० इंच वाले दूरदर्शन से, छायाकार हबल।]



देवयानी तारामण्डल की छोटी नीहारिका (एन० जी० सी० १४७)

देखें कि नीहारिका बसस्य तारों से बनी है। लाल प्रकाश से फोट  
 [२०० इंच वाले दूरदर्शक से।]



### बीणा तारामंडल की ग्रहीय नोहारिका

विवरास किया जाता है कि केंद्रीय तारे से निकले पदार्थ से यह नोहारिका बनी है और केंद्रीय तारे के पराकासनी रश्मियों से धुन्ध होकर यह बनकती है। [छायाकार रिकी।]