पोस्टकार्डातून विज्ञान
डॉ. जयंत नारळीकर

निवेदन —

मुलांनी स्वाक्षरी मागितली तर "तू मला विज्ञानातला प्रश्न पत्राने विचार, त्याचे उत्तर मी पाठवीन व त्याखाली माझी स्वाक्षरी असेल", अशी एक नाविन्यपूर्ण कल्पना प्रख्यात शास्त्रज्ञ डॉ. जयंत नारळीकर हे गेली कित्येक वर्षे प्रत्यक्षात वापरत आहेत. वास्तविक निरनिराळ्या ठिकाणच्या शालेय वयोगटातील विद्यार्थ्यांचे कुतुहलापोटी आलेले प्रश्न जवळजवळ तेच आणि तेच असतात. असे प्रश्न एकत्रित करून त्यांना डॉ. नारळीकरांसारख्या मान्यवरांची उत्तर मिळवली तर या छोट्या पुस्तकाचा उपयोग विद्यार्थी, पालक व शिक्षक यांना मोठ्या प्रमाणात होईल असे वाटले. हा विचार साकार करण्याकरता आपल्या नेहमीच्या कामातून वेळ काढून नारळीकरांनी फार मोठी मदत केली आहे व त्यातूनच "पोस्टकार्डातून विज्ञान" हे पुस्तक प्रसिद्ध होत आहे.

मुलांकरिता स्वस्त किंमतीतील विज्ञान पुस्तके या संस्थेच्या उपक्रमातील हे सातवे प्रकाशन वाचकांना आवडेल अशी आशा आहे. नारळीकरांनी या पुस्तकात त्यांच्या व्यासंगाचा विषय 'खगोल शास्त्र' यावरील प्रश्नांची निवड केली आहे. पुस्तकास चांगला प्रतिसाद मिळाल्यास त्यांच्याकडील इतर विषयांवरील मुलांचे प्रश्न एकत्र करून दुसरे पुस्तक काढण्याचाही मानस आहे. या पुस्तकाच्या पहिल्या आवृत्तीस बृहन्मुंबई महानगरपालिका व शेठ पुरुषोत्तमदास ठाकुरदास आणि दिवालीबा चॅरिटेबल ट्रस्टने अनुदान दिले त्याबद्दल त्यांचे आम्ही आभारी आहोत.

—शरद नाईक

30 एप्रिल 1995 — कार्यवाह, मराठी विज्ञान परिषद

दुसऱ्या आवृत्तीच्या निमित्ताने —

या पुस्तकाची 5000 प्रतींची पहिली आवृत्ती फक्त पावणेदोन वर्षात संपली याचा आनंद झाला. तसेच याला अजूनही मागणी आहे हे लक्षात घेऊन ही दुसरी आवृत्ती मराठी विज्ञान परिषद काढत आहे.

—शरद नाईक

28 एप्रिल 1997 — कार्यवाह, मराठी विज्ञान परिषद

प्रकाशक
मराठी विज्ञान परिषद
विज्ञान भवन, वि. ना. पुरव मार्ग
शीव-चुनाभट्टी, मुंबई-400 022

मुद्रक
चिंतनाक्षर ग्राफिक्स्
16, हनुमान इंडस्ट्रियल इस्टेट
वडाळा, मुंबई-400 031

मूल्य रुपये 8/-

प्रास्ताविक

मी कुठेही सार्वजनिक समारंभात व्याख्यान द्यायला गेलो की व्याख्यानानंतर मुलांचा गराडा पडतो ... स्वाक्षरीसाठी ! अर्थात् स्वाक्षरीच्या मागणीने अहंगंड सुखावतो. पण मला अस्वस्थ वाटते. 'आयता वक्ता समोर मिळाला – घेऊन टाकुया स्वाक्षरी' अशा भावनेने किती मुले आलेली असतात ? स्वाक्षरीपुस्तिका तर थोड्यांकडेच, काहींनी कुठलीही वही मधेच उघडून पान पुढे केलेले तर बऱ्याच जणांनी शेजारच्या मित्राच्या वहीतला एक कागद फाडून स्वाक्षरीसाठी आणलेला !

स्वाक्षरीला प्रतिष्ठेने वागवले जावे असे मला वाटते. स्वाक्षरी मागणाऱ्या मुलाला स्वाक्षरी देणाऱ्याच्या कार्याबद्दल थोडीतरी माहिती असावी. वही कुठेही उघडून त्या पानावर स्वाक्षरी मागणे ही स्वाक्षरीची, व ती देणाऱ्याची अवहेलना आहे, आणि टरकन् फाडलेल्या पानावर मागणे म्हणजे पुस्तक जमिनीवर भिरकावण्या-सारखे आहे.

"मी स्वाक्षरी देणार नाही" असे सांगून मुलांना परत पाठवण्याऐवजी मी एक वेगळाच मार्ग अवलंबितो. मी त्यांना सांगतो : "तुम्ही पोस्टकार्डावर प्रश्न लिहून माझ्याकडे पाठवा. प्रश्न आजच्या व्याख्याना-बद्दल नाहीतर विज्ञानातलाच असावा. मी स्वहस्ते उत्तर पाठवीन, व खाली माझी स्वाक्षरी असेल." पत्ता मुंबईत असताना 'मुंबई ५' इतका पुरत असे आणि आता पुण्यात 'पुणे ७' वर काम भागते.

त्या गराड्यातली जेमतेम दहा टक्के मुले कार्ड टाकतात. ऐनवेळी कागद फाडून सरसावलेल्यांचा उत्साह केव्हाच थंडावलेला असतो. पण त्या दहा टक्के मुलांना मी उत्तरे पाठवतो. त्या प्रश्नोत्तरांवर आधारलेले हे पुस्तक मराठी विज्ञान परिषदेतर्फे प्रसिद्ध होत आहे.

यामागे कारण आहे ते असे. म. वि. प. चे श्री शरद नाईक परिषदेच्या प्रकाशनाकरता शिकाऱ्याने सावज शोधावे तसे लेखक शोधत शोधत माझ्याकडे आले. "त्या कार्डांचे तुम्ही काय करता ?" त्यांनी विचारले. "काही दिवस ठेवून टाकून देतो" माझे उत्तर ! "आजपासून ती कार्डे व तुमच्या उत्तरांची प्रतिकृती ठेवत चला. आपण त्यावर पुस्तक काढू." काहीशा अनास्थेने मी होकार दिला. पण कल्पनेच्या नाविन्यामुळे आणि शरदरावांच्या पाठपुराव्यामुळे अनास्थेचे उत्साहात रूपांतर केव्हा झाले ते कळले नाही.

या लहानशा पुस्तकात मुलांच्या स्वाभाविक पण वेड्यावाकड्या भाषेतले मूळ प्रश्न थोडे सुधारून घेतले आहे. काही ठिकाणी तीनचार प्रश्न एकत्र करून सलग पण लांब उत्तर दिले आहे. सामान्यपणे प्रत्येक प्रश्नोत्तर स्वतंत्र ठेवण्याचा प्रयत्न आहे. विज्ञानप्रसाराचा हा प्रयोग कितपत यशस्वी झाला आहे ते वाचकांनी ठरवावे.

एप्रिल १९९५ — जयंत नारळीकर

1) प्रश्न : आकाश निळे का दिसते ?

उत्तर : पृथ्वीभोवती पसरलेल्या वायुमंडलात वायूच्या कणांशिवाय धुळीचे कण पण असतात. पृथ्वीवर पडणारा सूर्याचा प्रकाश अशा कणांवर आदळला की इतस्तत: विखुरला जातो. त्यामुळे अमुक एका दिशेने निघालेली प्रकाश किरणे सगळीच्या सगळी त्या दिशेने न येता त्यातली काही किरणे इकडे तिकडे पसरतात.

सूर्यप्रकाशात सात रंगांचे मिश्रण असते. वास्तविक प्रकाशलहरींच्या लांबीप्रमाणे त्यांचे रंग वेगवेगळे असतात. लाल रंगाच्या लहरींची लांबी सर्वात जास्त तर जांभळ्याची सर्वात कमी. एखादी प्रकाशलहर धुलिकणांवर आदळली की ती किती प्रमाणात इतस्तत: विखुरते हे तिच्या लांबीवर अवलंबून असते. जितकी लांबी जास्त तितकी विखुरण्याची शक्यता कमी.

म्हणून सूर्यप्रकाश जेव्हा पृथ्वीकडे येतो तेव्हा त्यातले निळे-जांभळे रंग सर्वात जास्त पसरतात व लाल रंग सलग येतात. जेव्हा आपण आकाशाकडे नजर टाकतो तेव्हा हे पसरलेले रंग आपल्याला प्रामुख्याने दिसतात. सूर्यप्रकाशातील निळ्या-पासून जांभळ्यापर्यंतच्या रंगांच्या पट्ट्यात निळा जास्त असल्याने तो आकाशाला नीलवर्ण रूप देतो.

वातावरणावर गेलेल्या अंतराळ यानातून आकाश काळे दिसते, जरी सूर्य एका बाजूला तळपत असला तरी ! कारण सूर्याकडून येणारी किरणे पसरवणारे कण तिथे नसतात.

2) प्रश्न : मावळताना सूर्य लालसर का दिसतो ?

उत्तर : प्रश्न क्र.1 च्या उत्तरात सांगितल्याप्रमाणे सूर्य किरणे वातावरणातील धुलिकणांवर आपटून पसरतात. त्यात लाल रंग सर्वात कमी पसरतो.

अस्ताला जाताना सूर्यकिरणांना वातावरणातील अधिक मोठ्या थरातून जावे लागते, तसेच क्षितिजाजवळून येतांना पृथ्वीतलाजवळून यावे लागते. दोनही कारणांनी धूलिकणांचे प्रमाण वाढलेले असते आणि प्रकाश विखुरण्याचे प्रमाणही. तेव्हा सूर्यप्रकाशातील इतर रंग कमी होऊन सर्वात कमी विखुरलेला लाल रंग अधिक प्रामुख्याने आढळतो. म्हणून सूर्य लालसर दिसतो.

3) प्रश्न : ओझोनचे छिद्र वाढत आहे म्हणजे नेमके काय घडत आहे ? त्यापासून धोका कसा संभवतो ? त्यासाठी मानवाने कुठली सावधगिरी बाळगावी ?

उत्तर : पृथ्वी भोवतालच्या वायुमंडलात विविध वायू असतात. त्यांत प्रामुख्याने नायट्रोजन, ऑक्सिजन आणि कार्बन-डाय-ऑक्साइड असतात. पण इतर काही वायू देखील थोड्या प्रमाणात असतात. ओझोन त्यातला एक. ऑक्सिजन अणुचे दोन घटक एकत्र येऊन (आपण श्वास घेतो तो) प्राणवायू - ऑक्सिजन तयार होतो तर तीन अणू एकत्र येऊन ओझोन.

ओझोनचा बारकाच थर सूर्यापासून येणाऱ्या अतिनील किरणांपासून आपले रक्षण करतो. ही किरणे पृथ्वीतलापर्यंत पोचू न देता वाटेतच शोषली जातात. अर्थात ह्या प्रक्रियेत ऑक्सिजन (प्राणवायू) चे विघटन, त्यातील अणुची उरलेल्या प्राणवायूशी युती होऊन ओझोनची निर्मिती व पुढे वायुमंडलातील इतर रेणुशी प्रक्रिया होऊन पुन्हा ऑक्सीजनची निर्मिती हे चक्र चालू असते. साधारण 15-20 किलोमीटर उंचीवर हा ओझोनचा थर असतो.

पण जर असा थर 'फुटून' एक छिद्र निर्माण झाले तर तेथे वरील प्रक्रियेचे चक्र चालू राहणार नाही. अशा स्थितीत अतिनील किरणे पृथ्वीतलापर्यंत पोचून जीवसृष्टीला हानिकारक ठरतील. उदाहरणार्थ अशा किरणांच्या माऱ्याने त्वचेचा कॅन्सर, अंधत्व आदि संभवतात. असे छिद्र अंटार्क्टिकावर निर्माण होऊन वाढत असल्याचे उपग्रहांतील यंत्रांनी 1979 ते 1987 च्या दरम्यान निदर्शनास आणले. पृथ्वीवरील इतर भागांवर देखील ओझोनचा थर कमी झाल्याचे दिसते.

हे का घडत आहे यावर पुष्कळ विचारमंथन चालू आहे. वायुमंडलात घडणारे बदल, सूर्यप्रकाशाचा त्यावर परिणाम, पृथ्वीपासून उत्पन्न होऊन वर जाणारे वायू या सर्वांचा ह्या घटनेत सहभाग आहे. पण नेमका कसा व किती यावर तज्ज्ञांमध्ये वाद आहे. त्यापैकी तिसऱ्या घटकावर मानवाचे थोडे नियंत्रण आहे.

यातच सीएफसी (क्लोरो-फ्लोरो-कार्बन) ह्या रासायनिक द्रव्यांचा विषय चर्चिला जातो. रेफ्रिजरेटरमध्ये थंडावा आणणाऱ्या प्रक्रियेतूनही द्रव्ये निघतात. तसेच प्लास्टिकमध्ये फुगे करण्यासाठी आणि टिनमधून वायूचे स्प्रे करताना सीएफसी बाहेर पडतात. ही द्रव्ये सरळ वर जाऊन वायुमंडलातील ओझोन रासायनिक प्रक्रियेद्वारे नष्ट करू पाहतात. तेव्हा ओझोनचा थर टिकविण्यासाठी सीएफसीच्या उत्पादनावर बंदी आणावी असा एक मतप्रवाह आहे. परंतु येवढ्याने ओझोनवरील आक्रमण थांबेल हे अजून निश्चितपणे सांगता येत नाही.

4) प्रश्न : पृथ्वीला आरपार बोगदेवजा भोक केले व त्यातून एक चेंडू टाकला तर त्याचे पुढे काय होईल ?

उत्तर : आपण असे समजू की हा बोगदा सरळ रेषेत खोदला गेला आहे आणि आंतून पूर्णपणे गुळगुळीत आहे. म्हणजे चेंडूला घर्षणाचा त्रास होणार नाही. असा बोगदा खोदताना आपण असेही गृहीत धरू की पृथ्वीची घनता सर्वत्र समान आहे. अशा स्थितीत बोगद्याच्या एका तोंडातून सोडलेला (म्हणजे विहिरीत दगड टाकावा त्या प्रमाणे) चेंडू सुमारे एकेचाळीस मिनिटांनी दुसऱ्या तोंडाशी पोचेल ! म्हणजे पृथ्वीच्या कुठल्याही व्यासाच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत जाण्याचा हा सर्वात द्रुतगती मार्ग ठरेल ! इतकेच नव्हे, पृथ्वीच्या केंद्रातून न जाता हा बोगदा वृत्ताच्या चापाप्रमाणे बाजूने जात असेल तर त्याची लांबी कमी असेल. पण एका टोकापासून दुसऱ्या टोकाकडे जायला तेवढाच वेळ लागेल कारण केंद्रापासून लांब असल्याने अशा बोगद्यातून जाणाऱ्या चेंडूचा वेगही कमी असेल. (अर्थात् पृथ्वी गोल आहे असेही गृहीत धरले आहे.)

5) प्रश्न : एखाद्या वस्तुचे वजन ध्रुव प्रदेशापेक्षा विषुववृत्तावर कमी का भरते ?

उत्तर : कारण पृथ्वी ध्रुव प्रदेशावर किंचित चपटी आहे व हे चपटेपण तिच्या ध्रुवीय आसाभोवती गरगर फिरण्यामुळे निर्माण झाले. पृथ्वी संपूर्ण गोलाकार असती तर तिच्या पृष्ठभागावर कुठेही गुरुत्वाकर्षणाचे (पृथ्वीच्या केंद्राकडे खेचणारे) बल तेवढेच असते. पण चपटेपणामुळे अक्षांशानुसार ह्या बलात (आणि म्हणून वस्तुंच्या वजनात) बदल होत जातो. हा फरक सर्वात जास्त विषुववृत्त आणि ध्रुव प्रदेश यांच्यात असला तरी तो निव्वळ अर्धा टक्का आहे. त्याचप्रमाणे विषुववृत्तावर अपकेंद्रीबलामुळे देखील वजन कमी भरते.

6) प्रश्न : पृथ्वीवर तारे पडताना दिसतात हा काय प्रकार आहे ?

उत्तर : सूर्यमालेत ग्रह, उपग्रह, न्यूनग्रह इत्यादींशिवाय लहान-मोठे तुकडे पण फिरत असतात. त्यांना अशनि (मिटिओराइट) व उल्का (मीटिओर) म्हणतात. असा एखादा लहानसा तुकडा — एक मीटर व्यासापेक्षाही कमी असा गोल — पृथ्वीच्या आकर्षणात सापडला तर तो पृथ्वीकडे झेपावतो. वाटेत पृथ्वीभोवतालच्या वायुमंडलातील हवेशी त्याचे घर्षण होऊन तो तापतो आणि चकाकतो. अशा वेळी तारा पडत असल्याचा भास होतो. बहुतेक तुकडे वाटेतच नाहीसे होतात (जळून, बाष्पीभूत होऊन). तर थोडे पृथ्वीतलापर्यंत पोचतात व शास्त्रज्ञांच्या शोधाची साधने बनतात. (पहा प्रश्न 23)

7) प्रश्न : आपण दूरच्या ताऱ्याचे निरीक्षण करतो, फोटो काढतो तेव्हा तो अस्तित्वात असतो का ?

उत्तर : समजा ताऱ्याचे अंतर 10 प्रकाशवर्ष (म्हणजे सुमारे एक कोटी किलोमीटर) इतके आहे. याचा अर्थ प्रकाशाला ताऱ्यापासून आपल्यापर्यंत पोहोचायला 10 वर्षे लागतात. तेव्हा आपल्याला दिसतो तो तारा दहा वर्षांपूर्वीच्या स्थितीतला असतो.

दरम्यान तो तिथून किंचित सरकला असेल. अगदी क्वचित् प्रसंगी त्या दहा वर्षात — स्फोटात त्याचा अंतही झाला असेल ! ही अनिश्चितता अर्थातच जास्त लांबच्या तारकांबद्दल मोठी असते. काही अति दूरच्या तारकाविश्वांचे समूह आपण अब्जावधी वर्षांनी पाहतो !

8) प्रश्न : पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते हे कसे सिद्ध करायचे ?

उत्तर : दोन प्रकारच्या निरीक्षणांनी हे दाखवणे शक्य आहे. पृथ्वीची आजची स्थिती आणि सहा महिन्यानंतरची स्थिती यांत जागेचा फरक असणार. कारण तिला सूर्याभोवती एक चक्कर मारायला बारा महिने लागतात. तेव्हा आज आणि सहा महिन्यांनी जवळच्या ताऱ्याकडे पाहिले तर दिशेत अल्पसा बदल दिसेल जो मोजणे शक्य आहे.

दुसरा प्रकार ताऱ्याच्या दिशेत एका वेगळ्या कारणाने घडणाऱ्या फरकाचे मोजमापन करण्याचा. आपण ताऱ्याला स्थिर पृथ्वीवरून न पाहता गतिशील पृथ्वीवरून पाहतो. म्हणून त्याची आपल्याला दिसणारी दिशा प्रकाशाचा वेग (ताऱ्याकडून येणाऱ्या प्रकाशाद्वारे आपण तो पाहतो) आणि पृथ्वीची फिरण्याची गती आणि दिशा यावरून ठरते. जस जसे पृथ्वी आपल्या कक्षेतील स्थान बदलते तसतसे आपल्याला ताऱ्याच्या दिशेतील सूक्ष्म बदल मोजता येतो.

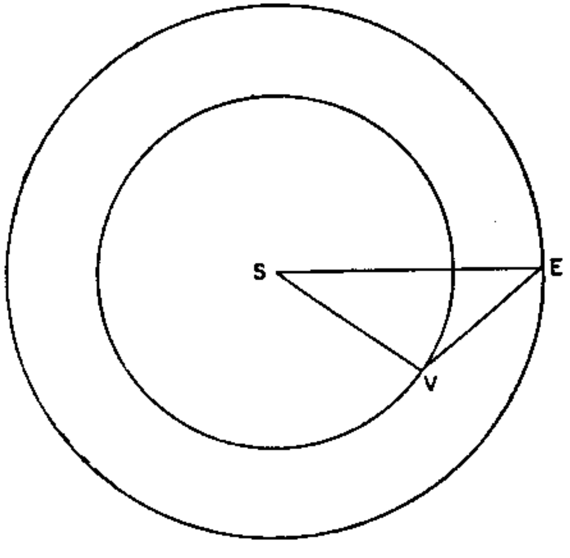
इ. स. पूर्वी 310–230च्या कालखंडातला ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञ अरिस्टार्कसने असा दावा केला होता की पृथ्वी स्थिर नसून सूर्याभोवती फिरते. आपला दावा तपासायला त्याने वरीलपैकी पहिला मार्ग सुचवला होता. पण त्यावेळची निरीक्षणाची साधने आजसारखी अधिक बिनचूक नसल्याने त्याला अपेक्षित पुरावा मिळाला नाही

आणि पृथ्वी स्थिर आहे हीच धारणा दृढमूल झाली. वरील मार्ग खरोखर दोन शतकांपूर्वीच उपलब्ध झाले ! म्हणून कोपर्निकस आणि गॅलिलिओ यांच्या काळात पृथ्वी ही सूर्याभोवती फिरते याला निरीक्षणात्मक पुरावा नव्हता.

9) प्रश्न : ग्रहांच्या कक्षा कशा ठरतात ? त्या लम्बगोलाकारच का असतात ?

उत्तर : गुरुत्वाकर्षणाच्या बलामुळे ग्रह सूर्याभोवती फिरतात. न्यूटनचे गतीचे तीन सिद्धांत आणि गुरुत्वाकर्षणाचे नियम ह्याद्वारे ग्रहांची कक्षा ठरते. गुरुत्वाकर्षणाचे बल ग्रहाला सूर्याच्या दिशेने खेचत असते. त्यामुळे ग्रह अशा कक्षेत फिरतो की त्याचे त्वरण (गती बदलण्याचा वेग) त्या बळाच्या प्रमाणात सूर्याकडे असावे. अशा कक्षांपैकी ज्यांमध्ये ग्रहांचे अंतर (सूर्यापासूनचे) सतत मर्यादित असते त्यांचा आकार लम्बगोलाकारच असतो. हे गणित प्रथम न्यूटनने सतराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात मांडले. तत्पूर्वी, त्याच शतकाच्या प्रारंभी केप्लर याने ग्रहवेधांची छाननी करून त्यांच्या कक्षा लम्बगोलाकार असतात हा निष्कर्ष काढला होता.

10) प्रश्न : पृथ्वी – सूर्य हे अंतर कसे मोजले गेले ?



चित्रात सूर्य S येथे, शुक्र V वर तर पृथ्वी E वर आहे. निरीक्षणाने SEV त्रिकोण कसा काढता येईल ते उत्तरात दिले आहे.

उत्तर : हे अंतर मोजायला खगोल शास्त्रज्ञांनी त्रिकोण मितीचा आणि केप्लरच्या नियमांचा वापर केला. समजा शुक्रग्रह आणि पृथ्वीचा अक्ष यांचे समतल पृथ्वीच्या (गोलाकार) पृष्ठभागाला ज्या रेखांशात काटते त्या रेखांशावर निरीक्षणासाठी दोन जागा निवडल्या त्यांना आपण A, B म्हणू. AB हे अंतर आपल्याला माहीत असते. AB कडून शुक्राकडे पहायच्या दिशा निरीक्षणाने काढायच्या. म्हणजे शुक्र जर V येथे असेल तर ABV हा त्रिकोण आपण काढू शकतो आणि त्यामुळे शुक्राचे पृथ्वीच्या केंद्र (E) पासूनचे अंतर काढू शकतो.

आता सूर्य (S), पृथ्वी आणि शुक्र यांचा त्रिकोण SEV काढायचा. त्यांत पृथ्वी पासून सूर्याकडची आणि शुक्राकडची दिशा ES आणि EV आपण खगोल निरीक्षणाने ठरवू शकतो. पहिल्या प्रयोगातून EV आपणास माहीत आहे. आता केप्लरचा तिसरा नियम वापरायचा. त्या नियमाप्रमाणे शुक्राचा आवर्तन काल (सूर्या भोवतालच्या) T_1 आणि पृथ्वीचा आवर्तन काल T_2 (म्हणजे 1 वर्ष) यांचे प्रमाण असे असते :

$$\left(\frac{T_1}{T_2} = \frac{SV}{ES}\right)^3$$

निरीक्षणाने T_1 आणि T_2 माहीत असतात. म्हणून SV:ES हे प्रमाण कळते. त्यावरून SEV त्रिकोण पूर्ण करता येतो व ES म्हणजेच पृथ्वी-सूर्य अंतर मोजता येते.

आजकाल रडार वापरून हे अंतर अत्यंत बिनचूक म्हणजे किलोमीटरमध्ये 149597870.61 इतके असे सांगता येते.

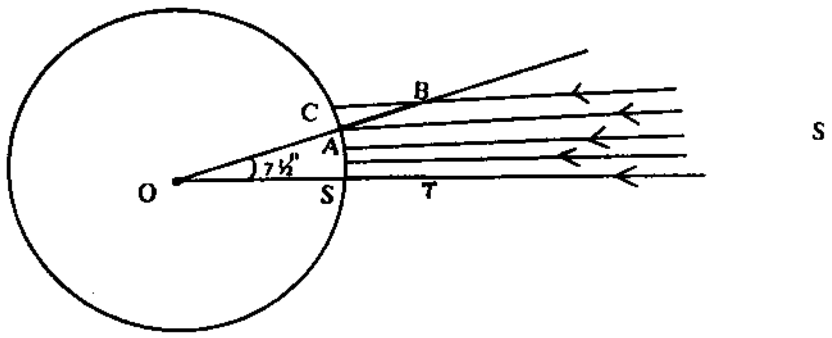
11) प्रश्न : पृथ्वीचे वस्तुमान एकदम कृत्रिमरीत्या वाढवले तर काय काय परिणाम होतील ?

उत्तर : ही स्थिती वास्तविक नसून काल्पनिक आहे असे गृहीत धरले तर खालील परिणाम जाणवतील : 1) पृथ्वीची आपल्या आसाभोवती फिरण्याची कोनीय गती मंदावेल म्हणजे दिवस-रात्र हा कालखंड 24 तासांहून वाढेल. 2) वाढत्या गुरुत्वाकर्षणामुळे चंद्र अधिक जवळ येईल व त्यामुळे भरती-ओहोटी अधिक खळबळजनक होतील. 3) आपली वजने वाढतील आणि जर पृथ्वीचे वस्तुमान पुष्कळच वाढलेले असेल तर ही वजने आपल्याला पेलणार नाहीत. 4) वायुमंडळ अधिक जवळ ओढले जाऊन दाट होईल व त्याचे हवामानावर परिणाम होतील.

परंतु पृथ्वीची सूर्याभोवतालची कक्षा बदलणार नाही.

12) प्रश्न : पृथ्वीची त्रिज्या प्रथम कोणी शोधून काढली व कुठल्या मार्गाने ?

उत्तर : इरॅटोस्थनीज त्या ग्रीक खगोल निरीक्षकाने (ख्रिस्तपूर्व 276–195) खालील मार्गाने पृथ्वीची त्रिज्या मोजली. ऐतिहासिक दाखले पाहता उपलब्ध



सूर्य (S) कडून येणारी किरणे साइन (S) येथे पृथ्वीवर रोवलेल्या काठी (ST) वर सरळ डोक्यावरून पडल्याने काठीची छाया नसते. अलेक्झांड्रिया (A) येथे रोवलेल्या काठी (AB) वर ती किरणे तिरकी पडतात व तिची छाया (AC) अशी पडते. ABC हा त्रिकोण काढून कोन ABC (= 71/2^0) मोजता येतो. तोच कोन भूमितीच्या नियमाप्रमाणे AOS इतका आहे. AS हे अंतर माहीत असल्याने हे त्रैराशिक मांडून :- AS : पृथ्वीचा परीघ :: 71/2^0 : 360^0 आपण पृथ्वीचा परीघ मोजू शकतो व त्यावरून (2 π ने भागून) त्रिज्या काढू शकतो.

माहितीप्रमाणे याला त्रिज्या मोजण्याचा 'प्रथम' प्रयत्न म्हणता येईल.

एकाच रेखांशावर साइन व अलेक्झांड्रिया ही गावे सुमारे 500 मैलावर आहेत. दोनही ठिकाणी जमिनीवर लंबवत काठी रोवून एकाच वेळी तिची छाया पाहण्याचा उपक्रम इरॅटोस्थनीजने केला. त्याला असे आढळले की सूर्य माथ्यावर असताना साइन येथे काठीची छाया जवळ जवळ शून्य लांबीची असते तर अलेक्झांड्रिया येथे तिची छाया किंचित् मोठी असते. त्या छायेच्या लांबीवरून त्याने अलेक्झांड्रिया येथे सूर्य माथ्याशी 7.5 अंशाचा कोन करून आहे असे निदान केले. मग भूमिती वापरून त्याने पृथ्वीचा परीघ 24662 मैल इतका निश्चित केला व त्याला 2 π ने भागून त्रिज्या 3927 मैल इतकी आहे असा निष्कर्ष काढला. आधुनिक मोजमापाने निश्चित केलेल्या लांबीपेक्षा ही लांबी केवळ 32 मैलाहूनही कमी ठरते. म्हणजे त्याची चूक 1 टक्क्यापेक्षाही कमी होती. (चित्र पहा.)

13) प्रश्न : दहावा ग्रह सापडला आहे का ?

उत्तर : नाही ! अद्याप असा कुठलाही ग्रह सापडल्याचे खात्रीपूर्वक सांगता येत नाही. जर प्लूटोपलिकडे असा ग्रह असेल तर तो फार मंद असल्याने दिसायला कठीण ! त्याच्या गुरुत्वीय परिणामामुळे ज्ञात ग्रहांच्या गतीतील बदल कळून यायलाही वेळ लागेल.

14) प्रश्न : सूर्य का चकाकतो ?

उत्तर : सूर्य हा तप्तवायूचा गोल आहे. त्याचे पृष्ठभागावरचे तापमान सुमारे 5500^0 सेल्सियस इतके आहे. पण जसजसे त्या गोलाच्या केंद्राकडे जावे तसतसे तापमान वाढते असे त्या वायुगोलाचे गणित सांगते. केंद्राचे तापमान सव्वा कोटी अंश सेल्सियसच्या आसपास असावे.

इतक्या तप्त वायुत अणुंचे गर्भभाग बाजूच्या इलेक्ट्रॉन्सपासून तर वेगळे असतातच पण ते परस्परांवर आदळून ऊर्जा निर्माण करतात. उदाहरणार्थ हायड्रोजनचे चार अणुगर्भ एकत्र येऊन त्यातून हीलियमचा एक अणुगर्भ तयार होतो. मात्र चार मूळ अणुगर्भांचे वस्तुमान हीलियमच्या नव्या अणुगर्भाच्या वस्तुमानापेक्षा थोडे जास्त असते. वस्तुमानातली ही घट ऊर्जेच्या स्वरूपात बाहेर पडते. हीच अणुऊर्जा सूर्याच्या प्रकाशाच्या मुळाशी आहे.

15) प्रश्न : सूर्याची उत्पत्ती कशी झाली ? सूर्याभोवती ग्रह कसे निर्माण झाले ?

उत्तर : आकाशगंगेत ताऱ्यांदरम्यान पसरलेल्या विस्तीर्ण प्रदेशात वायुचे विशाल मेघ आहेत. अशाच एका वायुमेघाच्या गोळ्याचे आकुंचन होत होत त्यातून एक गोळा तयार होतो. हाच पुढे तारा बनतो. . . म्हणजे त्याच्या केंद्र भागातून अणुऊर्जेची निर्मिती होते.

सूर्याची निर्मिती अशीच झाली, मात्र मूळ वायूमेघाचा भाग आपल्या अक्षाभोवती गोल फिरत असावा. अशा भागाचे आकुंचन होताना केंद्रस्थानी गोल व अक्षाभोवती लंबवत पसरलेली एक चकती असा त्या वायुमेघाचा आकार होता आणि ही चकती त्या गोलाभोवती फिरत असते.

हे आकुंचन घडते गुरुत्वाकर्षणामुळे. . . वायुमेघाचे भाग एकमेकांना आकर्षित करून जवळ येऊ पहातात. परंतु अक्षाभोवती फिरताना मेघाचे भाग अक्षापासून दूर

भिरकावले जातात. (या भिरकावण्यामागे अपकेंद्री बल असते.) केंद्रातून सूर्य आणि चकतीतून ग्रह, उपग्रह आदि तयार होतात. आपल्या सूर्याची व ग्रहांची निर्मिती सुमारे 5 अब्ज वर्षांपूर्वी झाली असावी. परंतु ग्रहमालेचा आकार, ग्रहांचे आकार आणि संख्या वगैरे अजून ह्या सिद्धांतातून निश्चित करता येत नाही. मात्र ह्याच पद्धतीने बहुतेक ताऱ्यांभोवती ग्रहमाला असाव्यात, असा तर्क केला जातो.

16) प्रश्न : सूर्य केव्हातरी राक्षसी तारा होणार म्हणजे काय ?

उत्तर : समजा सूर्याची त्रिज्या 200-250 पटीने वाढली तर ? तर तो पृथ्वीसकट आतल्या ग्रहांना व मंगळालासुद्धा गिळून टाकेल. अशा स्थितीला पोहोचलेल्या सूर्याला राक्षसी तारा म्हणावे लागेल. पण असे का आणि केव्हा घडेल ?

सूर्याच्या अंतरंगात अणुप्रक्रियेतून ऊर्जा निर्माण होत आहे (पहा प्रश्न 14). पण त्यासाठी लागणारे हायड्रोजनचे इंधन केव्हा न् केव्हातरी संपणार. मग पुढे त्याचा आतला भाग स्वतःच्याच गुरुत्वाकर्षणामुळे आकुंचन पावून आणखी तापेल. ह्या तप्तस्थितींत त्यात नव्याने वेगळ्या अणुप्रक्रिया चालू होतील, ज्यात हीलियमचे रुपांतर कार्बनमध्ये होईल. ह्यामुळे पुन्हा ऊर्जा बाहेर पडेल आणि त्यामुळे सूर्याचे बहिरंग फुगायला लागेल.

पण हे सर्व घडून सूर्याचे राक्षसी ताऱ्यात रूपांतर व्हायला सहा अब्ज वर्षांचा अवकाश आहे ! इतर काही तारे त्या अवस्थेत पोहोचलेले आपण पाहतो. त्यांचा आकार प्रचंड व बाहेरचा रंग लालसर असल्याने त्यांना लाल राक्षसी तारे (रेड जायंट) म्हणतात. भरत (बीटलग्यूज) तारा अशा प्रकारचा आहे.

17) प्रश्न : तारे का लुकलुकतात ? ग्रह का लुकलुकत नाहीत ?

उत्तर : आपण तारे पाहतो किंवा दुर्बिणीतून त्याचे छायाचित्र घेतो ते त्यापासून येणाऱ्या प्रकाश किरणांच्या मदतीने. ही किरणे पृथ्वी भोवतालच्या वायुमंडलातील बदलत्या घनतेच्या, तापमानाच्या हवेच्या थरातून येतात त्यावेळी त्यांच्या दिशेत वक्रीभवनाने थोडा फरक पडतो. हे थर सतत बदलत असल्याने ताऱ्याचे बिंब थरथरताना दिसते. तारे लांब असल्याने व प्रकाश मुळात त्यांच्याकडून येत असल्याने हा लुकलुकण्याचा परिणाम जाणवतो.

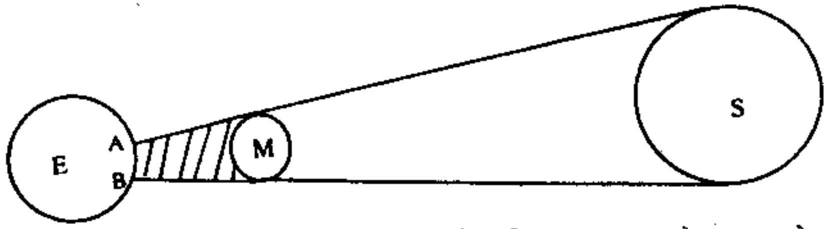
ग्रह जवळ आहेत व सूर्याच्या प्रकाशाच्या परावर्तनाने आणि विखुरण्याने प्रकाशतात. त्यामुळे त्यांच्या बाबतीत हा परिणाम जाणवत नाही.

18) प्रश्न : मानवाने सोडलेले उपग्रह आकाशात स्थिर राहू शकतात का ?

उत्तर : नाही ! ते पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाने ठराविक कक्षांत फिरत राहतात. जर ते स्थिर राहिले असते तर पृथ्वीकडे खेचले जाउन पृथ्वीवर पडले असते. तथाकथित भूस्थिर उपग्रहदेखील ठराविक कक्षेत फिरत असतात पण त्यांचा फिरण्याचा कोनीय वेग पृथ्वीच्या आसाभोवती फिरण्याच्या वेगाइतका असल्याने ते विषुववृत्तावर स्थिर झालेले दिसतात.

19) प्रश्न : सूर्य आणि चंद्राला ग्रहण लागते तसे पृथ्वीला लागते का व ते चंद्रावरून दिसेल का ?

उत्तर : आपण जर चंद्रावर गेलो तर पृथ्वीला ग्रहण लागलेले दिसायला पृथ्वी चंद्राच्या छायेत आली पाहिजे. परंतु चंद्राचा आकार तेवढा मोठा नसल्याने त्याची छायाही लहान असते व तीत संपूर्ण पृथ्वी सामावत नाही. पण ज्या भूभागावर ती छाया पडेल तेवढा भाग अंधारात म्हणजे ग्रहण लागलेला दिसेल. म्हणजे अमावस्येला



सूर्य (S) व पृथ्वी (E) च्या दरम्यान चंद्र (M) आला की पृथ्वीवरच्या चंद्राच्या छायेत (AB) उभे राहिले की सूर्यग्रहण दिसते. त्याच वेळी चंद्राच्या पृथ्वीकडील भागावरून पाहिल्यास पृथ्वीच्या AB व्यास असलेल्या भागावर ग्रहण लागलेले दिसेल. हे पृथ्वीचे आंशिक ग्रहण असेल.

पृथ्वीला आंशिक ग्रहण लागलेले आपण चंद्रावरून पाहू शकू आणि त्याच वेळी पृथ्वीच्या ग्रहण लागलेल्या भागावरून खग्रास सूर्यग्रहण दिसेल !

20) प्रश्न : चंद्र प्रकाशतो म्हणजे काय ? चंद्रावरून पृथ्वीचा उदय व अस्त पाहता येईल ?

उत्तर : सूर्यकिरणे चंद्रावर पडून परावर्तित होतात किंवा इकडे तिकडे विखुरतात. त्यामुळे चंद्र प्रकाशतो. चंद्राला स्वतःचे असे तेज नाही.

चंद्र पृथ्वीभोवती फिरताना स्वतःभोवती पण फिरतो, अशा वेगाने की पृथ्वीवरून

त्याचा तोच भाग सतत दिसतो. त्यामुळे चंद्राच्या पलिकडच्या भागावरून पृथ्वी कधीच दिसणार नाही. शिवाय जिथून पृथ्वी दिसेल तिथे ती एकाच दिशेत स्थिर राहिलेली दिसेल. तिचा उदय किंवा अस्त होताना दिसणार नाही.

21) प्रश्न : चंद्र पृथ्वीपासून झाला का? त्यावर वातावरण आणि जीवसृष्टी का नाही?

उत्तर : चंद्र व पृथ्वी वायुमेघातून निर्माण झाले असले (पहा प्रश्न 15) तरी चंद्र पृथ्वीपासून झालेला नाही. याचा पुरावा चंद्रावरची खनिजे तपासून मिळतो. चंद्रावरच्या खनिजांची घडण पृथ्वीपेक्षा वेगळी आढळते. तेव्हा चंद्र वेगळा निर्माण झाला व कालांतराने पृथ्वी भोवताली आला असताना तिच्या गुरुत्वाकर्षणात अडकून तिचा उपग्रह झाला असावा.

चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या मानाने फार कमी असल्याने विरळ वायुंचे वातावरण तो टिकवू शकला नाही आणि वातावरण नाही म्हणून सजीवांना पोषक वायू नाहीत... आणि म्हणून तेथे जीवसृष्टीही नाही.

22) प्रश्न : धूमकेतू कसे तयार होतात?

उत्तर : ह्या प्रश्नाचे निश्चित उत्तर माहीत नाही. यात ऊर्ट नावाच्या खगोलशास्त्रज्ञाने मांडलेली कल्पना सामान्यतः स्वीकारली जाते ती अशी. सूर्यापासून सुमारे प्रकाशवर्ष अंतरावर (म्हणजे सूर्य-पृथ्वी अंतराच्या 60,000 पट !) एक मेघावरण सूर्याभोवती आहे. तो मेघ गोठलेल्या वायुंचा असून त्यातून काही पुंजके जवळच्या कुठल्यातरी धक्क्यामुळे सूर्याकडे भिरकावले जातात व सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाने तिकडे प्रवास करू लागतात. सूर्याच्या जवळ येता येता उष्णतेने हे गोळे गोठलेली स्थिती सोडून वायुरूप घेतात. सूर्यापासून निघणारा वाऱ्याचा ओघ आणि खुद्द सूर्यप्रकाशाचा दाब यामुळे वायुरूप झालेले भाग सूर्यापासून लांबच्या दिशेने पसरतात. हीच ती धूमकेतूची शेपूट ! ही धूळ व वायूने बनलेली असते.

धूमकेतू सूर्याकडे झेपावला तरी क्वचित् सरळ सूर्यात पडतो. तो सूर्याला वळसा घालून लंबगोल कक्षेत फिरत राहतो व त्यामुळे ठराविक कालावधीनंतर सूर्याजवळ येत असतो. अशा स्थितीत पृथ्वीवरून त्याचे दर्शन घडू शकते. हॅलेने शोधलेला धूमकेतू दर 76 वर्षांनी सूर्याजवळ येतो. परंतु कित्येक धूमकेतुंचा आवर्तनकाल हजारो वर्षे असतो. ते पुन्हा पुन्हा दिसण्याची व ओळखले जाण्याची शक्यता कमीच.

धूमकेतुंच्या कक्षेवर सूर्याव्यतिरिक्त इतर ग्रहांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा सूक्ष्म परिणाम होत राहतो. त्यांतल्या त्यात गुरुग्रहाचा परिणाम जास्त व त्यामुळे धूमकेतूची कक्षा थोडी बदलू शकते व आवर्तनकालही. शूमेकर-लेव्ही सारखा धूमकेतू गुरुच्या आकर्षणात सापडून त्याची टक्कर होऊन अंतही होऊ शकतो. मात्र याची संभाव्यता हजार वर्षातून एकदाच.

23) प्रश्न : उल्का वर्षाव म्हणजे काय?

उत्तर : धूमकेतूच्या कक्षेत त्याच्या शेपटीमधून धुळीचे कण बाहेर पडत असतात. जेव्हा ही कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेला चाटून जाते तेव्हा काही कचरा पृथ्वीच्या वाटेत येतो. हे धुळीचे गोळे पृथ्वीच्या आकर्षणातून पृथ्वीकडे झेपावताना पृथ्वी भोवतालच्या वायुमंडलात घासल्याने गरम होऊन चमकतात. अशा अनेक गोळ्यांचा वर्षाव म्हणजे उल्का वर्षाव. लांबून तारे पडतात असे वाटते पण वास्तविक ते असतात लहान गोळे. पृथ्वीच्या कक्षेत काही ठिकाणीच हा कचरा साठलेला असल्याने वर्षाच्या काही ठराविक काळात (पृथ्वी तिकडून जात असताना) हे वर्षाव अधिक दर्शनीय असतात. सामान्यतः हा काळ 1-20 ऑगस्ट (ययाती नक्षत्रात), 11-20 नोव्हेंबर (सिंह तारकासमूहात), 20-22 एप्रिल (स्वरमंडळ नक्षत्रात), 24-27 नोव्हेंबर (देवयानी), 9-14 डिसेंबर (मिथून), व 30 मे ते 14 जून (मिथून) असतो.

24) प्रश्न : स्विफ्ट–टटल धूमकेतू पृथ्वीवर आदळणार आहे का? असल्यास पृथ्वीचे काय होईल? हा धोका टाळणे शक्य आहे का? इतर धूमकेतू किंवा न्यूनग्रहांकडून हा धोका आहे का?

उत्तर : स्विफ्ट–टटल धूमकेतू नुकताच येऊन गेला आणि तो पुन्हा 14 ऑगस्ट 2126 रोजी पृथ्वीजवळ येणार. प्रथम मांडलेल्या गणितानुसार त्याची पृथ्वीशी टक्कर होईल असे भाकीत केले होते. परंतु नंतर असे आढळून आले की धूमकेतूवर सूर्य प्रकाश व सौरवात (सूर्याकडून येणारा वाऱ्याचा झोत) यांचा मारा होत असतो व त्यामुळे त्याच्या कक्षेत थोडा बदल होतो. त्याचे गणित इतकी वर्षे आधी बिनचूक मांडता येत नाही. परंतु असे परिणाम विचारात घेता पृथ्वीशी त्याची टक्कर होण्याची संभाव्यता फार कमी आहे.

धूमकेतू पुन्हा जवळ येत असताना हे गणित अधिक बिनचूक मांडता येईल. जर तेव्हा असे आढळले की टक्कर अटळ आहे तर तातडीचे उपाय वापरून धूमकेतूची

कक्षा किंचित् बदलावी लागेल. त्यासाठी त्याच्याजवळ एक अंतराळयान पाठवून त्याच्या जवळ यानात ठेवलेल्या अणुबॉम्बचा स्फोट घडवून आणावा लागेल. स्फोटाच्या दबावाने धूमकेतूची दिशा किंचित् बदलून तो पृथ्वीला किंचित दुरून सलाम करून (!) जाईल. (माझ्या 'धूमकेतू' ह्या गोष्टीत नेमके हेच कथानक गुंफले होते.)

जर धूमकेतू पृथ्वीवर आपटला तर पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचा नाश होईल. कारण पृथ्वीवर आपटलेल्या ठिकाणी प्रचंड खड्डा होईल, घर्षणाने आग व जीवित हानी होईलच परंतु वातावरण ढवळून निघाल्याने इतर ठिकाणचे जीवन देखील धोक्यात येईल. अशाच टकरीमुळे डायनासोर प्रभृती प्राण्यांचा नाश झाला असावा.

सुदैवाने अशा टकरी लाख दहालाख वर्षांतून एक अशा विरळा आहेत. तरीपण धूमकेतुंशिवाय ॲस्टेरॉइड (न्यून ग्रह) सारखे छोटे मोठे अनेक गोळे सूर्याभोवती फिरतात. सामान्यपणे ते मंगळ आणि गुरुच्या कक्षांदरम्यान फिरतात पण काही (रस्ता चुकून ?) पृथ्वीजवळून जातात. तसा एखादा मोठा गोळा आपटून देखील पुष्कळ विनाश पृथ्वीवर संभवतो. अशा सर्व गोळ्यांची जंत्री करून त्यांच्या कक्षा ठरवायची एक मोहीम शास्त्रज्ञांनी आखली आहे... म्हणजे धोका संभवत असेल तर आधीपासून खबरदारी घेता येईल.

25) प्रश्न : श्वेत बटू आणि न्यूट्रॉन तारे हा काय प्रकार आहे ? ह्या विषयात नोबेल पारितोषिक विजेते सुब्रह्मण्यम् चंद्रशेखर यांनी काय शोध लावला ?

उत्तर : सूर्यासारख्या ताऱ्यातून प्रकाश बाहेर पडतो कारण त्याच्या अंतरंगात अणू ऊर्जेचा साठा आहे. (पहा प्रश्न क्र.14) त्या ऊर्जेतून निर्माण होणारे दाब सूर्याचा आकार टिकवून ठेवतात. जेव्हा तो साठा संपेल तेव्हा सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण त्याचे आकुंचन घडवून आणेल.

ह्या आकुंचनामुळे सूर्याची घनता वाढत जाईल. परंतु वाढती घनता म्हणजे पदार्थाचे मूलकण अधिकाधिक जवळ येणे. क्वांटम सिद्धांत (ज्याद्वारे अतिसूक्ष्म कणांचे गुणधर्म ठरतात) असे सांगतो की एका ठराविक स्थितीतले इलेक्ट्रॉनचे समानधर्मी मूलकण एकमेकांजवळ येऊ शकत नाहीत. साहजिकच ह्या प्रवृत्तीमुळे पदार्थाचे आकुंचन होऊन घनता वाढत जाण्यावर प्रतिबंध येतो. हे नवे दाब सूर्याचे आकुंचन रोखून धरतील. मात्र त्यासाठी सूर्याची घनता (सरासरी रुपात) सध्याच्या दशलक्षपटीने वाढलेली असेल व सूर्याचा आकार, त्याची त्रिज्या, सध्याच्या शतांशाइतकी असेल ! अशा ताऱ्याला श्वेतबटू म्हणतात. 'बटू' कारण आकार लहान आणि 'श्वेत' कारण ताऱ्यातून पांढरा फिकट प्रकाश येत राहतो.

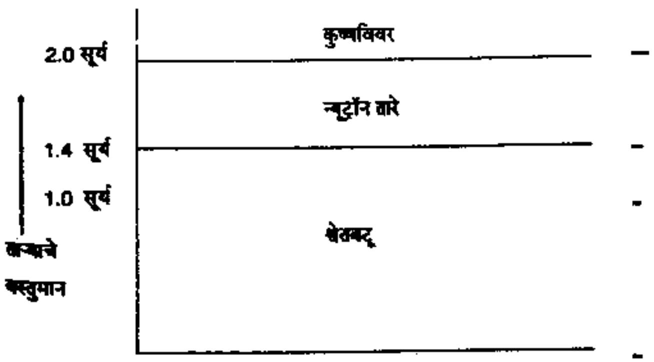
1930–35च्या दरम्यान चंद्रशेखर यांनी हे दाखवून दिले की ताऱ्याचे वस्तुमान सूर्याच्या सुमारे 40 टक्क्यांपेक्षा जास्त असेल तर हे नवे दाब अस्तित्वात येऊ शकत नाहीत आणि ताऱ्याचे आकुंचन अबाधित राहते. ही वस्तुमानाची मर्यादा 'चंद्रशेखरांची सीमा' म्हणून ओळखली जाते. ह्या मर्यादेखाली वस्तुमान असलेले तारे सूर्याप्रमाणे श्वेतबटू म्हणून आपले उर्वरित आयुष्य जगतात.

त्यानंतर काही वर्षांनी श्वेतबटुंपेक्षाही सुमारे अब्जपटीने अधिक घनतेच्या ताऱ्यांची शक्यता वर्तवण्यात आली. 'न्यूट्रॉन तारे' म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या ह्या ताऱ्यांत न्यूट्रॉन नावाच्या कणांच्या समूहात चंद्रशेखरांनी वर्तवलेल्या नियमाप्रमाणे नवे दाब तयार होतात. . . जर ताऱ्यांचे वस्तुमान सूर्याच्या दुपटीहून कमी असेल तर ! हे दाब ताऱ्यांचे आकुंचन रोखून धरतात. असे तारे न्यूट्रॉन तारे म्हणून ओळखले जातात.

न्यूट्रॉन तारे दृश्य प्रकाशात दिसत नाहीत पण त्यांतून रेडिओ लहरींची नियमित स्पंदने निघतात म्हणून स्पंदक (पल्सार) रुपात ते सापडतात.

26) प्रश्न : कृष्णविवर किंवा ब्लॅक होल कशाला म्हणतात ? विश्वात ब्लॅक होल सापडले आहेत काय ? सूर्य कृष्णविवर बनेल का ?

उत्तर : आपण एखादा चेंडू वर फेकला की तो अखेर खाली पडतो कारण पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण त्याला खाली (पृथ्वीकडे) खेचते. परंतु न्यूटनच्या नियमाप्रमाणे, पृथ्वीच्या आकर्षणाचा जोर, पृथ्वीपासून लांब जात राहिले तर कमी होत जातो. त्यामुळे एका ठराविक वेग मर्यादेहून जास्त वेगाने जर एखादी वस्तू पृथ्वीपासून लांब फेकली तर ती परत येत नाही, कारण तिला परत खेचून घ्यायला पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण अपुरे पडते. ही वेगमर्यादा 11.2 किलोमीटर दर सेकंदाला इतकी असून तिला 'सुटकेचा वेग' म्हणतात.



जितके एका वस्तुचे गुरुत्वाकर्षण बलाढ्य असेल तितकीच ही वेगमर्यादा जास्त. सूर्यापासून

सुटकेचा वेग सेकंदाला सुमारे 640 किलोमीटर इतका आहे. समजा एखाद्या वस्तुपासून सुटकेचा वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षा . . . म्हणजे सेकंदाला 3 लक्ष किलोमीटरपेक्षा जास्त असेल तर ? तर प्रकाश किरणे त्या वस्तुपासून निसटू शकणार नाहीत. मग ही वस्तू दिसणार कशी ? दिसणार नाहीच, म्हणून तिला कृष्णविवर किंवा ब्लॅक होल म्हणतात. ज्याप्रमाणे खोल विहिरीत टाकलेली वस्तू गडप होते तसेच कृष्णविवर आसपासच्या वस्तूंना आपल्याकडे खेचून गडप करून टाकते.

विश्वात ब्लॅक होल आहेत का ? जी वस्तू मुळात दिसत नाही ती शोधणार कशी ? ती 'दिसल्याचा' पुरावा काय ? ब्लॅक होल अर्थातच अदृश्य असते पण त्याचे आसपासच्या वस्तुंवर प्रबळ आकर्षण असते. त्यामुळे अशा आसमंतातल्या गोष्टींचे निरीक्षण करून तिथे कृष्ण विवर असल्याचे निदान केले जाते. उदाहरणार्थ परस्परांभोवती फिरणाऱ्या दोन ताऱ्यांपैकी एक कृष्णविवर असेल तर त्याचे अस्तित्व आणि इतर तपशील शेजारच्या (सामान्य) ताऱ्याच्या निरीक्षणातून कळू शकेल. सिग्नस x —1 ह्या क्ष-किरण स्रोताच्या ठिकाणी कृष्णविवर असलेले तारायुगल असल्याचा तर्क केला जातो.

. सूर्य कृष्णविवर बनेल का ? सूर्याची त्रिज्या सध्या सात लक्ष किलोमीटर इतकी आहे. ती लहान होत तीन किलोमीटर इतकी झाली तर सूर्याचे कृष्ण विवर बनेल. सूर्याचे स्वत:चेच गुरुत्वाकर्षण त्याचे आकुंचन घडवू पाहते. पण त्याचे आंतरिक दाब त्याचा विरोध करतात. सध्याचे भौतिक विज्ञान अशी माहिती देते : जर एखाद्या ताऱ्याची चकाकण्यासाठी लागणारी उर्जा संपली तर त्या स्थितीत त्याचे वस्तुमान किती यावर त्याचे भवितव्य अवलंबून असते. जर ते वस्तुमान सूर्याच्या दुपटीहून जास्त असेल तर त्याचे आतले दाब गुरुत्वाकर्षणाला रोखू शकत नाहीत. आणि त्या ताऱ्याचे कृष्ण विवरात रुपांतर होईल. जर वस्तुमान ह्या मर्यादेखाली असेल तर दाबांची गुरुत्वाकर्षणावर सरशी होते आणि तो तारा न्यूट्रॉन तारा किंवा श्वेत बटूच्या स्थितीत राहतो. (पहा प्रश्न 25)

सूर्यही आपले आयुष्य श्वेतबटू स्वरुपात संपवेल. त्याचे कृष्णविवर होणार नाही.

27) प्रश्न : क्वेसार म्हणजे काय ?

उत्तर : 'क्वासी स्टेलर रेडिओ सोर्स'च्या आद्याक्षरांपासून तयार केलेला 'क्वेसार' किंवा 'क्वासार' हा शब्द. ताऱ्यासारखे वाटणारे रेडिओ लहरींचे जनक असा त्याचा अर्थ. क्वेसार पहिल्यांदा तारे आहेत असे खगोलशास्त्रज्ञांना वाटले होते. परंतु नंतर त्यांना असे आढळले की क्वेसार ताऱ्यापेक्षा दशलक्षच काय पण लक्ष लक्ष पटीहूनही जास्त प्रकाशवान असतो. बऱ्याच क्वेसारहून रेडिओ लहरी तर बहुतेकांतून क्ष—किरण निघतात. एकंदरीतच सामान्य क्वेसारपासून निघणारी ऊर्जा आपल्या आकाशगंगेतून निघणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा कांकणभर जास्तच असते.

हा शोध लावण्यामागे क्वेसारचा एक महत्वाचा गुण होता. क्वेसारच्या वर्णपटातल्या रेषा लालरंगाकडे सरकलेल्या दिसतात. (पहा प्रश्न 34) हबलचा नियम लावला तर ह्या सरकण्याच्या प्रमाणावरून क्वेसारचे अंतर काढता येते. हे अंतर पुष्कळच, म्हणजे अब्जावधी प्रकाशवर्ष इतके सामान्यत: असते. त्यामुळे क्वेसार हे विश्वातले सर्वात दुरून दिसणारे घटक समजले जातात. 1963 मध्ये ज्यांचा प्रथम शोध लागला, ते 3C273 व 3C48 कॅटलॉग नंबरचे आद्य क्वेसार !

28) प्रश्न : तारायुगल कशाला म्हणतात ?

उत्तर : दोन तारे एकमेकांच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे एकमेकाभोवती फिरताना दिसले तर त्या जोडगोळीला तारायुगल म्हणतात. परस्परांभोवती 'नाचणारे' असे पुष्कळ जोडतारे दिसतात. सीरियस'ए' (व्याध तारा) आणि 'बी' हे तारे असेच परस्परांभोवती फिरतात.

अशा तारायुगलांच्या निरीक्षणातून आणि त्यांच्यात घडणाऱ्या बदलांतून ताऱ्यांबद्दल नवी माहिती, त्यांचे वस्तुमान इत्यादी कळू शकते. जर युगलात एक कृष्णविवर असेल (पहा प्रश्न 26) तर त्याच्या वस्तुमानाची माहिती पण त्याच्या शेजारी ताऱ्याच्या गतीवरून मिळू शकते. तसेच एका ताऱ्याकडून दुसऱ्याकडे हवा, कण आदिंचा प्रवाह असू शकतो. तो पुष्कळ तीव्र असला तर अशा प्रवाहातून क्ष-किरण पण निघतात. क्ष किरणांच्या दुर्बिणीतून तारायुगलांच्या स्वरूपात क्ष किरणस्रोत असल्याची नवी माहिती मिळाली.

29) प्रश्न : कृष्णविवरात पडणाऱ्या पदार्थांचे पुढे काय होते ?

उत्तर : कृष्णविवर आपल्या प्रखर आकर्षणाने आसपासच्या वस्तूंना खेचून घेते. कल्पना करुया की एक (दुर्दैवी) मनुष्य त्यांत पडत आहे. पडताना, समजा त्याचे डोके जवळ व पाय लांब अशी स्थिती आहे. सामान्यत: गुरुत्वाकर्षणाचा जोर जसजसे अंतर वाढत जाते तसतसा कमी होत जातो. म्हणून पडणाऱ्या डोक्यावर आकर्षण जास्त व पायावर कमी असा प्रकार असेल व त्यामुळे ती व्यक्ती ताणली जाईल. चंद्राच्या

आकर्षणामुळे पृथ्वीवर असाच ताण पडतो. त्याची परिणती भरती ओहोटीत होते. म्हणून अशा ताण पाडणाऱ्या गुरुत्वीय बलाला भरती ओहोटीचे बल (टायडल फोर्स) म्हणतात. कृष्णविवराकडे झेपावताना ह्या बलात अमर्याद वाढ होत जाते व त्यामुळे कुठलीही वस्तु (ती दुर्दैवी व्यक्तीसुद्धा) छिन्न—भिन्न होऊन जाते.

कृष्णविवराभोवती एक क्षितिजाकार गोल असतो. त्यांत शिरल्यावर बाहेरच्या जगाशी संपर्क तुटतो. म्हणून अशी छिन्नभिन्न झालेली व्यक्ती वा कुठलीही वस्तू त्यांत पडल्यावर पुढे तिचे काय झाले हे आपल्यासारख्या बाहेरच्या निरीक्षकाला कळायला मार्ग नाही. पण गुरुत्वाकर्षणाचा आइन्स्टाइनचा सिद्धांत असे सांगतो की ती वस्तू कृष्णविवराच्या केंद्राशी पोचल्यावर तिथे काल-अवकाश यांची सीमा गाठते व तिच्या भवितव्याचाच अंत होतो !

30) प्रश्न : श्वेतविवर म्हणजे काय ? ते आकाशात कसे शोधावे ?

उत्तर : समजा एखाद्या वस्तूचे सतत आकुंचन होत (पहा प्रश्न 26) तिचे कृष्णविवर बनत आहे. ह्या घटनेची फिल्म घेऊन ती उलटी फिरवली तर काय दिसेल ? एका लहानशा भागातून एका वस्तूचा बाहेर उद्रेक होताना दिसेल. श्वेतविवर म्हणजे असाच काही प्रकार.

श्वेतविवरात केंद्रातून मोठा उद्रेक होऊन प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा व वस्तूचे मूलकण बाहेर पडतात. प्रथम त्यांचा वेग जवळजवळ प्रकाशाइतका असून पुढे त्यात घट होत जाते. पण प्रचंड ऊर्जेमुळे श्वेतविवर दैदिप्यमान असते व लांबून दिसू शकते.

स्फोटातून प्रकाशासह ऊर्जा कण बाहेर पडताना दिसले की तेथे श्वेतविवर असण्याची शक्यता असेल, असा एक दावा आहे. त्यानुसार तारकाविश्वांच्या केंद्र स्थानातून (काही निरीक्षणात) स्फोट होताना दिसतात, ते श्वेतविवरामुळे असे म्हटले जाते. पण ह्या स्फोटांची वेगळी कारणेही असू शकतील; उदाहरणार्थ तेथे कृष्णविवर असू शकेल.

31) प्रश्न : अंतराळ दुर्बिणीचे वैशिष्ट्य काय ?

उत्तर : पृथ्वीभोवताली वायुमंडलाचा थर आहे. पृथ्वीतलावरून पाहताना आपल्याकडे लांबून (तारका—आकाशगंगा—तारकाविश्व याकडून) येणारा प्रकाश ह्या थरातून येतो तेव्हा त्याचे त्या थरात काही प्रमाणात शोषण होते. शिवाय वायुमंडलात लहान-मोठ्या प्रमाणात वेगवेगळ्या थरांचे दोलन चालू असते. त्यामुळे प्रकाशाची दिशा कमीजास्त प्रमाणात बदलते. ह्यामुळे वरच्या तारका फिक्कट दिसतात शिवाय त्यांच्या बिंबांची दिशा थोडी फार बदलते वा बदलत राहते (पहा प्रश्न 17).

तारका स्पष्ट व स्थिर दिसाव्यात म्हणून वायुमंडलावरून आकाशनिरीक्षण करणे चांगले ! त्याकरता अंतराळात दुर्बीण ठेवण्याचा मानवाने प्रयत्न केला. 1990 मध्ये अंतराळात दुर्बीण ठेऊन निरीक्षणांना सुरुवात झाली व तिला एडविन हबल ह्या खगोलशास्त्रज्ञाचे नाव दिले (पहा प्रश्न 34). ही दुर्बीण पृथ्वीतलावरील दुर्बिणीपेक्षा नक्कीच अधिक कार्यक्षम ठरत आहे. अतिशय मंद तारका पाहणे व त्यांची ठळक चित्रे उमटवणे हे हबल दुर्बिणीला जमले आहे. तिचे सर्व नियंत्रण अर्थातच पृथ्वीतलावरून होते. खुद्द दुर्बीण अंतराळात सुमारे 600 कि. मी. उंचीवर पृथ्वीप्रदक्षिणा करते.

मात्र हबल दुर्बिणीपूर्वी उपग्रहातून अल्ट्रा व्हायलेट, क्ष किरणे इ. ची निरीक्षणे करणाऱ्या दुर्बिणी 1970 पासून सोडल्या होत्या. त्यापेक्षा हबल दुर्बिणीचा प्रकल्प अधिक प्रचंड व भारदस्त आहे. तिचा आकार ठरविताना ती स्पेसशटलमध्ये मावेल इतका जास्तीत जास्त मोठा ठेवला. तिच्यातला आरसा जवळजवळ अडीच मीटर व्यासाचा आहे.

32) प्रश्न : आकाशगंगेतल्या तारका कशा मोजतात ?

उत्तर : आकाशगंगेत किती वस्तुमान भरलं आहे ते आकाशगंगेत बाहेरील तारे किती वेगाने केंद्राभोवती फिरतात त्यावरून ठरते. न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाचा वापर करून आकाशगंगेचे एकंदर वस्तुमान ठरते. जर एक तारा सरासरी सूर्याइतक्या वस्तुमानाचा धरला तर असे किती तारे त्या वस्तुमानात बसतील ते सांगता येते. अशा तऱ्हेने ही संख्या सुमारे दीडशे अब्ज इतकी भरते.

अर्थात् एक-दोन-तीन करत आपण तारे मोजत बसलो तर मिनिटाला शंभर म्हणजे वर्षाला पाच कोटी ह्या वेगाने दीडशे अब्ज मोजायला 3000 वर्षे लागतील ! आता प्रत्यक्ष मोजणे संगणकच करतो.

33) प्रश्न : विश्व मर्यादित आहे का अमर्याद ? ते कसे ठरवायचे ?

उत्तर : आपल्या दुर्बिणी जेथवर पाहू शकतात तेथपर्यंत विश्व पसरलेले दिसते आणि तिथे आकाशगंगांचे समूह दिसतात. त्यामुळे विश्वाला मर्यादा असलीच तर ती अद्याप निरीक्षणाने दिसली नाही.

विश्वरचनेचे प्रचलित सिद्धांत मात्र असे गृहीत धरून चालतात की विश्वाला मर्यादा नाही. परंतु याचा अर्थ असा नव्हे की विश्वाचे घनफळ अनंत आहे. एखाद्या गोलाच्या पृष्ठभागाला मर्यादा वा सीमा नसतात पण त्याचे क्षेत्रफळ मर्यादित असते. तसेच विश्वाच्या बाबतीत असू शकेल.

परंतु विश्वाचे घनफळ अनंत आहे का नाही हे ठरवायला खगोल विज्ञानाच्या सध्याच्या चाचण्या अपुऱ्या पडतात. एखादा ठराविक सिद्धांत खरा आहे का खोटा हे ठरवायला विश्वाची लांबवरची निरीक्षणे, त्याची घनता, तापमान इत्यादी गोष्टी मोजणे आवश्यक आहे. अजून ही निरीक्षणे प्राथमिक अवस्थेत आहेत.

34) प्रश्न : विश्व प्रसरण पावत आहे म्हणजे नेमके काय? त्याचे प्रसरण कशात होते आहे?

उत्तर : आपला सूर्य आणि त्याची ग्रहमाला एका विशाल तारका विश्वाचे सदस्य आहेत. त्या तारका विश्वाला आपण आकशगंगा म्हणतो आणि त्यात सूर्यासारखे 100 ते 200 अब्ज तारे आहेत.

आपल्या संपूर्ण विश्वात अशी असंख्य तारकाविश्वे आहेत हे आता निरीक्षणातून दिसते. अशा एखाद्या तारकाविश्वाचा वर्णपट पाहिला तर त्यांत काही काळ्या रेषा आढळतात. ह्या शोषण रेषा म्हणून ओळखल्या जातात आणि त्यांची लहरलांबी (वेव्हलेंग्थ) प्रकाश शोषून घेणाऱ्या अणुंवरून ठरवली जाते. परंतु बहुतेक तारकाविश्वांबाबत असे आढळते की ह्या शोषणरेषांची लहरलांबी ठरल्यापेक्षा जास्त आहे. त्या जास्त लांबीच्या लाल रंगाकडे सरकलेल्या दिसतात. ही लहरलांबीची वाढ काय दर्शवते? भौतिक विज्ञानानुसार जर एखादा प्रकाशस्त्रोत आपल्यापासून लांब जात असेल तर त्याच्या वर्णपटातल्या रेषा लाल रंगाकडे सरकलेल्या दिसतात व हे सरकण्याचे प्रमाण दूर जाण्याच्या वेगानुसार वाढते.

1929 मध्ये एडविन हबलने अशा निरीक्षणातून एक नियम काढला : एखादे तारकाविश्व जितके लांब तितकाच त्याचा आपल्यापासून दूर जाण्याचा वेग जास्त! हबल नियमाप्रमाणे दूरची तारकाविश्वे जवळच्यापेक्षा जास्त वेगाने दूर जात आहेत. यालाच विश्वाचे प्रसरण म्हणतात. हे प्रसरण ज्या अवकाशात आहे तोच पसरतोय असे म्हटले तर अधिक सयुक्तिक ठरेल.

35) प्रश्न : पृथ्वीपलिकडे जीवसृष्टी असेल का? सूर्यमालेत इतर ग्रहांवर जीवसृष्टी असल्याचा पुरावा आहे का? एकंदरीत अतिप्रगत जीवसृष्टीचा शोध कोणत्या मार्गाने लावावा?

उत्तर : अंतराळ ताऱ्यांदरम्यानच्या अफाट प्रदेशात प्रचंड वायुमेघ आहेत. त्यात कार्बनिक रेणू असल्याचा भक्कम पुरावा, मिलीमीटर लांबीच्या रेडिओ – मायक्रोवेव्ह दरम्यानच्या लहरींच्या दुर्बिणींद्वारे मिळाला आहे. पृथ्वीवरील जीवसृष्टीच्या मुळाशी जो डी. एन. एचा रेणू असतो त्याचे घटक अशा कार्बनिक रेणूंमध्ये आहेत. तेव्हा कुठल्या न कुठल्या ताऱ्याभोवती एखाद्या ग्रहावर जीवसृष्टी असणे अशक्य नाही.

तरीपण प्रत्यक्ष पुराव्या अभावी आपल्या आकाशगंगेत अतिप्रगत — म्हणजे मानवांच्याही पुढे मजल मारलेल्या जीवसंस्कृतींची संख्या किती असेल ते सांगणे अवघड आहे. शास्त्रज्ञांच्या अटकळी मात्र चालू आहेत. 100–200 अब्ज तारे असलेल्या आपल्या आकाशगंगेत अशा संस्कृतींची संख्या लाखात मोजण्याइतपत असावी असा एक सामान्य समज आहे.

अशा संस्कृतींचे अस्तित्व शोधण्याचा एक प्रभावी मार्ग म्हणजे मोठाले रेडिओ अँण्टेना उभारून काही जवळपासच्या ताऱ्यांजवळून माहिती असलेले संदेश येतात का ते पाहणे. गोंगाटातून असे संदेश शोधण्याचे तंत्रज्ञान आता बरेच विकसित झाले आहे. पण हे संदेश कुठल्या भाषेत असतील? कुठल्या लहरींच्या माध्यमाने ते येतील?

असे गृहीत धरले की अतिप्रगत जीवांना माहीत असलेले विज्ञान सगळीकडे तेच आहे तर हे संदेश आपल्याला अवगत असलेल्या गणित आणि विज्ञानाची भाषा वापरतील. गणित संगणकांना परिचित असलेले दोन अंकांचे असेल. खगोल विज्ञानानुसार आकाशगंगेत सर्वव्यापी असलेल्या हायड्रोजन अणुतुन निघाणाऱ्या 21 सेंटीमीटर लांबीच्या लहरी दूरगामी असून सर्व संस्कृतींना परिचित असतील.

तेव्हा अशा लहरींच्या बॅण्डमध्ये पुष्कळ चॅनल एकाचवेळी चालवून काम करणारे रिसीव्हर रेडिओ दुर्बिणींना बसवून असे संदेश शोधण्याचे काम चालू आहे. काही संदेश आपणही पृथ्वीवरून इतर ताऱ्यांकडे पाठवले आहेत. पण अद्याप अतिप्रगत शेजाऱ्यांचा पत्ता लागलेला नाही.

आपल्या ग्रहमालेत मंगळावर जीवसृष्टी असण्याची शक्यता आहे. व्हायकिंग याने (I आणि II) मंगळावर गेली तेव्हा त्यांनी ह्या बाबत केलेले शोधप्रयोग नकारार्थी परिणाम दर्शवत होते. पण त्यांच्या विश्वासार्हतेबद्दल शंका आहे. इतर ग्रहांवर

जीवसृष्टीची संभाव्यता आणखी कमी आहे. एकविसाव्या शतकात मंगळावर माणूस जाऊन स्वत: आणखी चाचण्या घेऊन ह्या प्रश्नाचा छडा लावेल.

36) प्रश्न : उडत्या तबकड्या हा काय प्रकार आहे ? वास्तविक परग्रहावरून त्या आलेल्या आहेत का ? अशा यानातून पृथ्वीबाहेरचे जीव इकडे येतात का ? यू. एफ. ओ. कुठून येतात ?

उत्तर : 24 जून 1947 रोजी एका हौशी वैमानिकाला अमेरिकेतील माऊंट रेनियर जवळ उड्डाण करताना आकाशात तबकड्या दिसल्या. उडत्या तबकड्यांचे प्रसिद्धी मिळालेले हे पहिले उदाहरण असावे. त्या वैमानिकाचे नाव केनेथ आर्नोल्ड. त्याच्या पाठोपाठ इतर अनेकांनी अशा उडत्या वस्तू पाहिल्याचे दावे वेळोवेळी केले आहेत.

आकाशात उडताना दिसलेल्या अनोळख्या वस्तुला थोडक्यात 'यू. एफ. ओ.' (अनआयडेंटिफाइड फ्लाईंग ऑब्जेक्ट) म्हणतात. अर्थात अनोळख्या वस्तुची ओळख पटली की तिची ही संज्ञा जाते. परंतु ती ओळख पटण्यापूर्वी एखादी यू एफ ओ म्हणजे परकीय जीवसृष्टीतून आलेले अंतराळ यान असा निष्कर्ष काढणे चुकीचे आहे.

आर्नोल्ड प्रकरणानंतर अशा अनोळख्या उडत्या वस्तूंची आणखी प्रकरणे वृत्तपत्रातून उजेडात आल्यावर त्यांच्या शास्त्रीय चांचण्या घेण्यात आल्या. प्रॉजेक्ट साइन, प्रॉजेक्ट ब्लू बुक इत्यादी नावाखाली अमेरिकेत चाचण्यांचे प्रकल्प राबवण्यात आले. काही प्रकरणांची वेगळी छाननी झाली. अशा तपासणीतून सर्वसाधारणपणे यू. एफ. ओ. म्हणजे काय असावे याची खालील कारणे सापडतात :

1) क्षितिजाजवळ उगवताना किंवा अस्ताला जाणारा शुक्र ग्रह हा कित्येकदा 'अंतराळ यान' म्हणून भासलेला आहे.

2) वाळवंटातील मृगजळाप्रमाणे आकाशातही काही दृष्टिभ्रमाचे प्रकार यू. एफ. ओ. वाटतात. केनेथ आर्नोल्डचा अनुभव अशाच प्रकारचा असावा.

3) मानवानेच सोडलेले कृत्रिम उपग्रह किंवा अंतराळ याने यू. एफ. ओ. वाटतात.

4) यू. एफ. ओ. पाहिल्याचा दावा करणाऱ्यांची मानसिक तज्ज्ञांकडून तपासणी केली असता त्यांनी पूर्वीपण भास झाल्याची किंवा खोट्या गोष्टी रचल्याची कबुली दिली.

5) फोटोरुपात यू. एफ. ओ. चा पुरावा पुष्कळदा बनावट स्वरुपाचा आढळला आहे.

थोडक्यात, परग्रहावरून एखादे यान पृथ्वीवर येऊन गेले ह्याचा एकही वैज्ञानिकदृष्ट्या भक्कम पुरावा यू. एफ. ओं.च्या हकिगतींतून मिळालेला नाही.

37) प्रश्न : वृत्तपत्रात मधून मधून उडत्या तबकड्यांचे समाचार येतात ते खरे नसतात ?

उत्तर : आकाशात उडणारी अपरिचित वस्तू दिसली की तिला यू. एफ. ओ. म्हणून प्रसिद्धी मिळते. तो काय प्रकार असेल याचा बहुतेक उलगडा होतो (पहा प्रश्न 37). पण केवळ अशा बातम्यांवर विश्वास ठेवून परकीय जीवसृष्टीने पाठवलेले ते एक यान होते असा ग्रह करून घेणे मूर्खपणाचे !

38) प्रश्न : बर्म्युडा त्रिकोणात विमाने कोसळतात, बोटी बुडतात, घड्याळे थांबतात. . . इत्यादी रहस्यमय घटनांमागे कोणती प्रेरक शक्ती काम करत असावी ? तिथे परकीय जीवांचा हस्तक्षेप होतो का ?

उत्तर : चार्ल्स बर्लित्झ याने 'बर्म्युडा ट्रँगल्' ह्या नावाने लिहिलेल्या पुस्तकामुळे हा त्रिकोण कुविख्यात झाला. अट्लांटिक महासागरातला हा त्रिकोण ! याची तीन शीर्षके आहेत फ्लॉरिडा, पोर्टो-रिको आणि बर्म्यूडा या तीन ठिकाणी.

बर्लित्झने ह्या त्रिकोणात घडणाऱ्या/घडलेल्या घटनांची दिलेली वर्णने अतिरंजित स्वरूपाची किंवा 'काल्पनिक' सदरात बसणारी आहेत असे आढळून आले आहे. शास्त्रीय तपासणीतून काय निष्पन्न झाले याचे वर्णन लॉरेंस कुश याने आपल्या पुस्तकात दिले आहे. अशा तपासणीत बर्म्युडा त्रिकोणात कसलेही वैशिष्ट्य दिसत नाही.

उदाहरणार्थ दुसऱ्या महायुद्धानंतरच्या काळातली (1945 मधली) एक घटना. बर्लित्झने म्हटले आहे की पाच शिकाऊ वैमानिकांची विमाने (त्यांत एक प्रशिक्षक होता) भर दिवसा ह्या त्रिकोणात लुप्त झाली. त्यांच्या पाठोपाठ येणाऱ्या शोध घेणाऱ्या विमानाला त्यांनी संदेश पाठवला "आम्ही कुठे आहोत कळत नाही. 'ते' आमच्या मागे लागलेत." वस्तुस्थिती अशी होती. ती वेळ संधिकालाची होती. अंधार पडत चालला होता. आजकालची प्रगत रडार यंत्रणा त्यावेळी नव्हती. तरी त्या विमानांतून आलेला संदेश असा होता: "आम्ही कुठे आहोत ते आम्हाला कळते. आमच्या मागे यायची जरूर नाही." वास्तविक, बर्म्युडा त्रिकोणात विमाने कोसळली, बोटी बुडल्या तसेच जगाच्या इतरत्र भागातही घडते. वाजवीपेक्षा जास्त दुर्घटना त्रिकोणाच्या जागी घडतात

असे म्हणायला जागा नाही. तेव्हा तिथे कसलेही रहस्य नाही की परकीय जीवसृष्टीचा 'हात' नाही !

39) प्रश्न : पृथ्वीवर खूप पूर्वी अतिप्रगत मानवांची वस्ती होती का ?

उत्तर : अशा तऱ्हेची विधाने करणारी मनोरंजक पुस्तके, उदाहरणार्थ फॉन डॅनिखन याचे 'चॅरियट्स ऑफ गॉड्स', बाजारात आहेत. परंतु त्यांत दिलेले पुरावे शास्त्रीय तपासणीत उत्तीर्ण होत नाहीत.

40) प्रश्न : रेडिओ लहरी कशा तयार होतात ?

उत्तर : जेव्हा विद्युतभार बदलत्या वेगाने प्रवास करतात तेव्हा त्यातून विद्युत्-चुंबकीय लहरी तयार होतात. वेग बदलत राहणे याला त्वरण (अक्सेलरेशन) म्हणतात. वेगाचा बदल त्याच्या दिशेत किंवा परिमाणात बदल झाल्यास संभवतो. उदाहरणार्थ विद्युत्भार गोल कक्षेत फिरत असेल तर त्याच्या वेगाची दिशा सतत बदलत असते, किंवा सरळ रेषेत वरून खाली पडणारी वस्तूपण वेगाचे परिमाण वाढल्यामुळे त्वरणयुक्त असते.

अशा स्थितीत उद्‌भवणाऱ्या विद्युत्चुंबकीय लहरींचे रूप त्यांच्या लहरलांबीवर अवलंबून असते. सामान्यत: 10–20 सेंटीमीटरपेक्षा जास्त लांबीच्या लहरी रेडिओ लहरींच्या रूपात असतात. वायरलेस ट्रांस्मिटरमध्ये विद्युत्भार पुढेमागे फिरवून (त्याला ऑल्टर्नेटिंग करंट किंवा प्रत्यावर्ती विद्युत् धारा म्हणतात) अशा लहरी उत्पन्न केल्या जातात. अंतराळात चुंबकीय बलाद्वारे विद्युतभारात त्वरण घडवून अशा लहरी उत्पन्न होतात.

41) प्रश्न : किरणोत्सर्ग कशाला म्हणतात ?

उत्तर : एखाद्या मोठ्या अणुच्या गर्भ भागात न्यूट्रॉन आणि प्रोटॉन ह्या मूलकणांचा संचय असतो. परस्परातील आकर्षणामुळे हे कण एकत्र जमलेले असतात. पण काही अणुगर्भ आपला समतोल राखू शकत नाहीत व त्यातून फुटून काही कण बाहेर पडतात. त्याला किरणोत्सर्ग म्हणतात.

बाहेर पडणारे कण तीन प्रकारचे असतात. त्यांचे रूप नीट कळण्यापूर्वी त्यांना अल्फा, बीटा व गामा किरणे म्हणत असत. त्यापैकी अल्फा कण म्हणजे हीलियम अणुचे गर्भ. त्यात दोन प्रोटॉन आणि दोन न्यूट्रॉन समाविष्ट असतात. बीटा कण म्हणजे ऋणात्मक विद्युत्भाराचे इलेक्ट्रॉन. हे वस्तुमानाने अल्फा कणापेक्षा पुष्कळ कमी (सुमारे 7300वा हिस्सा). गामा किरणे म्हणजे प्रकाशाचे कण; फक्त हा प्रकाश दृश्य प्रकाशापेक्षा लहरलांबीत पुष्कळच लहान पण तीव्रतेने पुष्कळच जास्त. किरणोत्सर्गाचे प्रयोगशाळेत आणि नैसर्गिक परिस्थितीत अभ्यास करून शास्त्रज्ञांनी अणुगर्भांच्या रचनेची खूप माहिती मिळविली.

42) प्रश्न : पाणी उकळेपर्यंत (100° सेल्सियस) गरम केल्याशिवाय त्याची वाफ होत नाही. मग 20°–30° तपमानाच्या समुद्रातून वाफ वायुमंडलात कशी जाते ?

उत्तर : एका बशीत पाणी ठेवून बघावे. एक दोन तासाने ते नाहीसे झाले असेल. उन्हाळ्यात कोरड्या हवेत हा प्रकार लवकर झालेला दिसेल. जर पाणी उकळेपर्यंत गरम केले तर ते सर्वच्या सर्व वाफेत रूपांतरीत होते. परंतु कमी तपमानात देखील थोड्या प्रमाणात ही क्रिया चालू असते. पाण्याच्या रेणुपैकी काही वायुरूपाने वातावरणात जाऊ पाहतात, व जातात. तर काही प्रमाणात वातावरणातील वाफ द्रवीभूत होऊ पाहते. हे दोन्ही उलट सुलट प्रकार किती वेगाने घडतात ते ठरायला तापमान, वातावरणातले दाब, वायुची गती, वाफेचे प्रमाण इत्यादी कारणीभूत होतात. म्हणून समुद्रातील पाणी न उकळताही वर वाफ पोचवीत असते.

43) प्रश्न : लोखंडाचा ठोकळा पाण्यात बुडतो पण लोखंडाचे जहाज तरंगते ते का ?

उत्तर : या मागे ग्रीक शास्त्रज्ञ आर्किमिडीसचा शोध आहे. जर एखादी वस्तू तरंगायला हवी असेल तर तरंगण्याच्या स्थितीत तिने बाजूला सारलेल्या पाण्याचे वजन त्या वस्तूच्या वजना इतके भरले पाहिजे. हा आर्किमिडीसचा सिद्धांत. जहाजातील लोखंड पत्र्याच्या स्वरुपात खूप पसरलेले असते. त्याने बाजूला सारलेले पाणी पुष्कळ असते व आर्किमिडीसचा सिद्धांत लागू पडण्याइतके असते. एक लोखंडी ठोकळा मात्र तसा बनवलेला नसतो आणि पाण्यात सहज बुडतो.

44) प्रश्न : प्रकाशाचा वेग प्रथम कोणी व कसा मोजला ?

उत्तर : 1676 साली रोमर ह्या शास्त्रज्ञाने गुरू ग्रहाच्या जवळच्या उपग्रहांना

लागणाऱ्या ग्रहणांच्या वेळा नोंदून प्रकाशाचा वेग मोजला. जेव्हा गुरू उपग्रह आणि सूर्य यांच्या मध्ये असतो तेव्हा त्या उपग्रहाला ग्रहण लागते. हे उपग्रह गुरूभोवती बऱ्याच वेगाने फिरत असल्याने बरीच ग्रहणे पहायला मिळतात. परंतु पृथ्वीवरून पाहताना आपल्याला बरीच ग्रहणे पाहायला मिळतात. परंतु पृथ्वीवरून पाहताना आपल्याला ती घडतात त्याच वेळी दिसत नाहीत तर तेथून प्रकाश पोचायला लागलेला वेळ लक्षात घ्यावा लागतो. गुरू-पृथ्वी अंतर बदलत असल्याने हा वेळ बदलतो. याचे गणित मांडून रोमरने प्रकाशाचा वेग सेकंदाला 3.5 लक्ष किलोमीटर इतका ठरवला. आजचे उत्तर : 2.997 लक्ष कि. मी. प्रतिसेकंद !

डॉ. जयंत विष्णू नारळीकर

जन्म	:	19 जुलै 1938 कोल्हापूर
शालेय शिक्षण	:	युनिव्हर्सिटी चिल्ड्रेन्स स्कूल, बनारस हिंदू युनिव्हर्सिटी आवार (1943-53)
बी. एससी.	:	बनारस हिंदू युनिव्हर्सिटी (1958)
1957-1963	:	परदेशी शिक्षण, केंब्रिज युनिव्हर्सिटीची पीएच.डी. पदवी (1963)
1963-1972	:	किंग्स कॉलेज केंब्रिजचे फेलो
1966-1972	:	केंब्रिज युनिव्हर्सिटी इंस्टिट्यूट ऑफ थिरॉटिकल ॲस्ट्रॉनॉमीचे स्टाफ मेंबर
1972-1989	:	टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च मध्ये खगोल विज्ञान विभाग प्रमुख
1988-	:	इंटर-युनिव्हर्सिटी सेंटर फॉर ॲस्ट्रॉनॉमी ॲण्ड ॲस्ट्रोफिजिक्स चे संचालकत्व, इंडियन ॲकॅडमी ऑफ रॉयल ॲस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटीचे असोशिएट, केंब्रिज फिलॉसॉफिकल सोसायटीचे फेलो, इत्यादी. पद्मभूषण (1965) केंब्रिज विद्यापीठाचे ॲडम्स प्राइझ (1967), जवाहरलाल नेहरू फेलोशिप (1973-75), शांतिस्वरुप भटनागर पारितोषिक (1978)., फाय फाउंडेशनचे राष्ट्रभूषण पारितोषिक (1983), वेणूबाप्पू पारितोषिक (1989), इत्यादी. इंटरनॅशनल ॲस्ट्रोनॉमिकल यूनियन च्या कॉस्मॉलॉजी कमिशन चे प्रेसिडेंट (1994-97), मराठी विज्ञान परिषद अध्यक्ष (1991-94) उत्कृष्ठ विज्ञान प्रसाराबद्दल युनेस्कोचे कलिंग पारितोषिक (1996)
संशोधनाचे विषय	:	विश्वरचना शास्त्र, सापेक्षता सिद्धांत, खगोल विज्ञान
अवांतर लेखन	:	विज्ञान प्रसारासाठी लेख, विज्ञान कथा - कादंबऱ्या (कथासंग्रह : यक्षांची देणगी, अंतराळातील भस्मासूर, टाइम मशीनची किमया, कादंबऱ्या : प्रेषित, वामन परत न आला, अंतराळातील स्फोट)