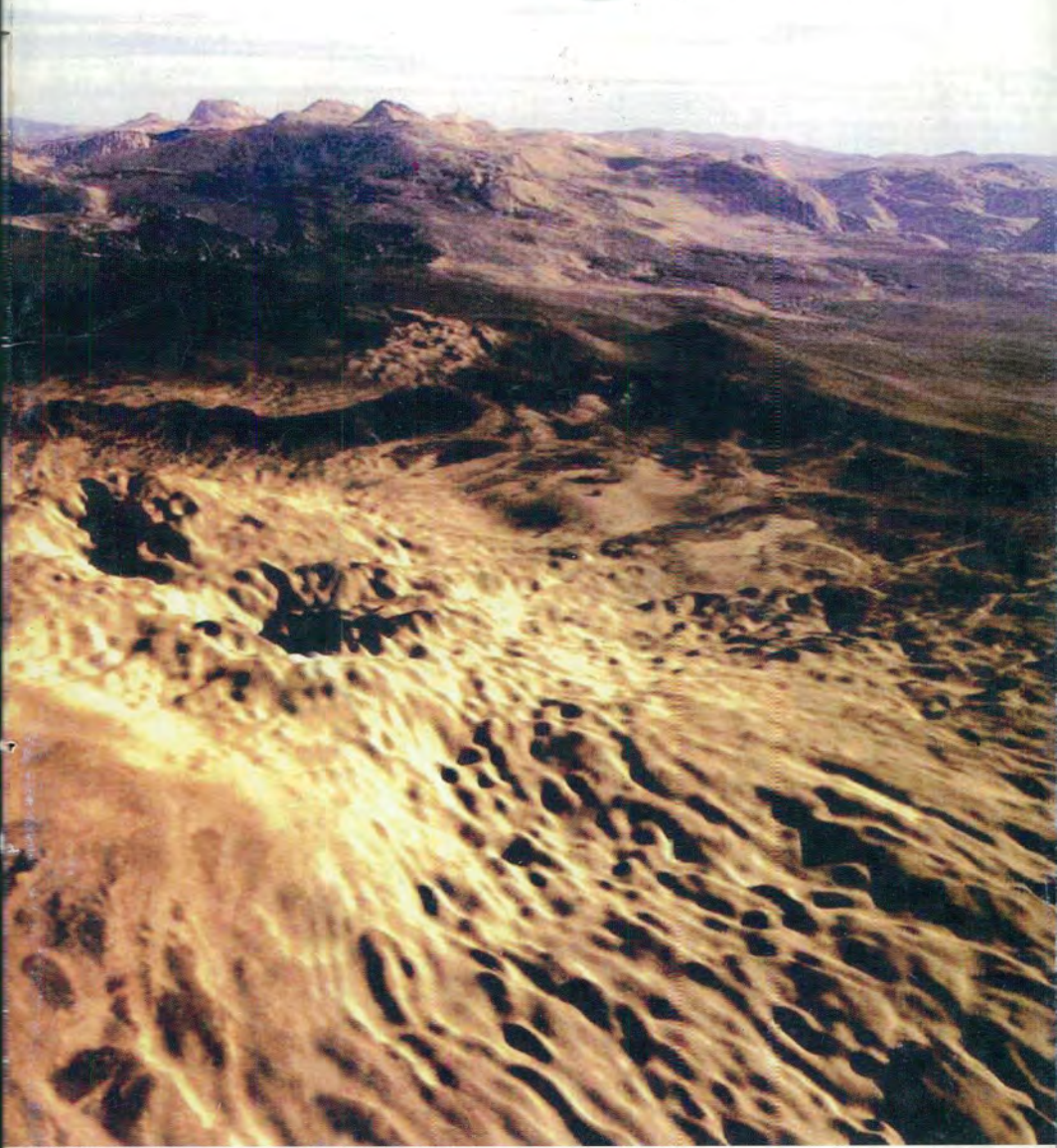


शैक्षणिक

संदर्भ

अंक २७

फेब्रुवारी - मार्च ०४



शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांचाठी द्वैमासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

विश्वस्त :

नागेश मोने, नीलिमा सहस्रबुद्धे,
प्रियदर्शिनी कर्वे, मीना कर्वे,
संजीवनी कुलकर्णी, विनय कुलकर्णी,
रामचंद्र हणबर, गिरीश गोखले.

सहाय्य :

रमाकांत धनोकर, ज्योती देशपांडे,
यशश्री पुणेकर,

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ छायाचित्र : नॅशनल जिओग्राफिक
फेब्रुवारी ९३ मधून साभार.

मुखपृष्ठ मांडणी : रमाकांत धनोकर

छपाई : पूनम प्रिंटिंग प्रेस

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने
हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक २७

फेब्रुवारी - मार्च ०४

पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

पत्ता : संदर्भ, ९, वंदना अपार्टमेंट्स,
आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

दूरध्वनी : २५४६१२६५

ई-मेल : pryid@indiatimes.com

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-

शुकतारा सध्या पश्चिम आकाशात, सूर्यास्तानंतर लगेचच (जवळजवळ ४५°वर) दिसतो आहे. आपल्या सर्वात जवळचा शेजारी ग्रह असल्यामुळे तो सर्वात ठळक दिसतो. वेगवेगळ्या ग्रहगतीमुळे जून २००४ या दिवशी तो आपल्याला दिसणाऱ्या सूर्यबिंबावरून प्रवास करणार आहे. याच निरीक्षण आपण करायलाच हवं कारण ही संधी १२१ वर्षांनी येते आहे. निरीक्षणाला जोडून आपल्याला काही महत्त्वाचे प्रयोग करता येतील. त्याबद्दल 'विश्व मापूया' या लेखात वाचा.

याच शेजारी ग्रहाचा पृष्ठभाग प्रत्यक्षात कसा आहे याचे मॅगेलान अवकाशयानाने पाठवलेले रडार चित्र या अंकाच्या कव्हरवर दिले आहे. चार मैल उंचावरून दिसणारा हा सहाशे मैलाचा टापू तिथल्या हजारो ज्वालामुखींपैकी एक या चित्रात मधे तर एक क्षितिजावर दिसतो आहे. प्रत्यक्ष फोटो काढला तर हे काहीच दिसणार नाही कारण शुक्रावर गंधकाम्लाचे अतिशय दाट ढग आहेत. तिथलं तापमानही भट्टीसारखं भाजून काढणारं आहे. पण बाकी ग्रहाचा आकार, गुरुत्व जवळपास पृथ्वीच्या इतकं आहे. गंमत म्हणजे शुक्रावरचा दिवस २४३ दिवसांचा, वर्ष २२४ दिवसांचं तर सूर्य पश्चिमेला उगवून पूर्वेला मावळणारा आहे.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - २७

फेब्रुवारी-मार्च २००४

- प्रतिसाद ३
- उलट प्रश्न ६
- सरड्याची धाव ११
- विश्व मापू या १७
- प्राणवायूचा प्रवास ३५
- गुरुत्वाकर्षण मात ४१
-  एकातून दुसरे, दुसऱ्यातून तिसरे ४५
- दे दान .. सुटे गिराण ४९
- जीवघेणी स्पर्धा, शरीरातील ! ५९
- जंतर-मंतर ६५
- गलोल बहादर ७३



हा लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहे.

विश्वू मापू या १७

दगड आणि दोरीने विश्वाचा आकार मोजायला जाताना आपल्याला तरफ आणि टेकू वापरून पृथ्वीला उचलू पाहणाऱ्या शास्त्रज्ञाची आठवण नक्कीच होणार.



प्राणवायूचा प्रवास : ३५

उत्क्रांती ही कल्पना बहुधा जैविक उत्क्रांतीसंदर्भात वापरली जाते. चिंपांझीपासून मानवाच्या उत्क्रांतीला लाखो वर्षे लागली. तशीच प्रक्रिया आप्तिक स्तरावरही घडत होती, चार अब्ज वर्षांपूर्वी. तेव्हाच्या वातावरणात आणि पर्यावरणातही वेगळ्याच गोष्टी होत्या. त्यामध्ये प्राणवायूचा प्रवेश बऱ्याच उशीरा झाला.

दे दान .. सुटे गिराण ४९

पुराणातल्या कथा आणि लोककथा वाचताना आपल्याला अनेकदा अशी शंका येते की इतक्या अशास्त्रीय, अतार्किक गोष्टी वर्षानुवर्षे जिवंत का राहिल्या असतील ? याची कारणं शोधताना कितीतरी नवेच मुद्दे आपल्याला समजतील. ग्रहणाबद्दल वेगवेगळ्या समाजात प्रचलित असणाऱ्या गोष्टी आपल्याला काय सांगतात ते या लेखामधे पाहू.

जीवघेणी स्पर्धा, शरीरातील !..... ५९

आजचं युग स्पर्धेचं आहे हे ऐकून कंटाळा आला असला तरी आपल्याच शरीराचा डावा भाग उजव्या भागाशी स्पर्धा करेल अशी काही आपली कल्पना नसते. पण तसंच काहीसंसं शोधनात दिसून आलं आहे.



गलोल बहादूर ७३

गांधीलमार्शीची नांगी मोडून तिला दोरा बांधून फिरवणे हा त्याचा आवडता खेळ. फुलपाखरांना चिरडण्यात त्याला काहीच वाटत नसे. नेहमी आपल्या गलोलिनं पक्ष्यांची घरटी पाडणाऱ्या बोधराजच्या हातात त्या दिवशी मात्र गलोल नव्हती.

प्रतिसाद

संदर्भच्या २६ व्या अंकात (डिसेंबर ०३ - जानेवारी ०४) अभिराम यांनी विचारलेल्या प्रश्नांना उत्तरे दिली आहेत प्राणिशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक डॉ. पुरुषोत्तम जोशी यांनी.

प्रश्न १ : काहीही खात नसलेल्या फुलपाखरे व पतंग यांच्या जीवनाचा उपयोग काय?

जी फुलपाखरे व पतंग (उदा. रेशीम पतंग) प्रौढावस्थेमध्ये काहीच खात नाहीत ती सर्वसाधारणपणे अल्पजीवी असतात. या अल्पशा जीवनकालातही करता येण्याजोगी अशी एक कामगिरी निसर्गाने त्यांच्याकडे सोपवलेली असते. ती म्हणजे वंश सातत्य टिकविण्यासाठी प्रजोत्पादनाला चालना देणे. प्रजोत्पादनासाठी आवश्यक असणारी ऊर्जा त्यांना त्यांच्या 'अळी' या अवस्थेमध्ये खाल्लेल्या अन्नातून मिळत असते. ऊर्जा मिळविण्यासाठी अन्नभक्षणाची गरज त्यांना भासत नाही. प्रजोत्पादन हे त्यांच्या जीवनाचं एकमेव निसर्गप्रणित साध्य असतं. सांगायचं असं की, त्यांच्या जीवनाचा उपयोग त्यांच्या वंशांचं सातत्य टिकविण्यासाठी होत असतो.

प्रश्न २ : माणसाला आणि कीटकेतर प्राण्यांना हवा असलेला खाद्य पदार्थ मिळाला की आनंद होतो. तसा आनंद कीटकांना होतो

का? ते कसे शोधून काढायचे?

कीटकांना खाद्य मिळालं की आनंद होतो की नाही हे ठरविण्याआधी 'आनंद' म्हणजे नेमकं काय? याबाबत निश्चिती करायला हवी. प्राण्यांना 'हवे असलेले खाद्य' मिळणे हे त्यांच्या आनंदाचे कारण गृहीत धरले आहे असे दिसते. केवळ हवे ते खाद्य मिळाले म्हणजे 'आनंद' होतो की ते 'समाधान' असतं?

मानसशास्त्रीय चिकित्सेमध्ये न शिरता मुद्यापुरते, 'समाधान' म्हणजेच 'आनंद' असे गृहीत धरू या. कारण मानवी कल्पनेतील आनंद आणि कीटकांच्या बाबतीतील 'अपेक्षित' आनंद यांची तुलना कितपत करता येईल याची शंका आहे.

कीटकांच्या बाबतीत त्यांचा 'निराकार' आनंद होत असला-नसला तरी प्रायोगिक आधारावर सिद्ध करता येणे सहज शक्य वाटत नाही. तसे तंत्रज्ञान सध्या उपलब्ध असल्याचे आढळत नाही. हवे ते खाद्य मिळाल्याने किंवा ते खाल्याने होणारे 'समाधान' (Satiation) मात्र कीटकांच्या विशिष्ट दृश्य आचरणाद्वारा

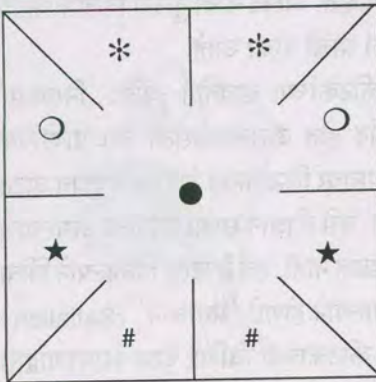
स्थूलमानानं, सिद्ध करता येणे शक्य आहे. त्यासाठी चांगल्या पूर्वतयारीची आवश्यकता आहे.

१. कीटकाची निवड : हा कीटक (अळी वा प्रौढ) ज्या जागेमध्ये प्रयोग करायचा आहे त्या जागेत सहजपणे राहणारा असावा तो (झुरळ, भू-भुंगेरा, पंखहीन रातकिडा, पंखविहीन वत्सला अथवा पिसुळा, चतुराची मांसभक्षी कुमारावस्था) फारसा हालचाल न करणारा, न उडणारा न चावणारा आणि सहजपणे हाताळता येणारा असावा. ती अळी असेल तर, ती कोशावस्थेच्या आधीच्या चवथ्या अथवा पाचव्या रूपावस्थेतील (Instar) असावी. तिच्या रूपावस्थेचा कालावधी साधारणपणे ६-७ दिवसांचा असावा. अळी किंवा प्रौढावस्था दांतेरी मुखावयव असणारी आणि बहु वनस्पतिभक्षी असावी (उदा. फुलपाखराची वा माशीची अळी)

२. खाद्य पदार्थ : कीटकाला हव्या असणाऱ्या वनस्पतीची कोवळी वा जून पाने, कळ्या वा फुले यांची माहिती करून घेऊन त्यातील ४/५ वनस्पतींच्या पाना-फुलांची निवड करावी. चतुराच्या कुमार अवस्थेसाठी डासांच्या अळ्या निवडाव्या.

३. साहित्य : कीटकाच्या / अळीच्या आकारानुरूप औरस-चौरस गोल वा चौकौनी तबक (tray) असावे. त्यास काचेचे त्याच आकाराचे आणि पक्के बसेल असे झाकण असावे. तबक ठेवण्यासाठी, निरीक्षणे नोंदविण्यासाठी आवश्यक तसा लाकडी फळा किंवा टेबल असावे. निवड केलेले खाद्य पदार्थ वेगवेगळे आणि एकमेकांपासून दूर रहावेत यासाठी त्यांच्यामध्ये जाड पुट्ट्यांच्या भिंती असाव्यात.

तबकाच्या मधल्या जागेमध्ये अळी किंवा प्रौढ कीटक सोडावा. सोडावयाच्या प्रसंगी ते अतिशय भुकेलेले असणे जरूरीचे आहे.



- * खाद्य प्रकार - १
- खाद्य प्रकार - २
- ★ खाद्य प्रकार - ३
- # खाद्य प्रकार - ४
- अळी वा प्रौढ कीटक
- / पुट्ट्याची भिंत
- * चतुरांच्या कुमारावस्थेसाठीची मांडणी ताजाकलम मध्ये पाहावी.

पोटभरीचे अन्न त्यांनी अगोदर खाल्लेले असेल तर काय होते हे पाहण्यासाठी किंवा मानक (control) म्हणून तुलनेसाठी दुसऱ्या अेका तबकांत खाद्य प्रकारांची वर दर्शविल्यासारखी रचना करून त्यात भुकेला नसलेला अळी वा कीटक सोडावयास हरकत नाही, नव्हे तसे करूनच पाहावे.

चतुराची कुमारावस्था पाण्यात असते. त्यासाठी १० सेंटीमीटर व्यासाचे व ५ सेंटीमीटर उंचीचे कांचपात्र ३/४ पात्र भरेल इतके पाणी घ्यावे. त्यामध्ये डासांच्या अळ्या अळ्या थेंब - प्रक्षेपकाच्या (Droper) साह्याने, एक खाल्ली की, एक अशा अंतराने एकावेळी एक अशा पाण्यात सोडव्यात.



४. निरीक्षणे : अ. अळी / प्रौढ कीटक तबकामध्ये सोडल्यानंतर त्यांची हालचाल, ते कोणत्या खाद्य प्रकाराकडे केव्हा जातात, खाद्यान्न खातात की नाही, खात असल्यास

किती वेळ खाण्यात व्यतीत करतात, इत्यादी गोष्टी काही ठराविक कालावधीपर्यंत निरीक्षण करून नोंदून ठेवायच्या आहेत. ही निरीक्षणे एकदाच करून थांबावयाचे नाही. ही निरीक्षणे कमीत कमी १० वेळा तरी करावयास हवीत आणि प्रत्येक वेळी, खाद्य-प्रकार आणि अळी वा कीटक तेच ते न ठेवता प्रत्येही नव्याने (नवे-नवे) ठेवावयास हवेत. १० वेळा केलेल्या प्रयोगांची १० वेळा नोंदवलेल्या निरीक्षणांच्या गोषवाऱ्यावरून 'समाधान' तथा 'आनंद' झाला की नाही त्याचा निष्कर्ष काढणे अवघड नाही.

हाच प्रयोग आणखी निराळ्या प्रकारांनी करता येईल. त्यापैकी एक प्रकार म्हणजे तबकामध्ये एकावेळी एकच खाद्य प्रकार ठेवून एक वा दोन -चार भुकेल्या अळ्या व भुकेले कीटक सोडून त्यांच्या आचरणाची नोंद करावयाची. ह्या नोंदी ४ खाद्य-प्रकार ४ वेळा ठेवून चार वेळा वेगवेगळ्या भुकेलेल्या अळ्या अथवा भुकेलेले प्रौढ कीटक सोडून कराव्या लागतील. त्याची तरतूद अगोदरच करून ठेवावयास हवी.

हे प्रयोग करून पाहिल्यास कृती आणि निष्कर्ष आम्हाला अवश्य कळवावेत. काही नवीन गोष्टी, या संबंदात सुचल्यास त्याही कळवाव्यात.



उलट प्रश्न

लेखक : मनोहर राईलकर

गणित शिकवणं हे कठीण काम आहे. ज्यांना गणित येतं त्यांना शिकवणं अवघड नाही तर ज्यांना ते येत नाही, त्यांना का येत नाही हे शोधणं मात्र कठीण असतं. गणित शिकविण्यासंबंधी श्री. मोने यांचा 'प्रश्न एक रूपे अनेक' हा लेख जून-जुलै २००३ या अंकात आला होता. या विषयातल्या प्रश्नांच्या गाभ्याला हात घालणारा हा लेख शिक्षकांना नक्कीच उपयुक्त वाटेल.

शैक्षणिक संदर्भच्या जून-जुलैच्या अंकात वाईच्या श्री. नागेश शंकर मोने ह्यांनी आपल्या "प्रश्न एक रूपे अनेक" (पृ. ११) ह्या लेखात काही महत्त्वाचे मुद्दे उपस्थित केले आहेत. काठिण्यपातळीत फरक पडला की मुलांना त्या उदाहरणात फक्त मांडणीचा फरक असल्याचं जाणीवपूर्वक लक्षात आणून द्यावं लागतं. असा उल्लेख आहे. त्यांचा मुद्दा बरोबर आहे. पण त्यांच्या उदाहरणांतून केवळ मांडणीचाच मुद्दा उपस्थित होतो, असं वाटत नाही. त्याहीपेक्षा महत्त्वाचा मुद्दा (कदाचित, त्यांच्या नकळत) उपस्थित झाला आहे असं मला वाटतं.

उदाहरण जरासं बदललं, किंवा प्रश्नांची मांडणी काहीशी बदलली तरी मुलांना ते कळण्यास काहीसं कठिण जातं, असा

त्यांचा अनुभव आहे. त्यांनी काही उदाहरणं देऊन आपलं म्हणणं मांडलं आहे. त्यामुळं त्यांचा प्रस्तुत लेख स्वानुभवातून आला आहे, हे नक्की. त्यामुळं च त्यांनी उपस्थित केलेल्या प्रश्नाचं महत्त्व आहे. आणि अशा प्रकारच्या प्रश्नांच्या गाभ्याला हात घालायला हवा. ह्या प्रकारच्या अडचणी सर्वच पातळीवर येत असाव्यात, कारण महाविद्यालयीन पातळीवर, इतकंच काय पदव्युत्तर पातळीवरही त्या उद्भवतात असा माझा अनुभव आहे.

याचं मुख्य कारण, ज्या प्रक्रिया श्री. मोने यांनी उदाहरणादाखल घेतल्या आहेत, त्या काही एका अर्थानं 'उलट प्रक्रिया' (किंवा उलट प्रश्न) ह्या सदरात मोडतात. अशी परिस्थिती कुठं कुठं येऊ शकते याची एक

यादी पुढं दिली आहे.

मूळ परिस्थिती	उलट परिस्थिती
बेरीज	वजाबाकी
गुणाकार	भागाकार
समीकरण	समीकरण सोडवणं
तयार करणं	
कोडी बनवणं	कोडी सोडवणं
अक्षरसंकेत ठरवणं	अक्षरसंकेत उलगडणं
गुन्हा करणं	गुन्हा शोधणं

शेवटची तीन उदाहरणं गणितेतर व्यवहारांतील आहेत. त्यांचा गणिताशी (गणिती कोडी वगळता) काहीही संबंध नाही. पण त्या सर्वांमागचा मूळ विचार तोच आहे. तो असा 'उलट प्रश्न सोडवणं, हे नेहमीच कठिण जातं.'

याच प्रकारच्या घटना गणितातील उदाहरणांच्या बाबतीतही घडतात. त्यांचंच पहिलं उदाहरण पहा. कोणत्या संख्येची निमपट ४ आहे? यामागचा सरळ प्रश्न, ८ ची निमपट किती? हा आहे (पण हाही एक प्रकारे उलट प्रश्नच आहे. मूळ सरळ प्रश्न '४ च्या दुप्पट किती?' हाच) ह्याचं उत्तर बहुसंख्य विद्यार्थी बरोबर देतात, असं त्यांनी म्हटलं आहे. त्याचं कारण, इथं संख्या लहान आहेत, आणि कदाचित मुलांना तसल्या उदाहरणांची तोवर सवयही झाली असण्याचा संभव आहे. पण, त्यातून ह्या प्रश्नांचा,

म्हणजे उलट प्रश्नांचा विचार कसा करायचा ह्याची कल्पना मुलांना कितपत आली असेल हा माझा मुख्य मुद्दा दुर्लक्षितच राहतो. माझ्या कल्पनेप्रमाणं ह्या मुद्याकडे शिक्षकांचं म्हणावं तसं लक्ष गेलेलं नसावं.

मला नेमकं काय म्हणायचं आहे, ते स्पष्ट करण्याकरता अधिक सोपं असं एक उदाहरण घेऊ. संख्याही लहान घेऊ. अशा वेळी मोठ्या संख्या किंवा अवघड परिस्थिती यांचा अडथळा होऊ शकतो, हा शैक्षणिक दृष्ट्या महत्त्वाचा असलेला मुद्दाही शिक्षकांनी लक्षात घ्यावा.

३ मध्ये २ मिळवल्यास किती मिळतात? हा सरळ प्रश्न. त्याचं उत्तर पहिली-दुसरीची मुलंही ५ असं सहज देऊ शकतील.

पण कशात २ मिळवल्यास उत्तर ५ येईल? हा प्रश्न उलट आहे किंवा ३ मध्ये किती मिळवल्यास ५ मिळतील? हाही उलट प्रश्न आहे. ह्या किंवा श्री. मोने यांनी विचारात घेतलेल्या समीकरणाच्या प्रश्नात, किंवा मी दिलेल्या यादीतील शेवटच्या तीन प्रकारांत काठिण्यपातळीचा फरक असला तरी मूलभूत तत्त्व "प्रश्नाचा उलटपणा" हाच आहे, आणि आपल्या अध्यापन कार्यातील ही एक अवघड व बिकट वाट आहे. ह्यावर शिक्षकांनी चिंतन करणं आवश्यक आहे. पुढचं विधान लक्षपूर्वक पहा.

सर्वसाधारणपणे उलट प्रश्न सोडवताच येत नाहीत.

माझं हे विधान धक्कादायक आहे आणि गोंधळात टाकणारं आहे. त्याचं कारण मी आपलं म्हणणं अजून पूर्णांशानं मांडलंच नाही. मी शेवटी स्वल्पविराम दिला आहे, तो पहा. ह्याचा उत्तरार्ध असा आहे - आणि उलट प्रश्नाचं उत्तर माहीत असेल तरच तो सोडवता येतो.

मुंबईच्या सॅ. झेवियर कॉलेजात १९५० साली मी बी.एस्सी.ला होतो. माझ्या त्यावेळच्या सरांनी (Fr. Vion) हे विधान केलं होतं. नेमकं बोलायचं तर ह्या प्रकारचं विधान केलं होतं. कारण, ते विधान कॅल्क्युलसच्या संदर्भात होतं. मला स्वतःला त्यावेळी ते चमत्कारिक वाटलं होतं. आणि फारसं पटलंही नव्हतं. (तो माझाच अडाणीपणा होता, हे नंतर समजलं!) पण मी स्वतः ज्यावेळी शिक्षकी पेशात आलो, त्यावेळी त्या तत्त्वाचा साक्षात्कार झाला आणि उलट प्रश्न शिकवण्याचा मी अधिक गंभीरपणे विचार करू लागलो. पण, त्यावेळी अधिकच अडचणी उभ्या राहिल्या. उलट प्रश्न सोडवायचा कसा. किंबहुना सोडवायला शिकवायचं कसं, याचा फार विचार करावा लागला. अजूनही मला त्याचं संपूर्ण उत्तर गवसलं आहे, असं मी म्हणू शकत नाही. तेव्हा केवळ विद्यार्थ्यांना कळत नाही, जमतच नाही, इत्यादी निष्कर्ष काढून आपण शिक्षकांना सुटका करून घेता यायची नाही, हे महत्त्वाचं.

ज्या शिक्षकांचं महाविद्यालयीन गणिताचं अध्ययन झालं असेल, त्यांच्याकरता त्या पातळीवरचं उदाहरण देतो.

डेरिवेटिवच्या उलट क्रिया म्हणजे इंटीग्रेशन. एखाद्या फलाचं डेरिवेटिव कसं काढायचं ह्याची काही एक सुव्यवस्थित व्याख्याही आहे आणि ते प्रत्यक्षात पायरीपायरीनं कसं काढायचं याची सुव्यवस्थित रीतही आहे. पण, दिलेल्या फलाचं इंटीग्रल (प्रिमिटिव) काढण्याची तशी कोणतीही पद्धत उपलब्ध नाही.

त्याचं कारण, प्रिमिटिवची व्याख्याच अशी आहे $2X$ चं प्रिमिटिव X^2 का? X^2 चं डेरिवेटिव $2X$ आहे म्हणून. बस्स! यापेक्षा दुसरं समाधानकारक वर्णन नाहीच. त्यामुळं आमचे गुरुजी म्हणायचे, "In general primitive can't be found. It can be found when it is known!"

महाविद्यालयीन पातळीवरचं सुद्धा अगदी साधंसोपं उदाहरण मी घेतलं आहे. पण, याच चालीवर बोलायचं तर, कशात २ मिळवल्यावर ५ मिळतात, याचं उत्तर ३ येतं कारण, ३ मध्ये २ मिळवल्यावर ५ मिळतात, हे मला आधीच माहीत आहे, म्हणून किंवा, ३ मध्ये किती मिळवल्यावर ५ मिळतात, याचं उत्तर २ का? तर ३ मध्ये २ मिळवल्यावर उत्तर ५ येतं हे मला आधीच माहीत आहे, म्हणून.

श्री. मोने यांचंच उदाहरण घ्यायचं तर,

कशाच्या निमपट ४ आहे. याचं उत्तर ८ का ? तर ८ च्या निमपट ४ आहे, हे आपल्याला आधीच माहित असतं, म्हून हा मुद्दा आपण शिक्षकांनी जर नीट ध्यानात घेतला तर, विद्यार्थ्यांना दोष देण्याचं कारण उरणार नाही पण, मग आपण काय करायला हवं ?

सांगतो. (म्हणजे प्रयत्न करतो!) आम्ही नीट शिकवतो म्हणजे काय करतो ? प्रथम आम्ही निरनिराळ्या फलांच्या डेरिवेटिवची एक विस्तृत यादी करतो. समजा ती दोन स्तंभात लिहिली आहे. पहिल्या स्तंभात मूळ फल आणि दूसऱ्या स्तंभात त्याचं डेरिवेटिव. मग हेच कोष्टक उलट लिहितो (प्रत्यक्षात तसं करायची जरूरी नसते.) अशा रीतीनं अनेक फलांच्या डेरिवेटिवांची माहिती आपल्याजवळ तयार झाली. म्हणजेच उलट अर्थानं अनेक फलांच्या प्रिमिटिवांची माहितीही तयार झाली. आता पुढची पायरी. ज्या फलाचं प्रिमिटिव हवं ते यादीत नसेल तर, ज्यांचं प्रिमिटिव आपल्याजवळच्या यादीत मिळेल, असं त्याचं रूपांतर करतो. तेव्हा प्रिमिटिव काढण्याच्या रीती म्हणजे ही रूपांतर-प्रक्रियाच.

अनेक वर्ष ज्यांचा महाविद्यालयीन गणिताशी संबंध राहिला नाही. त्या शिक्षकांना हा तपशील कळायला काहीसा वेळ लागेल. पण त्यातला मूळ मुद्दाच आपल्या दृष्टीनं महत्त्वाचा आहे. कोणता ? उलट प्रश्न सोडवण्याकरता एक म्हणजे,

आपल्याकडे सरळ प्रश्नांच्या उत्तरांची यादी तयार पाहिजे. तीच यादी उलट वाचली की उलट प्रश्नांच्या उत्तरांची यादी तयार झाली. ही पहिली पायरी. दुसरी पायरी म्हणजे दिलेल्या उदाहरणांचं रूपांतर असं करायचं (आणि करायला शिकवायचं) की ते नवं रूप आपल्या यादीत कुठं तरी सापडेल. समीकरण सोडवण्याच्या रीती म्हणजे तरी दुसरं काय असतं ?

वर मी दिलेल्या यादीत गुन्ह्यांबद्दल उल्लेख केला आहे. तो प्रकारही याच जातीचा नाही का ? गुन्हा करणाऱ्याला जितकं सोपं असतं तितके त्याचा शोध लावणं सोपं नसतं, नाही का ? मग तिथं काय करतात ? गुन्ह्यांच्या पद्धतीचा अभ्यास झालेला असतो. एखादा नवा गुन्हा पूर्वीच्याच एखाद्या पद्धतीप्रमाणं झाला असेल तर त्यांना त्याचा शोध लावणं काहीसं सोपं जातं. त्यांच्याकडे नाना व्यक्तींच्या हातांचे ठसे असतात. त्यांपैकी एखाद्या ठशाशी गुन्ह्याच्या जागी सापडलेला ठसा जुळला तर गुन्हेगाराचा शोध लागण्यास मदत होते. अलीकडे डीएनए फिंगर प्रिंटिंग नावाचं शास्त्र उदयाला आलं आहे. समबीज जुळी बालकं सोडता कोणत्याही दोन व्यक्तीचे डीएनए सारखे नसतात, हे लक्षात आल्यावर गुन्ह्याचा शोध लावण्याच्या पद्धतीत आमूलाग्र क्रांती झाली. असो.

हे जर लक्षात घेतलं तर, उलट उदाहरणं

सोडवण्याच्या (किंवा ते शिकवण्याच्या) आपल्या दृष्टिकोनात इष्ट तो बदल होण्याला वेळ लागणार नाही.

कशात २ मिळवले की उत्तर ५ मिळेल ? ह्या प्रश्नाच्या सोडवणुकीकरता निरनिराळ्या संख्यांत २ मिळवून येणाऱ्या उत्तराची जंत्री पाठ पाहिजे. निराळ्या शब्दांत, ती जंत्री आपल्याकडे तयार पाहिजे. मग, कशात २ मिळवले की ५ मिळतील हे त्या जंत्रीतून शोधणं इतकंच काम राहतं.

जसं आम्ही प्रमाण फलांच्या डेरिवेटिवची यादी करून ती जवळ ठेवायला आणि त्या यादीत पाहून प्रिमिटिव शोधायला सांगतो. तसं काहीसं इथं करता येईल. निरनिराळ्या बेरजांची (आणि गुणाकारांचीही) कोष्टकं मुलांच्या हाताशी तयार हवीत. ती जर मुलांची पाठ असतील तर सोन्याहून पिवळं. पण, ती पाठ असणं म्हणजे गणित समजणं असं नसून त्यांचा प्रसंगानुरूप वापर करता येणं म्हणजे गणित समजणं. (ह्या मुद्याचाही गंभीरपणे विचार करायला हवा. त्याबद्दल पुन्हा केव्हा तरी.) म्हणून आरंभीच्या काळात मुलांनी कोष्टकं जवळ ठेवण्यास आपली मान्यता असावी.

आता श्री. मोने यांनी उपस्थित केलेल्या समीकरणांच्या प्रश्नांकडे वळतो. खरं तर, एव्हाना चतुर शिक्षकांच्या लक्षात माझा मुख्य मुद्दा आलाच असेल. त्यांनी दोन प्रकार दिले आहेत आणि वस्तुतः दोन्ही प्रकारची

समीकरणं तुल्यच आहेत. म्हणजे बाह्य रूप सोडता त्यांच्यात काहीही फरक नाही.

तेव्हा दुसऱ्या प्रकारची उदाहरणं सोडवण्याचं कौशल्य संपादित करण्याकरता शिक्षकांना पहिल्या (म्हणजे सरळ) प्रकारच्या समीकरणाचं रूपांतर दुसऱ्या प्रकारच्या (म्हणजे उलट) समीकरणात रूपांतर करण्याचा पुरेसा सराव द्यायला हवा. हे केल्यानंतर तीच उदाहरणं घेऊन दुसऱ्या प्रकारच्या उदाहरणांचं रूपांतर पहिल्या प्रकारच्या उदाहरणांत करण्याचा सराव घ्यावा. प्रत्येकाची समजशक्ती वेगवेगळी असते, हे मान्य केलं तर 'पुरेसा' ह्याचा अर्थ ज्यानं त्यानं आपापल्या परिस्थिती - वा अनुभवानुसार लावावा.

माझं हे म्हणणं मान्य असेल तर मुलांना कळत नाही, असं म्हणून त्यांना दोष देण्यापेक्षा आपल्यालाच आत्मपरीक्षणाची किती गरज आहे, आणि परिणामी आपल्या अध्यापनातच कसकसा बदल करायला हवा, हे मग चाणाक्ष शिक्षकांना सांगायचीसुद्धा गरज नाही.

मला वाटतं इतकं स्पष्टीकरण पुरेसं व्हावं. वाचकांनी प्रतिक्रिया कळवाव्यात.



लेखक : मनोहर राईलकर, गणित विषयावरील अनेक पुस्तके प्रसिध्द. अतिशय रसपूर्ण पध्दतीने गणित शिकवतात.

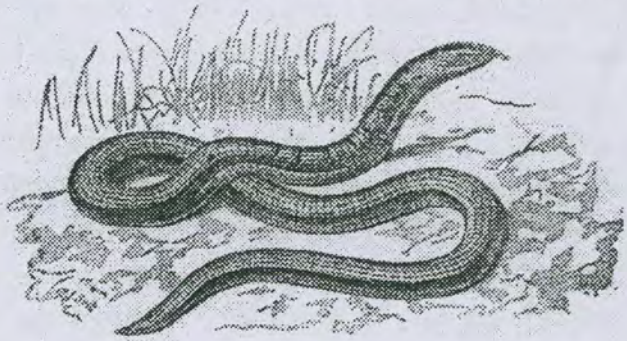
सरड्याची धाव....

लेखक : मकरंद जोशी

सरड्याची धाव कुंपणापर्यंत असा वाक्प्रचार प्रचलित असला तरी प्रत्यक्षात मात्र सरड्याची धाव माणसापुढे आहे. कारण सरडे ज्या वर्गात येतात तो रेप्टाइल्स अर्थात सरीसृप हा वर्गच मुळी सस्तन प्राण्यांआधी या पृथ्वीवर अवतीर्ण झाला आहे. उभयचर प्राण्यांमधून हे खवलेकरी सरीसृप प्राणी निर्माण झाले आणि त्यांनीच पक्षी व सस्तन प्राण्यांना वाट मोकळी करून दिली. भूगर्भात सापडणाऱ्या जीवाश्मांवरून सुमारे २५ ते ३० कोटी वर्षांपूर्वी या सरपटणाऱ्या, कोरड्या त्वचेच्या, खवलेकरी प्राण्यांचा उदय झाला असे मानले जाते. पुढे १२ ते १४ दशलक्ष वर्षे सरपटणाऱ्या प्राण्यांनी पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये अंमल गाजवला. महाकाय डायनासॉरचा उदय याच काळात झाला. पृथ्वीच्या वातावरणात अचानक बदल झाल्याने अजस्र डायनासॉर काळाच्या उदरात गडप झाले. फक्त

मगर, कासव, सरडे असे लहान प्राणी बचावले. आज आढळणारे खवलेकरी वर्गातले प्राणी सुमारे ७ कोटी वर्षांपूर्वी अस्तित्वात आल्याची चिन्हे दिसून येतात. डायनॉसॉर व इतर अनेक जाती काळाच्या ओघात नामशेष झाल्या असल्या तरी आजही खवलेकरी प्राण्यांच्या सुमारे सहा हजार जाती अस्तित्वात आहेत. ही संख्या सस्तन प्राण्यांच्या दुप्पट आहे आणि या सहा हजार पैकी निम्म्या जाती केवळ सरड्यांच्याच आहेत.

सरपटणाऱ्या प्राण्यांमध्ये शारीरिक वैशिष्ट्यांची विविधता असणारा गट म्हणजे सरडे (Lizards). सापासारखे निमुळते शरीर



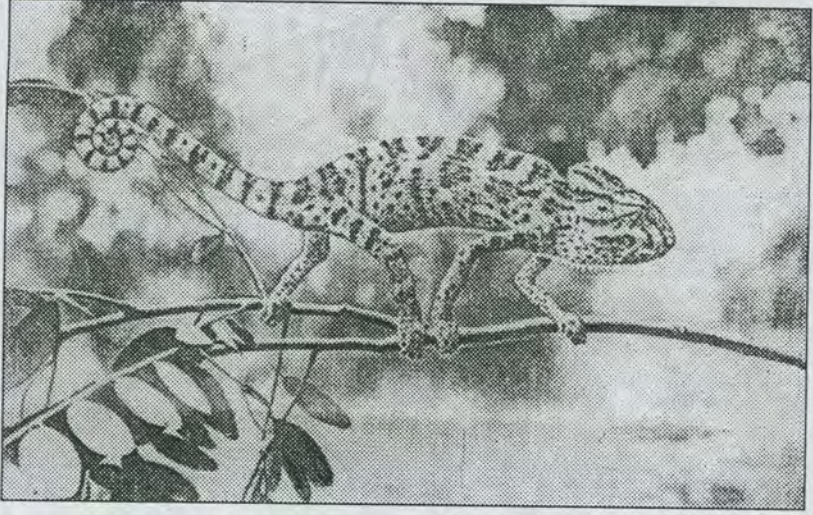
शिलाँगमध्ये आढळणारा 'ग्लास स्नेक लिझार्ड

असले तरी पायांमुळे सरड्यांचे वेगळेपण उठून दिसते. एका जातीत मात्र (ग्लास स्नेक) हा भेद पुसला गेलेला दिसतो. अशावेळी डोळ्यांच्या पापण्या हेच सरड्यांचे महत्त्वाचे लक्षण ठरते. बहुतेक सगळ्या सरड्यांना पूर्ण वाढ झालेली कर्णोद्विजे असतात. त्यामुळे जमिनीच्या कंपनाबरोबरच हवेतून येणारी ध्वनीकंपने ऐकण्याची क्षमता त्यांच्यात असते. इतर खवलेकरी प्राण्यांप्रमाणेच सरडेही थंड रक्ताचे आहेत. पक्षी किंवा सस्तन प्राण्यांप्रमाणे त्यांच्या शरीराचे तापमान ठराविक नसते. मात्र घामाच्या ग्रंथी नसल्या तरी सरडे उन्हात बसून किंवा सावलीत लपून शरीराचे तापमान अँडजेस्ट करू शकतात. काही अपवादात्मक जाती वगळता सगळेच सरडे अंडी घालतात आणि ती उबवण्यासाठी जमिनीत पुरून ठेवतात. पाल, साप या इतर सरपटणाऱ्या प्राण्यांप्रमाणेच सरडे ही कात टाकतात. सरडे मुख्यतः कीटकभक्षी आहेत, राजस्थानातील काटेरी शेपटीच्या सरड्यांसारखे थोडेच तृणभक्षी तर घोरपडीसारखे मांसभक्षी फार कमी आढळतात. वाळवंटापासून ते सदाहरित अरण्यापर्यंत आणि अगदी हिमालयात १५००० फुटापर्यंत सरडे सर्वत्र आढळतात.

गेक्कोनिडी, अर्गॅमिडी, शॅमेलिओनिडी, सिनसिडी, लेसरटिडी, अँग्रीडी आणि वॅरॅनिडी अशा सात कुलांमध्ये सरडे भारताच्या विविध भागांमध्ये कमी जास्त

प्रमाणात आढळतात. आपण नेहमी जे बागेत सरडे बघतो ते अर्गॅमिडी कुळातले असतात. कॉमन गार्डन लिझार्ड म्हणून ओळखला जाणारा हा कीटकभक्षी सरडा अतिशय चपळ हालचाली करतो व क्वचित मागील दोन पायांवर पळतांनाही आढळतो. विणीच्या हंगामात त्याच्या डोक्यावर, खांद्यावर शेंदूराचा ठिपका द्यावा तसा लाल-शेंदरी रंग आलेला दिसतो. या रंगामुळेच ब्लडसकर हे नाव याला मिळाले आहे. माद्यांना आकर्षित करण्यासाठी व आपली हद्द प्रस्थापित करण्यासाठी हे असे शेंदूर माखलेले सरडे जमिनीवर किंवा झाडाच्या खोडावर जोर काढल्याप्रमाणे हालचाली करताना हमखास दिसतात. 'फॉरेस्ट क्लोटीस' हा याचा रानात दिसणारा भाऊ पाठीवरती काटेरी झालर मिरवताना आढळतो. दक्षिण भारतात याची जागा हिरव्या रंगाच्या सरड्याने घेतली आहे तर हिमालयात 'जपॅल्यूर' सरड्याने.

माळरानावर दिसणारा 'सिटाना' सरडा उठून दिसतो ते त्याच्या गळ्याजवळील 'फ्रिल' मुळे. ही झालर विणीच्या हंगामात निळ्या-जांभळ्या रंगाने झळाळून उठते. अर्गॅमिडी कुळातील इतर सरड्यांना पाच बोटे असतात. पण सिटानाला मात्र चारच असतात. याच कुळातील आणखी एक वैशिष्टपूर्ण सरडा म्हणजे डॅको. गोव्यापासून ते कन्याकुमारीपर्यंतच्या अरण्यामध्ये हा डॅको



रंग बदलणारा 'शॅमेलिअन'

अर्थात उडता सरडा हमखास पहायला मिळतो. नाव फ्लाइंग लिझार्ड असले तरी हा काही पक्ष्यांप्रमाणे किंवा फुलपाखरांप्रमाणे पंख हलवत उडत नाही. पण दोन पायांमधील पातळ पडदा पसरून अलगद तरंगू मात्र शकतो. पिवळे ठिपके असलेले केशरी, काळ्या रंगाचे पडदे म्हणजे त्याचे बचावाचे साधनच आहे. या गडद रंगामुळे शत्रूचे लक्ष वेधले गेले तरी नंतर 'पंख' मिटल्यावर झाडाच्या खोडात मिसळून गेलेला डॅको शोधूनही सापडत नाही. राजस्थानच्या वाळवंटात आणि कच्छच्या रणात दिसणारा काटेरी शोपटीचा सांडा म्हणजेच स्पायनी टेल्ड लिझार्ड. शाकाहारी असलेला हा सरडा एकांड्या शिलेदारांप्रमाणेच एकेकटाच

जमिनीत लांबलचक बीळ करून राहतो. हिवाळ्यात हे सरडे शीतनिद्रेत जातात आणि उन्हाळ्यात परत जागे होतात. या शीतनिद्रेसाठीच हे सरडे पाठीवरती चरबी जमा करतात. पण ही चरबी आणि तिचे तेल संधिवातावर औषधी असते या गैरसमजुतीमुळे असंख्य सरडे मारले जातात.

सरड्यासारखे रंग बदलणे हा वाक्प्रचार भाषेत दाखल झाला तो 'शॅमेलिअन'मुळे. डोळ्यादेखत रंग बदलणाऱ्या या सरड्याच्या जगभरात ऐंशी जाती असल्या तरी भारतात मात्र एकच जात आढळते आणि तीही प्रामुख्याने दक्षिण भारतात. चपटे शरीर, डोक्यावरील शिरस्त्राण, एकाच वेळी दोन विरुद्ध दिशांना फिरणारे डोळे, लांबलचक



उंदराचा फराळ करणारी घोरपड

शेपूट आणि चिमट्यांसारखी बोटे यामुळे शॅमेलिअन चे 'ध्यान' जरा विनोदीच दिसते. त्यात भर पडते ती त्याच्या कंटाळवाण्या मंदगती हालचालींनी. पण हालचालीतला संथपणा भरून काढते त्याची लांबलचक जीभ. अगदी तीस सें.मी. अंतरावरील कीटकही विजेच्या वेगाने गिळण्याची क्रिया याच जिभेमुळे शक्य होते. शॅमेलिअनचा मूळचा रंग हिरवा असतो. आजूबाजूची रंगसंगती, भावनिक अवस्था (भीती, राग इ.) तसेच प्रकाश, उष्णता या गोष्टीनुसार या हिरव्या रंगावर पिवळे, काळे ठिपके किंवा पट्टे उमटतात व मालवतात. हा बहुरूपी सरडा सदैव झाडांवरच राहतो, अगदी पाणी प्यायलाही तो क्वचितच खाली उतरतो. पानांवर साठलेले दव हेच त्याचे पाणवटे

असतात. बहुतेक सगळे शॅमेलिअन अंडी घालतात. फक्त आफ्रिकेतील तीन शिंगी शॅमेलिअन् मात्र पिलांना जन्म देतात. संथ हालचालीमुळे काहीसा मट्ट वाटणारा शॅमेलिअन प्रत्यक्षात फार संवेदनशील असतो. त्याचप्रमाणे झपाट्याने जीभ लांबवून भक्ष्य मिळवण्याची त्याची गतीही थक करणारी आहे. फक्त ६२ सेकंदात एकामागून एक ८० चतुर जिभेने टिपल्याची नोंद निरीक्षकांनी केली आहे.

पाय नसल्यामुळे सापासारखा दिसणारा 'बर्मिज ग्लास स्नेक' प्रत्यक्षात अँवीडी कुळातील सरडा आहे. डोळ्यांच्या पापण्यांमुळे तो साप नसल्याचे स्पष्ट होते. शिलाँग परिसरात हा अनोखा बिनपायाचा सरडा हमखास पहायला मिळतो. सापांची

आठवण करून देणारा आणखी एक सरडा म्हणजे सापसुरळी. सिनसिडी कुळातील हा सरडा म्हणजे स्किंक रानाप्रमाणेच मनुष्यवस्तीत ही आढळतो. चॉकलेटी, पिवळ्या रंगाची चमकदार गुळगुळीत कातडी, निमुळते डोके व शेपटी आणि सर्कन चालताना होणारा शरीराचा आकार अगदी सापासारखा दिसतो त्यामुळे त्याला 'सापाची मावशी' असेही नाव मिळाले आहे.

सरड्यांच्या कुटुंबातील दादा मंडळी म्हणजे घोरपडी. वॉर्निडी कुळातील हे मोनिटर लिझार्ड पाच कोटी वर्षांपूर्वी जसे होते तसेच आजही आहेत. याची साक्ष फॉसिल्समधून मिळते. घोरपड आपल्याला सर्वात आधी भेटते ती नरवीर तानाजीच्या गोष्टीत. कोंढाणा जिकताना तानाजीने खरोखरच घोरपड वापरली होती का हे इतिहासच जाणे. पण खबदाडीत नव्या रोवून बसलेली घोरपड जागची हलत नाही हे मात्र खरे. आदिवासी घोरपड पकडताना तिला खेचून बाहेर काढण्यात शक्ती वाया न घालवता तिच्या बिळात धूर करण्याची युक्ती त्यासाठीच वापरतात. चार ते पाच फुटापर्यंत वाढणाऱ्या घोरपडीची जीभ लांबलचक आणि सापासारखी दुभागलेली असते. जगात तीस जातीच्या घोरपडी असून त्यातील चार जाती भारतात आढळतात. मांसभक्षक घोरपडीचा आहार सर्वसमावेशक असतो. मगरीच्या अंड्यापासून ते खारीच्या पिल्लापर्यंत

कोणताही प्राणी घोरपड पोटात रिचवते. एका घोरपडीच्या पोटात ११ विंचू सापडल्याची नोंद आहे.

घोरपडींना सरड्यामधील 'दादा' मानले तर कोमोडो घोरपडींना घोरपडींमधील 'भाई' म्हणावे लागेल. इंडोनेशियातील कोमोडो बेटांवर आढळणारी ही घोरपड तीन मीटरपर्यंत वाढते. आपल्या अजस्र आकाराने डायनॉसॉरची आठवण करून देणारी ही घोरपड १९१० पर्यंत जगाला ठारकच नव्हती. 'कोमोडो ड्रॅगन' म्हणून प्रसिद्ध असलेल्या या महाकाय घोरपडींची उत्पत्ती हे अजूनही गूढच आहे. 'कोमोडो' शब्दाचा स्थानिक भाषेत अर्थ होतो उंदरांचे बेट पण आज या बेटांवर उंदीरच नाहीत. कारण या घोरपडींनी सगळ्या उंदरांचा केव्हाच फत्ता उडवला आहे. केवळ उंदीरच नव्हे तर हरीण ससे, डुकर खाणारी ही घोरपड एक खतरनाक शिकारी असून प्रसंगी माणसांवरही हल्ला करते.

इवाना ही घोरपड वगळता सरड्याची सर्वात मोठी जात. आपल्या उपखंडात इवाना आढळत नाहीत पण गॅलापॅगोस बेटांवर चक्र मरीन इवाना आढळतात. हा वैशिष्ट्यपूर्ण जलचर सरडा समुद्रात पोहून आपले अन्न शोधतो. पूर्ण वाढ झालेला इवाना चाळीस फूट खोल पाण्यात तीस मिनीटांपर्यंत सहज राहू शकतो.

विविध नैसर्गिक परिसरांमध्ये आढळणारे



पाल

सरडे पाहताना तुमच्या घरात दिसणाऱ्या, भिंतीवर चालणाऱ्या आणि छताला चिकटलेल्या पालीला विसरून चालणार नाही. गेकोनिडी कुळातील पाल म्हणजे घराघरात आढळणारा सरडाच आहे. घराच्या छताला चिपकून बसणारी ही 'छिपकली' वेगवेगळ्या रंगरूपात भारतभर आढळते. हे असं उलटं चिकटून बसण्यात पालीच्या पायांवरील विशिष्ट आकाराच्या सूक्ष्म केसांचा वाटा असतो, त्याच प्रमाणे पायातील स्नायूंच्या विशिष्ट रचनेचा ही भाग असतो. पालीचे अस्तित्व तिने काढलेल्या 'चुकचुक' अशा आवाजातून नेहमी जाणवते. कीटकभक्षी पाल शत्रूशी मुकाबला करताना मात्र शोपटी तोडून जिवावरचे शोपटावर निभावते. पालीच्या शोपटीची रचनाच मुळी आणीबाणीच्या प्रसंगी सहज तुटू शकेल आणि तरीही रक्तस्त्राव होणार नाही अशी असते. मात्र नव्याने येणारी शोपटी

मूळच्या रंगाची वा आकाराची नसते. पूर्व हिमालयातील पालीची एक जात जोडीदाराशिवाय एकट्याने प्रजोत्पादन करू शकते. मात्र आपण समजतो तशी पाल विषारी नसते. खरे तर भारतातील कोणताच सरडा हा सापाप्रमाणे विषारी नाही. भारताबाहेर आढळणारे 'गीला मॉन्स्टर' व 'बिडेड लिझार्ड' विषारी असले तरी ते सापाप्रमाणे दंश करित नाहीत, तर भक्ष्य पकडून, चावताना विषाचा वापर करतात.

असं हे सरड्यांचं वैशिष्ट्यपूर्ण विश्व पाहिल्यावर जाणवतं की सरड्याची धाव कुंपणापर्यंतच मर्यादित नसून ती हिमालयापासून ते महासागरापर्यंत सर्वव्यापी आहे.

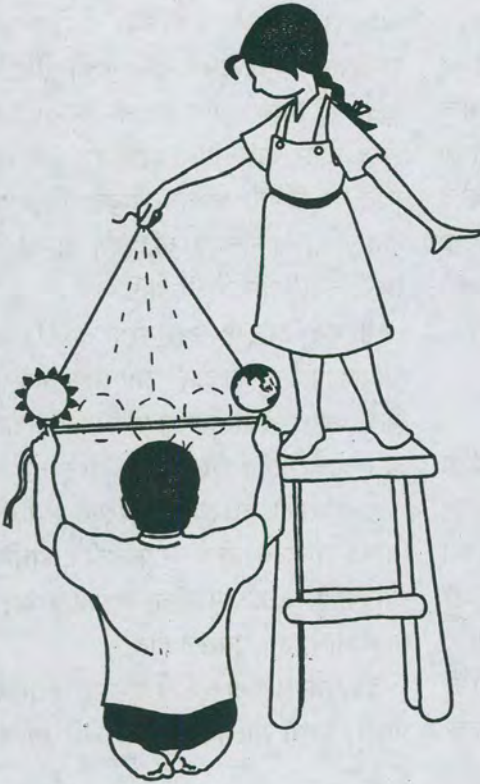


लेखक : मकरंद जोशी, निसर्ग आणि पक्षी निरीक्षण विषयक सहर्लीचे आयोजन करतात. फुलपाखरे व पतंगाविषयी दैनिकात लेखन.

विश्व मापू या

लेखक : विवेक माँतेरो • अनुवाद : प्रकाश बुरटे

गेल्या महिन्यात नवनिर्मिती या संस्थेच्या डॉ. विवेक माँतेरो यांच्याशी एका सभेच्या निमित्ताने भेट झाली. या वर्षी एक मोठीच संधी भारतातल्या सर्व मुलांसाठी उपलब्ध झाली आहे, असं त्यांनी सांगितलं. ती संधी म्हणजे जगाच्या इतिहासामधला एक महत्त्वाचा प्रयोग पुन्हा करून पाहण्याची, तपासून पाहण्याची! कोणता हा प्रयोग? ख्रिस्तपूर्व काळामधेच 'भूमिती' या भू-मापनामधून विकसित झालेल्या शास्त्राची सुरुवात झाली. या भूमितीच्या मदतीने पृथ्वीचा आकार, पुढे



जाऊन या विश्वाचा आकार मोजण्याची माणसाची धडपड चालू झाली होती. काही विशिष्ट गृहीतं धरून, काही अंदाज, काही प्रयोग यावरून पृथ्वीचं सूर्यापासून अंतर मोजण्याचे प्रयत्न तेव्हापासूनच झालेले दिसतात. हाच तो प्रयोग पुन्हा करून पाहता येणार आहे.

पण हे सारं - आत्ताच का? तर या वर्षीच्या जून महिन्यात होणाऱ्या एका विशेष घटनेमुळे. सूर्यावर शुक्राच्या अधिक्रमणाची ही घटना आहे. अधिक्रमण म्हणजे आपल्याला पृथ्वीवरून दिसणाऱ्या सूर्याच्या प्रतिमेवरून शुक्राचा प्रवास होणार आहे. तो आपल्याला नीटपणे पाहताही येणार आहे.

गेल्या १२१ वर्षात न घडलेले नाट्य ८ जून, २००४ रोजी आकाशात घडणार आहे. या दिवशी सूर्यावरून शुक्राचे अधिक्रमण (आपण याचा उल्लेख यापुढे फक्त 'अधिक्रमण' असा करणार आहोत) होणार आहे. सूर्यग्रहणात ज्याप्रमाणे सूर्यगोलावरून चंद्र सरकत जातो, त्याचप्रमाणे सूर्यगोलावरून शुक्र हा ग्रह सरकत जाणार आहे. शुक्राचे अधिक्रमण सध्या ह्यात असणाऱ्या कोणीही पाहिलेले नाही. कारण २० व्या शतकात अशी घटना घडलेलीच नाही. हे आकाशीचे नाट्य संपूर्ण भारतातून दिसणार आहे.

विज्ञानाच्या इतिहासात अधिक्रमण या घटनेला खास महत्त्व आहे. असेच अधिक्रमण १७६१ साली घडले होते, तेव्हा पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यातील अंतर बरेच अचूकपणे मोजायचा प्रयत्न झाला होता. हे अंतर म्हणजे खगोल शास्त्रातील महत्त्वाचे एकक (अॅस्ट्रॉनॉमिकल युनिट AU) आहे.

दगड आणि दोरीने विश्व मापूया

इरॅटोस्थेनस (Eratosthenes) या ग्रीक वैज्ञानिकाने इसवी सनापूर्वी तिसऱ्या शतकात प्रथम पृथ्वीचा आकार मोजला. विज्ञानाच्या संपूर्ण इतिहासातील सर्वात महत्त्वाच्या दहा प्रयोगांत या प्रयोगाची गणना केली जाते. विशेष म्हणजे या मापनासाठी त्यांनी वापरलेली पद्धत त्याच्या आधी दोन शतके

अॅनॅक्सोगोरस (Anaxagorus) यांनी सुचविली होती.

अॅनॅक्सोगोरस यांच्या काळात ग्रीसमधील विद्वान जमीन-मापनातून साकारलेल्या भूमितीच्या सिद्धांतांची योग्य व्यवस्था लावण्याचे आव्हान पेलत होते.

अॅनॅक्सोगोरस भूमिती आणि खगोलशास्त्राचा एकत्र विचार करून पृथ्वीचा आकार मोजण्यापेक्षाही जास्त महत्त्वाकांक्षी योजना राबवू पाहात होते. विश्व मापनाच्या या भन्नाट कल्पनेची पहिली पायरी म्हणून त्यांनी सूर्य-पृथ्वी अंतर आणि या दोहोंचे आकार मोजले. त्यांच्या प्रयोगांतून पृथ्वीपासून सूर्य सुमारे ६५०० किलोमीटर अंतरावर आहे आणि त्याची त्रिज्या ६० किलोमीटर असल्याचे आढळते. त्यांचा स्वतःचा गणिती क्षमतेवर येवढा विश्वास होता, की चुकल्यास बहिष्कृत होण्याची त्यांनी तयारी दाखविली होती.

गणित अचूक असूनही चुकीच्या गृहितकामुळे त्यांची दोन्ही उत्तरे साफ चुकली होती. कारण अॅनॅक्सोगोरस यांनी पृथ्वी सपाट असल्याचे गृहित धरले होते. परंतु त्यांना कल्पना नसली, तरी त्यांनी प्रत्यक्षात पृथ्वीची त्रिज्या मोजली होती. गफलतीने आणि त्यांच्याही नकळत 'पृथ्वीचा आकार केवढा' या प्रश्नाचे उत्तर गवसले होते.

इरॅटोस्थेनस यांनी चुकीचे गृहितक सुधारून घेतले. पृथ्वी गोलाकार आहे असे गृहित

धरून त्यांनी दाखवून दिले, की अ‍ॅनॅक्सोगोरस यांनी काढलेले ६५०० किलोमीटर हे उत्तर पृथ्वी-सूर्य अंतर किती, या प्रश्नाचे नाही. ती पृथ्वीची त्रिज्या आहे. साहजिकच अ‍ॅनॅक्सोगोरस यांचा महत्त्वाकांक्षी प्रश्न अनुत्तरित राहिला. तो आता आपण हाती घेऊ शकतो.

सूर्य किती दूर आहे ?

अगदी अठराव्या शतकापर्यंत हा प्रश्न अनेकांना भेडसावत राहिला. गॅलिलिओ आणि न्यूटन यांनाही हे गूढ उकलले नव्हते. अ‍ॅनॅक्सोगोरस यांचे सूर्याच्या व्यासाबाबतचे भाकित साफ चुकले होते. परंतु सूर्य त्याच्या व्यासाच्या ११० पट अंतरावर आहे, हे भाकित करून, त्यांनी खगोलशास्त्रातील एक महत्त्वाचा तिढा नकळत उकलला होता.

एक सुवर्णसंधी

फक्त पुस्तकं वाचून कुणी विज्ञानाचा अनुभव घेऊ शकत नाही. त्यासाठी प्रयोग करावे लागतात. त्यातून शोधलेल्या गोष्टींची मजा काही न्यारीच असते. विज्ञानाच्या इतिहासातील दहा महत्त्वाच्या प्रयोगांपैकी दोन प्रयोग करण्याची सुवर्णसंधी आठवी इयत्तेचे गणित येणाऱ्या प्रत्येक मुलाला आणि मुलीला जून २००४ मधील अधिक्रमण देणार आहे. हे आव्हान घेतले, तर खालील तीन प्रश्नांची उत्तरे त्यांना स्वतः

शोधता येतील :

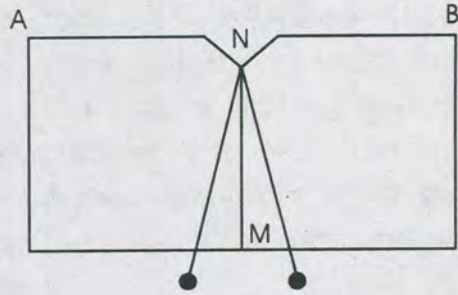
१. पृथ्वीचा आकार केवढा आहे ?
२. सूर्य किती दूर आहे ?
३. सूर्याचा आकार केवढा आहे ?

यातील पहिल्या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यासाठी भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावर जाऊन सूर्यास्ताचे मनोहारी दृश्य पाहायचे आहे. इतर दोन प्रश्नांच्या उत्तरांसाठी आपल्याला ८ जून २००४ रोजी घडणाऱ्या अधिक्रमण काळात सूर्याचे निरीक्षण करायचे आहे. फक्त 'प्रयोगशाळेत' आढळणारी कुठलीही महागडी आणि अत्याधुनिक साधनं किंवा उपकरणं हे 'महान' प्रयोग करण्यासाठी आपल्याला लागणार नाहीत. दगड, दोरी, छोट्यासा आरसा, जमलंच तर सेकंद काटा असलेलं घड्याळ, येवढी साधनं बास ! जून २००४ पर्यंत आपल्याला काही प्रयोग आणि गणिताच्या पुढील भागांची उजळणी मात्र करून ठेवावी लागणार आहे :

१. कोन म्हणजे काय ? तो कसा मोजायचा ?
२. दोन संख्यांचे गुणोत्तर कसे काढायचे ?
३. त्रिकोणाच्या तीन कोनांची बेरीज किती असते ?
४. समरूप त्रिकोण आणि त्यांचे गुणधर्म.
५. मोठाल्या संख्यांच्या आकडेमोडीचा सराव.
६. अ‍ॅप्रॉक्झिमे शन्सचे (अंदाजे उत्तर काढण्याचे) महत्त्व आणि
७. पायथोगोरसचा सिद्धांत

कोन, लांबी आणि दोन घटितांच्या मधील काळ यांची जास्तीत जास्त अचूक मापने करून आपण विश्वाच्या आकाराच्या रहस्याला हात घालणार आहोत. विश्वास ठेवा, त्यासाठी आपण फक्त दगड आणि दोरी वापरणार आहोत!

दगड आणि दोरीच्या सहाय्याने आपण कशाकशाचे मापन करू शकतो, ते पाहू.



चित्र १

१. लांबी मोजूया :

एक मीटर लांबीची दोरी हे लांबी मोजण्याचे साधन होऊ शकते. त्याचे समान १०० भाग केल्यास लांबी सेंटिमीटरमध्येही मोजता येईल.

२. दगड आणि दोरीचा कोनमापक :

सुमारे एक मीटर लांबीच्या दोरीच्या दोन टोकांना एकेक दगड बांधा.

चित्र क्रमांक - १ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एक आयताकार न वाकणारा जाड पुट्टा घ्या. त्याच्या एका बाजूच्या साधारण मध्यावर एक खांच पाडा.

N या खांचेच्या बिंदूपासून NM असा लंब काढा.

त्यावर टोकांना दगड बांधलेली दोरी लटकवा. झाला की तयार, आपला कोनमापक!

दूरच्या अंतरावरील बिल्डींग किंवा आकाशातील तारा यांनी जमिनीशी केलेले

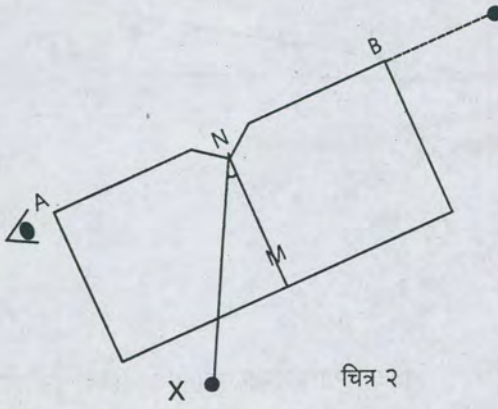
कोन मोजण्यासाठी हे साधन वापरता येईल. पुढ्याची A-B ही बाजू चित्र क्रमांक २ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तान्याच्या रेषेत येईल, इतपत तिरकी करा.

आता दोरीला बांधलेला दगड NX या जमिनीला काटकोन करणाऱ्या रेषेत येईल. तारा - आपण - जमीन यातील $\angle XNM$ हा कोन मोजला, की आपले काम झाले.

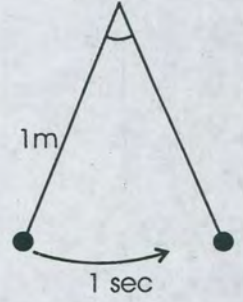
३. दगड आणि दोरीचा लंबक वापरून कालमापन :

एक मीटर लांबीच्या दोरीला एक दगड बांधा. हा झाला आपला लंबक. त्याला झोका द्या. दगडाला एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकापर्यंत जाण्याला लागणारा वेळ मोजा. उत्तर येईल एक सेकंद. एक सेकंद दाखवू शकणारे हे आपले लंबकाचे घड्याळ चित्र क्रमांक ३ मध्ये दाखविले आहे.

अ) सूर्य-पृथ्वी अंतर असे मोजूया :



चित्र २



चित्र ३

पृथ्वीपासून सूर्याचे अंतर मोजण्यासाठी आता सारी तयारी झाली आहे. खालील सात भागात आपल्याला काम करायचे आहे. त्याची रूपरेषा पुढील भागात दिली आहे.

१. सूर्यकार्ड
२. अधिक्रमण काळातील सूर्याची प्रतिमा
३. शुक्र आणि सूर्य यातील कमाल कोनाचे मापन
४. सूर्य शुक्र आणि सूर्य पृथ्वी अंतराचे गुणोत्तर
५. शुक्राचा आकार
६. पृथ्वीचा आकार.
७. त्यासाठी उंच इमारतीची उंची मोजणे

ब) सूर्य प्रयोगशाळा कशी तयार कराल ?

१. पिनहोल कॅमेऱ्याने सूर्याची प्रतिमा मिळवा
२. मोठ्या नाभीय अंतराचे बहिर्वक्र भिंग

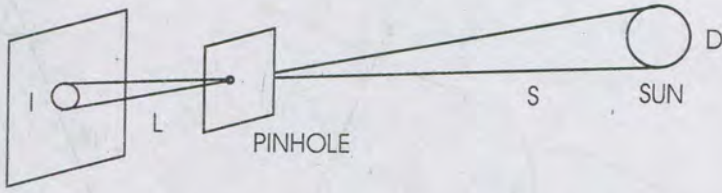
(Very Large Focal Length - VLFL-Convex Lens) वापरून सूर्याची प्रतिमा मिळवा किंवा

३. दूरदर्शिका वापरून सूर्याची प्रतिमा मिळवा.

भाग १ - सूर्यकार्ड :

१.१ पोस्टकार्डाच्या आकाराचे कोणतेही एक कार्ड घ्या. त्यावर एक छोटे छिद्र पेपर पंचने आणि थोड्या अंतरावर त्यापेक्षा मोठे भोक पाडा. जमिनीवर छाया पडेल, अशा अंतरावर हे कार्ड सूर्यप्रकाशात धरा. आता कार्ड आणखी जास्त उंचीवर धरा, बघा काय दिसते ? तुम्हाला सूर्याच्या दोन प्रतिमा दिसतील.

१.२ कार्ड आणखी जास्त जास्त उंचीवर सावकाशीने न्या. त्याचवेळी जमिनीवरील सूर्यप्रतिमांकडेसुद्धा लक्ष द्या.



चित्र ४

१.३ वर्तुळाकार सूर्यप्रतिमांचा व्यास 'I' आणि कार्डापासूनचे अंतर 'L' पट्टीने किंवा दोरीने मोजा. दोन्हीचे गुणोत्तर (L/I), १०० च्या आसपास येईल. (जास्त काटेकोरपणे ते ११० असेल)

सूर्यकार्ड उंचावर नेले, तर सूर्यप्रतिमा मोठ्या आणि त्याची उंची कमी केली, तर सूर्यप्रतिमा लहान होताना आढळतील.

परंतु प्रत्येक उंचीवर दोन्ही छिद्रांतून तयार झालेल्या सूर्यप्रतिमा साधारणपणे एकाच आकाराच्या दिसतील.

दोन्ही सूर्यप्रतिमांच्या तीव्रतेमध्येच केवळ फरक आढळेल.

१.४ वेगळाल्या उंचीवर कार्ड धरले असता, व्यास आणि अंतर दोन्ही बदलेल. परंतु हे गुणोत्तर नेहमीच ११० च्या आसपास राहिल. कार्डाच्याऐवजी उंच झाडाच्या पानातून दिसणाऱ्या सूर्यप्रतिमांचे मापन करूनही हेच गुणोत्तर तुम्हाला मिळेल. त्यासाठी जमिनीवर दिसणाऱ्या वर्तुळाकार सूर्यप्रतिमांपैकी सर्वांत मोठी प्रतिमा निवडून

तिचा व्यास मोजा. त्याने झाडाच्या उंचीला भागा. उत्तर ११० च्या जवळपास आले का ?

चित्र क्रमांक ४ मध्ये पिनहोल कॅमेऱ्यातून दिसणारी सूर्याची प्रतिमा आहे. समरूप त्रिकोणाचे गुणधर्म लक्षात घेता L/I आणि S/D ही गुणोत्तरे समान आहेत हे तुम्हाला पटेल. येथे D हा सूर्याचा प्रत्यक्ष व्यास आहे आणि S हे सूर्य-पृथ्वी अंतर आहे S/D हे गुणोत्तर स्थिर असले पाहिजे आणि त्यांची किंमत ११० आहे. हे गणिती भाषेत पुढीलप्रमाणे लिहिता येईल.

$$L/I = S/D = ११०$$

१.५. सूर्याचा व्यास जेवढा आहे, त्याच्या ११० पट अंतरावर सूर्य असल्याचे, हा साधा प्रयोग आपल्याला सांगतो.

१.६ सूर्यकार्डाच्या प्रयोगातून हाती आलेले पुढील महत्त्वाचे सूत्र आपल्याला पक्के लक्षात ठेवायचे आहे :

पृथ्वी ते सूर्य अंतर = ११० X सूर्याचा व्यास

१.७ आता सूर्य किती मोठा आहे, हे मोजले की कूट प्रश्न सुटलाच की ! शुक्राच्या

अधिक्रमण काळातील प्रयोगाने आपण सूर्याचा व्यास जोखणार आहोत.

भाग २ - अधिक्रमण काळातील सूर्याची प्रतिमा :

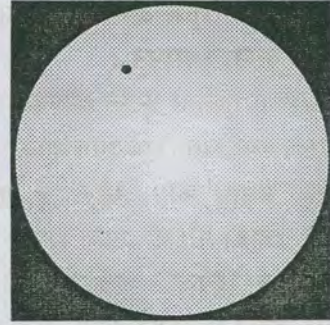
२.१ यापूर्वीचे शुक्राचे अधिक्रमण १८८२ साली झाले होते. त्याला आता जवळजवळ १२२ वर्षे झाली. प्रयोग कसा करायचा, हे समजावून घेण्यासाठी त्या काळात घेतलेले सूर्यप्रतिमेचे छायाचित्र चित्र क्रमांक-५ मध्ये दाखविले आहे. त्यामध्ये शुभ्र सूर्यप्रतिमेवरून अधिक्रमण करणारा शुक्र या ग्रहाचा काळा ठिपका दिसतो आहे. असे छायाचित्र किंवा प्रतिमा कशी मिळवायची याची चर्चा आपण पुढे करणार आहोतच.

२.२ सध्या सरावासाठी या छायाचित्रातील सूर्यप्रतिमेचा व्यास 'D' शक्य तितका काळजीपूर्वक आणि अचूक मोजा.

२.३ तसेच याच छायाचित्रातील शुक्राच्या प्रतिमेचाही व्यास 'V' शक्य तितका काळजीपूर्वक आणि अचूक मोजा.

२.४ 'D' च्या किमतीला 'V' च्या किमतीने भागल्यास गुणोत्तर ३३ च्या जवळपास येईल.

२.५ अधिक्रमण काळात सूर्य आणि पृथ्वी यांच्या दरम्यात शुक्र येतो. याचा अर्थ सूर्यपेक्षा शुक्र आपल्या जास्त जवळ आहे. जवळच्या वस्तू दूरच्या वस्तूपेक्षा तुलनेने मोठ्या दिसतात. हा तर आपला अनुभव आहे, जर सूर्य आणि शुक्र एकाच अंतरावर



चित्र ५

असते, तर 'D' च्या तुलनेत 'V' ची किंमत कमी भरली असती. परंतु या छायाचित्रात असा अंतरातील फरकाचा परिणाम लपलेला आहे.

२.६ असेच काहीसे चंद्र आणि सूर्याच्या बाबतीत देखील होते. सूर्यपेक्षा चंद्र लहान असल्याचे आपल्याला माहित आहे. तरीही तुलनेने चंद्र जास्त जवळ असल्याने, चंद्रबिंब जवळपास सूर्यबिंबाएवढेच दिसते. याच कारणामुळे आकाराने छोट्या चंद्राचे सूर्याला ग्रहण लागते. सूर्यबिंबाला चंद्रबिंब पूर्णपणेही ग्रासू शकते. अंतरामुळे प्रतिमेच्या आकारात पडणाऱ्या फरकांची अशी इतरही अनेक उदाहरणे देता येतील.

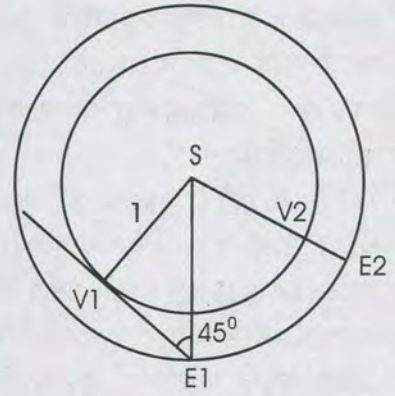
अंतरातील फरकांमुळे प्रतिमेच्या आकारात पडणाऱ्या फरकाचे कारण लक्षात घेता 'D/V' हे गुणोत्तर दुरुस्त करून वापरले पाहिजे. त्यासाठी आणखी एक प्रयोग करायचा आहे. त्याचा विचार तिसऱ्या आणि चौथ्या भागात मिळून केला आहे.

**भाग ३ - शुक्र आणि सूर्य यातील
कमाल कोनाचे मापन :**

'D/V' हे गुणोत्तर दुरुस्त करण्यासाठी ८ जून रोजी पृथ्वीपासून सूर्य आणि शुक्र यांच्या अंतराचे प्रमाण काय असेल, हे शोधले पाहिजे. त्याची पहिली पायरी म्हणून सूर्य-पृथ्वीवरील आपण - शुक्र ह्या कोनाची कमाल किंमत मोजायची आहे. शुक्र आणि पृथ्वी हे ग्रह सूर्याभोवती फिरतात - परिभ्रमण करतात. परिणामी, सूर्याच्या संदर्भात शुक्राची जागा वर्षभर बदलत असते. वर्षातील काही काळ शुक्र सूर्योदयापूर्वी पहाटे उगवतो, तर काही काळ तो सूर्यास्तानंतर देखील पश्चिम आकाशात चमकत राहातो. आपल्याला शुक्र आणि सूर्य यांच्यातील कोनाचे वर्षभरात मधून मधून मापन करायचे आहे. मार्च २००४ च्या शेवटी हा कोन सर्वात जास्त असेल.

३.१ सप्टेंबर २००३ पासून शुक्र सायंकाळी पश्चिम आकाशात दिसतो आहे. सूर्य अस्ताला जाण्याच्यावेळी शुक्र जमिनीच्या पातळीशी किती अंशाचा कोन करतो हे आपण मोजणार आहोत.

३.२ चला तर, आपला दगड-दोरीचा कोनमापक बाहेर काढा. कोनमापकाची AB ही बाजू सूर्य मावळण्याच्या वेळी शुक्राच्या रेषेत आणा. $\angle XNM$ ची किंमत सुमारे ४५° (जास्त अचूकपणे ४७°) असेल. मार्च महिना संपत आलेला असताना हा कोन जास्तीत जास्त मोठा असेल.

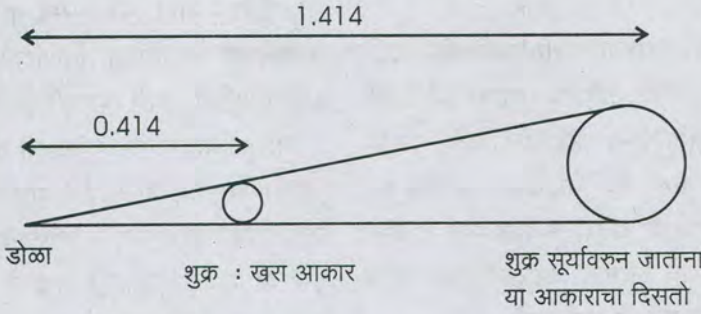


चित्र ६

३.३ या कोनाचे मापन करण्याची आणखीही एक पद्धत आहे. ती म्हणजे सूर्य अस्ताला गेल्यानंतर किती वेळाने शुक्र मावळतो हे मोजणे. कोन कमाल असताना ही वेळ सुमारे तीन तासांची असते.

३.४ पृथ्वी स्वतःभोवती एक प्रदक्षिणा २४ तासात पूर्ण करते. याचा अर्थ ती स्वतःभोवती २४ तासात ३६० अंशांनी फिरते. पृथ्वी स्वतःभोवती फिरत असल्यानेच सूर्य २४ तासात ३६० अंशांनी फिरत आहे असे आपल्याला जाणवते. म्हणजे एका तासाला १५ अंशांनी सूर्य फिरताना दिसतो. जर सूर्यास्तानंतर ३ तासांनी (अचूक वेळ प्रत्यक्ष मोजायची आहेच) शुक्र मावळत असेल, तर सूर्य-पृथ्वीवरील आपण - शुक्र हा कोन ४५ अंशांचा होईल. वापरायला ही एकदम पद्धत सोपी आणि अचूक आहे.

भाग ४ - सूर्य-शुक्र आणि सूर्य-पृथ्वी अंतराचे गुणोत्तर :



चित्र ७

या कोनाचा वापर करून सूर्यापासून शुक्र आणि पृथ्वी यांच्या अंतराचे गुणोत्तर शोधता येते. त्यासाठी पायथोगोरसचे प्रमेय, त्रिकोणाचे गुणधर्म आणि सोपे गणित यांचा वापर करायचा आहे. पृथ्वी आणि शुक्र हे ग्रह सूर्य या केंद्राभोवती तंतोतंत वर्तुळाकार कक्षेत फिरतात, असे आपण गृहित धरूया.

४.१ शुक्र हा आंतरग्रह आहे. म्हणजे आकृती-६ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याच्या कक्षेच्या बाहेर पृथ्वीच्या परिभ्रमणाची कक्षा आहे. $\angle VES$ (\angle शुक्र-पृथ्वी-सूर्य) याच कोनाची कमाल किंमत आपण मार्च महिन्याच्या शेवटी मोजली आहे.

४.२ पृथ्वीच्या E_1 स्थितीपासून काढलेली स्पर्शिका शुक्राच्या कक्षेला जेथे स्पर्श करते, तेथे $\angle VES$ या कोनाची किंमत कमाल असेल. ती ४५° च्या आसपास भरली होती.

४.३ आता ΔSV_1E_1 याचा विचार करू या.

या त्रिकोणात याची किंमत ९०° आहे. कारण V_1E_1 ही स्पर्शिका आहे. तसेच $SE_1V_1 = 45^\circ$ तो तर आपण मोजला आहे.

(प्रत्यक्ष मोजमाप केल्यावर हा कोन थोडा वेगळा येईल. त्याप्रमाणे पुढील गणितातही बदल करायचे आहेत.) या काटकोन त्रिकोणाच्या $\angle V_1S$ आणि E_1S या दोन बाजूंचे गुणोत्तर होईल.

$$V_1S/E_1S = 1/\sqrt{2} = 1/1.414$$

४.४ याच आकृतीमध्ये ८ जून २००४ रोजी सूर्य, शुक्र आणि पृथ्वी यांच्या एका सरळ रेषेतील जागा दाखविल्या (अनुक्रमे S_1V_2 आणि E_2) आहेत. अधिक्रमणावेळी ग्रहांच्या जागा बदललेल्या असल्या तरी शुक्र-सूर्य किंवा पृथ्वी-सूर्य ही अंतरे बदलायचे काहीच कारण नाही. म्हणून

$$V_1S/E_1S = V_2S/E_2S = 1/1.414$$

४.५ अधिक्रमणावेळी सूर्य, शुक्र आणि पृथ्वी एकाच सरळ रेषेत येणार आहेत आणि शुक्र-सूर्य आणि पृथ्वी-सूर्य या अंतरांचे

गुणोत्तर १:१.१४१४ आहे.

परंतु, आपल्याला तर पृथ्वी-सूर्य आणि पृथ्वी-शुक्र या अंतरांचे गुणोत्तर हवे आहे. आता आकृती-६ कडे नीट पाहा. पृथ्वी-शुक्र हे अंतर जर मिळवायचे असेल तर, पृथ्वी-सूर्य या अंतरातून शुक्र-सूर्य हे अंतर वजा करावे लागेल. आकृतीवरून सहज लक्षात येणारी ही बाब आहे.

४.६ याचा अर्थ अधिक्रमण काळात पृथ्वी-सूर्य आणि शुक्र-सूर्य या अंतरांचे गुणोत्तर १.४१४: ०.४१४ असे असेल. याची किंमत ३.४ आहे.

४.७ त्यामुळे शुक्रप्रतिमा आपल्याला ३.४ पट मोठी भासते. म्हणून २.५ मधील 'D/V' गुणोत्तर दुरुस्त करून $३३ \times ३.४ = ११२$ होईल. आता 'D/V' गुणोत्तराची ११२ ही वास्तव किंमत या पुढे वापरली पाहिजे.

४.८ आपण १.६ मध्ये एक सूत्र असे मांडले होते :

पृथ्वी-सूर्य अंतर = $११० \times$ सूर्याचा व्यास
ते आता असे होईल ;

पृथ्वी-सूर्य अंतर = $११० \times ११२ \times$
शुक्राचा व्यास

शुक्राचा व्यास मोजला, की वरील सूत्रे वापरून पृथ्वीपासून सूर्य किती अंतरावर आहे या प्रश्नाचे उत्तर हाती येईल. पण शुक्राचा व्यास मोजायचा कसा ?

भाग ५ - शुक्राचा आकार :

५.१ पृथ्वीवर राहून शुक्राचे आकारमान

मोजणे सोपे नाही. पृथ्वी-सूर्य या अंतराचा अंदाज तर आठवीच्या विद्यार्थ्यांना करता आला पाहिजे. तशी आपली इच्छा आहे.

म्हणून आपण एक महत्त्वाची गोष्ट गृहित धरणार आहोत. ती म्हणजे शुक्राचा व्यास साधारणपणे पृथ्वीच्या व्यासाएवढाच आहे. दुसऱ्या शब्दात दोन्ही ग्रहांचे आकार जवळपास सारखे आहेत.

५.२ यावर तुम्ही नक्कीच म्हणू शकाल, की जर दोन्ही ग्रहांचे आकार सारखे नसतील तर ? तुमची शंका अगदी रास्त आहे. दोन्ही ग्रहांचे आकार सारखे नसतील, तर येवढा आटापिटा करून मिळालेले उत्तर अचूक नसेल. तरीही, त्याचे एक वेगळे महत्त्व असेल. प्रयोग आणि गणित यांच्या मदतीने विद्यार्थ्यांनी स्वतः बांधलेला तो एक अंदाज असेल. (परंतु योगायोगाने वस्तुस्थिती आपल्या पूरक आहे. प्रत्यक्षात या दोन ग्रहांच्या आकारांतील फरक १० टक्क्यांपेक्षा जास्त नाही.)

५.३ आता काम सोपे झाले आहे. शुक्र आणि पृथ्वीचा आकार समान मानल्याने आपण शुक्राच्याएवजी पृथ्वीचा आकार मोजू शकतो.

५.४ चवथ्या भागात आपण पुढील सूत्रापर्यंत मजल मारली होती.

पृथ्वी-सूर्य अंतर = $११० \times ११२ \times$
शुक्राचा व्यास

या गृहितकामुळे वरील सूत्र असे बदलेल :

पृथ्वी-सूर्य अंतर = ११० X ११२ X
पृथ्वीचा व्यास

५.५ मूळ प्रश्न सोडविण्यासाठी आता आपल्याला पृथ्वीचा व्यास तेवढा मोजायचा आहे. शुक्रावर जायची गरज नाही.

भाग ६ पृथ्वीचा आकार आहे केवढा ?

६.१ आपण इरॅटोस्थेनस यांनी वापरलेली रीत नक्कीच वापरू शकतो, त्याहीपेक्षा सोपी पद्धत आपल्याकडे आहे.

६.२ भारताच्या पश्चिमेकडील कोणत्याही समुद्र किनाऱ्यावर मित्राला सूर्यास्त पाहायला घेऊन जा. हो, किनाऱ्याजवळ एखादी उंच इमारत किंवा डोंगर मात्र पाहिजे. तेथे पुढील प्रयोग करून पृथ्वीची त्रिज्या शोधायची आहे.

६.३ सूर्यास्तापूर्वी तुम्ही उंच इमारतीच्या गच्चीवर तयारीत उभे राहा. तसेच तुमचा मित्र खाली उभा राहिल. दोघांनीही सूर्यास्ताची नेमकी वेळ नोंदवायची आहे.

६.४ किनाऱ्यावर खाली उभारलेला तुमचा मित्र सूर्यबिंब क्षितिजाखाली पाण्यात गेल्याचा म्हणजेच सूर्यास्त झाल्याचा संकेत करेल. त्या नंतरही तुम्हाला सूर्य आकाशात दिसतच राहिल. कारण तुम्ही उंचावर आहात. तुमचे क्षितीज मोठे आहे.

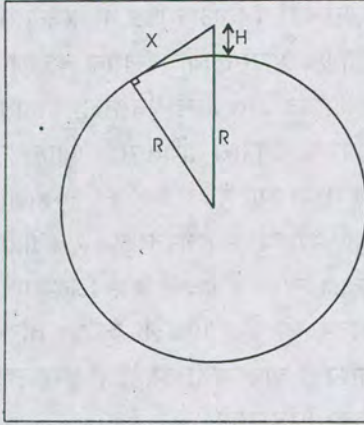
६.५ मित्राच्या सूर्यास्ताच्या संकेतानंतर किती वेळाने तुम्ही सूर्यास्त पाहिला याची नोंद करा. वेळ मोजायची असल्याने सेकंद

काटा असणारे घड्याळ वापरा. ते नसल्यास आपला एक मीटर लांबीचा लंबक चालेल. लंबक सोबत आणायला विसरला नाहीत ना ? त्रिज्या मापनाचे गणित समजण्यासाठी आपण सध्या असे गृहित धरू की, तुम्हाला तुमच्या मित्राच्या संकेतानंतर ३० सेकंदांनी सूर्यास्त झाल्याचे आढळले आहे (प्रत्यक्षात प्रयोगातून जी वेळ मोजली जाईल तीच गणितासाठी वापरायची आहे, हे तुम्हाला सांगायची गरज नाही.)

६.६ तुम्ही जितके जास्त उंचीवर असाल, तेवढा जास्त वेळ तुम्हाला सूर्य दिसणार आहे. म्हणजेच या वेळेचा तुमच्या उंचीशी संबंध आहे. मित्र शून्य उंचीवर उभा होता. शून्य उंचीवर आपण जेव्हा असतो, तेव्हा सूर्य त्याच ठिकाणी मावळला असे आपल्याला दिसेल असे गृहित धरावे लागते. यानंतर H उंचीवरून पाहतांना, सूर्यास्तापर्यंत सूर्य X अंतर पुढे गेला. त्यासाठी सूर्यास्ताच्या वेळांमध्ये जितका फरक होता तेवढा वेळ लागला. समजा, तुम्ही H, उंचीवर उभे आहात आणि X, इतक्या अंतरापर्यंत पाहू शकत आहात. पृथ्वी गोल आहे, असे गृहित धरल्यास हे क्षितीजापर्यंतचे अंतर (जेथे आकाश समुद्राला भिडते आणि जेथे सूर्य अस्ताला जाताना दिसतो) साध्या गणिती सूत्राने काढता येते. (चित्र ८ पहा.)

$$X = (\text{sqrt}) (2 \times H \times R),$$

येथे R ही पृथ्वीची त्रिज्या आहे.



$$X^2 + R^2 = (R + H)^2$$

$$= R^2 + 2RH + H^2$$

$$X^2 = 2RH + H^2$$

यातील $2RH$ च्या तुलनेत H^2 ची किंमत खूप कमी आहे म्हणून

$$X^2 = 2RH$$

किंवा

$$X = \sqrt{2 \times R \times H}$$

चित्र ८

६.७ स्वतःभोवती पृथ्वी २४ तासात एक प्रदक्षिणा पूर्ण करते. याचा अर्थ ती ३६० अंशातून फिरते किंवा स्वतःच्या परिघाएवढा प्रवास करून मूळ स्थितीत येते. समुद्र किनाऱ्यावरून आणि H या उंचीवरून दिसणाऱ्या सूर्यास्ताच्या वेळात ३० सेकंदांचा फरक आहे. हा फरक या जीवेच्या X या लांबीएवढा आहे.

६.८ गुणोत्तरांच्या गणिती भाषेत हे सूत्र असे मांडता येते : पृथ्वीचा परिघ : $X = 24^*$ 3600 एका तासाचे सेकंद) : ३० म्हणून पृथ्वीचा परिघ / $X = 2880$

किंवा

$$X^2 = (2\pi * R)^2 / (2880)^2$$

६.९ परंतु ६.६ प्रमाणे

$$X^2 = 2HR$$

म्हणून

$$2HR = (2\pi * R)^2 / (2880)^2$$

या सूत्रावरून आपल्या पृथ्वीच्या त्रिज्येचे सूत्र असे मांडता येईल -

$$R = (2800)^2 H / 2\pi^2$$

६.१० वरील सूत्रातील २८०० ही संख्या २४ तासांना ३० सेकंदांनी भागल्यामुळे आली आहे. प्रत्यक्षात समुद्रसपाटीवरून आणि उंचावरून दिसणाऱ्या सूर्यास्तांच्या वेळात ३० सेकंदांचा फरक असेल, तर वरील सूत्र असे होईल.

६.११ हे सूत्र वापरताना आपण किती उंचीवरून सूर्यास्त पाहिला, हे देखील मोजले पाहिजे. ही उंची आपला कोनमापक आणि दोरीच्या मदतीने तुम्ही नक्कीच मोजू शकाल. पायथॅगोरसचे प्रमेय मदतीला लागेलच.

भाग ७ - इमारतीची उंची अशी मोजता येईल :

काम तसे सोपे आहे. बिल्डिंगपासून लांब जा. बिल्डिंग आणि तुमची जागा यातील

अंतर P मोजून ठेवा. आता आपला कोनपुट्ट्याचा कोनमापक काढा. कोनमापकाची AB ही बाजू इमारतीच्या गच्चीच्या पातळीच्या रेषेत आणा. $\angle XNM$ ची किंमत मोजा. त्रिकोणाचे गुणधर्म वापरून उंची आता सहज काढता येईल. काही अडचण आल्यास इतर मित्र-मैत्रिणींची मदत घ्या.

पृथ्वीच्या त्रिज्येचे गणित करण्यासाठी लागणारी माहिती आपण आता प्रयोगांनी जमविलेली आहे. वर्तुळाच्या त्रिज्येच्या दुप्पट व्यास असतो हे ही आपल्याला चांगलेच माहित आहे.

सगळं काम आता संपलं आहे. ५.५ मधील आपले सूत्र होते -

$$\text{पृथ्वी-सूर्य अंतर} = ११० \times ११२ \\ \times \text{पृथ्वीचा व्यास}$$

प्रायोगिक प्रवासातून विश्वाचे एक रहस्य आपण उलगडले आहे. पृथ्वी-सूर्य हे अंतर आपण स्वतः मोजले आहे. त्याला ११० ने भागले, की सूर्याचा व्यास किती असेल याही प्रश्नाचे उत्तर आपल्या मिळाल्यातच जमा आहे. आठ जून २००४ रोजी होणाऱ्या शुक्राच्या अधिक्रमणाचा उपयोग करून अत्यंत महत्त्वाचे प्रयोग करायची जय्यत तयारी तर झाली आहे.

शेवटी एक राहिलेला भाग सांगितला पाहिजे.

छोटा आरसा आणि पिनहोल कॅमेरा यांच्या साहाय्याने सूर्यप्रतिमा मिळविणे :

सूर्यप्रकाशाची तीव्रता खूप असल्याने या सोप्या तंत्रानेसुद्धा चांगल्या दर्जाची सूर्यप्रतिमा मिळविता येते. बाहेरच्या बाजूस उघडणारी खिडकी आणि पुरेसा अंधार करता येणारी खोली असली, की निम्मे काम होते. पूर्ण काळोखाची गरज नसते. पडदे, चादरी यांचा वापर करून खोलीत किती काळोख करायचा, हे तुम्ही काही प्रयोगांनंतर सहज ठरवू शकाल.

फूटपाथवरील दुकानात दहाएक रुपयांना मिळणारा एक छोटा आरसा बाहेर उन्हात स्टुलावर ठेवा. थोडा प्रयत्न करून आरश्याचा कोन असा ठेवा, की त्याची परावर्तित तिरीप खिडकीतून सरळ अंधाऱ्या खोलीत जाईल. आरसा आणि खोली यातील अंतर ३० मीटरच्या आसपास असू द्या. अंतर वाढवले की आरशाचा आकार कसाही असला, तरी खोलीतील प्रतिमा वर्तुळाकार आकाराचीच मिळेल. हा एक प्रकारचा मोठ्या छिद्राचा पिनहोल कॅमेरा आहे. आणि खोलीतील प्रतिमा सूर्याची आहे. म्हणून ती वर्तुळाकार आहे. परंतु ही प्रतिमा काहीशी धूसर आणि अस्पष्ट (शार्प नसलेली) आहे.

प्रतिमेचा दर्जा सुधारण्यासाठी आता एक कार्ड घ्या. त्यावर पेपर पंचने एक छिद्र तयार करा. छिद्र आरशाच्या मध्यावर येईल अशा



चित्र ९

रीतीने हे कार्ड आरशापासून ३० सेंटीमीटरवर धरा. आरशावरून परावर्तित होणारा बराचसा प्रकाश आता या कार्डावर पडलेला दिसेल. त्याचा थोडा भाग कार्डाच्या छिद्रातून ३० मीटर लांबच्या आपल्या अंधाच्या खोलीत गेला असेल.

खोलीतील सूर्यप्रतिमा पाहा. आश्चर्य आहे, प्रतिमा फिकी झाली असली, तरी अगदी स्पष्टपणे रेखली गेली आहे. शार्प आहे. आता ही सूर्याची प्रतिमा एका कागदावर पेन्सिलने काढा. या सूर्यप्रतिमेचा व्यास सुमारे ३० सेंटीमीटरच्या आसपास

असेल. असाच प्रयोग ८ जून रोजी केला, तर सुमारे १ सें.मी. व्यासाची शुक्राची प्रतिमा या सूर्यप्रतिमेवरून सरकताना तुम्हाला दिसेल.



कॉसमॉस ठेव योजना ! 'सुरक्षित' आणि 'लाभदायी'



- मुदत ठेवींवर कमाल व्याजदर ७%*
- NRE-NRO ठेव योजना
- मासिक/ त्रैमासिक ह्याज देणाऱ्या ठेव योजना
- आकर्षक कॅश सर्टिफिकेट ठेव योजना
- ज्येष्ठ नागरिक/सहकारी संस्था/शैक्षणिक संस्था/दूस्ट यांना जादा व्याजदराचा * फायदा.

कॉसमॉस बँक

स्थापना १९०१ (मॅगिस्ट्रेट रेग्युलेशन क्र. ७०१ बँक)

मान्य व विश्वसनीयतेचा भागदंड

दि कॉसमॉस क्रि. ऑफ बँक लि. पुणे

कॉसमॉस हाऊस, २६९/२७०, फर्निचर पेठ, पुणे - ४०० ४४६. २२४ मे १११६

लेखक : विवेक माँतेरो, डाव्या परिवर्तनवादी विचारांचे लोकवैज्ञानिक. भौतिक शास्त्रातील डॉक्टरेट. नवनिर्मिती संस्थेचे संचालक. याशिवाय कामगार संघटना आणि मार्क्सवादी कम्युनिस्ट पक्षाचे काम करतात.

अनुवाद : प्रकाश बुरटे भाभा अॅटॉमिक रिसर्च सेंटर येथे काम करत असत. सध्या विज्ञान शिक्षणाबाबत संशोधन व लेखन करतात.

८ जून २००४ : शुक्र अधिक्रमण जरूर पहा.

दूरदर्शिकितून सूर्यप्रतिमेकडे कधीही पाहायचे नाही. तसे केल्याने दृष्टी कायमची अंधू होऊ शकते किंवा दृष्टी कायमची बादही होऊ शकते. तत्त्वतः चांगले फिल्टर वापरून दूरदर्शिकितून सूर्याकडे पाहणे शक्य आहे. परंतु, दूरदर्शिकितून सूर्याकडे पाहाण्याच्या फंदात पडूच नका, असे आमचे सांगणे आहे. ही फिल्टर्स चांगली असतीलच असे नाही. आणि लक्षात घ्या की दूरदर्शिकांमध्ये प्रकाश एकवटत असतो.

सूर्याकडे दूरदर्शिकेशिवाय सरळ पाहता येतील, अशी फिल्टर्स नवनिर्मितीकडे उपलब्ध आहेत. यामध्ये प्रकाशाची तीव्रता १०,००० पटीने कमी होते.

या फिल्टरसची किंमत प्रत्येक रुपये ५ अशी आहे.

जर १०० पेक्षा जास्त फिल्टरसची ऑर्डर आपण नोंदविलीत, तर त्यांची प्रत्येकी किंमत ३.५ रुपये असेल. आपली ऑर्डर १०,००० फिल्टरसची असेल, तर किंमत प्रत्येक २.५ रुपये असेल.

‘नवनिर्मिती’ ही ‘ना नफा’ तत्त्वावर विज्ञानप्रसाराचे काम करणारी आणि नाविन्यपूर्ण वैज्ञानिक खेळणी तयार करणारी स्वयंसेवी संस्था आहे.

डोळ्यांना सुरक्षित आणि स्वस्त फिल्टरस वापरून शुक्राचे अधिक्रमण जरूर पाहा ही एक अपूर्व अशी संधी आहे.

संपर्क :

नवनिर्मिती,

फ्लॉट-२, ‘डिस्कवर इट’,

स्टेट बँक ऑफ

इंडियाच्या समोर,

पवई इस्पितळाजवळ,

लेकसाईड बिल्डिंग ए.एस.

मार्ग,

मुंबई ४०० ०७६

Phone No. :

91-22-25792628/91-22-

25773215,

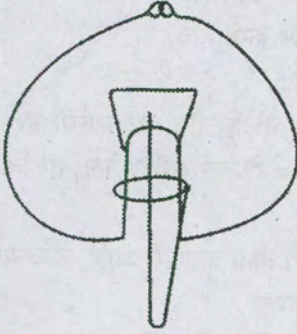
E-mail : navnirmiti@yahoo.com



कोडीच कोडी

डॉ. बी. आर. मराठे

मागच्या अंकातील कोडी तुम्ही सोडवलीत का ? तुमची उत्तरं या उत्तरांशी पडतावून पाहा. या आधीच्या संपूर्ण कोड्यांचा संच हवा असल्यास संदर्भच्या ऑफिसमध्ये संपर्क साधा. कोडी तयार करून देता येतील. आधी प्रसिद्ध झालेल्या १२ कोड्यांचा संच : रु. २००/- कोडे नं. १३, १४, १५ तीन कोड्यांचा संच : रु. १५०/-.

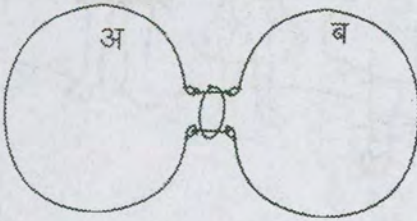
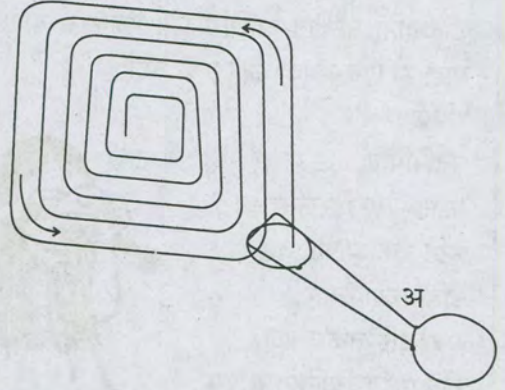


कोडे नं. १०

सोडविण्यासाठी चित्रात दाखवल्याप्रमाणे कोडे धरून नं. ९ प्रमाणे करा. कोडे सुटेल. थोडे अवघड आहे.

कोडे नं. ११

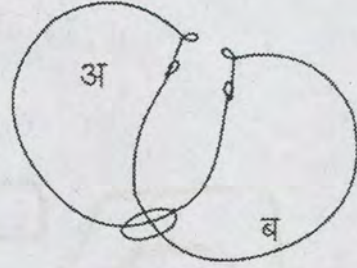
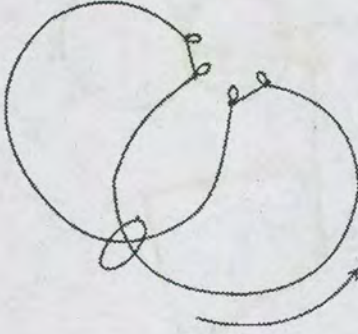
चित्रात दाखवल्याप्रमाणे कोडे धरा. 'अ' हा भाग बाहेर काढा.



कोडे नं. १२

एक मोठी रिंग डाव्या हातात धरा, दुसरी उजव्या हातात.

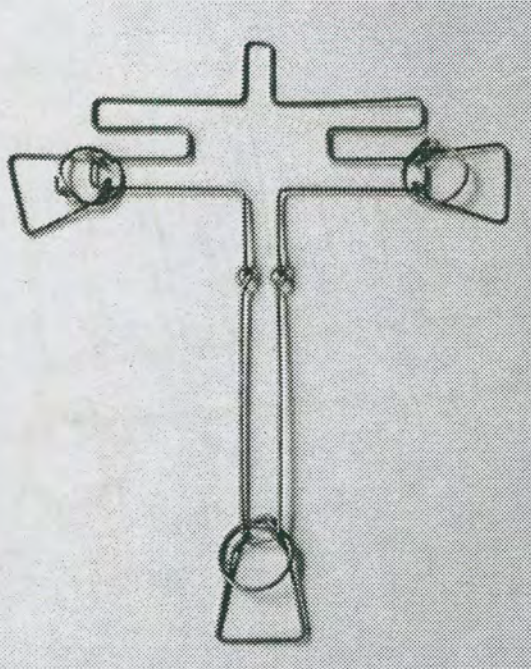
उजवी रिंग (ब) घड्याळाप्रमाणे अर्धी फिरवा. 'अ' ची तार 'ब' च्या तारेवर असेल.



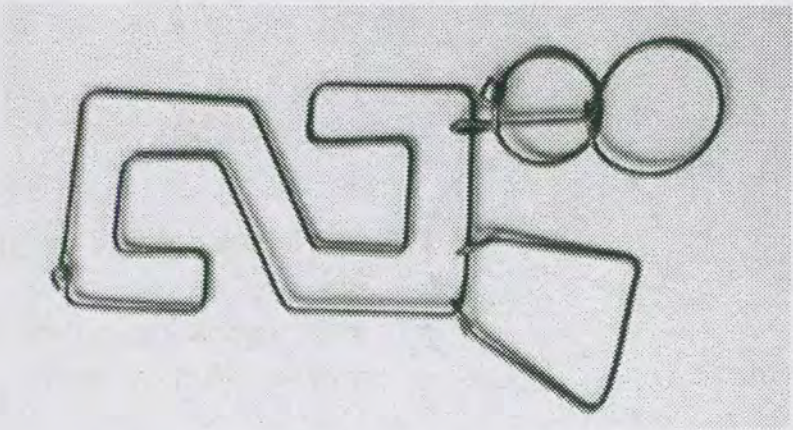
लहान रिंग बाहेर कशी येते ते आता लक्षात येईल.

बऱ्याच जादूगारांचे हे आवडते कोडे आहे. तुम्हीही कधीतरी पाहिले असेल.

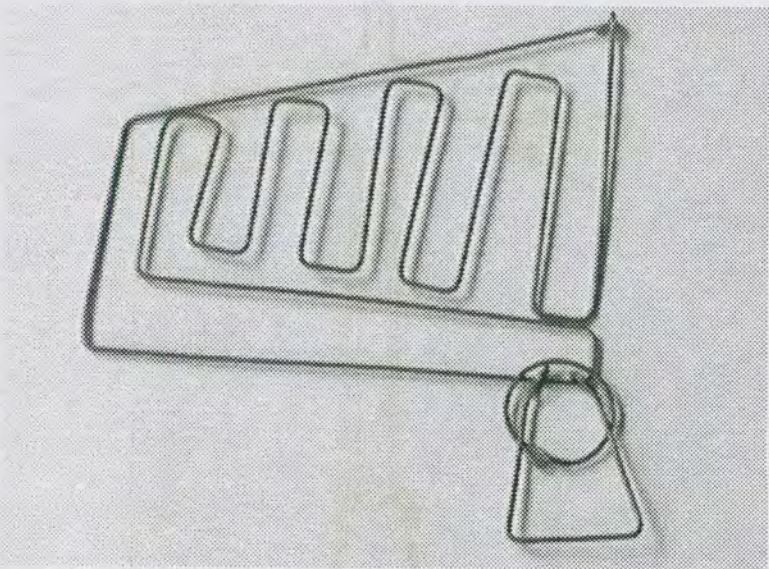
या पुढील कोडे नं. १३ तीन्ही रिंग बाहेर काढा.



कोडे नं. १४



कोडे नं. १५



प्राणवायूचा प्रवास

लेखक : डी. बालसुब्रमण्यन् • अनुवाद : मीना कर्वे

पृथ्वीवर बाहेरून आलेला ऑक्सिजन इथंच ठाण मांडून बसला. इतकंच नव्हे तर प्राणवायू म्हणून सर्व पृथ्वीवासियांसाठी अत्यावश्यक ठरला. मात्र त्याला औषध म्हणायचे का नाही यावरून बरेच वादविवाद झाले.. त्याबद्दल.

काही वर्षांपूर्वीची गोष्ट. वर्तमानपत्रात एक विचित्र बातमी छापून आली होती. तिरुपतीच्या सरकारी इस्पितळात ऑक्सिजनचा एकही सिलिंडर उपलब्ध नसल्यामुळे संकट उभं राहिलं होतं. इस्पितळाचं प्रशासन बाजारातून ऑक्सिजन सिलिंडर विकत घेऊ शकलं नाही, कारण शासकीय लेखा परीक्षकांनी ऑक्सिजन खरेदीचे बिल पास करायला नकार दिला होता. त्याचं कारण असं सांगितलं की खर्चाची तरतूद फक्त औषधं खरेदी करण्यासाठी आहे. ऑक्सिजन हे काही औषध नाही. इस्पितळाच्या अधिकाऱ्यांचं म्हणणं होतं की ज्याअर्थी ऑक्सिजनमुळे जीवदान मिळतं, त्याअर्थी तो निश्चितच औषधप्रकारात समाविष्ट आहे.

ह्या तांत्रिक अडचणीमुळे इस्पितळात एक महिनाभर ऑक्सिजन उपलब्ध होऊ शकला नाही आणि सगळा वाद ऑक्सिजन औषध आहे की नाही ह्याच मुद्यावर होत राहिला. ह्या घटनेवरून माझं लक्ष औषधाची

खरीखुरी व्याख्या तरी काय, ह्या मुद्यांकडे वेधलं गेलं.

‘औषध’ ह्याचा खरा अर्थ तरी काय -

रँडम - हाऊस शब्दकोषात ‘औषध’ ह्याचा अर्थ खालीलप्रमाणे दिला आहे -

औषध म्हणजे असा रासायनिक पदार्थ की ज्याचा उपयोग मनुष्य किंवा जनावरं ह्यांच्या

रोगावर उपाय म्हणून केला जातो. त्यामुळे एकतर रोग पूर्णपणे बरा होतो किंवा त्यामुळे

प्राणीमात्रांचे शारीरिक किंवा मानसिक आरोग्य सुधारते. तिरुपती उपकोषालयाचे

अधिकारी हे नक्कीच मान्य करतील की ‘ऑक्सिजनमुळे व्यक्तीचे शारीरिक वा

मानसिक आरोग्य सुधारू शकते.’ जर ऑक्सिजनचा उपयोग केला नाही तर माणूस

किंवा पशूंचे आरोग्य धोक्यात येऊ शकते. ॲनोरेक्सिया ॲस्फिक्सिएशन म्हणजेच

ऑक्सिजनच्या कमतरतेमुळे श्वास कोंदणं किंवा दम लागणं. हा आजार बरा

करण्यासाठी ऑक्सिजन देणं हा चांगला उपाय होऊ शकतो, ह्यात काहीच संशय

नाही. खरं म्हणजे ताज्या हवेत जेव्हा आपण श्वसन करतो तेव्हा आपल्याला तरतरी येते ह्याचं कारण 'त्या हवेत असलेला ऑक्सिजन' हेच असते.

प्रिस्ट्लीचे निष्कर्ष

ही गोष्ट सर्वात प्रथम ब्रिटिश शास्त्रज्ञ जोसेफ प्रिस्ट्लीने सिद्ध केली. ही २०० वर्षांपूर्वीची गोष्ट आहे. वाचकांना कदाचित् माहीत असेल की यापूर्वी हवेला एक मूलद्रव्यच समजले जात असे.

प्रिस्ट्लीने सन १७७४ मध्ये एका प्रयोगाद्वारे हवेमध्ये ऑक्सिजन असतो हे सिद्ध केले. मेणबत्ती हवेपेक्षा ऑक्सिजनमध्ये जास्त चांगल्या प्रकारे जळते हे प्रिस्ट्लीने सिद्ध केले. उंदरांना जर ऑक्सिजनने



भरलेल्या पात्रात ठेवलं तर ते मजेत श्वास घेतात असंही दाखवून दिलं. बेंजामिन फ्रँकलिन ह्यांना लिहिलेल्या आपल्या प्रसिद्ध पत्रात प्रिस्ट्लींनीं म्हटलं आहे की 'आजपर्यंत दोन उंदीर आणि तो स्वतः ह्यांनाच फक्त ऑक्सिजन मध्ये श्वसन करण्याचं भाग्य लाभलं आहे. बाकीचे लोक हवेमध्ये श्वासोच्छ्वास करतात!' उन्हामध्ये वनस्पती ऑक्सिजन बाहेर सोडतात हेही प्रिस्ट्लीनेच सर्वप्रथम शोधून काढले. आज आपण त्याला प्रकाशसंश्लेषण म्हणतो.

हवेतून ऑक्सिजन कसा वेगळा करता येतो हे फ्रान्सच्या अंतोन लवाजियेने सुद्धा प्रिस्ट्लीकडूनच ऐकले होते. लवाजियेनेच स्वतंत्रपणे प्रयोग करून पाहून प्रिस्ट्लीच्या निष्कर्षांना दुजोरा दिला होता. ह्याबरोबरच रसायनशास्त्रातील एक युग संपलं, आणि दुसऱ्याची सुरुवात झाली. ऑक्सिजनच्या शोधाबरोबरच 'फ्लॉजिस्टॉन' या अनावश्यक व रहस्यमय कल्पनेचा अंत झाला. यानंतर थोड्याच दिवसात पाण्याचा एक घटक ऑक्सिजन आहे हा शोध लागला. तसंच हायड्रोजनचे हवा किंवा ऑक्सिजनमध्ये ज्वलन केल्यास पाणी मिळते हेही सिद्ध झाले. नामकरणाच्या विचित्र पद्धतींमुळे हायड्रोजनला नाव मिळाले ते त्याच्या पाणी तयार करण्याच्या गुणधर्मावरून तर ऑक्सिजनला आम्ल तयार करण्याच्या गुणधर्मावरून!

पृथ्वीवर प्राणवायूचे आगमन

सर्वसाधारणपणे आपण प्राणवायूला आपल्या अस्तित्वाचं अभिन्न अंग समजतो. आपल्या पृथ्वीवर सुरुवातीला प्राणवायू अस्तित्वात नव्हता हे ऐकल्यावर आपल्याला आश्चर्यच वाटेले. वस्तुतः प्राणवायूने आपल्या वायूमंडळात बऱ्याच उशीरा प्रवेश केला, जवळजवळ २ अब्ज वर्षांपूर्वी. आपलं ब्रह्मांड महास्फोटापासून पासून (Big bang) निर्माण झालं, तो कालावधी साधारण १५ अब्ज वर्षांपूर्वीचा आहे. आपली पृथ्वी मात्र साडेचार अब्ज वर्षांपूर्वी अस्तित्वात आली. पृथ्वीवर तिच्या लहानपणी एक आण्विक बगीचाच होता. सरल अणूपासून क्रमाक्रमाने जटिल अणू तयार होत होते. त्यावेळच्या तापमान, दाब आणि पर्यावरणातील अन्य घटकांच्या प्रक्रियेत जे अणू टिकून रहात होते, तेच कायमस्वरूपी राहिले. जे अणू हे घटक सहन करू शकले नाहीत त्यांचे अन्य पदार्थात रूपांतर झाले.

चार्ल्स डार्विनने ज्या प्रकारची उत्क्रांतीची प्रक्रिया सुचवली आहे अगदी त्याच प्रकारची प्रक्रिया पहिल्या आण्विक स्तरावरही घडून आली. ह्याच आण्विक आणि रासायनिक विकासाच्या आधारावर नंतर जीवनाची उत्पत्ति झाली. आणि जैवविकासाही होऊ शकला. जवळजवळ ४ अब्ज वर्षांपूर्वीच्या ह्या परिस्थितीत पृथ्वीचं

वायूमंडळ क्षपणक / अवकारक (रिड्यूसिंग म्हणजेच अनाॅक्सिकारक) होतं असं समजलं जातं. मिथेन, हायड्रोजन सल्फाइड, नायट्रोजन, कार्बन डायऑक्साईड, अमोनिया आणि पाणी हे त्या वायूमंडळाचे प्रमुख घटक होते. काही प्रमाणात हायड्रोजनही असू शकेल. पण हायड्रोजनसारख्या हलक्या वायूला आपल्या गुरुत्वाकर्षणाने बांधून ठेवू शकेल इतकी आपली पृथ्वी मोठी नाही. त्यामुळे बहुतेक सगळ्या हायड्रोजनने अंतरिक्षात पलायन केले असले पाहिजे. तर अशा सरल रसायनांच्या अस्तित्वातून पृथ्वीवर जीवनाची उत्पत्ती सुरू झाली.

जवळजवळ साडेतीन अब्ज वर्षांपूर्वी तलाव आणि सरोवरांच्या किनाऱ्यावर अस्तित्वात आलेली हिरवळ, हरित नीलहरित शैवाले ही त्या काळाचीच देणगी आहे. तेव्हापासून आतापर्यंत त्यांचं अस्तित्व टिकून राहण्याचं मूळ कारण म्हणजे त्यांच्या कमीत कमी गरजा - त्यांना फक्त थोडं ऊन, थोडं पाणी, थोडा कार्बनडायऑक्साईड आणि थोडीशी माती लागते. ह्या सगळ्या घटकांपासून ते आपलं आपण अन्न तयार करतात, मजेत जगतात आणि प्रजनन करतात. ह्याच्या उलट आम्हा मनुष्यजातीला मात्र जिवंत राहण्यासाठी हजारो गोष्टी लागतात आणि प्रजननासाठी वर्षानुवर्ष! अगदी साधे आयुष्य आणि प्रजननासाठी एका तासापेक्षाही कमीच लागणारा अवधी

असे जीवाणू कोट्यवधी वर्ष पृथ्वीवरील प्रमुख जीव बनून राहिले ह्यात काहीच आश्चर्य वाटायला नको. ह्या जीवाणूंनी प्रकाश संश्लेषणाद्वारे आपलं अन्न स्वतःच तयार करित जीवनाचा लढा दिला आणि आपल्या पृथ्वीला हिरवा रंग दिला. आज तो रंग आपल्याला वनस्पतींच्या रूपात दिसतो आहे. ह्या प्राचीन वनस्पतींपासून तयार होणारा एकमात्र दुय्यम पदार्थ होता प्राणवायू.

प्राणवायूचे साम्राज्य

साडेतीन कोटी वर्ष ते अडीच कोटी वर्ष ह्या अवधीच्या आधीच्या काळाची जरा कल्पना करून बघा ! शैवाल, मॉस, वनस्पती आणि झाडं-झुडपं, ह्याच काळात फुलली - फळली. कारण ह्या काळातील परिस्थितीशी फक्त तीच तोंड देऊ शकली. ह्यातील प्रत्येकाने कार्बन-डाय-ऑक्साईड, पाणी आणि काही इतर द्रव्यं वापरून सूर्याच्या प्रकाशाचा उपयोग करून घेतला आणि ते करताना प्राणवायू बाहेर सोडला. एक अब्ज वर्षांच्या प्रकाश संश्लेषणाच्या क्रियेचा सार्वत्रिक परिणाम असा घडून आला की संपूर्ण वायुमंडळ हे प्राणवायूने 'प्रदूषित' होऊन गेलं. ही जवळजवळ २ अब्ज वर्षांपूर्वीची गोष्ट आहे. हे प्रदूषण काही कमी नव्हतं, हवेच्या जवळजवळ २०% भाग प्राणवायूने व्यापून टाकला. हायड्रोजन किंवा हेलियमसारखा प्राणवायू काही निघून जाऊ

शकत नाही, कारण तो हायड्रोजनपेक्षा १६ पटीने जड असतो. त्यामुळे हायड्रोजनच्या तुलनेने त्याची गती मंदच असते. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाला लंघून जाता येईल एवढा वेग प्राणवायूला कधीच प्राप्त होत नाही आणि म्हणूनच तो पृथ्वीच्या वातावरणात नेहमीच बंदिस्त होऊन रहातो.

जेव्हा आपण ऑक्सिजनला प्राणदायक वायू म्हणतो तेव्हा खरं म्हणजे आपण आपला अहंकारच एकप्रकारे प्रकट करत असतो. ह्या आपल्या म्हणण्याला प्राचीन जीवाणू आणि सूक्ष्मजीव नक्कीच आक्षेप घेऊ शकतील. कारण कार्बनडायऑक्साईड, नायट्रोजन आणि पाणी ह्यांच्या तुलनेने ऑक्सिजन तर फारच स्फोटक आहे. तो फारच क्रियाशील आहे. थोडंसं जरी प्रोत्साहन मिळालं तरी तो कित्येक पदार्थांबरोबर प्रक्रिया करून त्यांना ऑक्सिकृत करू शकतो. कोणीही केमिकल इंजिनियर आपल्याला सांगेल की ऑक्सीकरण म्हणजे वास्तवात ज्वलन किंवा दहन ह्याचंच गोंडस नाव आहे. ऑक्सिजनच्या उदयाबरोबरच पृथ्वीवरील वातावरण जे अवकारक होतं ते बदलून ऑक्सीकारक झालं.

अशा प्रकारे जवळजवळ दोन अब्ज वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर एक महान संकट उभं राहिलं - ऑक्सिजनरहित वातावरण ज्या प्रजातींना अनुकूल होतं त्यांच्या अस्तित्वाचा प्रश्न

निर्माण झाला. पर्यावरणातील ह्या नव्या घटकाशी त्यांना झुंज घायची होती. हा नवा घटक त्यांच्या कोशिकांवर हळूहळू पण निश्चित स्वरूपाची प्रक्रिया करू लागला होता. जे जीव ह्या विषारी वातावरणात टिकू शकले ते शिल्लक राहिले, वाढले, पण जे हा घटक सहन करू शकले नाहीत ते नेस्तनाबूत झाले. जीव वैज्ञानिक ह्या प्रक्रियेचे अनेक प्रकारे वर्णन करतात - नैसर्गिक निवड, अनुकूलन, सर्वश्रेष्ठ जीवांची निवड इ. कोट्यवधी शैवाल प्रकारातून जर १०-२० प्रकार ऑक्सिजन सहन करू शकले तर तेच १० शैवाल प्रकार ऑक्सिजन पचवून जिवंत

राहू शकतील आणि अशा प्रकारे ह्या दूरगामी शर्यतीत ते विजयी होऊ शकतील !

ह्यातील काही शैवाल प्रकार तर ऑक्सिजनचा उपयोग करून स्वतःला जास्त ऊर्जा मिळवून घेऊ शकले आणि ह्यासाठी त्यांना जर कोट्यवधी वर्षांचा अवधी मिळाला आणि प्रत्येक तासाला कोशिका एकाच्या दोन दोनाच्या चार अशा होत राहिल्या तर काहीही, अगदी काहीही होणं शक्य आहे ! आणि झालंही तसंच, मायटोकाँड्रिया रूपाने अगदी असंच घडलं. खरं म्हणजे मायटोकाँड्रिया ही एक ऑक्सिजन आधारित जीवपद्धती आहे.

मायटोकाँड्रिया

सर्व वनस्पती व प्राण्यांच्या कोशिकांमध्ये मायटोकाँड्रिया आढळतात. मायटोकाँड्रिया हे कोशिकाचेच घटक आहेत हे जरी खरे असले तरी त्यांना आपले स्वतंत्र अस्तित्व असते. मायटोकाँड्रियांचे स्वतःचे डीएनए असते. त्यांचे स्वतंत्रपणे विभाजन तर होतेच पण उत्परिवर्तनही होते. संकरित बियाणे निर्माण करताना वापरल्या जाणाऱ्या बऱ्याचश्या मादीवाणांमधील मायटोकाँड्रियाचे गुणधर्म नरवाणापेक्षा वेगळे असतात व हा फरक मायटोकाँड्रियांमधील डीएनए च्या उत्परिवर्तनामुळे घडून येतो.

पृथ्वीच्या वातावरणातील ऑक्सिजनचे प्रमाण जसजसे वाढू लागले तसतसे या ऑक्सिजनचा आपल्या चयनात वापर करू शकतील असे काही बॅक्टेरियाही उत्क्रांत झाले. यापैकी काही बॅक्टेरियांनी ऑक्सिजनचा वापर करू न शकणाऱ्या अशा काही एकपेशीय जीवमात्रांच्या कोशिकांमध्ये सहजीवक म्हणून प्रवेश केला. सहजीवनामुळे या एकपेशीय जीवमात्रांना आपल्या चयनासाठी आजूबाजूला राहणाऱ्या इतर जीवमात्रांपेक्षा अधिक ऊर्जा उपलब्ध होऊ लागली व त्यामुळे ते जीवनाच्या लढाईत श्रेष्ठ ठरले. आज पृथ्वीतळावर आढळणाऱ्या सर्व जीवमात्रांच्या कोशिकांमध्ये मायटोकाँड्रिया आढळतात कारण हे सर्व जीव मायटोकाँड्रियांना आपल्या कोशिकात समाविष्ट करणाऱ्या मूळ पुरातन एकपेशीय जीवांपासून उत्क्रांत झालेले आहेत.

- डॉ. आ. दि. कर्वे

जो ऑक्सिजन एखाद्या ऑक्सिजनरहित जिवाला विषसमान असेल तोच मायटोकाँड्रियाला अमृतासारखा आहे. शिवाय त्यांचं संगळ्यात जबरदस्त धोरण म्हणजे ऑक्सिजनयुक्त आणि ऑक्सिजनरहित अशा दोन्ही प्रकारच्या वातावरणांशी समझोता करणे. मायटोकाँड्रियाबरोबर सहयोग करून आपले सहजीवी अस्तित्व निर्माण करणाऱ्या जीवांनी असंच केलं. हे जीव ऑक्सिजनरहित वातावरणात आपल्या अन्नाला लॅक्टिक आम्ल किंवा जास्तीत जास्त अल्कोहोलमध्ये बदलून घेतात; नंतर आपल्या पेशींमध्ये वास्तव्य करणाऱ्या मायटोकाँड्रियांच्या मदतीने पुढे या अणूंचे कार्बन डायऑक्साइडमध्ये रूपांतर करतात आणि १६ पटीने अधिक ऊर्जा प्राप्त करून घेतात. आपण मनुष्य प्राणी वातावरणातील ऑक्सिजनवर इतके अवलंबून आहोत की

तो मिळाला नाही तर आपण मरूनच जाऊ! ग्रीक भाषेनुसार ऑक्सिजनला आम्लजनक वायू म्हणणे म्हणजे एक प्रकारे त्याचा अपमानच करणे होय. आपण भारतीय लोक मात्र त्याला 'प्राणवायू' ह्या आदरसूचक नावाने संबोधतो.

मला आशा आहे की तिरुपतीच्या उपकोषालयातील अधिकारी मित्र आता निर्धास्त होऊन ऑक्सिजनचे बिल 'औषध' म्हणून पास करतील.



'स्रोत' डिसेंबर १९८९ च्या अंकातून साभार

लेखक : डी. बालसुब्रमण्यन् : प्रसिद्ध आण्विक जैव - भौतिकी वैज्ञानिक एल्. व्ही. प्रसाद आय रिसर्च इन्स्टिट्यूटचे संचालक आहेत.

अनुवाद - मीना कर्वे समाजशास्त्राच्या पदवीधर, भाषांतराची आवड.

अभिनंदन

श्री. अरविंद रामकृष्ण गोरेगावकर यांना यावर्षी राज्य शिक्षक पुरस्कार जाहीर झाला आहे. गेली २८ वर्षे ते सारडा कनिष्ठ महाविद्यालयात भौतिकशास्त्र (विशेषतः विद्युत) शिकवतात.

राज्य स्तरावरील विज्ञान प्रदर्शने, विज्ञान मंच यांच्यासाठी ते परीक्षक म्हणून काम बघतात. विज्ञान मेळाव्यांमध्ये सतत सहभाग असतो. विज्ञान तंत्रज्ञान पर्यावरण याविषयांवरील त्यांचे लेखन आपण शैक्षणिक संदर्भमध्ये वाचले असेल. त्यांचे संदर्भ गटातर्फे हार्दिक अभिनंदन.

गुरुत्वाकर्षणावर मात

लेखक : प्रियंका कुलकर्णी

'झाडावरील सफरचंद खालीच का पडते?' असा प्रश्न न्यूटनला पडला आणि त्याने त्याचे उत्तरही शोधून काढले - पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण बल सर्व वस्तूंना खाली खेचते - हे आज सर्वांना ठाऊक आहे. परंतु, काही काही वेळेला वस्तू खाली पडत नाही! काही काही वेळेस पदार्थ आपले आपण वरही चढतात. अशीच काही गंमतीदार उदाहरणे व त्यामागील तत्त्वे आपण समजावून घेऊ या.

१) हायड्रोजन हेलियम वायूचा फुगा वर उडतो.

फुगा उडतो, तो गुरुत्वाकर्षणावर मात करून नव्हे, तर अशा हलक्या वायूंवरील गुरुत्वाकर्षणाचा जोर हा त्याच्या आजूबाजूला असलेल्या जड वायूंवरील

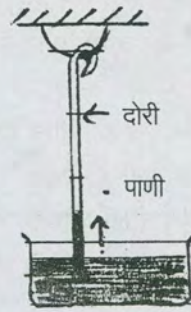
गुरुत्वाकर्षणाच्या जोरापेक्षा कमी असतो म्हणून! जड वायूकण स्वतः खाली जाताना,

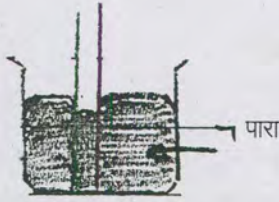
स्वतःसाठी जागा मिळावी म्हणून त्या हलक्या वायूकणांना ढकलतात. तुम्हाला माहीत आहे, की चुरमुऱ्याच्या डब्यातील शेंगदाणे तळात जाऊन बसतात, म्हणजेच

आकृती १



आकृती २





आकृती ३



आकृती ४

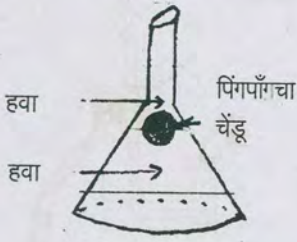
- दुसऱ्या शब्दात हलके असलेले चुरमुरे वर सरकतात - असेच फुग्याचे होत असते.

येथे हेही माहीत करून घेऊ या की, प्राणवायू (ऑक्सिजन) हवेतील इतर वायूंच्या तुलनेत जड आहे. त्यामुळे जसजसे पर्वतावर चढावे, तसतसे हवेतील प्राणवायूचे प्रमाण कमी होते. त्यामुळे गिर्यारीहकांना व सैनिकांना श्वासोच्छ्वासास त्रास होतो. कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायू हवेतील इतर वायूंच्या तुलनेत जड असल्याने प्रदूषणाची समस्या निर्माण झाली. क्लोरिन वायू हलका असल्याने वर-वर जातो आणि ओझोनच्या थराला धोका निर्माण करतो.

२) शीतपेयाच्या बाटलीतील स्ट्रॉमध्ये पेय वर चढते. (आकृती १) आकृती २ मधील सुती दोरी सुरुवातीला कोरडी असली तरी खालून वर हळुहळू ओली होत जाते. (मात्र

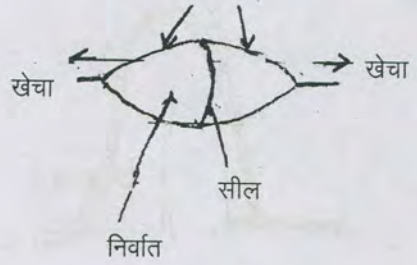
काही ठराविक उंचीपर्यंतच बरं का!) यामागील कारण आहे केशाकर्षण! पेयाचे रेणू व स्ट्रॉचे रेणू यांमध्ये किंवा पाण्याचे रेणू व सुती दोरीचे रेणू यांमध्ये विषमा आकर्षण (adhesive force) असते. त्यामुळे पेयाच्या रेणू स्ट्रॉला धरून वर चढतो. पण याचबरोबर पेयाच्या शेजारी शेजारी असलेल्या रेणूंमध्ये समाकर्षण (cohesive force) असल्याने वर चढणाऱ्या रेणूला धरून दुसरा रेणूही 'वर' सरकतो. दुसऱ्याबरोबर तिसरा सरकतो. अशा प्रकारे पेयाचे रेणू वर वर चढत रहातात. पण एका विशिष्ट उंचीवर पेयाला खाली खेचणारे गुरुत्वाकर्षण व वर खेचणारे केषाकर्षण बल समान होतात. तेथे पेयाचे वर चढणे थांबते. जितकी अरुंद स्ट्रॉ तितके पेय जास्त उंचीवर चढते.

येथून सतत फुंकर घाला



आकृती ५

कप



आकृती ६

वनस्पतीत खोल मुळांनी शोषलेले पाणी पार शेंड्यापर्यंत पाठवतात ते केशाकर्षणाच्या सहाय्यानेच.

परंतु पाऱ्याच्या बाबतीत समाकर्षण हे विषमाकर्षणापेक्षा जास्त असल्याने पारा नळीतून वर चढण्याऐवजी बाहेरच्या पातळीपेक्षा नळीत खालच्या पातळीवर असेल. (आकृती ३) आता तुम्ही शोधून काढा की रॉकेल, खोबरेल, गोडेतेल यांच्या बाबतीत काय होते ?

३) न पडणारा (जादूचा ?) पुड्डा व चेंडू (आकृती ४ व ५)

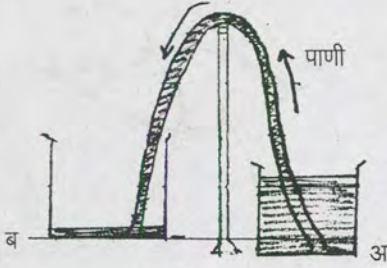
जादूच्या पुड्ड्यावरिल टिप्पणी 'संदर्भ'च्या अंकात पूर्वी आली होती. त्यावर आपण विचार केला का ?

आकृती ४ व ५ मधील पुड्डा किंवा चेंडू खाली का पडत नाही ? तर ह्या वस्तूच्या

खाली असलेल्या माध्यमाने वस्तूवर टाकेलेला दाब हा वस्तूच्या वर असलेल्या माध्यमाने वस्तूवर टाकलेल्या दाबापेक्षा जास्त आहे, आणि वस्तू नेहमी जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे हलते / वाहते किंवा जाते. म्हणूनच पुड्डा किंवा चेंडू वर ढकलला जातो, खाली पडत नाही.

तुम्हाला माहित असेल की, हेलिकॉप्टर एकदम वर उडते. (प्रथम त्याला धावपट्टीवर वेगाने धावावे लागत नाही) कारण हेलिकॉप्टरचा पंखा वेगाने फिरून वरील बाजूस कमी दाबाचा प्रदेश तयार करतो. (या कामात पंख्याच्या विशिष्ट आकाराचीही मदत होते.)

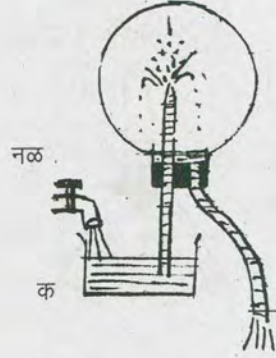
पृथ्वीवर वारे तयार होतात, ते याच तत्वानुसार ! वॅन्डरवालाचे निर्वात कप (आकृती ५) हत्तीनी खेचले तरी अलग



आकृती ७

करता येत नाहीत, ते यामुळेच!

४. पाणी पंपाशिवाय ३४ फूट उंच चढू शकते. द्रवपदार्थ एका पात्रातून दुसऱ्या पात्रात हलवण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या 'सायफन' तत्त्वाविषयी तुम्हाला माहिती आहे का? आकृती ६ पहा. समजा 'अ' पात्रातील पाणी 'ब' पात्रात हलवायचे आहे. 'अ' व 'ब' मधील अंतर खूप जास्त असेल किंवा त्यांमध्ये एखादा उंच अडथळा असेल, तर हे काम खूप कष्टाचे होणार. पण 'सायफन' मुळे हे काम सोपे होते. 'ब' पात्रात थोडेसे पाणी घेतले. मग एक नळी पाण्याने भरून घेतली. तिची टोके बंद करून दोन्ही पात्रात बुडवली. टोके मोकळी केली की आपोआप 'अ' मधील पाणी 'ब' मध्ये पडू लागते - जोवर दोन्ही पात्रातील पाण्याची पातळी समान होत नाही तोपर्यंत! - मग नळीचा मधला भाग अगदी ३४ फूट उंच असला तरी. (हे फक्त तात्त्विक पातळीवरच शक्य.



आकृती ८

... कारण याला इतरही काही मर्यादा आहेत.) या उदाहरणातील सायफनचे तत्त्व हे पुढा / चेंडूच्या उदाहरणाप्रमाणेच नळीच्या दोन टोकांवरील पाण्याच्या असमान दाबावर आधारित आहे.

आकृती ७ मध्ये दाखवलेले कारंजे सायफन तत्त्वावरच चालते. जोपर्यंत 'क' पात्रात पाणी आहे तोपर्यंत कारंजे अखंड चालूच रहाते. यासाठी कुठल्याही पंपाची आवश्यकता नाही. घरच्या घरी करून पहा बरं हे कारंजे!



लेखक : प्रियंका कुलकर्णी, एम. ई. (इलेक्ट्रॉनिक्स) के.आय.टी. अभियांत्रिकी महाविद्यालय, कोल्हापूर येथे अध्यापिका मूलभूत विज्ञान - सोपे व आकर्षक करण्यासाठी शिबिरे, लेख यातून प्रयत्न.

एकातून दुसरे, दुसऱ्यातून तिसरे,.....

लेखक : नागेश शंकर मोने

शालेय अभ्यासक्रमात गणित विषयाच्या अध्यापन उद्दिष्टांत, विद्यार्थ्यांतील संशोधनवृत्तीला चालना देणे असे एक उद्दिष्ट असते. पण प्रत्यक्ष हे करावे कसे ह्याबद्दल अधिकाधिक चिकित्सा करून, निरनिराळ्या प्रश्नातील माहितीची साधर्म्यांच्या निरीक्षणातून काही 'जागा' आपल्याला सापडू शकतात. तिथे संशोधन वृत्ती जागी करणे घडू शकते. आता हेच उदाहरण पहा.

सिद्ध करा : त्रिकोणाच्या बाजूंच्या वर्गांच्या बेरजेची तिप्पट ही त्रिकोणाच्या मध्यगांच्या वर्गांच्या बेरजेच्या चौपट असते.

शाब्दिक माहितीचे गणिती विधानात रूपांतर करणे ही गणित विषयात फारच महत्वाची पायरी असते. भूमितीत या संदर्भात आकृतीचे महत्त्व निर्विवाद आहे. चला तर मग आकृती काढू या.

ΔABC मध्ये D, E, F रे BC, CA आणि AB या रेषाखंडांचे अनुक्रमे, मध्यबिंदू आहेत. म्हणजे AD, BE, CF या मध्यगा आहेत. आता साध्य असे होणार.

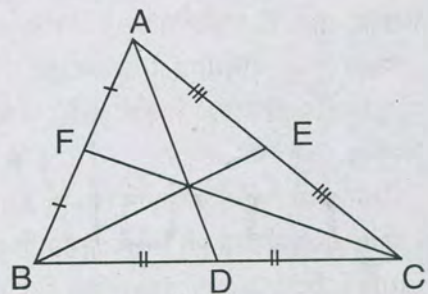
$$3(AB^2 + BC^2 + CA^2) = 4(AD^2 + BE^2 + CF^2)$$

आता अपोलोनियस च्या सिद्धांतानुसार सोडवणूक करूया

$$AB^2 + AC^2 = 2AD^2 + 2DC^2 \rightarrow I$$

पण $DC = \frac{1}{2}BC$ म्हणजे

$$2DC^2 = 2 \times \frac{1}{4}BC^2 = \frac{BC^2}{2}$$



या प्रमाणे उरलेल्या दोन्ही मध्यगांबाबतही लिहू या

$$AB^2 + BC^2 = 2BE^2 + 2EC^2 \text{ पण } EC = \frac{1}{2} AC \quad \text{म्हणून}$$

$$2EC^2 = \frac{AC^2}{2}$$

$$\therefore AB^2 + BC^2 = 2BE^2 + \frac{AC^2}{2} \rightarrow II \quad \text{त्याच प्रमाणे}$$

$$BC^2 + CA^2 = 2CF^2 + \frac{AB^2}{2} \rightarrow III$$

I व II व III यांची बेरीज करू या.

$$2AB^2 + 2BC^2 + 2CA^2 = (BE^2 + AD^2 + CF^2) + \frac{1}{2}(BC^2 + AC^2 + AB^2)$$

$$\therefore 2(AB^2 + BC^2 + CA^2) - \frac{1}{2}(BC^2 + AC^2 + AB^2) = 2(BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

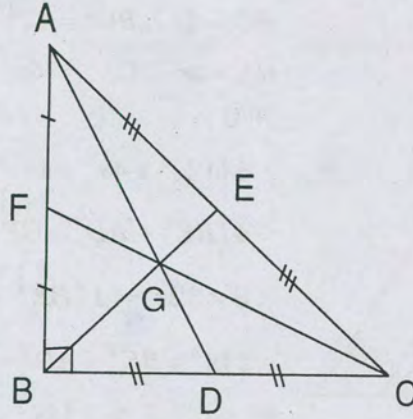
$$\therefore \frac{3}{2}(AB^2 + BC^2 + CA^2) = 2(BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

$$\therefore 3(AB^2 + BC^2 + CA^2) = 4(BE^2 + AD^2 + CF^2) \rightarrow IV$$

या सगळ्या मांडणीपेक्षा त्रिकोणाच्या भुजा a,b,c मानल्या तर आणि मध्यगा x,y,z मानल्या तर सोपे जाईल. इतकेच नाही बाजू 2a, 2b, 2c केल्या तर आणखी सोपेपणा आणता येईल.

हा प्रश्न अनेकांच्या परिचयाचा आहेही. वास्तविक अपोलोनियसचे प्रमेय हे पायथागोरसच्या प्रमेयाचे उपयोजन आहे. आता इथं घेतलेला त्रिकोण ABC हा लघुकोन त्रिकोण आहे. हा त्रिकोणच जर काटकोन त्रिकोण घेतला तर? तर अपोलोनियसचा सिद्धांत वापरून पुन्हा पायथागोरसचा सिद्धांत विचारात घ्यावा लागणार. आता प्रश्नांच्या सोडवणुकीसाठी आपण त्रिकोण ABC च घेऊया व बाजूही BC, CA आणि AB अशाच लिहू या.

प्रश्न असा आता, काटकोन त्रिकोण ABC मध्ये $\angle B = 90^\circ$, AD, BE आणि CF याच मध्यगा अपोलोनियसच्या सिद्धांतानुसार मिळणारी विधाने मागील प्रमाणेच असणार. सर्वच विधाने लिहिण्यापेक्षा IV चौथे विधान लिहू या.



$$3(AB^2 + BC^2 + CA^2) = 4(BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

पण इथं $AB^2 + BC^2 = AC^2$ आहे.

पायथागोरसच्या सिद्धांतानुसार,

$$\therefore 3(AC^2 + CA^2) = 4(BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

$$\therefore 6AC^2 = 4(BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

$$\therefore 3AC^2 = 2(BE^2 + AD^2 + CF^2) \dots\dots\dots V$$

आता आपला प्रश्न असा झाला

काटकोन त्रिकोणात कर्णाच्या वर्गाची ३ पट ही मध्यगांच्या वर्गांच्या बेरजेच्या दुप्पट असते हे दाखवा.

आता यात आणखीही छोटे छोटे बदल करून नवनवीन प्रश्न निर्माण करता येतील.

समजा त्रिकोण ABC मध्ये $\angle B = 90^\circ$, $\angle C = 60^\circ$ आणि $\angle A = 30^\circ$ असेल तर?

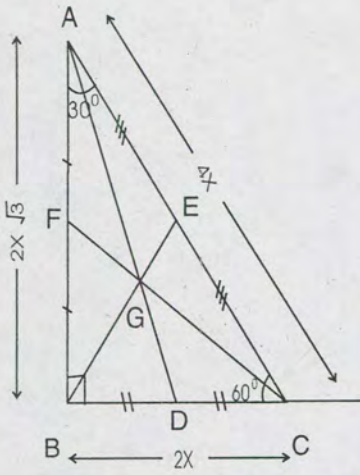
आता मात्र बाजू जरा सोयीच्या मानूया. जर कर्ण $AC = 4x$ तर $BC = 2x$, $AB = 2x\sqrt{3}$ होतील.

पण मूळच्या प्रश्नाच्या सोडवणुकीत आपण त्रिकोणाच्या बाजूंच्या वर्गांची तिप्पट....

असं म्हटलंय. तिथं त्रिकोणाच्या असा शब्दप्रयोग असल्यानं काटकोन त्रिकोणालाही हे लागू असल्याचं दुसऱ्या टप्प्यात आपण पाहिलंच आहे. तर इथंही,

$$3(AB^2 + BC^2 + CA^2) = 4(BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

पण $AB = 2x\sqrt{3} \therefore AB^2 = 4x^2 \times 3 = 12x^2$



$$BC = 2x \therefore BC^2 = 4x^2$$

$$CA = 4x \therefore CA^2 = 16x^2$$

आता

$$\therefore 3 (12x^2 + 4x^2 + 16x^2)$$

$$= 4 (BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

$$\therefore 3 \times 32x^2 = 4 (BE^2 + AD^2 + CF^2)$$

$$\therefore 24x^2 = BE^2 + AD^2 + CF^2$$

इथ $24x^2$ हे $2 \times 12x^2 = 2 \times AB^2$

असं म्हणू शकतो.

$$\therefore 2AB^2 = BE^2 + AD^2 + CF^2 \dots VI$$

आता प्रश्न असा काटकोन त्रिकोण ABC मध्ये $\angle B = 90^\circ$, $\angle A = 30^\circ$ असताना मध्यगांच्या वर्गांची बेरीज ही $6 \times$ कोनासमोरील भुजेच्या वर्गाच्या दुपटीबरोबर असते हे दाखवा किंवा

$$24x^2 = (2x)^2 \times 6 \text{ असेही म्हणजे } 6 (BC^2) \text{ असेही लिहिता येतील.}$$

आता त्रिकोण ABC $\angle B = 90^\circ$, $\angle C = 60^\circ$ असताना मध्यगांच्या वर्गांची बेरीज ही 30° कोनासमोरील भुजेच्या वर्गाच्या 6 पटीबरोबर असते हे दाखवा असा प्रश्न झाला.

मग त्रिकोण ABC मध्ये $\angle B = 90^\circ$ असताना, $AB = BC$ असताना नव्या प्रश्नांची निर्मिती तुम्ही करू शकता. त्रिकोणमिती वापरूनही विचार करू शकता. 'संशोधकवृत्तीला चालना' देण्याचे उद्दिष्ट थोडे तरी साध्य झाले म्हणावयाचे.



लेखक : नागेश मोने, वाई येथे द्रविड हायस्कूलमध्ये विज्ञान शिकवतात.
विज्ञान वाचनालय चालवतात.

दे दान .. सुटे गिराण

लेखक : रणजीत गुहा • अनुवाद : सोनल गुलालकरी

सूर्यग्रहण किंवा चंद्रग्रहण - केवळ पृथ्वीवरच अनुभवाला येणारी नाट्यमय घटना. या एका घटनेला धरून विज्ञानाच्या अंगाने तर सतत अभ्यास होतच आला आहे. पण त्यावर अमाप लोक साहित्यही निर्माण झाले. केवळ कल्पनारम्यता एवढाच त्यातील मुद्दा नाही. सामाजिक परिस्थितीचा स्वीकार करताना वेगवेगळे मानवी समूह त्याची आपल्या जीवनाशी, आपल्या भूमिकेशी आपापल्या पद्धतीने जोडणी करतात. आख्यायिकांचा हा इतिहास इतरही अनेक मुद्यांना स्पर्श करतो.

ग्रहण व लोककथा

अनेक संस्कृतीमध्ये ग्रहणाच्या संदर्भातील आख्यायिका व कथांमध्ये काही समज रूढ आहेत. ग्रहण म्हणजे एका रूढ व्यवस्थेत विघ्न आणणारी घटना असून त्यामुळे सूर्य व चंद्र, रात्र व दिवस, प्रकाश व अंधार, उन्हाळा व थंडी यांचे जे चक्र अव्याहतपणे सुरू असते, ते भंग होते.

ग्रहणकाळात समाजात सुतक पाळले जाते. हिंदू धर्मातील शुचितेच्या कल्पना व राहूची आख्यायिका यांना अनुसरून असे सांगितले आहे की, “जेव्हा ग्रहण लागते तेव्हा राहू, जो एक मोठा सर्प आहे, तो सूर्य किंवा चंद्रास गिळंकृत करतो. म्हणजेच एका अर्थाने सूर्य किंवा चंद्राचा मृत्यू होतो. त्यामुळे

ग्रहणकाळात लोकांनी मृत्यूसारखेच सुतक पाळावे.”

दुसऱ्या एका कल्पनेनुसार याला अमंगळ समजण्याचे कारण वेगळे आहे. ब्राह्मण व्यक्तीवर खालच्या जातीतील व्यक्तीची सावली पडल्यावर जसा विटाळ समजला जाई, अगदी तसेच. ही अमंगळ सावली असेपर्यंत संपूर्ण जग अपवित्र वातावरणात राहते. या सावलीमुळे खाण्यापिण्याच्या सर्व वस्तूही दूषित होतात व फेकून दिल्या जातात असा समज आहे. ग्रहणकाळात स्वैपाक करत नाहीत, तांदूळ निवडत नाहीत. ग्रहण काळात होणारा मृत्यूदेखील अशुभ मानतात.

राहूचा वार्ईट प्रभाव कमी व्हावा यासाठी अनेक कर्मकांडे सांगितली जातात.

उदाहरणार्थ, दक्षिण भारतात ग्रहणकाळात जनावरांचे शिंग व खूर जाळले जातात. त्यातून येणाऱ्या दुर्गंधीमुळे दुष्ट शक्ती पळून जातील असे मानले जाते. याहूनही रूढ उपाय आहे तो गोंगाट करण्याचा! अठराव्या शतकातील एका मिशनऱ्याने आपल्या प्रवासवर्णनात असे लिहून ठेवलेले आहे की, या कथित दैत्याच्या तोंडातून (चंद्र किंवा सूर्याचा) घास काढून घेण्यासाठी खूप गोंगाट केला जातो, वाद्ये वाजविली जातात. आसामात घंटा वाजवल्या जातात, निलगिरीच्या तोडा जमातीत ओरडण्याची तर कुर्ग जमातीत बंदुकीच्या गोळ्या झाडण्याची परंपरा आहे.

अशा प्रकारे आख्यायिका व कर्मकांडातून राहू म्हणजे ब्रम्हांड व समाज दोघांच्या दृष्टीने एक सैतानी शक्ती आहे. या झाल्या उच्चवर्णियांच्या कल्पना व समजुती.

राहू व त्याचे अनुयायी :

ब्राह्मण समाजात राहू भक्षक व दूषक म्हणून बदनाम समजला तरीही हिंदू समाजाच्या खालच्या स्तरात त्याचे असंख्य अनुयायी आहेत. ग्रहणाच्या बाबतीत प्राचीन काळापासून चालत आलेल्या चालीरितीमध्ये आजही डोंब, भंगी, व मांग यांसारख्या कितीतरी जाती-जमातीच्या विचारप्रणालींची जिवंत रूपे आहेत. या जातींची अंतर्गत रचना व जीवनशैली

वेगवेगळ्या आहेत पण तरीही त्या एकत्रित समूहाच्या रूपात आढळतात. ब्रिग्सने त्यांना 'डोंब समूह' असे नाव दिले. या सर्व जातीच्या लोकांनी अपार गरिबी, सामाजिक शोषण व अस्पृश्यता सारख्याच प्रमाणात भोगली.

गेल्या दीड हजार वर्षात मानवजातीच्या संदर्भातील लिखाण धार्मिकतेपासून धर्मनिरपेक्ष होत गेले. प्राचीन काळापासून आजच्या आधुनिक काळापर्यंतचा हा विकास एक ऐतिहासिक घटना दर्शवितो ती म्हणजे आर्यांच्या कृषिप्रधान व ब्राह्मणांचे वर्चस्व असणाऱ्या अध्यात्मिक समाजव्यवस्थेत सामील होण्यास काही आर्यपूर्व जातीजमातींनी दिलेला नकार. कोसंबींनी याचे वर्णन असे केले आहे.



“आजही समाजाच्या रचनेत सर्वात खालच्या स्तरावर शुद्ध आदिवासी जमातीच दिसून येतात. त्यातील अनेक जमाती आजही अन्न जमा करण्याच्या अवस्थेतच आहेत. बाकीचा समाज मात्र अन्न उत्पादनाच्या अवस्थेत आहे. त्यामुळे अन्न संग्रह करणाऱ्या या समाजाच्या मते अन्न मिळवण्याचा मार्ग फक्त भीक भागणे वा चोरी करणे एवढाच असतो. आपल्या जमातीच्या कायद्यांव्यतिरिक्त इतर कुठलेही कायदे वा नियम ते मानत नाहीत. अनेक जातींचा सामाजिक व आर्थिक स्तर नेहमीच निम्न राहिला कारण अन्न उत्पादन व शेती-वाडी करण्याचा पारंपरिक मार्ग त्यांनी अनुसरला नाही, हे अगदी सहजपणे सिद्ध करता येईल. या जमाती मूळ टोळीच्या प्रथा, रीतिरिवाज व आख्यायिका पुढे चालू ठेवतात.

डोंब किंवा मांग यांसारख्या काही जातींचे मूळ आदिवासी समाजात आहे, हे निर्विवाद आहे. दुसाध व भंगी यासारख्या जातींची उत्पत्ती लोकनिहाय आहे व हळूहळू त्यात इतर लोकही सामील होत गेले. यात सर्वात महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे शेती करण्याबाबतची त्यांची अनिच्छा. शेतीबाबतची त्यांची ही अनास्था पूर्वापार आहे. त्यामुळेच ते भटक्या जाती किंवा भूमिहीन मजुरांच्या रूपात आपली उपजीविका करत आलेत. सर्वात गरीब असल्याने गावातील जमीनदार व नंतर शासनाकडे वेठबिगारी करण्यावाचून त्यांना

पर्याय नव्हता. त्यातूनच घृणास्पद कामे करण्यास त्यांना भाग पाडला. त्याशिवाय याच्या जोडीला भटके जीवन, भीक मागणे व चोरी मारी करणे या सवयी आल्या. हळूहळू या जाती शेती-वाडीवर आधारित असणाऱ्या समाजाच्या सीमारेषेवरच राहिल्या.

मनूच्या काळापासून उर्वरित समाजाने त्यांच्याकडे घृणेच्या दृष्टीनेच बघितले व अधिकारी वर्गाने संभाव्य गुन्हेगार मानून त्यांचा छळ केला. आधुनिक काळात हे साधनही त्यांच्यापासून हिरावून घेतले गेले व गुन्हेगार जमाती हा शिक्का मारून त्यांना समाजातून बहिष्कृत केले गेले.

निम्न जाती

या जातींच्या वाटचाला जी गरीबी व सामाजिक अवनती आली आहे ती धार्मिक अपवित्रतेप्रमाणेच आहे. धर्मशास्त्रात मानल्या जाणाऱ्या अपवित्रतेचे हे एक प्रकारे जिवंत उदाहरणच आहे. एवढेच नव्हे तर त्यांचा स्पर्श किंवा सावली देखील अमंगळ मानली जात असे. याचे प्रायश्चित म्हणून कडक दंड व शुद्धीचे अतिशय कठोर उपाय सांगितले गेले आहेत. हे पोकळ ब्राम्हणी आदेश नव्हते तर अठराव्या शतकापर्यंत या आदेशांना अनुसरूनच सामाजिक प्रथा पाळल्या जात असे आढळून येते.

संस्थानी राजांच्या काळात पुण्यात दुपारी

तीन वाजल्यापासून सकाळी नऊ वाजेपर्यंत महार व मांगांना प्रवेश निषिद्ध होता. कारण या काळात शरीराची सावली सर्वांत लांब असते व सावली अंगावर पडताच विटाळ होत असे. आधुनिक प्रभावही अशा पूर्वग्रहांना दूर करू शकलेला नाही. ब्रिटिशांच्या शासनकाळात शेवटच्या दशकात लिहिले गेलेले हे वर्णनही हेच सिद्ध करते.

“जेव्हा एखाद्या मांग व्यक्तीस न्यायालयात साक्ष देण्यासाठी बोलावले जाते तेव्हा तेथे बसलेले इतर लोक त्यांचा स्पर्श होऊ नये म्हणून आपले कपडे सावरून घेतात. अशीच वागणूक भंगी किंवा खालच्या वर्गातील इतर जातीच्या लोकांनाही दिली जाते.”

सर्वात आश्चर्याची बाब म्हणजे या लोकांनीही अशा गैरसमजांना मान्यताच दिली व ते स्वतःही आपण अपवित्र, अमंगळ आहोत यावर विश्वास ठेवताना दिसतात. सर्वांच्याच बाबतीत जोडलेल्या कुठल्या ना कुठल्या आख्यायिकेत हेच दिसून येते की पूर्वजन्मी केलेल्या पापांचे प्रायश्चित्त त्यांना भोगावे लागले आहे. सर्वसाधारणपणे त्यांच्या पूर्वजांनी ब्राम्हणांच्या पवित्रतेचा भंग केला या गोष्टींशी त्याचा संबंध जोडलेला असतो.

शंकर पार्वतीने सर्व जातीच्या लोकांना भोजनाचे आमंत्रण दिले तेव्हा डोंब सर्वात

उशिरा पोहोचला व त्याने उरले-सुरले अन्न खाल्ले. त्यामुळेच त्याच्या वंशजांना आजही सर्व जातींच्या लोकांचे उरले-सुरले अन्न खावे लागते.

भंगी समाजाचे लोकही अशीच एक गोष्ट सांगतात. येथे शंकर-पार्वती ऐवजी राम-सीता येतात. या दोन्ही वर्गांत त्यांच्या पूर्वजांनी मृत जनावरांना उचलण्याचे अपवित्र काम का स्वीकारले याची दंतकथा सांगितली जाते. अशा अनेक कथांच्या माध्यमातून या दुर्दैवी जमाती स्वतःच्या दुर्दैवाचे कारण सांगतात. मात्र यावरून त्यांना दिलासा मिळू शकतो असे नाही.

स्वीकार की विद्रोह

काही विद्रोही विचार या जातींच्या जीवनप्रणालीत आढळतात. त्यामध्ये सामाजिक व सांस्कृतिक वर्चस्वाचा स्वीकार करण्याऐवजी त्याविरुद्ध बंड करण्याची मानसिकता दिसते पण हे बंड करण्याचे प्रयत्न मात्र कुठेच होताना दिसत नाहीत. कर्मकांडाचे कारण सांगून उच्चवर्ग स्वतःचे वर्चस्व वाढवत राहिला. वर्चस्ववादी संस्कृतीपुढे मान तुकवणे व त्याचवेळी त्याविरुद्ध बंड करण्याची इच्छा या दोन्ही प्रवृत्तींचा एकत्रितपणे विचार करायला हवा.

डोंब समाजातील काही आख्यायिकांमध्ये या वर्चस्ववादी संस्कृतींमध्ये ज्या दैवतांना तिरस्कृत मानले गेले त्यांनाच खालच्या

वर्गात देव मानून पुजले जाते. वास्तवातल्या चोर व दरोडेखोरांना मरणोत्तर देवत्व बहाल केले गेले.

आपल्या देशात पश्चिमेकडे असे मानले जाते की तेथील एक देवी, बोल्हाई (कोरा जमात) डाकूंसोबत गेली होती. यावरून बोल्हाई देवी पुरातन काळापासून या जमातीची संरक्षणकर्ती असावी. याचप्रमाणे दुसाध ही जमात गोरैया व सलेश या दरोडेखोरांना आपले दैवत मानते. गंडक नावाचा डाकू व त्याचा साथीदार मधैया जातीत पूज्य मानले जातात. डाकू सरदार शामसिंह तर संपूर्ण डोंब जमातीचा रक्षक व पूर्वज मानला जातो. हिंदू मूर्तिपूजेपेक्षा हे वेगळे असून या जातींच्या देवता पाषाण व पिंडाच्या रूपात आढळतात. देवतांना डुकर किंवा कोंबडा यांचा बळी देणे किंवा दारूचा नैवेद्य दाखवणे यांसारख्या प्रथाही ब्राह्मणी परंपरेच्या विरुद्ध आहेत.

डाकूंपासून ऋषीपदाला पोहोचल्याचे सर्वात प्रसिद्ध उदाहरण म्हणजे वाल्मिकी. संपूर्ण दक्षिण उपखंडात अनेक निम्नजातींचे वाल्मिकी हे आराध्यदैवत आहे. सर्व हिंदू पुराणकथांमध्ये असे मानलेले आहे की वाल्मिकींनी हिंसेचा मार्ग सोडून कठोर तपस्या केली व त्यामुळे त्यांना मुक्ती मिळाली. मात्र अस्पृश्यांनी पूर्वापार चालत आलेल्या अनेक कथांमध्ये वाल्मिकींचे नाव जोडले व त्यांना आपले मानले. एका कथेत तर पांडवांपैकी नकुल म्हणजेच वाल्मिकी असेही मानले

आहे. यात शब्दांचा खेळ करून त्यांना सर्वात पहिला भंगी असे मानले जाते. वाल्मिकीचा एक अर्थ 'गुणी मुलगा' असाही होतो. एका कथेनुसार नकुलला एक शव उचलण्यास सांगताना त्याच्या भावांनी याच शब्दाचा वापर केला होता. अशाप्रकारे नकुलला आधी वाल्मिक व हळूहळू वाल्मिकी असे संबोधन पडले.

ब्राह्मणी साहित्यात राजा वेणच्या दुष्टपणाच्या कहाण्या जागोजागी दिसतात. मनूने त्याच्यावर विधवा विवाहाचा प्रारंभ करण्याचा किंवा त्याचे समर्थन करण्याचा आरोप ठेवला होता. पद्म पुराणानुसार तो एक आदर्श राजा होता पण जैन धर्माकडे आकर्षित झाला. धर्ममार्तंडांच्या मते त्याचा सर्वात मोठा अपराध होता तो म्हणजे त्याने जे अनुष्ठान, बळी किंवा भेटी त्याला स्वतःला दिल्या जाणार नाहीत अशा सर्व कृत्यांवर बंदी घातली. जेव्हा पंडितांनी यास विरोध केला तेव्हा त्याने अत्यंत तुच्छतेने उत्तर दिले, "राजा हाच सर्व देवदेवतांचे साकार रूप आहे." ऋषीगण व पंडितांना हे सहन झाले नाही व त्यांनी त्याचा वध केला. असे मानले जाते की म्लेच्छ व विंध्य पर्वतात रहाणाऱ्या निषाद व तत्सम जंगली जमाती त्याच्याच शरीरापासून उत्पन्न झाल्या. याशिवाय डोंबही स्वतःला त्याचेच वंशज मानतात. या सर्व दाव्यांना ऐतिहासिक आधार असो वा नसो, डोंब परंपरेत आढळणाऱ्या विद्रोही प्रवृत्तीचे

बीज यातच सापडते. उदाहरणच द्यायचे झाल्यास, गोरखपूरच्या डॉब राजाने ब्राह्मणाच्या मुलीशी लग्न करण्याचा प्रस्ताव मांडून त्यांना आव्हान दिले होते.

नीच जाती व ग्रहण

राहू हा देखील देवांचा शत्रू आहे. डॉब समाजात राहूला दिले जाणारे उच्च स्थान/महत्त्व हे हिंदू संस्कृती व वर्णव्यवस्थेत असणाऱ्या खालच्या जातीच्या विरोधांचे आणखी एक उदाहरण असे म्हणता येईल. उच्च व नीच वर्गाच्या धार्मिक तफावतींवर प्रकाश टाकण्याचे काम ग्रहणाच्या संदर्भातील आख्यायिका चांगल्या रीतीने करतात. या आख्यायिका पौराणिक कथांना समांतर असून त्यातून स्वतंत्र वैचारिक जाणीवांची एक साखळीच तयार होते. हिंदू धर्मातील आख्यायिकांमध्ये फेरबदल करून त्यांना हवे तसे रूप दिले जाते. यासाठी, राहूचा संबंध एकीकडे डॉब जातीशी जोडला जातो तर दुसरीकडे त्याला जाती-पातीच्या सामाजिक व भौतिक बंधनात जखडले जाते. आख्यायिकांमध्ये होणारे असे बदल हेच खालच्या जातीच्या विचारसरणीचे वैशिष्ट्य बनत जातात. ही बाब पुढील गोष्टींवरून समजावून घेऊ.

आख्यायिकांचा प्रवास

समुद्रमंथनातून अमृतकुंभ हाती आल्यावर तो दानवांच्या ताब्यात गेला. त्यांच्याकडून

मोहिनीच्या रुपाने विष्णूने तो पळवला व देवांमध्ये अमृताचे वाटप सुरू झाले. हे राहू या दानवाच्या लक्षात ले. त्याने देवाचे रूप घेऊन अमृत प्यायले. तेवढ्यात सूर्यचंद्रांनी हे पाहिले व विष्णूला सांगून त्याचा शिरच्छेद करवला. तेव्हापासून या तिघांचे वैर चालू आहे. अशी एक गोष्ट सांगितली जाते.

लंकेत रावणाचा पराभव केल्यावर श्रीरामाने आपल्या विजयी सेनेसाठी एका मेजवानीचे आयोजन केले. वाढत असताना महादेवाने पार्वतीचे लक्ष खालच्या जातीच्या एका मांग मुलाकडे वेधले व सांगितले की त्याला दुरुन वाढ. मात्र रामाने त्या मुलास पहाताच त्याचा वध केला. कारण त्या मुलाने पंगतीत बसून विटाळ केला होता. त्या मुलाच्या आईने मुलाचे शीर एका टोपलीत ठेवले व पाणी मारून त्याला जिवंत करण्याचे निष्फळ प्रयत्न करू लागली. तिने ते शीर ठेवलेली टोपली उचलून सर्व देवदेवतांकडे भिक्षा मागितली. असे करत-करत ती सूर्य व चंद्राजवळ पोहोचली व त्यांना धमकी दिली की तिच्या पुत्रास जिवंत न केल्यास ती त्यांना स्पर्श करून अपवित्र करेल. त्यामुळे असे मानले जाते की जेव्हा-जेव्हा त्या स्त्रीच्या टोपलीची सावली चंद्र व सूर्यावर पडेल तेव्हा ग्रहण लागेल. त्या हट्टी स्त्रीचा शाप टाळण्यासाठी लोकांनी मांग जातीच्या लोकांना दान द्यावे असे सांगितले गेले.

पहिली आख्यायिका महाभारतातील



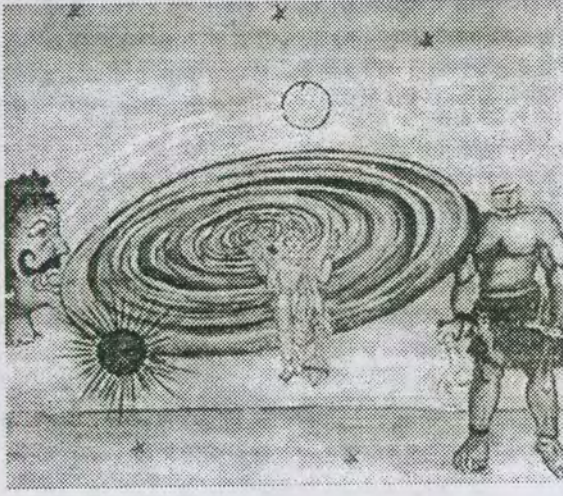
आहे तर दुसरी रामायणातील. येथे विष्णूऐवजी राम आहे. गुन्हेगार दानव नसून एक अस्पृश्य आहे. त्याचा गुन्हा एवढाच की त्याने आपली मर्यादा ओलांडण्याचा प्रयत्न केला. पहिल्या आख्यायिकेप्रमाणे येथे सूड उगविण्याची भाषा नसून पुत्रासाठी न्याय मागणारी आई आहे. पहिल्या आख्यायिकेत मात्र राहू सूर्य व चंद्रास गिळतो म्हणजेच आक्रमक होताना दिसतो.

अशा प्रकारे कथेत बदल होत-होत राहूचा संबंध मांग जातीशी जोडला गेला. त्यांच्या सर्व दुर्दशा व उद्रेकासाठी राहूला जबाबदार धरले गेले. बिहारच्या तिरहुत भागातील दुसाध लोक राहूला आपला आद्यपुरुष मानतात. तो युद्धात मारला गेला होता. मिर्झापूरचे दुसाध राहूला आपला पूर्वज

मानतात. एका मोठ्या भांडणानंतर बंगालहून उत्तरप्रदेशात जात असताना त्याला जगन्नाथ-पुरीच्या मंदिरात कोंडून ठेवण्यात आले होते. पश्चिमेकडील मांग रहिवासी ज्याने राहूला गिळले होते अशा एका राक्षसाचे वंशज मानले जातात.

मध्यस्थाची भूमिका

अशाच दुव्यांच्या आधारेने अस्पृश्य समाजाला ग्रहण, त्यातील अपवित्रता व कुटिल नीतीचा भागीदार बनवले गेले. हा समाज राहूचा भक्त असल्याने राहूची मनधरणी करून त्यांनी सूर्य व चंद्राची सुटका करावी, या हेतूने त्यांना मध्यस्थाची भूमिका दिली गेली. समाजातील सर्वात दुर्बळ व तुच्छ मानल्या गेलेल्या वर्गाकडूनच त्यांनी



लोकांना ग्रहणापासून वाचवावे अशी अपेक्षा केली जाते. त्यातून त्यांना ते शक्तिमान असल्याचे भासवले जाते.

दान स्वीकारणाऱ्या अस्पृश्य वर्गाच्या दृष्टीने मात्र या दानधर्माचा अगदी उलटा अर्थ लावता येईल. उदाहरणार्थ एका आख्यायिकेत मांग स्त्रीने दान घेणे हा तिचा अधिकारच आहे असे दिसून येते. कारण पुत्रवधानंतर ती निराधार झाली आहे. सर्व देवांचा देव राम (विष्णू) व शंकर यांनीच तिच्या मुलाचा वध केला. त्यामुळे तिचा अधिकार तिला मिळायलाच हवा होता. म्हणूनच ग्रहणाच्या वेळी दान स्वीकारणे हा मांग स्त्रिया आपला हक्क समजतात.

दुसरीकडे दान देणाऱ्यांसाठीही ही नैतिकतेची बाब आहे. ज्याचा हक्क त्याला

न देणे हे चुकीचे आहे. हिंदू धर्माप्रमाणे दान घेणारा व दान देणारा या दोहोंमध्ये परस्परपूरक नाते असते. येथे 'आर्थिक अध्यात्माचा' नियम लागू होतो. ज्यांच्याजवळ साधनसंपत्ती आहे त्यांनी ती दुसऱ्यांना वाटणे हे नैतिक कर्तव्य आहे. यातून दान करणाऱ्यास जे अध्यात्मिक समाधान मिळते ते भौतिक सुखाइतकेच महत्त्वाचे आहे. तसेच यामुळे संपत्ती वाढते असाही एक समज आहे.

ग्रहण व दान यासंदर्भात राजा हरिश्चंद्राचीही कथा आहे. राजा हरिश्चंद्रास एका डोंबाने विकत घेतले होते. देवाने सांगितले की हरिश्चंद्रास कोणी अन्न न दिल्यास आकाशात सूर्य व चंद्र दिसणार नाहीत. डोंब आजही याच कथेच्या आधारावर भीक मागतात.

एका आख्यायिकेमध्ये सूर्य व चंद्र हे दोघे भाऊ आहेत. एके दिवशी एक उपाशी माणूस त्यांच्याजवळ येऊन म्हणाला, “मी भुकेला व गरीब आहे. मला काहीतरी खायला द्या.” दोघे भाऊ एका भंगिणीकडे गेले व तिला त्या माणसास अन्न देण्यास सांगितले. भावांनी तिला वचन दिले की तिचे धान्य कधीच संपणार नाही. घरात नेहमी धान्य राहिल. मात्र सूर्य व चंद्राने आपले हे वचन पाळले नाही. एक वर्ष पूर्ण झाल्यावर त्या स्त्रीने सूर्य व चंद्रास सांगितले की त्यांनी वचन न पाळल्याने त्याऐवजी तिला धन देण्यात यावे. सूर्य व चंद्र तिला धनसंपत्तीही देऊ शकले नाहीत, ते लपून बसले. म्हणूनच जेव्हा ग्रहण लागते तेव्हा सूर्य व चंद्राचे भक्त धान्य गोळा करून भिकाऱ्यांना वाटतात, जेणे करून सूर्य व चंद्र या लाजिरवाण्या प्रसंगातून बाहेर पडतील.

साहित्यात का होईना उच्च वर्णियांनी भीक मागावी, देवदेवतांना उधार-उसनवारी करावी लागावी आणि भंगी व मेहतरांजवळ त्यांना देण्यासाठी धान्य असावे ! समाजाची परिस्थिती पूर्णपणे बदलली जावी ! मात्र हे परिवर्तन केवळ धार्मिक कथांमधेच आढळावे हे केवढे दुर्दैव म्हणावे !

असे असले तरीही या बदलांचे महत्त्व कमी होत नाही. गरीब व मागासवर्गीयांनी आपली दीन परिस्थिती समजून घेणे व त्यातून बाहेर येण्याचा प्रयत्न करणे हेही नसे थोडके. वास्तवात जे समाधान त्यांना मिळू शकत

नाही त्याची भरपाई ते अशा या कल्पनेच्या जगात करतात. निम्न वर्गाच्या सामाजिक व सांस्कृतिक स्थितीवर ही टिप्पणी आहे.

पूर्वी आढळणाऱ्या दान या संकल्पनेऐवजी या कथेत कर्ज वसूल करणे या संकल्पनेस महत्त्व दिलेले दिसते. म्हणजे ‘आर्थिक धार्मिक कक्षेतून राजनैतिक अर्थशास्त्राच्या दिशेने उचललेले हे पाउल आहे असे म्हणता येईल.

दान नव्हे कर्जवसुली

विकासाच्या या वाटचालीत पुढे सूर्य व चंद्राच्या कथेला राहूच्या शत्रुत्वाचे उपकथानक जोडलेले आढळते. आपल्या समाजात कर्ज घेणारा व कर्ज देणारा यांच्यातील संघर्ष या उपकथानकात दिसतो. उदाहरणादाखल मध्यप्रदेशात रूढ असलेल्या खालील काही कथा बघू.

सूर्य व चंद्र यांनी राहूकडून कर्ज घेतले. त्यामुळे राहू त्यांच्यामागे सतत तगादा लावत असतो. हेच ग्रहण होय. भंगी व जमादार यांना दिले जाणारे दान या कर्जाची परतफेड आहे.

सूर्य भंग्याचा कर्जदार आहे परंतु तो कर्ज चुकवण्यास नकार देतो. भंगी सूर्याच्या दाराशी धरणे धरतो. त्याची सावली सूर्यावर पडते. काही काळाने कर्ज चुकवले जाते व भंगी तेथून निघून जातो.

कोणे एके काळी सूर्य व चंद्राने राहूकडून एक वस्तू उसनी घेतली होती. ही उधारी सूर्य

व चंद्र चुकवू शकत नाहीत, तेव्हा ध्रुव त्यांच्यावर हल्ला करतो व त्यांना गिळू पहातो. पण तो सूर्य व चंद्रास पूर्णपणे गिळू शकत नाही व ते दोघे बाहेर टाकले जातात. ही उधारी अजूनही चुकविली गेलेली नसल्याने हीच कृती परत परत होते.

या कथांमध्ये राहू देवलोकातून उतरून इहलोकी आला आहे. जी गोष्ट स्वर्गातील लढाईपासून सुरू झाली ती आता सामाजिक हिंसेच्या रूपात समोर येते. खरे पाहाता ही हिंसा पिढ्यान्पिढ्या चालत आलेल्या गुलामगिरीचे द्योतक आहे व त्याचे चटके मांग जातीला सर्वात अधिक सोसावे लागले. भारतात ब्रिटिश शासकांच्या अखेरच्या काळात कर्जबाजारीपणा ही मांग समाजाची सर्वात मोठी सामाजिक समस्या होती. कर्जाची परतफेड पिढ्यान्पिढ्या, कधी-कधी तर सात पिढ्यांपर्यंत चालत असे. १९३१ च्या एका अभ्यासानुसार उत्तरप्रदेशातील मांग पिढ्यान्पिढ्या जमीनदारांचे गुलाम बनून रहात किंवा आयुष्यभर सावकाराकडे चाकरी करत. त्यांची गरिबी, सांस्कृतिक मागासलेपण व कधी-कधी पोट भरण्यासाठी गुन्हेगारीचा स्वीकारलेला मार्ग या सर्वांना कारणीभूत त्यांचा कर्जबाजारीपणाच असे.

आजही ग्रहणासारख्या नैसर्गिक घटनेची कारणे विज्ञानाऐवजी पुराण व आख्यायिकांमध्ये शोधली जातात. फक्त या आख्यायिकांमधील देव-दानवांची जागा सामान्य माणसाने घेतली आहे. अमृतप्राप्तीसाठी संघर्ष करण्याऐवजी आता भौतिक साधने हा महत्त्वाचा मुद्दा झाला आहे. जी गोष्ट ब्राह्मणी कल्पनारम्यतेचा एक नमुना होती तिला गरीब व पीडीत लोकांच्या जगात लोककथेचा मुलामा दिला गेला. आत कुठेतरी बौद्धिक पातळीवर हा संघर्ष आजही सुरूच आहे. बुद्धीच्या पातळीवर चालणारा हा संघर्ष सामाजिक संघर्षांच्या रूपात समोर येण्याची पुरेपूर शक्यता आहे.

(शैक्षिक संदर्भच्या अंक ४६ मधून साभार)



‘द टूथ युनाईटस् : एसेज इन ऑनर ऑफ समर सेन’ या पुस्तकातील ‘द करियर ऑफ अँ अँन्टी गॉड इन हेवन अँड ऑन अर्थ’ या लेखाचा गौतम पांडे यांनी हिंदी अनुवाद केला.

लेखक : रणजीत गुहा आधुनिक भारतीय इतिहास लेखन करतात, सबाल्टन स्कूल चे संस्थापक. ‘एलिमेंटरी आस्पेक्टस् ऑफ पेइजट इन्सर्जन्सी इन कलोनियल इंडिया’ हे पुस्तक प्रसिद्ध. अनुवाद : सोनल गुलालकरी, कॉम्प्युटर प्रोग्रॅमिंगच्या पुस्तकांची भाषांतरे करतात.

आपली संदर्भची वर्गणी संपली तर नाही ना
संपली असेल तर आठवणीने वर्गणी भरून टाका.

जीवघेणी स्पर्धा, शरीरातील !

लेखक : पु. के. चितळे

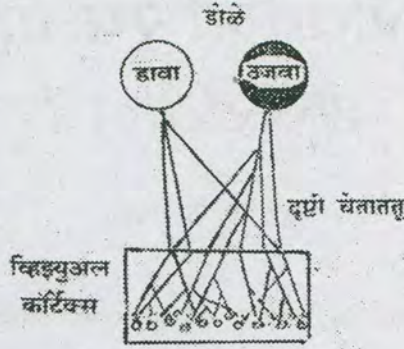
आजचे युग स्पर्धेचे आहे आणि त्यात 'बळी तो कान पिळी', असे म्हटले जाते. पण फारच कमी लोकांना ही कल्पना असेल की आपल्या शरीरातील काही पेशींमध्येही अशीच जीवघेणी स्पर्धा असते.

दोन वर्षांच्या एका मुलाच्या (आपण त्याला चिंटू हे नाव देऊ) उजव्या डोळ्याच्या पापणीवर एक लहानसे गळू झाले. गळू साधेच असल्याने त्यात काळजी करण्यासारखे काहीच नव्हते. पण चिंटूने गळू कुरतडले. त्यामुळे ते चिघळले आणि तिथे इन्फेक्शन झाले. चिंटूला डॉक्टरकडे न्यावे लागले. त्यांनी योग्य तो उपचार केला आणि चिंटूचा हात तिथे पोचू नये म्हणून त्याच्या उजव्या डोळ्यावर पट्टी बांधली. सुमारे एक आठवड्यांनंतर चिंटूच्या डोळ्यावरची पट्टी काढली तेव्हा गळू पूर्णपणे बरे झाले होते. काही दिवसातच चिंटू आणि त्याचे आई-वडील ही गोष्ट पार विसरून गेले. चिंटू शाळेत जाऊ लागला.

पुढे चिंटू पहिलीत असताना शाळेकडून झालेल्या वैद्यकीय तपासणीत चिंटूचा उजवा

डोळा त्याच्या डाव्या डोळ्याच्या तुलनेत बराच कमकुवत असल्याचे आढळून आले. त्याला नेत्रतज्ज्ञाकडे पाठविण्यात आले. चिंटूचा डावा डोळा अगदी नॉर्मल होता पण उजव्या डोळ्याची दृष्टी बरीच अधू होती. उजव्या डोळ्याची कसून तपासणी केल्यावर असे दिसले की त्या डोळ्याचे बुबुळ, भिंग आणि नेत्रपटल यांच्यात काही दोष नव्हता. त्याच्या नेत्रपटलावर डोळ्याने बघितलेल्या वस्तूचे बिंबही व्यवस्थित पडत होते. तरीही त्या डोळ्याची दृष्टी अधूच होती. याचे कारण नेत्रतज्ज्ञाला काही केल्या कळत नव्हते. त्यामुळे चिंटूच्या डोळ्यावर काहीच इलाज करता आला नाही आणि चिंटूचा डोळा जन्मभर अधूच राहिला.

त्या वेळेला चिंटूच्या उजव्या डोळ्याच्या पापणीला झालेला गळू हेच तो डोळा अधू होण्याचे कारण समजले गेले. पण ते खरे कारण नव्हते, कारण पापणीतील इन्फेक्शन डोळ्यात शिरलेच नव्हते. तरीही तो डोळा अधू होण्याचे कारण पापणीला झालेले गळू हेच होते यात शंका नाही.



चित्र-१. दृष्टी चेंताततूची प्रारंभिक अवस्था

चिटूचा डोळा अधू होण्याचे खरे कारण आता कळले आहे. याचे सर्व श्रेय हारवर्ड येथील डेव्हिड ह्युबल आणि टॉरस्टेन वीझल या जोडगोळीला द्यायला हवे. कारण त्यांनीच आपल्या मेंदूत दिसण्याची क्रिया कशी घडून येते, याचा शोध लावला. त्यासाठी त्यांना १९८१ साली नोबेल पुरस्काराने सन्मानित करण्यात आले.

आपल्या डोळ्याची कार्यपध्दती फोटो काढणाऱ्या कॅमेऱ्यासारखी असते, हे सर्वांनाच माहित आहे. डोळ्यासमोर असलेल्या वस्तूकडून येणारे प्रकाश किरण डोळ्याच्या भिंगामुळे नेत्रपटलावर केंद्रित होतात आणि त्या वस्तूची प्रतिमा नेत्रपटलावर तयार होते. ही प्रतिमा असंख्य लहान-मोठ्या प्रकाश बिंदूंचा समूह असतो. ही प्रतिमा दृष्टी चेंताततू (Optic Nerve) मार्फत मेंदूच्या दृष्टीसंबंधित भागाकडे नेली

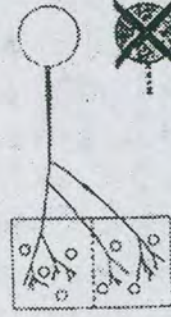
जाते. मेंदूच्या या भागाला व्हिड्युअल कॉर्टेक्स (Visual Cortex) म्हणतात आणि हा भाग मेंदूच्या पाठीमागच्या बाजूला असतो. व्हिड्युअल कॉर्टेक्समध्ये डोळ्याने टिपलेल्या प्रतिमेचे स्वरूप निर्धारित केले जाते आणि आपल्याला ती वस्तू दिसण्याची जाणीव होते.

व्हिड्युअल कॉर्टेक्समध्ये कोट्यवधी चेंतापेशी असतात. बाळाच्या जन्माच्या वेळी त्याच्या दोन्ही डोळ्यांचा संपर्क दृष्टी चेंताततूमार्फत व्हिड्युअल कॉर्टेक्सशी असतो. कुठल्याही डोळ्यामार्गे येणाऱ्या प्रकाश किरणांची संवेदना व्हिड्युअल कॉर्टेक्समध्ये सारख्याच स्वरूपात पोहचते. (चित्र-१) पण काही दिवसांतच दोन्ही डोळ्यांमधून येणारे दृष्टीचेंताततू एकमेकांवर कुरघोडी करून त्यांच्यावर मात करण्याची धडपड करू लागतात. याचा परिणाम असा होतो की व्हिड्युअल कॉर्टेक्समधील काही भागात

दोन्ही डोळे सक्रिय



उजवा डोळा बंद



चित्र-२ दृष्टी चेंतातंतूची पूर्ण वाढ

उजव्या डोळ्यातील तर काही भागात डाव्या डोळ्यातील दृष्टी चेंतातंतूंचे वर्चस्व होते. दृष्टीचेंतातंतूंची ही स्पर्धा बाळ सुमारे सहा वर्षांचे होईपावेतो चालू असते. माकडांच्या शरीरात ही स्पर्धा सहा महिने तर मांजरांत तीन महिने चालू असते. या काळाला दृष्टीचेंतातंतूंच्या वाढीचा क्रिटिकल काळ म्हणता येईल. या काळानंतर त्यांची ही स्पर्धा समाप्त होते आणि दृष्टी चेंतातंतूंना कायमचे स्वरूप येते. या काळापर्यंत दोन्ही डोळ्यांतून येणाऱ्या दृष्टीचेंतातंतूंच्या स्वतंत्र सीमा ठरलेल्या असतात आणि यापुढे त्यांच्यात बदल होत नाही. म्हणजे दृष्टी चेंतातंतूंच्या वाढीसाठी त्यांचा क्रिटिकल काळ फार महत्त्वाचा असतो.

क्रिटिकल काळात दृष्टीचेंतातंतूंची स्पर्धा चालू असताना त्यांना स्पर्धेसाठी लायक अवस्थेत ठेवण्याकरिता त्यांना वरचेवर दृष्टी-अनुभव येणे आवश्यक असते.

ज्या दृष्टीचेंतातंतूंना दृष्टि-अनुभव येतो ते चेंतातंतू उद्दीपित होतात व त्यांची कार्यक्षमता आणि अस्तित्व कायम राहते. याउलट ज्या दृष्टीचेंतातंतूंना दृष्टि-अनुभव येत नाही त्यांचे उद्दीपन होत नाही आणि ते चेंतातंतू कमकुवत होतात. स्पर्धेत त्यांचा पराभव होतो आणि शेवटी त्यांचे अस्तित्वही नाहीसे होते.

एखाद्या माणसाचा एक डोळा, तो बाल्यावस्थेत असताना कुठल्याही कारणामुळे काही दिवस बंद ठेवला गेला तर त्याचा तो डोळा कायमचा निकामी होतो. डोळा किती दिवस बंद ठेवला तर असे घडू शकते हे निश्चितपणे सांगणे कठीण आहे. पण एक आठवडा जरी बंद ठेवावा लागला तरीही असे घडू शकते. मांजरीच्या पिलाचा एक डोळा फक्त एक दिवस जरी बंद ठेवला तरीही त्याच्या त्या डोळ्याला कायमचे अंधत्व येऊ शकते.

एखाद्या माणसाच्या एका डोळ्याला

मोतीबिंदूमुळे अंधत्व आले आणि त्याने शस्त्रक्रियेद्वारा मोतीबिंदू झालेले भिंग काढून योग्य चष्मा वापरला किंवा त्या डोळ्यात कृत्रिम भिंग बसवून घेतले तर त्याच्या डोळ्याला पुन्हा दृष्टीलाभ होऊ शकतो. मात्र, एखाद्या लहान बाळाच्या एका डोळ्यात मोतीबिंदू झाला आणि वेळीच त्याच्यावर उपचार झाला नाही तर पुढे त्याच्या डोळ्यातला मोतीबिंदू काढून टाकला तरी त्या डोळ्याला दृष्टी प्राप्त होत नाही आणि ते बाळ त्या डोळ्याने कायमचे आंधळे होते. यावरून एक अत्यंत महत्त्वाचा बोध होतो की लहान मुलांच्या डोळ्यांची फार काळजी घ्यायला हवी. कुठल्याही कारणामुळे त्यांचा एक डोळा काही काळ बंद ठेवण्याची किंवा त्यावर पट्टी बांधण्याची पाळी आलीच तर ती एका डोळ्यावर न बांधता त्याच्या दोन्ही डोळ्यांवर बांधावी. म्हणजे दोन्ही डोळ्यांच्या चेतातंतूंना दृष्टी-अनुभव येणार नाही आणि

त्यांच्यातील स्पर्धेसाठी त्यांना समान संधी प्राप्त होईल. त्यामुळे दोन्ही डोळ्यांचे चेतातंतू आपले अस्तित्व कायम ठेवू शकतील आणि त्या बाळाच्या कुठल्याही डोळ्याच्या दृष्टीला इजा पोचणार नाही.

आपल्याच शरीराच्या जिवंत पेशीत परस्पर होणाऱ्या स्पर्धेचे हे एक अनोखे उदाहरण आहे. इथे आणखीही एक गोष्ट लक्षात येते की, आजच्या काळात स्पर्धा टाळणे शक्य नसले तरी स्पर्धेतील सर्व स्पर्धकांना समान संधी उपलब्ध झाल्या तर त्या स्पर्धेतून अन्याय होण्याची शक्यता कमी होईल.



लेखक : पु. के. चितळे जीवशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. सातत्याने विज्ञानलेखन करतात. त्यांच्या 'हमारा शरीर-रचना और कार्य' या पुस्तकाला एप्रिल २००३ मध्ये पंतप्रधानांच्या हस्ते राष्ट्रीय पुरस्कार मिळाला आहे.

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक



मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून 'पालकनीती' ठरवायला हवी.

या विचारांसाठी व्यासपीठ -पालकनीती.

हे मासिक जरूर वाचा.

वार्षिक वर्गणी रु. १२०/-

पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, डेकन जिमखाना, पुणे ४.

शब्दकोडे

लेखक : शुभदा मिराशी

खालील प्रश्नांची उत्तरे दिलेल्या चौकोनात दडलेली आहेत.
ती शोधून काढता येतात का बघा.

- | | |
|---|--|
| १) सॅम्युअल हाइनमन याने शोधून काढलेली उपचार पद्धती | ८) नायट्रोजन (म) |
| २) पहिले रेल्वे इंजिन-----ने तयार केले. | ९) आम्ल आणि अल्क यांच्या चाचणीसाठी वापरण्यात येणारा एक द्रव |
| ३) भोपाळ दुर्घटना या वायूमुळे घडली | १०) प्रकाशकिरणांचे एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात जाताना..... होते. |
| ४) जीवाणू (इं) | ११) रक्तातील तांबड्या पेशींमध्ये हा घटक असतो. |
| ५) या वायूमुळे पृथ्वीचे सूर्याच्या अल्ट्राव्हायलेट किरणांपासून रक्षण होते. | १२) पाण्यात राहणारे प्राणी |
| ६) पोलिओच्या उच्चाटनासाठी भारतात गेली काही वर्षे----- ही योजना राबविली जात आहे. | १३) परागकण वाहून नेण्याची क्रिया |
| ७) रोगनिदान शास्त्र (इं) | १४) रात्रीच्या वेळी न दिसणे हा डोळ्यातील दोष |
| | १५) खत (इं) |

हो	क	न	जी	ज	अ	र	ज
ला	मी	झो	लॉ	रें	प	न	ल
जॉ	या	ओ	थॅ	ऑ	व	बी	च
र्ज	री	ली	पॅ	ल	र्त	ग्लो	र
स्टी	क्टे	ओ	न	ठी	न	मो	ण
फ	बॅ	ल्स	त्र	नि	ठ	हि	ग
न्स	णा	प	वे	ध	आं	त	रा
न	फ	टीं	ला	य	झ	र	प

मागच्या अंकातील कोड्याचे उत्तर

ग्रे	गाँ	र	में	डे	ल	म	अ
री	जी	शी	ला	व्ही	रा	क्षा	पृ
व्हॉ	लॉ	ओ	र	ड	मा	क	ष्ठ
ल्यु	टँ	डी	स्टे	बु	नु	ण	वं
श	मे	ही	थो	श	ज	म	शी
न	य	ची	स्को	ने	न	भ्र	य
ष्व	क्ला	गु	प	ल	स्प	री	व
कि	उ	नो	त्र	घ	ट	प	र्णी

- MACHINE FINISHED ENVELOPES • WINDOW ENVELOPES
- MACHINE FINISHED ENVELOPES WITH CLOSING-FLAP GUMMING
 - PVC LINED ENVELOPES • OFFICE FILES
- ANGEL LEVER INDEX FILES • INLAND LETTERS
- OTHER STATIONERY

Savley & Co.

1290, Shukrawar Peth, Subhash Nagar, Pune 411 002.
Tel.: 24471440, 24473097.

जंतर-मंतर

पुस्तक परिचय : यशश्री पुणेकर

जंतर-मंतर म्हटलं की आपल्याला पूर्वी कधी वाचलेल्या जादूई कथा आठवतील. तर काहीना जयपूर-दिल्ली-वाराणसी इथे पाहायला मिळणाऱ्या पूर्वीच्या काही राजा-महाराजांनी खगोल शास्त्राच्या अभ्यासासाठी आणि पंचांग निर्मितीसाठी बांधलेल्या वेधशाळा आठवतील. विश्वात घडणाऱ्या अनेक घटनाक्रमांमागची गणिते जाणून घ्यावीत, त्यांचा वेध घ्यावा ही त्या वेधशाळा उभारण्यामागची आस होती. जंतर-मंतर वाटावं अशा गोष्टींमागच्या कार्यकारणभावाचं आकलन झालं की मग ते विज्ञान होऊ लागतं.

हे ओळखूनच एका विज्ञान विषयक नियतकालिकाचं नाव 'जंतर-मंतर मुलांची विज्ञान वेधशाळा' असं ठेवलं गेलं असणार. होय ! गेली बारा वर्षे चालू असलेल्या Jantar Mantar - Childrens science observatory ह्या द्वैमासिकाबद्दलच आपण बोलत आहोत.

मुलांच्या परिसरात, वाचनात आणि

भावविश्वात विज्ञान असावं ही इच्छा या जंतर मंतरच्या सर्वच अंकांमधून प्रत्ययाला येते. सहज सोप्या इंग्रजीमधून लिहिलेले छोटे छोटे सचित्र लेख, रोजच्या पाहण्यातल्या वापरातल्या वस्तूविषयी मनात येणारे प्रश्न, त्यांना धरून असणाऱ्या विज्ञानातल्या संकल्पना इथे सोपेपणाने भेटिला येतात.

I.I.T. मद्रास, Institute of Mathematical sciences, तामिळनाडू, सायन्स फोरम, सायन्स सेन्स अशा संस्थांमधील कितीतरी विज्ञानप्रेमी या जंतरमंतरमधून आपल्याला भेटतात.

क्रिझ कॉर्नर / ब्रेन टीझर्स सारख्या प्रश्नमंजूषातून दरवेळेला नवनवे प्रश्न व त्यांची उत्तरं जिज्ञासू वाचकांना मिळतात.

तुमच्या आसपासचे काही जण इंग्रजी माध्यमात शिकत असतील आणि संदर्भ द्वैमासिक मराठीत असल्यामुळे वाचत नसतील, तर त्यांच्यासाठी हा उत्कृष्ट पर्याय असेल. या द्वैमासिकातील दोन भाग पुढे परिचयादाखल देत आहोत.

Jantar Mantar - Childrens science observatory

130/3 Avvai Shanmugam Salai, Gopalpuram,
Chennai 600 086 Tel.: 28113630

**Subscription
Rs. 90/- p.a.**

पोल व्हॉल्ट



एकोणीसीशे चौऱ्याऐंशीच्या जुलै महिन्यात, युके नच्या सर्जी बुबकाने उंच उडीचा जागतिक विक्रम केला. एक बांबू धरून पळत आलेल्या बुबकाने ६.१४ मीटर म्हणजे २० फुटाच्या वर उडी मारली. हा एक मोठा जागतिक विक्रम ठरला आणि तो अद्याप कोणीही मोडू शकला नाही.

खेळातल्या इतर विक्रमांप्रमाणेच असलेला हा विक्रम खऱ्या अर्थानं जरा वेगळाच आणि आश्चर्यकारक होता. मानवाची सर्वात उंच उडी मारण्याची क्षमता त्यानं सिद्ध केली होती. त्यातून एक वैज्ञानिक मर्यादा देखील दाखवून दिली गेली.

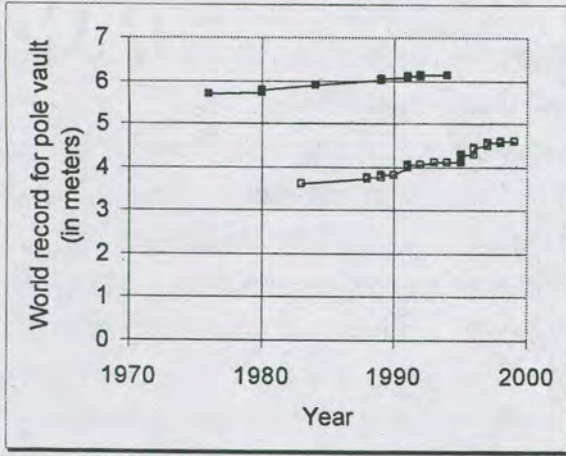
उंच उडीतली उच्चतम स्थिती आणि जागतिक विक्रमाच्या वैज्ञानिक मर्यादा या दोन्ही गोष्टी जरा लक्षपूर्वक बघू या.

एखादा छोटा कालवा ओलांडायचा असेल तर काय करतात? एखादी भक्कम काठी एका बाजूला जमिनीवर रोवली जाते. तिचे दुसरे टोक आपल्या हातात धरून एका झटक्यासरशी शरीर दुसऱ्या तीरावर नेले जाते. (जणू काही उलटा लंबकच). हेच तत्त्व काही लोकांनी एका ढांगेत लांब अंतर पार करण्यासाठी, लांब उडी मारण्यासाठी वापरलं असावं. हातात काठी धरून तिच्या आधारे उडी मारली तर ती लांब काय उंचही जाते, हे लक्षात आले, त्यामुळे १७ व्या शतकाच्या अखेरीला लांब उडी बरोबरच उंच उडीच्या स्पर्धाही सुरू झाल्या. जाड आणि जड काठ्या किंवा बांबू धरून उडी मारण्याच्या या स्पर्धा १८ व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत चालू होत्या. त्या काळात उडी मारताना बांबूवर चढण्याची स्पर्धाकांना परवानगी होती. पण जसजसा हा खेळ लोकप्रिय होऊ लागला तसतशी त्यात नवनव्या नियमांची भर पडली. १८८९ मध्ये अमेरिकेत उंच उडी मारताना बांबूवर चढायला मनाई केली. आणि स्पर्धाकांनी आपले हात उडी मारताना एका विशिष्ट स्थितीत ठेवावेत असा नियम केला. व्यायामपटूंनी खेळात फेरफार केले

आणि त्यांच्या लक्षात आलं की उडी मारताना पाय वरच्या बाजूला घेतले तर जास्त उंच उडी मारता येते. त्यामुळे नवनवे विक्रम होतच राहिले. पण अशा रितीने उडी मारताना जेव्हा ते दांडी ओलांडत असत तेव्हा शरीराची पुढची बाजू जमिनीकडे होत असे. नंतर २० व्या शतकाच्या सुरवातीला या खेळात आणखी काही सुधारणा झाल्या. तुलनेनं कमी वजनाचे बांबू वापरले गेले. नंतर १९५० च्या सुमाराला थोडे दिवस धातूच्या नळ्यांचा वापर केला गेला. सुरवातीला अॅल्युमिनियम आणि नंतर स्टीलच्या नळ्या वापरल्या. नंतर नंतर लोकांच्या असं लक्षात आलं की उंच उडी मारताना तन्यता असलेला लवचिक बांबू वापरला तर उडी जास्त उंच जाऊ शकते. बांबू हातात धरून पळत असताना जमिनीला टेकवून तो वाकवण्यात फारशी शक्ती खर्च होत नाही आणि जेव्हा तो पुन्हा सरळ होतो तेव्हा आपसूकच शरीर वर उचललं जातं. खेळाची साधनं बनवण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या धातूंमध्ये बदल होत गेल्याने खेळातही विकास होत गेला. १९६० नंतर फायबर ग्लास आणि कार्बन फायबरच्या काठ्या वापरल्या गेल्या. आजतागायत त्याच वापरल्या जात आहेत. सर्जी बुबकाने अशाच प्रकारची काठी वापरून विक्रम केला. या काठ्यांमधे फायबर ग्लास आणि कार्बन फायबरच्या सान्निध्यात ताणले जातील अशा काही

संयुगांचे थर दिलेले असतात. चित्रातल्या आलेखात उंच उडीतले जागतिक विक्रम दाखवले आहेत.

आता जागतिक विक्रमाच्या वैज्ञानिक मोजमापाबद्दल बघू या. त्यासाठी उंच उडी मारताना नेमकं काय घडतं ते समजून घेऊ. धावपटू हातात बांबू धरून विशिष्ट जागेकडे (जिथे उंच उडी मारायची असते तिथे) पळत येतो. यावेळी तो गतिज उर्जा मिळवत असतो. त्याने बांबू विशिष्ट ठिकाणी टेकवला की बांबू वाकू लागतो, त्यामुळे धावपटूने मिळवलेली गतिज उर्जा बांबूला मिळते. आणि एखाद्या दाबलेल्या स्प्रिंगप्रमाणे बांबूत साठून राहते. नंतर बांबू सरळ होऊ लागतो आणि धावपटूचं शरीर वर उचललं जातं. यावेळेला त्याच्यातील स्थितिज ऊर्जा (potential energy) पुन्हा धावपटूच्या शरीराला मिळते. आणि त्यामुळेच शरीर हवेत उचललं जातं. म्हणून जास्तीत जास्त उंच जाण्याकरता धावत असतानाच जास्तीत जास्त गतिज उर्जा निर्माण झाली पाहिजे. आपण असं समजूया की त्याने मिळवलेली संपूर्ण गतिज उर्जा त्याच्या शरीराला पुन्हा मिळाली आहे. हीच उर्जा त्याला सर्वात जास्त उंचीवर नेणार आहे. यात धावपटूचं वजन त्याच्या शरीरमध्यावर (गुरुत्वमध्यावर) स्थिर झाले आहे आणि त्याचा गुरुत्वमध्य त्याच्या उंचीच्या निम्म्या उंचीवर आहे असं गृहीत धरलं आहे.



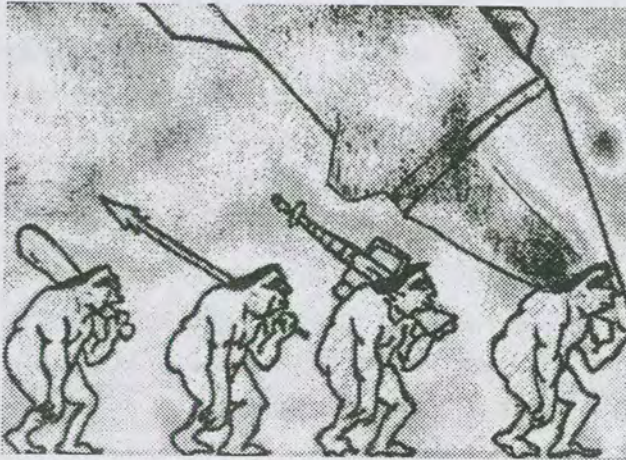
आता ही आकडेमोड करून बघू या.

$$\text{गतिज उर्जा} = \frac{1}{2} mv^2$$

m = धावपटूचे वस्तुमान

v = वेग/सेकंद

१०० मीटर पळण्याचा जागतिक विक्रम साधारण १० सेकंदाच्या आसपास आहे



म्हणजे धावपटूचा सर्वाधिक वेग १० मीटर/सेकंद इतका असतो
स्थितिज उर्जा = mgh
 g = त्वरण = 9.8 m/s^2
 m = धावपटूचे वस्तुमान
 h = धावपटू गाढू शकतो ती उंची.

जर सगळीच्या सगळी गतिज उर्जा धावपटूच्या शरीरात स्थितिज उर्जा

म्हणून रूपांतरीत झाली तर - $\frac{1}{2} mv^2 = mgh$ किंवा $h = v^2/2g$

धावपटूच्या शरीराचा गुरुत्वमध्य जमिनीपासून त्याच्या उंचीच्या निम्यावर असल्याने वरील समीकरणात धावपटूची निम्मी उंची मिळवावी लागेल. म्हणजे तो धावपटू जास्तीत जास्त किती उंच उडी मारू

शकेल. याचा

आकडा मिळेल.

आता धावपटू २

मीटर उंच आहे असं

धरू आणि या

आकडेमोडी वरून तो

किती उंची गाढू

शकेल ते शोधून

आताच्या जागतिक

विक्रमाशी तुलना

करून पाहू या.

बेअरिंग्ज

गुळगुळीत फरशीवरून किंवा निसरड्या चिखलातून चालताना किती कसरत करावी लागते. प्रत्येक पावलाला घसरून पडण्याची भीती वाटते. आपण ज्यावर चालतो तो पृष्ठभाग आणि पावलांमध्ये घर्षण असेल तर असं घसरायला होत नाही. अशा घर्षणाची गरज आणखी कुठे असते? कित्येक ठिकाणी घर्षण कमी करण्याचीच आवश्यकता असते. जरा तुमच्या अवती भवती बघा. आपण जिथे यंत्राचा वापर करतो तिथे त्या यंत्रातल्या हालणाऱ्या भागात घर्षण असते. हे घर्षण कमीत कमी असेल अशी दक्षता घेतली जाते. नाही तर घर्षणामुळे बरीच उर्जा वाया जाते. यंत्रातले हलणारे भाग झिजतात. ते जास्त टिकावे, खराब होऊ नयेत याची काळजी घ्यावी लागते. त्यासाठी यंत्रामध्ये कमी घर्षण होईल अशी रचना करावी लागते.

या लेखात आपण गतीच्या एका प्रकाराकडे लक्ष देऊया-चक्रीय गती. कोणकोणत्या यंत्रात चक्रीय गती असते? सांगा पाहू. तुम्ही म्हणाल आपल्याला जी जी यंत्रे माहित आहेत त्यात कुठेना कुठे चक्रीय गती असतेच. अगदी साधे उदाहरण म्हणजे तुमची सायकल. एका त्रिकोणी रचनेला

फिरणारी दोन चाकं जोडलेली असतात. त्या त्रिकोणाच्या अक्षाला टोकाशी पायडल असते. यामध्ये चाक आणि पायडल चक्राकार फिरत रहातात पण ते ज्याला जोडलेले ते भाग मात्र फिरत नाहीत. फिरत्या आणि न फिरत्या भागातलं घर्षण कसं कमी करतात?

एखादे खोके किंवा पेटी आपण ढकलत नेतो तेव्हा पेटी हालणारा भाग असतो तर जमीन न हालणारा भाग. यातलं घर्षण कमी होण्याकरता काय करावं? जमीन गुळगुळीत करून घेणे हा एक मार्ग आहे. पण हा काही योग्य उपाय नाही. (का ते सांगाल?) पण इतर ठिकाणी घर्षण कमी करण्याकरता पृष्ठभाग मऊ, गुळगुळीत केला जातो. मग पेटीच्या खालच्या बाजूला तेल लावावे का?

घर्षण कमी करून पेटी सहजगत्या हालवण्याचा दुसरा एक उपाय आहे. पेटीखाली बऱ्याच गोल नळ्या ठेवायच्या. जेव्हा पेटी ढकलली जाईल तेव्हा या नळ्या चक्राकार गतीने फिरू लागतील आणि पेटी हलवणे सोपे जाईल.

घर्षण कमी करण्यासाठी बेअरिंग्ज वापरली जातात. त्याचे मुख्यत्वे तीन प्रकार



आहेत आणि आपल्या उदाहरणात ते आपण पाहिलेच आहेत.

जेव्हा हालते भाग घर्षण कमी करणाऱ्या पदार्थाचे बनवले जातात तेव्हा त्याला Sliding Bearing म्हणतात. कधी तेलासारखे द्रव पदार्थ हालणाऱ्या भागांमध्ये भरून ठेवून घर्षण कमी करतात त्याला Fluid Bearing म्हणतात, आणि तिसरा प्रकार म्हणजे Roller Bearings. सायकलीसारख्या यंत्रांमध्ये जी ball bearing वापरतात, ती roller bearings असतात. बेअरींग्ज गेल्या चार हजार वर्षांपासून वापरली जातात. रथाच्या चाकांमध्ये किंवा मोठमोठे दगड हालवण्यासाठी त्यांचा वापर केला जाई.

सिंधू संस्कृतीमध्ये बेअरींग्जचा वापर दरवाजाच्या बिजागऱ्यांमध्ये, वाहनाच्या चाकांमध्ये आणि कुंभाराच्या चाकामध्ये केला जात असे.

बॉल बेअरींग्जचे काम कसे चालते ?

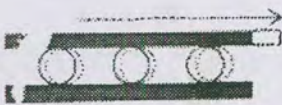
आपण पाहिलंच की बॉल बेअरींग्ज ही roller प्रकारची बेअरींग्ज आहेत. पेटी हालवायला मोठ्या नळ्या कशा वापरतात हे आपण

पाहिलं. अशाच तऱ्हेने जर दोन नळ्यांमध्ये गोठ्या बसवल्या तर घर्षण नक्कीच कमी होतं. सायकलमध्ये चाक फिरतं पण ते ज्याला जोडलेलं असतं ती चौकट फिरत नाही. बाहेरची नळी चाकाला आणि आतली नळी चौकटीला जोडली जाते. दोन्ही नळ्यांमध्ये गोठ्या भरतात. या गोठ्या किंवा बॉलमुळे बाहेरची नळी आतल्या नळीला घासली जात नाही. बाहेरच्या नळीच्या चक्राकार फिरण्यामुळे घर्षण कमी व्हायला मदत होते. एखादी वस्तू घसरवत नेण्यापेक्षा घर्षणमुळे पुढे नेली तर घर्षण कमी होतं, जोर कमी लागतो.

औद्योगिक विकासांमुळे बेअरींग्जचा वापर फार मोठ्या प्रमाणात होऊ लागला. आधुनिक युगात १६ व्या शतकात लिओनार्दो द व्हिन्सी याने प्रथम बेअरींग्जच्या रचनेचा उल्लेख केलेला आढळतो.

तुमच्या सायकलमध्ये बेअरींग्ज चित्रात दाखवल्याप्रमाणे दिसते का ? तपासून पहा. चित्रामध्ये बेअरींग्जच्या आतील भाग दिसावा म्हणून त्याचा छेद दाखवला आहे. बॉल्स विशिष्ट जागेवर राहावेत, जागेवरून हालू

नयेत पण जागच्या जागी फिरू शकतील यासाठी पिंजरा करतात. चांगल्या क्षमतेची बॉल बेअरींग्ज बनवणं इतर रचनांपेक्षा सोपं असतं आणि स्वस्तही





पडतं. यामुळे ती जास्त प्रमाणात वापरली जातात.

जर बॉल्स जागेवरून हालले तर एकमेकांना घासले जाऊन घर्षण अधिकच वाढेल.

या प्रकारच्या खोबणीत बसणाऱ्या बॉल बेअरींग्जचा वापर गॅलिलिओने १७ व्या शतकात प्रथम केला. नंतर त्यात सुधारणा होत गेल्या. बॉल बेअरींग्जचं पहिलं पेटंट १७९४ मध्ये इंग्लंडमध्ये घेतलं गेलं. १९०७ मध्ये स्वेन विंगक्वीस्ट या जर्मन शास्त्रज्ञाने अत्याधुनिक बॉल बेअरींग्जची रचना तयार केली आणि ती अजूनही वापरली जाते.

एखाद्या बेअरींग्जच्या दोन्ही म्हणजे आतली व बाहेरची बाजू या वर्तुळाकार रिंग्ज असतात. प्रत्येक रिंगला खोबणी सारखे खळगे असतात. या खळग्यातच बॉल असतात. खळग्याची रचना बॉल त्यात सहजगत्या हालू शकेल अशी असते. म्हणजे बॉल दोन्ही पृष्ठभागांना थोडक्या जागेत स्पर्श करू शकतो. जेव्हा यंत्र सुरू होते तेव्हा बॉल पृष्ठभागावर थोडासा आपटला जातो. बॉल आणि पृष्ठभाग अगदी पूर्णपणे घर्षण वाढत नाहीत त्यामुळे थोडेसे घर्षण निर्माण होते. पण घसरत/ ढकलत नेण्यापेक्षा खूपच कमी.



या थोड्याशा घर्षणामुळे बेअरींग्ज वापरून वापरून झिजतात. त्यामुळेच रचना करताना त्याचा आकार, त्याची किंमत आणि टिकाऊपणा या गोष्टी लक्षात घ्याव्या लागतात.

बेअरींग्ज जर स्वच्छ आणि वंगणयुक्त ठेवल्या व जास्त तापू दिल्या नाहीत तर मशीनच्या इतर कुठल्याही भागापेक्षा जास्त टिकतात. त्यामुळे या तीन गोष्टींकडे लक्ष देणे महत्त्वाचे आहे.

काही काही बेअरींग्जना वारंवार (तेलपाणी) वंगण द्यावं लागतं तर काही बेअरींग्ज बनवतानाच योग्य ते वंगण भरून ठेवतात त्यामुळे पुढे काही देखभाल लागत नाही. वंगण हे घर्षण कमी करण्यासाठी नक्कीच उपयुक्त आहे. पण अशुद्ध वंगण म्हणजे त्यात कचरा, धातूचे तुकडे इत्यादी मिसळलं गेलं तर ते नेमका उलटा परिणाम दाखवतं आणि बेअरींग्जचं आयुष्य कमी होतं.





जंतरमंतर जाने-फेब्रु. २००२ मधून

गलोल बहादुर

लेखक : भीष्म साहनी

● अनुवाद : प्रीती केतकर



चित्रकार : मिकी पटेल

मी सहावीत असताना माझ्या वर्गात अनेक तऱ्हेवाईक मुलं होती. हरबन्स नावाचा एक मुलगा होता. त्याची प्रत्येक गोष्ट काहीतरी विलक्षण असायची. त्याला जर प्रश्नांचं उत्तर येत नसलं तर तो सरळ दौत उचलून त्यातली शाई पिऊन टाकायचा. त्याला कोणीतरी सांगितलं होतं की काळी शाई प्यायल्यामुळे बुद्धी तल्लख होते. मास्तरांनी चिडून त्याच्यावर जरा हात उगारायचा अवकाश तो इतक्या जोराजोरात, “अयाई मेलो मास्तरांनी मारलं” असं ओरडायचा की आसपासच्या वर्गावरचे मास्तर काय झालं बघायला बाहेर यायचे, त्यामुळे नाइलाजानं मास्तरांना हात खाली घ्यावा लागायचा. कधी जर ते त्याला मारायला लागले तर हरबन्स सरळ त्यांना घट्ट मिठी मारायचा आणि मोटमोठ्यानं “आत्ताची एकच वेळ माफ करा गुरूजी!

आपण बादशाह आहात! आपण अकबर द ग्रेट आहात! आपण सम्राट अशोक आहात आपणच मायबाप आहात, माझे आजोबा- --पणजोबा आहात'' असं म्हणायचा. यावर वर्गातील मुलं हसायला लोगायची आणि मास्तरांना थांबणं भाग पडायचं. असा होता हा हरबन्स! रोज बागेतून बेडूक पकडून आणायचा आणि सांगायचा की हाताला बेडकाची चरबी लावली तर मास्तरांच्या छडीच्या माराचा काही परिणाम होत नाही. हातावर छडी बसत्येय असं जाणवतसुद्धा नाही.

दुसरा एक बोधराज नावाचा मुलगा होता. त्याला आम्ही सगळे घाबरत असू. त्यानं चिमटा काढला तरी साप चावल्यासारख्या वेदना व्हायच्या. गल्लीतल्या गटारावर गांधीलमाश्या असायच्या. तो सरळ उघड्या हातानं गांधीलमाशी पकडायचा, तिची नांगी मोडून काढायचा आणि मग तिच्या पंखाला

चित्रकार : पिकी पटेल



दोरा बांधून तिला पतंगासारखं उडवायचा. बागेत गेलो तर फुलावर बसलेलं फुलपाखरू झडप घालून पकडायचा आणि दुसऱ्याच क्षणी बोटानं ते चुरगाळून टाकायचा. नाहीतर मग आपल्या वहीवर टाचणीनं टोचून ठेवायचा.

त्याच्याबद्दल लोक काहीबाही बोलायचे. बोधराजला विंचू चावला तर विंचूच मरून जातो असं मुलं म्हणत. त्याच रक्त इतकं कडू होतं की त्याला दुखत सुद्धा नसेल. त्याच्या हातात सतत गलोल असायची आणि त्याचा नेम अचूक होता. पक्ष्यांच्या घट्ट्यांवर नेहमी त्याची नजर असायची. झाडाखाली उभा राहून तो इतका अचूक नेम धरायचा की दुसऱ्याच क्षणी पक्ष्यांचा कलकलाट ऐकू यायचा आणि घट्ट्यातून काडचा, कापडाच्या चिंध्या हवेत विखुरलेले दिसायचे. नाहीतर मग तो पटकन झाडावर चढून घट्ट्यातून अंडी काढून आणायचा. घट्टी उध्वस्त केल्याशिवाय त्याला चैनच पडत नसे.

ज्या खेळामुळे कोणाला ना कोणाला तरी त्रास होईल असेच खेळ त्याला सुचायचे. त्याची आईसुद्धा त्याला राक्षस म्हणायची. बोधराजच्या खिशात नेहमी अजब चीजा असायच्या, कधी मैनेचं पिल्लू, कधी तऱ्हेतऱ्हेची अंडी, कधी काटेरी साळिंदर. बोधराजला सगळी मुलं घाबरायची. कोणाशी भांडण झालं तर तो सरळ त्यांच्या छातीत गुद्दे मारायचा नाहीतर हाताला

चावायचा. शाळा सुटल्यावर आम्ही आपआपल्या घरी जायचो, पण बोधराज मात्र कुठेकुठे भटकत असायचा. कधी कधी तो आम्हाला वेगवेगळे किस्से सांगायचा. एक दिवस म्हणाला “आमच्या घरात एक घोरपड आहे. घोरपड म्हणजे काय माहित्येय का? - “नाही बुवा! काय रे?” “अरे घोरपड म्हणजे एक सापासारखं जनावर असतं वितभर लांब, पण त्याला आठ पाय असतात. सापाला पाय नसतात” हे ऐकून आमच्या अंगावर काटाच आला. “आमच्या घरात जिन्याखाली एक घोरपड आहे” तो म्हणाला, “ती जे काही पंज्यात पकडतेना ते काय वाट्टेल ते झाले तरी सोडत नाही. जाम सोडत नाही!” आम्ही पुन्हा शहारलो.

“चोर आपल्याजवळ घोरपड बाळगतात. भिंतीवर चढून जाण्यासाठी. ते घोरपडीचा उपयोग करतात. ते ना, घोरपडीच्या पायाला दोर बांधतात. मग ज्या भिंती वर चढायचं असेल त्या भिंतीवर घोरपड फेकतात. ती घोरपड आपल्या पंजांनी भित पकडते. तिची पकड इतकी मजबूत असते की तो दोर दहा दहा माणसांनी ओढला तरी ती भित जाम सोडत नाही. मग चोर दोराच्या सहाय्यानं भिंतीवर चढून जातात.”

“पण मग घोरपड भित सोडते तरी कशी? मी विचारलं, “वर पोचल्यावर चोर तिला थोडंसं दूध पाजतात. दूध प्यायल्याबरोबर

घोरपडीची पकड सैल पडते.” असे अनेक किस्से बोधराज आम्हाला सांगायचा.

त्याच सुमारास माझ्या वडिलांना बढती मिळाली आणि आम्ही एका मोठ्या घरात राहायला लागलो. घर म्हणजे तो एक बंगलाच होता. पण जुन्या पद्धतीचा आणि शहरापासून दूर होता. खूप उंच उतरतं छप्पर, मोठ्या मोठ्या खोल्या, बाहेर अंगण होतं, झाडं झुडूपं होती. घर चांगलं होतं पण खूप ओकंबोकं वाटायचं आणि शहरापासून लांब असल्यामुळे जवळपास माझे कोणी मित्रही नव्हते.

अशावेळी बोधराज तिथे यायला लागला. कदाचित त्याला कळलं असावं की इथे चांगली शिकार मिळेल म्हणून. कारण त्या जुनाट घरात आणि अंगणात बऱ्याच पक्ष्यांची घरटी होती. अधूनमधून माकडं भेट द्यायची आणि बाहेरच्या झाडीमध्ये मुंगूसाची एक दोन बिळंही होती. घराच्या मागच्या बाजूला एक मोठी खोली होती. त्यात सगळं अडगळीचं सामान टाकून आईनं त्याचं गोदाम करून टाकलं होतं. इथे कबुतरांची वस्ती होती. दिवसभर ती गुटरगू करत राहायची. तिथेच फुटक्या झरोक्याजवळ मैनेचंही घरटं होतं. त्यामुळे फरशीवर पिसं, फुटकी अंडी, घरट्याच्या काड्या वगैरे पडलेलं असायचं.

बोधराज आला की मी त्याच्याबरोबर भटकायला बाहेर पडायचो. एकदा त्यानं

साळिंदर आणलं. त्याचं काळ लांबट तोंड आणि टोकदार, टोचणारे केस बघूनच मी घाबरलो. आईला माझं बोधराजबरोबर भटकणं आवडत नसे. पण तिला हेही कळत होतं की मी एकटाच घरात बसून करणार तरी काय! आई पण त्याला राक्षस म्हणायची. ती त्याला खूप समजावायची की गरीब प्राण्यांना त्रास देऊ नये म्हणून.

एक दिवस आई मला म्हणाली, “नाहीतरी तुझ्या दोस्ताला घरटी मोडण्यात मजा वाटते ना, मग त्याला म्हणावं आमच्या गोदामातली घरटी तरी साफ कर! चिमण्यांनी तिथे अगदी घाण करून ठेवली आहे.”

“पण आई, तूच म्हणाली होतीस ना, की घरटी मोडणाऱ्याला पाप लागतं?” “मी त्याला पक्ष्यांना मारायला थोडच सांगत्येय? तो पक्ष्यांना गलोलिंनं मारतो. घरटी साफ करणं ही वेगळी गोष्ट आहे.”

त्यानंतर बोधराज जेव्हा माझ्याकडे आला तेव्हा मी त्याला घराच्या मागच्या बाजूला असलेल्या गोदामाकडे घेऊन गेलो. त्याला कुलूप होतं ते उघडून आम्ही आत गेलो. संध्याकाळ झाली होती. त्यामुळे गोदामात अंधुकसा प्रकाश होता. आत गेल्यावर मला असं वाटलं की जणू काही आम्ही एखाद्या जनावराच्या गुहेतच शिरलोय. आत कमालीची दुर्गंधी होती आणि फरशीवर सगळीकडे पिसं आणि पक्ष्यांची विष्टा!

खर सांगायचं तर मी घाबरलो होतो. मला वाटत होतं की इथेही बोधराज शिकारीचा किळसवाणा खेळ खेळणार, घरट्यांची मोडतोड करणार, पक्ष्यांची घरटी ओरबाडून त्यांची अंडी फोडणार माझा थरकाप उडविणाऱ्या सगळ्या गोष्टी करणार! कशाला आईनं त्याला गोदामात नेऊन घरटी साफ करायला सांगितलं कोणास ठाऊक! इकडे तर मला त्याच्या बरोबर खेळू देत नव्हती आता सांगत्येय की घरटी मोडून टाक!

मी बोधराजकडे पाहिलं तर तो अगदी मन लावून छपराखालच्या मैनेच्या घरट्याचं निरीक्षण करत होता. छताची दोन उतरती पाखं आणि खाली खोलीच्या या टोकापासून त्या टोकापर्यंत आरपार लाकडी तुळई आडवी टाकली होती. त्यामुळे त्रिकोण तयार झाला होता. त्या तुळईवर फुटक्या झरोक्याजवळ एक मोठं घरटं होतं. ते मैनेचं घरटं होतं. कबुतरं दुसऱ्या बाजूला तुळईवर बसून गुटरगूं करत होती. आणि सगळा वेळ तिथेच आसपास भिरभिरत उनाडक्या करण्यात घालवत होती.

“घरट्यात मैनेची पिळं आहेत.” असं म्हणतं बोधराजनं गलोलिचा नेम धरला. तेवढ्यात मला घरट्यातून पिळंांच्या चिमुकल्या पिवळ्या-पिवळ्या चोची डोकावताना दिसल्या “पाहिलंस?” बोधराज सांगत होता, “ही विलायती मैना दिसतेय. त्या कधी इथे घरटी करत नाहीत.

ह्यांचे आईवडील आपल्या थव्यापासून वेगळे पडलेले दिसतायत. त्यामुळे त्यांनी इथे घरटं बांधलंय,” “मग ह्यांचे आईवडिल कुठे आहेत?” मी विचारलं, “पिलांसाठी चारा आणायला गेलेत. येतीलच इतक्यात.” असं म्हणून बोधराजानं गलोल उचलली. त्यानं गलोल उडवून नये म्हणून मी त्याला थांबवणार होतो तेवढ्यात त्याच्या गलोलितून फर्ऽऽऽ असा आवाज आला आणि त्यानंतर जोरात टणकन आवाज आला. गलोलितून मारलेला दगड घरट्याला न लागता छताला लावलेल्या पत्र्यांना लागला होता. दोन्ही चोची एकदम गायब झाल्या आणि एकदम शांतता परसली. मैनेची पिल्लं बहुतेक घाबरून गुपचुप बसली होती. परत बोधराजानं दगड मारला तो तुळईला लागला. बोधराजला आपल्या अचूक नेमाचा खूप अभिमान होता. दोनदा नेम चुकल्यामुळे तो चिडला. तो थोडावेळ अजिबात आवाज न करता उभा राहिला. पिल्लं चोची उंचावून पुन्हा बाहेर डोकावायला लागल्याबरोबर त्यानं तिसरा वार केला. ह्यावेळी दगड घरट्याच्या कडेला लागला. तीनचार काड्या खालीपडल्या, कापसाचे धागे उडून खाली पडले पण घरटं पडलं नाही.

बोधराजानं पुन्हा गलोल सरसावली तेवढ्यात खोलीत एक भयानक सावली पडली. झरोक्यातून येणारा उजेड झाकला गेला होता. झरोक्याजवळ एक मोठी घार पंख पसरून बसली होती. आम्ही दोघंजण



थबकून तिच्याकडे पहायला लागलो. झरोक्याशी बसलेली घार अगदी भयानक दिसत होती. “ हे घारीचं घरटं असणार, ती आपल्या घरट्याकडे परत आलेली दिसत्येय.” मी मोठ्यानं म्हटलं. “नाही नाही घारीचं घरटं इथे कसं असेल? घार तर झाडावर घरटं बांधते. हे मैनेचंच घरटं आहे.” त्याच वेळी घरट्यातून चों चों असा मोठ्यानं आवाज यायला लागला. घरट्यातली पिल्लं पंख फडफडवीत ओरडत होती.

आम्ही दोघं अगदी स्तब्ध उभं राहून घार आता काय करते ते बघू लागलो. घार झरोक्यातून आत आली. आणि तुळईवर बसली. आपलं छोटसं डोकं हलवून एकदा डावीकडे, एकदा उजवीकडे बघत होती. मी गप्प होतो. बोधराजही गप्प उभा होता. तो काय विचार करत होता कोण जाणे. घरट्यातून पिलांच्या ओरडण्याचा आवाज



येतच होता. मैनेची पिळ्ळं अतिशय घाबरलेली होती. त्यामुळे खूप ओरडत होती.

“ही इथे रोजच येत असणार.” बोधराज म्हणाला. आता माझ्या लक्षात आलं की फरशीवर जागजागी पिसं आणि मांसाचे तुकडे का पडलेले असायचे. घर नक्कीच घरट्यावर झडप घालत असणार, मांसाचे तुकडे आणि रक्ताने माखलेली पिसं तिच्याच चोचीतून पडत असणार. बोधराज अजूनही घारीवर नजर लावून बसला होता. आता घर तुळईवरून चालत हळूहळू घरट्याकडे जायला लागली. घरट्यातली पिळ्ळं पंख फडफडवीत ओरडतच होती. बोधराज अजूनही पुतळ्यासारखा उभा होता आणि घारीकडे लक्षपूर्वक पाहात होता.

मी घाबरलो माझ्या मनात आलं ‘पिलांना घारीनी मारलं काय आणि बोधराजनं गलोल्लीनं मारलं काय, काय फरक पडतो?

घार आली नसती तर बोधराजनं एव्हाना घरटं नक्कीच ओरबाडून काढलं असतं. तेवढ्यात बोधराजनं गलोल उचलून घारीवर नेम धरला.

“घारीच्या वाटेला जाऊ नकोस. ती तुझ्यावर झडप घालेल.” मी बोधराजला म्हटलं पण त्यानं ऐकलं नाही आणि दगड मारला पण तो घारीला न लागता छतावर आपटून खाली पडला आणि घर आपले मोठेमोठे पंख पसरवून खाली डोकावून बघायला लागली

“चल, इथून जाऊ या!” मी घाबरून म्हटलं. “नाही नाही आपण जर निघून गेलो तर घर पिलांना खाऊन टाकेल!” त्याच्या तोंडून हे वाक्य मला जरा चमत्कारिक वाटलं. आता थोड्या वेळापूर्वी तो स्वतःच घरटं पाडायचं म्हणून गलोल घेऊन आला होता.

बोधराजनं परत एकदा नेम धरला. पण घर तुळईवरून उडून गोदामामध्ये अर्धवट चक्कर मारून परत तुळईवर जाऊन बसली. घरट्यातली पिळ्ळं सारखी ओरडतच होती. बोधराजनं झटकन गलोल माझ्या हातात दिली आणि खिशातून दोन चार खडे काढून माझ्या हातात कोंबले. “तू घारीला दगड मारत राहा. तिला बसू देऊ नकोस”, तो म्हणाला आणि स्वतः धावत जाऊन भिंतीजवळचं टेबल ओढत खोलीच्या मधोमध आणायला लागला. गलोल कशी उडवायची ते मला माहित नव्हतं. एकदोनदा मी त्यातून खडे

उडवायचा प्रयत्न केला पण तो पर्यंत घर दुसऱ्या तुळईवर जाऊन बसली होती. बोधराजने टेबल ओढत बरोबर मैनेच्या घरट्याखाली आणले.) मग एक मोडकी खुर्ची टेबलावर ठेवली आणि उडी मारून टेबलावर चढला. तिथून खुर्चीवर चढून उभा राहिला. मग दोन्ही हात उंचावून कसाबसा तोल सांभाळत हळू हळू दोन्ही हातांनी घरटं तुळईवरून काढलं. खुर्चीवरून टेबलावर आला आणि घरटं हातात घेऊन खाली उडी मारली.

“चल चल लौकर बाहेर!” असं म्हणून त्यानं दरवाज्याकडे झेप घेतली. गोदामाच्या बाहेर पडून आम्ही गॅरेजमध्ये आलो. गॅरेजला एकच मोठं दार होतं आणि भिंतीत एक छोट्यासा झरोका होता. इथेही गॅरेजच्या या टोकापासून त्या टोकापर्यंत तुळई होती. “घार इथे येऊ शकणार नाही.” असं म्हणून इकडे तिकडे बघत एका खोक्यावर चढून बोधराजनं घरटं एका मोडक्या तुळईवर ठेवलं. थोड्या वेळानं घरट्यातली मैनेची पिल्लं ओरडायची थांबून गप्प झाली. बोधराज खोक्यावर चढून घरट्यात डोकावून बघत होता. मला वाटलं आता हा नेहमीप्रमाणे दोन्ही पिल्लं उचलून घेऊन खिशात घालून फिरणार. पण त्यानं तसं काहीच केलं नाही. तो खूप वेळ घरट्यात डोकावून पाहात राहिला. मग म्हणाला, “थोडसं पाणी आण. त्यांना तहान लागल्येय. आपण त्यांच्या चोचीत थेंब थेंब पाणी

घालू.” मी बाहेर जाऊन एका भांड्यात पाणी घेऊन आलो. दोन्ही पिल्लं इवल्या इवल्या चोची उंचावून धापा टाकत होती. बोधराजने त्यांच्या चोचीत थेंब थेंब पाणी घातलं. मला पिल्लांना हात लावू दिला नाही, स्वतःही त्यांना अजिबात शिवला नाही.

“ह्या पिल्लांचे आईवडील इथे कसे येतील?” मी विचारले. “ते त्या झरोक्यातून येतील. ते बरोबर पिल्लांना शोधून काढतील बघ.” आम्ही खूप वेळ गॅरेजमध्ये बसून राहिलो. घर गोदामाच्या आत येऊ नये म्हणून झरोका बंद करण्याचा बोधराज खूप वेळ विचार करत होता. संध्याकाळी तो सतत घारीबद्दलच बोलत होता.

दुसऱ्या दिवशी बोधराज माझ्या घरी आला तेव्हा त्याच्या हातात गलोलही नव्हती आणि खिशात दगडही नव्हते. उलट तो खिशात भरपूर चारा घेऊन आला होता. मग आम्ही दोघं खूप वेळ पिल्लांना चारा घालत त्यांची गंमत बघत बसलो.



शैक्षिक संदर्भ अंक ४६ मधून साभार.

लेखक : कै. भीष्म साहनी यांनी पत्रकारिता, अध्यापन, नाट्यक्षेत्र यातील कामांसह भरपूर लेखन केले आहे. इष्टा, प्रगतिशील लेखक संघ, आफ्रो आशियाई लेखक संघ यांचे ही काम केले होते. त्यांच्या कांदबरीवर आधारित तमस ही मालिका आपणही पाहिली असेल.

अनुवाद: प्रीती केतकर : पालकनीती मासिकाच्या गटात सहभागी. लेखनाची आवड.

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (१५)	रु. २२५/-★	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक □/मनी ऑर्डर

★(पोस्टेजसाठी रु. ६०/- जादा पाठवावेत.)

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.

बँक ड्राफ्ट/चेक/मनीऑर्डरने संदर्भ च्या नावे पाठविले आहेत.

□ (पुण्याबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

नाव _____

पत्ता _____

सही

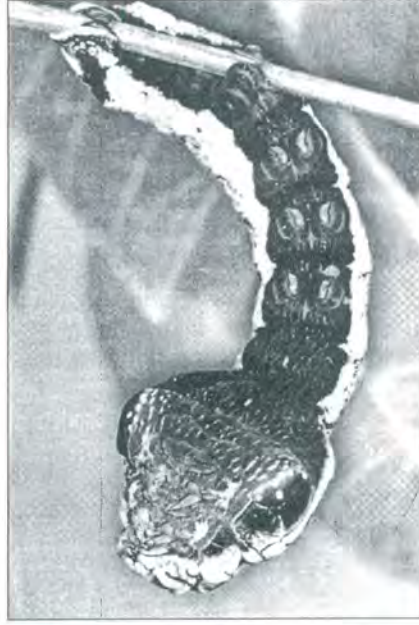
तारीख

संदर्भ, वंदना अपार्टमेंट्स, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

फोन : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.

आमचे प्रतिनिधी १) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी
सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१.

२) श्री. नागेश मोने ११२३, ब्राह्मणशाही, भाग्योदय निवास,
वाई, जि. सातारा.



जीवशास्त्रीय उत्क्रांतीमध्ये शिकाऱ्यांपासून स्वतःचा बचाव करण्यासाठी वेगवेगळ्या प्राण्यांमध्ये वेगवेगळ्या क्षमता आणि पद्धती विकसित झाल्या आहेत. त्यातलीच एक पद्धत म्हणजे 'मिमिक्री' किंवा नकल. ही नकल करण्याची क्षमता अगदी थोड्या प्राण्यांमध्ये बघायला मिळते.

याप्रकारचं उत्तम उदाहरण म्हणजे सापअळी! २ ते ६ इंच लांबीची ही अळी एका पतंगाची अळी असते. साध्याशा दिसणाऱ्या या अळीला जेव्हा अचानक कशाचा तरी स्पर्श होतो, तेव्हा तिचं डोकं सापासारखं दिसायला लागतं. त्या त्रिकोणी डोक्यावर मोठ्या मोठ्या डोळ्यांप्रमाणे खुणा असतात आणि हा 'साप' फणा उचलून चावायला झडपसुद्धा घालतो.

झाडाच्या फांदीवर दिसणाऱ्या ह्या सापअळीला एरवी कोणीही सामान्य अळीच समजेल. पण जेव्हा तिला अचानक धोका जाणवतो, तेव्हा ती एकदम फांदीला लटकते आणि तिचं डोकं त्रिकोणी आकाराचं होतं. अशावेळी ती हुबेहूब 'मेक्सिकन वाइन' सापासारखी दिसते. हे सोंग बहुधा सरड्यापासून बचाव करण्यासाठी असावं. कारण मेक्सिकन वाइन साप सरड्याला मोठ्या चवीनं खातो. सरडा ह्या अळीला पाहून नक्कीच दूर पळत असेल.

शैक्षणिक संदर्भ - फेब्रुवारी - मार्च २००४ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार कविता संपादक नीलिमा सहचंद्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ६ येथे प्रकाशित केले.

