

जिल्हा. २०११ - जाने. २०१२

शैक्षणिक संदर्भ

अंक ७३

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



कंपनीशैलीतील चित्रे



शैक्षणिक संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान

यात रुची असणाऱ्यांसाठी

अंक ७३ डिसेंबर २०११-जानेवारी २०१२

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

विश्वस्त :

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

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंदु सोमण, यशश्री पुणेकर.

व्यवस्थापन :

ज्योती देशपांडे

पोस्टेजसहित

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स ॲड प्रोसेसर्स

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

मुख्यपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

अंकाची किंमत रु. ३०/-

रमाकांत धनोकर, श्रीन ग्राफिक्स.

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

संपर्क : संदर्भ, द्वारा समुचित एन्हायरोटेक प्रा.लि.

फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौसिंग सोसायटी,

निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,

लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

फोन : २५४६०१३८ वेळ : १२.३० ते ४.

www.sandarbhhsociety.org



मुखपृष्ठावर इंद्रधनुषी रंगाचा साबणाचा बुडबुडा आणि दोन रंगचक्रं दिसतायत. आपण जे रंगचक्र (शाळेत तर नक्की) जलरंगांसाठी वापरतो, त्यापेक्षा ही वेगळी आहेत.

यापैकी उजवीकडचे रंगचक्र (मध्यभागी काळा रंग असलेले) आपल्याला चार रंगी छपाई करताना उपयुक्त ठरते. इथे सायन व मॅजेंटा या मिश्रणाने निळा रंग मिळतो. सायन, मॅजेंटा, पिवळ्याच्या मिश्रणाने काळा मिळतो.. इत्यादि.

पण डावीकडचे रंगचक्र आपल्याला प्रकाशाच्या भंजक व्यतिकरणात मिळू शकणारे पूरक रंग सांगते. (अधिक माहिती ‘साबणाच्या करामती’ या लेखात पहा.) जेव्हा व्यतिकरणात दोन रंगांच्या प्रकाशलहरी एकमेकांना नष्ट करतात तेव्हा तिथे पूरक रंग दिसतो. उदा. पांढऱ्या रंगातून निळा लुस झाला तर दिसतो पिवळा रंग. पांढऱ्यातून तांबडा नष्ट झाला तर दिसतो सायन (समुद्री निळा) हे सर्व नाट्य साबणाच्या फुव्यावर चालू असते. सूत्रधार असतात दोन - फुव्याची जाडी आणि परावर्तित प्रकाशाची तरंगलांबी.

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ७३



साबणाच्या करामती ५



फॅरनहाईट - एक अजब तापमान श्रेणी ९

- ऊर्जासिमस्येवर तोडगा : जैव इंधनवायू १७

- आणिक घड्याळ २५



आपल्याला दिसतं तरी कसं? भाग-२ ३०

- शाश्वतविकासासाठी सहस्रकाची उद्दिष्टे ३७

- हिन्याचा ग्रह ४३



वर्ग पदावलीचे आलेख ४६

- भारतीय कलेचा इतिहास ५४

- ईव्हच्या सात लेकी ५८

- नवे गणित कशासाठी? ६७

- अनारको स्वप्नांच्या इस्पितळात ७३



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.



शैक्षणिक संदर्भच्या तपपूर्ती विशेषांकाचे प्रकाशन ३ नोव्हेंबर २०११ रोजी अखिल भारतीय मराठी विज्ञान परिषदेच्या ४६ व्या अधिवेशनामधे पुणे येथे करण्यात आले. अधिवेशनाच्या अध्यक्षा, ज्येष्ठ सागरविज्ञान तज्ज्ञ डॉ. अदिती पंत यांच्या हस्ते विशेषांकाचे प्रकाशन झाले.

यावेळी शैक्षणिक संदर्भचे उद्घष्ट, आतापर्यंतची वाटचाल याबद्दल डॉ. संजीवनी कुलकर्णी यांनी मांडणी केली. शैक्षणिक क्षेत्रामधे आणि दैनंदिन जीवनामधे वैज्ञानिक दृष्टिकोण यावा यासाठी संदर्भमधून विविध पद्धतींनी सतत प्रयत्न केले जातात.

या आमच्या प्रयत्नांना शुभेच्छा देण्यासाठी आपण बहुसंख्येने उपस्थित राहिलात तसेच पुस्तक प्रदर्शनालाही उदंड प्रतिसाद दिलात याबद्दल धन्यवाद. आपले असेच सहकार्य पुढेही मिळेल ही खात्री वाटते. मराठी विज्ञान परिषद, पुणे यांच्या अनमोल सहकार्याबद्दल मनापासून आभारी आहोत.



साबणाच्या करामती

लेखक : किरण फाटक

साबणाच्या फुग्यावरचे इंद्रधनुषी रंग कसे तयार होतात ते आपण गेल्या अंकात पाहिलं. वेगवेगळ्या प्रकाश लहरी मिसळल्यामुळे (इंटरफरन्स) हे रंग तयार होतात. जेव्हा मिसळणाऱ्या लहरींची चाल जुळते (इन फेज) तेव्हा तो रंग प्रकर्षनं भडकपणे दिसतो. या प्रक्रियेला विधायक व्यतिकरण किंवा कन्स्ट्रक्टिव्ह इंटरफरन्स म्हणतात. जेव्हा या तरंगांची चाल वेगळी पडते (आऊट ऑफ फेज) तेव्हा त्या लहरींचा रंग दिसेनासा होतो. या प्रक्रियेला भंजक व्यतिकरण किंवा डिस्ट्रक्टिव्ह इंटरफरन्स म्हणतात. मिसळलेल्या लहरींचा रंग जर नाहीसा झाला तर त्या जागी त्या रंगाचा पूरक रंग दिसतो. पूरक रंगाविषयी अधिक माहिती कव्हर २ वर बघा. (चित्र मुख्यपृष्ठावर)

एकूण काय, हे सर्व रंगमय नाट्य फुग्यावर चालू असते. त्याचे मुख्य सूत्रधार

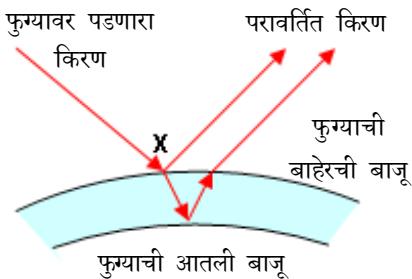
असतात दोघं जण, पहिला म्हणजे प्रकाशाच्या विभक्त झालेल्या दोन लहरी बाहेर पडताना त्यांच्या चाललेल्या अंतरात पडलेला फरक आणि दुसरी म्हणजे विविध रंगांची तरंगलांबी. म्हणजेच फुग्याच्या आवरणाची जाडी आणि तरंगलांबी ह्या दोघांतील संबंधांवर रंगांची उधळण अवलंबून असते.

बदलते रंग

गेल्या अंकामध्ये आपण साबणाच्या मोठमोठ्या फुग्यांची छायाचित्रे पाहिली. प्रत्येक फुग्यावर वेगवेगळे, बदलते, झळझळीत रंग दिसत होते. फुग्याचे रंग असे बदलत का जातात?

ह्याचं साधं उत्तर म्हणजे साबणाच्या फुग्याची जाडी बदलते म्हणून रंग बदलत जातात.

पण फुग्याची जाडी का बदलत जाते? त्याचं कारण असं की, साबणाचा मोठा



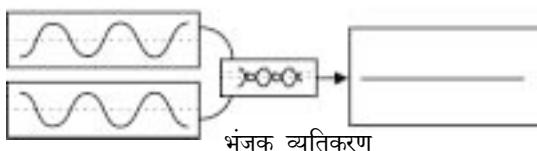
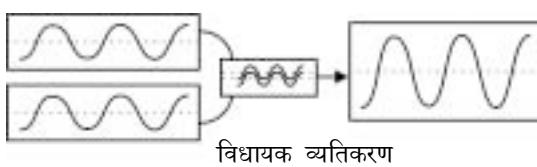
फुगा फुगवल्यावर लगेच त्यातलं पाणी गुरुत्वाकर्षणाने ओघळून खाली येऊ लागतं. ह्यामुळे फुग्याच्या वरच्या भागातील जाडी कमी होऊ लागते. दुसरंही एक कारण फुग्याची जाडी कमी करायला कारणीभूत ठरतं. ते म्हणजे फुग्यातील पाण्याचं लगेच बाष्पीभवन सुरु होतं. ह्या कारणांनी फुग्याची जाडी सगळीकडे सारखी रहात नाही. आणि ही जाडी बदलत जात असल्याने फुग्यावरचे रंग सरकताना दिसतात, बदलताना दिसतात.

साधारणपणे आवरण अधिक जाढ असेल तर तांबडा रंग लुप्त होऊन त्या जागी निळसर हिरवा, नंतरच्या जाडीला पिवळा लुप्त होऊन त्या जागी निळा, नंतर हिरवा लुप्त होऊन त्या जागी मँजेटा, आणि शेवटी निळा लुप्त होऊन त्या जागी सोनरी पिवळा रंग दिसतो. त्यापेक्षा कमी म्हणजे प्रकाशाच्या तरंगलांबीपेक्षा कमी जाडी असेल तेव्हा सगळेच रंग लुप्त होतात. फुगा

काळसर दिसू लागतो. ही जाडी सुमारे २५ नॅनोमीटर एवढी असते आणि तेव्हा फुगा अगदी फुटायच्या अवस्थेत असतो. कारण रंग परावर्तित करण्याची क्षमताच फुग्याच्या पृष्ठभागामधे रहात नाही. आणि कुठल्याच रंगाचं अस्तित्व नसणारा फुगा करडा, काळपट दिसू लागतो. ‘फुगा असतो पण दिसत नाही’ अशी विचित्र स्थिती होते. आणि नंतरच्या क्षणभरात फुगा फुटल्यामुळे उडणाऱ्या पाण्याच्या तुषारांनी आपल्याला फुगा तोपर्यंत अस्तित्वात होता हे कळतं.

अत्यंत पातळ पारदर्शक आवरणावर प्रकाशामुळे असे रंग दिसणं आणि त्या रंगांचा आवरणाचा जाडीशी संबंध असण ह्या तत्त्वाचा तांत्रिक क्षेत्रात फार उपयोग असतो. कारण प्रकाशलहरींच्या तरंगलांबी इतक्या पातळ आवरणांची जाडी किती असेल त्याचे मोजमाप त्या आवरणावर दिसणाऱ्या रंगावरून करता येतं.

साबणाच्या अंतरंगात जाऊन आपण त्याच्यासंबंधी बन्याच गोष्टी पाहिल्या.



थोडी गंमत

साबणावर आधारित गंमतीदार खेळदेखील यावेळी आपण बघणार आहोत.

या खेळांमध्ये पाण्याच्या पृष्ठभागावरील ताण आपण अनुभवू. साबणाने हा ताण कमी झाल्यामुळे कशा गंमती घडतात ते पाहू.

पाण्यावर तरंगणारी सुई

सुई किंवा पेपर किंप पाण्यावर कशी तरंगत ठेवायची ते आपण समजावून घेऊ.

एका पसरट भांड्यात पाणी घ्या. पाण्याचा पृष्ठभाग स्थिर होऊ द्या. साधारण एक-दोड चौरस इंच आकाराचा, सुई राहील असा अगदी पातळ कागद किंवा टिशू पेपरचा तुकडा घ्या. कोरडी सुई कागदावर ठेवून तो कागद कडांनी उचलून अलगदपणे पाण्यावर ठेवा. कागद ओलसर होत जाईल. त्याला कात्रीच्या किंवा कुठल्यातरी टोकदार भागाने अगदी हल्लवारपणे पाण्यात ढकलून बुडवा. कागद पाण्यात खाली जाईल आणि सुई पाण्यावर तरंगत राहील. या चिन्नात बारकाईने पाहिल्यास तळाशी गेलेला कागदाचा तुकडा दिसेल.

सुईची घनता पाण्यापेक्षा जास्त असूनही ती पाण्यावर तरंगते कारण



पाण्याचा पृष्ठभाग एखाद्या ताणलेल्या कातडीसारखा वागत असतो. इतर द्रवांपेक्षा पाण्याच्या बाबतीत पृष्ठभागावर असा ताण जास्त असतो कारण पाण्याच्या रेणूरेणूमध्ये आकर्षणाचं बल खूप जास्त असतं. म्हणून पाण्यावर तरंगणाच्या सुईवर असणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणापेक्षा हा ताण जास्त ठरतो. सुई जसजशी अधिक ओली होत जाईल तसेतशी ती खाली जाईल. आता सुई तरंगत असताना पाण्यात लिक्रिड सोपचा एक थेंब हलकेच सोडा. ताबडतोब सुई पाण्यात खाली जाईल.

लिक्रिड सोप ह्या पाण्यात टाकताच पाण्याच्या पृष्ठभागावरील 'कातडी' जणू फाटतेच. कारण साबणामुळे पाण्याच्या

रंग मिसळल्यामुळे एखाद्या रंग तयार होणे आणि एखाद्या रंग लुप्त झाल्यामुळे तिथे पूरक रंग दिसणे या वेगळ्या गोष्टी आहेत हे लक्षात घ्यायला हवे. आपण रंगपेटीतले रंग मिसळून काही रंग तयार करून वापरतो; किंवा रंगीत चित्रे, फोटो छापतात, तेव्हा छपाईची विशिष्ट रंगांची शाई मिसळून तयार झालेले रंग वापरतात. इथे त्या रंगांच्या शाईमधली रसायने मिसळून नवे रंग तयार होतात.

रेणूंमधील आकर्षण बरंच कमी होऊन पृष्ठभागावरचा ताण खूप कमी होतो. त्यामुळे तो सुईला तोलू शकत नाही.

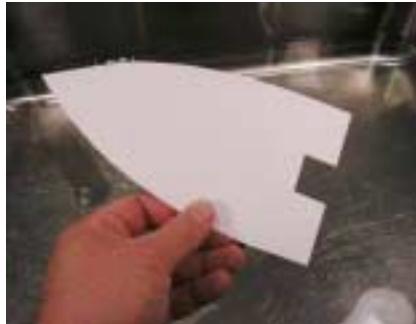
प्लॅस्टीक किंवा कार्डबोर्डच्या बोटी
प्लॅस्टीक किंवा कार्डबोर्डचा चिन्हात दाखवल्यासारखा बोटीच्या आकाराचा तुकडा करा. छोट्या टबसारख्या पसरट भांड्यात पाणी घेऊन त्यात बोट पाण्यावर सोडा.

बोटीच्या आतील बाजूस दिसत असलेल्या भोकावर किंचितसा साबण ठेवा. लगेच बोट 'स्टार्ट' घेऊन चालायला लागलेली दिसेल.

साबण बोटीला इंधन कसं पुरवतो?

ह्याचं कारण असं की पाण्याच्या ज्या भागात साबणाचा थेंब आपण सोडतो त्या भागातल्या पाण्याच्या रेणूरेणूंमधलं आकर्षणाचं बल कमी होऊ लागतं. त्यामानाने बोटीच्या पुढच्या भागातील पाण्याच्या रेणूंमधील आकर्षणाचं बल आधीसारखंच जास्त असतं. बोटीच्या मागच्या व पुढच्या आकर्षणाच्या बलांमधल्या रस्सीखेचीमध्ये जास्त असणाच्या बलाची सरशी होऊन बोट पुढेपुढे जाऊ लागते.

बोटीच्या शेपटाकडचं भोक जरा उजवीकडे किंवा डावीकडे केलत तर बोट वळण घेऊ शकते. मात्र साबणाच्या अंश पाण्यात सगळीकडे पसरल्यास बोट चालायची थांबते. म्हणून भांड्याएवजी



एखाद्या डबक्यात ह्या बोटी सोडल्या तर साबण पसरायला वेळ लागतो व बोटी जास्त वेळ चालत राहतात. साबणाएवजी कापराचा किंचित तुकडा ठेवला तर बोट लवकर व जास्त वेळ चालते.

रंगांचे प्रवाह

एका उथळ बशीत वाटीभर दूध ओता. त्यावर अंतराअंतराने खाण्याच्या तीन-चार रंगांचे दोन-दोन थेंब टाका. हे थेंब आपापल्या जागी थोडेसे पसरतील. नंतर ह्या थेंबावर एक-एक लिक्रिड सोपचा थेंब टाका आणि पसरणाऱ्या रंगांची उलथापालथ किती मजेशीर दिसते ते बघा.

साबणामुळे पाण्याच्या रेणूंचे आपापसातील आकर्षणाचे बल कमी झाल्यामुळे पाण्याचे रेणू एकमेकांपासून लांबलांब जाऊ लागतात. त्यामुळे पाण्यात प्रवाह निर्माण होतात आणि रंगांमुळे ते आपल्याला छान दिसू शकतात.

त्रैकौटी

लेखक : श्रीमती किरण फाटक, पुणे, भौतिकशास्त्राच्या प्राध्यापक (निवृत्त). विज्ञान वाहिनीमधे कार्यकर्त्या.

फॅर्नहाईट एक अजब तापमान श्रेणी



लेखक : सुशील जोशी
अनुवाद : गो. ल. लोढे

एखादी वस्तू कितपत गरम आहे हे सांगताना आपण तापमान हा शब्द वापरतो. आपण एखाद्या वस्तूला हात लावला तर ती आपल्या शरीराच्या तापमानापेक्षा गर आहे की गरम आहे, हे आपण अगदी सहज सांगू शकतो. पण त्यातील फरक जर अगदी थोडा असेल तर मात्र आपला घोटाळा होतो. शिवाय वस्तू नेमकी किती गरम आहे किंवा गर आहे हे समजण्यासाठी आपण काही दरवेळी त्या वस्तूला हात लावू शकतोच असे नाही. अशा वेळी एखाद्या उपकरणाची गरज भासते आणि ते उपकरण म्हणजे तापमापक होय.

सर्वांत पहिल्या तापमापकाचे स्वरूप कसे होते, आणि हळूहळू ते कसे विकसित होत गेले याची हकीकत फार मनोरंजक आहे पण ती हकीकत सांगण्याच्या भानगडीत मी सध्या पडत नाही. बदलत्या तापमानानुसार अगदी काटेकोरपणे बदलण्याची क्षमता असलेल्या पदार्थाचीच तापमापक बनवण्यासाठी गरज असते हे

जाणून घेणे फार आवश्यक व महत्त्वाचे आहे. पदार्थाला उष्णता दिली असता त्याचे प्रसरण होते असे दिसून आले आहे. घन, द्रव, वायुरूप यापैकी कोणत्याही अवस्थेत असलेल्या पदार्थाला उष्णता दिली असता त्या पदार्थाचे आकारमान वाढते. सर्व प्रकारच्या तापमापकांच्या रचनेत पदार्थाच्या याच गुणधर्माचा आधार घेतलेला असतो. अगदी पहिला तापमापक सुमारे अठराशे वर्षांपूर्वी तयार झाला. वायुरूप पदार्थाला देण्यात येणारी उष्णता ज्या प्रमाणात वाढेल त्याच प्रमाणात वायुरूप पदार्थाचे आकारमान वाढते. या निकषाचा आधार घेऊन गॅलिलिओने सुमारे पाचव्या वर्षांपूर्वी एक तापमापक तयार केला होता. याच सुमारास फॅर्नहाईट व रोमर या दोघा शास्त्रज्ञांनी आपापल्या कल्पनेनुसार स्वतंत्रपणे तापमापक तयार केले होते. दोघांनीही आपापल्या तापमापकांवर दोन बिंदू निश्चित केले होते - कमीत कमी तापमानाचा एक आणि जास्तीत जास्त

तापमानाचा एक. त्या दोन बिंदूंमधील अंतराचे समान भाग केले होते. दोघांच्या तापमापकांच्या बाबतीत फक्त एवढेच साम्य होते. दोघांनी तापमान श्रेणी वेगवेगळी वापरली होती.

फॅरनहाईटचा तापमापक

डॅनियल गॅब्रियल फॅरनहाईट यांनी सतराव्या आणि अठराव्या शतकाच्या दरम्यान तापमानदर्शक उपकरण तयार करण्याची खटपट केली. पहिला सुबक तापमापक बनवण्याचे श्रेय त्यांच्याकडे च जाते. (उकळत्या द्रवावर दाबाचा परिणाम होतो या गुणधर्माचा शोध त्यांनीच लावला). जेव्हा आपण म्हणतो की एखाद्या व्यक्तीला १०० ताप आहे किंवा १०१ ताप आहे, तेव्हा तो ताप फॅरनहाईट मध्ये मोजलेला असतो. पण इतर बाबतीत (हवेचे तापमान, उकळत्या पाण्याचे तापमान, बर्फाचे तापमान वगैरे) मात्र आपण सेंटीग्रेड मध्ये सांगतो.

फॅरनहाईट तापमानश्रेणीचा इतिहास मोठा मनोरंजक आहे. या श्रेणीप्रमाणे बर्फाचा विलयबिंदू (किंवा पाण्याचा गोठणबिंदू) हे तापमान 32° फॅरनहाईट असते, तर पाण्याच्या उत्कलन बिंदूचे तापमान 212° फॅरनहाईट असते. आणि निरोगी माणसाच्या शरीराचे तापमान 98.6° फॅरनहाईट असते. हे आकडे फारच अडनिडे वाटतात. 32 आणि 212 आले कुठून? 300 का नको? 212 ऐवजी 200

किंवा 210 का नको? तापमान मोजण्यासाठी दशमान पद्धतीचा उपयोग का केला नाही?

कोणतीही तापमानदर्शक श्रेणी तयार करण्यापूर्वी काही नैसर्गिक तापमानासाठी आधी काही मूलभूत आकडे ठरवावे लागतात. उदाहरणार्थ बर्फाचे तापमान, उकळत्या पाण्याचे तापमान किंवा शरीराचे तापमान. हे नैसर्गिक तापमान न बदलणरे असायला पाहिजे. (किंवा निदान कोणत्या परिस्थितीत ते कितपत बदलतील हे तरी आपल्याला सांगता यायला पाहिजे.)

या दृष्टीने कोणत्याही प्रकारच्या तापमापकातील कमाल व किमान तापमानदर्शक आकडे ठरवण्यासाठी उकळते पाणी व नैसर्गिक बर्फ यांचाच जास्त करून उपयोग केला जातो. काही तापमानश्रेणींमध्ये बर्फाचे तपमान 0° धरले जाते. असे असताना फॅरनहाईट यांना आपल्या तापमानश्रेणीत 0° च्या जागी 32° म्हणायचं हे काय गौडवंगाल सुचले? आणि जर 0° च्या जागी 32° तापमान ठेवले तर 0° तापमान कशाला म्हणायचे?

फॅरनहाईटचे शून्य

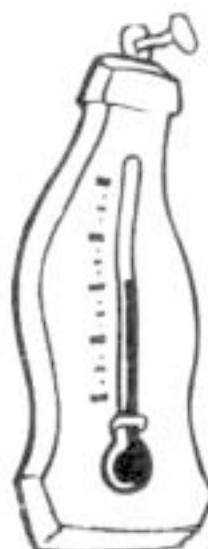
फॅरनहाईट यांनी आपल्या तापमानश्रेणीबद्दल असे सांगितले की त्यांना तापमानश्रेणीत ऋण तापमान दाखवावयाचे नव्हते. ते पूर्वी जर्मनीत आणि ॲमस्टरडॅम (नेदरलॅंडमधील एक मोठे शहर) येथे राहिले होते. त्यामुळे बफपिक्षाही जास्त गारठा असू

शकतो हे त्यांना माहीत होते. काही वेळा इतकी थंडी पडते की हवेचे तापमान बर्फाच्या तापमानापेक्षा पुष्कळच कमी असते. म्हणजेच बर्फाचे तापमान शून्य धरले तर त्यापेक्षा थंड असलेल्या हवेचे तापमान क्रूण संख्येत दाखवावे लागेल. तापमापकावर अशा पुष्कळ क्रूण संख्या दाखवाव्या लागतील म्हणून फॅरनहाईट यांनी असा विचार केला की जे सर्वांत कमी तापमान असते त्याला शून्य म्हणावे.

बर्फात मीठ मिसळले असता मिश्रणाचे तापमान कमी होते हे आपण जाणतोच. सेंटिग्रेड श्रेणीत ते तापमान 0° च्या खाली जाते. (म्हणजे क्रूण तापमान दाखवले जाते) फॅरनहाईटनी मीठ व बर्फ हे दोन्ही समप्रमाणात घेतले व मिश्रणाचे जे कमीत कमी तापमान होते ते 0° धरले यानंतर तापमापक फक्त साध्या बर्फात ठेवला. तापमापकातील पारा वर चढता चढता जेथे थांबला ते तापमान त्यांनी 30° धरले. होय, बर्फाचा विलयबिंदू त्यांनी 30° मानला होता. तापमापक तोंडात किंवा काखेत धरून पारा वर चढता चढता जेथे थांबला ते तापमान त्यांनी 90° फॅ. धरले आतापर्यंत तापमानाचे तीन आकडे $0, 30$, आणि 90 त्यांनी ठरवले होते. त्यांना 30 आणि 90 हे आकडे कसे सुचले असावेत याबद्दल अनेकांची अनेक मते आहेत. त्यापैकी एक

मत असे आहे की त्यांच्या आधी रोमरने बनवलेल्या तापमापकात बर्फ, मीठ आणि नवसागर यांच्या मिश्रणाचे तापमान 22.5° होते तर निव्वळ बर्फाचे तापमान 7.5° होते. फॅरनहाईट यांनी आपली तापमानश्रेणी तयार करताना या दोन आकड्यांना (7.5 व 22.5) चारने गुणले. $7.5 \times 4 = 30$ $22.5 \times 4 = 90$ असे तापमान आले.

तर मग 32° हे तापमान कोटून आले? आता 30 आणि 90 यातील अंतराचे समान भाग करणे (अंशात्मक तापमान दाखविण्यासाठी) हे फॅरनहाईट यांचे पुढील काम होते. परंतु हे काम फार कठिण होते. त्यांच्या काळात आजसारख्या सोयी-सुविधा नव्हत्या. विचार केल्यावर एक साधी सोपी गोष्ट त्यांच्या लक्षात आली. जर हे अंतर म्हणजे बर्फाचे तापमान आणि निरोगी





फॅरनहाईट आणि
सेंटिग्रेडची तुलना

फेरफार करून 32° व 96° असे केले. आता
यातील अंतर 64° झाले. 64° हा दोनचा
सहावा घात आहे

$(2^{\circ} = 64)$ अशा रीतीने 30° व 90°
ऐवजी 32° व 96° हे आकडे आले.

उकळते पाणी

फॅरनहाईट तापमानश्रेणीवर $0, 32, 96^{\circ}$ हे
आकडे कोठे घ्यायचे हे ठरत्यावर फॅरनहाईट
यांनी उकळत्या पाण्याचे तापमान मोजले.
उकळत्या पाण्याचे तापमान त्यांनी 212°
ठरवले. का?

शरीराचे तापमान यातील अंतर दोनच्या घाताच्या स्वरूपात मांडता आले तर या अंतराचे समान भाग करणे सोपे पडेल. दोन बिंदूतील अंतर दरवेळी आपल्याला निम्मे करावे लागेल. यासाठी त्यांनी बफची तापमान व निरोगी शरीराचे तापमान दाखवणारे आकडे थोडा

$32 + 96 = 128$

पूर्ण वर्तुळाचे 360° अंशात समान भाग करता येतात. त्यानुसार गोलाच्या परिधावरील विरुद्ध बिंदू एकमेकांपासून 180° अंशावर असतो. फॅरनहाईट यांनी असा विचार केला की बफची द्रवीभवन व पाण्याचे उत्कलन या दोन्ही घटना अशाच विरुद्ध टोकाच्या आहेत, त्यामुळे त्यांच्या तापमानात 180° अंशाचे अंतर ठेवावे. बर्फाच्या विलयबिंदूवे तापमान 32° हे तर आधीच ठरले होते म्हणून

$32 + 180 = 212$.

हे उकळत्या पाण्याचे तापमान झाले. या मापनश्रेणीप्रमाणे निरोगी माणसाच्या शरीराचे तापमान 96° काही येत नाही. ते येते 98.6° अशी आहे ही फॅरनहाईट तापमानश्रेणी बनविण्याची चित्रकथा !

कित्येक वर्षांपर्यंत हाच तापमापक वापरला जात होता. पण त्यानंतर जवळजवळ $50-60$ वर्षांनी सेंटिग्रेड तापमापकाचा जमाना अस्तित्वात आला. सेंटिग्रेड तापमापकात बर्फाचा विलयबिंदू शून्य अंश धरला आहे व पाण्याचा उत्कलन बिंदू 100° धरला आहे. त्यामुळे तापमान मोजणे सोपे झाले आहे. हल्ली अमेरिका सोडून जगातील इतर सर्व देश सेंटिग्रेड तापमापकाचाच वापर करतात.

त्र०८०

लेखक : सुशील जोशी, एकलव्य द्वारा प्रकाशित स्रोत फिचर मध्ये कार्यरत, विज्ञान लेखन आणि शिक्षणाची आवड.

अनुवाद - गो.ल. लोंडे, निवृत्त प्राचार्य

प्रयोगशाळेतील तपमापक उलटा धरला तर?

आमच्या मित्रमंडळातील शंकासुराला आज प्रश्न विचारण्याची सुरसुरी आली. तो म्हणाला की जर प्रयोगशाळेतील तपमापक उलटा धरला (म्हणजे पाच्याचा फुगा वरच्या बाजूला केला) तर फुग्यातील पारा तापमापकाच्या नळीत खाली का सरकत नाही? त्याच्या या प्रश्नाचे समाधानकारक उत्तर देण्यासाठी आम्हाला खूपच डोकेफोड करावी लागली तरीही आम्हाला त्याचे पूर्ण समाधान झाल्यासारखे वाटले नाही.

आपला दैनंदिन अनुभव असा आहे की एखाद्या भांड्यात एखादा प्रवाही पदार्थ असताना ते भांडे जर आपण उलटे केले तर त्यातील प्रवाही पदार्थ खाली सरकतो व सांडतो. मग तो प्रवाही पदार्थ पाणी, दूध, रस, तेल वरै सारखा कोणता का असेना. आता हा अनुभव डोळ्यासमोर असताना तापमापक उलटा उभा धरला तर त्याच्या नळीतील पाच्याच्या फुग्यातील पारा मात्र फुग्यातून खाली सरकत नाही ही विपरीत घटना पाहून आश्रय वाटते. दैनंदिन अनुभवापुढे ही घटना चक्र फसवी ठरते. या घटनेच्या मागचे कारण समजून घेण्याचा आता आपण प्रयत्न करू.

कोणतीही घडना घडण्यामागे असलेले



कारण समजून घ्यायचे असेल तर त्यासाठी आपण स्वतः अगदी लक्षपूर्वक तो प्रयोग करून पाहाणे हीच एक चांगली पद्धत आहे. याच पद्धतीने व घरगुती वस्तुंचा वापर करून या घटनेचा आपण अभ्यास करू.

प्रयोगासाठी आपल्याला एक काचेचा पेला, शहाळ्यातील पाणी पिण्याचा एक स्ट्रॉ, थोडे तेल व बॉलपेनचे रिकामे रिफिल या वस्तू लागतील. आता एका हाताने एक स्ट्रॉ उभा धरा. नंतर स्ट्रॉच्या खालच्या तोंडावर आपल्या हाताचे एक बोट ठेवून ते तोंड तात्पुरते बंद करा आणि स्ट्रॉच्या वरच्या मोकळ्या तोंडातून स्ट्रॉमध्ये सावकाशपणे तेल भरा. स्ट्रॉ मध्ये तेलाचा स्तंभ तयार होईल. स्ट्रॉ च्या उंचीच्या साधारण $\frac{1}{3}$ उंचीचा स्तंभ तयार झाला की स्ट्रॉमध्ये तेल भरणे बंद करा. आणि स्ट्रॉचे वरचे तोंड दुमच्या बोटाच्या साहाय्याने तात्पुरते बंद करा. या प्रयोगात स्ट्रॉमध्ये तेल भरण्यासाठी ड्रॉपर वापरले तर ते अधिक सोईस्कर वाटेल. आता स्ट्रॉची दोन्ही तोंडे व्यवस्थितपणे बंद ठेवून स्ट्रॉची खालची बाजू वर आणि वरची बाजू खाली येईल अशा रितीने स्ट्रॉ उलटा धरा. स्ट्रॉ मधील तेल खाली सरकले कां? हाच प्रयोग



प्रयोगाचे सामान : काचेचा ग्लास,
तेल, स्ट्रॉ आणि रिफिल

पुऱ्हा करा व तुमचे निरीक्षण नोंदवून ठेवा.

आता आपण या प्रयोगात थोडासा बदल करूया. आता स्ट्रॉएवजी आपण बॉलपेनचे बारीक रिकामे रिफिल वापरू. प्रथम रिफिलच्या वरच्या टोकाकडचा (लिहीण्याच्या टोकाकडचा) भाग कापून टाका. म्हणजे आता रिफिलची दोन्ही तोंडे मोकळी असतील. रिफिलचे एक टोक तोंडात धरून पेल्यातील तेल रिफिलमध्ये ओढून घ्या. (तेल अगदी सहजपणे रिफिलमध्ये जमा होते. असे कां होते?) या सोप्या पद्धतीने पूर्वीप्रमाणेच रिफिलच्या उंचीच्या साधारण $\frac{1}{3}$ उंचीचा तेलाचा स्तंभ रिफिलमध्ये तयार होऊ द्या. तशी तुमची खात्री पटल्यावर तेल ओढणे बंद करा. नंतर तुमच्या तोंडातील रिफिल चे वरचे टोक बाहेर काढून ते बोटाच्या साहाय्याने बंद करा. पेल्यातील तेलातून रिफिल हळूहळू वर घ्या. रिफिल तेलाच्या पृष्ठभागापर्यंत आले की रिफिलचे खालचे



टोक दुसऱ्या बोटाच्या साहाय्याने लगेच बंद करा. रिफिलची दोन्ही तोंडे बंद असतानाच पहिल्या प्रयोगप्रमाणे रिफिल उलटे धरा. रिफिलमधील तेल रिफिलच्या खालच्या टोकाकडे सरकते का?

हाच प्रयोग करण्यासाठी दुसरी सोपी रीत आहे. रिफिल पेल्यातील तेलात बुडवून रिफिलचे वरचे टोक बोटाच्या सहाय्याने बंद करा.

आताच आपण जे प्रयोग करून पाहिले त्याची निरीक्षणे डोळ्यासमोर ठेवली तर तापमापकाच्या स्वरूपाचे रहस्य तुम्हाला सहज उमजेल. तापमान दर्शविण्यासाठी पारा फुग्यातून ज्या नळीत सरकतो ती नळी अतिशय बारीक (म्हणजे कमी अंतर्व्यासाची) असते. अशा कमी अंतर्व्यासाच्या नळीला केशिका किंवा कॅपिलरी असे म्हणतात. केशिका पाच्याच्या फुग्याला जोडलेली असते.

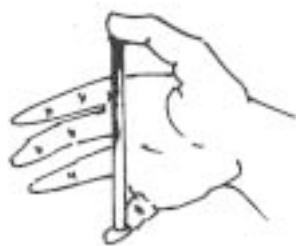
प्रयोगशाळेत वापरतात तो सामान्य तापमापक बनवताना त्याच्या एका टोकाला असलेला फुगा 200° सेंटिग्रेडपर्यंत तापवतात. त्यामुळे केशिका व फुगा यात असलेली वायुरूप दूषिते व हवा हे घटक निघून जातात. असे केल्याने फुगा आणि केशिका यामध्ये निर्वात किंवा अगदी कमी दाबाची स्थिती निर्माण होते. फुग्यात योग्य प्रमाणात पारा येण्यासाठी केशिकचे मोकळे तोंड असलेला भाग लगेच पाच्यात बुडवतात. त्यामुळे पारा आत शिरतो.



स्ट्रॉ चा प्रयोग



रिफिलचा प्रयोग



दुसऱ्या शब्दात सागायच म्हणजे तापमापकाच्या आतील व बाहेरील वातावरणाच्या दाबातील फरकामुळे पारा तापमापकाच्या फुग्याकडे खेचला जातो. शेवटी केशिकेचे मोकळे तोंड तापवून बंद करतात. या प्रक्रियेत तापमापकात योग्य प्रमाणात पारा भरला गेल्यानंतर केशिका बंद करण्यापूर्वी काही क्षणातच अगदी थोड्या प्रमाणात हवा तापमापकात शिरते. तसेच केशिकेच्या आत कमी दाब असल्यामुळे रिकामी जागा पाच्याच्या वाफेने व्यापली जाते. केशिकेत अडकलेली हवा व पाच्याची वाफ हे दोन्ही घटक पाच्याला

खाली न सरकू देण्याची प्रमुख भूमिका बजावतात.

आता आपण पुन्हा आपल्या अगदी पहिल्या प्रयोगाकडे वळू या.

या प्रयोगात स्ट्रॉमध्ये तेलाबरोबर वातावरणाचा दाब असलेली स्ट्रॉ उलटा धरला तर तेलाची घनता हवेच्या घनतेपेक्षा जास्त असल्यामुळे साहजिकच तेल खाली सरकते व त्यामुळे रिकामी झालेली जागा व्यापण्यासाठी हवा वर सरकते.

आता आपण दुसऱ्या प्रयोगाबद्दल. या प्रयोगात रिफिलमध्ये तेल भरले होते. हे रिफिल स्ट्रॉच्या मानाने पुष्कळ बारीक होते.



रिफिल उलटे धरले तेव्हा तेलाचा जरी खाली सरकण्याचा प्रयत्न चालू होता तरी हवा मात्र वर सरकू शकत नव्हती. कारण हवेला वर सरकायला जागाच नव्हती. अशा परिस्थितीत जर रिफिलमधील तेल खाली सरकले तर तेलाच्या स्तंभाच्या वरील रिफिलचा भाग निर्वात झाला असता. पण असे होत नसते. त्यामुळे तापमापकातील पाराही वरच्यावरच रहातो. तो घसरून खाली येऊ शकत नाही.

तापमापकातील पारा थोडा जरी खाली सरकला तरी फुऱ्याच्या बाजूचा भाग निर्वात होऊ शकतो पण केशिकेत वायू व बाष्प असल्याने त्यांच्या दाबामुळे पारा वरच्या बाजूला तोलून धरला जातो. म्हणून तपमापक उलटा धरला तरी त्यातील प्रवाही पारा जेथेल्या तेथेच थांबून राहतो. घसरून खाली येत नाही.

आता असा प्रश्न उत्पन्न होतो की अगदी पहिल्या प्रयोगात स्ट्रॉ उलटा धरला तेव्हा हवा वर सरकली होती व तेल खाली सरकले होते. तसे दुसऱ्या प्रयोगात का घडले नाही? प्रयोगासाठी आपण जी नळी वापरतो त्या नळीत हवेला खालून वर जाण्याइतपत जागा आहे की नाही, दुसऱ्या शब्दात सांगायचे झाले म्हणजे नळीचा अंतर्व्यास किती आहे यावर वायूचे / बाष्पाचे वर जाणे किंवा न जाणे अवलंबून असते. आणि जरी नळीचा अंतर्व्यास कमी असला तरी नळीतील वायू / बाष्प त्या द्रवातून बुडबुड्याच्या रूपाने जाऊ शकेल कां?

बुडबुडे उत्पन्न होणे हे कोणकोणत्या गोष्टींवर अवलंबून असते याचा जर आपण विचार केला तर त्याची अनेक कारणे सापडतील (१) प्रवाही पदार्थाचा पृष्ठीय ताण, (२) प्रयोगासाठी वापरलेल्या नळीचा अंतर्व्यास, (३) नळीत असलेल्या हवेचा/वायूचा / बाष्पाचा दाब. या कारणांचे महत्त्व व परिणाम समजून घेण्यासाठी आपण साधे पाणी व साबणमिश्रित पाणी देन वेगवेगळ्या पेल्यात घेऊन प्रयोग करू शकतो व तुलना करू शकतो.

गोष्टी

शैक्षणिक संदर्भ अंक ५२ मधून साभार

लेखक : राजश्री रामगोपाल, चिंता: विवेक वर्मा



ऊर्जासिमख्येवर तोडगा जैव इंधनवायू

लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे

आपण स्वयंचलित वाहनांमध्ये इंधन म्हणून वापरत असलेली सर्व इंधने ही पेट्रोलियमजन्यच आहेत. आपल्या देशाला लागणाऱ्या एकूण पेट्रोलियमपैकी आपण १२ कोटी टन, म्हणजे सुमारे ८० टक्के पेट्रोलियम आयात करतो. या आयातीसाठी देशाबाहेर जाणारा पैसा जर आपणास वाचवता आला, तर आपल्या राष्ट्राच्या विकासासाठी तो खर्च करता येईल. सध्या पेट्रोलियमजन्य इंधनांना पर्याय म्हणून बायोडिझेल आणि अल्कोहोल (मद्यार्क) या दोन पर्यायांचा विचार सरकारी पातळीवर केला जात आहे. ही दोन्ही इंधने वनस्पतीजन्य असल्याने ती पुनर्निर्मितीक्षम तर आहेतच, पण शिवाय ती निमर्णि करण्याचे तंत्र इतके सोपे आहे की ती विकेंद्रितरित्या ग्रामोद्योगांच्या पातळीवर बनविता येतील आणि या व्यवसायाद्वारे खेड्यांमध्ये रोजगारनिर्मिती करता येईल असेही एक मत सध्या मांडले जात आहे. परंतु त्यांच्या निर्मितीत आणि वापरात काही व्यावहारिक अडचणी आहेत.

अव्यवहारी निर्णय

यापैकी एक प्रमुख अडचण अशी, की या दोन्ही इंधनांच्या निर्मितीसाठी काही विशिष्ट पिकांची लागवड करावी लागेल. बायोडिझेल बनविण्यासाठी वनस्पतीजन्य तेल तर अल्कोहोलसाठी शर्करा लागते. यापैकी वनस्पतीजन्य तेल हे देशात उपलब्ध असलेल्या शेतमालाच्या घटकांमध्ये सर्वांत दुर्मिळ व महाग आहे. ते जर बायोडिझेलसाठी वापरले तर त्याच्या किंमती आणखीनच भडकतील. यावर सरकारी उपायोजना अशी की बायोडिझेलसाठी फक्त अखाद्य तेलाचाच वापर करावयाचा. पण अखाद्य तेल निर्माण करणाऱ्या वनस्पती अजून तरी रानटी वनस्पतीच आहेत व त्यामुळे त्यापासून मिळणारे तेलाचे उत्पन्न हे खाद्य तेलबियांच्या तुलनेने कमीच मिळणार आहे. शिवाय अखाद्य तेल केवळ बायोडिझेलच्याच निर्मितीसाठी वापरले जाईल याचीही कोणी हमी देऊ शकत नाही, कारण साबण आणि मेदाम्ले या दोन्हींच्या



निर्मितीसाठी आज प्रामुख्याने अखाद्य तेलच वापरले जाते. त्यामुळे अखाद्य तेलाचासुद्धा आजचा भाव प्रति किलो रु. ५० ते ६० आहे. आज वापरल्या जाणाऱ्या पेट्रोल व डिझेलच्या केवळ एकदशांश भागाची जरी गरज बायोडिझेलने भागवायची असे ठरवले तरी त्यासाठी आपल्याला अखाद्य तेल देणाऱ्या पिकांची सुमारे दोन-तीन कोटी हेक्टर इतक्या क्षेत्रावर लागवड करावी लागेल. शेतजमीन मर्यादित असल्याने इंधनाच्या लागवडीसाठी जर इतक्या मोठ्या प्रमाणात जमीन वापरली जाऊ लागली तर अन्य शेतमालाच्या उत्पादनावर त्याचा विपरीत परिणाम होईल व त्यांच्या किंमती वाढतील हे उघडव आहे. याही समस्येवर आपल्या सरकारकडे तोडगा आहे. तो असा की बायोडिझेलसाठी लागणाऱ्या वनस्पतींची लागवड तथाकथित ओसाड जमिनीवर करणे. परंतु ज्या वनस्पतींचे उत्पन्न चांगल्या शेतजमिनीतही समाधानकारक येत नाही, त्यांचे उत्पन्न ओसाड जमिनीवर आणखी कमी येईल हे पूर्णपणे माहीत असूनही अनेक

धनदांडगे लोक अशा जमिनीवर अखाद्य तेलाचे पीक घ्यायला पुढे येताहेत. यावरून दोन शंका मनात येतात. एक म्हणजे या जमिनी खरोखरी ओसाड आहेत का? आणि दुसरी म्हणजे अखाद्य तेलाच्या लागवडीची सबव पुढे करून सरकारी जमिनीवर कब्जा

मिळविण्याचा हा कट तर नाहीन? आज त्या तथाकथित ओसाड जमिनींचा काही ना काही उपयोग तिथल्या स्थानिक जनतेकडून केला जातोच आहे. तिथे उगवणाऱ्या गवतावर आजूबाजूला राहणाऱ्या लोकांची गुरे व शेळ्या मेंड्या अवलंबून असतात, त्यातल्या झाडाज्ञुदुपांपासून लोकांना सरपण, वनस्पतीजन्य औषधे तसेच बोरे, करवंदे व भोकरांसारखी फळे मिळतात आणि शिवाय त्या प्रदेशातले जैववैविध्य टिकवून धरण्यासाठीही अशा जमिनींचा उपयोग होतो, कारण विविध पक्षी, कीटक, प्राणी आणि वनस्पती यांचेही ते आश्रयस्थान असते. त्यामुळे अशा प्रकारच्या जमिनी लागवडीखाली आणल्या तर त्यातून सामाजिक आणि पर्यावरणविषयक नव्या समस्या निर्माण होतील.

दुसरी अडचण आहे ती मालाच्या किंमतीची. शेतमालाच्या सर्व घटकांपैकी तेल हा सर्वात महाग पदार्थ असल्याने त्यापासून निर्माण होणारे बायोडिझेल

नेहमीच अत्यंत महाग राहील यात शंकाच नाही. अल्कोहोल हेसुद्धा देशात पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नाही. त्याचा केवळ पिण्यासाठीच नव्हे तर अनेकविध रासायनिक उद्योगांमध्येही उपयोग होतो. आजमितीस स्फटिकशर्करा निर्माण केल्यानंतर शिल्लक राहणाऱ्या ग्लुकोज व फ्रुक्टोज यापासून अल्कोहोल निर्माण केले जाते. उसाची किंमत, तोडणी, वाहतूक, रस काढणे व रसावर केली जाणारी प्रक्रिया हा सर्व खर्च साखेवर पडत असल्याने प्रति लिटर रु. २७ इतक्या कमी किमतीला अल्कोहोल मिळू शकते. पण जर खास अल्कोहोलनिर्मितीसाठीच शर्करायुक्त पिके लावली तर त्या पिकाची तोडणी, वाहतूक आणि प्रक्रियेचा सर्व खर्च अल्कोहोलवर पडेल आणि त्याचीही किंमत कोठल्या कोठे जाईल. शिवाय अल्कोहोल हे एक मादक द्रव्य असल्याने त्याची निर्मिती, साठवण, वाहतूक आणि उपयोग या सर्वावर सरकारी बंधने आहेत व पुढेही राहतीलच. या बंधनांमुळे त्याची निर्मिती मर्यादित राहून किंमत वाढू शकते.

अडचणीवर उपाय

ज्याच्या निर्मितीत वर दिलेल्या अडचणींपैकी कोणतीच अडचण येत नाही आणि जे पूर्णतया प्रदूषणमुक्त आहे असे जैव

इंधन आहे बायोगॅस. बायोगॅसमधील ज्वलनशील तत्व म्हणजे मिथेन वायू. निसर्गात हा वायू आॅक्सिजनविरहित वातावरणात मिथेनजनक जीवाणूद्वारे निर्माण केला जातो. जैवविघटनकारी अशा कोणत्याही सेंद्रिय पदार्थापासून मिथेननिर्मिती होऊ शकते व त्यामुळे कोणत्याही प्रकारच्या सेंद्रिय कचन्यापासून आपण मिथेन निर्माण करू शकतो. आज भारतात शेती आणि तिच्याशी संबंधित अशा व्यवसायातून दरवर्षी सुमारे ऐंशी कोटी टन आणि नागरी वस्त्यांद्वारे दरवर्षी वीस कोटी टन असा एकूण एक अञ्ज टन इतका सेंद्रिय कचरा दर वर्षी निर्माण होतो. कचरा ही टाकाऊ वस्तू असल्याने त्याची किंमत नेहमी अत्यंत कमीच राहील असे गृहीत धरायला काहीच हरकत नाही. शिवाय तो प्रचलित शेतीतून आणि शहरांमधून आपोआपच निर्माण होत असल्याने त्याच्या निर्मितीसाठी जादा जमीन लागवडीखाली आणावी लागणार नाही. पण असे असूनही आपले सरकार देशांतर्गत मोठ्या प्रमाणात मिथेनचे उत्पादन करण्याचे टाळून बाहेरच्या देशांमधून पाइपलाइनद्वारे खनिज मिथेन वायू आयात करण्याचे प्रयत्न करीत आहे. या व्यवहारात संबंधितांना मिळणारे



कमिशन आणि स्विस बँकांत त्यांच्या खात्यावर जमा होणारा काळा पैसा, हा मुद्दा जरी सध्या बाजूला ठेवला तरी असे दिसते की सरकारी पातळीवर बायोगॅस तंत्र हे एक अयशस्वी तंत्र समजले जाते आणि म्हणून त्याचा कोणी गंभीरपणे विचारच करीत नसावे. सरकारतर्फे गेली ६० वर्षे प्रयत्न केले जाऊनही बायोगॅसनिर्मितीचा प्रयत्न कधीच फारसा यशस्वी झाला नाही. ११० कोटी लोकसंख्या असलेल्या आपल्या देशात आजमितीस फक्त सुमारे ३० लक्ष बायोगॅस संयंत्रेच चालू स्थितीत आढळतात. परंतु हा कार्यक्रम अयशस्वी होण्यामागच्या कारणांचा बारकाइने अभ्यास न करताच या तंत्रावर अयशस्वीपणाचा शिक्का मारून ते त्याज्य ठरविले जाणे हे चुकीचे आहे.

गोबर गॅस : किती उपयुक्त?

मिथेन निर्माण करणारे जीवाणू फार प्राचीन काळी, जेव्हा पृथ्वीच्या वातावरणात आँकिसजन वायू नव्हता, अशा काळात निर्माण झाले असावेत असे मानले जाते. सध्याच्या आँकिसजनयुक्त बाह्य वातावरणात तगून राहणे त्यांना अशक्य असल्याने ते प्राण्यांच्या आतड्यात वास्तव्य करतात. आतड्यात वास्तव्य असल्याने हे जीवाणू शेण व विषेबरोबर शरीराबाहेर टाकले जातात. परंतु शेणात आढळत असल्याने शेण हेच या जीवाणूचे अन्न आहे अशा गैरसमजाखाली सर्वजण वावरत होते. पारंपरिक गोबरगॅस संयंत्रे आजही शेण किंवा

विषेबरच चालविली जातात आणि त्यामुळे या वायूला भारतात गोबरगॅस असे म्हटले जाते. भारतात गोबरगॅस संयंत्रांचा फारसा प्रसार न होण्याची कारणे अशी आहेत. एका कुटुंबाला रोजचा स्वयंपाक करण्यासाठी सुमारे १ घनमीटर बायोगॅस आवश्यक असतो. एवढा बायोगॅस निर्माण करण्यासाठी गोबरगॅस संयंत्रात रोज सुमारे ४० किलोग्रॅम शेण व ४० लिट्र पाणी यांचा काला करून घालावा लागतो. म्हणजे ज्यांच्या घरी ६ ते ८ गुरे आहेत, त्यांनाच हे गोबरगॅस संयंत्र वापरता येणार. मात्र ही गुरे दिवसभर गोठ्यात बांधून ठेवली तरच आपल्याला त्यांचे शेण मिळणार, आणि आपल्या घरच्याच गोबरगॅस संयंत्रामध्ये हे शेण वापरावयाचे असल्याने गोठाही घराशेजारीच हवा. पण अशी परिस्थिती क्वचितच आढळून येते. गोबरगॅसनिर्मितीतली दुसरी अडचण असते त्यात घालावयाच्या पाण्याची. खेड्यांमध्ये शहरासारखे घराघरात नक्ळाचे पाणी पोचलेले नाही. जर आपल्या परसात विहीर नसेल, तर एखाद्या दूरच्या विहिरीतून किंवा हातपंपावरून पाणी वाहून आणावे लागते. मिथेनजनक जीवाणूना शेणाचे विघटन करून त्यातून बायोगॅस निर्माण करण्यासाठी इतर काही जीवाणूची मदत लागते. त्यामुळे सतत ४० दिवस कुजण्याची प्रक्रिया झाल्यावरच त्यातून आपणास बायोगॅस मिळू लागतो. म्हणजे आपणास आज मिळणारा गोबरगॅस

हा ४० दिवसांपूर्वी घातलेल्या शेणापासून बनलेला असतो. रोजचा ८० किलो शेणकाला या हिशोबाने ४० दिवसांचा ३२०० किलो शेणकाला आणि रोज निर्माण होणारा सुमारे १००० लिटर बायोगॅस साठविण्यासाठी हे संयंत्र बसवावे असे घरमालकाच्या मनात असले तरी खेड्यामध्ये एकमेकांना चिकटून बांधलेल्या घरांमध्ये अशा प्रचंड गोबरगॅस संयंत्राला जागाच रहात नाही.

गोबरगॅसचा भारतात फारसा प्रचार न होण्याचे आणखी एक कारण म्हणजे सरकारतरफे केला गेलेला प्रचार हा बायोगॅस संयंत्र हे केवळ स्वयंपाकासाठी इंधन देणारे संयंत्र म्हणूनच केला गेला. सर्वसाधारण घरासाठी शिफारस केल्या जाणाऱ्या ४ घनमीटरच्या संयंत्राची आजची किंमत सुमारे रु. २५,००० आहे. त्यात इंधन म्हणून रोज ४० किलोग्रॅम शेण घालावे लागते, त्याची किंमत आजच्या बाजारभावाने रु. ३० होते. म्हणजे भांडवली खर्च किंवा रोजचा चालू खर्च यापैकी कोणत्याही बाबीचा विचार केला तरी गोबरगॅस हे जगातील सर्वात महाग स्वयंपाकसाधन ठरते, आणि हे न कळण्याइतका शेतकरी काही मूर्ख नाही.

आरतीचे संशोधन

आमच्या संस्थेने इ. स. २००२ पासून बायोगॅस विषयावर संशोधन करण्यास सुरुवात केली. या संशोधनात आम्हाला असे

आढळले, की शेणाऐवजी जर मानवी खाच्यपदार्थाचा वापर केला, तर साधारणतः ४० किलो शेणापासून जेवढा मिथेन निर्माण होतो, तेवढाच मिथेन आपणास केवळ १ किलो स्टार्च, प्रोटीन किंवा तेलापासून मिळतो. शिवाय या पदार्थापासून बायोगॅस निर्माण होण्यास फक्त २४ तासच लागत असल्याने, आम्ही विकसित केलेले संयंत्र १००० ते १५०० लिटर एवढ्या घनफळाचेच असते. आकारमान लहान असल्याने त्याची किंमत सुमारे रु. १०,००० इतकीच पडते व ते कोठे ठेवावे हा प्रश्नही उद्भवत नाही. शेणाची आवश्यकता नसल्याने आम्ही विकसित केलेले संयंत्र मुख्यतः शहरी भागातच लोकप्रिय झाले आहे. कारण त्याला लागणारा मानवी अन्नाचा कचरा हा शहरातल्या उपाहारगृहे, खानावळी आणि लग्नकार्यालयांमध्ये लोकांनी पानात टाकलेल्या खरकट्या अन्नाच्या रूपाने भरपूर प्रमाणात उपलब्ध असतो. तसेच घराशेजारी जर एखादा फळविक्रेता असेल तर त्याच्याकडून ज्यादा पिकलेली, सडलेली किंवा वाहतुकीत ठेचलेली अशी फळेही खूप स्वस्तात मिळू शकतात. पिठाच्या गिरणीत जमिनीवर सांडलेले पीठही या संयंत्रात वापरता येते.

ऊर्जप्राप्तीबरोबर कचन्याची विल्हेवाट
आमच्या या नव्या बायोगॅस तंत्राने स्वयंपाकासाठी वापरल्या जाणाऱ्या एल.पी.जी. ला पर्याय उपलब्ध झाला, परंतु

देशाची ऊर्जेची गरज भागवण्यासाठी आपणाला जो मोठ्या प्रमाणावर मिथेन निर्माण करावा लागेल, त्याची गरज या स्टार्च व शक्रिवर चालणाऱ्या बायोगॅस संयंत्राने भागणार नव्हती. म्हणून आम्ही आमचा मोर्चा शेतात निर्माण होणाऱ्या त्याज्य मालाकडे वळवला. त्याज्य शेतमालाला रासायनिक दृष्ट्या लिंगोसेल्युलोज असे म्हणता येईल, कारण त्यातले मुख्य घटक लिंगीन व सेल्युलोज हे असतात. लिंगीन हा पदार्थ म्हणजे कार्बनचे ५ अणू असलेल्या झायलोज या शक्रिपासून तयार झालेला एक पॉलिमर असतो तर सेल्युलोज कार्बनचे ६ अणू असलेल्या ग्लुकोज नामक शक्रिपासून बनलेला एक पॉलिमर असतो. हे दोन्ही भूपृष्ठावर वाढणाऱ्या सर्व वनस्पतींच्या पेशिभित्तिकांमध्ये आढळत असल्याने सेल्युलोज व लिंगीन हे जगात सर्वांत अधिक प्रमाणात उपलब्ध असलेले सेंद्रिय पदार्थ ठरतात. परंतु ऑक्सिजनविरहित वातावरणात जगणाऱ्या मिथेनजनक जीवाणूंना सेल्युलोज व लिंगीन हे पदार्थ पचविता येत नाहीत. त्यामुळे लिंगोसेल्युलोजयुक्त त्याज्य शेतमालापासून बायोगॅस निर्माण केल्यास आपल्याला अशा पदार्थाच्या एकूण वजनाच्या केवळ १ टक्का इतकाच मिथेन मिळतो; पण या मिथेनमध्ये लिंगोसेल्युलोजयुक्त मूळ पदार्थातील एकूण ऊर्जेपैकी सुमारे अडीच टक्के ऊर्जा समाविष्ट असते. या तंत्राचा वापर केल्यास आपणाला

या देशात उपलब्ध असलेल्या कचन्यापासून दर वर्षी सुमारे ९० लक्ष ते १ कोटी टन इतका मिथेन मिळू शकेल. मिथेनची वाहतूक करणे अवघड असते. तसेच कचन्याची विल्हेवाट हीसुद्धा एक समस्याच असते. त्यामुळे ज्या ठिकाणी कचरा उपलब्ध आहे, तिथेच ही संयंत्रे उभी करायची आणि तयार होणारा बायोगॅस स्थानिक पातळीवरच वापरावयाचा, अशी योजना केल्यास कचन्याची विल्हेवाट आणि ऊर्जा अशा दोन्ही समस्यांची उकल होईल. सध्या बन्याच ठिकाणी कचन्यापासून खत निर्माण करण्याचे प्रकल्प चालू आहेत. त्यामुळे बायोगॅससंबंधीच्या चर्चामधून बरेचदा असे विचारले जाते की कचन्यापासून ऊर्जा निर्माण केल्यास खतांच्या पुरवठावर विपरित परिणाम होईल का? या प्रश्नाला उत्तर असे की बायोगॅस संयंत्रातून बाहेर पडणाऱ्या स्लरीचा आपण खत म्हणून उपयोग करू शकतो.

आणखी काही फायदे

वरील प्रक्रियेतून निर्माण झालेला बायोगॅस आपण स्वयंपाकासाठी तर वापरू शकतोच पण त्याचा पेट्रोल किंवा डिझेलवर चालविल्या जाणाऱ्या इंजिनांमध्ये इंधन म्हणून उपयोग करणे हे अधिक फायद्याचे ठरते. विशेषत: ग्रामीण भागात विजेचा तुटवडा तर असतोच पण विद्युत्तनित्र चालविण्यासाठी लागणारे डिझेल किंवा पेट्रोलही खेड्यात मिळत नाही. आणि जरी

ते मिळाले, तरी पेट्रोल किंवा डिझेल जाळून खाजगीरित्या निर्माण केलेली वीज ही प्रति युनिट रु. १५ ते २० इतकी महाग पडते. त्यामुळे कच्च्यापासून स्वस्तात मिळणारा बायोगॅस वापरून वीजनिर्मिती केल्यास अशी वीज खूपच स्वस्तात पडेल.

पाठ्यपुस्तकांमध्ये असे म्हटलेले आहे, की कोणतेही इंजिन थेट बायोगॅसवर चालवू नये, तर त्यातील कार्बन डायॉक्साईड, हायड्रोजन सल्फाईड व बाष्प हे घटक काढून

टाकावेत व केवळ शुद्ध मिथेनच इंजिनात जाळावा; पण आम्ही केलेल्या प्रयोगातून आम्हास असे दिसले की संयंत्रातून मिळणारा बायोगॅस कोणत्याही प्रक्रियेशिवाय जसाच्या तसा इंजिनात इंधन म्हणून वापरला तरी चालते, त्यामुळे एका जागेवर उभ्या असलेल्या इंजिनाच्या शेजारी एक बायोगॅस संयंत्र बसविल्यास आपण वीजनिर्मिती किंवा पाणी उपसणे यासाठी बायोगॅसचा वापर करू शकतो; पण जर असा बायोगॅस स्वयंचलित वाहनात इंधन म्हणून वापरण्यासाठी सिलिंडरमध्ये भरून वाहनासोबत न्यावयाचा असेल तर मात्र



सिलिंडरचे वजन आणि घनफळ कमी करण्याच्या उद्देशाने इंधनवायू शुद्ध करणे फायद्याचे ठरते.

आपल्या देशात निर्माण होणाऱ्या कच्च्यापासून आपण मिथेन निर्माण केलेल्या इंधनाच्या आयातीसाठी परदेशात जाणारा बराच पैसा आपण देशाच्या विकासासाठी वापरू शकू. परंतु आयात केलेल्या इंधनवायूवर मिळणाऱ्या कमिशनचे गाजर समोर दिसत असत्याने निदान सध्या तरी सरकारी पातळीवर मोठ्या प्रमाणात बायोगॅस निर्माण करण्याचा कोणी विचार करीत नाही. मात्र खाजगी पातळीवर मिथेन तयार करण्यावर कोणत्याही प्रकारचे बंधन नाही. त्यामुळे खाजगी उद्योजकांना ही एक मोठी संघी उपलब्ध आहे.

त्र०९

लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे, ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ, ॲप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूटचे संस्थापक.

ॲप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट
दुसरा मजला, मानिनी अपार्टमेंट्स
स. नं. १३, धायरीगाव, पुणे - ४११०४१
www.arti-india.org

with best compliments from



Ultimate Appliances

W-69 MIDC Shiroli,
Kolhapur

आणिक घड्याळ

लेखक : अमलेंदु सोमण

जगतलं पहिलं
‘आणिक मनगटी घड्याळ’

फसू नका! अमेरिकेत ‘अंटॉमिक’ म्हणजेच आणिक म्हणवणारी मनगटी घड्याळं बाजारात सहज मिळतात, पण ती नुसती नावालाच ‘आणिक असतात, खरं सांगायचं झालं तर ती ‘बिल्ट-इन रेडिओ रिसिव्हर’ असलेली स्वस्त अशी घड्याळं असतात, अमेरिकेतल्या कोलोराडो राज्यातील बोल्डर या गावी खरखुरं ‘आणिक’ घड्याळ आहे ; त्याच्या शेजारी जे रेडिओ प्रक्षेपण केंद्र आहे तेथून ‘समय संदेश’ प्रक्षेपित होतात, ते ग्रहण करण्याची या मनगटी घड्याळांमध्ये क्षमता असते. या घड्याळांचं कालमापन क्रार्टझ स्फटिकाच्या कंपनावर आधारित असतं आणि त्यात आणिक घड्याळांच्या तुलनेनं दररोज १-२ सेकंदांचा फरक पडतो. तो फरक ही घड्याळं दिवसातून एकदा (साधारणपणे रात्रीच्या वेळी) जुळवून घेतात. थोडक्यात ही मनगटी घड्याळं रेडिओ - नियंत्रित आणि खच्याखुच्या आणिक घड्याळांबरोबर व्यवस्थित जुळवून घेऊन

जास्तीत जास्त १-२ सेकंदाच्या फरकाने अचूक वेळ दाखवणारी क्वार्टझ घड्याळं असतात. झकास आणि सोयीस्करदेखील! पण ही काही आणिक घड्याळं नव्हेत. पण आता खरीखुरी पहिली वहिली ‘आणिक मनगटी घड्याळ’ उपलब्ध आहेत बरं का!

मनगटी घड्याळं म्हणजे तरी काय हो? मनगटावर बांधता येईल ते! खरं की नाही ? बांधकाम व्यावसायिक असलेल्या आपल्या



आपला मित्र बिल त्याच्या आणिक मनगटी घड्याळ्यात वेळ पाहतो आहे!

बिल नावाच्या मित्राचा मनगटावर घड्याळ बांधलेला फोटो इथे दिला आहे तो पहा. त्यानं सिद्ध करून दाखवलं आहे की 'HP 5071 A सीझियम बीम' घड्याळ हे मनगटी घड्याळच आहे. आता पट्टा स्टेनलेस पाहिजे की नायलॉनचा ते तुम्ही निवडू शकता. बिलनं खास फॅशनेबल असा नायलॉनचा दुहेरी पट्टा निवडला आहे. तुम्हाला इतर कुठल्या रंगाचे पाहिजे असतील तर ते देखील खास आँडरप्रमाणे मिळू शकतील.

हे घड्याळ दररोज काही नॅनोसेकंदापेक्षा जास्त मागे पुढे जाणार नाही. (१ नॅनोसेकंद म्हणजे सेकंदाचा एक अब्जावा भाग.) थोडक्यात हे घड्याळ साधारण ३०० वर्षात फार तर एखादा सेकंद मागेपुढे होईल. या घड्याळाला छानपैकी आकर्षक असा लाल रंगाचा LED डिस्प्ले आहे. AC अँडॉप्टर आणि रिचार्जेबल बॅट्ट्या सोबत येतील. त्या बॅट्ट्या दर पाऊण तासाने रिचार्ज कराव्या लागतील. पण हे घड्याळ जलरोधक नाही, त्यामुळे आवश्यक ती काळजी मात्र घ्यावी लागेल. आँडर द्यायची असेल व अधिक तपशील पाहिजे असेल तर 'संदर्भ' च्या कार्यालयाशी किंवा Symmetricon कंपनीच्या कार्यालयाशी संपर्क साधा!!

आण्विक घड्याळ म्हणजे नेमकं काय?
आपल्याला ठाऊकच आहे की अणुग्रभिओवरी इलेक्ट्रॉन काही विशिष्ट कक्षांमध्येच फिरु शकतात आणि प्रत्येक

मूलद्रव्यासाठी त्या कक्षांच्या ऊर्जा वेगवेगळ्या असतात. अणूला उष्णता (ऊर्जा) मिळाली की इलेक्ट्रॉन्स वरच्या कक्षेत उडी मारतात आणि थंड होताना ते पुन्हा खालच्या कक्षेत उडी घेतात. कोणत्याही मूलद्रव्यामध्ये इलेक्ट्रॉन्सच्या या कक्षा विशिष्ट आणि निश्चित असतात. त्यामुळे हे इलेक्ट्रॉन्स ऊर्जा शोषताना अथवा बाहेर टाकताना त्या कक्षांच्या ऊर्जापातळीच्या फरकाला अनुसरूनच विशिष्ट वारंवारतेचा (फ्रिक्वेन्सीचा) फोटॉन शोषून घेतात अथवा बाहेर टाकतात. अणूनी थंड होताना बाहेर टाकलेल्या (विद्युत चुंबकीय आलेखातील 'मायक्रोवेव्ह' भागात असलेल्या) तरंगांचा उपयोग वेळेचे गणित पक्के करण्यासाठी आण्विक घड्याळात केला जातो. ही घड्याळे अत्यंत अचूक वेळ दाखवतात.

सीझियम ची निवड का केली ?

सर्व अल्कर्लीमध्ये सीझियम हे सहजपणे नियंत्रित करता येण्यासारखे मूलद्रव्य आहे कारण त्याचा उत्कलनबिंदू सुमारे ९०° सें. इतका कमी आहे; तसेच त्याचे 'हेपर प्रेशर' पुष्कळ जास्त असते. (सोडीयम ज्वालाग्राही आहे आणि कॅल्शिअम, पोटॉशिअम यांचे उत्कलनबिंदू खूपच जास्त आहेत त्यामुळे ते गैरसोरीचे आहेत.)

सीझियम १३३ ला समस्थानिके नाहीत त्यामुळे जेव्हा कक्षा बदलतात, तेव्हा एका विशिष्ट लांबीचेच तरंग बाहेर सोडले

घड्याळाची अचूकता

प्रकार	किती मागे पुढे होऊ शकते
साधे मनगटी घड्याळ (किल्ली देण्याचे)	रोज सुमारे २ ते ५ मिनिटे
भिंतीवरचे लंबकाचे किल्ली देण्याचे घड्याळ	रोज काही सेकंद
क्राईझ मनगटी घड्याळ	रोज एखादा सेकंद
सिझीयम झोत आण्विक घड्याळ	रोज ५-१० नॅनोसेकंद (१ नॅनोसेकंद म्हणजे १ सेकंदाचा १ अज्ञावा भाग)
सिझीयम कारंज्याचे आण्विक घड्याळ (राष्ट्रीय पातळीवर कालमापनाचे प्रमाण)	रोज १ पायकोसेकंद (म्हणजे १ सेकंदाचा १००० अज्ञावा भाग)

जातात. उपयोगाची शक्यता असलेल्या इतर सर्व मूलद्रव्यांना दोन किंवा अधिक समस्थानिके आहेत, साहजिकच प्रत्येक समस्थानिकाच्या इलेक्ट्रॉन्सच्या कक्षांमध्ये थोडा थोडा फरक असतो. त्यामुळे कक्षाबदलाचे वेळी प्रक्षेपित होणाऱ्या तरंगांच्या तरंगलांबीतही थोडा थोडा फरक असतो. निरनिराळ्या समस्थानिकांपासून प्रक्षेपित होणारे तरंग एकमेकात मिसळतात. त्यामुळे अचूक कालमापन शक्य होत नाही.

मग सीझियमचा वापर का करायचा हे तर समजलं. पण पुंजभौतिकीच्या अनिश्चिततेच्या तत्त्वामुळे एकच अणुभार असलेल्या वेगवेगळ्या अणूमधील इलेक्ट्रॉन्सच्या उड्यांमधून बाहेर पडणाऱ्या तरंगांच्या तरंगलांबीतही थोडा थोडा फरक असतो. हा फरक कमी करण्यासाठी लेझर बीमच्या निर्मितीचे तत्त्व वापरले जाते.

याद्वारे अतिशय स्थिर आणि अचूक वारंवारतेची कंपने मिळवणे शक्य होते.

या वारंवारतेची अचूकता फारच जास्त असते - १ लाख अज्ञ भागात जास्तीत जास्त ५ भागांची चूक ! आणि याच स्थिर कंपनसंख्येचा (वारंवारतेचा) उपयोग आंतरराष्ट्रीय प्रमाण वेळेच्या सिद्धतेसाठी केला जातो. या प्रकारच्या घड्याळाच्या ट्यूबची लांबी किमान ५ मीटर असते. वर पाहिलेल्या ‘आण्विक मनगटी घड्याळ’ ची लांबी २०० ते ५०० मिमी असते त्यामुळे अचूकता थोडी कमी असते - सुमारे ३०० वर्षात एक सेकंदाइतकी !

अचूक वेळ आपल्याला

लागतेच कशाला ?

थोडक्यात उत्तर आहे आधुनिक काळातलं तंत्रज्ञान पूर्ण क्षमतेन उपयोगात आणण्यासाठी !

आपण पूर्वीच पाहिलं आहे की गेल्या काही हजार वर्षाच्या इतिहासात घड्याळांची अचूकता जीवनातल्या आवश्यकतेनुसार वाढत गेली आहे. जेव्हा माणूस जंगलात होता किंवा शेती करीत होता तेव्हा ऋतू आणि सूर्य यांच्यावर आधारित कालमापन पुरेसं होतं. थोडी प्रगती झाल्यानंतर साधारण तास दाखवणारी मेणबत्यांची घड्याळ, उद्बत्यांची घड्याळ, घटिकापात्र, वाळूची घड्याळ ही वापरात येऊ लागली. औद्योगिक क्रांतीनंतर कामगारांना काम केलेल्या तासांनुसार वेतन देण्यासाठी अधिक अचूक घड्याळांची गरज भासू लागली. व्यापार वाढवण्यासाठी माणूस दर्यावर्दी झाला तेव्हा प्रथम आकाशातील तरे आणि तारकापुंजाच्या स्थितीवरून वेळेचं गणित बसवायला सुरुवात झाली. गॅलिलिओने लंबकाच्या घड्याळांचा शोध लावला. पण लंबकाची घड्याळ अचूक असली तरी बोटीत बंद पडायची. त्यावेळी इंग्लंडच्या

राजानं हलणाऱ्या डुलणाऱ्या बोटीत व होडीतसुद्धा सेकंदापर्यंत अचूकपणे वेळ दाखवेल असं घड्याळ विकसित करणाऱ्या व्यक्तीला भलं मोठं बळीस ठेवलं होतं; तेव्हा स्प्रिंगर चालणारी, पाया कसाही हलला तरी सतत सरळ उभी राहून अचूक वेळ दाखवणारी अशी निरनिराळ्या तंत्रज्ञानावर आधारित घड्याळ पुष्कळांनी विकसित केली. वाळूच्या (खरं म्हणजे सिलिकॉनच्या) स्फटिकाच्या स्पंदनांची वारंवारता बदलत नाही असं लक्षात आल्यावर त्यावर आधारित क्वार्टझाची अचूक घड्याळ आली.

आधुनिक काळातल्या तंत्रज्ञानासाठी अतिशय अचूक कालमापन लागतं. दूरसंचार माध्यमांसाठी म्हणजे नेटवर्कमधून सिग्नल (संदेश) पाठवताना अतिशय अचूक वेळ पाळावी लागते कारण मार्गातिले निरनिराळ्या जागी असलेले स्विचेस योग्य वेळीच ऑपरेट व्हावे लागतात. जहाजं, विमानं अचूक मार्गानं जावीत यासाठी

मीटरची लांबी

साल	व्याख्या
१७९९	विशिष्ट प्लॅटिनम गजाची लांबी.
१८८९	वितळत्या बर्फाच्या तापमानाला असलेली विशिष्ट प्लॅटिनम इरिडियम गजाची लांबी.
१९२७	वातावरणाच्या ढाबाला, वितळत्या बर्फाच्या तापमानाला असलेली, २ दंडगोलांवर तोलून धरलेल्या विशिष्ट गजाची लांबी.
१९८३	प्रकाशाने विशिष्ट वेळेत, निर्वात पोकळीत कापलेले अंतर.

(GPS) ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीमचा वापर होतो. अवकाशात ४ निरनिराळ्या जागांवर भूस्थिर उपग्रह आहेत. ते सतत सूर्यचे आणि तात्यांचे वेध घेत असतात आणि त्यांवर आणिक घड्याळं अवलंबून असतात आणि ती घड्याळं सतत परस्परांशी

वेळ ताडून पाहत असतात. तसेच त्यांच्या संदर्भने कोणत्याही वाहनाच्या म्हणजे जहाजं, विमानं, मोटारी यांच्या जागा सुनिश्चित होतात. एकाच क्षणाला तिन्ही/चारी उपग्रहांनी मोजलेले को-ऑर्डिनेट्स व्यवस्थित जुळवले गेले तरच त्यांच्या जागा सुनिश्चित होऊ शकतात आणि त्यासाठीच सेकंदाच्या अंजांशापर्यंत अचूक कालमापनाची आवश्यकता असते. युद्धामध्ये लढाऊ विमानं, रॉकेट्स आणि जिथे मारा करायचा ती निशाणं सगळ्यांच्याच अचूक जागा ठाऊक असाव्या लागतात, त्यासाठीही अचूक वेळ, जागा



आणि मार्ग आवश्यक असतात.

आधुनिक विज्ञानात तर 'मीटरची लांबी' यासारख्या मूलभूत प्रमाणांच्या व्याख्यांमध्ये कालमापनाचाच आधार असतो. ही प्रमाण वेळेवरच आधारित असतात. खगोलशास्त्र, खगोल विज्ञान, भूविज्ञान, सापेक्षता विज्ञान या सर्वांच्या अभ्यासात अति-अचूक कालमापनाची आवश्यकता असते.

तसेच पाहिलं तर तंत्रज्ञानामध्ये अचूक कालमापनाची आवश्यकता आणि कालमापनाची अचूकता जोडीनंच पुढे जातात असं दिसून येतं.

त्रैका

लेखक : अमलेंदु सोमण, फोन : ९४२३००५६८१

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?
sandarbhssociety.org

यामध्ये संदर्भची मुख्यपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.



आपल्याला दिसतं तरी कसं ?

(भाग २)

लेखक : के.पी. मोहनन व तारा मोहनन ● अनुवाद : सुहासिनी खेर

संवाद - ४ : दूसरच्या वस्तू लहान भासणे

राफा : तू मला काल कैरोमधल्या ज्या अल्हाझेनबद्दल सांगत होतीस तो तोच तर नाही, ज्यानी परावर्तनाचे नियम लक्षात आणून दिले?

आई : हो, तोच तो.

राफा : प्रकाश सरळ रेषेतून प्रवास करतो हे कोणी शोधून काढलं? अल्हाझेननेच का?

आई : नाही, तो युक्लिड. अल्हाझेनच्याही पुष्कळ पूर्वीचा.

राफा : आमच्या टीचरनी हे नाव सांगितलं होतं. युक्लिडची भूमिती. तोच का? त्यांनी पदार्थविज्ञानामधे कसं काय काम केलं?

आई : राफा मी तुला सांगितलंय की त्या काळामधे ज्ञानाचे असे कणे करत नसत.

राफा : युक्लिड पण ग्रीक होता नं?

आई : होय. तो साधारण ख्रिस्तपूर्व तिसच्या शतकातला, ग्रीसमधला होता. डॅडीकडून त्याच्याशी संबंधित एक ई-मेल आली आहे. तू ती आधी वाच.

प्रिय राफा,

एका गोष्टीवर तू विचार करावास असं मला वाटतं. कोणतीही वस्तू आपल्यापासून दूर असली की ती आपल्याला आहे त्यापेक्षा लहान वाटते. जेव्हा मी तुझ्याजवळ उभा राहतो तेव्हा तुझ्यापेक्षा खूप उंच दिसतो. आणि तुझ्या आईजवळ उभा राहतो तेव्हाही तिच्यापेक्षा उंच दिसतो. पण मी जेव्हा तुमच्यापासून दूर उभा राहतो तेव्हा तुझ्या आईपेक्षाच काय पण तुझ्याहीपेक्षा कमी उंचीचा दिसतो. जर मी तुमच्यापासून खूपच दूर उभा राहिलो तर

तुमच्या बोटाएवढाच दिसेन. ह्याचं कारण तुला सांगता येईल का?

प्रकाश आणि दृष्टी यावर झालेल्या तुमच्या चर्चेसंबंधी मी विचार करत होतो. त्यावेळी मीही तिथे असतो तर किती छान झालं असतं. मला एक प्रसंग आठवतो.

काही वर्षपूर्वी मी, माझा मित्र आणि त्याची ३ वर्षाची मुलगी एका तळ्याच्या मध्यभगी असलेला बुद्धाचा विशाल पुतळा पहायला गेलो होतो. बोटीतून जाता-येताना ती मुलगी एकदा पुतळ्याकडे मग किनाच्याकडे असं आलटून-पालटून पाहात राहिली. परत येताना बोट जेव्हा किनाच्याच्या जवळ आली, तेव्हा ती म्हणाली, “जेव्हा आपण जात होतो - बुद्ध मोठा मोठा होत गेला आणि आपण परत आलो तेव्हा बुद्ध लहान लहान होत गेला. आता तो पहिल्यासारखा दिसतो.”

कोणत्याही मोळ्या माणसानी म्हटलं असतं की आपण पुतळ्यापासून दूर गेलो की तो लहान दिसतो. हा फक्त दृष्टीचा भ्रम असतो. पण त्या मुलीला नजरेला दिसत होतं तेच वास्तव वाटत होतं. पुतळा खरंच आधी मोठा आणि मग लहान झाला असा तिचा निष्कर्ष होता.

मुलं ५-६ वर्षांची झाली की त्यांना कुणीही न सांगता ‘दूरच्या वस्तू आहेत त्यापेक्षा लहान दिसतात’ हे कळतं. हे तथ्य ते कसं शोधून काढतात, ते मला कळत नाही; पण कदाचित असं असावं की आपल्याला आपल्या डोऱ्यांद्वारे काय ज्ञान होतं आणि हाताद्वारे काय होतं ते समजतं. आपण आपल्या हातात पेस्सिल धरली आणि हळू हळू हात जितका दूर नेता येईल तितका नेला तर आपल्याला भासतं की पेस्सिल जसजशी दूर जाते तसतशी अधिकाधिक लहान दिसते पण तिला स्पर्श केला तर ती तेवढीच असते. आपल्याला डोळे जे सांगतात आणि हात जे सांगतात त्याच्या विरोधाभासात हात काय सांगतात त्याला आपण जास्त विश्वसनीय मानतो. मी होलोग्रामबद्दल असंच म्हटलं होतं.

आता मला थांबायला हवं. आपण नंतर बोलू. ‘वस्तू दूर अंतरावर असताना लहान का दिसतात?’ ह्या प्रश्नावर मात्र विचार कर.

डॅड.

राफा : माँम, वस्तू दूर असल्या म्हणजे लहान का दिसतात?

आई : राफा!

राफा : काय?

आई : मी तुला तयार उत्तर देईन असं तुला वाटलं?

राफा : माहीत आहे. ‘त्या बाबतीत माझं स्वतःच म्हणणं काय’ असं तू विचारशील.

पण माँम, मी दिवसभर शाळेत होतो. शिवाय घरी आल्यावर मी माझा पूर्ण

गृहपाठ संपवला. आता मी थकलो आहे आणि मला झोपही येते आहे.

आई : तुला काय वाटलं की माझ्याकडून सहानुभूती मिळवून ह्यातून तू आपली सुटका करून घेऊ शकशील ? विसरा ते ! जा आणि स्वतःहून उत्तर शोधून काढ. जा !

राफा : गुडनाईट मॉम

आई : गुडनाईट, राफा

संवाद ५ : थोडीशी भूमिती

राफा : मॉम, मला वाटतं मला एक चांगला सिद्धांत सापडलाय.

आई : कशाचा सिद्धांत ?

राफा : आपल्याला दूरच्या वस्तू लहान का दिसतात ह्याचं स्पष्टीकरण देणारा.

आई : हं सांग. माझं पूर्ण लक्ष आहे.

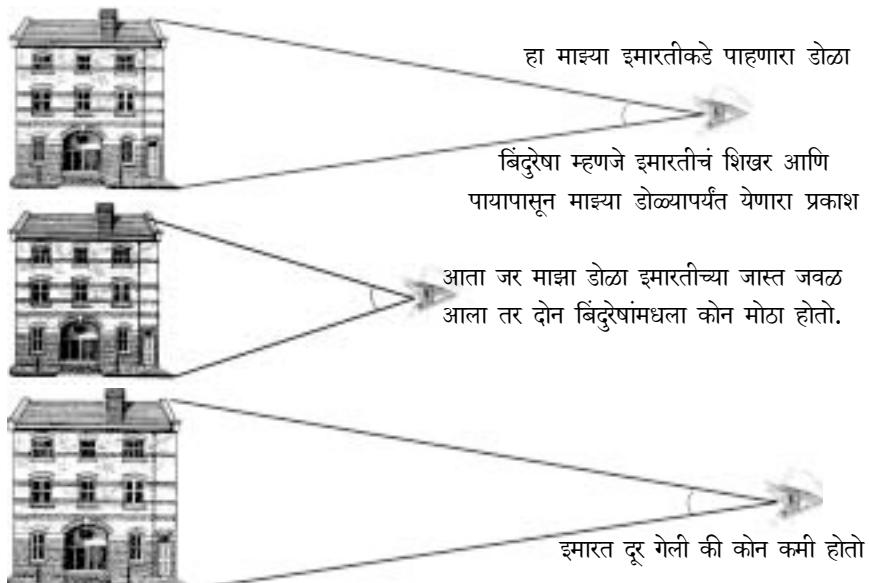
राफा : आपण गृहीत धरू की प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो.

आई : हे आपण गृहीत धरू शकतो.

राफा : कल्पना कर की मी एका दूरच्या इमारतीकडे पाहतो आहे. माझ्या डोऱ्याकडे प्रकाश असा येतो - मला आकृति काढावी लागेल.

राफा : पहा, ह्या आकृत्यांनी स्पष्ट होतं.

आई : काय स्पष्ट होत ?



- राफा : इमारत किंवा कोणतीही वस्तू जास्त अंतरावर असली की लहान दिसते.
- आई : नाही. ह्यानी ते स्पष्ट होत नाही. अजून तरी नाही. तू दाखवलं आहेस की - प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो. आता आकृत्यावरून काय कळतं? जसजसा डोळा दूर जातो, तसेतसा प्रकाशकिरणांचा डोळ्याशी होणारा कोन लहान होत जातो. ह्यावरून वस्तू लहान मोठी दिसण्याचं कारण कुठेच स्पष्ट होत नाही.
- राफा : ओह! म्हणजे मला दोन तत्त्वांचा उपयोग करायला पाहिजे. नुसतं एक वापरून चालणार नाही.
- तत्त्व १ : प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो.
- तत्त्व २ : दिसणाऱ्या वस्तूचा आकार ती वस्तू डोळ्याशी किती अंशाचा कोन करते यावर अवलंबून असतो.
- आपल्याला माहीत असलेल्या भूमितीतील तत्त्वाप्रमाणे तत्त्व १ मध्ये दिलेल्यावरून आपण हे म्हणू शकतो की डोळा जसजसा दूर जाईल तसेतसा डोळ्याशी होणारा कोन लहान होत जाईल. तत्त्व २ वरून हे म्हणता येईल की वस्तूपासून डोळा जसजसा दूर जाईल वस्तूचा दिसणारा आकार लहान लहान होत जाईल.
- आई : शाब्दास राफा ! पण हे तत्त्व वापरून तू हे स्पष्ट करू शकतोस का, की आपलं बोट डोळ्याच्या अगदी जवळ असताना एखाद्या इमारती एवढं का दिसतं?
- राफा : हो मी करू शकतो. खरं म्हणजे ते अगदी सोंप आहे. या आकृतीकडे पहा - इमारतीनं आणि बोटानं प्रत्येकी डोळ्याशी केलेला कोन सारखा आहे. तत्त्व २ प्रमाणे कोन सारखा असल्यामुळे बोट आणि इमारतीचा आकारही सारखा दिसेल.
- आई : अति उत्तम! २-३ दिवसांपूर्वी तू एम्पीडेक्लीजच्या विरोधात जो मुद्दा उपस्थित



- केला होतास तो अल्हाडेनने उपस्थित केलेल्या मुद्द्याच्या जवळपासच आहे. तू आता जो सिद्धांत मांडलास तोच युक्लिडने मांडलेला सिद्धांत आहे.
- राफा : खरं? वाढव ! मी जर युक्लिडपूर्वी जन्माला आलो असतो तर मी तेवढाच प्रसिद्ध झालो असतो.
- आई : त्याच्याइतका नाही. कारण युक्लिडची प्रसिद्धी त्याच्या भूमितीमुळे आहे. तरी



प्रकाशासंबंधीच्या अभ्यासात त्याचा वाटा मोलाचाच आहे. पण तू नक्कीच सुप्रसिद्ध झाला असतास हे तितकंच खरं.

राफा : पण मॉम, युक्लिडचा काळ एम्पीच्या काळाच्या पाठोपाठ होता. बरोबर ? म्हणजे अल्हाज्ञेनच्या फार पूर्वी ?

आई : हो.

राफा : म्हणजे तो एम्पीचंच अनुसरण करत होता आणि प्रकाश आपल्या डोळ्यातून निघून ज्या वस्तूवर पडतो ती वस्तू आपल्याला दिसते असं गृहीत धरून चालत होता. मग वस्तू आपल्या डोळ्यापासून लांब असली म्हणजे लहान दिसते ह्याचं स्पष्टीकरण काय देत होता ?

आई : तुझ्या सिद्धांतात प्रकाश डोळ्यापासून वस्तूकडे जातो किंवा वस्तूकडून डोळ्याकडे येतो ह्यानी काही फरक पडतो का ? मग तू जी आकृती वापरलीस तीच युक्लिडनी वापरली नसेल कशावरून ?

राफा : ओह ! खरंच.

आई : ठीक. तरीपण एक प्रश्न आहे.

राफा : कोणता ?

आई : तुझ्यां तत्त्व नं. १. तुझा सिद्धांत लागू होण्यासाठी त्याची फार गरज आहे. त्या तत्त्वासाठी तुझ्याजवळ दुसरा कोणता स्वतंत्र पुरावा आहे का ?

राफा : स्वतंत्र पुरावा ?

आई : म्हणजे एखादी अशी गोष्ट जी प्रकाश सरळ रेषेत प्रथम प्रवास करतो हे स्पष्ट करते.

राफा : ओह! मला तरी माहीत नाही. अशी कोणती गोष्ट आहे का?

आई : तू स्वतःच शोधून काढ. हे काम काही माझं नाही. माझं काम तुला विचार करायला लावण. तुझ्या वरीनं विचार करणं नाही.

राफा : काय त्रास देतेस गं!

आई : राफा, तू कॉलेजमध्ये जाशील तेव्हा माझ्या या त्रास देण्याबद्दल माझे आभार मानशील!

दुसऱ्या दिवशी उठल्यावर राफाला बाबांकडून आलेली इ-मेल मिळाली.

प्रिय राफा,

माझ्या मागच्या इमेलमध्ये विचारलेल्या प्रश्नाचं उत्तर म्हणून जो सिद्धांत मांडलास, तो मॅमनी मला सांगितला. राफा, तुझी विचारांची दिशा एखाद्या शास्त्रज्ञासारखी आहे. माझी खात्री आहे की तू शास्त्रज्ञ होण्याचं ठरवलंस तर एक निष्णात शास्त्रज्ञ होशील.

तू शास्त्रज्ञ व्हावंस असं माझं म्हणणं नाही. तू शास्त्रज्ञ, शाळा शिक्षक, सुतार, इंजिनिअर, संगीतज्ञ, नर्तक, शेतकरी यांपैकी काही किंवा आणखी काय व्हावंस हे तुझ्या इच्छेवर अवलंबून आहे. हेच काय, तुझी इच्छा असली तर तू माझ्या मित्राप्रमाणे (मि. आयझेन) होममेकर व्हायचं पण ठरवू शकतोस. त्याच्या बायकोला तिच्या करिअरचं फार महत्त्व होतं. तिला ते चालू ठेवता यावं म्हणून त्यांनं १० वर्ष घरी रहायचं आणि मुलांची काळजी च्यायचं ठरवलं. मॅम आणि मी तुला तू काय करावंस हे सांगणार नाही. पण तुझे निर्णय तू स्वतः घेण्याची क्षमता तुझ्यात आणण्यासाठी तुला मदत करू. तुझ्या निवडीबद्दल तुला पश्चाताप वाटू नये, त्या निर्णयामुळे तू समाधानी आणि सुखी आयुष्य जगावंस ह्या गोष्टीचंच आम्हाला महत्त्व आहे.

आता आपण ‘प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो’ या तुझ्या तत्त्वावर पुढ्हा विचार करू. तुझ्या स्पष्टीकरणात तू गणितीय नमुना / प्रतिकृती वापरलीस. तू गृहीत धरलेलं दुसरं तत्त्व होतं -

‘वस्तू आपल्या डोळ्याशी जो कोन करते त्यावर वस्तूचा दिसणारा आकार अवलंबून असतो’

आता यापैकी प्रकाश आणि वस्तूचा दिसणारा आकार ह्या जगातल्या वास्तवातल्या गोष्टी आहेत. पण सरळ रेषा आणि कोन या गणितात अस्तित्व असलेल्या गोष्टी आहेत. तू तयार केलेला सिद्धांत जगात अस्तित्वात असलेल्या गोष्टींना गणिताच्या जगात घेऊन जातो. याला गणितीय नमुना किंवा प्रतिकृती म्हणतात.

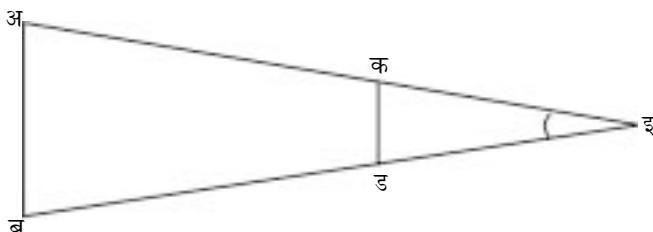
प्रकाश,
वस्तूचा दिसणारा आकार इ.

आपण राहतो ते जग

सरळ रेषा,
कोन इ.

गणिताचे जग

ही गणितीय प्रतिकृती, नमुना आणि तू काढलेल्या इमारत, तुझा डोळा आणि मध्ये असलेले तुझे बोट या चित्रातील आवश्यक गोष्टींचा विचार करता त्यांना खालीलप्रमाणे थोडक्यांत असे मांडले जाऊ शकते -



जगातील एका विशिष्ट परिस्थितीचं हे एक प्रारूप आहे. यात 'अब' म्हणजे इमारत समजली जाते, 'कड' म्हणजे तुमचं बोट आणि 'इ' म्हणजे तुमचा डोळा. आता पहा, आकृतीत दोन समान त्रिकोण आहेत -- अबइ व कडई. तुमच्या भूमितीच्या ज्ञानाच्या आधारे तुम्ही सिद्ध करू शकता की समान समद्विभुज त्रिकोणांमधे अब आणि कड यांची लांबी त्यांच्या 'इ' पासूनच्या अंतराप्रमाणे समप्रमाणात वाढत जाते किंवा कमी होत जाते. हाच निष्कर्ष तुला तुझ्या सिद्धांतप्रमाणे दाखवायचा होता.

गणिताचा विज्ञानात दुसरा उपयोग म्हणजे वैज्ञानिक तत्त्वांचा गणितीय हिशेब करून उपयोग करणे. १०० मी. अंतरावर एक ५०० मी. उंचीची इमारत आहे. त्या दोन्हीच्या मध्ये तुम्ही आपले ५ सें.मी. लांबीचे बोट आपल्या डोळ्यापासून किती अंतरावर ठेवल्याने इमारत आणि बोट समान उंचीचे भासतील? ह्या प्रश्नाचे वरच्या आकृतीत रूपांतर करायचे झाले तर प्रश्न असा असेल की अब = ५००, कड = ०.०५, इ पासून 'अब' वर टाकलेला लंब = १०० मी. अब = कड दिसण्यासाठी 'इ' पासून 'कड' वर टाकलेल्या लंबाची लांबी किती असावी लागेल? तुला उत्तर काढता येईल?

तुझा डॅड

लेखक : के.पी. मोहनन् - तारा मोहनन्, इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स एज्युकेशन अँड रिसर्च, पुणे येथे प्राध्यापक.

अनुवाद : सुहासिनी खेर, निवृत्त प्राध्यापक, लेखन, भाषांतराची आवड.

शाश्वत विकासास्थाठी सहस्रकाची उद्दिष्टे



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

विसाव्या शतकाचा शेवट हा केवळ एका शतकाचाच नाही तर मानवी इतिहासातील एका सहस्रकाचा शेवट होता. त्यामुळे अर्थातच या शतकातच नाही, तर सहस्रकात माणसाने काय मिळवले आणि काय गमावले याचा लेखाजोखा अनेक वेगवेगळ्या पातळ्यांवर घेतला गेला. १९०१ सालचे मानवी जीवन आणि २००१ सालचे जीवन यांची तुलना केली, तर गेल्या शंभर वर्षात बहुतेक सर्व जगात आमूलाग्र बदल झालेला आहे. वेगवेगळ्या तंत्रज्ञानातील नवनव्या सुधारणा, वैद्यकशास्त्रातील सुधारणा, संपर्क व दळणवळणाच्या नव्या आणि कार्यक्षम व्यवस्था, इ. मुळे बहुतेक ठिकाणी माणसाचे जीवन अधिक आरामाचे झाले आहे, आयुर्मर्यादाही वाढली आहे. पण तरीही जगात अशा जागाही आहेत, की जिथे अजूनही माणसं १९ व्याच काय तर

त्याच्याही आधीच्या सहस्रकांमध्ये जगताहेत. जिथे विकास आणि प्रगतीचे वारे वाहिले, तिथेही नैसर्गिक साधनसंपत्तीची हानी आणि सामाजिक विषमतेचा प्रादुर्भाव आहे, आणि त्यामुळे आरामाचे जीवन पुन्हा खडतर प्रवासाच्या दिशेने जाऊ लागले आहे. वाढती लोकसंख्या, नैसर्गिक साधन-संपत्तीवर प्रमाणाबाहेर पडणारा ताण, आणि सामाजिक व आर्थिक विषमता यांचा एकत्र परिपाक म्हणजे दारिद्र्य. दारिद्र्याच्या समस्येवर कायमस्वरूपी उपाय शोधणे ही एक जागतिक गरज म्हणून या विचारमंथनातून पुढे येऊ लागली.

या सांच्या विचारमंथनाचा परिणाम म्हणजे संयुक्त राष्ट्र संघटनेतर्फे दारिद्र्याच्या समस्येवर उपाय शोधण्यासाठी जागतिक पातळीवर दुसऱ्या सहस्रकाची उद्दिष्टे ठरवण्यात आली. ही उद्दिष्टे ठरवताना

शाश्वत विकासाची मूळ्ये विचारात घेतली आहेत. प्रत्येक उद्दिष्टाठी मोजता येतील अशी लक्ष्ये साध्य करण्याचे वेळापत्रकही ठरवण्यात आले आहे. जगातील १९८ देशांनी दुसऱ्या सहस्रकाची उद्दिष्टे साध्य करण्याचे मान्य केले आणि त्यासाठी १९९० ते २०१५ ही कालावधीची मर्यादाही मान्य केली. याचाच अर्थ आता या उद्दिष्टपूर्तीच्या कार्यक्रमातील फक्त चारच वर्ष शिल्क आहेत.

उद्दिष्टे ठरवण्यामागची मुख्य कल्पना ही आहे, की प्रत्येक देशाने आपापल्या देशातील धोरणे, कायदे, योजना, विकास कार्यक्रम, खर्चाच्या नियोजनातील प्राधान्यक्रम इ. चे नियोजन करताना ही उद्दिष्टे डोळ्यापुढे ठेवावीत. त्याचबरोबर विकसित देशांची सरकारे किंवा आंतरराष्ट्रीय नाणेनिधी, जागतिक बँक, तसेच वेगवेगळी आंतर-

राष्ट्रीय फाउंडेशन्स यांनी विकसनशील देशांना अर्थसहाय्य पुरवतानाही, या उद्दिष्टांच्या पूर्तीवर भर द्यावा. या उद्दिष्टांमुळे विकसनशील देशांच्या धोरणांना योग्य दिशा मिळेल, त्याचप्रमाणे वेगवेगळ्या शासकीय योजनांचे यशापयश काही ठोस मोजता येणाऱ्या परिणामांच्या आधारावर जोखता येईल.

भारताने या उद्दिष्टपूर्तीच्या दिशेने काय वाटचाल केली आहे, याचा थोडासा आढावा घेऊ या.

प्रत्येक देशातर्फे या संदर्भातील अहवाल वेळोवेळी संयुक्त राष्ट्रसंघाला सादर केले जातात. २००९ सालचा भारताचा अहवाल इंटरनेटवरही उपलब्ध आहे. यातील काही ठळक मुद्दे पुढीलप्रमाणे आहेत.

- १९९३-९४ साली भारतात एकूण लोकसंख्येच्या ३६ टक्के जनता

सहस्रकाची उद्दिष्टे काय आहेत ?

उद्दिष्ट १ : आत्यंतिक ढारिक्य आणि भूक यांचे निर्मूलन करणे.

उद्दिष्ट २ : जगातील सर्व लोकांना किमान प्राथमिक शिक्षणाची सुविधा उपलब्ध करून देणे

उद्दिष्ट ३ : महिलांचे सबलीकरण करणे व महिलांना समान संधी उपलब्ध करून देणे.

उद्दिष्ट ४ : बालमृत्यूचे प्रमाण कमी करणे.

उद्दिष्ट ५ : गरोदरपणातील मृत्यूंचे प्रमाण कमी करणे.

उद्दिष्ट ६ : एचआयव्ही इझस, मलेशिया व इतर तत्सम रोगांवर नियंत्रण मिळवणे.

उद्दिष्ट ७ : पर्यावरणाचे संरक्षण सुनिश्चित करणे.

उद्दिष्ट ८ : विकासासाठी आंतरराष्ट्रीय भागीदारी प्रस्थापित करणे.

- दारिद्र्यरेषेखाली राहत होती. २००४-०५ मध्ये ही टक्केवारी २७.६ टक्क्यांवर आली आहे. २०१५ सालांपर्यंत ही संख्या २२ टक्के इतकी खाली आलेली असेल, असा अंदाज आहे.
- लहान मुलांमधील कुपोषणाचे प्रमाण घटवण्यात फार कमी प्रगती झालेली आहे. तीन वर्षाखालील लहान मुलांमध्ये कुपोषणाचे प्रमाण १९९८-९९ मध्ये ४७ टक्के होते, ते २००५-०६ मध्ये ४६ टक्क्यांवर आले. हा बदल फारच नगण्य आहे.
 - देशातील जनतेला आरोग्य सुविधा पुरवण्यामध्ये बरीच प्रगती झालेली आहे. पण तरीही २००८ साली भारतात क्षयरुग्णांची संख्या १९ लक्ष इतकी होती. जगातील एकूण क्षयरुग्णांपैकी एक पंचमांश रुग्ण भारतात आहेत.
 - गेल्या दशकभरात भारताचे जंगलाखालील क्षेत्र ७२८ चौ. किमी ने वाढले.
 - पिण्याचे स्वच्छ पाणी किती लोकांना सहज उपलब्ध आहे, याचा विचार केला तर १९९२-९३ मध्ये ६८.२ टक्के लोकांना स्वच्छ पाणी मिळत होते, २००७-०८ मध्ये हे प्रमाण ८४.४ टक्क्यांवर पोचले आहे. शहरी भागातील ९५ टक्के लोकांना स्वच्छ पाणी सहजपणे उपलब्ध होते.
 - सांडपाण्याची आरोग्यपूर्ण विल्हेवाट लावता येणे, हे मात्र देशापुढील महत्वाचे आव्हान आहे. अजूनही देशातील निम्म्या जनतेला सांडपाण्याचा योग्य निचरा करणारी स्वच्छतागृहे उपलब्ध नाहीत. ग्रामीण भागात हे प्रमाण ६६ टक्के इतके जास्त आहे.
 - तरुणांमधील साक्षरतेचे प्रमाण १९९१ ते २००१ या दशकात ६१.९ टक्क्यांपासून ७६.४ टक्क्यांपर्यंत वाढले, २००७ मध्ये हे प्रमाण ८२.१ टक्क्यांवर पोचले होते. २०१२ च्या अखेरपर्यंत देशातील सर्व तरुण साक्षर असतील, असा अंदाज आहे.
- प्राथमिक व माध्यमिक शिक्षणात मुलगे व मुलींमध्ये समानता साध्य झालेली असेल, पण उच्च शिक्षणात हे चित्र अजून दिसणार नाही. मात्र शेतीव्यतिरिक्त इतर व्यवसायांमध्ये नोकरदार स्त्रियांचे प्रमाण २०१५ अखेरपर्यंत फारफार तर २४ टक्क्यांपर्यंत पोचलेले असेल. हे निश्चितच समानतेचे निर्दर्शक नाही.
- एक गोष्ट नमूद करायला हवी, की अहवालातील वर दिलेली सर्व आकडेवारी ही शासनाकडे उपलब्ध असलेल्या आकडेवारीतून आलेली आहे. यात काही प्रमाणात प्रगतीचे आकडे फुगवलेले असणारच. उदा. शिक्षणाचाच विचार करायचा झाला तर सर्व शिक्षा अभियान

आणि अलीकडचा शिक्षण हक्क कायदा यामुळे सर्व मुलांना चांगल्या दजाचे शिक्षण मिळण्याच्या दृष्टीने बरीच वाटचाल झालेली असली, तरी २०१२ अखेरपर्यंत सर्व तरुण साक्षर झालेले असतील, हा दावा वास्तवापासून खूप दूर वाटतो. महाराष्ट्रातच शासकीय आकडेवारीनुसार शाळेच्या बाहेर असलेल्या मुलांचे प्रमाण केवळ १-२ टक्के आहे, असा दावा अलीकडेच केला जात होता, पण नुकत्याच केल्या गेलेल्या प्रत्यक्ष पटताळणीत बच्याच ठिकाणी वेगवेगळ्या कारणांसाठी वर्गमिंधील पटसंख्या फुगवलेली आहे, असे दिसून आले. या संदर्भातील सुरस आणि चमत्कारिक कथा आपण वर्तमानपत्रांमध्येही वाचल्या. म्हणजेच ज्या आकडेवारीच्या जोरावर शिक्षणक्षेत्रातील प्रगतीचे मूल्यमापन करायचे, ती आकडेवारीच फारशी विश्वासार्ह नाही. पण तरीही एकंदरीत प्रगतीचे जे कल (ट्रैइस) अहवालात नमूद केलेले आहेत, ते बच्याच अंशी बरोबर आहेत, हे आपण आजूबाजूची परिस्थिती बघूनही समजून घेऊ शकतो.

दारिद्र्य दूर करण्यासाठी देशांच्या धोरणांना योग्य दिशा देणे हा सहस्रकाच्या उद्दिष्टांचा हेतू बच्याच अंशी साध्य झाला. पण यामध्ये केवळ धोरणे किंवा आर्थिक तरतूद पुरेशी नव्हती. वैज्ञानिक व तांत्रिक प्रगतीचाही ही उद्दिष्टे पूर्ण करण्याच्या प्रक्रियेत महत्वाचा वाटा आहे. पुन्हा एकदा शिक्षणाचे उदाहरण घ्यायचे झाले तर,

एज्युकेशनारख्या केवळ शिक्षणासाठीच असलेल्या उपग्रहांच्या मदतीने अगदी दुर्गम भागात शिक्षणाच्या मुलांनाही चांगले शिक्षक किंवा चांगले शिक्षण साहित्य उपलब्ध होऊ शकले आहे.

सहस्रकाची उद्दिष्टे पूर्ण करण्याच्या प्रक्रियेतील विज्ञानाच्या वाट्याचे व त्यातून उद्दिष्टपूर्तीचे लक्ष्य साध्य होण्याकडे जोमदार वाटचाल शक्य झाल्याचे एक फार प्रेरक उदाहरण आहे.

सहस्रकाचे पहिलेच उद्दिष्ट आहे, भूकबळींची संख्या कमी करणे. ही समस्या आज सर्वात गांभीर्यानि आफ्रिका खंडाला भेडसावते आहे. पश्चिम आफ्रिकेतील २४ कोटी लोकांचे मुख्य अन्न भात आहे, पण येथे खाल्ला जाणारा बहुतेक सर्व तांदूळ हा बाहेरून आयात केला जातो.

स्थानिक पातळीवरील भाताचे उत्पादन वाढवता आले, तरी अन्न सुरक्षितता मिळेल, आणि तांदुळाच्या आयातीवर खर्च होणारा पैसा इतर विकासकामांना उपलब्ध होईल, या विचारातून एक कार्यक्रम हाती घेतला गेला. नेरिका - न्यू राईस फॉर आफ्रिका - या नावाने पश्चिम आफ्रिकेसाठी खास तांदुळाच्या नव्या जाती विकसित करण्याचे आव्हान कृषितज्जनी स्वीकारले.

आफ्रिकेतल्या तांदुळाच्या मूळ जाती आहेत, त्या स्थानिक हवामान व मातीच्या प्रतीसाठी योग्य आहेत, पण त्यांचे उत्पन्न

नेरिका भाताच्या उत्पन्नामुळे
आफ्रिकन शेतकऱ्यांच्या
ओठांवर हसू पसरले.



खूप कमी आहे. याउलट आशियात मोठ्या प्रमाणावर भातशेती केली जाते, तिथे भरपूर उत्पन्न देणाऱ्या जाती विकसित झाल्या आहेत. पण त्या आफ्रिकेतील परिस्थितीत टिकत नाहीत. तेव्हा या दोन प्रकारच्या जारींच्या संकरातून आफ्रिकेतील परिस्थितीला अनुरूप पण पारंपरिक आफ्रिकन जारींपेक्षा अधिक उत्पन्न देणाऱ्या जाती विकसित करण्यात आल्या. तांदळाच्या या नव्या जारींच्या समृद्धाला एकत्रितपणे नेरिका तांदूळ असे म्हटले जाते.

नेरिकाची ठळक वैशिष्ट्ये काय ?

पूर्वीच्या तांदळात प्रत्येक कणसाला ७५ ते १०० दाणे असत, नेरिकात हे प्रमाण कणसामागे ४०० दाणे इतके वाढले. याचा परिणाम म्हणजे हेक्टरी उत्पादनात १ टनापासून २.५ टनापर्यंत वाढ झाली. खतांचा वापर करून हे उत्पादन हेक्टरी ५ टनापर्यंत नेता येते.

नेरिका तांदळात त्यांच्या आफ्रिकन आणि आशियन मात्रबेण्यांपेक्षा २ टक्के अधिक प्रथिन आहे. म्हणजेच या भाताचे पोषणमूल्य जास्त आहे.

पारंपरिक तांदळापेक्षा नेरिकाचे पीक उंचीला जास्त असते. त्यामुळे भाताची काढणी कमी कष्टाची होते.

नेरिकामुळे आफ्रिकेतील भूकबळींच्या समस्येवर मात करण्याच्या दिशेने वाटचाल सुरु झाली आहे, यात शंका नाही.

सहस्रकाच्या उद्दिष्टांची पूर्तता होणार का, याचा जागतिक आढावा घेतला, तर चित्र संमिश्र आहे. आशिया व दक्षिण अमेरिकेतील बहुतेक विकसनशील देशांनी उद्दिष्टपूर्तीकडे समाधानकारक वाटचाल केली आहे. तरीही काही उद्दिष्टे पूर्ण करण्यात प्रत्येक देश थोड्याफार प्रमाणात कमी पडणार आहे. आफ्रिकेत मात्र २०१५ पर्यंत कोणत्याच देशात कोणत्याच उद्दिष्टांची पूर्तता होण्याची शक्यता दिसत नाही. पण म्हणून तिथे प्रगतीच झाली नाही असे मात्र नाही. मुळात आफ्रिकेतील देशांची सुरुवातीची परिस्थितीच फार वाईट असत्यामुळे ही उद्दिष्टे तशीही त्यांच्यासाठी आव्हानात्मकच ठरणार होती. त्यामुळे आफ्रिकेतील देशांनी केलेली गुणात्मक प्रगती बघावी, आकडेवारीला फार महत्त्व

देऊ नये, असेही काही तज्जांचे म्हणणे आहे.

२०१५ साली या उद्दिष्टाची मुदत संपेल. प्रगतीचा आढावा घेऊन नवी उद्दिष्टे ठरवली जातील, आणि त्याने धोरणांना आणि उपयोजित वैज्ञानिक संशोधनालाही नव्या दिशा देणे शक्य होईल.

मात्र शाश्वत विकासाकडची ही वाटचाल फक्त विकसनशील देशांनीच

अवलंबायची आणि विकसित देशांनी मात्र आपली निसर्गाला ओरबाडणारी जीवनशैली कायम ठेवायची या पद्धतीने अर्थातच खन्या अथवा शाश्वत विकास साध्य होऊ शकणार नाही, विकसित देशांमध्ये या दृष्टीने धोरणात्मक पातळीवर आणि व्यक्तिगत पातळीवर काय घडते आहे, ते पाहू या पुढील लेखांमध्ये.

त्र०६

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्हायरोटेक प्रायव्हेट लि.

E-mail : priyadarshini.karve@gmail.com

समुचित कार्बन फूटप्रिंट कॅलक्युलेटर

* लागणारी माहिती

- दर महिन्याचा वीजवापर किती युनिट होतो
- एक घरगुती गॅस सिलेंडर किती दिवस चालतो
- कुटुंबात वापरत असलेल्या वहानांचा रोज किती प्रवास होतो, व त्यांचे मायलेज काय आहे.
- * आपल्या दैनंदिन जगण्यातून आपण किती हरितगृह वायंचे उत्सर्जन दरवर्षी करतो, याचा अंदाज बांधण्याची अतिशय सोपी पद्धत
- * समुचित लाईफस्टाइल कार्यशाळेच्या माध्यमातून सर्वांना कॅलक्युलेटरचा वापर शिकवला जातो, व आपली जीवनशैली न बदलता प्रदूषण कमी करण्याची दिशा दाखवली जाते.



भारतलक्ष्मी चूल



संपदा गॅसिफायर शेगडी



जैव कचन्यापासून बायोगॅस

पर्यावरणपूरक जीवनशैलीसाठी कोणत्याही गैरसोयी सोसण्याची गरज नाही. नूतनक्षम ऊर्जा किंवा कार्यक्षम ऊर्जा वापराच्या कोणत्याही गरजेसाठी आम्ही आपल्याला योग्य मार्गदर्शन करू. तेही अगदी वाजवी दरात.



अधिक माहितीसाठी संपर्क - समुचित एन्वायरो टेक प्रा. लि.,

६ एकता पार्क, निर्मिती शोरूममागे, लोंगोलेज रस्ता, पुणे ४११ ००४



हिन्दू ग्रह

संकलक : अमलेंदु सोमण

शत स्तरांना एक ग्रह सापडला आहे आणि त्यांना वाटत आहे की तो एक जंगी राक्षसी आकाराचा हिन्दू आहे.

- पृथ्वीपासून सुमारे ४००० प्रकाश वर्षे अंतरावर असलेला हा हिन्दू ग्रह एका जोडिताच्यांच्या प्रणालीचा भाग आहे.

- कोणे एके काळी प्रचंड असलेल्या ताच्याचे कार्बनच्या स्फटिकरूपाचे म्हणजे हिन्दूच्या रूपातले हे अवशेष असावेत.

- या 'पल्सर'च्या जोडीने असलेल्या कृष्णविवराचा आता शास्त्रज्ञ शोध घेत आहेत.

हा पल्सर आणि त्याच्या-भोवती प्रदक्षिणा घालणारा हा हिन्दूचा ग्रह हे आपल्याच आकाशगंगेत पृथ्वीपासून ४००० प्रकाश वर्षे अंतरावरच्या 'सर्पेन्स' नावाच्या तारकापुंजात आहेत. बहुधा एके काळच्या भल्याजंगी ताच्याचे अवशेष आता पृथ्वीच्या पाच पट मोठ्या असलेल्या या हिन्दूच्या

ग्रहाच्या रूपात शिल्लक आहेत.

खगोलवैज्ञानिकांनी जे १७१९-१८३८ नावाच्या ताच्याकडून येणारे उर्जेचे स्पंद (pulses of energy) जेव्हा बाराकाइने अभ्यासले तेव्हा असं लक्षात आलं की ते अत्यल्प प्रमाणात पण नियमितपणे प्रक्षोभित (disturb) होत आहेत. (एखादी लहान वस्तू जर मोठ्या वस्तूभोवती भ्रमण करीत असेल तर त्या लहान वस्तूच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावामुळे असा प्रक्षोभ (disturbance) होतो. त्या प्रक्षोभाचं गणित केल्यानंतर त्या भ्रमण करणाऱ्या वस्तूचे वस्तुमान आणि ताच्यापासूनचे अंतर याचा



अंदाज आला आणि असं लक्षात आलं की एक आगळीच प्रणाली (system) आपल्या समोर आहे - त्यातला एक भ्रमण करणारा जोडीदार ग्रह हा हिरा आहे. आपल्या सूर्याहितक्या वस्तुमानाच्या ताच्याचं रूपांतर एका ग्रहात होणं हे अगदीच आगळंवेगळं आहे, असं खगोलवैज्ञानिकदेखील मानतात.

ग्रहात रूपांतर झालेला हा तारा कार्बनपेक्षा जड मूलद्रव्यं तयार होऊ शकतील इतका मोठा बहुतेक कधी नव्हताच; त्यामुळे कमी वजनाची हायट्रोजन आणि हेलियमसारखी मूलद्रव्यं उझून गेल्यावर मागे राहिला तो कार्बनचा भलामोठा स्फटिक. म्हणजे पृथ्वीच्या पाचपट आकाराचा हिरा! मात्र गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रचंड दाबामुळे पृथ्वीवर

सापडणाऱ्या हिन्यापेक्षाही हा हिन्याचा ग्रह बहुधा खूप घटू बांधणीचा (much more closely packed) असेल.

ही जोडताच्याची प्रणाली (किंवा पल्सर आणि ग्रहरूपी हिन्याची म्हणता येईल) आता स्थिर आहे; अजून अब्जावधी वर्षे त्यात काही बदल होईल असं दिसत नाही. अगदी सूर्य आणि पृथ्वीच्या अंतानंतर देखील ही तशीच राहील. A diamond is forever! ही इंग्रजी उक्ती या हिन्यानं सार्थ ठरवली आहे.

आपल्या अंतरिक्ष प्रवासात आपण अशा ग्रहावर पोहोचलो आहोत की तिथले रहिवासी खूप महाग असे कटग्लासचे दागिने घालतात, पण टनावारी हिन्यांचे बुलडोझरने ढकलून डोंगर करतात. अशी जागा अजून

हिन्याचे समुद्र : युरेनस आणि नेपच्यूनवर

Nature Physics नावाच्या नियतकालिकात अलीकडे एक लेख आला होता त्यात असं लिहिलं होतं की युरेनस आणि नेपच्यून ब्रह्मांवर कदाचित द्रवरूप हिन्याचे महासागर असतील आणि तयार हिन्याचे हिमनग तरंगत असतील. पाणी गोठताना व वितळताना बर्फ (घन रूपातले पाणी) पाण्यावर नेहेमी तरंगते, त्याचप्रमाणे हिन्याच्या विलय-बिंदूच्या तापमानावर केलेल्या संशोधनात असे आढळून आले की घन हिन्याची घनता पाण्याप्रमाणेच द्रव हिन्यापेक्षा कमी असते, त्यामुळे अर्थातच घन रूपातले हिरे द्रवरूप हिन्यांवर तरंगतात.

हिरे पृथ्वीवर पुष्कळ प्रमाणात सापडतात. पण हिन्याचा विलयबिंदू मोजण्यात अजूनपर्यंत यश आलं नव्हतं. हिरा वितळायचा असेल तर नुसतं तापमान वाढवून चालत नाही. दाबदेखील खूप वाढवावा लागतो, आणि त्या दाबाला तापमान अचूकपणे मोजता येत नाही. दुसरी अडचण अशी की तापमान वाढवल्यावर हिरा हा हिरा राहत नाही - त्याचं ग्राफाईट मृद्ये रूपांतर होतं आणि ग्राफाईट वितळतं. त्यामुळे हिरा तापवून त्याचा विलयबिंदू मोजताना त्याचं ग्राफाईट मृद्ये रूपांतर होऊ न देण्याचं मोठं आव्हान शास्त्रज्ञांसमोर होतं.

सापडली नाहीये, पण आपल्या सूर्यमालेच्या पलीकडे असा एक ग्रह सापडला आहे की जो बहुधा कार्बनच्या स्फटिकांनी (म्हणजे हिन्यांनीच) भरलेला आहे.

Wide-Angle search of planets WASP) या संस्थेला आपल्या गुरु ग्रहाच्या आकाराचा कार्बनच्या स्फटिकांनी (म्हणजे हिन्यांनीच) भरलेला हा ग्रह

गेल्या वर्षी सापडला - त्याला त्यांनी नाव दिलं आहे. WASP-12b. हा इतका उष्ण आहे की नासाच्या आणि कॅनडा-फ्रान्स-हवाईच्या दुर्बिणींना वर्ण-पटदर्शकावर (Spectroscope) त्या ग्रहाच्या वातावरणात कार्बनच्या अस्तित्वाच्या स्पष्ट खुणा दिसत्या.

पृथ्वीवर प्राणवायू आणि सिलिका ही मूलद्रव्यं मोळ्या प्रमाणात आहेत; पण या ग्रहावर कार्बनचं प्रमाण त्याहीपेक्षा जास्त आहे. कोणी सांगावं, गुरु, शनी, युरेनस आणि नेपच्यूनवरची स्थितीसुद्धा कदाचित अशीच असेल; पण या सगळ्या ग्रहांची निरीक्षणं आणि मोजमापं घेण हे खूप कठीण आहे. त्याचं मुख्य कारण म्हणजे त्यांचं तापमान कमी आहे. या ग्रहांच्या अंतर्भुगात असलेल्या प्रचंड दाबामुळे कार्बनचे स्फटिकात रूपांतर होणं सहज शक्य आहे.



आर्थर क्लार्कच्या ‘3001 : The Final Odyssey.’ या विज्ञान कथेत गुरुच्या अंतरंगातून बाहेर फेकला गेलेला एक हिन्याचा डोंगर युरोप नावाच्या उपग्रहावर जाऊन थडकला असं वर्णन आहेच.

१९९९ मध्ये बर्कले येथील कॅलिफोर्निया विद्यापीठातील संशोधकांनी केलेल्या प्रयोगातून असं सिद्ध झालंच आहे की द्रवीभूत मिथेनवर जर वातावरणाच्या काही लक्ष पट दाब दिला तर हिन्याची पूढ तयार होऊ शकते. अर्थात हिन्याच्या व्यापारातील जगातली सर्वांत मोठी संस्था ‘डी बिर्यस’ किंवा भारतातले हिन्याचे व्यापारी भारत शहा यांचे व्यवसाय नक्कीच धोक्यात नाहीत. कारण हा हिन्याचा ग्रह आपल्यापासून १२०० प्रकाशवर्षे दूर आहे आणि त्याचा तारा त्या ग्रहाला हल्लूहल्लू शोषून घेतो आहे.

त्र०९

लेखक : अमलेंदु सोमण, फोन : ९४२३००५६८१

वर्ग पदावलीचे आलेख

लेखक : किरण बर्वे

वर्ग समीकरणे सोडवण्याच्या पद्धती व त्यांचे उपयोग आपण बघितले आहेत. वर्गीत्रिपदीसुद्धा गणितात आणि व्यवहारात खूपदा आढळतात. त्यांचे आलेख वक्र असतात आणि त्रिपदी व तिचा आलेख यात काही गमतीदार संबंध सापडतो. $2x^2 + 3x + 4$, $2x^2 - 6x + 3$, $-\sqrt{3}x^2 + 9x - 11$ या काही वर्गपदावली वा त्रिपदी आहेत. यातील चल x आहे. तिचा वर्ग x^2 . वर्गाचे एक पद, x चे दुसरे पद आणि स्थिरांक अशी तीन पदांची त्रिपदी होते. सर्वसाधारण त्रिपदी, वर्ग पदावली $ax^2 + bx + c$ अशी लिहिता येते. a हा वर्गाचा x^2 चा सहगुणक, b हा चलाचा x चा सहगुणक आणि c हा स्थिरांक अशा a, b, c या कोणत्याही वास्तव्य संख्या (Real number) असू शकतात.

उदा. $2x^2 + 3x + 4$ या त्रिपदीमध्ये $a = 2, b = 3$ आणि $c = 4$

तर $-\sqrt{3}x^2 + 9x - 11$ या त्रिपदीमध्ये $a = -\sqrt{3}, b = 9$ आणि $c = -11$

प्रथम आपण $2x^2 + 3x + 4$ या त्रिपदीचा आलेख काढू या. x -च्या वेगवेगळ्या किंमतींसाठी $y = 2x^2 + 3x + 4$ च्या किंमती काढू या.

समजा $x = 0$ तर $y = 2(0)^2 + 3(0) + 4 = 4$

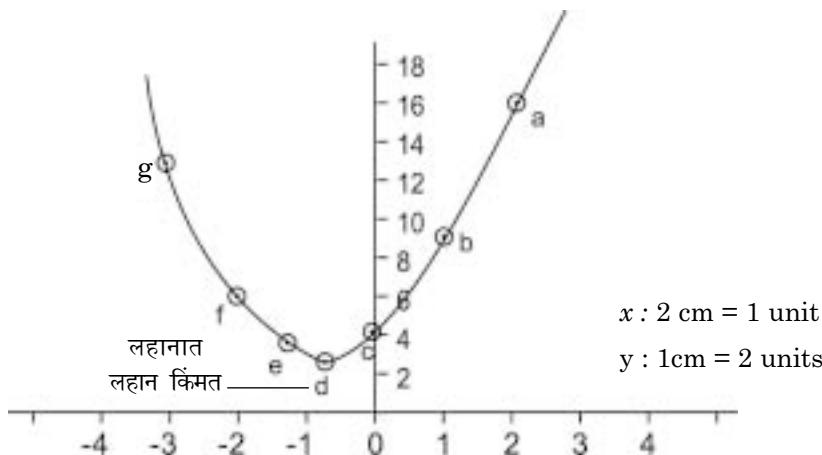
जर $x = 1$ तर $y = 2(1)^2 + 3(1) + 4 = 9$. तसेच या बिंदूना सोयीसाठी नावे देऊ.

जर $x = 0$ तर, $y = 4$; $x = 1, y = 9$; $x = 2, y = 18$

$x = -1, y = 3$; $x = -2, y = 6$; $x = \frac{-3}{4}$, $y = \frac{23}{8}$

	a	b	c	d	e	f	g
x	2	1	0	$-3/4$	-1	-2	-3
y	18	9	4	$\frac{23}{8}$	3	6	13

x मध्यां छोट्या बदलामुळे ही y मध्ये मोठा बदल होत आहे. त्यामुळे x -अक्ष व y -अक्ष यांसाठी वेगवेगळी प्रमाणे, मापने घेणे सोपे पडेल.



हे बिंदू आलेख कागदावर बरोबर काढू. या बिंदूतून कोणतीही एक सरळ रेषा जात नाही. त्यामुळे या बिंदूतून जाईल आणि पेसिल न उचलता सहज काढता येईल असा वक्र काढ्या. वरच्या बाजूने उघडे तोंड असलेला हा आलेख आहे. आलेखावरून असे दिसते की समजा x धन आहे तेव्हा जसजसा x वाढेल तसेतसा y हा वाढणार आहे आणि वेगाने वाढत जाणार आहे. तसेच ज्यावेळेस x हा -1 पेक्षा लहान असेल तेव्हा जसजसा x कमी होत जाईल तसेतसा परत एकदा y हा वाढतच जाणार आहे.

x , 0 ते $-3/4$ मध्ये असताना x कमी होतो तसा y ही कमी होत $23/8$ पर्यंत कमी होऊन मग $x = 3/4$ पासून -1 पर्यंत कमी होत असताना y वाढायला लागेल. म्हणजेच x च्या काही विशिष्ट किंमतीसाठी ($x < -3/4$) x कमी झाला की y वाढतो आहे तर $x > -3/4$ असताना x वाढला की y सुद्धा वाढत आहे.

रेषेच्या आलेखात मात्र अशी दुहेरी वागणूक आढळत नाही. x त्रिं बाजूने अनंताकडे जायला लागला की y ही धन अनंताकडे जाणार आहे. तसेच x धन अनंताकडे गेला की y ही धन अनंताकडे जाणार आहे. आलेखावरून असे ही दिसते की y शून्य कधीही होणार नाही. वर्ग पदावली सरळ रेषेने का दाखवता येत नाही ते आता बघूयात.

$x = 0, y = 4$ आणि $x = 1, y = 9$ म्हणजेच $x = 0$ पासून 1 होत असताना $y = 4$ पासून 9 पर्यंत वाढला म्हणजे 5 ने वाढला. $x = 1, y = 9$ आणि $x = 2, y = 18$. आता मात्र

x मध्ये 1 ते 2, अशी एकनेच वाढ झाली असता y मध्ये मात्र 9 ने वाढ झालेली आहे. म्हणजेच $(0, 4), (1, 9), (2, 18)$ हे बिंदू एक रेषीय असूच शकत नाहीत. x मध्ये एक ने वाढ झाली तरी y मध्ये होणारी वाढ वेगवेगळी आहे.

$$x = -1, y = 3, x = -2, y = 6.$$

$$x \text{ मध्ये } 1 \text{ ची घट } y \text{ मध्ये } 3 \text{ ची वाढ}, x = -2, y = 6, x = -3, y = 13$$

आता मात्र x मध्ये 1चीच घट झाली असताना y मध्ये 7 ची वाढ झाली आहे.

समजा $x > 1$, आणि x वाढत आहे तर y ही वाढत जाणार आहे व y मध्ये वाढ होण्याची गतीसुद्धा वाढत जात आहे. हे निरीक्षण सिद्ध करू.

x हा धन आहे. x मध्ये 1 ची वाढ म्हणजेच x चा $x + 1$ होणार

त्यानुसार y मध्ये किती वाढ होईल ते काढू.

$$y_2 = 2(x + 1)^2 + 3(x + 1) + 4$$

$$y_1 = 2x^2 + 3x + 4$$

$$y_2 - y_1 = 2(x + 1)^2 + 3(x + 1) + 4 - 2x^2 - 3x - 4$$

$$= 2(x + 1)^2 - 2x^2 + 3(x + 1) - 3x$$

$$= 4x + 5$$

ही y मधील वाढ x वर अवलंबून आहे. म्हणजेच जसजसा x वाढत जाणार आहे तसतशी y मधील वाढ मोठी मोठी होत जाणार आहे.

$$x = 0 \text{ तर } y_2 - y_1 = 4(0) + 5, \text{ म्हणजेच } x = 0 \text{ ते } x = 1 \text{ मध्ये } y \text{ मधील वाढ } 5.$$

$x = 1$ आणि $x = 2$ मध्ये y मधील वाढ $4(1) + 5 = 9$ आणि जसजशी x ची किमत वाढत जाईल तसतसा y चा वाढीचा वेग ही वाढत जात आहे.

$x < -1$ असतानाही याच प्रकाराने

$$y_2 - y_1 = 2(x - 1)^2 + 3(x - 1) + 4 - 2x^2 - 3x - 4.$$

$y_2 - y_1 = -4x + 3.$ जसजसा x कमी होत जाईल तसतसा $-4x$ वाढत जाईल (x हा क्रूण आहे) व y चा वाढीचा वेग ही वाढत जाईल.

$2x^2 + 3x + 4$ या त्रिपदीतील वगाची पद म्हणजेच $2x^2$ अधिक महत्वाचे आहे.

करण x मधील बदल हा x^2 मुळे अधिक मोठा होऊन y मध्ये बदल घडवत आहे.

आता आपण बघितलेल्या उदाहरणात x^2 चा सहगुणक 2 हा धन आहे. जर x^2 चा सहगुणक क्रूण असेल तर आलेख कसा बदलेला हे बघणे मनोरंजक ठरेल. चला तर मग आलेख काढून बघू या.

आता $-2x^2 + 3x + 4$ चा आलेख बघू या.

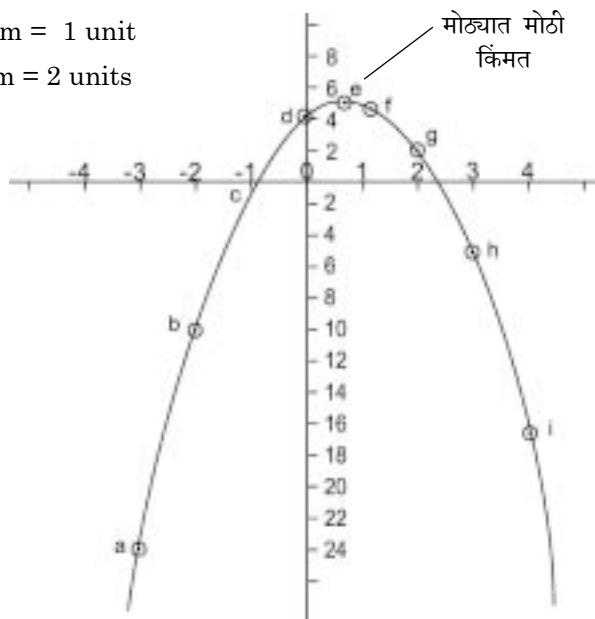
$$y = -2x^2 + 3x + 4$$

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
x	-3	-2	-1	0	$3/4$	1	2	3	4
y	-23	-10	-1	4	$41/8$	5	2	-5	-16

हा आलेख पहिल्या आलेखाच्या उलटा आला आहे. $x > 3/4$ आणि x वाढायला लागला की y कमी कमी होत आहे. तसेच $x < 3/4$, x कमी व्हायला लागला की y कमी होत आहे. याचे कारण $-2x^2$ आहे. x^2 चा सहगुणक ऋण असत्यामुळे हा आलेख उलटा आला आहे आणि y हा ऋण अनंताकडे वाटचाल करीत आहे.

$$x : 2 \text{ cm} = 1 \text{ unit}$$

$$y : 1 \text{ cm} = 2 \text{ units}$$



आलेख क्र. 1 मध्ये $x = -3/4$ असताना, y ची किंमत सर्वात कमी $23/8$ होती.

आलेख क्र. 2 मध्ये $x = 3/4$ असताना y ची किंमत जास्तीत जास्त म्हणजेच $41/8$ आहे.

हा बदल नेमका कशामुळे घडला असावा? पहिल्या आलेखात $(2x^2 + 3x + 4)$;

y ची एक कमीत कमी किंमत आली तर दुसऱ्या आलेखात $(-2x^2 + 3x + 4)$ y ची जास्तीत जास्त अशी किंमत $41/8$ मिळाली. दुसरा आलेख x - अक्षाला देन बिंदूत छेदतो.

म्हणजेच त्या बिंदूंसाठी $y = 0$ आहे.

$$\text{म्हणजेच त्या } x \text{ च्या किंमतीसाठी } -2x^2 + 3x + 4 = 0$$

म्हणजे जिथे आलेख x - अक्षाला छेदतो तेथील x -च्या किंमती

म्हणजेच $-2x^2 + 3x + 4 = 0$ चा उकलसंच. आलेखावरून या किंमती अचूक सांगता येत नसल्या तरी त्या -0.5 आणि -1 च्या मध्ये एक आणि 2 आणि -2.5 च्या मध्ये दुसरी आहे असे नक्कीच सांगता येते.

या आलेखावरून केलेल्या निरीक्षणांची सिद्धता आपण आता नेहमीच्या बीजगणिताच्या सहाय्याने करू या.

सर्वसाधारण त्रिपदी अभ्यासूया.

$$\begin{aligned} & ax^2 + bx + c \\ &= a\left(x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a}\right) \\ &= a\left(x^2 + 2\frac{b}{2a}x + \frac{c}{a}\right) \\ &= a\left(x^2 + 2\frac{b}{2a}x + \frac{b^2}{4a^2} - \frac{b^2}{4a^2} + \frac{c}{a}\right) \end{aligned}$$

$$\text{पूर्ण वर्ग करण्यासाठी } \left(\frac{b}{2a}\right)^2 = b^2/4a^2 \text{ मिळवला व वजा केला.}$$

$$\begin{aligned} &= a\left(\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2}\right) \\ &= a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} \times a \\ &\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 \text{ हा वर्ग असल्यामुळे कमीत कमी शून्य असेल आणि इतर वेळी धन संख्या असेल. } \left(\frac{4ac - b^2}{4a}\right) \text{ ही } a, b, c \text{ या स्थिर, सहगुणकांनी बनलेली संख्या आहे.} \end{aligned}$$

तिची किंमत प्रत्येक त्रिपदी साठी निश्चित, न बदलणारी असणार.

म्हणजेच जसजशी $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ किंमत बदलेल त्याच प्रमाणात त्रिपदीची किंमत

बदलणार आहे. जर a धन असेल तर $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ हे ही धन असणार आहे

आणि $x > \frac{-b}{2a}$ असेल तर जसजसा x वाढेल तसेजसा $\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ वाढणार आणि

x अनंताकडे गेला की $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ धन अनंताकडे जाणार.

$x < \frac{-b}{2a}$ असेल तरीही $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ धनच असणार आणि जसजसा x कमी होत

जाईल तसेजसा $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ वाढत जाणार.

$$x = \frac{-b}{2a} \text{ साठी } \left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 = 0 \text{ व } \frac{4ac - b^2}{4a} \text{ ही } ax^2 + bx + c, (a > 0) \text{ या त्रिपदीची}$$

लहानात लहान किंमत असेल. उदा. $2x^2 + 3x + 4$,

$$a = 2, b = 3, c = 4, \frac{-b}{2a} = -\frac{3}{4}, \frac{4ac - b^2}{4a} = \frac{4 \times 2 \times 4 - 9}{4 \times 2} = \frac{23}{8}$$

म्हणजेच ज्या वेळेला $x = -3/4$ असेल त्यावेळेला $2x^2 + 3x + 4$ या त्रिपदीची किंमत कमीत कमी असेल व ती किंमत $23/8$ असेल. हे आपण आलेखावरूनही पाहिले होते.

$$2x^2 + 3x + 4 = 2\left(x + 3/4\right)^2 + \frac{23}{8}$$

आता $a < 0$, a ऋण असेल तेव्हा $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ शून्य असेल किंवा ऋण असेल.

$x > \frac{-b}{2a}$, x वाढत असेल तर $\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ वाढणार म्हणजेच $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ कमी होणार.

x अनंताकडे गेला की $a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$ ऋण अनंताकडे जाईल. आणि $x = \frac{-b}{2a}$ साठी

$\left(x = \frac{b}{2a}\right)^2 = 0$, $\frac{4ac - b^2}{4a}$ ही $ax^2 + bx + c$, ($a < 0$) या त्रिपदीची मोठ्यात मोठी किंमत असेल.

$$-2x^2 + 3x + 4, \quad \frac{-b}{2a} = \frac{3}{4}, \quad \frac{4ac - b^2}{4a} = \frac{4 \times (-2) \times 4 - 9}{4 \times (-2)}$$

$$\frac{4ac - b^2}{4a} = \frac{41}{8} \quad \therefore -2x^2 + 3x + 4 = -2\left(x - \frac{3}{4}\right)^2 + \frac{41}{8}$$

$ax^2 + bx + c$ या वर्ग त्रिपदीची जास्तीत जास्त मोठी किंमत ($a < 0$) किंवा लहानात लहान किंमत ($a > 0$) ज्यावेळी $x = \frac{-b}{2a}$ असेल त्या वेळीच असते.

$x = \frac{-b}{2a}$ या बिंदूपाशी आलेख खाली वा वर वळलेला असतो.

व्यवहारात उपयोग

व्यवहारात बन्याचदा त्रिपदीची जास्तीत जास्त वा कमीत कमी किंमत द्यावी लागते. गणिती अर्थशास्त्रात, विज्ञानात, गतिशास्त्रात वर्गत्रिपदींचा उपयोग करावा लागतो. त्या अभ्यासात या मोठ्यात मोठ्या व लहानात लहान किंमतींचे खूपच महत्व असते. मात्र तशा थोड्या अवघड गणितांकडे जाण्याच्या ऐवजी आपण एक गमतीशीर प्रश्नाचे उत्तर शोधू या. एका निश्चित परिमितीचे अनेक आयत घेतले तर त्यातील कोणत्या आयताचे क्षेत्रफळ सर्वांत जास्त असेल?

जर परिमिती = 500 मी.

- 100 मी. \times 150 मी. चा आयत (क्षेत्रफळ 15000 चौ.मी.),
- 200 मी. \times 50 मी. चा आयत (परिमिती $200 + 200 + 50 + 50 = 500$ मी. क्षेत्रफळ 10,000 चौ.मी.)

असे वेगवेगळे पुष्कळच आयत घेता येऊ शकतील. हेच एका कोळ्याच्या सारखे मांडून सोडवले आहे.

हरीकडे 500 मीटर लांब दोरी आहे. या दोरीच्या सहाय्याने त्याला आयताकृती मैदान दाखवायचे आहे. त्या आयताच्या बाजू म्हणजे दोरी. त्या आयताच्या बाजू कोणत्या घ्याव्यात म्हणजे क्षेत्रफळ जास्तीत जास्त असेल?

लांबी x मी व स्थंगी p मी. मानू.

आयताची परिमिती $x + p + x + p = 2x + 2p$

$$2x + 2p = 500; x + p = 250$$

मैदानाचे क्षेत्रफळ $x \cdot p = x (250 - x)$

$$\text{क्षेत्रफळ} = 250x - x^2 = -x^2 + 250x$$

क्षेत्रफळाचे सूत्र वर्ग त्रिपदी आहे. आणि वर्गाचा सहगुणक ऋण आहे.

$$a = -1, b = 250, \frac{-b}{2a} = \frac{-250}{-2} = 125$$

$$\frac{4ac - b^2}{4a} = \frac{-250 \times 250}{4 \times -1} = (125)^2 = 15625$$

म्हणजेच ज्यावेळेला लांबी 125 मीट, स्थंडी = $250 - 125 = 125$ मीटर असेल त्यावेळेला क्षेत्रफळ सर्वात जास्त म्हणजेच 15,625 चौ.मी. असेल.

याच बरोबर आपल्याला निश्चित परिमितीच्या सर्व आयताकृतीमधे चौरसाचे क्षेत्रफळ सर्वात जास्त असते हा निष्कर्ष मिळाला आहे.

त्रिपदीवरून, त्रिपदीचे आलेख मग बीजगणित आणि मग भूमितीतील सिद्धांत अशी आपण वाटचाल केली आहे.

त्रिपदी

लेखक : किरण बर्वे, गणित आणि शिक्षणात रस, आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जेर्झिला शिकवतात. मो. : ९४२३०१२०३४.

हिंदी संदर्भ

'एकलव्य' ही मध्यप्रदेशातील शालेय शिक्षणामध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी सतत कार्यरत असणारी संस्था आहे. त्यांच्यातर्फे चालविले जाणारे 'शैक्षणिक संदर्भ' हे एक शैक्षणिक विज्ञान आशयाचं हिंदी 'द्वैमासिक' आहे. प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषिक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञान साधन!

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी
रुपये १५०/- आहे.

पत्ता : एकलव्य, ई-१०, बीडीए कॉलनी,
शंकर नगर, शिवाजी नगर,
भोपाल ४६२०१६ (म.प्र.)

भारतील कलेचा इतिहास

इ.स. १८०० ते विस्ताव्या शतकाचा पूर्वी

लेखक : राम थते

पंधराव्या शतकाच्या अखेर फ्रेंच, पोर्तुगीज व इंग्रज लोकांनी भारतात येऊन आपली व्यापार केंद्रे उघडली. पोर्तुगीज लोकांनी तर गोवा ताब्यातच घेतले. इंग्रजांनी कलकत्ता येथे व्यापारी केंद्र उघडून नंतरच्या काळात आपले साम्राज्यच स्थापले. फ्रेंच लोकांनी, पांडिचेरी येथे सत्ता काबीज केली.

साधारणपणे २००-३०० वर्षांच्या ब्रिटीश लोकांच्या सान्निध्याचा व नंतर राजसत्तेचा आपल्या भारतीय संस्कृतीवर तीव्र परिणाम झाला. त्यांची राहणी, त्यांची विचारसरणी, त्यांची वेशभूषा, त्यांची शिक्षण पद्धती ह्या बरोबर इंग्रजी वाढमय, त्यांचा इतिहास, त्यांची राज्यघटना, भौतिकशास्त्रे, स्थापत्यशास्त्र, वैद्यकशास्त्र ह्या सर्वांचा परिणाम भारतीय जीवन पद्धतीवर झाला.

कलेच्या क्षेत्रातही परिवर्तन झाले. इंग्रजांनी मद्रास, मुंबई, कलकत्ता, लाहोर, पुणे येथे कलामहाविद्यालये स्थापून सर्वत्र पाश्चात्य कलेचा प्रसार केला. परंतु समृद्ध अशा भारतीय कलेचा वारसा काही कारण नसताना नष्ट होत आहे असे पाहून मद्रास

स्कूल ऑफ आर्ट्चे प्रिन्सिपॉल, महान ग्रंथकार श्री. ए.बी. हैवेल व्यथित झाले. आपण इतक्या चांगल्या कलेला मागे सारू नये असे त्यांना वाटू लागले. त्यांची बदली कलकत्ता येथे, कलाविद्यालयात प्राचार्य म्हणून झाली. त्यांनी डॉ. आनंद कुमार स्वामी ह्यांच्यासारख्या कला महर्षीच्या लिखाणाच्या प्रभावामुळे, पाश्चात्य कलेच्या ऐवजी भारतीय कलेचे परंपरागत शिक्षण सुरू केले. त्यांच्या जोडीने त्यांचेच शिष्य श्री. अवर्नोद्रनाथ टागोर यांनी भारतीय कलेचे पुनरुज्जीवन करण्याचे कार्य केले. पुढे इ.स. १९०५ मध्ये श्री. अवर्नोद्रनाथ टागोर हेच त्या विद्यालयाचे प्राचार्य झाले. त्यावेळी त्यांना लाभलेल्या शिष्यांमध्ये सर्वश्री नंदलाल बोस, व्यंकटाप्पा, मुकुल डे, मुजुमदार, भोलाराम, असितकुमार हलधर, देबीप्रसाद रायचौधरी यांच्यासारखे प्रतिभावान चित्रकार होते.

ह्याच सुमारास ब्रिटीश रेसिडेंट असलेल्या मॅलेट ह्यांचा सासरा वेल्स हा एक चांगला व्यक्तिचित्रकार होता. १७९० इ.स. मध्ये मॅलेटच्या मध्यस्थीमुळे तो पेशवे

दरबारात आला. त्यावेळी तेथील सर्वाधिकारी नाना फडणवीस ह्यांना चित्रकलेची आवड असत्याने त्यांनी वेल्स ह्यांना काम दिले. त्यावेळी त्यांनी सर्वाई माधवराव, महादजी शिंदे, नाना फडणवीस ह्यांची व्यक्तिचित्रे रंगवली. ती आजही पुणे येथील गणेश खिंडीतील विद्यापीठाच्या इमारतीत आहेत. (चित्र पहा कव्हर २ वर) नव्या चित्रकलेचे शिक्षण घेण्यासाठी शनिवारवाड्यातच कलाविद्यालय स्थापून तेथे वेल्स ह्यांची नेमणूक झाली. तेथे शिक्षण घेणाऱ्यामध्ये श्री. गंगाराम तांबट म्हणून एक चांगला चित्रकार होता. त्याने वेरुळच्या शिल्पांची सुंदर चित्रे काढून १७९४ साली तत्कालीन गव्हर्नर जनरल सर जॉन शेअर ह्यांना भेट म्हणून दिली होती. १७९५ मध्ये वेल्स मरण पावले व त्याच वेळी कलाविद्यालय पण संपुष्टात आले.

कंपनी शैली

इ.स. १८१० ते १८९० ह्या ८० वर्षांच्या काळात उत्तर भारतात लाहोर, मथुरा वाराणसी, मुर्शिदाबाद, पाटणा या ठिकाणी भारतीय लघुचित्रशैली व पाश्चात्य वास्तववादीशैली ह्यांच्या मिश्रणातून एक नवी अँग्लो इंडियन चित्रशैली उदय पावली. त्यातून हजारो चित्रे निर्माण झाली. बनारस हिंदू युनिवर्सिटीचे कलातज्ज्ञ राय किशनदास यांनी प्रथम ह्या चित्रकलेला कंपनीशैली म्हणून नाव दिले. तिला ‘फिंगी शैली’ म्हणूनही ओळखले जाते. भारतीय कलेच्या एक अभ्यासक मिल्ड्रेड आर्चर ह्यांनी आपल्या ‘पटणा पेंटिंग्स’ ह्या पुस्तकात कंपनी शैलीविषयी विस्ताराने लिहिले आहे. त्यामध्ये चित्रकारांच्या वंशावळीसकट सर्व माहिती आहे. कंपनी शैलीची चित्रे ‘मिश्र’ शैलीत का निर्माण



पटणा पेंटिंग्स

इत्यादी.”

लंडनमधील इंडिया
ऑफिस लायब्ररी मध्ये
कंपनी शैलीची असंख्य
रेखाचित्रे व रंगचित्रे
असून त्याचे रक्षण व
अभ्यास करण्याची
जबाबदारी १९५४ ते
१९७९ पर्यंत मिळ्डेड
आर्चर ह्यांनी
संभाळली. बनारस
हिंदू युनिव्हर्सिटीतील



सुलतान अबुबक्र आणि त्याची बेगम : कंपनी शैली

झाली ह्या विषयी त्या म्हणतात. “अनेक इंग्रज चित्रकारांनी भारतात येऊन चित्रित केलेली असंख्य चित्रे इंग्लंडमध्ये खूपच लोकप्रिय झाली. ईस्ट-इंडिया कंपनीमध्ये नोकरीस राहिल्यामुळे त्यांना भारतीय लोकजीवन, त्यांच्या चालीरीती, इथला निसर्ग ह्यांची आवड निर्माण झाली. सुटीवर इंग्लंडमध्ये परत जाताना ते स्थानिक चित्रकारांकडून निरनिराळ्या विषयांवरील चित्रे मुद्राम काढून घेत. त्यांचे आवडीचे विषय म्हणजे धोबीघाटावरील धुणे धुणारा धोबी, पाणी नेणाऱ्या स्त्रिया, फेरीवाले, बांगड्या भरणारे कासार, झोपड्या, बैलगड्या, नागाला पुंगी वाजून फडा काढावयास लावणारे गारडी, दूध काढणारा गवळी, एका, पालखी, जात्यावर दलण दलणाऱ्या स्त्रिया, ताडी विकणारी स्त्री, लोहार, चांभार, तांबट, पशु-पक्षी-फुले

भारतीय कलाभवन ह्या कला संग्रहालयातील कंपनी शैलीची चांगली चित्रे आहेत. मुंबईचे सर जे. जे. स्कूल ऑफ आर्ट १८५१ मध्ये लंडनमधील हाइडपार्क मध्ये ब्रिटीश साम्राज्यातील कला व कारागिरी प्रदर्शित करण्यासाठी (ग्रेट एक्सिबिशन) भरवले होते. त्यामुळे भारतीय कला व कारागिरीतील कौशल्य प्रथमच पाश्चात्य जगासमोर आलं. सर जमशेटजी जिजिभायू ह्या पारशी धनिक गृहस्थावर त्या प्रदर्शनाचा मोठा प्रभाव पडला. त्याचा परिणाम म्हणून त्यांनी भारतातील गुणी मुलांना कला शिक्षण देण्यासाठी कलाविद्यालय काढण्याची कंपनी सरकारला विनंती केली. त्यासाठी एक लाख रुपयांची देणगीपण दिली. त्यातूनच पुढे १८५७ मध्ये जे. जे स्कूल ऑफ आर्टची स्थापना झाली. तत्पूर्वी १८५३ व १८५६ साली अनुक्रमे

मद्रास व कलकत्ता येथे प्रायोगिक तत्त्वावर कलाशाखा सुरु करण्यात आल्या होत्या. देशातील मुलांच्या अंगी असलेल्या आनुवंशिक गुणांना वाव मिळावा व देशातील उद्योगधंद्यात प्रगती व्हावी असा ह्या कलाशाळांचा उद्देश होता. ह्या शाळांना School of Arts and Crafts अशी नावे होती. सर जे. जे. स्कूल ऑफ आर्टच्या जुन्या बोर्डवर सर जे. जे. स्कूल ऑफ आर्ट अँड. लॉर्ड टी. ए. आर्ट वर्क्शॉप असा स्पष्ट उल्लेख होता.

चित्रकलेबोरवर येथे धातुकामही केले जात असे. लोखंड, तांबे, चांदी, सोने असे धातू, काष व पाणाणावरील कोरीव काम इथे शिकवले जात असे. कारागिरांच्या मुलांना ह्या वर्गमधून सरळ प्रवेश मिळत असे. येथील विद्यार्थ्यांनी शिक्षकांच्या मार्गदर्शनाखाली दगडातून व लाकडातून चांगले नक्षीकाम कोरून काढून १९व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत राजाबाबाई टॉवर, विंकटोरिया टर्मिनस, मुंबई विद्यापीठ,



हायकोर्ट, क्रॉफर्ड मार्केट, सेलर्स होम (हल्लीचे पोलीस मुख्यालय) ह्या सर्व इमारतीवरील नक्षीकामाच्या रचना सर जे.जे. स्कूल ऑफ आर्टमध्ये केलेल्या आहेत.

ह्या कलाशाळांमधून प्रामुख्याने विद्यार्थ्यांना पाश्चात्य देशांमध्ये त्यावेळी प्रचलित असलेल्या साधन सामुग्रीची ओळख झाली. कॅनव्हास, सेबल हेअर ब्रेशेस, हॉग हेअर ब्रेशेस, जलरंगाच्या जोडीला मुख्यत्वेकरून ऑइल कलर्स, पॅलेट, पॅलेट नाइफ, इझल डॉकी, ड्रॉईंग बोर्ड्स, ड्रॉइंग पिनस, वॉटमन पेपर वगैरे गोष्टींचे ज्ञान प्राप्त झाले. वस्तुचित्र, व्यक्तिचित्र, प्रत्यक्ष समोर बसलेल्या माणसाचे चित्र, मानवी शरीर रचनेचा अभ्यास, निसर्गचित्रे, रचनाचित्रे या सर्वांचा अभ्यास त्यात असे.

३०७

लेखक : राम अनंत थर्ते, शिल्पकार, अंजिठा येथील गुफांचा विशेष अभ्यास, ‘अंजिठा’ हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनद्वारे प्रकाशित. मो. : ९४२२२५३७४५.

इव्हच्या ज्ञात लेकी

पुस्तक परिचय : प्रियदर्शिनी कर्वे

ईटलीतील आल्स पर्वतराजीत १९९१ साली एका गियरोहक दांपत्याला बफमध्ये अर्धवट गाडलेल्या अवस्थेत एक मृतदेह सापडला. बर्फमुळे हा देह अगदी सुस्थितीत होता. गेल्या काही दशकांमध्ये याच परिसरात अपघात होऊन गायब झालेल्या गियरोहकांपैकी कोणाचातरी हा देह असावा, असं सुरुवातीला सर्वांना वाटलं; पण या मृतदेहाची ओळख काही पटेना. त्याच्याजवळ गियरोहणाची जी आयुधं सापडली त्यांचा अभ्यास केल्यावर मात्र अन्नानक सरे खडबडून जागे झाले - कारण आयुधांच्या पुराव्यावरून असं दिसत होतं, की हा मृतदेह काही दशकांपूर्वीचा किंवा तपांपूर्वीचाही नाही, तर काही हजार वर्षांपूर्वीचा आहे. त्यामुळे तो आईसमन नावाने प्रसिद्ध झाला.

या ठिकाणी या गोष्टीत इंग्लंडमधील ऑक्सफर्ड विद्यापीठात काम करणाऱ्या ब्रायन साईक्स यांचा प्रवेश झाला. साईक्स

यांच्या संशोधनगटाने पुरातन हाडांमधून ढीएनए मिळवण्याची कामगिरी सर्वप्रथम करून दाखवली होती. त्यामुळे या आईसमनच्या (सापडलेला मृतदेह) ढीएनए तपासणीसाठी साईक्स यांना पाचारण करण्यात आले.

साईक्स यांनी अनेक अडचणींवर मात करून आपले काम चोख केले; पण एव्हाना आईसमनचा विषय केवळ संशोधकांपर्यंत मर्यादित राहिलेला नव्हता, तर प्रसारमाध्यमांनी तो सामान्यांपर्यंत नेऊन पोचवलेला होता. त्यासंदर्भात अर्थातच साईक्स यांच्याही मुलाखती घेतल्या गेल्या. एका टिब्ही चॅनलसाठीच्या मुलाखतीत त्यांनी उल्लेख केला, की आईसमनचा जो ढीएनए सिक्रेन्स आहे, तसाच सिक्रेन्स इतरही काही युरोपियन लोकांमध्ये सापडला आहे. मुलाखतीचे प्रसारण होण्यापूर्वी साईक्स यांना मुलाखतकाराचा फोन आला, आणि त्याने विचारले, काही युरोपियन

सेव्हन डॉर्ट्स ऑफ इव्ह

प्रकाशक : कॉर्पो बुक्स

लेखक : ब्रायन साईक्स

किंमत : ५७०/- रु.

म्हणजे नेमक्या कोण व्यक्ती? साईक्स यांनी यावर विचार केला नव्हता, पण या प्रश्नामुळे त्यांनी त्यांच्या प्रयोगशाळेत साठवून ठेवलेल्या डीएनए नमुन्यांचे तपशील काढून पाहिले. हे नमुने आनुवंशशास्त्राबद्दल जिव्हाळा असलेल्या वेगवेगळ्या दात्यांनी संशोधनात वापर करण्यासाठी स्वेच्छेने दिलेले होते. त्यातून असं दिसून आलं, की आईसमनच्या डीएनएशी तंत्रोत्तंत जुळणारा डीएनए आयरलंडमध्ये रहाणाऱ्या मेरी मोसली या व्यवस्थापन सल्लागार महिलेचा आहे. मेरीच्या परवानगीने तिचं नाव टिब्ही चॅनलला दिलं गेलं, आणि रातोरात मेरी आईसमनची वारस म्हणून प्रसिद्ध झाली.

विज्ञान आपल्या व्यक्तिगत जीवनाशी येऊन भिडलं, की लोकांना त्यामध्ये जास्त रस वाटतो. आत्तापर्यंत पुरातत्त्वाच्या अभ्यासाकडे केवळ कुतुहलाने पाहणाऱ्यांना प्रथमच जाणवलं, की संग्रहालयांमध्ये ठेवलेल्या पुरातन सांगाड्यांशी आपणही रक्ताच्या नाही, तरी डीएनएच्या नात्याने जोडले गेलेलो आहोत.

पुरातत्त्वाच्या अभ्यासाला डीएनए मॅपिंगची जोड देण्यापासून सुरु झालेल्या साईक्स यांचा प्रवास, मायटोकाँड्रियल डीएनएच्या माध्यमातून सर्व मानवजातीची वंशावळ जुळवण्यापर्यंत कसा पोहोचला, याची अतिशय सोाऱ्या भाषेत आणि रोमांचक पद्धतीने लिहिलेली गोष्ट आपल्याला ‘सेव्हन डॉर्ट्स ऑफ इव्ह’ या पुस्तकात वाचायला

मिळते.

मायटोकाँड्रियल डीएनए हा आपल्या शरीरातील एक वैशिष्ट्यपूर्ण डीएनए आहे. एरवी आपल्या डीएनएपैकी निम्मा भाग आईकडून व निम्मा भाग वडिलांकडून आलेला असतो. पण आपल्या पेशींना ऊर्जा पुरवणाऱ्या मायटोकाँड्रियातील डीएनए मात्र फक्त आईकडून येतो. म्हणजेच जसे आपले आडनाव बापाकडून मुलाकडे व त्याच्याकडून त्याच्या मुलाकडे या पद्धतीने एका पिढीतील पुरुषांकडून पुढच्या पिढीतील पुरुषांकडे संक्रमित होत राहते, त्याच पद्धतीने कोणालाही उघडपणे कळू न देता मायटोकाँड्रियल डीएनए आईकडून मुलीकडे, मग तिच्याकडून तिच्या मुलीकडे संक्रमित होत आला आहे. या डीएनएचे आणखी एक वैशिष्ट्य म्हणजे या डीएनएचा दुसऱ्या डीएनएशी संपर्क येत नसत्यामुळे, यात जे काही बदल (म्युटेशन्स) होतात, ते केवळ नैसर्पिकरित्या सांचिकीच्या नियमांनुसार होणारे बदल असतात. त्यामुळे या डीएनएत केवळ दर दहा हजार वर्षांत एक या दरानेच बदल होत जातो.

या दोन वैशिष्ट्यांचा वापर करून साईक्स यांच्या संशोधनगटाने मानववंशशास्त्राला पडलेल्या बन्याच कोड्यांची उकल केली. सरतेशेवटी त्यांनी असा आश्चर्यकारक निष्कर्ष काढला की जगतील वेगवेगळ्या जाती-धर्मांचे, वंशाचे म्हणवले जाणारे आपण सर्व ७ अब्ज लोक

केवळ १ ते २ लाख वर्षापूर्वी आफ्रिकेच्या इथिओपिया प्रांतात वास्तव्य केलेल्या एकाच स्त्रीचे वंशज आहोत. या स्त्रीला आता ‘मायटोकांड्रियल इव्ह’ किंवा

मायटोकांड्रियल आदिमाता असं म्हटलं जात. साईक्स इंग्लंडमध्ये काम करत असल्याने अर्थातच त्यांनी युरोपीय मानवसमूहांचा अधिक सखोल अभ्यास केला

या वर्षाच्या सुरुवातीला धारवाडजवळ झालेल्या एका उत्खननात शेकडो मानवी कवऱ्या आणि हाडांचे अवशेष सापडले. इतकी सगळी माणसं एकदम कशानं मेली असतील? एखाद्या युद्धात मारली गेली का? दुष्काळाने, उपासमारीमुळे त्यांना मृत्यू आला का? का एखाद्या साथीच्या रोगाने त्यांचा बळी घेतला? असे असंख्य प्रश्न ती बातमी वाचून मनात निर्माण झाले. या प्रश्नांची उत्तरं तर शोधायलाच हवीत. त्यामुळे भूतकाळातील अनेक गोष्टींवर प्रकाश पडू शकेल. पहिला प्रश्न असा, की ही घटना घडली कधी? या प्रश्नांची उत्तरं शोधण्यासाठी सापडलेल्या हाडांचा काळ ठरवायला हवा. त्यातील कार्बनच्या तपासणीतून त्यांचा काळ ठरवता येतो.

अमेरिकेतील एका रांगेने रांशेदान करून हे अवशेष १८० वर्षापूर्वीचे असल्याचं सांगितलं. म्हणजे साधारण १८३० च्या सुमारास हे मृत्युसत्र घडलं असावं. विशेष म्हणजे इतिहासात नोंदलेले (बँझेटियर ऑफ बॉम्बे प्रेसिडेन्सी ऑन धारवाड - जेम्स एम. कॅम्पबेल १८९४) १७९९ ते १८७७ या काळात या प्रदेशात वेळेवेळी पडलेले दुष्काळ आणि कॉलरा, देवी अशा रोगाच्या साथी या शोधाला पुष्टी देतात.



वारंवार पडणाऱ्या दुष्काळामुळे अनेक लोक अज्ञाच्या शोधार्थ बाहेर पडले. भटकत असताना उपासमारीने मृत्युमुख्यी पडले. हे आसमानी संकट कमी होतं म्हणून की काय पण १८०२-०३ च्या सुमारास युद्ध झालं. लहान मुलं, स्त्रिया यांना गुलाम म्हणून विकलं गेलं आणि जिंकलेल्या प्रदेशातील अनेकांचं शिरकाण करण्यात आलं.

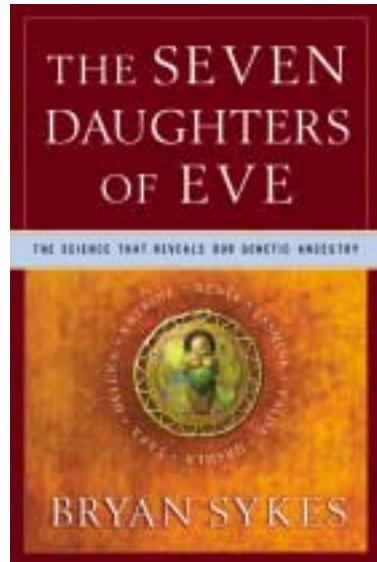
इतक्या मोठ्या संख्येन सापडलेल्या हाडांच्या अवशेषांबद्दल निर्माण झालेल्या काही प्रश्नांची उत्तरं वेगवेगळ्या संशोधनपद्धती वापरून मिळवता येतात. पण जेव्हा शेकडो वर्षापूर्वीचा मृतदेह किंवा सांगाडा कोणत्या व्यक्तीचा आहे हे ओळखण्याची वेळ येते तेव्हा त्याकरता डीएनए नमुन्याची चाचणी केली जाते. त्यावरून ती व्यक्ती ओळखता येऊ शकतेच पण तिचे वारसदारही शोधता येऊ शकतात.

१२ नोव्हेंबरच्या दै. हिंदू मध्यून साभार

आहे. युरोपातील सर्व लोक हे वेगवेगळ्या कालखंडात वेगवेगळ्या ठिकाणी जीवन जगलेल्या सात महिलांचे वंशज आहेत, असं त्यांच्या अभ्यासातून त्यांनी दाखवून दिलं आहे. म्हणूनच पुस्तकाचं नाव आहे, इव्हच्या सात लेकी.

या पुस्तकात साईक्स यांनी आपल्या साहित्यिक प्रतिभेची चुणूक दाखवत या सात महिलांची आयुष्यं कशी गेली असतील, याची कल्पनाचित्रिंही रेखाटली आहेत.

अनेक जातिधर्मांच्या विषमतेच्या भिंतींनी विभागल्या गेलेल्या आपल्या देशात अशा प्रकारचा अभ्यास करून आपल्या नाळी एकमेकात, आणि जगातील इतर मानवसमूहात कशा गुंतल्या आहेत, यावर प्रकाश टाकणारं संशोधन व्हायला हवं आहे. मात्र अशा प्रकारच्या संशोधनाला पाठिंबा



व सहकार्य देण्याचं राजकीय धारिष्ठ्य आपले शासनकर्ते दाखवू शकतील का, हा कळीचा मुद्दा आहे.

रशियाचा झार आणि मी

इव्हच्या सात लेकी : या पुस्तकातील पाचव्या प्रकरणाचे संक्षिप्त रूपांतर

जुलै १९९१ मध्ये रशियातील इकातेरिनबर्ग जवळच्या बर्च वृक्षांच्या जंगलात एका ठिकाणी दफन केलेली ९ शवं सापडली. या अवशेषांवर वर्षानुवर्ष संशोधन केल्यानंतर रशियन भूगर्भशास्त्रज्ञ अलेक्सांद्र अबदोनिन यांनी असं मांडलं की रशियाचा शेवटचा राजा - झार - निकोलस दुसरा याच्या कुटुंबाचे हे अवशेष होते.

१६ जुलै १९१८ रोजी त्यांचा वथ

(किंवा खून) झाला होता. (तुमचा दृष्टिकोन काय आहे यावर ही भाषा बदलते) बोल्शेविकांच्या तुरंगात असताना झारचे कुटुंब (आईबाप व ५ मुले), त्यांचा डॉक्टर, आचारी, एक नोकर व मोलकरीण यांच्यासह सर्वाना मारलं गेलं होतं.

दफनभूमीत सापडलेले ८००च्या वर हाडांचे आणि ९ कवट्यांचे मोडके तोडके अवशेष अत्यंत काळजीपूर्वक जुळवून सांगता आलं की या दफनभूमीत झारच्या



ईव्हच्या सात लेकिंची जन्मस्थाने

कुटुंबापैकी सर्वांत लहान मुलगी अनास्तासिया आणि राजपुत्र अलेक्सेह यांचं शव नव्हत. बाकी सर्वांची मात्र होती.

आता याला पुरावा कसा देणार? पुरातन हाडांच्या अवशेषांमधून डीएनए काढता येतात असं आमचं संशोधन १९८९ मध्ये प्रकाशित झालेलं होतं. त्यामुळे इकातेरिनबर्ग या सापडलेल्या अवशेषांची डीएनए तपासणी करून पाहता येणार होती. आधीचं संशोधन (हाडांच्या जुळवाजुळवी वरून इ.) रशियन अकादमी ऑफ सायन्सेस आणि ब्रिटिश फोरेन्सिक सायन्स सर्विस यांनी केलं होतं. त्यातील स्निया व पुरुष ओळखणे, त्यातील एका कुटुंबातील कोणते, ते ठरवणे हे काम

झालेलं होतं. सगळ्या अवशेषांची डीएनए तपासणी झाल्यावर त्यांच्या या संशोधनावर शिक्कामोर्तब झालं. कुटुंबाबाहेरचे चारजण जे म्हटले होते त्यांचे डीएनए एकमेकांशी संबंधित नव्हते, ते कुटुंबाशीही नातं दाखवत नव्हते. संशोधकांनी या कुटुंबाच्या मायटोकाँड्रियल डीएनए चा क्रम लावला होता. त्यानुसार झारचा क्रम वेगळा होता आणि झारिना व तिची तीन मुलं यांचा क्रम एकसारखाच होता. हेही बरोबरच होतं. मायटोकाँड्रियल डीएनए आईकडून मिळालेले असतात त्यामुळे आईमुलांचा क्रम सारखा असणार तर बापाचा क्रम हा त्याच्या आईकडून आलेला, वेगळा असणार.

हे सगळं झालं पण हे कुटुंब झारचं

आहे की आणखी कोणाचं, याचा पुरावा कुदून मिळाणार? मायटोकाँड्रियल क्रम प्रत्येकाला फक्त आईकडूनच दिला जातो त्यामुळे झारच्या आणि झारिनाच्या आईकडूनच नातं असलेल्या कोणातरी नातेवाईकाशी हा क्रम ताडून बघायला हवा होता. अशी जिवंत व्यक्ती आता शोधायला हवी होती.

नशिबानं झार आणि झारिनाचे आईकडूनचे नातेवाईक सापडू शकले. झारच्या आजीकडून डे-न्मार्क च्या राणीकडून - मुलीच्या मुलीचा मुलगा - काऊंट निकोलाय ट्रबेट्स्कॉय यांच्यापर्यंत पोचता आलं. ते ७० वर्षांचे होते. झारिनाची बहीण प्रिन्सेस व्हिक्टोरिया हिच्या मुलीच्या मुलीचा मुलगा - प्रिन्स फिलीप, ड्यूक ऑफ इंडियर (दुसरी राणी एलिझाबेथ - हिचा नवरा) यांच्यापर्यंत पोचता आलं. दोघांनीही बऱ्याच चर्चफिज्यानंतर तपासणीसाठी रक्त घायचं कबूल केलं.

तपासणीतून काय सापडणार?

मुळात डीएनए क्रम तपासणार म्हणजे काय करणार? हा क्रम तपासण्यासाठी

जो संदर्भ म्हणून वापरतात, तो पहिला मायटोकाँड्रियल डीएनए क्रम १९८१ मध्ये कॅब्रिजच्या एका टीमने शोधलेला आहे. हा क्रम ५०० मूळ भागांचा आहे (base control region segment). जिथे जिथे हे संदर्भक्रम वेगळे दिसतात त्या भागांचे क्रमांक नोंदवून ठेवतात. उदा. ड्यूक ऑफ इंडियरोचा क्रम १११, ३५७ होता. उरलेल्या सर्व भागांमध्ये संदर्भाचा डीएनए ड्यूकच्या डीएनए सारखाचा होता

आता हा ५०० भागांचा डीएनए जुन्या अवशेषांमधून मिळवणं हे कठीणच काम आहे, कारण तंतू काळाबरोबर भग्न होतात. मग छोटे भाग एकमेकांवर जुळवून मोठा तंतू तयार करावा लागतो. असं सगळं करून त्या कुटुंबाचा क्रम ठरवला गेला, तो बरोबर १११, ३५७ असाच होता. पण कुटुंबातल्या बापाचा क्रम १२६, २९४, २९६ होता तर काऊंट ट्रबेट्स्कॉयचा १२६, १६९, २९४, २९६ असा होता. आता पंचाईत झाली. खूपसा सारखा, पण अगदी तोच क्रम मिळाला नव्हता.

जवळ जवळ जुळणं आणि अचूक

मायटोकाँड्रियल डीएनएचा क्रम हा लांबच्या नात्यातही बदलत नाही, फक्त नातं आईकडूनच हवं. म्हणजे सगळ्या मावस नात्यांमध्ये क्रम तोच असतो. कुरेना कुरेआईची आईची.... आई एक आली की झालं. खूप पिढ्या झाल्या असतील तरी चालतं. मामा चालेल, मावशीचा मुलगा किंवा मुलगी, तिची मुलं यांचे ही मायटोकाँड्रियल डीएनए आपल्या सारखेच असतात. यात मधी कुरेही बापाचं नातं आलेलं चालत नाही.

जुळणं यात केवढा तरी फरक आहे. आईकडून नातं असल्याच्या व्यवस्थित नोंदी सापडलेल्या असूनही हा फरक कसा आला? झारकडून आजीपर्यंत आणि आजीपासून काऊंटपर्यंत येताना कुठेतरी घोळ होता का? का हा झार नव्हताच? कुणी दुसराच होता? पण ते अवशेष आणि काऊंट यांचा क्रम किंतीतरी सारखा होता. तीन ठिकाणचे फरक दोन्हीकडे सापडले आणि काऊंटच्या क्रमात आणखी एक फरक जास्तीचा सापडला. का क्रम ठरवताना चूक झाली होती?

टीमने परत क्रम तपासायला घेतला १६९ची नोंद पुन्हा पाहिली. तिथे नक्की काय दिसतं तर चार रंगाच्या एकावर एक आलेल्या पट्ट्या दिसतात. लाल, काळी, निळी, हिरवी या रंगाच्या त्या पट्ट्या असतात.

T	G	C	A
red	black	blue	green

ट्रूबेट्स्कॉयच्या डीएनएमधे १६९ पाशी स्वच्छ लाल रंग दिसत होता पण झारच्या डीएनएमधे संदर्भक्रमासारखा निळा होता मात्र निळ्या रंगाखाली एक लाल ठिपकाही होता. झारच्या डीएनएमध्ये दोन क्रमांचं मिश्रण होतं की काय? शोधून काढायचा एकच उपाय होता, डीएनएचे क्लोन तयार करणे. डीएनए रेणूंच्या मिश्रणातून ते वेगळे

करण्याचा हा एकमेव उपाय आहे.

क्लोन करण्यासाठी जिवाणूंचा वापर होतो. थोडक्यात सांगायचं तर जिवाणूंनी डीएनएचा एकच रेणू स्वीकारावा आणि तो स्वतःचाच डीएनए असल्याप्रमाणे त्याचं पुनरुत्पादन करावं यासाठी ही प्रक्रिया योजलेली असते. पण ती फारच अकार्यक्षम असते. दहा लाखातला एखादाच जीवाणू असा बाहेरचा डीएनए रेणू स्वीकारतो.

अशा २५-३० जिवाणूंनी जरी हा बाह्य डीएनए स्वीकारला तरी तेवढेच जिवाणू प्रयोगशाळेत वाढवून त्यातील डीएनए तपासायला वापरता येतात.

या वेळच्या प्रयोगात झारच्या डीएनएचे २८ क्लोन तयार झाले. त्यातील एकवीसांचा क्रम १२६,२९४,२९६ होता. मात्र सातांचा क्रम हा १२६,१६९,२९४,२९६ असा सापडला. हा १६९चा जो नवीन फरक (म्युटेशन) सापडला, तो हल्कून खाली जाण्याच्या प्रक्रियेतला होता. त्यावेळी हेटरोप्लाज्मीबद्दल फारशी माहिती नव्हती. पण त्यामुळे संशोधकांना चांगलंच कोडचात पाडलं होतं. शेवटी मात्र ते अवशेष झारच्या शरीराचे होते असा पुरावा क्लोन केल्यामुळे मिळाला.

पुरावा तर मिळाला

पण तसं सिद्ध झालं का?

तसं सिद्ध करायला आपल्याकडे

कितीशी माहिती होती? युरोपियन लोकांपैकी किती लोकांचे डीएनए क्रम हे आपण पाहिलेले होते? फारसे नव्हते. त्यामुळे हा पुरावा किती पक्का समजायचा ते सांगणं कठीण होतं.

आता २००० साली मात्र आपल्याकडे तुलना करायला पुष्कळ लोकांचे डीएनए क्रम उपलब्ध आहेत आणि हेही आता सांगता येतं की ड्यूकचा क्रम (१११,३५७) हा प्रत्यक्षात फार फार दुर्मिळ आहे. ६००० युरोपियन क्रमांमध्ये तसा सापडलेला नाही.

ट्रॅबेट्स्कॉयचा १२६, १६९, २९४, २९६ हा क्रमही अत्यंत दुर्मिळ आहे. तोही ६००० युरोपियन क्रमात मिळालेला नाही. पण झारच्या डीएनएतला मुख्य क्रम १२६, २९४, २९६ मात्र त्यातल्या १ टक्का नोंदीत सापडतो.

पण आता या लेखाच्या शीर्षकाचा विचार करू. ही जी सगळी माहिती सांगितली, त्याच्याशी माझं काय नातं? आता स्पष्टच सांगायचं म्हणजे माझा स्वतःचा डीएनए क्रम हाच आहे - १२६-२९४-२९६ झारच्या डीएनएमधला अल्पसंख्य क्रम जरा नजरेआड केला तर मग मी सुद्धा झारचा नातेवाईक आहे. अगदी लांबचा नातेवाईक असेन कदाचित. खरंच का? होय, आपण एक अत्यंत तर्कशुद्ध आणि अत्यंत असामान्य गोष्ट लक्षात घेऊ या

- कोणत्याही दोन माणसांची पूर्वजांची रेखा आपण काढली. आईच्या बाजूने काढली. आई, आजी, पणजी, तिची आई.. तर या दोन रेषा एकाच पूर्वज ख्रीपर्यंत पोचतात.

जर भाऊ-बहीण घेतले, तर त्यांची आई एकच असते. जर दोन मावस बहिणी / मावस भाऊ घेतले तर त्यांच्या आईची आई एक असते. त्याच प्रमाणे आपल्या कुटुंबातले, शेजारी, गावातले... जगातले कोणीही दोन लोक घेतले, तर त्यांची अशी एक पूर्वज ख्री सापडतेच. प्रश्न इतकाच असतो की ही पूर्वज किती वर्षांपूर्वीची असेल. आता अशा नोंदी काही आपल्यासारख्या सामान्य माणसांच्या ठे वले ल्या नसतात. विशेषत: आईकडूनच्या तर नसतातच. त्यामुळे या प्रश्नाचं उत्तर कसं मिळणार? पण आपले डीएनए-ते तर सारं काही लक्षात ठेवतात! मायटोकाँडियल डीएनए तर पूर्णपणे फक्त आईकडून वंशपरंपरेने घेतले जातात. त्यामुळे ते तपासत जाता येतात. या डीएनएमध्ये जेव्हा एखादा बदल होतो (म्युटेशन) तो खूप मोठ्या काळात, अत्यंत कमी वेळा होतो. त्यामुळे हा बदल मोजूनसुद्धा मधला काळ ठरवता येतो.

जवळचं नातं असेल तर त्यांच्या डीएनएमध्ये काहीच फरक नसेल, जर अनेक वर्षांपूर्वीचं नातं असेल, तर त्यात बदल होण्याची संधी आहे. दोघांच्या

पूर्वजरेषांपैकी एखाद्या रेषेत, एखादा बदल प्रवेश करू शकतो. त्याह्यून फार काळापूर्वीचं नातं असेल तर एकाहून जास्त बदल झालेले असू शकतात. त्यामुळे हे बदल आणि त्या बदलाचा दर आपल्याला पूर्वीच्या एकाच पूर्वजापर्यंतचा काळ सांगू शकतात. साधारणपणे जर दहा हजार वर्षांपूर्वीची पूर्वज एकच असेल तर डीएनए क्रमात (कंट्रोल रिजन सिक्रेन्स) एक बदल (म्युटेशन) सापडेल. वीस हजार वर्षात दोन बदल सापडतील. याचाच एक अर्थ असा की जर दोन लोकांचे डीएनए क्रम सारखे असतील, तर त्यांची एक पूर्वज

ही गेल्या दहा हजार वर्षांआतली असणार. त्यानुसार मी आणि झार यांची पूर्वज दहा हजार वर्षांआतच होऊन गेली आहे.

आता ही माहिती काही संशोधनासाठी फारशी उपयुक्त नाहीये. त्यापेक्षा गेल्या लाखभर वर्षांमध्ये पूर्वजाबदल संशोधन करणं उपयुक्त ठेल. कारण याच काळात पुष्कळशी मानवी उक्रांती घडलेली आहे. हा बदलाचा दर जास्त असता, तर नातं शोधणं अवघड झालं असतं आणि दर कमी असता, तर इतके कमी फरक सापडले असते, की त्यातली काही रचना शोधणं अवघड झालं असतं. त्यामुळे हा जो बदलाचा दर आहे त्याबदल संशोधकांनी आभारच मानायला हवेत.

४७

अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे

दैनंदिन संदर्भ हे पुस्तक पाहिलेत ना ?



आपल्या सुहृदांना
भेट देण्यासाठी उत्तम पुस्तक
किंमत रु. १००/-

रोजच्या आयुष्यातल्या
ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान
माहीत असायला हवं म्हणून !

नवे गणित कशास्ताठी

लेखक : व. ग. टिकेकर

एके काळी (रामायणातील पुष्पक विमान वगळता) विमाने नव्हती. इंग्लंड इत्यादी परदेशात जाताना माणसे बोटीने जायची. त्या प्रवासाला बरेच दिवस लागत. पण आता विमान प्रवास किंतीतरी प्रमाणात वाढतो आहे. चंद्रावर माणूस प्रथम उतरला ही केवढी रोमांचकारक बातमी होती ! अंतराळात स्पुटनिक पाठवून (१९५६) रशियाने 'आपल्या शिक्षणपद्धतीत आपली काही चूक तर झाली नाही ना ?' असा विचार अमेरिकेसारख्या प्रगत राष्ट्रातील विचारवंतांच्या मनात उत्पन्न केला होता. आता शिक्षणविषयक व दूरचित्रवाणीवरील इतर कार्यक्रम चालविणे, येत्या काही तासातील आणि आठवड्यातील हवामानाचा अंदाज वर्तवण्यासाठी योग्य अशी उपयुक्त माहिती मिळविणे, मंगळ आणि इतर ग्रहावरील वातावरण कसे आहे याचा शोध घेणे, हेरगिरी करणे अशा विविध कारणांसाठी निरनिराळ्या प्रकारचे उपग्रह पाठविणे हे सतत चालू राहणारे काम झाले आहे. कोणत्याही विषयाची इत्थंभूत माहिती संगणकाद्वारे संकेतस्थळावरून मिळविणे हे

काम आता शाळकरी मुलांच्या हातचा मळ होऊ पाहत आहे. भ्रमणध्वनीच्या उपयोगाने जगभरातील कोणाशीही कधीही संभाषण करता येऊ लागले आहे. त्या भ्रमणध्वनीच्या लहानशा डबीवजा यंत्रात शब्दकोश, छायाचित्र घेणे अशा किंतीतरी सुविधा उपलब्ध करून देता येतात. असे अनेक प्रकारचे शोध शास्त्रज्ञांनी लावल्याने जगभरातील सर्व मानवजात पूर्वीच्या मानाने किंतीतरी जवळ आणली गेली आहे. पण हे सर्व शोध व त्यातून निर्माण झालेले संगणक, फ्रिज, धुलाई यंत्र, ड्वेरॉक्स मशिन, दूरध्वनी, असाध्य मानव्या गेलेल्या रोगांवरील उपलब्ध होत असलेली औषधे, निरनिराळे कारखाने व विविध प्रकारच्या संस्था सुचारू स्वरूपात आणि कार्यक्रमतेने चालविण्यासाठी आवश्यक असलेले व्यवस्थापनशास्त्र, युद्धाचे डावपेच आखून व्यूहरचना करण्याचे शास्त्र आणि इतर सर्व शास्त्र यांच्या मागे गणितशास्त्र भक्कमपणे उभे आहे. एक उदाहरण म्हणून धुलाई यंत्रात fuzzy logic नामक गणिती शाखेचा उपयोग करणारी प्रणाली विकसित होऊन

उपयोगात आणल्या गेल्याचे आपण पाहतोच आहोत. गुप्त संदेश पाठविण्यासाठी गणिताच्या अत्यंत शुद्ध मानल्या गेलेल्या संख्या गणित (नंबर थेअरी) या शाखेतील मूळ संख्या या संकल्पनेची उपयुक्तताही आपल्या ऐकिवात आहे.

शाळेत आपण जी भूमिती शिकतो तिचा पाया युक्लीड (ख्रिस्तपूर्व सुमारे ३००) यांनी घातत्याचे आपल्याला माहीत आहेच. नव्या प्रकारच्या काही अयुक्लीडिय (non Euclidean) भूमितीही गणिताचे विद्यार्थी अभ्यासतात. त्यापैकी एका अयुक्लीडीय भूमितीचा शोध लावणारे Nicolai Lobachevsky म्हणतात : “अगदी कितीही अमूर्त असली तरी गणिताची अशी एकही शाखा नाही की त्या शाखेचा आज ना उद्या एक दिवस खाया वास्तवातील कोणत्या ना कोणत्या व्यावहारिक गोष्टीसाठी उपयोग होणार नाही.” पण गणितात लागलेले शोध मानवी जीवनात प्रत्यक्षात उपयोगाला येण्यासाठी जाणारा मध्यंतरीचा काळ काही वेळा खूप मोठा असू शकतो. त्यामुळे गणितातील काही बाबींचा व शाखांचा अभ्यास, त्यांचा काही उपयोग नसताना का करावयाचा ? अशा प्रकारचा विचार मोठमोठच्या माणसांच्या मनातही उद्भवू शकतो. या संबंधात एक घटना लक्षात घेण्यासारखी

आहे. १९१० च्या सुमारास अमेरिकेतील प्रथितयश व प्रतिष्ठेच्या मानल्या गेलेल्या प्रिन्स्टन विद्यापीठात गणितज्ञ व भौतिकीज्ञ यांच्या बैठकीत भौतिकीच्या विद्यार्थ्यांना गणितातील कोणते भाग शिकवावे याबद्दल विचार चालू होता. त्यावेळी भौतिकीज्ञ म्हणाले की : “भौतिकीच्या विद्यार्थ्यांसाठीच्या गणिताच्या अभ्यासक्रमात गटसिद्धांत (group theory) या विषयाला स्थान नाही. याबद्दल दुमत असण्याचे कारण नाही, कारण भौतिकीमध्ये गटसिद्धांताचा उपयोग कधीच होणे शक्य नाही.” या बैठकीनंतर सुमारे वीस वर्षांच्या आतच ‘गटसिद्धांत व पुंजयामिकी (group theory of Quantum Mechanics) या विषयाची तीन पुस्तके प्रसिद्ध झाली. तेव्हापासून भौतिकीत गटसिद्धांत हा एक मूलभूत विषय होऊन राहिला आहे.

शोध लागल्यानंतरच तो उपयोगी पडणार हे कोणत्याही शोधाच्या बाबतीत उघड सत्य आहे. पण गणितातील नवे संशोधन, ते संशोधन झाल्यानंतर उपयोगाला केव्हा आले याची काही ऐतिहासिक उदाहरणे पाहणे उद्बोधक ठरेल. तेव्हा नवा शोध केव्हा लागला व त्याचा प्रत्यक्षात उपयोग मानवी व्यवहारासंबंधित कार्यात केव्हा झाला या संबंधातील काही उदाहरणे आपण या लेखात पाहणार आहोत.

आइनस्टाईन यांचा विशिष्ट सापेक्षता सिद्धांत व अणुशक्तीची निर्मिती

आइनस्टाईन यांनी १९०५ साली विशिष्ट सापेक्षता सिद्धांत (special theory of relativity) मांडला. या सिद्धांतावर आधारित आइनस्टाईन यांनी काढलेला अत्यंत महत्वाचा निकर्ष म्हणजे $E = mc^2$ हे सूत्र. या सूत्रामुळे पदार्थाचे वस्तुमान (mass, m) व त्यात दडलेली ऊर्जा (energy, E) यांच्यातील द्वैत संपले व त्यांच्यातील समतुल्यता (equivalence) जगाला समजली. याचा अर्थ असा की पदार्थाचे वस्तुमान व ऊर्जा या एकाच नाण्याच्या दोन बाजू आहेत. व म्हणून हे सूत्र अणुधृवमध्ये (atom bomb) जनक ठरले. याच सूत्रामुळे अणुच्या केंद्राच्या विभाजनातून प्रचंड ऊर्जा बाहेर पडेल हे स्पष्ट झाले. अणुकेंद्र विभाजनाच्या तत्त्वावर चालणारी अणुभट्टी व अणुधृवम ही याच सूत्राची करामत आहे. पहिला अणुधृवम १९४३-४४ च्या सुमारास तयार करण्यात आला व त्याचा वापर दुसऱ्या जागतिक महायुद्धात प्रथम करण्यात आला. त्याच्या

वापरामुळे न-भूतो-न-भविष्यति नुकसान होऊन युद्धात गुंतलेली एक बाजू दुसऱ्या बाजूस शरण आली व युद्ध संपुष्टात आले, हे ऐतिहासिक सत्य आहे. हे उदाहरण दाखविते की १९०५ मधील शोधाचा दृश्य उपयोग सुमारे ३८-३९ वर्षांनंतर प्रत्ययास आला.

प्रदिश कलन शास्त्र व व्यापक

सापेक्षता सिद्धांत

ग्रेगॉरीस रीची व तूल्यो लेब्हीचीवित्ता यांनी प्रदिश कलनशास्त्र (calculus) या गणितातील विषयाला जन्म दिला. हा विषय पूर्ण विकसित झाला पण तो तांत्रिकदृष्ट्या बराचसा कठीण, त्याचे व्यावहारिक उपयोग जवळजवळ नाहीतच व त्याच्यावर आधारित निष्कर्षाचा पडताळा निरीक्षणातून होणे अवघड अशा स्थितीत होता. आइनस्टाईन यांना हा विषय अगदी हाताशी असल्याप्रमाणे वाटला व त्याचा उपयोग त्यांनी त्यांच्या शोधानंतर काही वर्षांतच स्वतः निर्माण केलेल्या व्यापक सापेक्षता सिद्धांतांच्या (general theory of relativity) मांडणीत केला.

टीप : c म्हणजे प्रकाशाचा वेग. त्याची किंमत खूप मोठी म्हणजे दर सेकंदाला १८६००० मैल इतकी आहे आणि $E = mc^2$ मध्ये त्या खूप मोठ्या किंमतीचा वर्ग येतो. त्यामुळे अगदी लहान वस्तुमानापासून प्रचंड ऊर्जा निर्माण करता येते. वस्तुमान व ऊर्जा यांचे एकमेकांत रूपांतर करता येते हे सत्य असले तरी उलट दिशेने प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा घेऊन त्यापासून अगदी लहान वस्तुमान निर्माण केल्याचे ऐकिवात नाही. विश्वाच्या अनंत पसाच्यात सूर्यासारख्या व त्याहूनही मोठ्या ताच्यांतून निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेचा खेळ चालू असतो. त्या खेळात कोठेतरी प्रचंड ऊर्जेचे वस्तुमानात रूपांतर होत असेल.

रीमान-भूमिती व व्यापक सापेक्षता सिद्धान्त

आपण शाळेत शिकतो ती युक्लिड यांची भूमिती. तिच्या पाच गृहीततत्वांपैकी (postulates) पाचवे गृहीततत्व सांगते की दिलेल्या सरळ रेषेच्या बाहेरील बिंदूतून दिलेल्या सरळ रेषेला एक आणि एकच समांतर रेषा काढता येते. या गृहीततत्वात बदल करून मुख्यता दोन अयुक्लीडीय (non Euclidean) भूमिती तयार झाल्या. त्यातील एक भूमिती रीमान यांची. रीमान यांनी त्यांची ही भूमिती १८५० मध्ये शोधली. त्या काळातील किंतीतरी चांगल्या चांगल्या बहुशृंत शास्त्रज्ञांनी रीमान यांच्या या शोधाची निरूपयोगी म्हणून भलावण केली. पण पुढे जवळजवळ ६५ वर्षांनी म्हणजे १९१५ मध्ये ही रीमान-भूमिती आइस्टर्टाईन यांना त्याच्या व्यापक सापेक्षता सिद्धांताच्या मांडणीत कामास आली.

मॅक्स्वेल, लहरींचा प्रवास व हर्टझ विद्युत व लोहचुंबकीय शास्त्रातील संशोधन मॅक्स्वेल यांनी १८६४ मध्ये प्रसिद्ध केले. त्यात त्यांनी फॅर्डे यांच्या संशोधनाला गणिती पेहराव दिला. त्या संशोधनात मॅक्स्वेल यांना पुढील अवकल समीकरण differential equation प्राप्त झाले.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$$

कोणत्याही आवाजाच्या (उदाहरणार्थ, घंटा वाजवली असता उत्पन्न होणाऱ्या) लहरी (waves) कशा पसरतात याचे वर्णन हे समीकरण करते. पुढे असे दिसून आले की विद्युत लहरी पसरणे देखील या समीकरणानुसारच होते. बिनतारी लहरी (wireless waves) असतात हे मॅक्स्वेल यांनी गणिताच्या साहाय्याने शोधले होते. नंतर प्रयोग करून या लहरींचा शोध हर्टझ यांना लागला पण त्यासाठी १८८७ साल उजाडावे लागले. म्हणजे जे असायलाच हवे असे मॅक्स्वेल यांनी गणिताच्या मदतीने शोधले त्याचा प्रयोगांनी प्रत्यक्षात पडताळा येण्यासाठी मॅक्स्वेल यांच्या गणिती संशोधनानंतर पुरी २३ वर्षे जावी लागली. **कल्पित संख्या व त्यांचा व्यावहारिक शास्त्रातील वापर**

$ax^2 + bx + c = 0, (a \neq 0)$
सारख्या वर्गसमीकरणाच्या उकरींच्या संदर्भात कल्पित संख्यांचा (imaginary numbers) वापर गणितज्ञांनी खूप पूर्वी सुचविला. प्रसिद्ध गणितज्ञ डेकार्ट यांना देखील कल्पित- संख्याचा वापर अजिबात पसंत नव्हता. १८०० च्या सुमारास या संख्यांच्या वापरास गणितज्ञांमध्ये हल्लूहल्लू मान्यता मिळू लागली. व्यावहारिक उपयुक्तता असो वा नसो, पण गणितातील सौदर्य व एकात्मता यांच्या दृष्टिकोनातून महान गणितज्ञ गौस (१७७७-१८५५) यांनी १८११ मध्ये या कल्पित संख्यांच्या

वापराचे समर्थन केले. त्यावेळी त्यांना सुद्धा विद्युतशास्त्र व विमानविद्याशास्त्र अशा व्यावहारिक शास्त्रांच्या प्रगतीत या संख्यांचा चांगला उपयोग होईल याची पुस्टशीही कल्पना आलेली नव्हती. पण त्यानंतर उपयोजित शास्त्रात झालेल्या संशोधनात कल्पित व त्यावर आधारित मिश्र संख्यांचा वापर होत राहीला.

गटसिद्धांत व त्यांची व्यावहारिक शास्त्रातील उपयुक्तता

$$ax^2 + bx + c = 0, (a \neq 0)$$

हे वर्गसमीकरण कसे सोडवायचे हे आपण शाळेतच शिकतो. त्याच्या दोन उकली असून त्या या स्वरूपात वर्गमूळ वापरून मांडल्या जातात.

$$x_1, x_2 = -\frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ ($a_n \neq 0$) या काही कोटी (degree) असलेल्या पदावली समीकरणाच्या (polynomial equation) मिश्र संख्यांच्या संचात n आणि केवळ n च

उकली असतात. १६व्या शतकापासूनच गणितींच्या मनात प्रश्न येत होता की ज्याप्रमाणे वर्गसमीकरणाच्या वर उल्लेखिलेल्या दोन उकलींच्या सूत्रात समीकरणातील सहगुणकांचा वापर असलेले वर्गमूळ येते त्याप्रमाणे पाच किंवा अधिक कोटी असलेल्या पदावली समीकरणाच्या उकलींची सूत्रे फक्त वर्गमूळ-घनमूळ इ. (म्हणजेच तथाकथित radicals) वापरूनच देता येतील का? तसे करता येणे अशक्य असल्याचे पुढे सिद्ध झाले. या संबंधात गॅल्वा यांनी उकलींचे क्रमसंचक (permutations) विचारात घेतले. तेव्हापासून समीकरणांच्या उकलींच्याच नव्हे, तर कोणत्याही वस्तूंच्या क्रमसंचयांचा अभ्यास स्वतंत्रपणे सुरु झाला व त्यातूनच गॅल्वा-गट ही संकल्पना अस्तित्वात आली. कित्येक वर्षे गणिताचे हे अंग अत्यंत शुद्ध व अमूर्त म्हणून गणले गेले. त्यामुळे त्याचा उपयुक्त व्यावहारिक शास्त्रांत काही उपयोग नसणार असेच भत्याभल्यांना वाटत होते. या संबंधात सुखातीला सांगितलेली १९१० मध्यांतील प्रिन्स्टन विद्यापीठातील सत्य घटना उल्लेखनीय व पुरेशी बोलकी आहे. त्यानंतर

टीप : कल्पित संख्या हे misnomer आहे. त्यात कात्यनिक काही नाही. $\sqrt{-1}$ ही मुख्य कल्पित संख्या. तिला हे नाव व हे संकेतन सुखातीच्या काळात दिले गेले व ते तसेच चिकटून राहिले. वास्तव (real) संख्या जितक्या वास्तव आहेत तितक्याच या कल्पित संख्याही वास्तव आहेत. $\sqrt{-3} = 3i$, $\sqrt{-4} = 2i$, इत्यादी $3 + 2i$ व व्यापकदृष्ट्या $a + bi$ (ज्यात a व b वास्तव संख्या आहेत.) सारख्या संख्यांना मिश्र संख्या म्हणतात.

सुमारे वीस वर्षांचा कालावधी पूर्ण होण्याच्या आधीच गळ्वा-गट सिद्धांत या शुद्ध मानल्या गेलेल्या गणिती शाखेचा पुंजयामिकी सारख्या उपयुक्त व्यावहारिक शास्त्रात होणारा उपयोग जगापुढे आला हेही सांगितले आहेच.

समारोप

मुळात गणित हे शुद्ध ज्ञानशास्त्र आहे. गणितातील ज्ञानाचा व्यावहारिक जगात उपयोग व्हावा याबद्दल गणिती बहुधा उदासीनच असतो. तो त्याची ज्ञानशाखा मुख्यतः ‘स्वान्तः सुखाय’च अभ्यासत

असतो. पण गणितातील जवळजवळ प्रत्येक संशोधनाचा मानवी व्यवहार समृद्ध करण्यासाठी उपयोग झालेला असल्याचे इतिहास सांगतो. या बाबतीत लेखाच्या सुरुवातीला Nicolai Lobachevsky यांचे उद्गार महत्वाचे असून ते सतत लक्षात ठेवायला हवेत. मोजक्या पण महत्वाच्या उदाहरणांद्वारे ते सत्य उलगडून दाखवण्याचा थोडक्यात प्रयत्न या लेखात केला आहे. अशी आणखी उदाहरणे. वाचकांनी गोळा करावी.

त्र॒३

लेखक : च. ग. टिकेकर, गणितज्ञ. गणिताविषयी लेखन करतात.



पालकनीती पालकत्वाता 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 जरुर वाचा. वार्षिक वर्गणी रु. १२०/-

पालकनीती परिवार, अमृता विलनिक, संभाजी पूल कोपरा,
डेक्कन जिमखाना, पुणे ४. फोन : २५४४९२३०

अनारको स्वप्नांच्या इस्पितकात

लेखक : सत्यु

पहिल्यांदा अनोरकोने तो राखाडी रंगाचा ससा पाहिला होता ना, तो अगदी एक पळभरच पाहिला होता. डोळे मिट्रून प्रथम 'प' म्हणावं अन् नंतर 'ळ' उच्चारावं, ह्या दोन्हीत वेळाचं अंतर असतं ना, बस् अगदी तेसढाच वेळ पाहिलं होतं! विसरलेला सुवास अचानक आठवावा, किंवा धुक्यात काही चेहरे दिसावेत, किंवा डोळ्यांच्या कडांजवळून काही सावल्या सरकून जाव्यात अशाच प्रकारे तिने तो ससा पाहिला होता.

गरम गरम फुलका पाहिजे म्हणून अनारको स्वैंपाकघरात आपल्या आईच्या मागे उभी होती. टोपलीत ठेवलेल्या ताज्या ताज्या फुलक्यांमधून जी वाफ निघत असते ना, त्या वाफेत तिने त्या सशाला पाहिलं होतं! टोपलीच्या मागे बसलेला, त्याचे लांब लांब कान सरळ उभे झाले होते, समोरचे दोन दात, नाक्यावरच्या बंगाली डॉक्टरांसारखे पुढे आलेले होते आणि डोळे तर असे चमकत होते की ते बघून येणाऱ्या-जाणाऱ्या गाड्यांनी थांबून रहावं! अनारकोने पण पळभर थांबून त्याला पाहिलं, नंतर फुलका उचलला तसा तो ससा गायबच झाला!

दुसऱ्यांदा जेव्हा दिसला तेव्हा मात्र ती खूप वेळ त्याला पाहत राहिली. वरच्या फांदीला चिकटून बसलेला ससा तिच्याकडे खाली बघत होता. खाली उभ्या असलेल्या अनारकोने गुलमोहराच्या झाडाच्या फांद्यात अडकलेला पतंग सोडविण्यासाठी आसारी उचलली अन् तिला तो ससा दिसला - तिच्याकडे एकटक बघणारा! ससा आणि ती - दोघांचे डोळे एकमेकांशी बांधल्यासारखेच झाले. आणि खूप वेळपर्यंत ते असे बांधले गेले होते !

त्यानंतर अनारकोने ह्या गोष्टीचा खूप विचार केला होता. दुसऱ्या भेटीतच नजरेच्या ह्या जातूचा अर्थ समजून घेण्याचा ती प्रयत्न करत होती. विचारांचं पाखरू कुठून कुठे उडत चाललं!

'स्वप्न होतं असं म्हणावं तर इतकं स्पष्ट दिसणारं आणि तेही लागोपाठ दोन दिवस कसं? जर खराखुरा ससा माझ्या स्वप्नाचा भाग होता तर खरीखुरी मीदेखील हे दोन दिवस त्या सशाच्या स्वप्नाचा भाग होऊ शकत नाही का?'

मग तिच्या मनात विचार आला की असंही असू शकतं की तो ससा खराखुराच



असेल आणि तिची अन् त्याची नजरबंदी होण्याची जी जादू झाली त्याचं कारण हेही असू शकेल की मागच्या कुठल्यातरी जन्मी अनारको ससा असेल आणि तो ससा अनारकोसारखी एखादी मुलगी असेल!

अनारको जेव्हा लहान होती तेव्हा तिच्या आईने एकदा तिला एका काळ्या मुँगळ्याला कंगव्याच्या दात्यांनी कापताना पाहिलं होतं. तेव्हा तिच्या आईने तिला सांगितलं होतं की तो मुंगळा आता पुढच्या जन्मी तिचा सूड घेईल! आईने हे अगदी हल्लवारपणे सांगितलं होतं, पण ही गोष्ट काही साधीसुधी नव्हती. पुढच्या जन्मी धडापासून शरीर वेगळं होणं अन् नंतर छोट्या छोट्या तुकड्यात कापलं जाणं ह्या कल्पनेनेच अनारकोच्या अंगावर शहारे उमटले होते!

तिसच्या वेळी अनारको आणि किंकू ह्या दोघांनी सशाला एकत्रच पाहिलं. बच्याच दिवसांपासून शाळेत वर्ग सुरु करायचा की नाही अशी परिस्थिती निर्माण झाली होती. इयत्ता ५ वी साठी कोणती नवी पुस्तकं येणार आहेत आणि ती दुकानात केव्हा मिळाणार आहेत हे ना शिक्षकांना माहिती होतं, ना शाळेच्या मुख्याध्यापक मँडमना. खरं तर मुख्याध्यापिकांना ह्या सगळ्या गोष्टींची माहिती असते, पण त्यांनाही कल्पना नव्हती. जोपर्यंत पुस्तकं दुकानात येत नव्हती तोपर्यंत विद्यार्थ्यांनी फक्त वेळेवर शाळेत येऊन आपापल्या वर्गात बसायचं

आणि दंगा करायचा नाही एवढंच अपेक्षित होतं. ही अपेक्षा मुळीच बरोबर नव्हती हे दुसऱ्या दिवशीच सगळ्यांच्या लक्षात आलं. शिका येणं, जांभया येणं किंवा गॅस सोडणं ह्या नैसर्गिक क्रियांनंतर होणारा कल्ला थांबवणं अनुभवी शिक्षकांनाही जमणं कठीण आहे. त्यामुळे मग मुलांना वर्गाबाहेर पण शाळेच्या आवाराच्या भिंतीत, दंगा न करता खेळण्याची सूट दिली गेली.

आज दुकानात पुस्तकं न येण्याचा पाचवा दिवस होता. अनारको आणि किंकू शाळेच्या भिंतीबाहेर नाल्याजवळ गवताळ झाडीत घुबडाची घरटी दिसतायत का ते बघत होते. तेवढ्यात त्यांना ससा दिसिला. अनारकोने जोरात किंकूचा हात दाबला अन् म्हणाली तो हाच आहे! तोपर्यंत ससा मागे वळला अन् उड्या मारत जाऊ लागला. तो दोन उड्या मारी अन् मागे वळून बघे! अनारको अन् किंकू त्याच्या मागून असे काही जाऊ लागले की जणू काही सशाब्दरोबर गेले बांधले आहेत. थोडं पुढं गेल्यावर ससा उंच-उंच अन् लांब-लांब उड्या मारायला लागला. अनारको अन् किंकूही त्याच्यामागे धावायला लागले.

पुढे सशाने गवताच्या तुच्यांमधून वाट काढत झाडीच्या मधोमध उडी मारली. ते बघून त्यांनीही तशीच उडी मारली. अन् गवतावरून घसरून ते धपक्कन एका भुयाराच्या तोंडापाशी पडले.

दोघांच्याही केसात आणि चेहन्यावर

गवताचे तुरे असे चिकटले होते की कुणाला
वाटेल हे दोघं शाळेच्या नाटकात म्हातारा-
म्हातारीचं काम करतायत!

त्यांना आपण एका खड्यात पडलोय
असं वाटलं, पण हा नेहमीच्या खड्यासारखा
नव्हता. अस्पष्ट उजेडात जे काही दिसत
होतं ते सगळं मोकळं - मोकळं
असल्यासारखं होतं.

हवेमध्ये रानाचा वास दरवळत होता.
दूर कुठेतरी पाणी वाहतंय असा भास होत
होता. अनारको व किंकू एकमेकांना खेटून
उभे होते. त्यांचे डोळे आश्रयनि विस्फारलेले
आणि चेहरे आनंदाने फुललेले होते.
एवढयात त्यांना पुढे भुयाराच्या
दरवाज्यापाशी असलेल्या झाडाखाली बंगाली
डॉक्टर उभे असलेले दिसले. बंगाली लोक
खूप हुशार असतात आणि हा बंगाली डॉक्टर

इलाजही योग्यच करत असेल असा त्यांच्या
वस्तीतल्या लोकांचा समज होता, पण हा
डॉक्टर फार बडबड करतो अशीही लोकांची
तक्रार होती.

अनारको आणि किंकूची मात्र
त्यांच्याबद्दल अशी तक्रार मुळीच नव्हती.
उलट ह्या अनोळखी जागी त्यांना बघून
दोघांना इतका आनंद झाला की आनंदाने
ओरडायलाच लागले. जणुकाही कोणाच्या
किंचाळण्याने भुयाराचा दरवाजा उघडणार
होता, म्हणून की काय त्यांच्या किंकाळ्या
ऐकून दरवाजा हळूहळू सरकू लागला.
अनारको व किंकू बंगाली डॉक्टरांच्या पँटला
चिकटून उभे राहिले. पँटला मोहोरीच्या
तेलाचा वास मारत होता. डॉक्टरकाकांनी
त्यांना पँटपासून बाजूला केले अन् दोघांचे
हात धरून ते भुयारात जायला लागले. ते



म्हणाले, ‘बघा, माझ्या दवाखान्यात जास्त पेशांट येत नाहीत, अन् आले तरी मला वेळ कुठे आहे ? माझं खरं काम तर ह्या स्वप्नातल्या इस्पितळातच आहे. इथं २४ तासांची ड्यूटी आहे.’’ पुढे म्हणाले, “जरा हव्हू पाय न वाजवता चला. इथे नजरेला पडण्यासारख्या गोष्टी नाहीत, पण अनुभवण्यासारख्या मात्र बन्याच गोष्टी आहेत.”

असेच हलक्या पावलांनी चालत ते पुढे जाऊन थांबले. तिथे त्यांना असं वाटायला लागलं की उडण्याचा प्रयत्न करणारे काही पक्षी पंखांची फडफड करतायत, हवेमध्ये त्यांच्या बैचैन श्वासांचे सुस्कारे उमटतायत असं वाटत होतं. “ही स्वातंच्याची स्वप्नं आहेत.” बंगाली डॉक्टर म्हणाले. अनारको न् किंकू गुपचूप सगळं ऐकत होते.

“जगामध्ये कुठेही लोकांना स्वातंच्याची स्वप्नं दाखवून त्यांना नवीन साखळदंडांमध्ये अडकवले जाते खोट्याच्या जोरावर काही ताकदवान लोक इतर सगळ्यांची लूट

करण्याचं स्वातंच्य मिळवतात. कुठले पंतप्रधान, कुठले राष्ट्रपती चिडले तर सामान्य लोकांचं बोलण्याचं, लिहिण्याचं, येण्या-जाण्याचं स्वातंच्य हिरावून घेतलं जातं. पंतप्रधान, राष्ट्रपती हे तर बदलून जातात. स्वातंच्याची स्वप्नं ते बघू शकतात, पण जेव्हा खुद सामान्य लोक आपलं स्वातंच्य त्यांना भेट द्यायला किंवा विकायला तयार होतात तेव्हा त्यांच्या स्वातंच्याची स्वप्न मात्र विरुन जातात. मग त्यांना ह्या इस्पितळात येऊन आराम करावा लागतो. इथे ते गोष्टी वाचतात, कविता ऐकतात. आमच्याकडे एक मशिन आहे. त्यामध्ये सगळी वर्तमानपत्रं टाकली की त्यातून सगळ्या जगातल्या बातम्यांची छाननी केली जाते. त्यातून जिथे स्वातंच्य मिळविण्याचे प्रयत्न सफल झाले आहेत अशा खन्या गोष्टी आपल्यासमोर येतात.” हे ऐकून अनारको आणि किंकू विचारात बुद्धू गेले. ते बघून बंगाली डॉक्टर म्हणाले, “जास्त काळजीचं कारण नाहीय, थोळ्याच दिवसात सगळं



ठीक ठाक होऊन जाईल.”

खरं सांगायचं झालं तर अनारकोला अन् किंकूला आपण पृथ्वीपासून दूर कुठेतरी दुसऱ्याच ग्रहावर आत्यासारखं वाटत होतं. तिथल्या स्थानिक भाषेतच लोक एकमेकांशी बोलत होते, पण त्याचा खरा अर्थ जणू ह्या दोघांना जाणवत होता. ते दोघं एकमेकांचे हात धरून उभे होते अन् ह्या गप्यांचा मर्थितार्थ हातांनी एकमेकांना सांगत होते. ते बंगाली डॉक्टरांच्या मागे मागे जाऊ लागले. ते स्वतः मध्येच गुंगले होते आणि स्वतःशीच बोलत होते. “रोग बरा करण्यासाठी त्या रोगाच्या मुळांशी जावं लागतं, आणि ह्यांच्या रोगाची मुळं तर फारच लांबलचक आहेत. आपणच आपल्याला कैदी करून टाकायची गोष्ट तर लहानपणापासून सुरु होते.” अनारको अन् किंकू यांना दोघांना ह्या बोलण्याचा खरा अर्थ समजला. समजलाच काय, त्यांना तर

हे आधीपासूनच माहीत होतं. म्हणून त्यांनी जोराजोरात मान हलवली. बंगाली डॉक्टर अगदी खूश झाले. आपल्या ढेरीवरून हात फिरवायला लागले अन् म्हणाले, “चला, पुढचं दाखवतो.”

पुढे जाऊन बंगाली डॉक्टर अन् त्यांच्यामागे एकमेकांचे हात धरलेले अनारको आणि किंकू एका ठिकाणी थांबले. तिथे चहूबाजूला फुलपाखरं दिसत तर नव्हती पण त्यांची तडफड चालल्याची जाणीव होत होती. आत्तापर्यंत जी हवा रानाचा दरवळ घेऊन वाहत होती ती इथे थांबून राहिली होती, अन् त्या हवेत फुलपाखरांचे पंख तुटल्याची वेदना भरून राहिली होती. “ही प्रेमाची स्वनं आहेत.” बंगाली डॉक्टर म्हणाले, “ज्या लोकांचे पूर्वज सगळ्या जगातल्या माणसांना, जनावरांना अन् किडा-मुऱ्यांनाही आपल्या कुटुंबाचा भाग समजत होते ते लोक आता



प्रत्यक्ष आपल्या शेजाच्यांचाही तिरस्कार करायला लागले. अशा वेळी प्रेमाची स्वप्न आजारी पडतात. जेव्हा जेव्हा तिरस्काराचं पीक फोफावतं, जेव्हा सामान्य माणसं आपल्या स्वतःच्या मनाने-बुद्धीने न वागता दुसऱ्याच्या सांगण्यानुसार प्रेम किंवा तिरस्कार करू लागतात तेव्हा प्रेमाची स्वप्न अशी जखमी होतात.”

“आता फुलपाखरं बघा, कधी ह्या फुलावर तर कधी त्या फुलावर, कधी फुलांच्या घोसांवर त्यांची झूँडच असते. जेव्हा फुलपाखरांना सीमा रेषा आखून जखडून ठेवलं जाण्याचा प्रयत्न होतो, तेव्हा त्यांचे पंख तुटून जातात. ह्या आजाराची देखील स्वप्नांच्या बालपणात, मुलांच्या स्वप्नातच लागण होते.”

बंगाली डॉक्टरांच्या ह्या लंब्याचौड्या भाषणाच्या मध्येच अनारको अन् किंकूची मनं एकमेकांबरोबर कुठेतरी लांब भरकटली. मनं जिथं भरकटली होती तिथं त्यांच्या समोर एकामागून एक चेहरे यायला लागले. मित्र, शत्रू, शिक्षक, काका-काकू, आजी, वर्तमानपत्रातल्या अन् टिळ्हीवर दिसणाऱ्या लोकांचे चेहरे त्यांच्या नजरेसमोर यायला लागले. त्यातल्या प्रत्येक चेह्यावर एक क्षणभर नजर स्थिरावून दोघं खात्री करून घेत होते की त्यांच्याबद्दल वाटणारं प्रेम किंवा तिरस्कार त्यांनी स्वतःच्या मनाने - विचाराने केला होता, कुणा दुसऱ्याच्या सांगण्यावरून नाही! इकडे बंगाली डॉक्टर

ह्या आजारावर सितार, गिटार न् बासरी ह्यांची धून ऐकवून अन् एकसाथ नाचून इलाज केला तर सगळं ठीक-ठाक होऊन जईल असा विश्वास व्यक्त करत होते.

नंतर ते तिघं पुढे निघाले, तिथे पाणी वाहत असल्याचं जाणवत होतं. त्याच्याजवळ गेले तर तिथे एक छोटासा डोंगरावरून पडणारा पाण्याचा ओहोळ त्यांना दिसला. तो इतका अरुंद होता की धावत येऊन उडी मारली तर आपण त्याला ओलांडू शकू असं वाटत होतं! पण आता छोटा असला म्हणून काय झालं, ह्याच डोंगरी निझरांनी गेल्या वर्षीच्या पुरात आपल्या शक्तीची त्यांना जाणीव करून दिली होती. ह्या झन्याचा प्रवाह मात्र थकून गेल्यासारखा दिसत होता.;

“इथे तुम्हाला ते दिसतंय तो बरोबरीच्या स्वप्नांचा थकवा आहे” बंगाली डॉक्टर बोलत होते. पण त्याआधीच अनारकोला आणि किंकूला त्याचा अनुभव आला होता. ते दोघं मनातल्या मनात खूष होत होते की जरी ह्या निझर थकलेला होता तरीही तो सतत वाहत होता, दगडधोंड्यांना टक्र देत होता अन् त्यांच्यावरून उसळी मारून चालला होता ! ‘पाणी सगळ्यांना बरोबर घेऊन जातं, वरून खाली वाहतं, हलक्या वस्तूना उचलतं, जड वस्तूना डुबवतं, तसं तर निसर्गाति सगळेच एकसमान आहेत, लहान-मोठं असं काही नसतं. डोळ्यांनी न दिसणारा जीवाणूसुद्धा

आपले प्राण घेऊ शकतो.”

हळूहळू पण सतत पाणी वाहण्याची जारीव होत होती, डॉक्टरकाकांच बोलणंही सारखं चालूच होतं. “समानतेच्या ह्या नैसर्गिक प्रवाहाला रोखण्यासाठी किती उपाय केले जातात, किती भिंती उभ्या केल्या जातात. आणि जेव्हा मुली स्वतःला मुलांपेक्षा कमजोर समजायला लागतात, जेव्हा सावळे लोक गोरे होण्याची क्रिमं लावायला लागतात, मुलं ‘आपण लहान मुलंच आहोत अन् त्यामुळे काही महत्त्वाची कामं करूच शकणार नाही’ असं समजायला लागतात तेव्हा समानतेच्या ह्या स्वप्नांना सगव्यात जास्त ठेच लागते..”

ना अनारको अशी मुलगी होती ना किंकू असा मुलगा होता. त्यांच्या निराश झालेल्या मनांना ह्या गोष्टीने जरासा दिलासा मिळाला. त्यांनी समानतेच्या स्वप्नांना आपल्याकडून अजिबात जखम केली नव्हती.

तोपर्यंत बंगाली डॉक्टर पुढे निघून गेले होते. अनारकोने आणि किंकूने त्यांना

गाठलं. बंगाली डॉक्टरांच्या इस्पितळामध्ये फेरफटका मारून आपण खूप थकलो आहोत असं अनारकोला वाटायला लागलं. आपल्या खांद्यावर असलेल्या अनारकोच्या हाताचा जडपणा जाणवून किंकूलाही ती खूप थकली आहे हे जाणवलं. तो तिला म्हणाला, “आता तू इतकी थकली आहेस तर तुझी गोष्ट लिहिणाराही थकला असेल,” आणि हे त्यांचं बोलणं म्हणजे जणू काही एखादा मंत्र असल्याप्रमाणे बंगाली डॉक्टर समोर असलेल्या सीताफळाच्या झाडीमध्ये कुठेतरी गायब झाले.

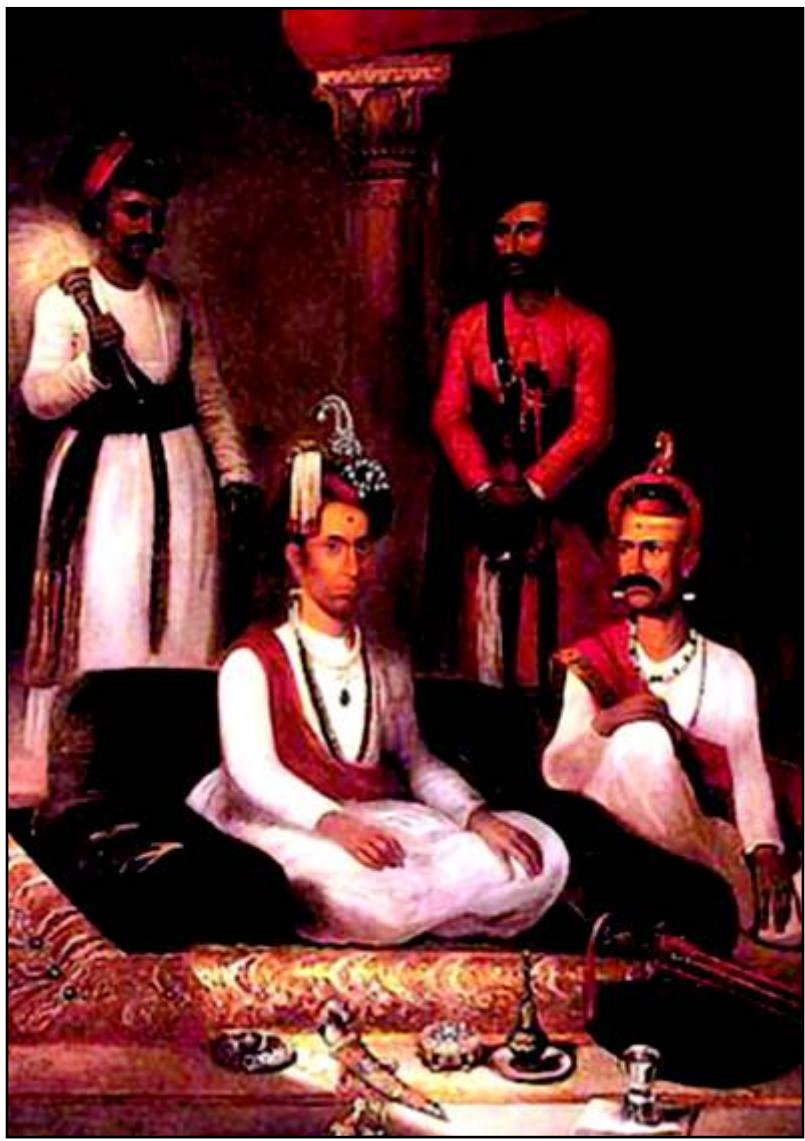
अनारको आणि किंकू त्या झाडीमध्यारा रस्त्यांनी पुढे निघाले. ते एका फाटकाजवळ पोहोचले. हे फाटक जुन्या दगडांनी बांधलेलं होतं. ते दगड इतके जुनेपुराणे होते की शेवाळांनी पूर्णपणे झाकले गेले होते अन् त्यांच्यावर दवंबिंदू चमकत होते. अनारको न् किंकूने मागे वळून बघितलं. त्या दारावर वरच्या बाजूला चमकणाऱ्या हिरव्या शेवाळाच्यामध्ये खोदलेलं होतं,

‘सबसे खतरनाक होता है अपने सपनोंका मर जाना ।’

त्वार्क

लेखक : सत्यु, भोपाळमध्ये युनियन कार्बाइडच्या गॅस दुर्घटनेने ग्रासलेल्या लोकांबरोबर गेली २६ वर्षे काम करताहेत. पीडित लोकांवर औषधोपचार, त्यांचं पुनर्वसन व दोषी कंपन्यांना शिक्षा होण्यासाठी काम करत आहेत.

अनुवाद : मीना कर्वे.



वेल्स यांनी १७९२ मध्ये काढलेले सवाई माधवराव आणि नाना फडणवीस यांचे चित्र.
लेख पान क्र. ५४ वर

शैक्षणिक संदर्भ : डिसेंबर २०११-जानेवारी २०१२ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी

अमृता विलनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

पल्सर तायाने भोवडी फिरणाच्या

जोडीदाराकडून बरीचशी

मूलद्रव्य शोषून घेतली.

फक्त कार्बन

व ऑक्सिजन

शिलक ठेवले

हिच्याच्या ग्रहाची भ्रमण कक्षा

रेडिओ लहरी

कार्बन आणि ऑक्सिजन

हिसा

गुरु ग्रहाङ्कलक्षण व्यासाचा

हा ग्रह आहे. प्रवंड मोठा

असल्याने त्याचे गुण्ठवार्कार्ड

बल कल्पनातीत मोठे आहे.

त्याच्या गांध्यातील कार्बनचे

स्फटिकीकरण होऊन

७५ % ग्रह हिच्याच्या

स्वरूपात राहिला आहे.

