

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१४

अंक ९०

शैक्षणिक सुंदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :

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

विश्वस्त :

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

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे.

अक्षरजुळणी :

यदिश ग्राफिक्स

मुखपृष्ठ: विनय धनोकर

मांडणी, छपाई : ग्रीन ग्राफिक्स

शैक्षणिक

संदर्भ
अंक १०
ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१४

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.

फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को.ऑप.हौ.सोसा.

निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,

लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

फोन : २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : sandarbhociety.org

पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ ३००/-

अंकाची किंमत : ₹ ५०/-

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

मुखपृष्ठाविषयी

अफाट पसरलेल्या सागराचा थांग कोणालाही लागत नाही. अगदी एकपेशीय सूक्ष्मजीवापासून ते अजस्र व्हेलपर्यंत अचाट जीवसृष्टी सागरात आढळते, त्यातल्या कित्येक प्रजाती आपल्याला अजूनही अज्ञात आहेत. खोल समुद्रात पाण्याचे तापमान आणि क्षारतेतील फरकामुळे एक अभिसरण सतत चालू असते. सागराबद्दलच्या अशा अनेक आश्चर्यकारक गोष्टी वाचायला मिळतील पान..... वरील लेखात.

कव्हर ३

गुलाबाचे काटे छोटे तर बाभळीचे मोठाले. डुरांटा, करवंद यांच्या पानाच्या बेचक्यात काटे तर निवडुंगाचे तर काटे म्हणजेच त्याची पाने. पाने, मुकुल, उपपर्ण अशा कितीतरी ठिकाणी काटे असतात. पण हे काटे का असतात? झाडावरचे काटे हा झाडाच्या संरक्षणाचा सर्वात सोपा उपाय. संरक्षणासाठी वनस्पती अजून कोणकोणते उपाय करतात वाचा पान...वर.

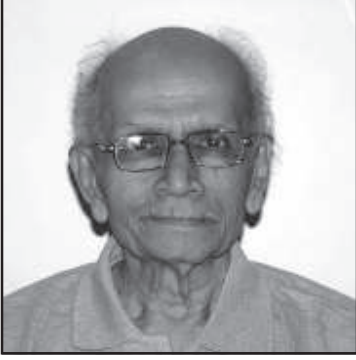
अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ९०

📖 शून्याचे सौंदर्य - लेखक : पी. अरविंदा, अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके	३
📖 अरेच्चा ! हे असं आहे तर ! भाग - १० - शशी बेडेकर	९
● आश्चर्याचा महासागर - अनुवाद : अमलेन्दू सोमण.....	१३
● मधुमक्षिका पालन - माया कुबेर	२३
● प्लास्टिक खाणारी बुरशी - विनय र. र.	२५
● ग्रहाचे भ्रमण : केपलरचे उपेक्षित कार्य - दिलीप वि. साठे.....	३२
● काळ आणि अवकाश : आईन्स्टाईन व पुढे... - प्रा. अभय अष्टेकर	३५
● लढाया आणि युद्धे - वनस्पतींची - अ. चिं. इनामदार	५१
● उपग्रहांचे प्रकार - लेखांक-४ - सुरेश नाईक	५८
● पाठ्यपुस्तक कशासाठी - संपादित मराठी रूपांतर : सुहास कोल्हेकर	६३
● धरण अभिकल्प - लेखांक-४ - वैजयंती शेंडे	६९
📖 भास्कराचार्यांचे गणित श्रेढी व्यवहार - लेखांक-३ - किरण बर्वे	७५



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.



श्रद्धांजली

संदर्भचा अंक मिळाला. छान झालाय!
असा थत्ते सरांचा फोन आता येणार नाही, हे
खरं वाटत नाहीये. ऐंशीव्या वर्षीसुद्धा अत्यंत
उल्हासाने एकेका विषयावर आमच्याशी चर्चा
करणारे, वेगवेगळ्या विषयांबद्दल माहिती
सांगणारे थत्ते सर आता भेटणार नाहीत.

कच्छ-सौराष्ट्रमधल्या उत्खननाच्या ठिकाणी जाऊन आपण काय आणि कसे पाहावे,
अजिंठा-वेरूळसारख्या चित्र-शिल्पांच्या ठेव्याचा आनंद कसा लुटावा, त्याचा अर्थ कसा
लावावा इथपासून ते मातीच्या विटा आणि कौले करताना काय नि कशी काळजी घ्यायची
असते इथपर्यंतच्या विषयांवर त्यांच्याकडे अनुभवाचा खजिना असे. आणि तो तुमच्यापुढे
उघडून ठेवण्याचा उत्साहसुद्धा. त्यांनी स्वतः काढलेल्या अजिंठ्याच्या उत्कृष्ट स्लाईड्स
त्यांनी दाखवताना बघण्याचे भाग्य म्हणजे तर त्यांच्याबरोबर अजिंठ्याच्या प्रवासाला
जाण्याइतके प्रत्ययकारी असे. अजिंठा हा त्यांच्या जीवाचा सखा होता जणू. त्यांनी लिहिलेले
अजिंठा हे पुस्तक वाचूनच आम्ही त्यांच्याशी संपर्क साधला होता. आधीचे २ अंक पाठवले
होते. तेवढ्या परिचयाने त्यांनी संदर्भसाठी अत्यंत आपलेपणाने लेख लिहून पाठवले होते.
त्यात जर एखादी शंका विचारली किंवा एखादा मुद्दा थोडा विस्ताराने मागितला तर ते अगदी
खुशीने म्हणत, म्हणजे अगदी नीट वाचलेला आहे लेख. लगेच तत्परतेने उत्तर मिळे.
आमच्या काही सूचना स्वीकारताना त्यांचा अनुभव, वय काहीही आड येत नसे. २००५
पासून सरांनी संदर्भसाठी लिहायला सुरुवात केली. एखादी लेखमाला झाल्यावर मध्ये थोडी
विश्रांती घेऊन पुन्हा पुढचा विषय आम्हाला मिळत असे. संदर्भ परिवाराचे ते सदस्यच होऊन
गेले होते.

जागतिक कलेचा इतिहास, युरोपीय आधुनिक कला, भारतीय कलेचा इतिहास,
आधुनिक काळापासून आजपर्यंतच्या कलेचा परिचय सरांनी संदर्भच्या वाचकांना अतिशय
आत्मीयतेने करून दिला. संदर्भला कितीतरी काळ चांगली सुंदर मुखपृष्ठे त्यांनीच पुरवली.
तो प्रत्येक अंक पाहताना सरांची आठवण येणारच आहे.

ऑक्टोबर २०१४ मध्ये नाशिक येथे सरांचे निधन झाले.

संदर्भ परिवाराकडून थत्तेसरांना मनःपूर्वक श्रद्धांजली.

शून्याचे सौंदर्य

लेखक : पी. अरविंदा • अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे - फडके

शून्याचा शोध लागण्यापूर्वीच्या जगाची आपल्याला कल्पना करते येते का? मला आणि माझ्या पतीला ह्या जगाची झलक बघायला मिळाली. 'शून्याचा शोध' ह्या ऐतिहासिक घटनेमुळे नव्हे तर आमच्या दोन वर्षांच्या मुलीला हा शोध लागल्यामुळे.

शोधाची ही वाट काही सोपी नव्हती.

मोजण्याची क्रिया तर तिला सहजच आली. पण जेव्हा आकड्यांच्या संख्या बनल्या आणि पुढच्या पानावर १० ही संख्या स्वतःच्या वेगळ्या चिन्हाऐवजी १ आणि ० म्हणून आली, तेव्हा सगळेच बदलले. तोवर तिच्या जगात बोर्हेसच्या (Jorge Luis Borges) "फुनेस द मेमोरीअस" गोष्टी मधल्या इरेनेओ फुनेस प्रमाणे मोजण्याची स्वतःची पद्धत होती.

फुनेसने प्रत्येक अंकाला स्वतंत्र नाव दिले आहे. त्याच्याकडे अंकांच्या

नैसर्गिक श्रेणीसाठी अमर्याद नावे आहेत आणि संख्येच्या स्थानिक किमतीचा उपयोग केलेला नाही.

१० ही संख्या १ आणि ० पासून बनलेली पाहिल्यावर माझी मुलगी दुःखी होऊन रडायला लागली. तिच्या अंकांबद्दलच्या समजुतीलाच हादरा देणाऱ्या



गोष्टीमुळे तिला जो धक्का बसला त्याने आमहाला आश्चर्य वाटले. ह्याचा अर्थ ती आता कसा लावणार?

हा एका कलाकाराचा संघर्ष होता. सगळे जग मुळातूनच बदलले होते. परत कधीच येणार नाही, असे काहीतरी कायमचे हरवले होते. दहा ह्या संख्येत शून्य का असले पाहिजे? आत्तापर्यंत संख्यांसाठी येणारे अंक हे संख्येच्या संकल्पनेप्रमाणे मूल्य दाखवणारे होते आणि हे असे कितीही मोजत राहणे शक्य होते. आता अचानक शून्य मध्ये आले.

थोड्या वेळाने तिच्यासमोर एक वेगळाच अंधार आला. पांढरा खडू घेऊन भरल्या डोळ्यांनी ती माझ्याकडे पळत आली. “हा कागदावर दिसतच नाहीये”, ती रडत म्हणाली. “त्यामुळे हा पांढरा खडू आता मी फेकून देणार आहे.” तिने जाहीर केले. ह्या क्रूर शिक्षेतून मार्ग काढण्यासाठी तिचे डोळे याचना करत होते. मी पांढऱ्या खडूने काहीतरी चित्र काढले आणि त्यावर जलरंगानी रंगवले. जलरंगामुळे तेलीखडूचे चित्र दिसायला लागले. काम झाले ! पांढरा रंग त्याच्या परीने प्लेस होल्डर झाला होता.

गणितामधून मिळणारा आनंद आणि अत्यानंद ह्याचे सगळेजण नेहेमीच वर्णन करतात. पण क्षमता नसल्यामुळे नव्हे तर संकल्पनांचे सौंदर्य आणि दुःख ह्यात मनापासून गुंतून गेल्यामुळे होणारी वेदना आणि त्रास ह्याचे वर्णन कुणी करत नाही.

एका गणितज्ञाने लिहिलेली पुढील गोष्ट वाचनात आली तेव्हा माझे मन कृतज्ञतेने भरून आले.

“गणित म्हणजे तर्काचे संगीत आहे. शोध आणि तर्क, अंतःप्रेरणा आणि प्रोत्साहन, गोंधळलेल्या स्थितीत असणे – त्याचा अर्थ कळत नाही म्हणून नव्हे तर तुम्ही त्याला अर्थ दिलात आणि तरीही तुमच्या ह्या कलाकृतीचे पुढे काय होणार हे तुम्हाला कळत नाही म्हणून. नवीन विचार देणारी कल्पना, कलाकार म्हणून येणारा हताशपणा, अगदी वेदनादायक वाटणाऱ्या सौंदर्याने स्तिमित होणे आणि भारावून जाणे, जिवंत असणे ह्या सगळ्या प्रक्रियेत गढून जाणे म्हणजे गणित करणे.”

(पॉल लॉकहार्टच्या-
अ मॅथेमेटीशियन्स लॅमॅट मधून)

काही दिवसांनी आमच्या मुलीने आमहाला सांगितले की १० ह्या आकड्यातील ० म्हणजे ९ आकडे आणि १०० ह्या आकड्यातील दोन शून्ये म्हणजे ९९ आकडे.

त्यामुळे जर तुम्हाला १० मधून ६ वजा करायचे असतील तर, तुम्ही ते ९ मधून वजा करू शकता (१० च्याऐवजी) आणि मग त्यात १ मिळवून बरोबर उत्तर येईल. अर्थात असे कुणी करणार नाही, कारण जेव्हा एक आकडी संख्यांची वजाबाकी सुरू होते तेव्हा तुमच्याकडे हाताची दहा बोटे असतात

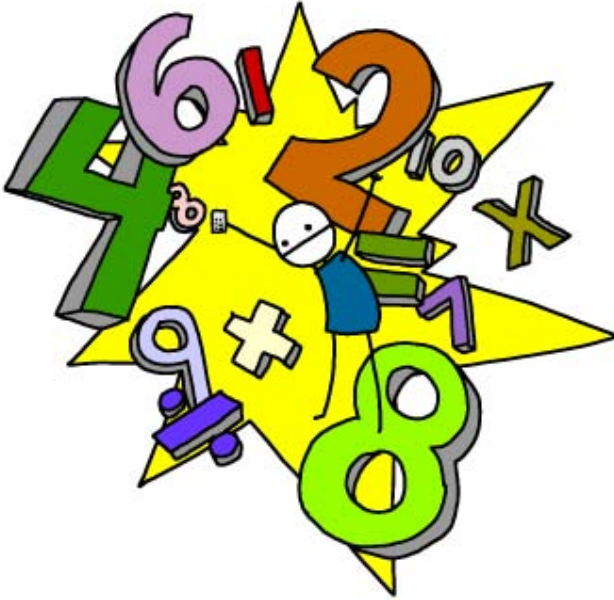
आणि त्यात शून्य येतच नाही. पण हे दोन आकडी संख्यांच्या बाबतीत करून बघा:

जर तुम्हाला १०० मधून ४२ वजा करायचे असतील तर ते ९९ मधून वजा करा (०० ऐवजी) आणि मग त्यात १ मिळवा. अर्थात आम्हीसुद्धा ही पद्धत वापरली नाही कारण ती जेव्हा कागदावर वजाबाकीची गणिते सोडवायला लागली तोवर तिचा शून्याला असलेला विरोध मावळला होता आणि ती 'हातचा' घ्यायला शिकली होती. गमतीशीर शब्द आहे, पण अंकगणित तसे गमतीशीरच असते आणि त्याहीपेक्षा महत्त्वाचे म्हणजे वजाबाकी करायला तिची पद्धत आम्ही वापरली नाही, ह्याला काहीच महत्त्व नाही

तर तिच्या समोरच्या प्रश्नांचा तिने विचार केला आणि तिने काढलेले उत्तर आम्हाला समजावून सांगितले, हे महत्त्वाचे.

गणिताची कल्पक आणि भावपूर्ण बाजू आपल्याला कितीवेळा जाणवते?

बऱ्याचदा लोक गणिताकडे एक यांत्रिक प्रक्रिया म्हणून पाहतात. कुणाला 'गणितात सौंदर्य आणि रोमांचकारी अनुभव आहे' असे जाणवले तरी त्याचा आनंद गणितातील यांत्रिकतेवर अत्युच्च प्रभुत्व मिळवणाऱ्यांनाच घेता येतो, असेच त्यांना वाटते. गणित शिकवण्याच्या ह्या दृष्टिकोनाला जोरदार विरोध करणारा 'अ मॅथेमॅटीशिअन्स



लॅमेंट (एका गणिततज्ञाचा विलाप) हा निबंध न्यूयॉर्कमधील सेंट अँस शाळेत शिकवणाऱ्या पॉल लॉकहार्ट यांनी लिहिला आहे. सुरुवातीला खाजगीरीत्या वितरित केला गेलेला हा निबंध नंतर मॅथेमॅटीकल असोसिएशन ऑफ अमेरिका या मासिकाने प्रसिद्ध केला. त्याचा पुढचा भागही लिहिला गेला आणि त्याचे एका छोट्या पुस्तकात रूपांतर झाले.

लॉकहार्ट म्हणतात : विद्यार्थ्यांनी लक्षात घेतले पाहिजे की त्यांच्या मनात एक क्रीडांगण आहे आणि तिथे गणिते सोडवली जातात. गणित ही एक कला आहे ह्यावर ते भर देतात.

“...जगातील लोकांची, ‘काव्यात्म

स्वप्ने पाहणारे’ आणि ‘तर्कसंगत विचार करणारे’ अशा दोन गटात विभागणी केली तर बहुतेक सगळे लोक गणितज्ञांना दुसऱ्या गटातच टाकतील.

तरीसुद्धा सत्य हे आहे की गणितासारखे स्वप्नवत आणि काव्यात्म, मूलगामी, विध्वंसक आणि उन्मादक असे काहीही नाही. गणित विश्वउत्पत्ती शास्त्र आणि भौतिकशास्त्राइतकेच मनोरंजक आहे.

गणित सर्वात शुद्ध कला आहे आणि गणिताबद्दल सर्वात जास्ती गैरसमजसुद्धा आहेत ! मुले ज्याप्रमाणे गायकांना गाताना बघतात किंवा चित्रकारांना चित्रे काढताना बघतात तसेच गणितज्ञांना काम करताना, गणिताचा अभ्यास करताना पाहायची संधी



निर्मळ

रानवारा

रानवारा महिन्यातून एकदा मुलांना भेटायला येतो. मुलं फक्त उद्याची नागरिक नाहीत, आजचं मूल म्हणून आनंदानं जगण्याचा त्यांना हक्क आहे. मुलांचं मनोरंजन करावं, त्यांना खूप खूप माहिती द्यावी, भरपूर आनंद द्यावा - यासाठी रानवारा आहे.

अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/-

द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-

वंचित विकास संचलित - रानवारा

४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमार्गे, पुणे ४११ ०३०.

फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

मुलांना मिळायला हवी,” गणित त्याच्या सामाजिक आणि ऐतिहासिक संदर्भासह शिकवले जावे असेही त्यांना वाटते. म्हणजे एखाद्या गोष्टीचा शोध गणितज्ञांनी त्याच वेळी त्याच ठिकाणी कसा काय लावला, अशा प्रश्नांची उत्तरे शोधता येतील. कारण शेवटी सूत्रेच नव्हे तर संशोधकही महत्त्वाचे आहेत.

खूप विरोध होत असला तरी लॉकहार्टसारखे शिक्षक वर्गात मानवता आणि साहस आणण्याचा शक्य तेवढा प्रयत्न करत आहेत. शिक्षकांनी बुद्धिबळ, हेक्स, गो असे खेळ खेळले पाहिजेत आणि कोडी सोडवली पाहिजेत, असे लॉकहार्ट म्हणतात. तुमचे हात काळे करायला आणि गणितातून तुमच्या कल्पना व्यक्त करायला तयार व्हा, असे ते म्हणतात.

गणित ही एक कला आहे आणि कला ही कलाकारांनी शिकवली पाहिजे, निदान ज्या लोकांना हा कलाप्रकार आवडतो आणि समजतो त्यांनी तरी.

मुले गणित शिकत असताना त्यांचे निरीक्षण करणे म्हणजे गणिताला कलाप्रकार म्हणून समजून घ्यायची दुसरी संधीच. अगदी शून्याचा अर्थ समजून घेतानाचा संघर्ष सुद्धा संकल्पनांची खोली समजून घेण्याच्या आपल्या क्षमतेमधला आत्मविश्वास वाढवतो. आपण तो क्षण मात्र पकडला पाहिजे.

मुलांनी कुठला रंग कुठे द्यावा किंवा कुठे चित्र काढावे, हे त्यांच्यावर लादू नका

असे चित्रकार सांगतात. त्याप्रमाणेच संख्यांचा शोध घेण्याच्या मुलांच्या सर्जनशीलतेला आपण वाव दिला पाहिजे. आपल्या पूर्वग्रहाने संख्यांच्या आधीच तयार असलेल्या प्रणालीचे आक्रमण आपण त्यांच्यावर करता कामा नये. जगामध्ये मोजण्याची पद्धत, बेरजेची पद्धत आणि मितींची पद्धत अजून तयार व्हायचीच आहे, अशा विचाराने आपण प्रत्येक मुलाला शून्यातून शोध घेण्याची संधी दिली पाहिजे. छोटी मुले स्वतःचे शब्द तयार करतात, ती पायरी गाळून आपण त्यांना थेट प्रमाण भाषेकडे नेणार आहोत का? मुले स्वतःचे शब्द तयार करतात आणि वापरतात त्याचा आपण आनंद घेतो, कारण आपला आपल्या स्वतःच्या भाषेवर इतका विश्वास असतो की आपण भाषेची मोडतोड करायला, नवनिर्मिती करायला आणि वापरायला तयार असतो.

मित्रांच्या छोट्या मुलाने एकदा मोजायला सुरुवात केली, “२, २, २, २...” शेवटी एकदाचे तो मोजत आहे असे वाटायला लागले. असे नेहेमीच होणार नाही. पण असे काहीतरी होण्याची शक्यता आपल्याला माहित असेल तर आपण लगेच ते दुरुस्त करण्याची गडबड करणार नाही. मुलांच्या कोडी सोडवण्याच्या क्षमतेवर आपण विश्वास ठेवला तर तयार उत्तर सांगायचा मोह आपल्याला होणार नाही. हल्लीच आमची मुलगी ऋण घातांकाच्या संकल्पनेशी झगडत

होती. काही दिवसानंतर तिने कुकी मोनस्टरचे 'वन कुकी अँड वन कुकी मेक्स टू कुकीज' हे गाणे वाढवून २५६ पर्यंत नेले आणि २ चे घात समजावून घायला वापरले. तेच ऋण घातांकासाठी सुद्धा वापरता येते. "वन कुकी अँड टू पिपल मेक्स हाफ कुकी..." (प्रती व्यक्ती हे गृहीत..) अशा गोष्टी आपण एकमेकांना सांगतो तेव्हा लक्षात येते की प्रत्येक पालकाकडे अशी एक गोष्ट आहे. खरेतर कित्येक गोष्टी आहेत ! गणित सर्वत्र आहे, हे आपण ओळखले की अशा गोष्टी अगदी नेहेमीच्या होऊन जातात.

निसर्गातले आकार आणि आकृतिबंध, आपल्या मनातल्या कल्पना, आपले खेळ, आपण काढलेली डूडल्स, आपण ज्यावर थिरकतो ते ताल हे सगळे आपल्याला गणिताच्या शोधाकडे घेऊन जातात. लॉकहार्ट म्हणतात त्याप्रमाणे, गणित नैसर्गिक रूपात सर्वांच्या समोर आले, त्यातली आव्हानात्मक गंमत आणि आश्चर्यकारकता ह्यासकट, तर मुलांचा गणिताकडे पाहण्याचा दृष्टिकोन आणि 'गणितात चांगला असणारा' अशी आपली जी संकल्पना आहे त्या दोन्हीत फार मोठा बदल होईल असे मला वाटते.

गणिताची साधना एखाद्या कलाप्रकाराप्रमाणे करणे जमले तर ते एक चांगले काम आहे. 'वि हार्ट' स्वतःला गणिती संगीततज्ञ म्हणवते. खान अकॅडेमी आणि तिच्या यु ट्यूब चॅनेलवरून ती तिच्या

कलाकृती प्रसिद्ध करते. कॅर्तन पोस्कीटच्या 'मर्डरस मॅथ्स' ह्या मालिकेमध्ये पुष्कळ गणित वापरून, अनेक संकटे आणि दुःसाहासामध्ये अडकलेल्या ऐतिहासिक आणि काल्पनिक पात्रांची गोष्ट रंगवली आहे. ओघात सगळे गणित समजावूनसुद्धा सांगितले आहे. Numberphile सारख्या लोकप्रिय इंटरनेट साईटवर जगभरातील विद्यापीठे आणि संशोधन संस्थांमधील अतिथी गणितज्ञांच्या सहयोगाने अनेक गणिती कोडी आणि कूटप्रश्न प्रसिद्ध केले जातात. ह्या सगळ्या कलाकारांमध्ये एक सामायिक गोष्ट म्हणजे त्यांचे काम पाहताना किंवा वाचताना, आपल्याला स्वतः ते सोडवण्याचा प्रयत्न करावासा वाटल्यावाचून राहवत नाही.

अशा एखाद्या कलाकार गणितज्ञाला तुम्ही कधी भेटलाच नाही तर? पिकासोचे शब्द वापरायचे तर मी म्हणेन की प्रत्येक मूल हे कलाकार - गणितीच असते. आपण मोठे झाल्यावर कलाकार गणिती कसे राहायचे हाच खरा प्रश्न आहे.

लेखक : पी. अरविंदा

अरविंदा बरेचसे रविवार 'महाराष्ट्र नेचर पार्क'च्या शेतकरी बाजारात घालवते. आयुष्य, शिक्षण, जमीन आणि उपजीविकेकडे पाहण्याच्या सेंद्रिय दृष्टिकोनातून ती उत्साह मिळवते. आठवड्याचे उरलेले दिवस इतर होमस्कूलर्सना तिकडे यायला सांगते. होमस्कूलिंगच्या हजारो नावांमधले 'स्लो लर्निंग' हे तिचे सध्याचे प्रेम आहे.

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे -फडके

अरेच्या ! हे असं आहे तर !

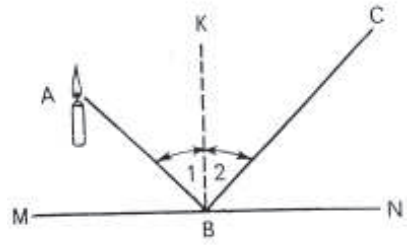
भाग - १०

शशी बेडेकर

काही दिवसांपूर्वी मी सहज म्हणून गणिताचं पुस्तक वाचत होतो त्यात, एका झाडावरच्या चिमणीला जमिनीवर दाणे दिसतात, ती एका सरळ रेषेत येते, दाणा उचलते आणि शेजारच्या फाटकावर जाऊन बसते; अशा स्वरूपाचे एक कोडे होते. (भास्कराचार्यांच्या लीलावती ह्या ग्रंथात अशाप्रकारची अनेक उदाहरणे आहेत.) या चिमणीला दाण्यापर्यंत सर्वात जवळचा रस्ता कसा मिळेल, हे काढताना शास्त्रज्ञांना पडलेला एक प्रश्न तुम्हाला विचारतो.

प्रश्न : आरशावर प्रकाश किरण पडल्यावर त्याचे परावर्तन होते, त्यावेळी परावर्तनानंतरचा मार्ग हाच सर्वात जवळचा आहे आणि त्यामुळे वेगवान आहे हे कसे सिद्ध करावू ?

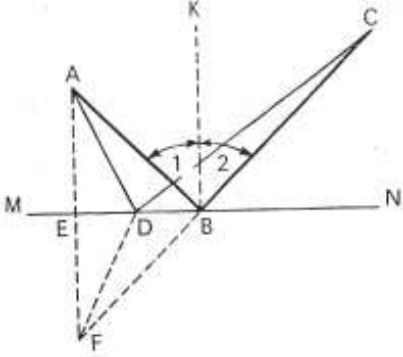
तुमच्या अभ्यासासाठी पुढे आकृती देत आहे.



आकृतीत MN हा आरसा आहे. AB हा मेणबत्तीकडून निघालेला एक आपाती किरण आहे. (आपण आपल्या सोईसाठी मेणबत्तीपासून निघणाऱ्या अनंत किरणांपैकी एकच किरण घेतला आहे.) BC हा परावर्तनानंतर जाणारा परावर्तित किरण आहे. KB हा MN आरशाला B मध्ये असणारा लंब आहे. $\angle 1$ हा एक आपाती कोन आणि $\angle 2$ हा परावर्तन कोन असून परावर्तनाच्या नियमानुसार $\angle 1 = \angle 2$ म्हणजे दोन्ही कोन सारख्या मापाचे, एकरूप आहेत. AB ह्या आपाती किरणाचा परावर्तनानंतरचा BC हाच

मार्ग सर्वात लहान आणि योग्य आहे हे आपल्याला सिद्ध करायचे आहे.

हे सिद्ध करण्यासाठी पुढील आकृती पहा. सिद्धतेसाठी आकृतीत काही रचना कराव्या लागतील त्या आकृतीत दाखवल्या आहेत.



रचना - A पासून MN आरशावर AE हा लंब टाकून तो पुढे F पर्यंत असा वाढवा की BC किरण मागे वाढवल्यावर AE ह्या लंबाला F मध्ये मिळेल.

MN आरशावर B शिवाय वेगळा D हा बिंदू घेऊन जोडा. AD, DC तसेच DF जोडा.

आपल्याला A - B - C हा सर्वात जवळचा, लहान मार्ग आहे हे दाखवायचे आहे.

सिद्धता : ΔAEB आणि ΔFEB हे दोन्ही काटकोन त्रिकोण असून त्रिकोणात बाजू $EB \cong$ बाजू EB सामाईक बाजू

$\angle BEA \cong \angle BEF$ त्रिकोणाच्या बाह्यकोनाचा गुणधर्म त्यामुळे ΔABE आणि ΔEBF एकरूप झाले म्हणून $AE \cong EF$ आणि $AB \cong BF$ याचप्रमाणे AED आणि ΔEDF हे एकरूप दाखवता येतील त्यामुळे $AD = DF$.

वरील माहितीवरून ABC हा मार्ग CBF इतक्याच अंतराचा असेल आणि ADC हा मार्ग CDF इतक्या अंतराचा येईल.

या दोन्ही मार्गांची तुलना केल्यास असं लक्षात येईल CBF की ही सरळ रेषा असून CDF ही D शी वाकलेली तुटलेली रेषा आहे.

CDF मध्ये $CD + DF > CBF$ किंवा $CBF < CD + DF$ गुणधर्म - कोणत्याही त्रिकोणात दोन बाजूंची बेरीज ही तिसऱ्या बाजूपेक्षा नेहमीच जास्त किंवा मोठी असते.

$$\text{म्हणजेच } CBF < CDF$$

$$\text{म्हणजेच } ABC < ADC$$

म्हणजेच B शिवाय MN आरशावर कुठेही D हा बिंदू घेतला तरी कुठल्याही इतर मार्गापेक्षा ABC हाच मार्ग सर्वात जवळचा आणि योग्य आहे हे सिद्ध करता येईल.

आणि दोस्तांनो, आरशावरून प्रकाशकिरण परावर्तित होऊन आपल्या डोळ्यात जातात (म्हणजेच आपल्याला त्या वस्तूची प्रतिमा दिसते) ते सर्वात जवळच्या

अशा मार्गाने जातात हे सर्वात प्रथम दुसऱ्या शतकात होऊन गेलेल्या प्रसिद्ध ग्रीक गणिततज्ज्ञ हेरॉन ह्यांनी सांगितले होते.

--०--

दोस्तांनो तुम्हा सगळ्यांनाच शोभादर्शक माहित असेल. गुणितप्रतिमा शिकताना त्याचा तुम्ही अभ्यासही केला असेल. समान लांबी, रुंदीचे तीन आरसे किंवा काचेचे तुकडे एका गोल नळकांड्यात नीट बसवून (त्यात बांगड्याचे लहान तुकडे टाकून) शोभादर्शक तयार केले जाते. एका बाजूने पाहिल्यास आत तीन आरशामुळे, बांगड्यांच्या रंगीत तुकड्यांच्या गुणितप्रतिमांची अत्यंत सुंदर अशी भौमितिक रचना तयार झालेली दिसते.

काहींच्या मते शोभादर्शकाचा शोध सतराव्या शतकात लागला. काही म्हणतात सतराव्या शतकात नुसती माहिती होती पण लंडनमध्ये त्यात सुधारणा, दुरुस्त्या केल्या गेल्या आणि १८१६ च्या सुमारास शोभादर्शक तयार झाले.

लवकरच शोभादर्शक सर्व जगात

प्रसिद्ध झाले. असं म्हणतात की, एका श्रीमंत फ्रेंच उमरावाने बांगड्यांच्या तुकड्यांऐवजी मोती आणि रंगीत खडे, हिरे वापरून स्वतःसाठी शोभादर्शक बनवून घेतला आणि त्यासाठी त्याने त्यावेळी २०,००० फ्रँक्स इतकी किंमत दिली. पुढे सगळ्या जगात शोभादर्शक हे मुलांसाठी एक खेळणं म्हणूनच जास्त लोकप्रिय झाले.

समजा एका शोभादर्शकात फक्त वीस रंगीत काचेचे तुकडे आहेत. बाकी त्याची रचना नेहमीसारखीच असून त्यात हालवल्यावर प्रत्येक मिनीटाला दहा नवीन रचना / आकार / नक्षी किंवा पॅटर्न मिळतो. आता माझा प्रश्न नीट ऐका, वाचा समजून घ्या. प्रश्न असा की मिळालेल्या पहिल्या दहा रचना किंवा पॅटर्न पुन्हा शोभादर्शकात दिसण्यासाठी शोभादर्शक आणखी किती वेळा फिरवावा लागेल? आणि यासाठी साधारणपणे किती वेळ लागेल?

तुम्हाला थोडीशी हिंट देतो. १००० पेक्षा खूप जास्त वेळा फिरवावा लागेल. आता





तुम्ही तुमच्याकडे असलेली सर्व कल्पनाशक्ती शक्य तितकी ताणा किंवा तुमच्याबरोबर तुमचे मित्रमैत्रीण असेल तर त्यांचीही कल्पनाशक्ती तुमच्या कल्पनाशक्तीत मिळवा आणि उत्तर द्या. उत्तर शोधण्यासाठी तुम्हाला बारा चान्सही आहेत.

“दहा वर्ष”

“पन्नास वर्ष”

“शंभर वर्ष”

साफ म्हणजे साफ म्हणजे साफ चुकलं आहे. पहिल्या दहा रचना/नक्षी पॅटर्न मिळवण्यासाठी ते शोभादर्शक अंदाजे किंवा साधारणपणे ५,००,००० मिलीयन वर्ष लागतील. (हे उत्तर संगणकाच्या साहयाने मिळालेले असून आता ‘आ’ वासलेलं तुमचं तोंड तुम्ही बंद करू शकता.)

तर खूप शतकं मुलांसाठी एक खेळणं म्हणून लोकप्रिय झालेले शोभादर्शक काही

हुशार, बुद्धीमान व्यक्तींसाठी महत्त्वाचं उपकरण झालं आहे. आजकाल शोभादर्शकात तयार होणाऱ्या रचनांचा उपयोग पॅटर्न डिझायनिंग ह्या व्यवसायात होऊ लागला आहे.

शोभादर्शकातील रचनांचा फोटो काढण्यासाठी एक वेगळ्या खास उपकरणाचा, साधनाचा शोध लावण्यात आला असून ते उपकरण कॅमेऱ्याला जोडून रचनांचा साधा किंवा रंगीत फोटो काढला जातो.

पूर्ण जगात कपड्यांच्या दर दिवशी येणाऱ्या नवनव्या फॅशन आणि रोजच्या रोज बदलत असलेल्या दागिन्यांसाठी डिझाईन्स, पॅटर्न लोकांना कुठून मिळत असतील असा प्रश्न तुम्हाला आता पडणार नाही.



या. इ. पेरलमन यांच्या ‘फिजिक्स कॅन बी फन’ या पुस्तकातून साभार.

अनुवाद : शशी बेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक.

आश्चर्यकारक महासागर

आपल्या पृथ्वीचा खूप मोठा हिस्सा सागरांनी व्यापलेला आहे, तरीही विलक्षण अशा सागरी पर्यावरणाबद्दल आपल्याला अजूनही खूप खूप शिकायचं आहे. चला सागरासंबंधीच्या आपल्या ज्ञानावरची धूळ जरा झटकू या !

१. आपल्याला माहित झालेल्या विश्वामध्ये पृथ्वीवरचे सागर / महासागर हे अतिशय वैशिष्ट्यपूर्ण आणि अद्वितीय आहेत.

ज्याच्या पृष्ठभागावर खूप मोठ्या प्रमाणात द्रवरूप पाणी आहे असा पृथ्वी हा आपल्याला ठाऊक असलेला एकमेव ग्रह आहे. तो अति थंडही नाही किंवा अति गरमही नाही. तसंच त्याच्यावर वातावरणाचा पुरेसा दाब आहे, त्यामुळे या पाण्याची वाफ होऊन विश्वाच्या पोकळीत विखरून जाऊ शकत नाही.

द्रवरूप पाण्याचे महासागर असलेले इतर ग्रह किंवा उपग्रह आपल्याला अजून जरी ठाऊक नसले तरी ते असणार.



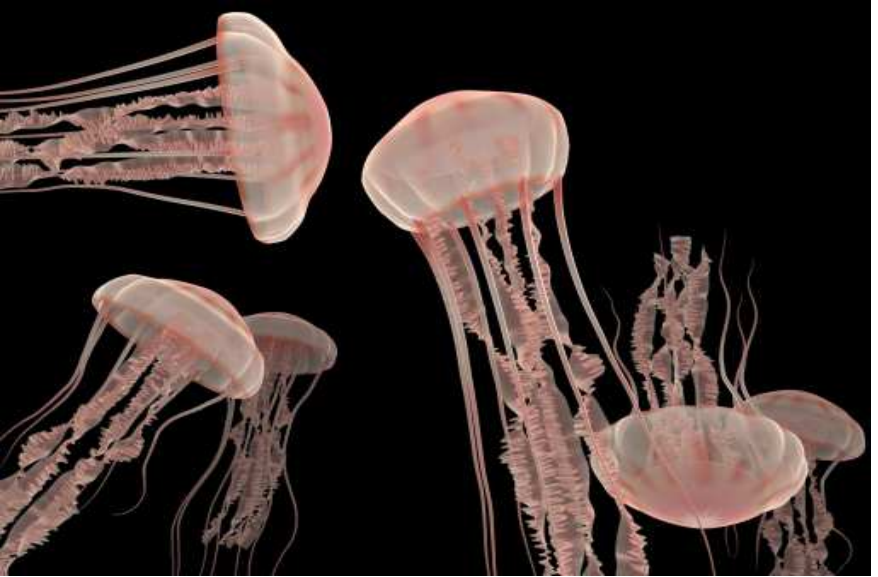
आपल्याला ते अजून सापडलेले नाहीत इतकंच. आपल्याच सूर्यमालेमध्ये आता असे पुरावे मिळायला लागले आहेत की मंगळ ग्रहावर पाण्याचे साठे पृष्ठभागावर नसले तरी जमिनीखाली आहेत. असाही शोध लागला आहे की गुरुच्या निदान ३ उपग्रहांवर (युरोपा, कॅलीस्टो आणि ग्यानिमिडवर) आणि शनीच्या २ उपग्रहांवर (टिटान आणि एन्केलादुसवर) बर्फाच्या जाड थरांच्या खाली पाणी द्रवस्वरूपात आहे.

२. सागरी जीवसृष्टीत ज्ञात असलेल्या प्रत्येक प्रजातीमागे किमान ३ प्रजाती आपल्याला अजून सापडायच्या आहेत.

अगदी चिमुकल्या सूक्ष्मजीवापासून पृथ्वीवरला सर्वात अजस्र प्राणी असलेल्या व्हेल म्हणजेच देवमाशापर्यंत एक भलीमोठी जीवसृष्टी सागरात जगते आहे.

या सागरी वातावरणात निरनिराळ्या किती जाती प्रजाती जगताहेत ते अजून नक्की कोणालाच ठाऊक नाही. सागरातल्या सुमारे २०% भागाचा आपल्याकडे काहीच तपशील नाही.

‘सागरी जीवसृष्टीची खानेसुमारी’ या १० वर्षांच्या आंतरराष्ट्रीय प्रकल्पामध्ये अंदाजे २,५०,००० प्रजाती सापडल्या; पण शास्त्रज्ञांना असं वाटतं आहे की तिथे निदान १० लाख प्रजाती असाव्यात आणि सागरात बहुसंख्य असलेल्या सूक्ष्मजीवांच्या प्रजाती यात धरलेल्याच नाहीत.



एक गोष्ट मात्र आपल्याला नक्की माहिती आहे की अतिशय टोकाच्या पर्यावरणातसुद्धा जीवसृष्टी सापडते आणि वृद्धिंगतही होते. शिसेही वितळते त्या तापमानाला जगणारे जीव सापडले आहेत; तसेच जिथे समुद्राचं पाणी पार गोठतं, जिथे प्रकाश किंवा प्राणवायूही पोहोचत नाही अशा जागांवर देखील जीवाणू सापडले आहेत.

वस्तुतः १००० ते ११००० मीटर खोलीवरच्या भागात आपल्या कल्पनेपेक्षाही जास्त वैविध्याने भरलेली जीवसृष्टी सापडली आहे. या ठिकाणी पाण्याचा दाब समुद्रसपाटीवर असलेल्या वातावरणाच्या दाबाच्या सुमारे १००० ते ११०० पट असतो आणि सूर्यप्रकाश अजिबात पोहोचत नाही. पश्चिम प्रशांत महासागरातील मारियाना ट्रेंचमध्ये जवळजवळ १०,९०० ते ११,५०० मीटर खोलीवर सुमारे १०० मि.मी. म्हणजेच ४ इंच अशा मोठ्या आकाराचे अमीबासारखे एकपेशीय प्राणी, १२ इंच लांबीच्या सागरी काकड्या, जेलीफिश आणि चपटे मासे अशा प्राण्यांपासून सूक्ष्मदर्शकातूनच दिसू शकतील अशा अतिसूक्ष्म जीवांपर्यंत, अशा विलक्षण वैविध्याने भरलेली जीवसृष्टी इथे ऑस्ट्रेलियाच्या शास्त्रज्ञांना २००६ साली सापडली. (पहा http://en.wikipedia.org/wiki/Mariana_Trench)

३. पृथ्वीच्या गोलाभोवती प्रवास करायला सागरातल्या पाण्याला सुमारे १००० वर्षे लागतात.

समुद्रात फक्त लाटा, भरती-ओहोटी आणि पृष्ठभागावर असलेले प्रवाह आहेत असे नाही, तर पाण्याचे तापमान आणि क्षारतेतील फरकामुळे खोल समुद्रात चालू असलेली एक अभिसरण यंत्रणा सतत कार्यरत असते.

Global ocean conveyor belt या नावाने ओळखला जाणारा तापमान आणि क्षारतेतील फरकामुळे उत्पन्न झालेला हा प्रवाह नॉर्वेजवळच्या ध्रुवीय सागरात उगम पावतो.

समुद्रात वरच्या थरांचं जेव्हा बर्फ होतं तेव्हा शिल्लक राहिलेलं पाणी अधिक क्षारयुक्त आणि जड होतं. ते खाली जातं आणि तुलनेनं गरम आणि हलकं असलेलं पाणी वरच्या थरात समुद्रासपाटीला त्याची जागा घेतं. त्यातून बर्फ वेगळा झाल्यावर मग तेही तसंच अधिक क्षारयुक्त आणि जड होतं अन खाली जातं.

हे थंड आणि जड पाणी पार उत्तर गोलार्धापासून दक्षिण समुद्रापर्यंत प्रवास करतं. तिथे अंटार्क्टिकापासून अशाच प्रकारे प्रवासाला निघालेलं पाणी त्याला मिळतं आणि या संगमाचं पाणी मग हिंदी आणि प्रशांत महासागरात शिरतं.

ते मग तिथल्या गरम पाण्याबरोबर मिसळून समुद्राच्या पृष्ठभागावर येतं आणि

परत अटलांटिक महासागरात जातं. असं हे चक्र पूर्ण व्हायला सुमारे एक हजार वर्षे लागतात.

४. आपण श्वसनासाठी घेतो त्यापैकी निम्मा प्राणवायू सागरात तयार होतो.

समुद्रात उत्पन्न होणारा प्राणवायूचा काही भाग समुद्री शैवाल (sea weeds) आणि सागरी गवत (sea grasses) निर्माण करतात. पण उरलेला सगळा प्राणवायू प्रकाशसंश्लेषण करू शकणारे फायटोप्लांकटन नावाचे एकपेशीय सूक्ष्म जीव तयार करतात. हे जीव समुद्राच्या, नद्यांच्या आणि सरोवरांच्या पृष्ठभागावरच्या थरात असतात. पाण्यातल्या अन्नसाखळीचा ते पाया आहेत.

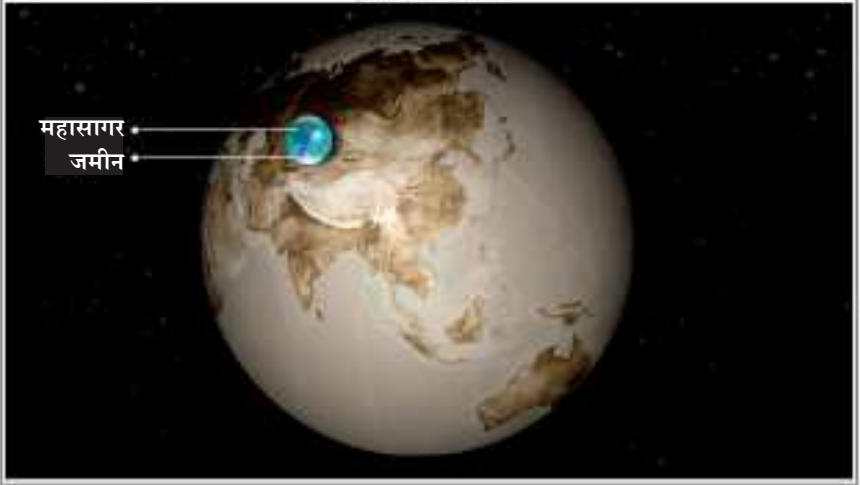
प्रकाशसंश्लेषणाच्या प्रक्रियेत हे

फायटोप्लांकटन समुद्राच्या पाण्यातून कार्बनडायऑक्साईड शोषून घेतात आणि प्राणवायू बाहेर सोडतात. कार्बन त्यांच्या शरीराचा भाग बनतो.

५. समुद्र जरी प्रचंड मोठे वाटले तरी पृथ्वीचा एकूण विस्तार विचारात घेता ते छोटेच आहेत.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा सुमारे ७१% भाग पाण्याने व्यापलेला आहे, पण सागरांची सरासरी खोली फक्त ४.२ किमी आहे. सर्वात खोल भाग प्रशांत महासागरातील 'मरियना ट्रेंच' या नावाने ओळखला जातो तो समुद्रसपाटीखाली ११ किमी आहे. महासागरांच्या सरासरी खोलीची पृथ्वीच्या प्रमाणाशी तुलना करायला एक उदाहरण घेऊ. जगातली सर्वात उंच इमारत म्हणजे

पृथ्वीवर जमीन किती आणि पाणी किती ?



दुबईमधील ८२९ मीटर उंचीची 'बुर्ज खलीफा' जर पृथ्वीच्या केंद्रापासून पृष्ठभागापर्यंत आहे असं मानलं तर सागरांची सरासरी खोली इमारतीच्या शेंड्यापासून फक्त १० सेंटीमीटर असेल आणि एव्हेस्टचे शिखर त्यावर केवळ २१ सें.मी. असेल.

पृथ्वीवरचं पाणी म्हणजे महासागरात असलेलं ९६.५% पाणी अधिक नद्या, सरोवरे, हिम, बर्फ आणि भूजल असं सगळं मिळून एका छोट्याशा १,३८५ कि.मी. व्यासाच्या चेंडूत मावेल. पृथ्वीचा व्यास १२,७०० कि.मी. हा त्याच्या ९ पट आहे.

६. रोग वेव्हज म्हणजे 'गुंड लाटा' खरंच अस्तित्वात आहेत.

शेकडो वर्षांपासून दर्यावर्दी लोकांच्या

कहाण्यांमध्ये राक्षसी लाटांचा उल्लेख वरचेवर येतो. हवामान उत्तम असतानाही अचानक अशा लाटा शांत समुद्रातदेखील अगदी अनपेक्षितपणे येतात आणि जहाजे बुडवून अदृश्य होतात. या 'गुंड लाटा' काही सागरात आढळणाऱ्या सगळ्यात उंच लाटा असतात असं नाही, पण असलेल्या हवामानात साधारण ज्या उंचीच्या लाटा खलाशांना अपेक्षित असतात त्याच्या कित्येक पटींनी उंच अशी एखादीच गुंड लाटा येऊन जाते आणि नासधूस करून जाते. कोणत्याही हवामानात ज्या उंचीच्या लाटा अपेक्षित असतात त्याच्या दुपटीपेक्षा जास्त उंच असलेल्या लाटांना गुंड लाटा असं म्हणतात.

फेब्रुवारी २००० मध्ये सामुद्रिक संशोधन करणाऱ्या एका आर. आर. एस.



डिस्कव्हरी या ब्रिटीश नौकेने २९.१ मीटर म्हणजे १० मजली इमारती इतक्या उंचीची लाट पाहिल्याची नोंद केली आहे. ती बहुधा सर्वाधिक उंचीची लाट असावी.

या लाटा का आणि कशा उत्पन्न होतात ते अजून काही समजलेलं नाही, पण सागरी प्रवाह जेव्हा लाटांच्या विरुद्ध दिशेने असतात तेव्हा अशा गुंड लाटा अधिक प्रमाणात आढळतात.

७. वातावरणात असलेल्या कार्बनच्या निदान ५० पट कार्बन सागरात असतो.

गरम पाण्याच्या तुलनेत थंड पाण्यात अधिक CO_2 विरघळतो, त्यामुळे थंड असलेले ध्रुवीय प्रदेश सर्वाधिक CO_2 शोषून घेतात. पण हे थंड पाणी जेव्हा विषुववृत्तानजीकच्या भागात येते तेव्हा त्यातला वायू वातावरणात परत जातो.

औद्योगिक क्रांतीपूर्वी CO_2 शोषून घेणं आणि वातावरणात परत सोडणं या क्रियांचा गतिशील समतोल होता. त्यानंतर खनिज तेलाच्या ज्वलनामुळे उत्पन्न होणाऱ्या CO_2 पैकी अर्धा सागरांनी शोषून घेतला असावा आणि उरलेला अर्धा वातावरणात राहिला असावा असं मानलं जातं.



१ समुद्र कार्बनडायऑक्साईड शोषून घेतो आणि पुन्हा वातावरणात सोडतो.

२ प्रकाशसंश्लेषणात कार्बनडायऑक्साईड शोषला जातो तर उच्छ्वासावाटे बाहेर सोडला जातो.

३ इंधन ज्वलन आणि जंगलतोड कार्बनडायऑक्साईडचे प्रमाण वाढवतात.



८. सागरी कचऱ्याचा प्रचंड चट्टा म्हणजे एक प्रकारचं 'प्लास्टिक सूप' आहे.

उत्तर प्रशांत महासागरात प्रचंड असा कचऱ्याचा 'चट्टा' (patch) अस्तित्वात असल्याचा निष्कर्ष १९९७ मध्ये काढला गेला. चक्राकार फिरणाऱ्या अशा सागरी प्रवाहाच्या मध्यावर तो आहे. त्यानंतर हे अती प्रचंड प्रमाणातले प्लास्टिकचे 'सूप' प्रत्येक महासागरातच आढळले आहे, दक्षिण प्रशांत महासागर, उत्तर आणि दक्षिण अटलांटिक तसंच हिंदी महासागरातही !

समुद्रातसुद्धा या प्लास्टिक कचऱ्याचे जैविक विघटन व्हायला फार फार वर्षे लागतात. लाटांची क्रिया आणि सूर्यप्रकाशाचा प्रभाव यांमुळे प्लास्टिकच्या वस्तूंचे छोटे

छोटे तुकडे होतात. ते शेवटी वाळूच्या कणापेक्षाही लहान होईपर्यंत असे तुकडे पडत जातात. त्यामुळे तरंगणाऱ्या प्लास्टिक वस्तूंचं बेट असं आपल्याला आढळत नाही तर स्तंभाच्या आकाराचं प्लास्टिक 'सूप' आढळून येतं.

हे सूक्ष्म कण स्पंजप्रमाणे वागतात. संगणकातले PCBs, DDT इत्यादी प्रदूषक एकत्र होतात, मग ते छोट्या प्राण्यांचं भक्ष्य होतात, मोठे मासे मग त्या प्राण्यांना मटकावतात आणि या अन्नसाखळीतून ते शेवटी मानवाच्या अन्नात प्रवेश करतात.

काही वैशिष्ट्यपूर्ण सूक्ष्मजीवांच्या त्यात वस्त्या होतात. या सर्वांचा सागरी पर्यावरणावर काय परिणाम होतो ते सांगणं अजून कठीण आहे.

तसं पाहिलं तर प्लास्टिकचा सर्वदूर उपयोग १९४५ नंतरच सुरू झाला. तरीही अवघ्या ६०-७० वर्षांतच सागरांच्या पृष्ठभागापासून तळापर्यंत सगळीकडे सागरी पर्यावरणात ते सापडायला लागलं आहे.

९. अटलांटिक महासागर मोठा होतो आहे आणि प्रशांत महासागर लहान होत चालला आहे.

फक्त २ कोटी वर्षांपूर्वी अटलांटिक महासागर अस्तित्वातच नव्हता. पृथ्वीच्या वरच्या थरात ज्या भू-सांरचनिक हालचाली होतात, त्यांच्या प्रभावामुळे उत्तर आणि दक्षिण अमेरिका खंड युरोप आणि

आफ्रिकेपासून एका दरीमुळे वेगळे झाले आणि तो भूप्रदेश दूर जाताजाता शेवटी तिथे अटलांटिक महासागर अस्तित्वात आला. अमेरिका आणि युरोप आफ्रिकेचे आकार एकमेकाशी चपखलपणे जुळतात ही गोष्ट खूप पूर्वीपासून निदर्शनास आली होती, पण १९६० मध्ये (प्लेट टेक्टॉनिक्स) भू-सांरचनिक हालचाली ही संकल्पना सर्वमान्य होईपर्यंत हे स्पष्टीकरण मान्य झालं नव्हतं.

सध्या समुद्रमध्यावर असलेल्या (रिज) कण्यापाशी सतत होणाऱ्या ज्वालामुखींच्या प्रक्रियेमुळे समुद्राताळापाशी नवीन जमीन तयार होत आहे आणि त्यामुळे अटलांटिक महासागराची रुंदी दर वर्षी ५ सेमीने वाढत

वार्षिक वर्गणी
रु. ४००/-
त्रैवार्षिक वर्गणी
रु. १०००/-

शिक्षणाचा ध्यास घेऊन गेली ३० वर्षे

स्नातकशुद्ध शिक्षणाचा प्रसार
करणाऱ्या ग्राममंगल

या संस्थेचे वैशिष्ट्यपूर्ण मासिक

शिक्षणवेध

संपादक : प्रा. रमेश पानसे

शिक्षणवेध दिवाळी २०१४

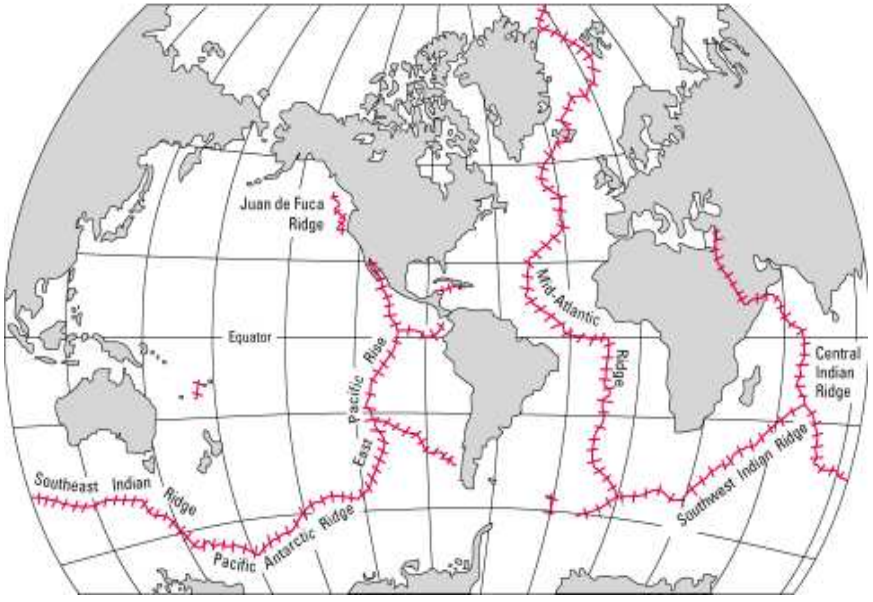
अतिथी संपादक : डॉ. चंद्रहास वेशपांडे, प्रा. विजय तापस
संपादन साहाय्य : प्रा. वर्षा माळवडे

मूल्य : रु. ८० मात्र

उच्च शिक्षण : सद्यस्थिती व भवितव्य

उच्च शिक्षणाच्या संघी, गुणवत्ता आणि मूल्य यादृष्टीने विचार मांडणार आहेत - डॉ. रवी ब्राह्म, डॉ. आनंद नाडकर्णी,
डॉ. नीरज हातेकर, डॉ. सुहास पेडणेकर, डॉ. किरण माणगांवकर, संजीव लाटकर व इतर मान्यवर.

ग्राममंगलला देणगी देऊन सामाजिक परिवर्तनात सामील होऊ या!
आपण दिलेल्या सर्व देणग्यांमधून ८० जी कलमान्वये सूट मिळेल.



आहे. दुसऱ्या बाजूला असलेल्या प्रशांत महासागराची रुंदी वर्षाला २ ते ३ सेमी ने कमी होत आहे. परत याला कारणही 'प्लेट टेक्टॉनिक्स' हेच आहे. कारण प्रशांत महासागराची प्लेट शेजारच्या ३ प्लेट्सच्या खाली घुसते आहे. पृथ्वीवर होणाऱ्या ९०% भूकम्पांचं हेच कारण आहे.

१०. जमिनीपासून महासागरातील लांबची जागा म्हणजे पॉईंट नेमो

जमिनीपासून सर्वात दूर असलेली महासागरातील जागा दक्षिण प्रशांत महासागरात आहे. तिला 'पॉईंट नेमो' किंवा दुर्लभ स्तंभ असे म्हणतात

ती नेमकी अशी एक जागा नाही. अर्थातच तिथे जमीन नाही. पण तिच्यापासून सर्वात जवळ असलेली जमीन २६८८ कि.मी. अंतरावर आहे. ड्यूसी पिटकरिअन द्वीप समूहातील बेट उत्तरेकडे, मोटू नुई हे ईशान्येकडे आणि अंटार्क्टिकामधील महेर बेट दक्षिणेकडे. ज्युल्स व्हर्नच्या कप्तानाचे नेमो हे नाव त्याला देण्यात आले आहे. गुगल वर हा नेमो तुम्हाला सापडतोय का बघा.

इंटरनेटवरून साभार



अनुवाद : अमलेन्दू सोमण

With Best Compliments from



KALPAK INSTRUMENT & CONTROLS

Technical Solution Provider



Industrial Estate, Hingane Khurd, Vitthalwadi,
Pune - 411 051 India
Tel. : +91 20 2434 6363, 2434 6802
Fax : + 91 20 2434 6363
Email : kalpakpune@vsnl.com
Website : www.kalpalpune.com

मधुमक्षिका पालन

लेखक : माया कुबेर

सध्याच्या आधुनिक यंत्र तंत्राच्या काळात रासायनिक खते, रासायनिक औषधे यांच्या वापराने काही काळ उत्पादनाची भरघोस वाढ होते. मात्र अल्पकालीनच ठरते. कारण या सर्वांच्या वापरातून आपली अन्नदा जमीनच हळूहळू निर्जीव होऊन जाते. सजीव वनस्पतींच्या उत्पादनासाठी जमीन ही सजीव असणे आवश्यक आहे. जमिनीतील सूक्ष्मजीव, जीवाणू (micro), गांडुळांसारखे सजीव, इतरही धरित्रीनिवासी जीव यांच्या जमिनीतील वास्तव्याला अभय मिळाले

पाहिजे. रासायनिक औषधे किंवा खते इत्यादीपेक्षा, निसर्गाशी मैत्री राखून जमिनीचा कस वाढविणारी जैविक खते, औषधे यांचा वापर वाढला पाहिजे.

मधुमक्षिका पालनातून निसर्गाला धक्का न लावता, त्याचा तोल राखून, भरघोस फायदा मिळतो. परंतु रोग किडींचा प्रतिबंध करताना जी रासायनिक औषध फवारणी केली जाते, त्यामुळे मधमाशा, भुंगे, फुलपाखरे इत्यादी उपयुक्त कीटकही मारले जातात. याचाच परिणाम परागणावर होऊन उत्पादन



घटायला लागते. हे म्हणजे आपणच आपल्या पायावर धोंडा मारून घेण्यासारखे आहे.

मधुमक्षिका पालन (Bee keeping)

हा व्यवसाय शेती उत्पादन वाढविणारा तसेच शेतीला पूरक व्यवसाय म्हणूनही उत्तम आहे.

मधमाशा परागीभवन (म्हणजे एका फुलातील परागकण त्याच जातीच्या दुसऱ्या फुलाच्या कुक्षीवर पाडणे) घडवून आणतात. यात त्यांची नैसर्गिक प्रवृत्तीही फार मोठी फायद्याची ठरते. मधमाशा एकाच प्रकारच्या फुलांवर बराच वेळ जात राहतात. एकदा एक प्रकारचे नंतर दुसऱ्या प्रकारचे मग तिसऱ्या असे करत नाहीत, त्यामुळे एकाच जातीचे परागकण त्याच जातीच्या दुसऱ्या फुलाच्या कुक्षीवर पडून परागण निश्चित घडून येते, त्यामुळे शेती उत्पादन वाढतेच, शिवाय त्याच्यापासून मध, मेण, रॉयल जेली, मधमाशीच्या डंखात असलेले विष अशी इतरही अनेक उपयुक्त आणि अर्थोत्पादक उत्पादने मिळतात.

खाद्यासाठी मधमाशी ही वनस्पतींच्या फुलोऱ्यावर अवलंबून असते. त्या बदल्यात ती वनस्पतींमध्ये परागण घडवून आणते. बहुमोल मध निर्माण करते. मधमाशा आणि वनस्पतींचे परस्पर पूरक कार्य सतत चालूच असते. मधमाशांच्या नैसर्गिक रहाणीचा विचार करून, त्यासाठी मोहोळाच्या नैसर्गिक रचनेनुसार तयार केलेल्या आधुनिक पेट्यांचा उपयोग माणसाला करता येतो. मधमाशांना

अन्न पुरवठा करण्यासाठी भरपूर प्रमाणात फुलोरा असणाऱ्या वनस्पती मोहोळाच्या आसपास असणे आवश्यक आहे.

ज्या ठिकाणी नैसर्गिक तऱ्हेने वाढलेली पोळी आढळतात त्याच्या जवळपासचे क्षेत्र जंगल वाढीसाठी उपयुक्त असते.

महात्मा गांधींना मधुमक्षिका पालना बदल विशेष आस्था होती. त्यांच्या मते यातून राष्ट्राची संपत्ती तर वाढेलच पण आरोग्यदायी मधाचाही पुरवठा होत राहील आणि त्याचा नित्य आहारात समावेश होईल. गांधी विचारातूनच खादी ग्रामोद्योग आयोगाची स्थापना झाली. या आयोगामार्फत श्री. एस. के. कल्लापूर आणि त्यानंतर श्री. सी. गं. शेंडे यांच्या नियोजनपूर्वक प्रयत्नांतून मधमाशापालन व्यवसाय अखिल भारतीय स्तरावर संघटित झाला आहे.

परदेशात हा व्यवसाय खूपच विकसित झाला आहे. शेतीच्या हंगामात तिकडे मधमाशांच्या पेट्या ठरावीक काळासाठी भाड्याने मिळतात. त्याच प्रमाणे काही लोक राणी माशीचे जनन (Breeding) कामकरी, नर माशांचे जनन करून विकतात. आपल्याकडेही शिक्षण घेऊन युवक या क्षेत्रात उतरू शकतील.

लेखक : माया कुबेर, निवृत्त व्याख्याती,
एस.एन.डी.टी. गृह विज्ञान महाविद्यालय,
mayakuber@yahoo.com

प्लॅस्टिक खाणारी बुरशी

लेखक : विनय र. र.

सोमवार, २७ श्रावण शके १९३६ (१८ ऑगस्ट २०१४) या दिवशी बुरशीच्या मदतीने प्लॅस्टिकचे विघटन या विषयावर सचिन साखळकर यांचे एक व्याख्यान टिळक स्मारक मंदिर, पुणे येथे झाले. सचिन साखळकर दापोली अर्बन बँक सायन्स कॉलेज, दापोली, जिल्हा रत्नागिरी येथे वनस्पतिशास्त्र विषय शिकवतात. समुद्री शैवाल, फायकोजेनेसिस या विषयांवर त्यांचे प्रभुत्व आहे. महाविद्यालयाच्या राष्ट्रीय सेवा योजनेच्या माध्यमातून केलेल्या कामाबद्दल त्यांचा मुंबई विद्यापीठाने गौरव केला आहे. दापोली येथील समुद्रकिनारा प्लॅस्टिकमुक्त राहावा यासाठी सचिन साखळकर आपल्या विद्यार्थ्यांना प्रोत्साहन देतातच, त्याचबरोबर किनाऱ्यावरचे रहिवासी आणि व्यावसायिक यांनाही सहभागाच्या प्रेरणा देतात. सचिन साखळकर यांच्या व्याख्यानाचा सारांश.

सध्या प्लॅस्टिकचे युग आहे. सगळीकडे प्लॅस्टिकची चलती आहे. आपण वापरतो त्यापैकी जवळ जवळ नव्वद टक्के वस्तू प्लॅस्टिकच्या बनलेल्या असतात. प्लॅस्टिकमुळे आपली बाजारहाट करण्याची, खरेदी करण्याची संस्कृती बदलली आहे. बाजारात जाताना पूर्वी सामान आणण्यासाठी कापडी, तागाच्या किंवा ताडपत्रीच्या पिशव्या घेऊन जाण्याची पद्धत होती. आता दुकानदाराकडून प्लॅस्टिकची पिशवी मिळणं

आपल्याला हक्काचं वाटायला लागलं आहे. शिवाय ती पिशवी एकदाच वापरायची आहे अशी समजूत करून घेऊन आपण ती कॅरी बॅग कचऱ्यात फेकून देतो. त्याबरोबरच आपण ज्या विविध वस्तू विकत घेतो त्या प्लॅस्टिकच्या आवरणात आलेल्या असतात ती आवरणेही आपण फाडून काढून फेकून देतो. आपल्या प्लॅस्टिकपासून बनलेल्या वस्तू खराब किंवा निरूपयोगी झाल्या की त्याही कचऱ्यात फेकून देतो. उकिरड्यावर किंवा

उघड्यावर पडलेल्या प्लॅस्टिकच्या या कचऱ्यात चरणाऱ्या प्राण्यांच्या पोटात हा प्लॅस्टिकचा कचरा जातो. तो त्यांच्या पोटात साठत जातो. प्लॅस्टिक पचू शकत नाही. ते प्राण्यांच्या पोटात तसेच राहाते. त्यामुळे प्राणी आजारी पडतात. कधीकधी प्राण्यांच्या जीवावरही बेतते. अशा प्रकारे प्लॅस्टिक पोटात अडकून पडल्यामुळे मरणाऱ्या प्राण्यांची टक्केवारी चार टक्के इतकी आहे.

प्लॅस्टिक म्हणजे 'इच्छित आकार देता येण्याजोगा' पदार्थ. आपल्या वापरात विविध प्रकारची प्लॅस्टिके येतात. प्लॅस्टिक रासायनिक दृष्ट्या पॉलिमर किंवा बहुवारिके असतात. पॉलिथिन किंवा पॉलिइथिलिन, पॉलिस्टायरिन, पॉलिइस्टर, पॉलिप्रॉपिलिन इत्यादी प्रकार आहेत. इथिलिन या रसायनाच्या अनेक रेणूंची साखळजोड होऊन पॉलिइथिलिन तयार होते तर स्टायरिन या रसायनाच्या अनेक रेणूंची साखळजोड होऊन पॉलिस्टायरिन तयार होते.

ही जोडणी कधी सरळ सरळ लांबत

जाते तर कधी तिला छोटे फाटेही फुटतात. रेणूंच्या पातळीवर होणाऱ्या या जोडण्यांमुळे प्लॅस्टिकचे धागे निघू शकतात. या धाग्यांना पीळ देऊन त्याचे बारिक आणि लवचीक सूत काढता येते. अतिशय तलम, हलके आणि टिकावू कापड विणता येते. प्लॅस्टिकचा पातळ थर बनू शकतो त्यामुळे त्याचे पातळ आणि चिवट असे थर बनवून त्यापासून अनेक वस्तू, पिशव्या, आवरणे बनवता येतात. तसेच प्लॅस्टिकचे जाड ठोकळेही करता येतात. ते वितळवून साच्यात घालून हवा तो आकार देत अक्षरशः हजारो प्रकारची उत्पादने घडवता येतात.

प्लॅस्टिकची इतर पदार्थांशी रासायनिक क्रिया फारशी होत नाही तसेच प्लॅस्टिक हे कोण्या जीवाचे खाद्यही नाही. त्यामुळे ते नासत नाही की कुजत नाही. शिवाय प्लॅस्टिक बनवायला खर्चही कमी येतो. असे स्वस्त, हलके, ताकदवर, उदासीन आणि टिकावू प्लॅस्टिक अनेक प्रकारच्या जीवोपयोगी उत्पादनांमध्ये वापरले जाते यात काही नवल नाही.



टिकाऊपणा हा प्लॅस्टिकचा गुण आहे. त्यामुळे प्लॅस्टिक हजार वर्षेसुद्धा जसेच्या तसे आहे तिथे राहू शकते. ते नष्ट होत नाही. त्यातून पाणी आरपार जाऊ शकत नाही. त्यामुळे जमिनीवर पडलेल्या प्लॅस्टिकच्या तुकड्याच्या खाली पाणी जाऊ शकत नाही तिथली जीवसृष्टी पाण्याअभावी वाळायला लागते. त्या जीवांना आवश्यक प्राणवायूही प्लॅस्टिकच्या आरपार जाऊ शकत नाही, त्यामुळे प्लॅस्टिकने झाकलेली जमीन निर्जीव होते. प्लॅस्टिक पाण्यात विरघळत नाही आणि ते हलके असते त्यामुळे त्याचा थर जलसाठ्यावर साचून जलसृष्टीलाही त्याचा अडथळा होतो. जलचरांचे जीवनावरही प्लॅस्टिकमुळे अडथळे निर्माण होतात. सांडपाण्यात पडलेल्या प्लॅस्टिकमुळे त्यात काही घाण अडकून पडते, वाढते, त्यात सूक्ष्म जीवजंतू वाढतात, डाय, किडे वाढतात. त्यातून दुर्गंधी पसरते, रोग पसरतात, अनारोग्याच्या समस्या निर्माण होतात. गटारीमध्ये अडकलेले प्लॅस्टिक काढणे ही एक मोठी समस्या होऊन बसली आहे.



मुंबईमध्ये २६ जुलैला आलेल्या प्रलयात भुयारी गटारात अडकलेल्या प्लॅस्टिकच्या कचऱ्याचा वाटा मोठा होता. त्यामुळे पाणी तुंबून राहिले, पाण्याचा निचरा होण्याचे मार्ग खुंटले होते. प्लॅस्टिक ज्वलनशील आहे. ते जळताना त्यातून विषारी रसायने बाहेर पडतात; घातक असणारे नत्र, गंधक यांचे ऑक्साईड बाहेर पडतातच, पण त्यांच्या बरोबरच त्यांच्याही पेक्षा घातक असणारे डायॉक्झिन, थॅलेट असे विषारी वायू तयार होतात.

प्लॅस्टिकच्या निर्मितीमध्ये तसेच त्याच्यापासून वस्तू बनवण्याच्या उद्योगात काम करणाऱ्या कामगारांचा संपर्क सतत प्लॅस्टिकच्या वाफांशी तसेच द्रावणाशी आल्यामुळे त्यांना फुफ्फुसे, हृदय, मेंदू, पचनसंस्था यांच्या अनेक विकारांना, कर्करोगांना सामोरे जावे लागते.

प्लॅस्टिकचे गुण आणि दोष दोन्ही विचारात घेता त्याच्या वापराचा फायदा होईल पण त्याच्या दोषांचा त्रास कमी कसा करता येईल याबाबत काही उपाय सुचवले जातात.

१. प्लॅस्टिकचा वापर कमी करणे,

२. कागद, कापड, काच, वाख या नैसर्गिक पदार्थांच्या वापराला प्राधान्य देणे.

३. प्लॅस्टिकचे विघटन करण्याचे मार्ग शोधणे.

कोणत्याही सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होऊ शकते. विविध प्रकारचे सूक्ष्मजीव त्यासाठी निसर्गात कार्यरत असतात. त्यांचा वापर करून आणि प्लॅस्टिकच्या रासायनिक संरचनेत काही बदल करून जैवविघटन होऊ शकणारे प्लॅस्टिक बनवण्याचे प्रयत्न काही प्रमाणात यशस्वी होत आहेत. आजकाल ओला कचरा साठवण्यासाठी हिरव्या रंगाच्या जैवविघटनशील प्लॅस्टिकच्या थैल्या वापरल्या जातात. त्यांचे विघटन होण्यासाठी सूक्ष्मजीव म्हणजे बॅक्टेरिया वापरले जातात. बॅक्टेरियांचा वापर करणे हे एक जोखमीचे काम आहे त्यामुळे त्यांचा वापर काळजीपूर्वक आणि तज्ज्ञांच्या उपस्थितीत करणे आवश्यक

असते. त्या मानाने बुरशीचा वापर करणे कमी जोखमीचे आहे. प्लॅस्टिकवरील बुरशीची प्रक्रिया आम्ल माध्यमात होते तर बॅक्टेरियाची प्रक्रिया आम्लारी माध्यमात होते.

दापोलीच्या समुद्र किनाऱ्यांची स्वच्छता करताना सचिन साखळकर यांना हा विचार सुचला.

मग त्यांनी - किनाऱ्यावर वाळूत झाकले गेलेले प्लॅस्टिकचे जुने पाने तुकडे तपासायला सुरुवात केली. बारकाईने पाहिल्यावर त्यांना आढळले की - प्लॅस्टिकच्या पिशव्यांवर छापलेला मजकूर झिजलेला दिसतो, तसेच प्लॅस्टिकच्या पृष्ठभागावरही काही परिणाम झालेला आढळतो. मग त्यांनी वेगवेगळ्या प्लॅस्टिकचे तुकडे खड्डे करून साधारणपणे अर्ध्या फूट वाळूच्या थराखाली ठेवले. तो भाग ओला नाही तर दमट राहिल, याची काळजी घेतली.



सहा महिने झाल्यावर खड्ड्यातले प्लॉस्टिकचे तुकडे बाहेर काढून त्यावर कोणकोणत्या प्रकारच्या बुरश्या उगवल्या आहेत याची पाहणी केली. त्यात त्यांना एकंदर ७० प्रकारच्या बुरशा उगवलेल्या आढळल्या. त्यांपैकी १० बुरश्या प्रभावीपणे वाढलेल्या आढळल्या. त्यातल्या विवक्षित तीन बुरश्या निवडून त्याच्यावर प्रयोग करायला सुरुवात केली. बुरशीच्या योग्य वाढीसाठी पोटॅशियम फॉस्फेट, पोटॅशियम मेटा फॉस्फेट, सोडीयम क्लोराईड, कॅल्शियम क्लोराईड, अमोनियम सल्फेट, मॅग्नेशियम सल्फेट, कॉपर सल्फेट, झिंक सल्फेट, मॅग्नेशियम सल्फेट, फेरस सल्फेट आणि कर्बाचा स्रोत यांचे एकसंघ मिश्रण वापरून बुरशी वाढवायचा प्रयत्न केला. पावावर येणारी बुरशी तसेच सुक्या खोबऱ्यावर दिसणारी पिवळसर बुरशी या दोन्ही बुरशा प्लॉस्टिकचे विघटन करायला योग्य आहेत असे त्यांना आढळले. प्रत्येक जीवाला जगण्यासाठी या ना त्या स्वरूपात कर्ब लागतोच. या बुरशा प्लॉस्टिकमधील कर्ब काढून घेऊ शकतात. साधारणपणे जीव कर्बासाठी पिष्टमय पदार्थांचा वापर करतात. पिष्टमय पदार्थांतील कर्ब कार्बोहायड्रेट स्वरूपात असतो. कार्बोहायड्रेट मधून कर्ब काढून घेणे उत्क्रांतीच्या वाटचालीत जीवांना शक्य झाले आहे. प्लॉस्टिकमधील कर्ब पिष्टमय स्वरूपात नसतो तर हायड्रोकार्बन स्वरूपात असतो. हायड्रोकार्बनमधून कर्ब

काढून घेऊ शकणारे जीव प्लॉस्टिकचे विघटन करू शकतील. प्लॉस्टिकमध्ये असणाऱ्या रेणूंच्या साखळजोडांमध्ये असलेल्या हायड्रोकार्बनमधील एक कर्ब काढणे म्हणजे पाठीच्या कण्यातून एक मणका काढण्यासारखे आहे. तो निघाला की साखळी खिळखिळी होऊ शकते. शेजारचे उघडे पडलेले कर्बाचे अणू मग सहजतेने काढले जाऊ शकतात आणि हळूहळू विघटनाची प्रक्रिया वेगाने घडू शकते. पाचोळ्याची माती होणे यासारखी ही प्रक्रियाही घडू शकते.

विघटनाची प्रक्रिया सुरू झाली आहे का नाही तसेच ती कोणत्या पातळीपर्यंत झाली आहे हे तपासता येते.

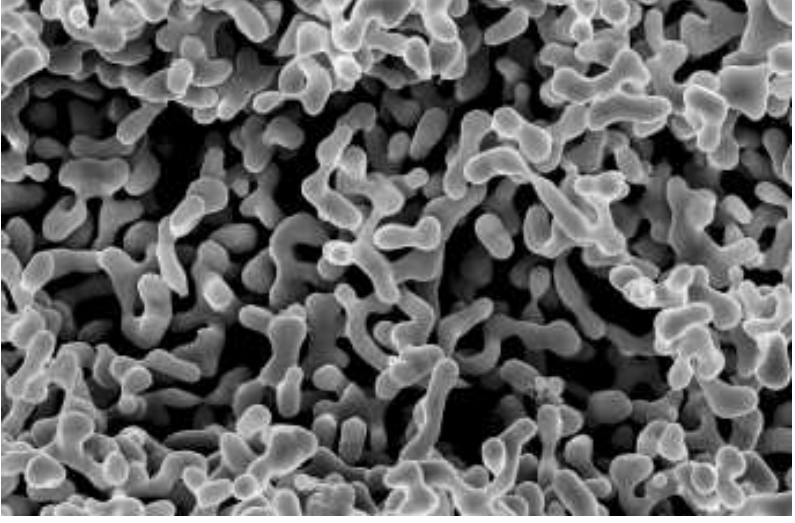
१. वजनात घट होणे : विघटनाची प्रक्रिया सुरू झाल्यावर प्लॉस्टिकमधील कर्ब बुरशीकडून वापरला गेल्याने प्लॉस्टिकच्या वजनात घट होईल. घट होण्याचे प्रमाण मोजल्यास विघटनाचा दर मोजता येईल.
२. कर्बवायूचे प्रमाण मोजणे : विघटनाच्या प्रक्रियेत कर्बाचे ज्वलन होऊन कर्ब वायू, कार्बनडायऑक्साईड वायू आणि ऊर्जा तयार होतात. बुरशी ऊर्जा स्वतःसाठी वापरून कर्ब वायू वातावरणात सोडून देते. बाहेर पडणाऱ्या कर्ब वायूचे प्रमाण मोजून विघटनाचे मापन करता येईल.
३. अवरक्त वर्णपटाचा अभ्यास : अवरक्त

(इन्फ्रारेड) प्रकाशात असणाऱ्या लहरी पदार्थावर टाकल्यावर बाहेर पडणाऱ्या प्रकाश लहरींच्या वर्णपटाचा अभ्यास करून, वस्तूच्या रचनेचा अभ्यास करून कोणते फरक पडलेले आहेत हे तपासता येते. पदार्थात असणाऱ्या रेणूंच्या बंधनांना विशिष्ट लहरीच उद्दीपित करतात. उद्दीपनामुळे त्या विशिष्ट लहरींच्या प्रमाणात फरक पडतो तो वर्णपटलात दिसून येतो, त्यावरून प्लॅस्टिकचे विघटन होताना कोणत्या पायरीवर कोणते पदार्थ निर्माण होतात हे नक्की करता येईल आणि विघटनाच्या पातळीची चाचपणी करणे शक्य होईल. अवरक्त वर्णपट साधारणपणे १०० ते

१३०० नॅनोमीटर या दरम्यान आलेला दिसतो. प्लॅस्टिक पदार्थाची रचना बदलते त्याप्रमाणे कमीअधिक नॅनोमीटरच्या लहरींवर परिणाम दिसून येतो.

४. पदार्थावर उष्णतेने होणाऱ्या बदलाचे विश्लेषण थर्मोग्रॅव्हिमीट्री : मोजक्या प्रमाणात पदार्थ घेऊन तो तापवल्यावर त्याच्या वस्तुमानात होणारा बदल या परीक्षणात मोजतात. त्यावरून पदार्थाच्या रासायनिक स्वरूपाचे अनुमान काढता येते. प्लॅस्टिकच्या विघटन प्रक्रियेतही ही विश्लेषण पद्धत उपयोगी पडू शकते.
५. पदार्थाला टप्प्याटप्प्याने उष्णता दिल्याने होणाऱ्या बदलाचे विश्लेषण





डिफरन्शियल थर्मल अॅनॅलिसिस : मोजक्या प्रमाणात पदार्थ घेऊन तो टप्प्याटप्प्याने तापवल्यावर त्याच्या वस्तुमानात दर टप्प्याला होणारा बदल या परीक्षणात मोजतात, त्यावरून पदार्थाच्या रासायनिक स्वरूपाचे अनुमान काढता येते. प्लॅस्टिकच्या विघटन प्रक्रियेतही ही विश्लेषण पद्धत उपयोगी पडू शकते.

६. इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी प्रतिमा या पद्धतीत इलेक्ट्रॉनचा झोत सोन्याच्या कणांचा पातळसर मुलामा दिलेल्या पदार्थावर सोडतात. पदार्थावरून या कणांचे परावर्तन होते. त्याची प्रतिमा घेतली जाते. प्रतिमेत पदार्थाची बरीच सूक्ष्म अंगे दिसून येतात. प्लॅस्टिकपैकी पॉलिविनाइल क्लोरोराईडच्या कणांचा

आकार सुमारे १००० नॅनोमीटर इतका असतो तो बुरशीच्या प्रक्रियेमुळे ५० नॅनोमीटर इतका लहान झालेला आढळला.

अशा प्रकारे आपल्या संशोधनातून एक नवी दिशा प्रा. सचिन साखळकर यांनी दाखवून दिली आहे. पुढील संशोधन करण्यासाठी त्यांनी एका बुरशीच्या क्रियेच्या एकस्वासाठी पेटंटसाठी नोंद केली आहे. त्यासाठी त्यांना सत्तर हजार रुपये खर्च आला. प्लॅस्टिकच्या उत्पादकांना आपले प्लॅस्टिक अविनाशी असल्याची खात्री वाटत असल्याने ते या संशोधनासाठी कोणत्याही प्रकारची मदत करायला उत्सुक नाहीत.

लेखक : विनय र. र.

निवृत्त प्राध्यापक, मराठी विज्ञान परिषदेचे पदाधिकारी, सामाजिक कार्यकर्ता.

ग्रहाचे भ्रमण केपलरचे उपेक्षित कार्य

पुढील वर्षी (सन २०१५ मध्ये) अल्बर्ट आईन्स्टाईनच्या गुरुत्वाच्या सिद्धांताची शताब्दी आहे. त्यामुळे अनेक संशोधक महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांसाठी कार्यक्रम आयोजित करणार आहेत. पण माझ्या मते दहावी-बारावीच्या विद्यार्थ्यांसाठी सुद्धा असे कार्यक्रम व्हावेत कारण - फ्रँक विल्कझेक या आताच्या आघाडीच्या शास्त्रज्ञाला सुद्धा शालेय जीवनात न्युटनचे गती विषयक नियम शिकणे अत्यंत अवघड वाटले होते. त्यावर मी शैक्षणिक संदर्भ अंक ८८, जून-जुलै २०१४ मध्ये सविस्तर लिहिले आहे. विशेषतः गुणाधिष्ठित प्रचलित परीक्षा व गुणविरहित प्रश्नावली यामध्ये मुलांनी दिलेल्या उत्तरांमध्ये जमीन अस्मानाचा फरक पडतो असे शिक्षणक्षेत्रातील संशोधकांना दिसून आले आहे. यावर शिक्षणकर्त्यांनी गंभीरपणे विचार करायला पाहिजे अन्यथा विद्यार्थी भौतिकातील मूलभूत संशोधनाकडे वळणार नाहीत. अशा प्रकारचा विरोधाभास जागतिक स्वरूपाचा आहे, हे येथे लक्षात घेणे आवश्यक आहे. अशा प्रश्नावलींचा अभ्यास

करताना असे दिसून आले आहे की विद्यार्थ्यांनी दिलेली उत्तरे ही न्युटनच्या नव्हे तर केपलरच्या सिद्धांतानुसार असतात. म्हणून या लेखाद्वारे केपलरच्या उपेक्षित कार्यावर प्रकाश टाकण्याचा प्रयत्न करित आहे.

केपलरची कारणमिमांसा

केपलरच्या मते प्रत्येक ग्रहाच्या मागे एक अदृश्य देवदूत (Angel) असतो व तो आपले पंख फडकावित असतो. त्यामुळे ग्रह त्याच्या कक्षेवर पुढे पुढे ढकलला जातो. प्रा. रिचर्ड फेनमान यांनी त्यांच्या भौतिकावरील सुप्रसिद्ध पुस्तकात वरील वर्णन दिले आहे. परंतु, इतर पुस्तकांमध्ये मात्र असे वर्णन आढळत नाही. नंतरच्या काळात न्युटनने केपलरच्या तिसऱ्या नियमाला आपल्या गतीच्या नियमांवरून जास्त चांगली सैद्धांतिक बैठक दिली व केपलरचे ग्रहभ्रमणाचे कारण आपोआप मागे पडले.

पण गतीशास्त्राच्या शिक्षणातील संशोधनातून मागील पन्नास वर्षांत एक जागतिक समस्या दिसली आहे. विद्यार्थी

गुणाधारित परीक्षांमध्ये न्युटनप्रमाणे उत्तरे देतात पण गुणविरहीत प्रश्नावलीमध्ये केपलरसारखी उत्तरे देतात. अशी विरोधाभासी उत्तरे विद्यार्थी का देतात? या प्रश्नावर मन केंद्रित केल्यावर मला सध्याच्या अध्यापनाच्या पद्धतीमध्ये काही तार्किक त्रुटी आढळल्या, त्या अशा :

केपलरचे विवेचन न्युटनपेक्षा पूर्णपणे भिन्न असले तरी ते बलामुळे होणाऱ्या विस्थापनाच्या कार्याशी तार्किक दृष्ट्या पूर्णपणे सुसंगत आहे. जेव्हा बल व विस्थापन भिन्न दिशेने असतात तेव्हा बलाचे sine व cosine असे दोन भाग करतात. त्यातील cosine भाग मुद्दाम विस्थापनाच्या दिशेने घेतात व म्हणून कार्याचे समीकरण तयार होते – $W = FScos\theta$. म्हणजे केपलरने क्षणिक विस्थापनाच्या दिशेने दाखविलेले बल हे कार्याच्या तार्किक बैठकीशी पूर्ण सुसंगत आहे. त्यामुळे, केवळ विद्यार्थ्यांचे उत्तर न्युटनप्रमाणे नाही म्हणून त्यांना दोष देणे चुकीचे ठरेल. उलट त्यांचे उत्तर केपलरप्रमाणे का आहे? याचा गांभीर्याने विचार करायला हवा. नाहीतर विद्यार्थी भौतिकाच्या मूलभूत संशोधनाकडे वळणार नाहीत. आणि हे सत्य संशोधकांना सुमारे पन्नास वर्षे जाणवत आहे. म्हणून पुढील वर्षाच्या कार्यक्रमात भौतिक शास्त्रज्ञ व शिक्षणकर्ते यांनी केपलरच्या उपेक्षित कार्यावर पुन्हा विचार करणे आवश्यक आहे. या मुद्यावर मी पूर्वी अब्दुस सलाम, मार्टिन पॅरल, वाल्टर कोन व कार्ल विमन या

नोबेल विजेत्यांशी चर्चा केली आहे. त्यातील वाल्टर कोन यांच्याविषयी चार शब्द सांगतो कारण फ्रँक विल्कझेक हा त्यांचा लाडका विद्यार्थी.

प्रा. वाल्टर कोन व मी सिंगापूरच्या एका परिषदेत भेटलो. फ्रँकला न्युटनचे नियम शाळेत शिकणे अत्यंत अवघड वाटले, या विधानावर प्रा. कोन यांचा विश्वासच बसेना. अर्थात हे होणार याची जाणीव मला होती. म्हणून मी फ्रँकच्या Physics Today मधील विधानाची झेरॉक्स कॉपी सोबत नेली होती. ती वाचल्यावर मात्र ८४ वर्षांच्या प्रा. कोन यांचा विश्वास बसला आणि चित्रच पालटले.

भारताने नुकतीच आपली मंगळ मोहीम यशस्वी केली. या घटनेमुळे अवकाश विज्ञानाकडे विद्यार्थ्यांचा कल वाढण्यास नक्कीच मदत होईल. मात्र, त्यासाठी या विषयाच्या शिक्षणातील मूलभूत त्रुटी वेळीच दूर करणे आवश्यक आहे. जिज्ञासु वाचकांनी सुद्धा केपलरच्या उपेक्षित कार्यास न्याय मिळवून देण्यासाठी व विद्यार्थ्यांच्या उत्तरांसाठी विरोधाभास कमी करण्यासाठी दहावी-बारावीच्या स्तरावर प्रयत्नशील रहावे. या कार्यात माझे सहकार्य असेलच.

दिलीप वि. साठे, निवृत्त विज्ञान अध्यापक,
मो. ९४२२३२१६६९

ईमेल : dvsathe@gmail.com



Diligent Solutions Technology Services Pvt. Ltd.



A. N. Bapat
Director

7, Chintamani Apts. Plot No. 16, Chintamani Society,
S. No. 25/4, Karvenagar, Pune 411 052
Telefax : +91-20-2545446
Mobile : 98224 50104, 97302 00711
E-mail : dstspune@yahoo.co.in

काळ आणि अवकाश : आईन्स्टाईन व पुढे..

लेखक : प्रा. अभय अष्टेकर

प्रा. अभय अष्टेकर यांनी लिहिलेल्या "Space and Time : Einstein and beyond" ह्या इंग्रजी लेखाचा मराठी अनुवाद

लेखकाविषयी थोडेसे - अभय अष्टेकर हे पेन्सिल्वेनिया राज्य विद्यापीठामध्ये (पेन स्टेट) १९९४ सालापासून विद्यादान करीत आहेत. 'द इबर्ली फॅमिली'चे अध्यक्ष असून 'पेन स्टेट इन्स्टिट्यूट फॉर ग्रॅव्हिटेशनल फिजिक्स ऍण्ड जिओमेट्री' ह्या संस्थेचे ते संचालक आहेत. आईन्स्टाईनचा गुरुत्व वाद (Einstein's classical theory of gravitation) व सापेक्षतावाद ह्या विषयांतील संशोधन, तसेच गुरुत्व-पुंजवादाच्या (Quantum theory of gravity) निर्मितीतील त्यांच्या योगदानासाठी ते नावाजले गेले आहेत. पदार्थविज्ञान व भूमिती ह्यामधील, विशेषतः कृष्णविवरांसंदर्भातील परस्परसंबंधांचे विश्लेषण करण्यामध्ये त्यांचा सिंहाचा वाटा आहे. नवीन घटकांचा (variables) वापर करून त्यांनी सापेक्षतावादाचे पुनर्सूत्रीकरण (reformulation) केले व आता ही सूत्रे त्यांचा नावाने ओळखली जातात. गुरुत्व-पुंजवादाच्या जडणघडणीमध्ये तसेच प्रगतीमध्ये ह्या सूत्रांनी मोठाच हातभार लावला आहे. हे संशोधन कालावकाशाच्या रचनेचे एक वेगळे गणिती स्पष्टीकरण करते. ह्या स्पष्टीकरणानुसार, सूक्ष्मतम अंतरांच्या श्रेणीमध्ये (smallest scale) कालावकाशाची (spacetime) रचना ही धाग्यांप्रमाणे (polymer-like) असते. पेन स्टेट मध्ये येण्यापूर्वी त्यांनी सिराक्यूझ विद्यापीठ (न्यू यॉर्क), फ्रान्समधील पॅरिस विद्यापीठ व डी क्लेरमाँट-फेर्ड विद्यापीठ, शिकागो विद्यापीठ, आणि युनायटेड किंग्डममधील ऑक्सफर्ड विद्यापीठ येथे विविध पदे भूषविली होती.

अवकाश (स्वर्ग) आणि काळ (उत्पत्ती स्थिती लय) ह्याबद्दलच्या कल्पनांनी आजवर प्रत्येक संस्कृतीला आकर्षित केले आहे.

लाओ त्सु ते ऍरिस्टॉटल आणि अशा अनेक विचारवंतांनी ह्या विषयावर सविस्तर लिहून ठेवले आहे. शतकानुशतके ह्या संकल्पनांचे सार आपल्या जाणीवेचा एक भाग व्यापून आहे. हा भाग आपल्या जाणीवेमध्ये अवकाश आणि काळाला एक मूर्त स्वरूप देतो. त्यातून अवकाश म्हणजे काय? काळ म्हणजे काय? ह्यांबद्दलच्या कल्पना आपल्या मेंदूमध्ये आकार घेतात. अवकाश वा स्थळ म्हणजे आपल्याभोवती,

सापेक्षतावाद

ही वैज्ञानिक क्षेत्रातील

एक मौल्यवान आणि बुद्धिमान

निर्मिती मानली जाते

आपल्याला लपेटून असलेली सलग, त्रिमित पोकळी. काळ म्हणजे भविष्याकडे सतत वाहणारी अशी गोष्ट; जिच्यावर बाह्य भौतिक शक्तींची कोणतीही मात्रा चालत नाही. काळाची मात्रा मात्र सगळ्यांना लागू पडते. स्थळ आणि काळाचा मिळून एक रंगमंच तयार होतो, ज्यावर अन्योन्यक्रियांचे (interactions) पट सतत उलगडत असतात. ह्या रंगमंचावरील पात्रे कोण? तर

आपल्या आजूबाजूला दिसणाऱ्या गोष्टी, ग्रह आणि तारे, पदार्थ आणि ऊर्जा, तुम्ही आणि आम्ही !

ह्या आणि अशा प्रकारच्या संकल्पनांचा पगडा किमान गेली अडीच हजार वर्षे समाजमनावर आहे. एकोणीसाव्या शतकाच्या मध्यावर गणिततज्ञांना हे जाणवू लागले की तुम्ही-आम्ही शाळेत शिकलो ती युक्लिडीय भूमिती (Euclid's geometry) ही अनेक भैमितिक शक्यतांपैकी केवळ एक शक्यता आहे. ती विश्वाला जशीच्या तशी लागू होत नाही. पुढे १८५४ मध्ये बर्नहार्ड रीमन यांनी अशी शक्यता वर्तवली की, आपल्या भौतिक विश्वाचे अक्ष हे युक्लिडीय भूमितीबरोबरच सरळ नसावेत, तर विश्वातील पदार्थांच्या आकर्षणामुळे हे अक्ष वक्राकार असले पाहिजेत. ही शक्यता जरी त्यावेळी वर्तवली गेली, तरी ती विकसित होण्यासाठी पुढे किमान साठ वर्षांचा काळ जावा लागला.

१९१५ मध्ये आर्नस्टाईनने मांडलेला 'सामान्य सापेक्षतावाद' (general theory of relativity) (ह्यापुढे सापेक्षतावाद) हा ह्यासंदर्भात महत्त्वाचा ठरला. सापेक्षतावादानुसार अवकाश आणि काळ मिळून तयार होणारे अखंड कालावकाश (spacetime continuum) हे चतुर्मित (four dimensional) आहे. ह्या अखंडाची भौमितिक रचना ही वक्राकार (curved)

आहे. एखाद्या ठिकाणाची वक्रता (curvature) ही त्या ठिकाणाच्या गुरुत्वाची तीव्रता (strength) दर्शविते. म्हणजेच, एखाद्या ठिकाणी कालावकाशाची वक्रता जेवढी जास्त तेवढी त्या ठिकाणाची इतरांना आकर्षित करून घेण्याची क्षमता अधिक. कालावकाश ही काही स्थावर, निष्क्रिय गोष्ट नव्हे. ते पदार्थावर प्रभाव पाडू शकते; परिणाम घडवू शकते, तसेच कालावकाशावरही इतर गोष्टींचा प्रभाव पडू शकतो; त्यात बदल घडू शकतात. अमेरिकी वैज्ञानिक जॉन वीलरच्या शब्दात सांगायचे तर कालावकाशाने कसे आणि कुठे वाकावे हे पदार्थ ठरवतो, तर पदार्थाने कुठे आणि कसे विस्थापित व्हावे हे कालावकाश ठरवते. म्हणजेच, ह्या वैश्विक नृत्याच्या कार्यक्रमांमध्ये सगळेच कलाकार असतात, केवळ प्रेक्षक असे कुणी नाहीतच. शिवाय कालावकाश आणि पदार्थांमधील अन्योन्यक्रिया ह्या नृत्याचाच एक भाग असल्यामुळे, कलाकार आणि प्रेक्षकांना वेगळे करणारा असा रंगमंचही कुठे अस्तित्वात नाही. वा, रंगमंच हा स्वतःच एक कलाकार म्हणून वैश्विक नृत्यामध्ये सहभागी होतो. ह्या नव्या कल्पनेची जाणीव होणे आणि तिचा स्वीकार करणे हा वैज्ञानिकांसाठी आणि समाजासाठीही एक मोठाच बदल होता. सर्व भौतिक गोष्टींचा कालावकाशामध्ये समावेश होत असल्यामुळे ह्या नव्या कल्पनेने निसर्गाविषयीच्या

तत्त्वज्ञानाचा पायाच मुळापासून हादरवला. तेव्हापासून कालावकाशाचे आणि निसर्गाचे विविध नियम जाणून घेण्यासाठी वैज्ञानिकांचे प्रयत्न दशकानुदशके चालू आहेत. त्याचवेळी, तत्त्ववेत्तेही आपल्या पारंपरिक समजांमध्ये बदल घडवण्यासाठी, कालावकाशाला तत्त्वज्ञानामध्ये समाविष्ट करण्यासाठी प्रयत्नशील आहेत.

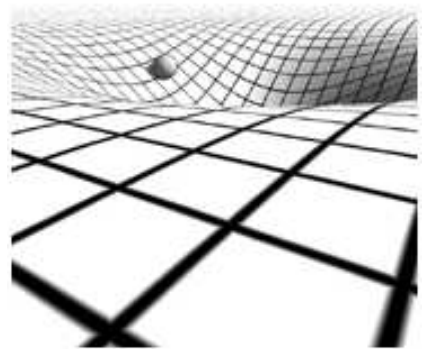
गुरुत्व हीच भूमिती

पिसाच्या झुकत्या मनोऱ्यावरून केलेल्या प्रसिद्ध प्रयोगामधून गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम हा वैश्विक असल्याचे गॅलिलिओने सिद्ध केले. मनोऱ्यावरून फेकलेल्या सर्व वस्तूंचा गुरुत्वाकर्षणाचे एकमेव बल कार्यरत असेल तर त्या वस्तू कितीही हलक्या वा जड असोत, एकाच पद्धतीने खाली पडतात. गुरुत्वाकर्षण हे नेहमीच आकर्षित करणारे (attractive) असते. ह्या दोन तशा साध्याच भासणाऱ्या निरीक्षणांनी आईन्स्टाईनला प्रभावित केले. गुरुत्वाकर्षणाचे बल हे इतर बलांपेक्षा खूपच वेगळे आहे कारण ते केवळ आकर्षणात्मक आहे. उदाहरणार्थ विद्युतबलाशी (electric force) गुरुत्वाकर्षण बलाची तुलना करू. विद्युतबल हे आकर्षित तसेच प्रतिकर्षितही करते. दोन विरुद्ध प्रभारांमध्ये आकर्षण तर दोन सारख्या प्रभारांमध्ये प्रतिकर्षण (repulsion) असते. अशा प्रकारे विद्युतप्रभारांमध्ये एकमेकांचा प्रभाव रद्द

(cancel) वा नष्ट (null) करण्याची क्षमता असते. विद्युतबलाच्या ह्या परस्परविरोधी गुणधर्मांचा वापर करून विद्युतबलरहित क्षेत्राची निर्मिती करणे शक्य असते. विद्युतबलापासून स्वतःचा बचाव करणे त्यामुळे शक्य होते. गुरुत्वाकर्षणाचे मात्र तसे नाही. प्रतिकर्षित करणारे गुरुत्व अस्तित्वातच नसते. गुरुत्वाकर्षण हे नित्य (omnipresent) आहे. गुरुत्वाचा प्रभाव सर्वत्र असतो, त्यापासून बचाव केवळ अशक्य. गुरुत्वाकर्षणाकडे आपपर भाव नाही (nondiscriminating), प्रत्येक गोष्टीवरचा त्याचा प्रभाव सारखाच असतो. ह्या दोन गुणधर्मांमुळे गुरुत्वाकर्षणाचे बल हे इतर मूलभूत बलांपेक्षा वेगळे आणि एकमेवाद्वितीय ठरते. कालावकाशही गुरुत्वाकर्षणाप्रमाणेच नित्य आणि आपपर भाव नसलेले असल्याने आईन्स्टाईन गुरुत्वाकर्षणाकडे एक बल म्हणून पाहण्याऐवजी त्याकडे 'कालावकाशाची भूमिती' (spacetime geometry) म्हणून पाहत असे.

सापेक्षतेचे कालावकाश हे लवचीक (supple) आहे. हे कालावकाश रबरी कापडाप्रमाणे आहे असे मानू. ताणून धरलेल्या रुमालावर गोट्या ठेवल्या असता गोट्यांच्या वजनाने रुमालावर खळगे निर्माण व्हावेत, तसे कालावकाशाच्या ह्या रबरी कापडावर मोठ्या खगोलीय वस्तूंमुळे खळगे निर्माण होतात. उदाहरणार्थ, आपला सूर्य हा जड

असल्यामुळे कालावकाशाला मोठ्याप्रमाणात वाकवतो. पृथ्वीसारखे सूर्याभोवती फिरणारे ग्रह हे ह्या वाकलेल्या भूमितीवरच (curved Geometry) फिरतात. गणिती भाषेत सांगायचे, तर वक्र कालावकाशावर फिरताना हे ग्रह सर्वांत सोपी कक्षा निवडतात, ज्यांना भूपृष्ठमितीय रेषा वा जिओडेसिक्स (geodesics) असे म्हणतात. सपाट पृष्ठावरील युक्लिडीय रेषेचे रूपांतर रीमनच्या वक्र पृष्ठावरील रेषेमध्ये केल्यास जो आकार मिळेत तो म्हणजे जिओडेसिक. वक्र कालावकाशाच्या संदर्भ चौकटीतून पाहिल्यास पृथ्वी अगदी सरळ मार्गावरून फिरते. मात्र कालावकाश स्वतःच वक्र असल्यामुळे युक्लिड आणि न्यूटनच्या सपाट संदर्भ चौकटीमध्ये हा मार्ग लंबवर्तुळाकार (elliptical) भासतो.



बोरिस स्टारोस्टा

<http://www.starosta.com>

चित्रकाराच्या कल्पनेतून साकारलेले सूर्यामुळे वाकलेल्या कालावकाशामध्ये पृथ्वीचे फिरणे.

Best Compliment From

DIVAKAR B. SHIDHAYE

9822282456



GENAUENGINEERS

committed to accuracy

An ISO 9001 : 2008 company

Job work of Precision Components on CNC Turning Lathe

Works : Sr. No. 36/1/1/, Sinhagad Road, Near Hotel Green Field,
Wadgaon (Khurd), Pune - 411 041.

Tel. : 020-2439 4987. Email : genauengineers@gmail.com

Best Compliment From



**SOMAMSHU
UDYAM**

8, Phalguni Apartments, Prabhat Road Lane no. 9/3
Erandavane, Pune 411004

Phones: 020 25453654; 09423005681



CAR CARE SERVICES

INTERIOR CLEANING HIGH GLOSS MACHINE POLISH TEFLON COATING STEAM CLEANING



100%
Customer
Satisfaction

Redeem This Coupon & Avail 10% Discount

NOW INTRODUCING WET & DRY SOFA CLEANING



Sofa wet & dry cleaning
Leather sofa cleaning & conditioning

	BEFORE	AFTER	
<p>Germs</p> <p>Stains</p> <p>Spores</p> <p>Bacteria</p> <p>Dust</p> <p>Mold</p>			<p>Anti Dust Mites</p> <p>Fresh</p> <p>No Dust</p> <p>Anti Bacteria</p>
	Mold	Dust Mite	Clean & Hygienic

DEEP CLEANING & DUST REMOVAL REDUCES THE CHANCES OF DEVELOPING LIFE LONG ALLERGIES

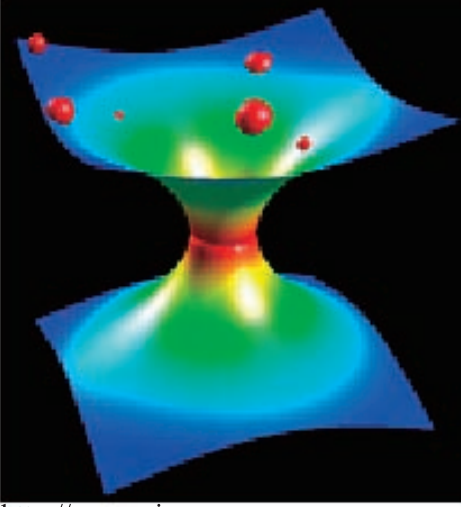
FOR DETAILS CALL 99707088

Best Compliment From



SANTOOL

211/4, Navi Peth, Pune - 411 030
Ph. : +91-20-243336764, 24335887
email : santool@vsnl.com



<http://www.picover.com>

कालावकाशाच्या पलीकडे (चित्रातील खालचा अर्धा भाग) घेऊन जातात.

क्लिफ पिओवर या चित्रकाराच्या कल्पनेतून साकारलेले पुंज कालावकाशाचे चित्र. ह्यात काल उभ्या दिशेमध्ये बदलतो. सामान्य सापेक्षतावाद हा कालावकाशाच्या वरील अर्ध्या भागाचे स्पष्टीकरण पुरवतो. हा वरचा अर्धा भाग महास्फोटाच्या निर्माण झाला आहे. मधला लाल पट्टा खालचा अर्धा भाग वरच्या अर्ध्या भागापासून वेगळा दाखवितो. आईन्स्टाईनची पुंज-सूत्रे (Quantum Einstein's equations)

Best Compliment From

Mrs. Sangita Kelkar

9823714741

sangita.kelkar@yahoo.com



Vertex Systems
PCB Assembly

11, Geetali, 768/9/16, PYC Colony,
Shivajinagar, Pune - 411004. India.

ह्या (नव्या) संकल्पनांचे रुपांतर सापेक्षतावादाची जादू वापरून पक्क्या गणिती सूत्रांमध्ये करता येते. त्यांच्या वापराने ह्या भौतिक विश्वाच्या स्वभावाची विस्मयकारक भाकिते लीलया करता येतात. मुंबईपेक्षा काठमांडूमध्ये घड्याळाचे ठोके जलद पडायला हवेत, ह्यासारखी छोटी भाकिते जशी सापेक्षतावाद करू शकतो तशीच मोठमोठी भाकितेही करू शकतो. उदाहरणार्थ, दीर्घिकांचे गाभे (active galactic nuclei) महाकाय गुरुत्व भिंगाप्रमाणे (giant gravitational lenses) कार्य करू शकतात आणि त्यायोगे दूरस्थ किंताच्यांच्या (quasars) अनेक विलोभनीय प्रतिमा पहावयास मिळू शकतात; दोन न्युट्रॉन तारे एकमेकांभोवती फिरत असल्यास भोवतालच्या वक्र कालावकाशामध्ये त्यांच्यामधून लाटांच्या स्वरूपात ऊर्जा बाहेर टाकली जात असली पाहिजे, शिवाय, हे तारे एकमेकांभोवती सर्पिलाकार कक्षेमध्ये फिरत असले पाहिजेत, वगैरे. ह्या भाकितांचा खरेपणा पडताळण्यासाठी गेल्या काही दशकांमध्ये विविध प्रकारे मापननोंदी (astute measurements) घेतल्या गेल्या आणि प्रत्येकवेळी सापेक्षतावाद ह्या पडताळण्यांच्या कसोट्यांवर खरा उतरला. ह्यातील काही निरीक्षणांची अचूकता क्वांटम इलेक्ट्रोडायनॅमिक्स मधल्या प्रसिद्ध चाचण्यांपेक्षाही सरस होती. अशा प्रकारे

सापेक्षतावादाव्यतिरिक्त संकल्पनात्मक सखोलता (conceptual depth), गणितातील अभिजात सौंदर्य (mathematical elegance) आणि निरीक्षणांमधील यश (observational success) ह्या तिन्हींचा संगम असलेली दुसरी गोष्ट फिरळाच ! त्यामुळेच, सापेक्षतावाद ही वैज्ञानिक क्षेत्रातील एक मौल्यवान आणि बुद्धिमान निर्मिती मानली जाते.

सापेक्षतावादाने आधुनिक विश्वशास्त्राच्या (modern cosmology) युगामध्ये प्रवेश केला आहे. मोठ्या अंतरांच्या श्रेणिनुसार (at large scale) पाहिल्यास हे विश्व एकसारखे (isotropic) आणि एकजिनसी (homogeneous) भासते. आपले विश्व कोणत्याही एका स्थानाला व दिशेला प्राधान्य देत नाही, सर्व स्थाने व दिशा ह्या विश्वाच्या दृष्टीने सारख्याच महत्त्वाच्या आहेत असे कोपर्निकसचे तत्त्व सांगते. आईन्स्टाईनच्या सूत्रांचा वापर करून रशियन वैज्ञानिक अलेक्झांडर फ्राईडमनने असे सिद्ध केले की असे (कोणतेही एक स्थान आणि दिशेला प्राधान्य न देणारे) विश्व हे स्थिर राहूच शकत नाही. ते आकुंचन वा प्रसरण पावत असले पाहिजे. १९२९ मध्ये अमेरिकी वैज्ञानिक एडविन हबलच्या असे लक्षात आले की विश्व खरोखरीच प्रसरण पावत आहे. ह्याचाच अर्थ असा होतो, की विश्व कधीतरी संकुचित होते आणि ह्या

प्रसरणाचा उगम कुठेतरी झालेला असला पाहिजे. म्हणजेच, ह्या उगमापाशी विश्वातील सर्व पदार्थ एका बिंदूमध्ये सामावलेले असणार. तिथे पदार्थाची घनता आणि कालावकाशाची वक्रता ही अनंत असणार. काही कारणाने ह्या अनंत घनतेच्या पदार्थाचा विस्फोट झाला असणार. हाच तो महास्फोट

सामान्य सापेक्षतावादाचा शोध लागल्यावर महान गणितज्ञ आणि पदार्थविज्ञानतज्ञ हर्मन वेल यांनी लिहिले, 'आपल्याला सत्यापासून वेगळे करणारी भिंतच जणू कोसळली आहे. आपण कधी विचारही केला नाही अशा नव्या दालनांतील विस्तारित अनुभव आणि वाढलेली खोली आता जिज्ञासूंची वाट पाहते आहे.'

(big bang). गेल्या काही दशकातील काळजीपूर्वक केलेल्या निरीक्षणांनुसार महास्फोट किमान १४ अब्ज (billion) वर्षांपूर्वी झाला असावा. तेव्हापासून दीर्घका एकमेकींपासून दूर जात आहेत आणि विश्वातील पदार्थ अधिकाधिक क्षेत्रामध्ये पसरत असल्यामुळे विश्व विरळ होत आहे (विश्वाची घनता कमी होते आहे).

सापेक्षतावाद आणि प्रयोगशाळेमधील

निरीक्षणे यांच्या साहाय्याने आपल्याला अनेक कोडी उलगाडता येऊ शकतात. विश्वातील अनेक घटनांचे तपशीलवार स्पष्टीकरण त्यामुळे करता येऊ शकते. अशी अनेक उदाहरणे देता येतील महास्फोटानंतर अवघ्या तीन मिनिटांमध्ये ज्या हलक्या मूलद्रव्यांची (light chemical elements) केंद्रे (nuclei) तयार झाली, त्यांचे विश्वामध्ये असलेले सरासरी प्रमाण शोधून काढता येऊ शकते. आदिप्रभेचे (primal glow) अस्तित्व तसेच त्याचे गुणधर्म माहीत करून घेता येतात. आदिप्रभा म्हणजे विश्वाच्या पार्श्वभूमीवर सतत असलेली सूक्ष्मलहरी (microwave) प्रारणे. ही प्रारणे विश्वाचे वय साधारणतः ४००,००० वर्षे होते तेव्हा निर्माण झाली. तसेच, विश्व सुमारे एक अब्ज वयाचे असताना पहिल्या दीर्घिकांची निर्मिती झाली असावी असा अंदाज आपण सांगू शकतो. ह्या भाकिते करण्याच्या क्षमतेचा आवाका फार मोठा आहे. अनेक आणि विविध घटनांच्या भाकितांचा विचार आपल्याला करता येतो. केवळ विज्ञानजगतालाच नव्हे तर तत्त्वज्ञानाच्या जगालाही सापेक्षतावादाने विश्वोत्पत्ती सारख्या सनातन प्रश्नांची उत्तरे शोधण्यासाठी एक वेगळी विचारसरणी, एक वेगळा आयाम आणि एक वेगळा दृष्टिकोण पुरवला.

केवळ पदार्थच नव्हे तर स्वतः कालावकाशही महास्फोटाच्यावेळी जन्माला

आले. अगदी काटेकोर सांगायचे झाल्यास, महास्फोट ही एक अशी सीमा आहे जिथे कालावकाशाचा अंत होतो. सापेक्षतावाद सांगतो की ह्या सीमेपाशी पदार्थविज्ञान थांबते. सीमेपार पाहण्याची क्षमता आपल्या पदार्थविज्ञानामध्ये नाही.

कृष्णविवरांच्या माध्यमातून सापेक्षतावादाने ज्ञानाची पूर्वी कधीही न दिसलेली दालने खुली केली. पहिल्या महायुद्धाच्या काळात आघाडीवर लढत असलेल्या कार्ल श्वार्झचाइल्ड ह्या जर्मन वैज्ञानिकाने आईन्स्टाईनच्या सूत्राचे कृष्णविवरांसंदर्भातील गणिती निरसन (the first black-hole solution to Einstein's equation) शोधले होते. मात्र ह्या निरसनाचे व्यावहारिक स्पष्टीकरण पचनी पडण्यासाठी काही काळ जावा लागला. दुदैवाने आईन्स्टाईन स्वतःच कृष्णविवरांचे अस्तित्व नाकारणाऱ्यांपैकी होता. १९३९ मध्ये 'ऍनल्स ऑफ मॅथेमॅटिक्स' मध्ये आईन्स्टाईनने एक शोधनिबंध (research paper) प्रकाशित केला. स्वगुरुत्वाच्या प्रभावाने कोसळून ताऱ्याचे कृष्णविवरामध्ये रुपांतर होणे अशक्य आहे, असा सूर ह्या शोधनिबंधामध्ये होता. ह्या दाव्यापुष्ट्यर्थ आईन्स्टाईनने केलेली आकडेमोड जरी बरोबर असली तरी ती अवास्तव गृहितकावर आधारित होती. हा शोधनिबंध प्रकाशित झाल्यावर अवघ्या काही महिन्यातच रॉबर्ट ओपनहायमर व हार्ट्लंड

स्नायडर ह्या अमेरिकी पदार्थविज्ञानतज्ञांनी कृष्णविवरांचे अस्तित्व सिद्ध करणारा अभिजात शोधनिबंध प्रकाशित केला. कालावकाशामध्ये काही स्थाने अशी आहेत जिथे कालावकाशाची वक्रता एवढी तीव्र असते की त्यातून प्रकाशकिरणेही सुटू शकत नाहीत. त्यामुळे बाहेरून बघणाऱ्यांना ही स्थाने अगदी अंधारलेली, काळीभोर

सापेक्षतावादाची जादू अशी की, तो साध्या कल्पना आणि संकल्पनांचे रुपांतर पक्क्या गणिती सूत्रांमध्ये करतो आणि त्यांच्या वापराने ह्या भौतिक विश्वाच्या स्वभावाची विस्मयकारक भाकिते लीलया करतो.

दिसतात. पुन्हा रबरी कापडाचे उदाहरण घ्यायचे झाले, तर ह्या कृष्णविवरांच्या ठिकाणी कालावकाशाचे रबरी कापड इतके ताणले जाते, की ते फाटतेच आणि तिथे एक स्थितिमात्रता (singularity) तयार होते आणि तिथे वक्रतेची किंमत अनंत होते. महास्फोटाच्या वेळीही अशी परिस्थिती होती. तिथे कालावकाशाची सीमा निर्माण होते आणि सीमेपाशी सापेक्षतावाद संपतो.

तरीही, विश्वामध्ये कृष्णविवरे अगदी सहज सापडतात. सापेक्षतावाद आणि

तारकांच्या उत्क्रांतीविषयी (stellar evolution) आपल्याला असलेली माहिती यांचा एकत्रित विचार करता आपल्या सूर्याच्या सुमारे १० पट वस्तुमान असलेली अनेक कृष्णविवरे ह्या विश्वामध्ये असली पाहिजेत. कृष्णविवरे ही ताऱ्यांची त्यांच्या मृत्यूनंतरच्या अवस्थांपैकी एक अवस्था आहे. आधुनिक खगोलशास्त्रामध्ये कृष्णविवरांचे अस्तित्व वादातीत आणि महत्त्वपूर्ण आहे. गॅमा किरणांच्या उद्रेकासारख्या (gamma-ray bursts) अनेक घटनांसाठी लागणाऱ्या

महास्फोट आणि कृष्णविवरे ही आपल्याला सापेक्षतावादाच्या पलिकडील पदार्थविज्ञानाकडे घेऊन जाणारी द्वारे आहेत.

प्रचंड ऊर्जेचा पुरवठा कृष्णविवरांमार्फत होतो. गॅमा किरणांचा उद्रेक होतेवेळी हजार सूर्यांना आयुष्यभरासाठी पुरेल एवढी ऊर्जा निमिषार्धात बाहेर फेकली जाते. विश्वामध्ये रोज असा एकतरी उद्रेक होत असतो. अनेक लंबवर्तुळाकार दीर्घिकांच्या (elliptical galaxies) केन्द्रापाशी लक्षावधी सूर्याएवढे वस्तुमान असलेली कृष्णविवरे आहेत. आपल्या आकाशगंगेच्या (Milky Way) केन्द्रापाशीही सुमारे तीस लाख सूर्याएवढ्या वस्तुमानाचे कृष्णविवर आहे.

आईन्स्टाईनच्या पुढे

आजमितीस गुरुत्व आणि कालावकाशाच्या संदर्भात सापेक्षतावाद हाच सर्वात योग्य आणि उत्तम सिद्धांत आहे. सापेक्षतावादाची अनेक व विविध समस्या सोडवण्याची क्षमता स्तिमित करणारी आहे. मात्र ह्या घटना मोठ्या अंतरांच्या श्रेणीमधल्या (large scale) असतात. पुंजवादाच्या पातळीवरील सूक्ष्म आण्विक जगतामध्ये -जिथे पुंजवाद लागू होतो तेथे त्या- पुंजवादसमस्यांवर मात्र सापेक्षतावादाकडे उत्तरे नाहीत. सापेक्षतावाद त्यांच्याकडे साफ दुर्लक्ष करतो. पुंजवाद आणि सापेक्षतावाद हे एकमेकांपासून अतिशय भिन्न आहेत. सापेक्षतावादाचे जग भौमितिक (geometrical) आहे, त्याला भौमितिक नेमकेपणा (precision) आहे, ते निःसंदिग्ध भाकिते करू शकते (deterministic) तर पुंजवादाचे जग हे मूलभूत अनिश्चिततेवर (uncertainty) आणि शक्याशक्यतेवर (probabilistic) आधारित आहे. पदार्थविज्ञानतज्ञ ह्या दोन्ही सिद्धांतांचा गजरेनुसार वापर करतात. मोठ्या श्रेणीतील (large scale) खगोलीय आणि वैश्विक घटनांच्या स्पष्टीकरणासाठी सापेक्षतावाद तर सूक्ष्म श्रेणीतील आण्विक आणि मूलभूत कणांबाबतीतील घटनांच्या स्पष्टीकरणासाठी पुंजवाद वापरतात. ही विभागणी आजवर यशस्वी ठरली, कारण खगोलीय आणि आण्विक जगांची अवस्था बऱ्याच अंशी 'दोन

डोळे शेजारी अन् भेट नाही संसारी' अशी असते. मात्र सैद्धांतिक दृष्टिकोणातून विचार करता ही विभागणी समाधानकारक नाही. तज्ज्ञांच्या मते ह्या दोन्ही जगांतील घटनांचे स्पष्टीकरण देऊ शकणारा असा सर्वसमावेशक सिद्धांत असायला हवा. सापेक्षतावाद आणि पुंजवादासारखे ठरावीक गोष्टींना लागू पडणारे वाद हे त्याचे विशेष घटक असतील. हा असा सर्वसमावेशक वाद म्हणजे गुरुत्वपुंजवाद वा quantum theory of gravity. हा सिद्धांत आपल्याला आईन्स्टाईनच्या पुढे घेऊन जाईल.

महास्फोट आणि कृष्णविवरांसारख्या स्थितिमात्रतांपाशी (singularities) मोठे आणि सूक्ष्म जग एकत्र येते. त्यामुळे बहुतांशी वेळा ही जगते परस्परभिन्न आणि कधीही न भेटणारी भासली तरी ह्या स्थितिमात्रता दोन जगांना एकमेकांशी जोडतात. म्हणूनच, ह्या स्थितिमात्रतांची दारे उघडता आली की सापेक्षतावादाच्या पुढील जगतामध्ये प्रवेश करणे साध्य होईल. ह्या दारांपाशी सापेक्षतावाद थांबला तरी खरे पदार्थविज्ञान मात्र दारांपाशी संपत नाही, ते पुढेही असते, असायला हवे. ह्या दारांमधून पुढे जायचे असेल तर आपल्याला आपल्या काळ आणि अवकाशाबद्दलच्या संकल्पनांचा पुनर्विचार करून त्या नव्याने घडविण्याची गरज आहे.

गेल्या दशकभरात ह्या क्षेत्राच्या नव्या घडणीमध्ये पेन स्टेट मधील 'इन्स्टिट्यूट ऑफ

ग्रॅविटेशनल फिजिक्स ऍण्ड जिओमेट्री' च्या वैज्ञानिकांनी भरीव कामगिरी केली आहे. ऐतिहासिक कारणांसाठी त्यांच्या ह्या घडणीला 'लूप क्वांटम ग्रॅविटी' असे नाव मिळाले आहे. सापेक्षतावादामध्ये कालावकाशाचे अखंडत्व गृहीत धरले जाते. तर नवीन घडणीमध्ये असे मानले जाते की सापेक्षतावाद हे संपूर्ण सत्य नसून सत्याच्या जवळ जाणारे केवळ एक गृहीतक आहे. नवीन घडणीनुसार सापेक्षतावादाचे गृहीतक हे प्लँकच्या श्रेणीपाशी (Planck's scale) मोडून पडेल. प्लँकची श्रेणी म्हणजे असे अंतर जे न्यूटनचा गुरुत्व स्थिरांक, पुंजवादातील प्लँकचा स्थिरांक आणि प्रकाशाचा वेग ह्यांचा वापर करून काढता येते.

प्लँक श्रेणी अगदी सूक्ष्म अंतरे विचारात घेते. प्रोटॉनच्या त्रिज्येच्या सुमारे वीस घातांनी (order of magnitudes) लहान असलेल्या अंतरांचा ह्या श्रेणीमध्ये समावेश होतो. पृथ्वीवरील सर्वात सक्षम 'भारित कण त्वरणकां'मध्ये (energy particle accelerators) सुद्धा एवढ्या सूक्ष्म अंतरांचा विचार करण्याची गरज पडत नाही. त्यामुळे तिथे कालावकाशाचे अखंडत्व लागू होते आणि सापेक्षतावादही लागू होतो. इतर काही परिस्थितींमध्ये मात्र हे अखंडत्व लागू करता येत नाही. उदाहरणार्थ महास्फोटाआधीच्या बिंदूपाशी आणि कृष्णविवरांपाशी (आपण आधी पाहिल्याप्रमाणे) हे अखंडत्व फाटलेले

असते. त्यामुळे अशा ठिकाणी पुंजवादातील कालावकाश वापराने लागते, म्हणजेच लूप क्वांटम ग्रेविटी तिथे लागू होते.

पुंज कालावकाश (quantum spacetime) म्हणजे काय? उदाहरणार्थ, तुम्ही वाचत असलेला हा कागदच घ्या. हा कागद अगदी अखंड भासतो. मात्र आपल्याला माहित आहे की हा कागद अणूंचा बनलेला आहे. त्यामध्ये अणूंची विशिष्ट अशी बांधणी आहे, आणि अगदी इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक वापरला तरच ती दिसू शकते. आईन्स्टाईनने आपल्याला शिकवले

कृष्णविवरांच्या ठिकाणी

कालावकाश इतके ताणले जाते,

की ते फाटतेच

की भूमिती ही केवळ एक संकल्पना नाही तर तिला पदार्थाबरोबरच भौतिक अस्तित्वही आहे. त्यामुळे ह्या भूमितीमध्येही अणूंची एक ठरावीक बांधणी असायला हवी. ह्या बांधणीचा अभ्यास करण्यासाठी 'पेन स्टेट इन्स्टिट्यूट ऑफ ग्रेविटेशनल फिजिक्स ऍण्ड जिओमेट्री' ह्या संस्थेमधील, तसेच जगभरातील इतर वैज्ञानिकांनी सापेक्षतावाद आणि पुंजवाद एकत्र आणला आणि त्यातून पुंज-भूमितीची (quantum gravity) निर्मिती झाली. ही पुंज-भूमिती पुंज-कालावकाशाचे विश्लेषण व स्पष्टीकरण करते.

पुंज-भूमिती हा एक अत्यंत नेमका असा सिद्धांत (theory) आहे. ह्या सिद्धांतातील मुख्य घटक ज्यांना 'भूमितीचे मूलभूत उत्तेजक' (fundamental excitations of geometry) असे म्हणतात ते एकमित (one dimensional) आहेत. पातळ कापड जरी द्विमित आणि अखंड भासले तरी ते एकमित धागे उभे-आडवे गुंफून तयार झालेले असते. सापेक्षतावादाचे कालावकाश हे चतुर्मित भासत असले, तरी ते पुंज भूमितीच्या एकमित असलेल्या मूलभूत उत्तेजकांच्या विशिष्ट गुंफणीने (coherent superposition) बनलेले असतात. ही मूलभूत उत्तेजके म्हणजे कालावकाशाच्या कापडातील मुख्य पुंजधागे (quantum threads). स्थितिमात्रतांपाशी ह्या पुंजधागांचे काय होते? स्थितिमात्रतांपाशी कालावकाशाचे अखंडत्व भंगते. तिथे पुंजधागांची विशिष्ट गुंफणीही भंगते (मात्र पुंजधागांचे अस्तित्व शिथिल असते). तिथे कालावकाशाचे कापड फाटलेले असल्यामुळे अखंडाला लागू होणारे पदार्थविज्ञान तिथे कमी पडते. मात्र, पुंजधागे तिथे अस्तित्वात असल्यामुळे त्यांना लागू होणारे विज्ञान तिथे काम करत राहते. आईन्स्टाईनच्या सूत्रांमध्ये पुंजधागांसाठी बदल केला की ती सूत्रे अशा ठिकाणीही वापरता येतात. ही सूत्रे अशा ठिकाणी काय घडते त्याचे विश्लेषण आणि स्पष्टीकरण करू शकतात. कालावकाशाचे

अखंडत्व आपण बरेचदा गृहीत धरतो. त्यामुळे त्यासाठीचे विज्ञान वापरण्याची आपल्याला सवय झालेली असते. स्थितिमात्रतांपाशी मात्र आपल्याला ह्या सवयी बदलाव्या लागतात, कारण तिथे कालावकाशाचे अखंडत्व नसते. तिथे नव्या संकल्पना अंगिकाराव्या लागतात, नवे विज्ञान लागू करावे लागते. ह्या नव्या साहसामध्ये पुंजवादाची सूत्रे आपल्यासाठी मार्ग निर्माण करण्याचे, आपल्याला मार्ग दाखविण्याचे काम करतात.

ह्या नव्या विज्ञानाच्या बांधणीचा वापर करत गेली तीन वर्षे पेन स्टेट व जर्मनीतील अल्बर्ट आईन्स्टाईन संशोधन संस्थेमध्ये महास्फोटाचे विश्लेषण करण्याचे काम सुरू आहे. कालावकाशाचे अखंडत्व मानणारी आईन्स्टाईनची भागशः विकलक सूत्रे (partial differential equations) बदलून तेथे गुरुत्व-पुंजवादामधील पुंजभूमितीची खंड (discrete) रचना मांडणारी फरक सूत्रे (difference equations) घालण्याची गरज असल्याचे त्यातून अधोरेखित झाले. महास्फोटच्या अगदी जवळचा भाग सोडल्यास इतरत्र सापेक्षतावादाची सूत्रे ही मूलभूत सूत्रांपेक्षाही अधिक चांगल्या प्रकारे काम करतात. महास्फोटाच्या अगदी जवळच्या भागामध्ये मात्र ती काम करेनाशी होतात. प्लँकच्या प्रांतामध्ये कालावकाशाची वक्रता ही खूप तीव्र झाली तरी ती अनंत

(infinite) होत नाही. तेथे गुरुत्व हे प्रतिकर्षक (repulsive) बनते आणि सापेक्षतावाद कोलमडतो. मात्र आईन्स्टाईनच्या सूत्रातील पुंजवादासाठी केलेला बदल आपल्याला अखंडाकडून स्थितिमात्रतेच्या मार्गे भूमिती आणि पदार्थाच्या पुंजरचनेकडे घेऊन जातो. प्लँक प्रांताबाहेर, महास्फोटाच्या दुसऱ्या बाजूला मात्र सापेक्षतावादातील अखंडत्व लागू होते. महास्फोटाचे केलेले हे विश्लेषण जर योग्य असेल तर विश्वाच्या उगमाबाबतची आपली संकल्पना आणि विश्वाचा उगम नक्की कधी झाला, ह्या प्रश्नाचे उत्तर आपल्याला थोडे बदलावे लागेल. आईन्स्टाईनने आपल्याला शिकवलेल्या कालरचनेनुसार विश्वाची सुरुवात झाली ती महास्फोटाच्या वेळी नव्हे, तर किंचित नंतर. महास्फोटानंतर जेव्हा काल आणि अवकाश विलग न राहता त्यांचे अखंडत्व निर्माण झाले तेव्हा विश्वाची सुरुवात झाली. मात्र, सुरुवात झाली म्हणजे काय? तर विश्व हे बिंदुवत न राहता विश्वाला सीमा निर्माण झाली अशी सीमा, जिच्यापलिकडे पदार्थविज्ञान काम करीनासे झाले अशी जर आपली सुरुवातीची व्याख्या असेल तर मात्र सापेक्षतावाद देईल त्यापेक्षा वेगळेच उत्तर आपल्या हाती येईल. अधिक परिपूर्ण अश्या सिद्धांतामध्ये मात्र विश्वाला सुरुवात अशी नसेलच. (कारण महास्फोटाच्या पूर्वीच्या बिंदुवत वस्तुमान आणि अनंत घनता

असलेल्या विश्वाचे स्पष्टीकरण आपण गुरुत्वपुंजवादाच्या साहाय्याने करू शकू. म्हणजेच महास्फोटापूर्वीही पुंजधग्यांच्या स्वरूपात विश्व अस्तित्वात होते असे म्हणता येईल.)

थोडक्यात सांगायचे, तर विसाव्या शतकामध्ये काल आणि अवकाशाबद्दलच्या आपल्या आकलनामध्ये मोठेचे स्थित्यंतर झाले. एकविसाव्या शतकामध्ये असेच एक मोठे स्थित्यंतर येऊ घातले आहे. महास्फोट आणि कृष्णविवरामधील स्थितिमात्रतांचे विज्ञान जाणून घेणे ही काही आता आघाडीवर ठेवण्याची गोष्ट राहिलेली नाही, आणि त्यासाठी पुंजभूमितीचे आधार मानावेत तेवढे थोडेच. सापेक्षतावादाने आपली जी कल्पना करून दिली होती त्यापेक्षा प्रत्यक्ष (भौतिक) पुंज - कालावकाशाचा पसारा खूपच मोठा आहे. कृष्णविवरांचे विश्लेषण आणि स्पष्टीकरण करण्याच्या निमित्ताने सुरु

झालेल्या आणि पूर्वी कधी न पाहिलेल्या ह्या नव्या आणि सक्षम संकल्पनांच्या माध्यमांतून गेल्या तीसेक वर्षांपासून पिडणाऱ्या काही समस्या ह्या मुळापासून सोडवणे सुकर होणार आहे. तसेच, त्यांमधून नवे प्रश्नही उभे राहतील. त्या प्रश्नांची उत्तरे मिळवण्यातून, त्यांतून निर्माण होऊ शकणाऱ्या परिस्थितींमधून ह्या विश्वशास्त्राच्या दुनियेत आणखी काही विलक्षण गोष्टींचा जन्म होऊ शकेल. भविष्यात येऊ घातलेल्या ह्या विलक्षण गोष्टी आपल्याला खुणावत आहेत.

मूळ लेख येथे वाचता येईल -

<http://www.science.psu.edu/journal/Summer2005/AshtekarFeature.htm>

मराठी अनुवाद: वरदा वैद्य, ऑक्टोबर २००७.

हा अनुवाद मराठी विज्ञान परिषदेच्या पत्रिका ह्या मासिकाच्या फेब्रुवारी २००७ च्या अंकामध्ये प्रसिद्ध झाला आहे.

With Best Compliments from



SPN

RISK SOLUTIONS LLP

**We provide software development
solutions in finance domain**

Hanamant P. Sabale

Janardhan Residency, Bungalow No. 2, Vidyanagar,
Karad (Banawadi Corner) Dist. Satara

लढाया आणि युद्धे - वनस्पतींची

लेखक : अ. चिं. इनामदार

एखादा खट्याळ मुलगा रस्त्याने जाताजाता उगीच झाडाची पाने ओरबाडतो. आजोबा पूजेला फुले तोडतात. जळणासाठी किंवा इतर अवैध कामासाठी झाडे तोडली जातात. या आणि अशा गोष्टी आपण रोजच पाहतो - वनस्पती आपल्यावरील हल्ल्यांचा प्रतिकार करू शकतात का? त्या तसे करतात का? त्यासाठी त्यांची साधने काय असतात. याचा विचार केला तर मनोरंजक गोष्टी समोर येतात.

संरक्षणाची प्रेरणा सर्व सजीवांना असते. Fright, flight and fight म्हणजे भय वाटल्यावर पलायन करणे किंवा लढाई करणे या मार्गांनी प्राणी वागतात. हल्ला होऊ नये म्हणून प्रतिबंधात्मक गोष्टी आणि हल्ला झाल्यावर संरक्षणात्मक उपाय अशा दोन्ही पद्धतींनी वनस्पती आपले रक्षण करण्याचा प्रयत्न करतात.

त्यांना आवश्यक असणाऱ्या सूर्यप्रकाश, जागा - जमीन व पाणी ही संसाधने मिळण्यात जेव्हा अडचणी येतात तेव्हा इतर वनस्पतींशी स्पर्धा करून,

त्यांच्यावर मात करून त्या तगून राहतात. संरक्षणाचा हा दुसरा मार्गच नाही का? वारा, पाणी, प्राणी, पक्षी यांच्या मदतीने आपल्या बिया दूर पाठवून जशी स्पर्धा राखली जाते, तसेच विविध रसायने आजूबाजूला हवेत,



जमिनीत मुक्त करूनही दुसऱ्या वनस्पतींवर कुरघोडी करण्याचा प्रयत्न केला जातो.

संरक्षण आणि आक्रमणासाठी वनस्पतींकडून वापरल्या जाणाऱ्या विविध साधनांचा आपण आढावा घेऊ या.

लहानमोठे, सरळ किंवा वळलेले टोकदार, कठीण काटे हा संरक्षणाचा सर्वात सोपा उपाय. काटे प्रथम प्राण्यांच्या अंगाला टोचतात व त्यातूनही भागले नाही तर त्यांच्या जिभांना टोचतात. बाभळ, डुरांटाच्या मोठ्या काटाचापासून रेशीम काटा किंवा चुबुककाटाच्या कुसळांपर्यंत काट्यांचे अनेक आकार व प्रकार असतात, ते अनेक भागांची रूपांतरणे (Modifications) असतात. डुरांटा, बोगनव्हिला, करवंद यात ते पानांच्या बेचक्यात असणाऱ्या मुकुलांचे (Buds) रूपांतर असते, तर बेल, लिंबू यांचे काटे विशिष्ट पानांचे रूपांतरण असते. बाभूळ,

बोर यांचे काटे म्हणजे उपपर्णे (stipules) असतात तर फड्या निवडुंग, शतावरी यात ती रूपांतरित पाने असतात. शिंदीचे काटे म्हणजे पानाची टोके तर डाळिंबाचे काटे म्हणजे पानाचे देठ. गुलाबाचे काटे छोटे तर काटेसावरीवर मोठे काटे सालीवर आणि वरवरचे असतात. रेशीमकाटा किंवा चुबुककाटाचे काटे म्हणजे फांद्या असतात. अशा काट्यांमुळे चरणाऱ्या प्राण्यांपासून संरक्षण मिळते. अर्थात जिराफ किंवा उंटाना या काट्यांचा सामना करत पोट भरावे लागते, कारण त्यांच्या अधिवासात अनेक वनस्पती अशा काटेरीच असतात.

खाजकुयली या वेलाच्या फळांवर एकपेशीय केसाचे दाट आवरण असते. प्रत्येक केसाचे टोक गोलाकार व सिलिकाचे बनलेले असते. केसात विषारी द्रव भरलेला असतो. प्राण्यांच्या शरीराच्या संपर्कात आल्यावर



केसाचे टोक तुटते व विषारी द्रवाचे प्राण्याच्या शरीरात इंजेक्शन दिले जाते. अशा असंख्य केसामुळे प्राण्याला वेदना होतात. महाबळेश्वरसारख्या ठिकाणी नेटल्सच्या जाती आहेत, त्याही याच मार्गाने संरक्षण मिळवितात.

विषारी पदार्थ (आम्ले) वापरण्याऐवजी पाने, फळे, खोडांवर चिकट पदार्थ असलेले केस - चित्रक, पुनर्नस, जट्रोफा, तंबाखू इत्यादींत असतात. यामुळे खाण्याचा प्रयत्न करणाऱ्या प्राण्याच्या तोंडाला या वनस्पतींचे भाग चिकटतात आणि त्यांची 'भीक नको पण कुत्रा आवर' अशी अवस्था होते. रूईच्या पानांवर-खोडावर मेणाचा थर असतोच, शिवाय अत्यंत दाट केस असतात. प्राण्यांना हे आवडत नाहीत.

कित्येक झाडांच्या सालीत कॉर्क ही ऊती असते. याच्या पेशीत स्युबरिन हा मेणाप्रमाणे असणारा पदार्थ असतो. इतर झाडांच्या सालीत टॅनिन, अल्कलॉइड्स असतात ती कडू व तीक्ष्ण चवीची असल्याने अशा थोड्या जून भागांचे रक्षण होते.

रूई, निवडुंग, बिट्टी, कणहेर इत्यादी अनेक वनस्पतीत दुधाप्रमाणे पांढरा किंवा पाण्याप्रमाणे पण थोडा चिकट असा चीक लॅटेक्स असतो. वनस्पतींना नको असणारे अपायकारक पदार्थ (उदा. टॅनिन्स, अल्कलॉइड्स) त्यात असतात. वाईट चवीबरोबर त्यांच्यामुळे इतरही त्रास होतात (उदा. शेर उततो.) वनस्पतींच्या सर्वभागात चीक वाहत असतो.असे भाग व अशा वनस्पती खाणे प्राण्यांकडून टाळले जाते.





कडू चव आणि त्रासदायक दुर्गंध असणाऱ्या वनस्पतीही प्राण्यांकडून टाळल्या जातात. कडूलिंब, कारले यांची चव कडू असते तर सुरणाच्या फुलोऱ्याचा वास प्राण्यांना दूर ठेवू शकतो.

अळू 'खाजरे' असते कारण त्यात कॅल्शियम कार्बोनेटचे सुईसारखे असंख्य स्फटिक असतात. कण्हेरीच्या पानात

रेझिन्स, टॅनिन्स, बाष्पनशील तेले आणि अल्कलॉइड्स ही सेकंडरी मेटॅबोलाइट्स म्हणजे वनस्पतींच्या चयापचयातून तयार होणारे दुय्यम पदार्थ असतात. वनस्पतीत उत्सर्जक संस्था नसल्याने ते जून पाने, साल, शेंगासारख्या फळांचे कवच यात साठविले जातात. यामुळे वनस्पतींना त्यांचा त्रास होत नाही. यातील अल्कलॉइडसचे वैशिष्ट्य म्हणजे मात्रेप्रमाणे (खाण्यात येणाऱ्या प्रमाणाप्रमाणे) त्यांचे परिणाम उत्तेजक, औषधी किंवा विषारी असे होतात. तंबाखूतील निकोटिन, अफूतील मॉर्फिन ते थेट कुचल्यातील स्ट्रिकटिन अशी त्यांची अनेक उदाहरणे आहेत. प्राणी अशा वनस्पती खाणे पूर्वीच्या अनुभवाने किंवा उपजत प्रेरणेने टाळतात.

द्राक्षांच्या घडासारखे, देठाला लटकलेले संयुक्त स्फटिक असतात. रबर, वड इत्यादींच्या पानात असेच स्फटिक असतात. अशी पाने खाण्यात आली तर प्राण्यांना त्रास होतो. त्यामुळे वनस्पतींना संरक्षण मिळते. ऊस, गवत, यांच्या पानांच्या कडेला सिलिकाचे धारदार स्फटिक असतात. त्याने प्राण्यांच्या जिभा कापून त्यांना इजा होते. कळक, मका यांच्या पानांच्या कडाही धारदार असतात.

संरक्षणाचा आणखी एक परिणामकारक मार्ग म्हणजे भक्षक प्राणी ज्याला घाबरतील अशाची नक्कल करणे. सापकांद (ऑरिसिमा) या पश्र्चिम घाट आणि दार्जिलिंग, शिलाँग येथे आढळणाऱ्या वनस्पतीचे उदाहरण मजेशीर आहे. या वनस्पतीवर ठिपके असतात

आणि तिच्या फुलोऱ्याचा रंग हिरवा - जांभळा असून तो तंतोतंत नागाच्या फड्याप्रमाणे असतो - अगदी पट्ट्या आणि ठिपक्यांसहित. अगदी दुरूनही फुलोरा भीतिदायक वाटतो, अर्थात् अशा वनस्पतीच्या वाटचाला कोण कशाला जाईल?



आंबा, जांब इत्यादी वनस्पती आपल्या संरक्षणासाठी मुंग्यांची फौज बाळगतात. दक्षिण अमेरिकेत वाढणाऱ्या बाभळीच्या एका जातीत उपपर्णे (स्टिप्युल्स) पोकळ आणि टोकदार असतात, त्यांच्या पोकळीत मुंग्या राहतात. आता या मुंग्यांना अन्न म्हणून ही वनस्पती काही खाद्यकणांची निर्मिती करून ते संयुक्त पर्णिकांच्या टोकाशी ठेवते अशा रीतीने रोटी - मकानाची सोय झाल्यावर (कपडा त्यांना लागत नाही) परतफेड म्हणून मुंग्या बाभळीचे संरक्षण करतात !

संरक्षणाचा वनस्पतींनी वापरलेला आणखी एक मार्ग म्हणजे रासायनिक पदार्थ वापरणं. हल्लेखोर टोळांचा प्रतिकार करण्याचे एक उदाहरण १९८८ मध्ये नोंदले गेले. लव्हाळ्याच्या एका जातीवर जगणाऱ्या टोळांची अंतःस्रावी (होर्मोनल) संरचना उलटीपालटी झाली, तसेच पंख मुडपले,

त्यांची रचना बदलली आणि पुनरुत्पादनला ते असमर्थ झाले.

अशा प्रकारे वनस्पती आणि त्यांच्यावर जगणारे कीटक यांचा झगडा दहा कोटी वर्षांपासून सुरू आहे. दोघांनीही संरक्षण आणि आक्रमण यांच्या पद्धती अनेकदा बदलल्या आहेत. यात कोणाचा विजय होणार हे काळच ठरवेल (किंवा तसेही नाही, कारण सपुष्प वनस्पती आणि कीटक यांची उत्क्रांती समांतर झाली आहे.).

प्रत्येक वनस्पतीला जगण्यासाठी ठरावीक जागा, पाणी, सूर्यप्रकाश लागतात. यासाठी होणाऱ्या स्पर्धेत टिकून राहण्यासाठी काही रसायने हवेत, जमिनीत मुक्त केली जातात, या प्रक्रियेला 'अॅलिलोपॅथी' म्हणजे एक सजीवाचा दुसऱ्या सजीवावर होणार परिणाम असे म्हणतात.

एकाच प्रजातीच्या वनस्पती जेव्हा मर्यादित जागेत वाढतात तेव्हा ऑलिलोपॅथी वापरली जाते, तसेच जेव्हा भिन्न वनस्पतीत स्पर्धा असते, उदाहरणार्थ मोठ्या व लहान वनस्पती, तेव्हाही. वाळवंटी प्रदेशात संसाधने आधीच मर्यादित असतात, तेथे ही स्पर्धा आणखी तीव्र होते. बाष्पनशील तेले, फीनॉलिक्स किंवा इतर विषारी रसायने परिसरात मुक्त केली जातात. १९४८ मध्ये ग्रे आणि बॉनर यांनी असे पाहिले रसायन शोधून काढले. वाळवंटात वाढणाऱ्या एका झुडूपाच्या पानांतून पाण्यात विरघळून ते खाली पडत होते, त्यामुळे आजूबाजूच्या जमिनीत इतर झाडे रूजू किंवा वाढू शकत नव्हती. पाण्याची आणखी बचत करण्यासाठी काँग्रेस गवताच्या एका प्रकाराने (पार्थेनियम अर्जेंटम) ट्रान्स - सिन्नॅमिक ऑसिड हे विषारी रसायन मुळांमार्फत जवळपास पसरले. त्यामुळे

इतर झाडे वाढू शकली नाहीत.

कॅलिफोर्नियात ५ ते ६ दशलक्ष हेक्टरवर, उतार व दऱ्यांच्या प्रदेशात चॅपरेल नावाची परिसंस्था आहे. कठीण, जाड, सदाहरित पानांच्या वृक्ष व झुडूपांनी ती बनली आहे. नोव्हेंबर ते मे हा तेथील झाडांच्या वाढीचा काळ असतो. तेथे ठरावीक काळांनी आगी लागून झाडांचे नुकसान होते. त्यामुळे तेथे वाढणाऱ्या वनस्पतींत सुमारे २५ वर्षात चक्रीय बदल होतात. संशोधकांना चॅपरेल परिसंस्थेत दोन गोष्टी विशेष आढळल्या. पहिली म्हणजे काही विशिष्ट झुडूपाभोवती मोकळी जागा होती. दुसरी अशी की आगी लागल्यानंतर आगीनंतर एकवर्षीय वनस्पतींची होणारी भरपूर वाढ. झुडूपांची पुन्हा वाढ होईपर्यंत एकवर्षीय वनस्पतींची वाढ चालू राहते. परिस्थितिकीमध्ये बदलणाऱ्या इतर पर्यावरणीय घटकांचा यात हात नाही याची



खात्री करून घेतल्यावर यात ॲलिलोपॅथी काम करते हे नक्की कळले. झुडुपांभोवतीच्या जमिनीचे पृथक्करण केल्यावर तिच्यात सिनिऑल व कापूर यासह इतर बाष्पनशील टर्पीन्स मोठ्या प्रमाणावर आढळून आली. याचमुळे तेथे गवतांच्या एकवर्षीय जाती उगवू शकत नाहीत हे नंतर सिद्ध केले गेले.

त्याचे कारण आर्गीमुळे जमिनीतील या टर्पीन्सचा नाश होतो, तसेच ती बनवणाऱ्या झुडुपांचाही होतो. आगीनंतरच्या काही वर्षात टर्पीन्सचा अडथळा नसल्याने इतर वनस्पती वाढू शकतात. नंतर मात्र झुडुपांची आणि पर्यायाने टर्पीन्सची वाढ झाल्याने सहा - सात वर्षांनंतर झुडुपांभोवती वनस्पतिविरहित गोलाकार जागा दिसतात. या गोष्टी क्रमाने घडत गेल्याने चॅपरेल परिसंस्थेत बदल होतात. टर्पीन्सप्रमाणे अर्बुटिन, फेकलिक ॲसिड इत्यादी फीनॉलिक रसायने मुक्त करून परिसर इतर काही वनस्पती आपल्या वाढीसाठी राखीव ठेवतात.

‘पीच’च्या मुळांनी मुक्त केलेले पुनासिन, कोबी ने बनविलेले सिनिग्रिन, तंबाखूतील निकोटिन, वॉलनटमधील जुग्लोन इत्यादी ॲलिलोपॅथीला कारणीभूत असलेल्या रसायनांचाही टर्पीन्स आणि फीनॉलिक्स प्रमाणे परिणाम होतो.

ॲलिलोपॅथीसारखीच तिची अजून एक बाजू लक्षात आली आहे, ती म्हणजे स्व-नियंत्रण. म्हणजे एक प्रजाती स्वतःच्याच वाढीवर परिणाम करते.

वनस्पती - समूहाची वाढ होताना ती एका क्रमाने होते म्हणजे लायकेन्स, हरिता, एकवर्षीय छोट्या वनस्पती, झुडुपे आणि नंतर बहुवर्षीय वृक्ष याला ‘प्लँट सक्सेशन’ म्हणतात. यात प्रत्येक प्रकारच्या वनस्पती ठरावीक काळ वाढतात व अशी स्थिती निर्माण करतात की नंतरच्या प्रकारच्या वनस्पती तेथे वाढाव्या म्हणजे आधी वाढणाऱ्या वनस्पती स्वतःच्या वाढीवर निर्बंध आणतात. सूर्यफुलात हे आढळून आले आहे. नवीन प्रदेशात वाढतांना त्यांची भरपूर (संख्यात्मक) वाढ होते पण त्यांनंतर ती स्वतःच्या वाढीवर नियंत्रण आणतात. कदाचित संसाधनांचा मर्यादित वापर व्हावा म्हणून असे होत असेल.

संरक्षणासाठी आणि आक्रमणासाठीही वापरल्या जाणाऱ्या या वेगवेगळ्या साधनांची आणि पद्धतींची माहिती झाल्यावरही आपण पृथ्वीवरील या पहिल्या रहिवाशांना गरीब - निरुपद्रवी म्हणू का?

(सदर लेखासाठी डॉ. मंदार दातार यांनी संदर्भ उपलब्ध करून दिले.)



लेखक : अ. चिं. इनामदार, वनस्पतीशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक.

उपग्रहांचे प्रकार

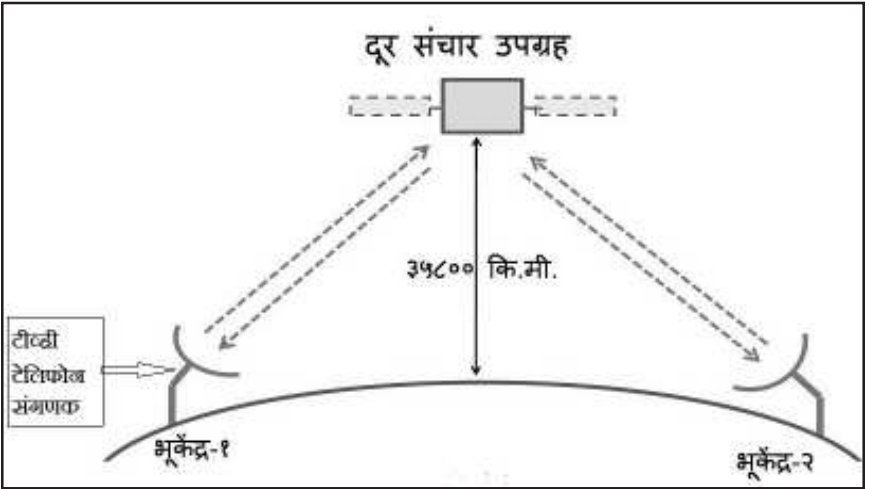
लेखक : सुरेश नाईक

प्रत्येक उपग्रहाचे अवकाशातील जीवित कार्य (life-time mission) पूर्वनियोजित असते. अवकाशातील उपग्रहांचा उपयोग करून लोकांचे जीवनमान सुधारण्यासाठी वेगवेगळ्या सेवा पुरविणे हा अवकाश - तंत्रज्ञानाचा मुख्य उद्देश आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून खूप उंचीवर उपग्रहांना फिरते ठेवल्याने त्यांची भूप्रदेशाची व्याप्ती प्रचंड

असते. यामुळे उपग्रह - तंत्रज्ञानाचा उपयोग वेगवेगळ्या कार्यासाठी करून घेणे शक्य होते. उपग्रहांच्या कार्यांनुरूप त्यांचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे करण्यात येते.

१. दूरसंचार किंवा संदेशवहन (Telecommunication)

या प्रकारातील उपग्रहांद्वारे टी.व्ही. टेलिफोन

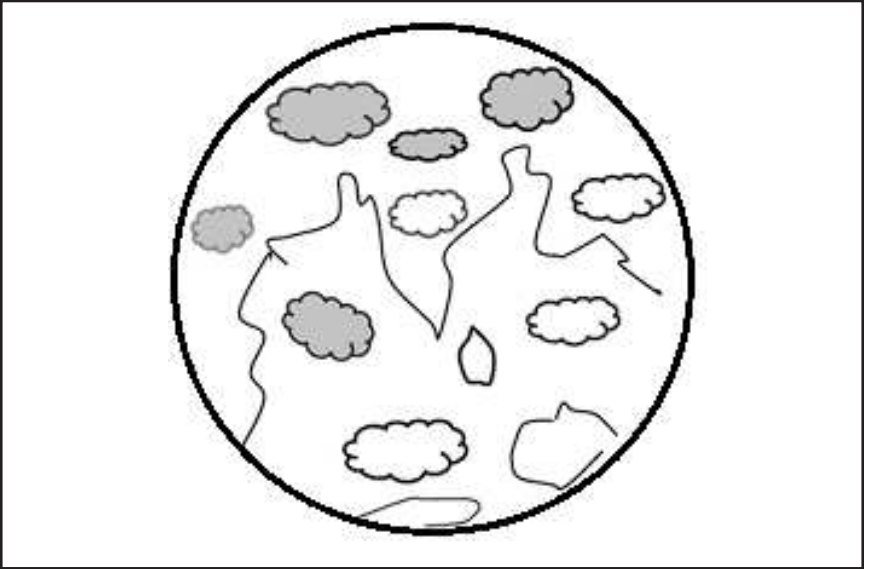


किंवा संगणकनिर्मिती संदेश यांचे थेट प्रक्षेपण जगामध्ये कोठेही करणे शक्य आहे. केवळ पार्थिव जाळ्याद्वारे पाठविले जाणारे संदेश नेहमी सरळ रेषेत प्रवास करित असतात. पृथ्वी गोलाकार असल्याने ठरावीक अंतरानंतरच्या पृष्ठभागीय वक्रतेमुळे त्या संदेशाचे ग्रहण करणे अशक्य होते. यासाठी उंच टॉवरवर बसविलेल्या पुनः प्रसारकाचा (Repeater station) उपयोग करावा लागतो. उपग्रह म्हणजे एक प्रकारे अवकाशातील अधांतरी (टॉवर विरहित) रिपीटर्सच आहेत. या प्रकारचे उपग्रह मुख्यत्वे भूस्थिर कक्षेत असतात. कारण भूकेंद्रांच्या अँटेनांचे उपग्रहाशी एकदा एकरेषीकरण (Alignment) केले की नंतर पुन्हा त्यांची हलवाहलव करण्याची गरज भासत नाही.

याचे एक उदाहरण म्हणजे घराबाहेर बसविलेल्या उपग्रहांकडून प्रसारित करण्यात आलेल्या टी.व्ही. संदेशांचे थेट ग्रहण करणाऱ्या डिश अँटेना.

२. हवामान माहिती सेवा (Meteorological)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे आणि वातावरणातील घडामोडींचे निरीक्षण आणि त्याविषयीची गोळा केलेली माहिती भूकेंद्राकडे पाठविणे हे या प्रकारच्या उपग्रहांचे काम असते. या माहितीच्या आधारे हवामान विषयक अंदाज बांधणे शक्य होते. ढगांची व्याप्ती व संबंधित भूप्रदेश, सागरांचे निरीक्षण तसेच सागराच्या पृष्ठभागाच्या तापमानाचे मोजमापन याबद्दलची माहिती, हे उपग्रह सातत्याने पुरवू शकतात.



३. मार्गदर्शक (Navigation) उपग्रह प्रणाली

पूर्वी खलाशी व पर्यटक कंपास, सूर्य, चंद्र व तारे यांच्या साहाय्याने दिशेचा शोध घेत असत. आता फक्त एका मोबाईल फोनसारख्या दिसणाऱ्या 'जागतिक स्थाननिश्चिती प्रणाली (Global Positioning System) रिसिव्हरची तुम्हाला गरज आहे. या प्रकारातले उपग्रह मध्यम उंचीच्या २०,१०० कि.मी. भूकक्षेचा उपयोग करतात. या प्रणालीचा उपयोग जहाजे, विमाने, अवकाश याने, मोटारी व पर्यटक यांना त्यांचे पृथ्वीवरील स्थान निश्चित दाखविण्यासाठी होतो.

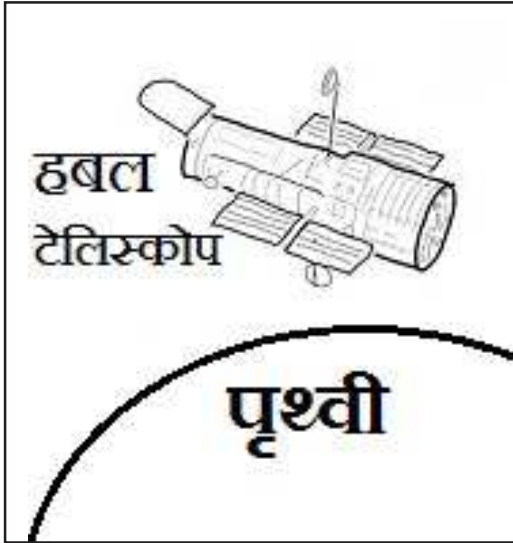
४. दूरसंवेदक (Remote Sensing)

दूर अंतरावरून (७०० ते ८०० कि.मी.) पृथ्वीचे निरीक्षण करणारे हे उपग्रह त्यांच्यावर

बसविलेल्या कॅमेऱ्यांच्या साहाय्याने संबंध पृथ्वीची छायाचित्रे घेऊन ती चित्रे सातत्याने भूकेंद्राकडे पाठवतात. हे उपग्रह ध्रुवीय कक्षेत फिरतात.

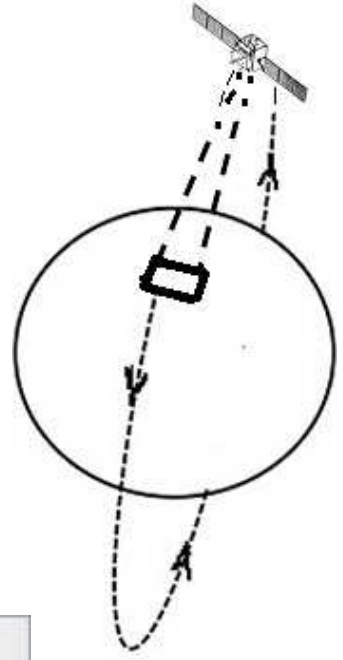
५. खगोल शास्त्रीय उपग्रह (Astronomical)

यांना संशोधक उपग्रह असेही म्हणतात. खगोलीय पिंडांचे गुणधर्म मापन करणे हा त्यांच्या कार्याचा एक भाग असतो. पृथ्वीवरील दुर्बिणीच्या साहाय्याने हे काम करताना, वातावरणामुळे अडचणी येतात. तसेच दिवसाच्या प्रकाशात हे काम शक्य नसते. अवकाशातील दुर्बिणीद्वारे या प्रकारच्या समस्यांवर मात करता येते. 'हबल' व अशा प्रकारच्या उपग्रहांचा या प्रकारात समावेश होतो.



६. लष्करी उपग्रह

हे दूरसंवेदक प्रकारचे उपग्रह त्यांच्यापेक्षा कमी उंचीवरून (साधारणपणे ३०० कि.मी.) फिरणारे असून त्यांच्यामध्ये प्रभावशाली कॅमेऱ्यांच्या साह्याने पृथ्वीवरील लहानात लहान वस्तू ओळखण्याची कुवत (superior resolution) असते. दुसरा फरक म्हणजे त्यांच्यावरील दळणवळणाच्या उपकरणांमध्ये सांकेतिक (encrypted) भाषेचा उपयोग केलेला असतो. पृथ्वीच्या हव्या त्या भागाची टेहेळणी करून विलक्षण अचूकतेने छायाचित्रे



गोळा करणारे अक्षरशः शेकडो उपग्रह पृथ्वीभोवती फिरत आहेत.

आजोदाव्या शिखासवरती
सुमनास जाउअस वसो...
वाचा सुवांनी वाचा !

वाचन समुद्र लेखासनी
इतमपुद्द लेखासनी
अनुपवीद्द लेखासनी
एका अवेषा पर्यंतप खलिका!

व्यास विद्याप्रभुंच्या
वाच साहित्य
१०० पुण्यासव्या

किंमत
रु. ३,०००/-

**'अन'दार
स्वाजिवा**

व्यास विद्याप्रभु
३००, २००० बॉम्बे, २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २०००
३००, २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २०००
३००, २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २०००
३००, २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २००० बॉम्बे २०००

Best Compliment From



SOMAMSHU

114 / 116 Dhayari
Opp Savitri Mangal Karyalaya
Pune 411041
Ph. 020 24394821
Mobile: 09970165987; 9890907498



पाठ्यपुस्तक कशासाठी



टाटा सामाजिक संस्थेच्या शिक्षण विभागातील असोसिएट प्राध्यापक दिशा नवानी यांनी पाठ्यपुस्तकांच्या विविध पैलूंवर शिक्षणतज्ञ माननीय श्री.कृष्णकुमार यांच्याशी संवाद साधला. त्याचा सविस्तर वृत्तांत हिंदीतील शैक्षणिक संदर्भच्या जाने.-फेब्रु.२०१४ अंकातून प्रसिध्द झाला आहे. त्याचे सुहास कोल्हेकर यांनी केलेले संपादित मराठी रूपांतर.

आपल्याकडच्या शिक्षण व्यवस्थेत पाठ्यपुस्तकाची फारच महत्त्वाची भूमिका आहे. वर्गात होणारे शिक्षण पाठ्यपुस्तकाभोवती फिरते, त्याच्याच आधारे परीक्षा घेतली जाते. त्याच माध्यमातून राज्यकर्ते वर्गात चालणाऱ्या शिक्षण प्रक्रियेवर नियंत्रण ठेवू शकतात.

शिक्षण व्यवस्थेचे रूपांतर जेव्हा औपचारिक शिक्षण व्यवस्थेत झाले तेव्हा पाठ्यपुस्तकाच्याच माध्यमातून एक प्रकारचे नियंत्रण निर्माण झाले. मान्यता असलेले ज्ञान पाठ्यपुस्तकातून देणे हेच शिक्षकाचे काम

होऊन गेले. त्याकरिता शिक्षक प्रशिक्षणाची सुरुवात झाली. मग शिक्षकांची नियुक्तीच जणू पाठ्यपुस्तक शिकविण्याकरिता होऊ लागली.

२००५ नंतरची एन.सी.ई.आर.टी.ची पाठ्यपुस्तकं राष्ट्रीय अभ्यासक्रम आराखडा २००५ नुसार तयार करण्यात आलेली आहेत. त्यांचा उद्देशच शिक्षणात मुलांच्या जीवनाचे प्रतिबिंब दिसावे आणि मुलांच्या जीवनाचे संदर्भ वर्गात जोडून घेणे शिक्षकाला शक्य व्हावे, असा आहे. अर्थात हे काम भारतासारख्या विविधतेने सजलेल्या देशांत

सोपे नाही, कारण इथे निरनिराळ्या भागात मुलांच्या जीवनाचे संदर्भ वेगवेगळे आहेत. सर्व मुलांच्या जीवनाचे प्रतिबिंब दिसेल असे एकच पाठ्यपुस्तक असणे शक्य नाही. पुस्तक तर फक्त एक साधन आहे. त्याच्या मदतीने एक पार्श्वभूमी तयार होईल व मुलांच्या गरजेनुसार आणि शिक्षकाच्या क्षमतेनुसार पुढे जाता येईल.

खरं तर कोणत्याही विषयाकरता एकच पाठ्यपुस्तक असूच नये. अनेक पाठ्यपुस्तके असावीत. त्या त्या विषय घटकाकरता योग्य अशी सामग्री शोधून त्याचा उपयोग वर्गात करण्याइतकी स्वतंत्र वृत्ती व समज शिक्षकांत हवी.

पाठ्यपुस्तक जीवनाशी जोडलेले असणे याचा अर्थ, जे काही घडतं आहे ते सर्व तसेच दाखवायला सुरुवात करणे असा नाही.. उलट जे घडत आहे, त्याबद्दल प्रश्न

उपस्थित करण्याची शक्यता दिसणे. पुस्तकांतल्या आशयाच्या आधारे वर्गात संवाद कसा साधला जाऊ शकतो हे शोधणे महत्त्वाचे आहे. तो संवाद सांप्रदायिकतेचे वातावरण पसरवणारा नसावा; ज्या उपभोगवादी वातावरणात मुलं वाढत आहेत त्याला प्रोत्साहन देणारा नसावा; महिला, गरीब आणि निसर्ग यांच्या शोषणाला उत्तेजन देणारा नसावा. या सर्व वातावरणात जगताना, मुलांच्या मनांत याबद्दल प्रश्न विचारण्याची इच्छा, त्यांची उत्तरे शोधण्याची क्षमता उत्पन्न होते का, हा खरा प्रश्न आहे. या सगळ्याचा उद्देश मुलांची समज आणि कल्पनाशक्ती विकसित करणे हा आहे.

राष्ट्रीय अभ्यासक्रम आराखडा २००५ मध्ये समीक्षात्मक शिक्षणाचा (क्रिटीकल पेडागॉजी) उल्लेख आहे. सभोवतालच्या परिस्थितीकडे तटस्थपणे बघू शकणे म्हणजे समीक्षात्मक शिक्षण होय. त्या व्यवस्था कुठून आल्या? त्या चांगल्या आहेत की वाईट आहेत? धर्मावर आधारित भेदभावासारख्या ज्या गोष्टी कल्पनाशक्ती आणि विचार या दोहोंना एकत्रित आणतात, त्या सर्वांबद्दल प्रश्न उपस्थित करणे खूप आवश्यक आहे. शाळा एकटी ही सर्व कामं करू शकणार नाही, पण किमान तिथे विचार



करण्याला प्रोत्साहन मिळेल, तिथे बुद्धीचा विकास होईल. इथे चालत आलेल्या रूढीपरंपराच फक्त जोपासल्या जाऊ नयेत.

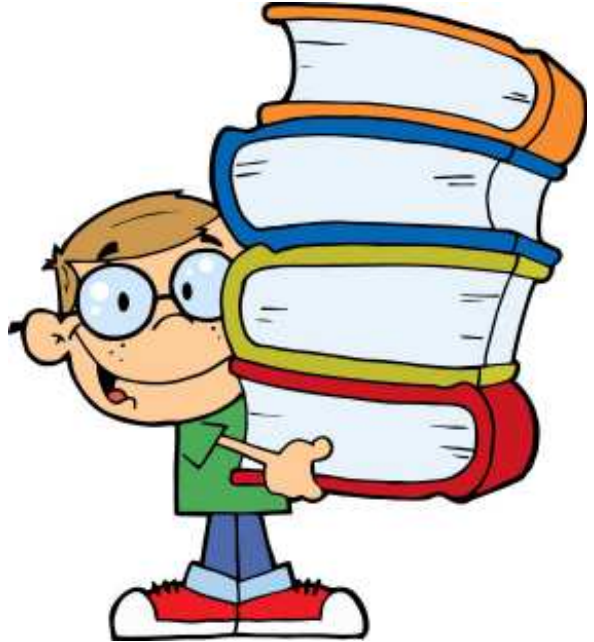
राष्ट्रीय अभ्यासक्रम आराखड्याची भूमिका लिहिताना प्रा. यशपाल म्हणतात, “जीवनाचा अर्थ ‘प्रत्येक नवीन पिढीने आपलं जीवन नव्या पध्दतीने जगणं’ एवढाच नाही, तर जीवनाची नव्याने व्याख्या करण्याची, अर्थ शोधण्याची ती एक संधी आहे. मात्र आपण जर मुलांना आपल्याच पावलावर पाऊल ठेवत चालायला लावले, तर निसर्ग त्याचे प्रयत्न थांबवेल.” हबीब तनवीर या प्रसिध्द नाटककारानी म्हटलं आहे, “पक्षी स्वतः उडाला, तर साता आकाशांची बातमी घेऊन येईल... पण जर तुम्ही उडवलं तर छतावर जाऊन बसून राहिल.”

शिकवताना मुलांच्या जीवनातले एकूण एक विषय महत्त्वाचेच आहेत. जे साहित्य आमच्या आसपास घडणाऱ्या घटनांकडे आमचं लक्ष वेधते आणि मग त्यातूनच आम्हाला एखाद्या सार्वभौम मुद्यापर्यंत पोहचवते, ते उत्तम शैक्षणिक साहित्य.

एखाद्या रोपाच्या

वाढीच्या निरीक्षणातून कळतं की त्याला वाढण्याकरता सूर्याकडून ऊर्जा मिळते आहे. ‘झाड सूर्यापासून पोषण मिळवतं आणि अन्न बनवतं’ याबद्दल शिकण्यासाठी कमीतकमी एका रोपाचं निरीक्षण करता येणं आवश्यक आहे. ते रोप कधी कोमेजतं आणि कधी जोमानं वाढतं... ही प्रत्यक्ष बघण्याची आणि अनुभवण्याचीच गोष्ट आहे.

सर्व सिध्दांत नुसते सांगून टाकले तर मुलांमध्ये निरीक्षणाची गोडी कशी निर्माण होणार? त्यांना उत्सुकता कशी वाटणार? आसपासच्या गोष्टी हाताळत गेलो, तरच आणखीन मोठ्या रचनेचा विचार आमच्या डोक्यात तयार होऊ लागतो. ‘आसपासच्या





जीवनातूनच मुलांच्या उत्सुकतेचं रूपांतर रुचित होऊ शकतं,' हा विज्ञान शिक्षणातला मान्यताप्राप्त सिध्दांत आहे.

शिकणारी जी पहिली पिढी आहे, त्या मुलांसाठी पाठ्यपुस्तकाला आणि लिहिता-वाचता येण्याला एक विशेष महत्त्व आहे. त्याचे आईवडिल किंवा त्याच्या आसपासची मोठी माणसं त्याला अभ्यासात काही मदत करू शकत नाहीत एवढ्याच अर्थाने नाही, तर त्याची बुद्धी ज्या साक्षर संस्कृतीने प्रभावित होईल ती विचारसरणी त्याच्या आसपासच्या मोठ्या माणसांच्या बघण्याच्या, विचार करण्याच्या, समजून घेण्याच्या पध्दतीपेक्षा एकदम निराळी असेल. शिकलेल्या कुटुंबात वाढलेलं मूल आणि आसपास लिहिणं-वाचणं अजिबात नसलेलं मूल यात बराच फरक असतो. पाठ्यपुस्तक तयार करताना असे बरेच मुद्दे विचारात घ्यायला हवेत. ज्या घरांत इतर कोणतंही पुस्तक नाही, तिथे

पाठ्यपुस्तकाची फारच महत्त्वाची भूमिका असते. तिथे त्या पाठ्यपुस्तकाचा वापर फक्त साधन म्हणून होत नाही तर ते स्वतःच एक प्रतीक बनतं... शाळा, आकांक्षा, एका संपूर्ण नव्या जीवनशैलीचं प्रतीक. ते सांभाळणं, नीट ठेवणं फारच महत्त्वाचं ठरतं.

मात्र ज्या मुलांच्या घरांत व शाळेत अनेक तऱ्हेतऱ्हेची पुस्तकं आहेत, तिथे पुस्तकांचं फारसं नावीन्य नाही. पाठ्यपुस्तकं बऱ्याच दिवसांपासून वाचली जातात, तिथे पाठ्यपुस्तक अनेकातलं एक असतं. म्हणजेच एखाद्या मुलाचं पाठ्यपुस्तकाशी नातं हे एका व्यापक सामाजिक परिसराशी संबंधित घटकांवर अवलंबून असतं.

म्हणूनच एन.सी.ई.आर.टी.नं नवीन पाठ्यपुस्तकं तयार करताना अध्यापक आणि विषयतज्ज्ञ यांच्याशिवाय तिसऱ्या गटाला, गैरसरकारी संघटनांना (एन.जी.ओ.) सहभागी करून घेतलं. या संघटना विशेषतः वंचित समाजात काम करतात. त्यांचे अनुभव विज्ञान, भाषा, गणित कुठलाही विषय असो, विषयतज्ज्ञाकडे ही नसतात, अन अध्यापकाकडे ही नसतात. त्यांच्या सहभागातून एन.सी.ई.आर.टी.ला एक नवा दृष्टिकोन मिळाला.

मुलांची विचार पध्दती, मनोविज्ञान आणि मनःस्थिती विचारात न घेता जे साहित्य लिहिले जाईल ते फक्त मुलांनाच नाही तर मोठ्यांनाही समजायला अवघड वाटेल. ज्या पुस्तकांत काहीच तर्कसंगती नाही, कुठली तरी गोष्ट कुठेतरी जोडली आहे, करून बघताच येणार नाहीत असे प्रयोग दिलेले किंवा सगळं नुसतं सांगून टाकलं आहे, त्याचा काय उपयोग? काहीतरी स्वतः शोधून बघायला शिल्लकच राहिलं नाही तर त्या पुस्तकाला चांगलं कसं म्हणायचं? शिक्षणाचा उद्देश असा आहे की तुम्ही काही तरी शोधून काढावं. पाठ्यपुस्तकात सगळं सांगून टाकलं अन् मुलांना असं वाटायला लागलं की 'शोधण्यासारखं काही शिल्लकच नाही' तर ते पुस्तक शैक्षणिक दृष्टीनं अतिशय निकृष्ट नाही का?

चांगले शिक्षक पाठ्यपुस्तकाच्या पलीकडे जाण्याचे मार्ग शोधतात. पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या मुद्याशी संबंधित संदर्भ आणि उदाहरणं ते वर्गातील चर्चेत आणतात. मात्र शिक्षक जुन्या पध्दतीचा असेल तर तो पाठ्यपुस्तक शिकवणं हेच, आपलं काम मानेल अन् त्याचा गुलाम असेल तर मग गुलामीच्या संस्कृतीला पुढे नेईल. खरं तर पाठ्यपुस्तकाचीही समीक्षा शिक्षकांनं करायला हवी. ती क्षमता शिक्षकांमध्ये निर्माण करणे हे शिक्षक-प्रशिक्षणांचं काम आहे.

आपल्याकडे मूल्यांकन प्रामुख्यानं

पाठ्यपुस्तकावरच आधारित असतं. पाठ्यपुस्तकातली माहिती पाठ करून पेपरात लिहिणं एवढंच त्यात पुरेसं मानलं जातं. शिकण्याचं व समजून घेण्याचं कौशल्य किती विकसित झालं याला त्यात फारसं स्थान नसतं. विश्लेषण, विवेचन, निर्णय घेणं, काही मांडणी करणं किंवा असलेल्या माहितीच्या आधारे काही नवीन गोष्ट शिकण्याचं कौशल्य यांचं कधी मूल्यांकन केलं जात नाही. पाठांतर करणं व दिलेल्या वेळात ते मांडणं, हेदेखील एक कौशल्य आहे पण ते फारच मर्यादित आहे. त्यामुळे मेंदूतल्या नवीन खिडक्या उघडत नाहीत किंवा बौद्धिक क्षमतांचा विकासही होत नाही.

एक म्हण आहे, "मैने सुना, भूल गया, मैने देखा, याद रहा, मैने करके देखा, मै समझ गया" किशोरभारतीने (एकलव्यची मातृसंस्था) १९७०च्या दशकात हे पोस्टर वितरित केलं होतं. यातपण पाठांतराचा उल्लेख आहे. जी गोष्ट आपल्याला समजलेली असते ती योग्यवेळी आठवते. पण न समजताच पाठ केलं तर थोड्याच दिवसांत आपण विसरून जातो. त्याचा उपयोग मर्यादितच असतो. शिक्षण हे मात्र मर्यादित उपयोगाचं असू नये, त्याची भूमिका व्यापक आणि सखोल असायला हवी.

हिंदी संदर्भ - जाने.फेब्रु.२०१४ मधून

संपादित मराठी रूपांतर : सुहास कोल्हेकर

हार्दिक शुभेच्छा

निर्मिती इंजिनिअरिंग वर्कर्स



राजेंद्र सीताराम कोंडे

स.नं. ३४, शॉप नं. ४, इंगळे वस्ती, नऱ्हे, पुणे

हार्दिक शुभेच्छा



कुंभार सुधीर दिनकर



ऋतुगंध

समता नगर, स.नं. २३/२/४, आंबेगाव बु.

पुणे - ४११ ०४६

धरण अभिकल्प

लेखांक - ४

लेखक : वैजयंती शेंडे

सुरक्षितता आणि स्थैर्य ह्या दृष्टिकोनातून धरणाच्या अभिकल्पासाठी योग्य जागा निवड, धरणाचा प्रकार, पाया, उंची, आकार हे प्रमुख मुद्दे विचारात घेतले जातात. मागील लेखांमधून आपण धरणाची जागा निवडीचे निकष आणि धरणांचे विविध प्रकार पाहिले. पायातील खडकांची गुणवत्ता ठरवण्यासाठी कोणत्या पध्दती वापरल्या जातात, पायातील खडकांची स्थिती आणि धरणाचा प्रकार ह्यातील संबंध हेही आपण पाहिले. धरणाचा अभिकल्प तयार करताना जलअभियंता (Hydraulic Engineer), संरचनात्मक अभियंता (Structural Engineer), भूशास्त्रज्ञ (Geologist), भूभौतिकी शास्त्रज्ञ (Geo-Physicist) वगैरे अनेक संशोधकांच्या समन्वयाची गरज असते. धरणाची जागा आणि प्रकार ठरला की प्रत्यक्ष धरणाची उंची व आकार कसा ठरवला जातो हे आपण ह्या लेखात पाहू या.

अभिकल्पासाठी धरणाच्या विविध प्रकारात कोणकोणते मुद्दे विचारात घेतले जातात तेही पाहू या.

धरणाची उंची

धरण बांधणीचा खर्च धरणाच्या उंचीवर अवलंबून असतो. जितकी उंची जास्त तितका खर्च जास्त. त्यामुळे जास्तीत जास्त फायदे आणि कमीत कमी खर्च हे दोन्ही हेतू साध्य होतील अशी उंची ठरवावी लागते. ह्या उंचीला धरणाची आर्थिक उंची (economic depth) म्हणतात. धरणाच्या पाणलोट क्षेत्रात किती पाणी येईल आणि त्यातील किती पाणी विविध उपयोगांसाठी वापरले जाईल ह्याचा अंदाज ही उंची ठरवण्यासाठी घ्यावा लागतो. ज्यावेळेस एकाच हेतूने धरण बांधले जाते तेंव्हा त्याचा जमाखर्च किंवा किती पाणी आले व किती वापरले हे काढणे सोपे असते. परंतु बहुउद्देशीय प्रकल्पात दोन

किंवा जास्त फायदे, उदा. : पूरनियंत्रण, शेती, घरगुती वापर, वीजनिर्मिती असे असतील तर पूरपरिस्थितीत जलाशयात जास्तीचे पाणी सामावून घेता येईल इतकीच पाण्याची पातळी ठेवावी लागते. उन्हाळ्यात व हिवाळ्यातही शेतीला पाणी मिळेल, तसेच जास्त मागणीसाठी वीज पुरवता येईल अशी जलाशयाची पातळी ठेवावी लागते. ह्या सर्व गोष्टींसाठी जलाशयात पुरेसे पाणी असायला लागते. त्यासाठी धरणाच्या परिसरात किती पाऊस पडतो ह्याचा अंदाज घेणे गरजेचे असते. मागील अनेक वर्षातील पावसाच्या आकड्यांचा अभ्यास करून आगामी वर्षातील पावसाचे अंदाज बांधले जातात. तसेच पुराची पातळी, पुराची वारंवारिता (frequency), खोऱ्याचा आकार, क्षेत्रफळ म्हणजेच जलाशयाची क्षमता ह्या सगळ्याचा अभ्यास करून अनेक पर्यायांचे तक्ते व कोष्टके बनवली जातात. अशा आवक जावकाच्या अभ्यासावरून धरणाची उंची ठरवताना त्या उंचीमुळे साठलेल्या प्रत्येक दशलक्ष घनमीटर (million cubic meter) पाणीसाठ्यासाठी लागणारा खर्च कमीत कमी असणे अपेक्षित असते. त्यासाठी वेगवेगळ्या उंचीसाठी धरण बांधणीचा खर्च काढला जातो. धरणाची उंची (मीटर) आणि संबंधित पाणीसाठा (घनमीटर) ह्याचा संबंध 'अ' आलेखात दाखवला आहे. 'ब' आकृतीत धरणाचा खर्च आणि उंची ह्यांचा संबंध दाखवला आहे. ह्या दोन

आकृतीवरून प्रत्येक उंचीसाठी खर्च / साठा ह्याचे गुणोत्तर काढून y अक्षावर खर्च/साठा आणि x अक्षावर उंची घेऊन काढलेल्या आलेखावर कमीतकमी खर्च / साठा असणारी उंची ही आर्थिक दृष्ट्या योग्य (economic) उंची धरली जाते.

धरणाचा आकार

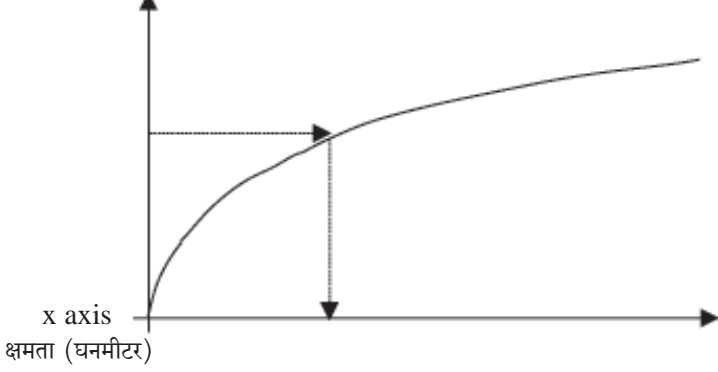
धरणाची उंची ठरल्यानंतर त्याचा आकार ठरवला जातो. धरणाचा छेद पाहिला असता माथ्याकडे कमी रुंदी आणि जसे जसे पायाकडे जातो तसे तसे रुंदी वाढताना दिसते. जलाशयाच्या बाजूला (म्हणजेच प्रतिप्रवाह upstream) आणि दुसऱ्या बाजूला (म्हणजेच अनुप्रवाह downstream) कमी जास्त पण योग्य उतार दिलेले असतात. धरणाचा आकार व उतार ठरवण्यासाठी गणिती सूत्रे वापरून धरणाचे स्थैर्य तपासले जाते (stability analysis).

अभिकल्पासाठी लागणारी माहिती:

- धरणाची गुणवत्ता उत्तम ठेवण्यासाठी लागणाऱ्या बांधकाम साहित्याची ताकद (strength), औष्णिक तसेच गतिकीय गुणधर्म (Thermal and Dynamic properties) .
- पायाच्या खडकांची संपूर्ण माहिती
- धरणांवरील भार : धरणाचे स्वतःचे वजन, जलाशयातील पाण्याचा भार, तळाशी साठणाऱ्या गाळाचा भार;

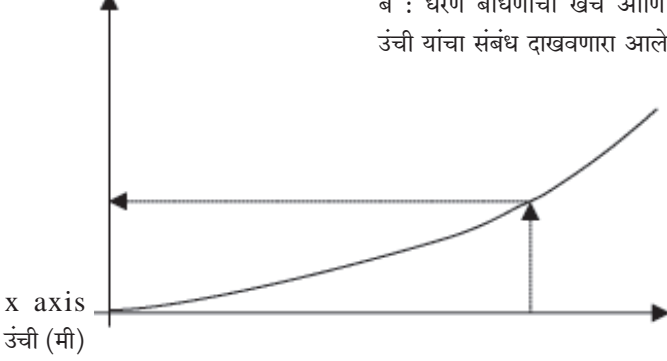
y axis उंची (मी).

अ : धरणाची उंची आणि साठा यांचा संबंध दर्शवणारा आलेख



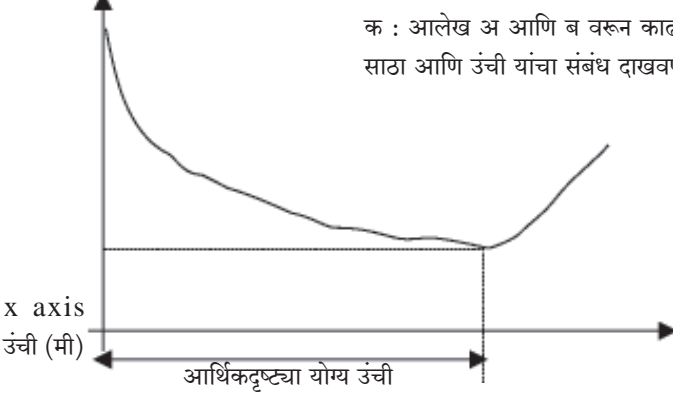
y axis खर्च

ब : धरण बांधणीचा खर्च आणि धरणाची उंची यांचा संबंध दाखवणारा आलेख



y axis खर्च/साठा

क : आलेख अ आणि ब वरून काढलेला खर्च/साठा आणि उंची यांचा संबंध दाखवणारा आलेख



वाच्याचा व धरणावर आदळणाऱ्या लाटांचा भार; धरणाच्या भिंतीतून, धरण आणि पाया ह्यांच्या जोडामधून तसेच पायाच्या जोड, भेगा ह्यातून झिरपणाऱ्या पाण्यामुळे येणारे ऊर्ध्वगामी दाब (uplift forces); धरण परिसरातील भूकंप प्रवणता आणि त्यामुळे निर्माण होणारे बल; तापमानातील फरकामुळे येणारा दाब.

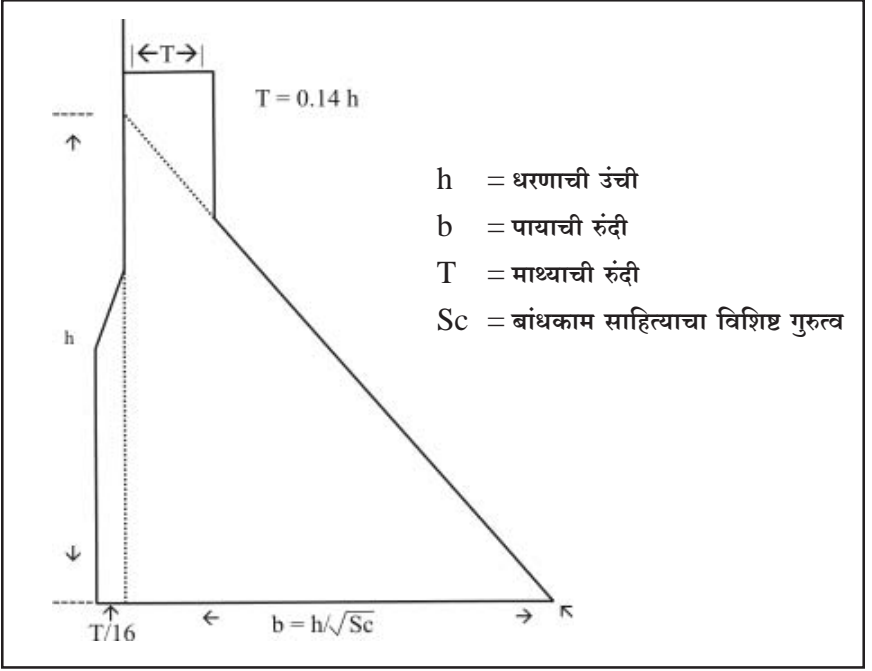
वरील माहितीचा वापर करून एका प्रायोगिक आकारासाठी (tentative profile) स्थैर्य विश्लेषण केले जाते आणि धरणातील प्रतिबलांचा (stresses) अंदाज काढला जातो. जर ती योग्य /अपेक्षित मर्यादितपेक्षा (permissible limit) जास्त असतील तर उतार व आकार बदलून पुन्हा पुन्हा विश्लेषण केले जाते आणि योग्य आकार ठरवला जातो. विविध प्रकारच्या धरणाच्या अभिकल्पात कोणती खबरदारी घ्यावी लागते ते आता पाहू या.

भारस्थायी धरण

भारस्थायी धरणाच्या अभिकल्पाची पद्धत फार क्लिष्ट स्वरूपाची नसते. भारस्थायी धरणावरचा अभिकल्प करताना काही भार सोप्या गणिती सूत्रांनी सहजपणे काढता येतात. काँक्रीट धरणांच्या बाबतीत सिमेंट आणि पाणी ह्यांची रासायनिक प्रक्रिया होऊन उष्णता निर्माण होते आणि काँक्रीटचे तापमान

बाहेरच्या वातावरणापेक्षा जास्त होते. काँक्रीट धरणांची जाडी जास्त असल्यामुळे वातावरणाच्या संपर्कातील बाहेरील भागातून उष्णतेचा पटकन निचरा होतो परंतु आतील भागातील उष्णता हळूहळू बाहेर पडते. त्यामुळे काँक्रीट आकुंचन पावते आणि काँक्रीटला तडे जातात. हे टाळण्यासाठी शीत काँक्रीटचा वापर करण्यात येतो. यामध्ये खडी आणि वाळू शीतगृहात आधीच थंड करून मग मिश्रणात वापरतात त्यामुळे काँक्रीटचे तापमान रासायनिक प्रक्रियेमुळे वाढले तरी ते वातावरणाच्या तापमानाएवढे होते आणि पुढे काँक्रीट आकुंचन पावून भेगा पडण्याचा धोका राहत नाही.

धरणाचे अभिकल्प करताना काही नियमांचे पालन करणे महत्त्वाचे आहे. धरणाच्या स्थैर्यासाठी, धरणाचा आकार, पायाची रुंदी, उतार असे योजावे लागतात की वेगवेगळ्या भारांमुळे निर्माण होणारी प्रतिबले योग्य मर्यादित राहतील. कुठल्याही पातळीवरील संकोची (compression) प्रतिबले योग्य मर्यादितपेक्षा कमी असतील. काँक्रीट ताण (Tension) पेलू शकत नाही. त्यामुळे धरणाच्या कोणत्याही पातळीत ताण येणार नाही ह्याची खबरदारी घ्यावी लागते. ह्यासाठी धरणावर येणाऱ्या सर्व भारांचा फलित भार (resultant force) हा, धरणाच्या पायाचे जर तीन सारखे भाग केले तर मधल्या $1/3$ भागातून जाणारा असला



पाहिजे. ह्यासाठी माथ्याकडून पायाकडे जावे तशी रुंदी वाढवत नेतात. भारस्थायी धरणाचा प्रातिनिधिक छेद वरील आकृतीत दाखवला आहे.

मातीचे धरण

मातीच्या धरणाचा आकार समलंब चौकोनासारखा असतो. धरणाच्या बाजूचे उतार १ (उभा) : २.५ (आडवा) ह्या प्रमाणात किंवा ह्याहून जास्त असतो. मातीच्या धरणावरून पाणी जाणे अतिशय धोक्याचे असल्यामुळे अभिकल्पात वेगळ्या सांडव्याची व्यवस्था केलेली असते. मातीच्या धरणात पाणी झिरपणे अपरिहार्य असते.

धरणाच्या प्रतिप्रवाह (u/s) बाजूकडून अनुप्रवाह (d/s) बाजूकडे सतत पाणी झिरपत असते. ह्या धरणातल्या प्रवाहाच्या वरच्या रेषेला संपृक्त रेषा म्हणतात. म्हणून मातीच्या धरणाच्या अभिकल्पात धरणाचा कमीतकमी भाग संपृक्त रेषेखाली राहण्यासाठी योजना आखावी लागते. ह्यासाठी झिरपलेल्या पाण्याचा निचरा होण्यासाठी बाह्य भागात रेतीमिश्रित माती आणि गाभ्यात कमी झिरपणारी चिकणमाती वापरतात. शिवाय झिरपलेल्या पाण्याचा निचरा होण्यासाठी निस्यंदकाची योजना केली जाते.

धरणाच्या बाजूचे उतार गणिती सूत्रांनी तपासून मग योग्य उतार ठरवले जातात.

कमानी धरण

कमानी धरणाचा आकार धनुष्यासारखा आणि उभ्या छेदात निमुळत्या भिंतीसारखा असतो. कमानी धरणावर येणारा पाण्याचा भार बऱ्याच प्रमाणात कमानी गुणधर्माप्रमाणे बाजूच्या खडकांवर (abutment) आणि थोडा प्रत्यक्ष धरणावर सोपवला जातो. ह्या धरणाचे स्थैर्य धरणाच्या भिंतीच्या वजनावर अवलंबून नसते. त्यामुळेच धरणाची रुंदी कमी ठेवता येते. कुठल्याही धरणाचे अभिकल्प करताना त्यावर येणाऱ्या सर्व संभाव्य भारांचा अंदाज काढणे गरजेचे असते. त्यामुळे कमानी धरणाच्या बाबतीत किती भार बाजूच्या खडकांवर जातो आणि किती धरणावर येतो हे अजमावणे गरजेचे असते. कमानी धरणाची प्रतिबले काढण्याची पद्धत क्लिष्ट आहे. परंतु संगणकाचा उपयोग करून हे शक्य होते.

कमानी धरणावर येणाऱ्या भारांचा अंदाज काढला की त्या भारांसाठी धरण सुरक्षित आहे की नाही हे तपासले जाते.

टेकू धरण

टेकू धरणात काँक्रीटची लादी (slab) तिरपी उभी केलेली असते आणि लादीला टेकू भिंतीने आधार दिलेला असतो. ह्या प्रकारच्या धरणात पाण्याचा दाब प्रथम लादीवर येतो आणि नंतर तो टेकू भिंतीवर जातो. पाण्याच्या दाबामुळे लादीवर येणारा ताण पेलण्यासाठी सळ्या घालून लादी प्रबलित केली जाते आणि टेकू भिंतीत संकोची प्रतिबले निर्माण होतील अशी अभिकल्प पध्दति वापरली जाते.

धरणाच्या प्रत्यक्ष बांधकामाबद्दल पुढील लेखात थोडे जाणून घेऊ या.



लेखक : वैजयंती शेंडे, केंद्रीय जलविद्युत अनुसंधान शाला येथून मुख्य अनुसंधान अधिकारी म्हणून निवृत्त, धरणाच्या बांधकामाच्या स्थैर्यासंबंधीच्या विविध अभ्यासात संशोधन.
vjshende@yahoo.co.in

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?

sandarbhociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि
आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

भास्कराचार्यांचे गणित श्रेढी व्यवहार

लेखांक - ३

लेखक : किरण बर्वे

भास्कराचार्यांच्या मस्त पद्धतीने पायथागोरस प्रमेयाची सिद्धता मुलांनी त्यांच्या मित्रांना, मैत्रिणींना सांगितली. सगळ्यांनाच आवडली तसेच अजून एक रचना करून अशाच प्रकारची सिद्धताही त्यांनी थोड्या प्रयत्नांनी केली.

आता नवीन काही ऐकायला, समजून घ्यायला ती जमली. (चांगले शिक्षक, दादा आणि उत्सुक विद्यार्थी असे मिळून कशी धमाल करतात हे आपण बघतोच आहोत, आपणही असे उपक्रम करू शकाल.)

काकांनी अतुलला विचारले, 'मी तुला आज एक पेरू दिला, उद्या २ पेरू दिले, परवा ३ दिले असाच क्रम चालू राहिला तर तर आज पासून १० व्या दिवशी किती पेरू देईन?' अतुल म्हणला, 'दहा घाल, पण आज एक दिलात तर.' काकांनी पुढे विचारले, 'समजा अशा प्रकारे आज १, उद्या २, तिसऱ्या दिवशी तीन असे पेरू दिले, दहाव्या दिवशी १० दिले तर मी एकूण किती पेरू दिले सांगू शकाल का?' मुलांनी पटापट बेरीज केली आणि सांगितले ५५. शेखर दादा होताच तिथे तो म्हणला, 'बरोबर आहे पण समजा काकांनी अशा प्रकारे १०० दिवस तुम्हाला पेरू दिले तर एकूण किती पेरू दिले?' हे जरा कठीणच वाटले मुलांना, त्यात परत प्रत्यक्षात काहीही न देता. मात्र ह्यात काहीतरी मेख आहे, आयडिया आहे हे तर सर्वांच्या लक्षात आले. काकांनी सांगितले, 'अशी गणिते सोडवण्याची सूत्रे भास्कराचार्यांनी लीलावती आणि बीजगणित पुस्तकांत दिली आहेत. तुमच्या पैकी १० वीत असणाऱ्यांच्या पुस्तकातसुद्धा हि सूत्रे दिलेली आहेत. त्या वेळची नावे, पद्धती, सूत्रे माहीत करून घेतानाच शक्य तेव्हा आजची नावे, सूत्रे आपण त्यासोबत बघू.' अतुल म्हणाला,

‘चला पुस्तकातला तेवढा भाग नाही वाचला तरी चालेल.’ हिमांगीने त्याला सुनावले, ‘आपली पाठ्यपुस्तके जरूर वाचायलाच हवी आणि त्यातली गणिते आपल्याला येत असतील तर ह्या ज्ञानाचा उपयोग करून अजून वेगळी, अवघड अशी गणिते तयार करायला हवी. हो कि नाही काका?’ काकांनी तिला शाबासकी दिली. शेखर दादाने परत विचारले असे १०० दिवस पेरू दिले तर एकूण किती दिले? आज १, उद्या २, पाचव्या दिवशी ५, तेविसाव्या दिवशी २३ असे शंभराव्या दिवशी १०० दिले तर एकूण किती पेरू दिले.

त्याने मुलांना सांगितले चला आपण सगळे मिळून शोधू या. प्रथम आपण १० दिवस पेरू देत गेले तर एकूण किती हे सर्व पदांची बेरीज न करता काढता येईल का हे बघू. एकंदर पेरू कसे ठरवू, पहिल्या दिवशीचे पेरू अधिक दुसऱ्या दिवशीचे म्हणजे १ + २ + ३ + ४ + ५ + ६ + ७ + ८ + ९ + १० = एकूण पेरू ‘क’ समजा हीच सर्व पदे उलटी लिहून मोजली म्हणजे पहिल्यांदा १० व्या दिवशी किती मिळाले अधिक नवव्या दिवशीचे ९ अधिक आठव्या दिवशीचे ८ शेवटी पहिल्या दिवशीचे १ असे केले तर काय होईल. सर्व एकमुखाने उत्तरले एकूण एकच अशी उलटी बेरीज केली काय आणि सुलटी बेरीज केली काय, त्याच आकड्यांचीच बेरीज आपण करणार, असे हि उत्तर क, आणि असेही क.

$$क = १ + २ + ३ + ४ + ५ + ६ + ७ + ८ + ९ + १०$$

क = १० + ९ + ८ + ७ + ६ + ५ + ४ + ३ + २ + १ ह्या दोन्ही समीकरणांची बेरीज करू मग बघू.

$$२क = (१ + १०) + (२ + ९) + (३ + ८) + (४ + ७) + + (९ + २) + (१० + १)$$

२क = ११ + ११ + ११ + ११ + ११ + ११ + ११ + ११ + ११ म्हणजे १० वेळेंला ११ ची बेरीज आली ११०. गंमत बघा २क = ११०, म्हणजेच क = ५५. तुम्ही बेरजा करून काढलेले उत्तर. मात्र अशा बेरजा करत करत १०० पर्यंत मजल मारणे फारच कठीण आहे. पण तुम्हाला तर असे उत्तर काढायचे आहे. बघा जमतंय का.

हिमांगी ने विचार मांडला, जसे आता केले तसे करू या म्हणजे एकदा सुलट आणि एकदा उलट लिहून बेरीज करू. अतुल म्हटला ‘अरे बाप रे आता बाईसाहेब एकपासून शंभरपर्यंत आकडे लिहिणार आणि त्याच्या खाली उलट केवढा फळा लागेल.’ सगळे हसले हिमांगीसुद्धा. सुहृद मात्र जरा विचारातच होता. तो थोड्या वेळाने सांगू लागला समजा तसे लिहिले तर पहिल्यांदा १ खाली १०० येणार त्यांची बेरीज होणार १०१, नंतर येणार २ खाली ९९ बेरीज येणार १०१, ३ खाली ९८ बेरीज परत १०१ मजा आहे ना. शेखर दादाने

टोकले शेवटच्या बेरजा पण करून बघा. शेवटी १०० च्या खाली १ बेरीज १०१, ९९ खाली २ = १०१.

$$क = १ + २ + ३ + + ४५$$

$$+ + ९९ + १००$$

$$क = १०० + ९९ + ९८ + ९७ + + ४६$$

$$+ + २ + १$$

$$२क = १०१ + १०१ + १०१ + १०१$$

$$+ + १०१$$

$$१०१ ची बेरीज १०० वेळा म्हणजे २क. २क = १०० \times १०१, क = ५०५०.$$

अतुलने आज विरोधी पक्षनेता बनायचे ठरवले होते. सुरुवातीला आणि शेवटी ठीक आहे पण ४५ खाली ४६ का? आपल्याला १०१ बेरीज हवी म्हणून? सुद्धेने समजावले अरे इकडून ४५ पर्यंत आपण जाणार तर उलटी कडूनसुद्धा ४५ वेळेला १०० मधून अंक कमी करत येणार. पहिल्यांदा १०० तून ० वजा, दुसऱ्या पदात १ वजा म्हणून, मग ४५ व्या पदात १०० मधून ४४ कमी म्हणून ४६. अशाच पद्धतीने पदे मांडत गेलो की बेरीज १०१ येत राहते.

काकांनी शाबासकी दिली मनापासून. आता लक्षात येत आहे ना चटकन उत्तरे बघण्याऐवजी आपले आपण प्रयत्न केले एकमेकांशी बोलत शंका काढत सोडवत पुढे गेलो की मजा येते आणि कायम स्वरूपी गोष्टी समजतात. आपण सध्या भास्कराचार्यांनी गणित कसे मांडले ते बघायचे आहे, लीलावतीत ११२ व्या श्लोकात त्यांनी १, २, ३ .. ते न पर्यंत संख्यांची बेरीज कशी काढायची त्याचा फोर्म्युला, सूत्र दिलेले आहे

बेरजेला त्यांनी संकलित असे नाव दिले आहे, पद म्हणजे संख्यांची संख्या आता न.

संकलित = $n \times (n + 1) / 2$. आणि ह्यासाठी त्यांनी हीच पद्धत वापरली.

$$\text{संकलित} = १ + २ + ३ + ४ + + n - १ + n$$

$$\text{संकलित} = n + n - १ + n - २ + + २ + १$$

$$२ \text{ संकलित} = (n + १) + (n + १) + (n + १) +$$

$$+ (n + १) + (n + १)$$

$$२ \text{ संकलित} = n (n + १), \text{ संकलित} = n (n + १) / २.$$

पुढच्या श्लोकांत भास्कराचार्य एक अधिक ठिकाणी वापरता येईल आणि ज्यातून वरील उत्तर सुद्धा मिळेल असे सूत्र सांगतात. म्हणजे आजच्या भाषेत Generalisation

(सामान्यीकरण, असे म्हटले जाते पण हा शब्द तितका चांगला वाटत नाहीये) करतात. त्यांनी त्यासाठी निवडलेले उदाहरण आपण सोडवूया. एका गृहस्थाने पहिल्या दिवशी ४ द्रम्म (त्या वेळचे चलन), पुढे प्रत्येक दिवशी ५ द्रम्म अधिक ह्या प्रमाणे १५ दिवस तो दान देत होता. तर त्याने एकूण किती द्रम्म दान दिले.

आपण दर दिवशी दिलेली दाने लिहू आणि मग भास्कराचार्यांचे सूत्र समजावून घेऊ.

$$४, ४ + ५ = ९, ९ + ५ = १४ = ४ + ५ + ५, ४ + ५ + ५ + ५ = १९ ...$$

जसजसे आपण पुढील दिवसाचे दान किती हे काढून लिहू तसतशी खालील संख्यांची मालिका मिळेल.

$$४, ९, १४, १९, \dots, ३९, \dots$$

आपल्या गणिताप्रमाणे अशाप्रकारे दर दिवशी कालच्या पेक्षा ५ द्रम्म जास्त दान, अर्थात मालिकेतील संख्या आधीच्या संख्येपेक्षा ५ ने जास्त आहेत. ही मालिका आपल्याला १५ व्या पदापर्यंत लिहावी लागेल आणि मग त्यांची बेरीज करावी लागेल. चला करा बरे मित्रानो. मुलांनी सांगितले 'आम्ही ढोर मेहनत करणार नाही सूत्राने करू.' 'पण तुम्हाला सूत्र कुठे माहित आहे?' मुले म्हणाली 'अगोदरच्यासारखे काहीतरी असणार.' काकांनी त्याला होकार भरला आणि सूत्र शिकवायला सुरुवात केली.

गणिते ही उदाहरण म्हणून घेतली जातात, ज्या योगे काय शिकायचे आहे ह्याची उत्सुकता वाढते. मात्र सूत्र सर्वसाधारण, अशा प्रकारच्या कोणत्याही परिस्थितीसाठी, प्रश्नासाठी उपयोगी पडेल असे हवे. ह्या गणितातील मुख्य माहितीचा अभ्यास करून पुढे जायला लागते. ह्या उदाहरणात सुरुवातीची संख्या आणि नियमित एकसारखी वाढ हा महत्त्वाचा भाग झाला.

हा एक विशिष्ट संख्यांचा क्रम आहे. ह्यात सुरुवातीच्या संख्येत एक ठरावीक संख्या वाढवली जाते. नंतर अगोदरच्या संख्येत ती ठरावीक संख्या मिळवून पुढची संख्या मिळते. जी सुरुवातीची संख्या आहे तिला आदी असे नाव आहे, जी ठराविक संख्या दर पदात वाढवली जाते तिला चय म्हणतात, जितकी पदे ह्या क्रमात आहेत त्याला गच्छ असे संबोधले आहे. आणि अशा संख्यांच्या नियमबद्ध क्रमाला गणित श्रेढी म्हणतात.

$$\text{पद } १ = \text{आदी}, \text{पद } २ = \text{आदी} + \text{चय}, \text{पद } ३ = \text{आदी} + २ \text{ चय} \dots \text{पद } १० = \text{आदी} + ९ \text{ चय}$$

$$\text{पद } क = \text{आदी} + (क - १) \text{ चय},$$

$$\text{उदा. आपल्या उदाहरणात जेव्हा } क = ४, \text{ त्यावेळेला}$$

$$\text{आदी} = ४, \text{ चय} = ५, \text{ पद } ४ = \text{आदी} + (\text{क} - १) \text{ चय} = ४ + (४ - १) \times ५ = १९$$

पदांच्या संख्येला गच्छ म्हणायचे. गच्छचा अर्थ जितके जायचे तितका असावा.

तर ते श्रेढीतील गच्छ वे पद = आदी + (गच्छ - १) X चय असे सूत्र आहे.

$$\text{तर मग सूत्राप्रमाणे क} = ६ \text{ वे पद आदी} + (\text{क} - १) \text{ चय} = ४ + (६ - १) \times ५ = १९.$$

१५ वे पद $४ + (१५ - १) \times ५ = ७४$ असेल. आता संकलित काढायचे आहे त्याचे सूत्र मांडले आहे ते असे

$$\text{संकलित} = (\text{गच्छ} / २) \times (२ \times \text{आदी} + (\text{गच्छ} - १) \times \text{चय});$$

$$\text{आपल्या गणितात, गच्छ} = १५$$

$$\text{संकलित} = \text{गच्छ} (२ \text{ आदी} + (\text{गच्छ} - १) \text{ चय}) / २ = १५ (२ \times ४ + (१५ - १) \times ५) / २$$

$$(१५ / २) (२ \times ४ + १४ \times ५) = १५ \times ३९ = ५८५$$

आता उत्तर = एकूण ५८५ ट्रम्म दान दिले.

आज हेच सूत्र first term = a (आदी), common difference = d (चय), no. of terms n (गच्छ)

$$n \text{ th term} = a + (n - 1) d, \text{ and sum} = n/2 (2a + (n - 1) d).$$

असे आपण शिकतो.

हे सिद्ध करायची पद्धत $१ + २ + ३ + \dots + n$ ची बेरीज काढण्यासारखीच आहे. गणित श्रेढी पहिली संख्या आदी, शेवटची आदी + (गच्छ - १) X चय, पहिल्या पदाला आदि पद म्हटले तर शेवटचे अंत्य पद., दोघांची बेरीज येते $२ \times \text{आदी} + (\text{गच्छ} - १) \times \text{चय}$, दुसरे पद आदी + चय, शेवटून दुसरे पद आदी + (गच्छ - २) X चय, त्यांची बेरीज $२ \times \text{आदी} + (\text{गच्छ} - १) \times \text{चय}$. अशाच प्रकारे पुढून क वे पद आदी + (क - १) X चय, आणि शेवटून क वे पद आदी + (गच्छ - क) X चय, आदी + आदी = $२ \times \text{आदी}$, तसेच (गच्छ - क) चय + (क - १) चय = चय (गच्छ - क + क - १) = चय (गच्छ - १) बेरजेतील दुसरे पद आले चय (गच्छ - १). क वे पद आणि शेवटून क वे पद यांची बेरीज येते परत एकदा $२ \times \text{आदी} + (\text{गच्छ} - १) \times \text{चय}$. दोन संकलितांच्या बेरजेत अशी एकंदरीत गच्छ इतकी पदे आहेत. आणि दोन संकलित मिळवली तर प्रत्येक पद येत आहे $२ \times \text{आदी} + (\text{गच्छ} - १) \times \text{चय}$,

२ संकलित = गच्छ X (२ X आदी + (गच्छ - १) X चय) म्हणून

संकलित = (गच्छ / २) X (२ X आदी + (गच्छ - १) X चय), मुलांनी गिळ्या केला हे अधिक general सूत्र आपण सिद्ध केले.

ह्या सूत्रातील (२ आदी + (गच्छ - १) चय)/२ हा आदी आणि शेवटचे पद, अंत्य पद यांची सरासरी येते. भास्कराचार्यांनी ह्या सूत्रावरून विविध गणिते तयार करून विचारली आहेत. त्यात कधी आदी, संकलित आणि गच्छ दिले तर चय काढायला सांगितले आहे तर कधी चय, संकलित आणि गच्छ दिले तर आदी काढायला सांगितले आहे, आदी, चय आणि गच्छ माहित असताना संकलित आपण काढलेच आहे. नेहाने पुढचा प्रश्न केलाच जर सूत्र चार गोष्टीना जोडणारे असेल तर कोणत्याही तीन दिल्या तर उरलेली काढता येते असेच न, तर मग आदी, चय आणि संकलित दिले तर गच्छ काढण्याचे काय, त्याचा उल्लेख आहे का? शेखर दादा म्हणाला, छान असे लक्ष हवे, गच्छ काढता येणार नाही असे नाही पण बारकाईने बघितले, सूत्र सुटे केले तर सूत्रात गच्छचा वर्ग येतो. म्हणजेच गच्छ काढायचे तर वर्ग समीकरण सोडवायला लागते . तेही तुम्हाला येतेच. भास्कराचार्यांनी गच्छ काढण्यासाठी वर्ग समीकरण आजचे सर्व सामान्य सूत्र $-b \pm \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ वापरून सोडवले आहे.



लेखक : किरण बर्वे, गणित शिकवण्याची आवड, मो. - ९४२३० १२०३४

Best Compliments From

Anand & Rashmi Sabale



Anand Sabale

Nikash Lawns, Building Q1/4, S.No. 140/3,
Sus Road, Pashan, Pune - 411 021

फुलांबरोबर झाडांना का असती काटे ?



शैक्षणिक संदर्भ: ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१४ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्त्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

