फेब्रुवारी-मार्च २०१२

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ७४

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

चित्रकार : नंदलाल बोस

शैक्षणिक

संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

अंक ७४ फेब्रुवारी-मार्च २०१२

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

अक्षरजुळणी :
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :
रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

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

व्यवस्थापन :
ज्योती देशपांडे

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

अंकाची किंमत रु. ३०/-

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

मुखपृष्ठाबद्दल : ही अत्यंत भव्य परंतु अत्यंत हलक्या वजनाची रचना ऑस्ट्रेलियातील सिडनी येथील कस्टम्स ऑफिसमध्ये केलेली आहे. २० मीटर उंचीची ही रचना तयार करण्यासाठी वस्तुरचनाकारांनी साबणाच्या फिल्मच्या एका गुणधर्माचा उपयोग केला आहे. ॲल्युमिनियमच्या फ्रेम आणि लायक्राचे कापड यासाठी वापरले आहे. कमीत कमी कापडामधे (क्षेत्रफळ) जास्तीत जास्त घनफळ व्यापण्याचा 'मिनिमल सरफेस' हाच तो गुणधर्म होय. अधिक माहितीसाठी लेख पहा **पान क्र. ९ वर.**

मलपृष्ठावर : बहुवारिकाची रचना दिसते आहे. खालच्या बाजूला कार्बनच्या नॅनोट्यूबवर गुंडाळली गेलेली स्प्रिंगसारखी बहुवारिकाची साखळी. वरच्या बाजूचा बहुवारिकाचा अणू एकवारिकाच्या छोट्या अणूंमध्ये बंध तयार होऊन बनलेला आहे. लेख पहा **पान क्र. ३८**

सर्व चित्रे इंटरनेटवरून

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक – ७४

- जीवनासाठी मृत्यू आवश्यक — सुशील जोशी ३
- अदाकारी साबणाच्या फिल्मची — किरण फाटक ९
- पेट्रोलियम ऐवजी काय? — आ.दि. कर्वे १४
- उत्तरातून प्रश्ननिर्मिती — नागेश शंकर मोने १७
- आपली समाजव्यवस्था कोसळणार आहे का? — प्रियदर्शिनी कर्वे २१
- भारतीय कलेचे पुनरुज्जीवन — राम थत्ते २७
- जैव विकासाचं कोडं उलगडणारे वाइजमॅन — सुशील जोशी ३१
- बहुवारिकांची अद्‌भुत प्रक्रिया — सुबोध महंती ३८
- अग्निशमन साधने — शरद साठे ४५
- विविध संख्या लेखन पद्धती — मधुकर देशपांडे ५२
- कोळसा आणि पेट्रोलियम येतात कुठून? — उमा सुधीर ५९
- शुक्राचे अधिक्रमण आणि विज्ञान शिक्षण — विवेक माँटेरो ६६
- तिकीट संग्रह आणि मी — कारेल चापेक ६९
- विज्ञान रंजन स्पर्धा - प्रश्नावली ७९

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

जीवनासाठी मृत्यू आवश्यक...

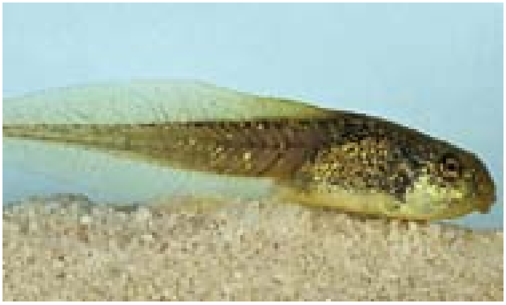
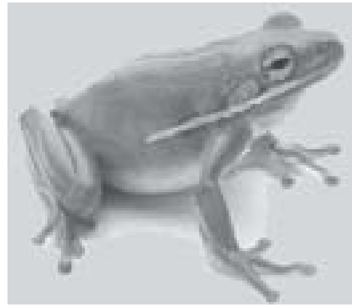
लेखक : **सुशील जोशी** ● अनुवाद : **वैशाली डोंगरे**

बहुपेशीय सजीवांची निर्मिती पेशीविभाजन प्रक्रियेमुळे होते, हे आपल्या सगळ्यांना माहीत आहे. हीच प्रक्रिया एकपेशीय सजीवांमध्येही होते, परंतु तिथे पेशीविभाजनानंतर दोन पेशींतून दोन स्वतंत्र जीव निर्माण होतात. बहुपेशीय सजीवांमध्ये पेशीविभाजनानंतर तयार झालेल्या पेशी त्याच सजीवांचा भाग बनून राहतात. म्हणून बहुपेशीय सजीवांमधे शरीराची सर्व कामे चालण्यासाठी पूर्णपणे स्वतंत्र व्यवस्था विकसित झाल्या. यापैकी एक व्यवस्था म्हणजे पेशींमधील परस्पर संदेशवहन. त्यामुळे त्या परस्पर सहकार्याने काम करू शकतात. याखेरीज दुसरी व्यवस्था म्हणजे पेशींचा सुनियोजित मृत्यू (प्रोग्रॅम्ड सेल डेथ). एकपेशीय सजीवांमध्ये असे होत नसले तरी बहुपेशीय सजीवांमध्ये ही एक अनिवार्य प्रक्रिया आहे.

एकपेशीय सजीवांचा मृत्यू विषारी पदार्थ, पोषणाचा अभाव किंवा अन्य कारणांनी घडून येतो. परंतु त्यांच्यामध्ये पेशींचा मृत्यू होईल अशी कोणतीही अंतर्गत व्यवस्था नसते. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे तर याचा अर्थ प्रत्येक पेशीचे आयुष्य बाह्य परिस्थितीनेच ठरते.

बहुपेशीय सजीवांमध्ये मात्र जीवन जगण्यासाठी अनुकूल परिस्थिती असूनसुद्धा काही पेशी मृत होण्याची प्रक्रिया सतत चालू असते. माणसाच्या शरीरात पेशीविभाजनामुळे प्रत्येक सेकंदाला एक लाख पेशी निर्माण होतात आणि जवळजवळ तेवढ्याच मृत होतात, असा एक अंदाज आहे.

विषारी पदार्थांमुळे, ताणामुळे किंवा जखमेमुळे जेव्हा पेशी मृत होतात तेव्हा त्याला ऊतकमृत्यू (नेक्रॉसिस) म्हणतात. परंतु अंतर्गत प्रक्रियेतून पेशी नष्ट होतात त्याला नियोजित पेशीमरण (apoptosis -अपोटोसिस किंवा ॲपॉप्टोसिस) म्हणतात. वरील दोन्ही प्रक्रियामध्ये काही मूलभूत फरक आहेत. हे फरक जाणून घेण्यापूर्वी आपण नियोजित पेशीमरणप्रक्रियेचं बहुपेशीय सजीवांच्या जीवनचक्रातील महत्त्व काय आहे ते पाहू.

नियोजित पेशीमरणाची काही उदाहरणे

जीवशास्त्राचा अभ्यास करताना आपण बेडकाचं जीवनचक्र शिकतो. बेडकाच्या अंड्यांमधून 'बेडूक' बाहेर न पडता वेगळ्याच प्रकारचे सजीव बाहेर पडतात. त्यांना बेडूकमासा (टॅडपोल) असं म्हणतात. ह्यांना शेपूट असते, पाय नसतात आणि श्वासोच्छ्वासासाठी त्यांना कल्ले असतात. बेडूकमाशाचा विकास होऊन बेडकात रूपांतर होताना पेशीविभाजनाने पाय विकसित होतात. त्याच वेळेला त्याची शेपूट नाहीशी होते. ही क्रिया घडत असताना शेपूट झाडावरचं एखादं पान गळून पडावं तशी गळून पडत नाही तर आतल्या आत सुकत जाऊन विरून जाते. ही प्रक्रिया म्हणजेच नियोजित पेशीमरण.

माणसांमधेही गर्भाच्या वाढीदरम्यान नियोजित पेशीमरणप्रक्रिया महत्त्वाची भूमिका बजावते. सुरुवातीला गर्भाच्या हातापायांची बोटे एकमेकांपासून अलग झालेली नसतात. तर त्यांच्यामधे पडद्यासारखा भाग असतो. गर्भाच्या वाढीदरम्यान नियोजित पेशीमरणामुळे ह्या पडद्याच्या पेशी नष्ट होतात आणि बोटं सुटी होतात. गर्भाच्या लैंगिक अवयवाच्या विकासात सुद्धा नियोजित पेशीमरण महत्त्वाची भूमिका बजावते. म्हणजे पेशीनिर्मितीमुळे शरीराच्या जडण-घडणीसाठी कच्चा माल मिळतो तर नियोजित पेशीमरणाच्या प्रक्रियेमुळे हा कच्चा माल तासून त्यातून सुबक मूर्ती घडवायचं काम होतं.

मानवी गर्भाच्या मेंदूची निर्मिती होत असताना जेव्हा ऊती (पेशीसमूह) एकमेकांना जोडल्या जातात तेव्हा निम्म्याहून जास्त ऊती नष्ट होतात, कारण ह्या प्रक्रियेदरम्यान आवश्यकतेपेक्षा कितीतरी जास्त प्रमाणात ऊती तयार झालेल्या असतात.

जर्मन शास्त्रज्ञ कार्ल फोग्ट यांनी १८४२ मध्ये नियोजित पेशीमरणाची कल्पना मांडली आणि १८८५ मध्ये वॉल्टर फ्लेमिंग यांनी त्याचं सखोल विवेचन केलं. १९६५ मध्ये जॉन फॉक्सटन रॉस केर यांनी ऊतक मृत्यू आणि नियोजित पेशीमरण यातला फरक मांडला. त्यानंतर अनेक शास्त्रज्ञांनी

ह्या प्रक्रियेचा अभ्यास केला.

नियोजित पेशीमरणाचे महत्व

नियोजित पेशीमरण ही इतर अनेक दृष्टींनी महत्त्वपूर्ण प्रक्रिया आहे. मनुष्याच्या शरीरात साधारणत: प्रत्येक सेकंदाला एक लाख पेशींची निर्मिती होते. ह्या सर्व पेशी जिवंत राहिल्या तर सगळं शरीरच बेडौल होऊन जाईल. असं होऊ नये म्हणून जवळजवळ तेवढ्याच पेशी नष्ट होतात.

बहुपेशीय सजीवांमध्ये जखमी, रोगग्रस्त पेशींमुळे जीवालाच धोका निर्माण होऊ नये म्हणूनही त्या नष्ट करण्याचं काम नियोजित पेशीमरणाद्वारे केलं जातं.

शरीरात जेव्हा विषाणूंची लागण होते, तेव्हा विषाणू पेशींच्या अंतर्भागात घुसून हल्ला चढवतात. अशावेळी निव्वळ प्रतिकारयंत्रणेच्या मदतीने विषाणूंना नष्ट करणं शक्य होत नाही तर विषाणूग्रस्त पेशींनाच मारणं गरजेचं असतं. टी-लिम्फोसाईटनी (पांढऱ्या पेशींचा एक प्रकार) घडवून आणलेल्या नियोजित पेशीमरणामुळे हे घडून येते. जेव्हा या सैनिक पेशी आपलं कार्य पार पाडतात तेव्हा त्यादेखील नष्ट करणं जरुरीचं असतं. असं झालं नाही तर याच पेशी शरीरातल्या इतर अवयवांवर हल्ला चढवतात. म्हणून ह्या पेशी एकमेकींना आणि स्वत:ला नियोजित पेशीमरणप्रकियेनं नष्ट करतात. नियोजित पेशीमरणाच्या प्रक्रियेत त्रुटी निर्माण झाल्या तर स्वयंप्रतिकारक्षमतेतील बिघाडाचे आजार (उदा. ऱ्हुमॅटाईड आर्थ्रायटीस : एक प्रकारचा संधिवात) होण्याची शक्यता वाढते.

केंद्रक असलेल्या (युकॅरियोटिक) सर्व पेशींमध्ये डीएनएची देखभाल करण्याची यंत्रणा असते, परंतु काही वेळा डीएनए मधील विकृतीची दुरुस्ती होऊ शकत नाही. अशा पेशी जन्मत: असणाऱ्या विकृतीला कारणीभूत होतात. काही वेळा बेसुमार विभाजन होऊन अशा पेशी कॅन्सरचं रूप धारण करतात.

असं दिसून आलंय की अशा पेशींमधल्या

गर्भावस्थेत असताना बोटांचा विकास - सहाव्या आठवड्यात छोटे छोटे उंचवटे दिसू लागतात. सातव्या आठवड्यात बोटांच्या मधील पडद्याच्या पेशी मृत होण्याची प्रक्रिया (apoptosis) सुरू होते आणि आठव्या आठवड्यात बोटे एकमेकांपासून पूर्ण अलग होतात.

पी. ५३ ह्या प्रोटीनचं उत्पादन वाढलेलं असतं, त्यामुळे नियोजित पेशीमरण प्रक्रियेत बिघाड निर्माण होतो.

काही शास्त्रज्ञांच्या मते नियोजित पेशीमरण हे बहुपेशीय सजीवांचं अनिवार्य लक्षण आहे. एवढंच नाही, नियोजित पेशीमरणप्रक्रिया नसती तर बहुपेशीय सजीव अस्तित्वातच आले नसते असंही काहीचं म्हणणं आहे.

काही एकपेशीय सजीवांमध्येही नियोजित पेशीमरण घडत असल्याचं दिसून आलं आहे. अशा सजीवांमध्ये जीवन-चक्राच्या एका अवस्थेत पेशी जोडल्या जाऊन बहुपेशीय समूह तयार होतो आणि मग नियोजित पेशीमरणाची प्रक्रिया घडते.

आता आपण ऊतकमरण आणि नियोजित पेशीमरण यामधला फरक समजावून घेऊ. आणि नंतर नियोजित पेशीमरणप्रक्रिया कशी घडून येते ते पाहू.

ऊतकमरण आणि नियोजित पेशीमरण

ह्या दोन्ही प्रकियांमधला मोठा फरक म्हणजे पेशींच्या आकारात घडून येणाऱ्या बदलातील फरक होय. ऊतकमरणामधे (जखमी / रोगग्रस्त पेशींचा मृत्यू) पेशी व तिचे विविध भाग फुगतात आणि पेशीआवरण फाटते. पेशींतील घटक पदार्थ इतस्तत: पसरतात. त्यामुळे त्या ऊतींमध्ये सूज व वेदना निर्माण होते.

नियोजित पेशीमरणामधे मात्र पेशी आकुंचन पावते, तिचा आजूबाजूच्या पेशींशी

बहुपेशीय सजीवांची चार लक्षणे

१. **विभेदन** – बहुपेशीय जीवांमध्ये पेशींचं काम हे कायमस्वरूपी वेगवेगळं असं ठरून जातं. एका प्रकारच्या पेशी दुसऱ्या प्रकारच्या पेशींचं काम करत नाहीत.

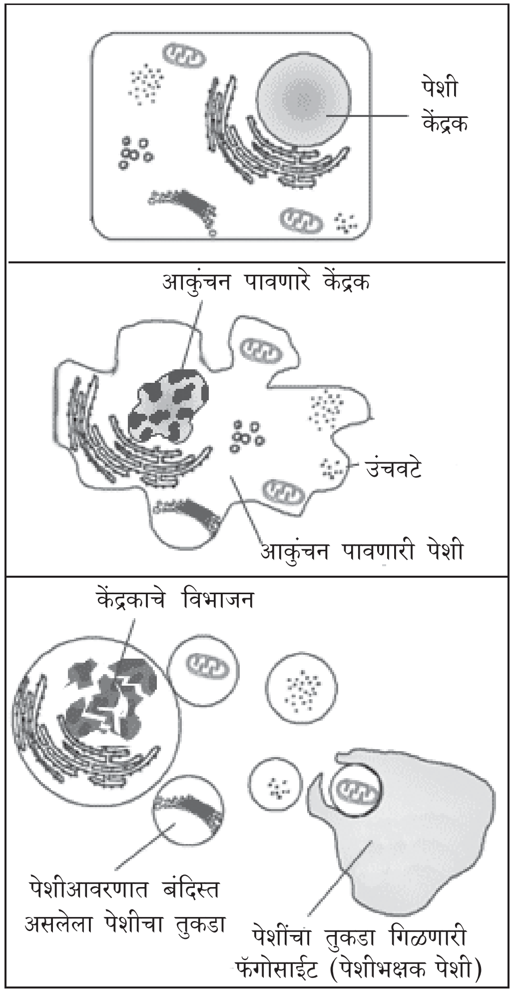
२. **बहुरूप संदेशांमार्फत संवाद** (पॉलीमॉर्फिक) : बहुपेशीय सजीवांमध्ये पेशींमधील परस्परसंवाद डीएनएच्या मार्फत न होता संदेशवाहक अणूंमार्फत होतो. ह्या संदेशाचा अर्थ लावण्याचे काम संदेश पाठवणाऱ्या पेशी करत नाहीत तर हे काम संदेश ग्रहण करणाऱ्या पेशींमार्फत होते.

३. **पेशीबाह्य रचना** : बहुपेशीय सजीवांना त्यांच्या पेशीबाह्य रचनेमुळे स्वतंत्र ओळख मिळते. बहुपेशीय सजीव आणि सूक्ष्म जीवांचा समूह मिळून पेशीबाह्य रचना तयार होतात. (उदा. संयोगी ऊती, हाडे, कवच इ.) म्हणजेच सजीवांची ओळख त्याच्या पेशी व पेशीबाह्य रचनेमुळे निर्माण होते.

४. **नियोजित पेशीमरण** : प्रत्येक निरोगी पेशी कोणत्याही क्षणी 'आत्महत्या' करायला सिद्ध असते. असं मानतात की नियोजित पेशीमरणाचा विकास मूलत: डीएनएच्या प्रतिकृती करताना होणाऱ्या चुका, विषाणूंचा हल्ला किंवा अविभेदित पेशींवरचा उपाय म्हणून झाला. पण सजीवांनी शरीररचना करण्यासाठीही त्याचा उपयोग केला.

असलेला संपर्क तुटतो. पेशींमधले क्रोमॅटीन (पेशीकेंद्रकांत असणाऱ्या डीएनए आणि प्रथिनांच्या एकत्रित बांधणीला क्रोमॅटीन म्हणतात. क्रोमॅटीनमधे डीएनए त्याची जागा सोडून हलू शकत नाही.) आकुंचन पावतं आणि केंद्रक पेशीआवरणाला चिकटतं. पेशीआवरणावर छोटे छोटे उंचवटे तयार होतात आणि पेशीचे छोटे छोटे तुकडे होतात. हे तुकडे पेशीआवरणात बंदिस्त असतात. पेशीभक्षक पेशी (फॅगोसाईटस्) ह्या तुकड्यांना गिळून टाकतात. त्यामुळे पेशींमधील पदार्थ पसरत नाही आणि सूजही येत नाही

म्हणजेच नियोजित पेशीमरण ही पेशींना इजा पोहोचवणारी क्रिया नाही तर सुनियोजित आणि टप्प्याटप्प्याने घडून येणारी प्रक्रिया आहे. ही प्रक्रिया सुरळीतपणे घडून येण्यासाठी अनेक जैवरासायनिक पदार्थ मध्यस्थ म्हणून काम करतात.



नियोजित पेशीमरण घडत असताना पेशी आकुंचन पावते. तिचा आकार बदलतो. आजूबाजूच्या पेशींशी असलेला संपर्क तुटतो. आणि पेशीभक्षक पेशी तिचे भाग गिळून टाकतात.

नियोजित पेशीमरणाचे टप्पे

खरं तर प्रत्येक पेशी सतत जगायला किंवा मरायला सज्ज असते. ती जगणार किंवा मरणार हे तिला मिळणाऱ्या संकेतावर अवलंबून असतं. त्यांना आपण सकारात्मक किंवा नकारात्मक संकेत असं म्हणू. सकारात्मक संकेतांमुळे पेशी जिवंत राहते तर नकारात्मक संदेश पेशींना 'आत्महत्या' करायची आज्ञा देतात. आजूबाजूच्या इतर पेशींकडून किंवा पेशी ज्या पृष्ठभागाला चिकटून असते तिथून पेशींना सकारात्मक

संकेत मिळतात. परंतु इतर पेशींशी किंवा ह्या पृष्ठभागाशी असलेला तिचा संपर्क तुटला की सकारात्मक संकेत मिळणे बंद होते व पेशी मरायला सिद्ध होते.

पेशींमध्ये ऑक्सिकारक जास्त प्रमाणात साठल्याने पेशींना नकारात्मक संदेश मिळतो. याखेरीज अतिनील, क्ष-किरण, केमोथेरपीची काही औषधे यांमुळे पेशींच्या डीएनएमधे बिघाड निर्माण होतो आणि पेशींना नकारात्मक संकेत मिळू लागतात.

याशिवाय जेव्हा काही प्रथिनांचं प्रमाण इतकं वाढतं की ती पेशींमधे नीट सामावली जाऊ शकत नाहीत, अशावेळी पेशी मरायला तयार होतात.

काही विशिष्ट अणू पेशींच्या बाह्यपृष्ठभागावर चिकटल्यामुळे पेशी नियोजित पेशीमरणाला तयार होतात. हीच गोष्ट कॅन्सरपेशींना शोधून काढणारे अणू व विषाणूंची बाधा झालेल्या पेशींना ओळखणाऱ्या पेशींमुळेही घडून येते.

म्हणजेच नियोजित पेशीमरण प्रक्रिया तीन पद्धतींनी घडून येते

१) क्रियाशील ऑक्सिकारक पदार्थांमुळे.

२) पेशीअंतर्गत सुरू होणारी

३) पेशीआवरणावर (पृष्ठभागावर) मृत्यूचे संकेत देणारे अणू चिकटल्यामुळे

ह्या तिघांमुळे सुरू झालेली नियोजित पेशीमरणाची क्रिया वेगवेगळ्या मार्गांनी पेशी नष्ट करते. एका प्रकारच्या कृमींच्या अभ्यासामधून ह्या मार्गांचा शोध लागला. सस्तन प्राण्यांसहित सर्वच बहुपेशीय सजीवांमध्ये नियोजित पेशीमरण ही प्रक्रिया ह्या मार्गांनी घडत जाते.

थोडक्यात सांगायचं तर सजीवांची वाढ, वैविध्य, शरीर संतुलन व संरक्षण, प्रतिकारक्षमतेचं नियोजन, कार्य आणि हानीकारक जखमी पेशींना शरीराबाहेर घालवणे या सर्वच प्रक्रियांमधे नियोजित पेशीमरणाची भूमिका महत्त्वाची आहे. कॅन्सर, स्वयंप्रतिकार क्षमतेत बिघाड झाल्याने होणारे रोग आणि विषाणूंची बाधा होणं याला मूलत: कारणीभूत असतो नियोजित पेशीमरणामधला बिघाड. दुसऱ्या बाजूला ही प्रक्रिया अतिवेगाने होत असल्यास मज्जापेशी नष्ट झाल्यामुळे होणाऱ्या रोगांना (पार्किन्सन, अल्झायमर इ.) किंवा एडस्ला कारणीभूत होते.

स्रोत ऑगस्ट २०११ या अंकातून साभार

लेखक : **सुशील जोशी,** एकलव्य द्वारा प्रकाशित स्रोत फीचर मध्ये कार्यरत, विज्ञान शिक्षण आणि लेखनाची आवड.

अनुवाद - **वैशाली डोंगरे,** प्रयास पुणे यांच्या आरोग्य गटात कार्यरत.

अदाकारी साबणाच्या फिल्मची

लेखक : किरण फाटक

या लेखात साबणाच्या फुग्यांऐवजी तारेच्या वेगवेगळ्या फ्रेम्सवर तयार होणाऱ्या साबणाच्या फिल्म्सच्या सुंदर अदाकारी पाहू या.

तारेची कुठल्याही आकाराची पूर्णाकृती फ्रेम साबणाच्या द्रावणात बुडवली तर फ्रेमवर आपल्या कल्पनेपेक्षा फार वेगळ्या फिल्म्स तयार होतात.

उदा. सारख्या बाजू असणारा तारेचा एक त्रिकोण तयार करून साबणाच्या द्रावणात बुडवला तर तो त्रिकोण पूर्ण व्यापलेली फिल्म त्यावर तयार होते. आता असे चार त्रिकोण, पिरॅमिड सारखे एकत्र जोडून फ्रेम तयार केली व ती साबणाच्या द्रावणात बुडवली तर मात्र चारही त्रिकोणांवर फिल्म तयार न होता फ्रेमच्या प्रत्येक कडेपासून फिल्म्स निघतात व अशा सहा फिल्म्स त्रिकोणाच्या आतल्या एका बिंदूपाशी एकत्र येतात.

एका त्रिकोणावर पूर्ण पृष्ठभागाची फिल्म आणि चार त्रिकोण जोडताच वेगळ्या रचनेच्या सहा फिल्म्स का बरं तयार होतात?

चार त्रिकोणांवर चार पूर्ण फिल्म्स करण्याऐवजी अशा सहा फिल्म करण्यात ४०% ऊर्जा कमी लागते.

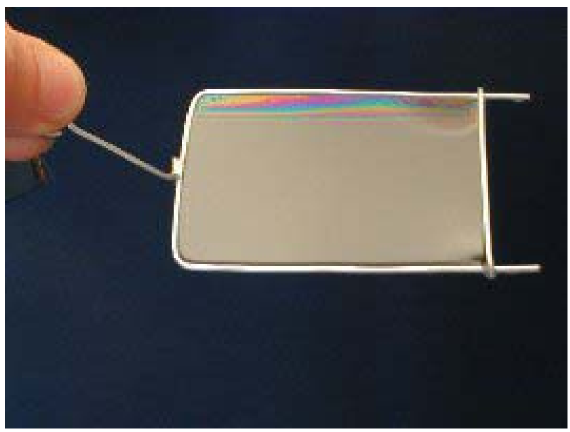
दिलेल्या फ्रेममध्ये कमीतकमी पृष्ठभाग व्यापणाऱ्या ह्या फिल्म असल्यामुळे त्यांना 'मिनिमल सर्फेस' असं म्हणतात. खाली अशा अनेक फ्रेम दाखवल्या आहेत. एखादी लवचिक तार घेऊन आपल्यालाही त्या तयार करता येतात.

ह्या फ्रेम्स साबणाच्या द्रावणात बुडवून बाहेर काढल्यावर त्यावर तयार झालेल्या साबणच्या फिल्म्स आपल्याला एक वेगळीच विस्मयकारी अदाकारी दाखवत जातात.

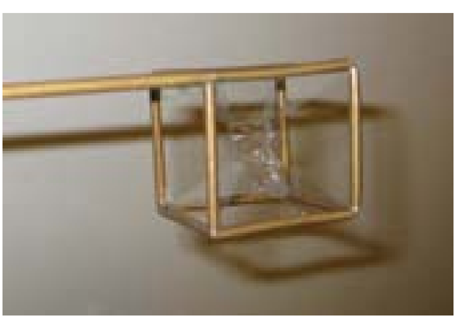
ह्या फ्रेम्सवर एकच (सिंगल) फिल्म असते. अशी फिल्म ही त्या फ्रेमवरची कमीतकमी पृष्ठभागाची (मिनिमल सर्फेस)

फ्रेमवर दोऱ्याचा एक लहान लूप करून लटकवा. अशा फ्रेमवर तयार होणाऱ्या साबणाच्या फिल्ममधील लूपच्या आतील फिल्म फोडा. लूप एकदम गोलाकार झालेला दिसेल.
ह्याचं कारण बाहेरील फिल्मचा पृष्ठीय ताण.

U आकाराच्या तारेवर एक सरकती तार ठेवून ही फ्रेम तयार होते. ह्यावर होणारी साबणाची फिल्म सरकत्या तारेला पृष्ठीय ताणामुळे फ्रेमच्या तळाकडे खेचते.



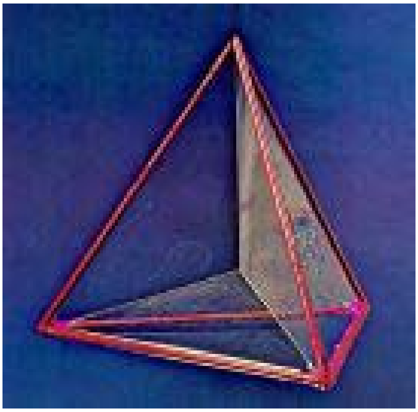
१) डावीकडे घनाकृती फ्रेमवर होणारी १४ फिल्मच्या पृष्ठभागांची रचना.
२) उजवीकडे ह्या रचनेच्या मध्यभागी तयार झालेला घनाकृती फुगा दिसत आहे.



१

२

स्प्रिंगसारख्या
स्पायरल फ्रेमवरील
साबणाची फिल्म



त्रिकोणांच्या पिरॅमिडसारख्या फ्रेमवर तयार झालेली सहा पृष्ठभागांची रचना. ह्या पृष्ठभागांचा समान बिंदू मध्यभागी दिसत आहे.

नैसर्गिक फिल्म रचनेचा वास्तुरचनेमधे केलेला वापर.
डेन्व्हर येथील विमानतळाचे छप्पर.

असते. बुडबुडा विरहीत साबणाची सपाट फिल्म दिलेल्या आकारमानासाठी कमीतकमी क्षेत्रफळाच्या पृष्ठभागाची असते.

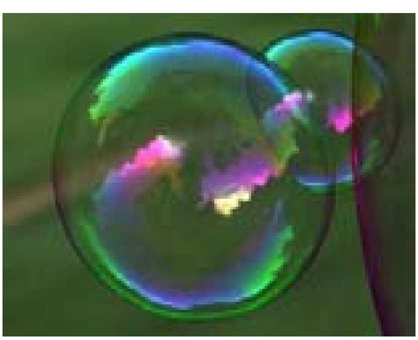
साबणाच्या फुग्यांची जोडणीतील गंमत

साबणाचे दोन, तीन, चार असे फुगे फुगवून ते एकमेकांना जोडून निरखणं आपल्याला थोड्या सरावाने शक्य होतं. नाहीतर एका ग्लासमधे साबणाच्या द्रावणात स्ट्रॉ बुडवून फुगे काढत राहिल्यास द्रावणाच्या वर फुग्यांची जी चळत तयार होते त्यात जोडफुग्यांच्या विविध रचना दिसू शकतात.

जेव्हा दोन किंवा अधिक फुगे एकमेकांना चिकटतात तेव्हा निसर्गातला तोच ऊर्जा बचतीचा नियम आपल्याला दिसतो. म्हणजे त्या जोडफुग्यांची बांधणी कमीतकमी पृष्ठभाग व्यापणारी आणि कमीतकमी ऊर्जा खर्च होणारी असते. किंबहुना तसं होत असेल तरच ती जोडणी अधिक स्थिर राहते.

दोन्ही फुग्यात सारखा दाब

दोन्ही फुग्यातील दाब वेगवेगळा



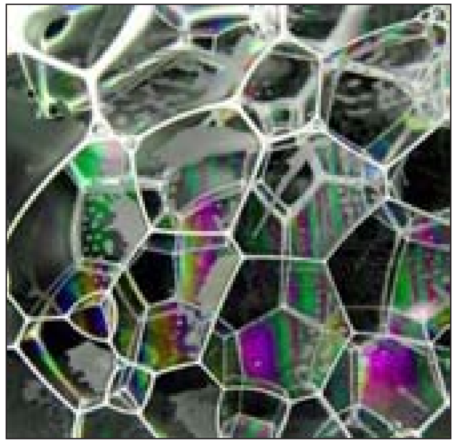
जेव्हा दोन फुगे एकमेकाला चिकटतात तेव्हा त्यांच्यात फारच 'समजूतदारपणा' दिसून येतो. त्या दोघांमधे एक सामाईक फिल्म तयार होते. दोन्ही फुगे अगदी सारख्या आकाराचे असतील तर ही फिल्म पूर्णपणे सपाट असते कारण तिच्यावर दोन्हीकडून सारखाच दाब असतो.

जर फुगे वेगवेगळ्या आकाराचे असतील तर ही फिल्म मोठ्या फुग्याकडे गोलाकार होते. कारण लहान फुग्याच्या आतला हवेचा दाब मोठ्या फुग्यातील हवेच्या दाबापेक्षा जास्त असतो.

जेव्हा तीन फुगे एकत्र येतात तेव्हा त्यांची आकारमाने कशीही असली तरी ते मध्यबिंदूशी १२० अंशाचा कोन करून राहतात. या नियमाची सिद्धता इथे देणं शक्य नसलं तरी ही रचना फुगे फुगवून आपल्याला सहजपणे न्याहाळता येते.

ग्लास किंवा प्लॅस्टिकच्या पिशवीत साबणाचे द्रावण घेऊन त्यात स्ट्रॉच्या साहाय्यानं फुगे तयार केले तर वरीलप्रमाणे आपल्याला त्यांचा फोटो घेता येतो, आणि असं लक्षात येतं की तीन फुग्यांच्या रचनेत

जी कड (रेषा) तीन फुग्यांना सामाईक असते तिच्याशी प्रत्येक फिल्मचा कोन १२० अंशाचा असतो. जर सर्व फुगे एकसारख्या आकाराचे असतील तर साबणाच्या फेसातील फुग्यांची रचना मधमाशाच्या पोळ्यासारखी षट्कोनी दिसेल. साबणाच्या फुग्यांप्रमाणे मधमाशाही बचत करणाऱ्या असतात, पोळ्याचं काम करण्यासाठी कमीतकमी मेण त्या वापरू इच्छितात.



फ्रेमवर साबणाच्या फिल्म्स तयार होणं किंवा साबणाचे फुगे एकमेकांना जोडले जाणं ह्या क्रियांमध्ये एकच तत्त्व दिसतं, ते म्हणजे ह्यांच्या रचनेत कमीतकमी पृष्ठभाग व्यापला जाईल आणि कमीतकमी ऊर्जेत ह्या रचना होतील. साबणाची फिल्म कमीतकमी क्षेत्रफळाचं उत्तम उदाहरण असल्यामुळे गणितातील कमीत कमी पृष्ठभागाच्या अभ्यासामध्ये या फिल्म्सचा वापर वर्षानुवर्षे केला जात आहे.

मिनिमल सर्फेस तंत्राचा उपयोग करून रचना केलेलं, वजनाला हलकं आणि प्रशस्त म्युनिच येथील ऑलिम्पिक स्टेडियम.

त्याचप्रमाणे वास्तुरचनेमध्येही या तंत्राचा वापर करून मॉन्ट्रियल (१९७६) आणि म्युनिच (१९७२) येथील ऑलिंपिकच्या प्रेक्षागारांचे छप्पर तयार केले गेले होते. मुखपृष्ठावर दिलेली सिडनीमध्ये वापरलेली रचना याच तंत्रावर आधारलेली आहे.

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

पेट्रोलियमऐवजी काय?

लेखक : आ.दि. कर्वे

आपण भारतात दरवर्षी सुमारे १२ कोटी टन पेट्रोलियम आयात करतो. या एकाच बाबींवर भारतातून सर्वाधिक पैसा बाहेर जातो. त्यामुळे पेट्रोलियमची आयात हा आपल्या अर्थकारणातला कळीचा मुद्दा झाला आहे, पण पेट्रोलियमला पर्याय शोधण्याचे फारसे कोणी प्रयत्न करताना दिसत नाही.

आपण आपल्या देशात जी पिके घेतो त्यातून निघणाऱ्या एकूण जैवभारापैकी सुमारे ६० ते ७० टक्के भाग हा पाने, खोडे, सालपटे, दाणे काढल्यावर उरणारी कणसे, अशा प्रकारचा असतो. भारतात दरवर्षी निर्माण होणारे धान्य, कडधान्य, गळितधान्य, ऊस, कपाशी, एरंडी, नारळ, भाज्या, फळे, कंद, ज्यूट, चहा, कॉफी, फुले, रबर, मसाल्याचे पदार्थ इ. सर्वांची आकडेवारी उपलब्ध आहे. त्यावरून या प्रत्येक पिकातून किती त्याज्य माल दरवर्षी उपलब्ध होतो याचा आपण अंदाज बांधू शकतो. हा आकडा जातो ८० कोटी टनांच्या घरात.

आयात पेट्रोलियममध्ये प्रति किलो ग्राम सुमारे ११००० किलोकॅलरी एवढी ऊर्जा असते तर त्याज्य शेतमालातल्या ऊर्जेचे प्रमाण असते प्रति किलोग्राम सुमारे ४२०० किलोकॅलरी. म्हणजे आपण जर केवळ ऊर्जेचा विचार केला, तर आयात पेट्रोलियमच्या तुलनेत आपल्या देशात आपोआप निर्माण होणाऱ्या एकूण त्याज्य शेतमालात पेट्रोलियमच्या अडीचपट ऊर्जा सामावलेली आहे हे लक्षात येईल.

कोणत्याही प्रकारच्या इंधनात समाविष्ट असणारी ऊर्जा वापरण्याचा सर्वांत सोपा मार्ग म्हणजे ते इंधन जाळणे. या प्रक्रियेत मुक्त होणारी ऊर्जा आपण निरनिराळ्या प्रकारे वापरू शकतो. त्यात स्वयंपाक करणे किंवा शेकोटी पेटवणे अशा

लहान लहान क्रियांपासून औद्योगिक क्रियांपर्यंत अनेक क्रियांचा उपयोग होऊ शकतो. सध्या त्याज्य शेतमालाचा औद्योगिक क्षेत्रात केला जाणारा सर्वात मोठा उपयोग म्हणजे साखर कारखान्यांमध्ये उसाचा रस काढून उरलेल्या बॅगासपासून वीजनिर्मिती. आपल्या देशातले सर्व साखर कारखाने स्वत:ला लागणारी वीज स्वत:च निर्माण करतात एवढेच नाही तर अनेक कारखाने आपण निर्माण केलेली अतिरिक्त वीज आपापल्या राज्यातल्या वीज-वितरण मंडळांना विकतात.

साखर कारखान्यात वीजनिर्मिती करण्यासाठी वाफेवर चालणारे स्टीमटर्बाइन नामक इंजिन वापरले जाते. परंतु स्टीमटर्बाइनचा शोध लागण्याच्या अगोदरपासून वाफेवर चालणारी इंजिने जगभर सर्वत्र वापरली जात होती. अगदी ३०-४० वर्षांपूर्वीपर्यंत भारतातल्या रेलगाड्यासुद्धा वाफेच्या इंजिनांच्या सहाय्यानेच चालविल्या जायच्या.

काही प्रकारच्या इंजिनांमध्ये वाफेऐवजी गरम हवेचा वापर केला जातो. त्यामध्ये स्टर्लिंग इंजिन नामक इंजिनाचा समावेश होतो. वाफेच्या इंजिनासाठी बॉयलरमध्ये पाणी तापवून त्याची वाफ करावी लागते. पाण्याचे ऊच्च दाबाच्या वाफेत रूपांतर करणे या प्रक्रियेत बरीच ऊर्जा खर्च तर होतेच पण शिवाय या प्रक्रियेत बॉयलर हे एक अतिरिक्त आणि धोकादायक असे सयंत्र लागते. याशिवाय मोठ्या प्रमाणात पाणीही लागते. स्टर्लिंग इंजिनात थेट हवाच तापवावयाची असल्याने त्याला पाणी किंवा बॉयलर यांपैकी कशाचीच आवश्यकता नसते.

वाफेचे इंजिन किंवा स्टर्लिंग इंजिन या दोन्ही प्रकारांमध्ये कोणतेही इंधन वापरले तरी चालते. त्यामुळे त्याज्य शेतमालाचा इंधन म्हणून वापर करण्यासाठी ही दोन्ही प्रकारची इंजिने योग्य ठरतात. पण याशिवाय आजकाल अशीही इंजिने वापरली जातात की ज्यांच्यात पेट्रोल किंवा डिझेल अशी विशिष्ट प्रकारची इंधनेच वापरावी लागतात. याप्रकारच्या इंजिनात वापरले जाणारे इंधन हे इंजिनातच जाळले जाते. त्यामुळे अशा इंजिनांना अंतर्ज्वलनकारी इंजिने असे म्हटले जाते. अंतर्ज्वलनकारी इंजिनांना लागणारे इंधन त्याज्य शेतमालातून मिळवता आले तरच शेतमाल हा खऱ्या अर्थाने पेट्रोलियमला पर्याय ठरू शकेल.

अंतर्ज्वलनकारी इंजिनात इंधन म्हणून आपण कोणताही ज्वलनशील वायू वापरू शकतो. कोणताही वनस्पतिजन्य जैवभार जर ३०० ते ४०० अंश सेल्सियस तापमानापर्यंत तापवला तर त्याचे विघटन होऊन त्याच्या वजनाच्या प्रत्येकी सुमारे एक-तृतियांश इतक्या वजनाचा कोळसा, डांबर आणि वुड गॅस किंवा पायरॉलिसिस गॅस हा ज्वलनशील वायू असे तीन पदार्थ आपल्याला मिळतात. त्यांपैकी पायरॉलिसिस गॅस हा

घटक आपण अंतर्ज्वलनकारी इंजिनात इंधन म्हणून वापरू शकतो.

जैवभारातून आपणाला जो कोळसा मिळतो, ते एक उत्कृष्ट घन इंधन तर आहेच पण या कोळशापासूनही आपण वॉटर गॅस या नावाचे वायुरूप इंधन तयार करू शकतो. जळणाऱ्या कोळशावर जर पाण्याची वाफ सोडली तर या दोन पदार्थांमध्ये एक रासायनिक प्रक्रिया घडून येते आणि त्यापासून कार्बन मोनॉक्साइड आणि हायड्रोजन हे दोन ज्वलनशील वायू बनतात. या मिश्रणाला वॉटर गॅस असे म्हटले जाते.

वरील दोन्ही प्रकारचे इंधनवायू निर्माण करण्यासाठी लागणारा जैवभार कोरडा असावा लागतो. पण त्याज्य जैवभार हा बरेचदा ओलाही असू शकतो. यात बाजारात पाठविण्यायोग्य नसलेली फळे, भाज्या, कंद; गाजर, कोबी, हळद, केळी यांसारख्या पिकांची पाने; पीक काढल्यानंतर मागे राहणाऱ्या टोमॅटो किंवा भोपळावर्गीय पिकांचे वेल, इ. चा समावेश होतो. अशा प्रकारच्या ओल्या कचऱ्यापासून आपण बायोगॅस निर्माण करू शकतो, आणि तोसुद्धा आपण अंतर्ज्वलनकारी इंजिनात इंधन म्हणून वापरू शकतो.

सुमारे ६०-७० वर्षांपूर्वी वुडगॅस (पायरॉलिसिस गॅस) वर मोटारगाड्या चालविल्या जात असत, पण त्या काळी वुडगॅस निर्मितीचे संयंत्र आणि लाकडे हे साहित्य सोबत न्यावे लागे. पण जर आज ही इंधने वापरण्याचे ठरविले तर ही वायुरूप इंधने कारखान्यात निर्माण करून ती शुद्ध करून, उच्च दाबाखाली सिलिंडरमध्ये भरून ग्राहकांना दिली जातील. हे तंत्रज्ञान भारतात उपलब्ध आहे. तेच वापरून आज सी.एन.जी. हा खनिजवायू ग्राहकांना मोटारगाडीचे इंधन म्हणून दिला जातो.

याशिवाय आणखी एक पर्याय आहे तो स्वयंचलित वाहने बॅटरीवर चालविण्याचा. वर उल्लेखल्याप्रमाणे जर दर १०-२० किलोमीटरवर एक याप्रमाणे विद्युत्‌निर्मिती केंद्रे उभी राहिली तर तिथेच बॅटऱ्या चार्ज करून देण्याचीही सोय करून देता येईल.

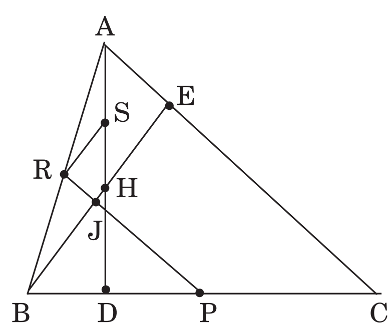
वरील विवेचनावरून दिसून येईल की आपण जर त्याज्य शेतमालाचा योग्य वापर केला तर आज फुकट जाणारा आणि शेतीद्वारे आपोआप निर्माण होणारा त्याज्य जैवभार हा आयात केल्या जाणाऱ्या पेट्रोलियमचा पर्याय ठरू शकेल.

लेखक : **आ. दि. कर्वे,** ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ, शेतीतज्ज्ञ, अॅप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूटचे संस्थापक.

उत्तरातून प्रश्ननिर्मिती

लेखक : नागेश शंकर मोने

- नमस्ते सर.
- नमस्ते सतेज, नमस्ते विराज.
- सर, निकिता ५ मिनिटं उशीरा येणार आहे.
- तिचा दूरध्वनी झाला होता का?
- नाही सर, एसएमएस आला.
- हां हां, लघुसंदेश म्हणा की! आपली भाषा आपण जपायला हवी की नाही? जिथं शक्य आहे तिथं आपले मराठी शब्द वापरावेत, अगदीच नाही शक्य तिथं इतर भाषेतले शब्द वापरायला काहीच हरकत नाही. 'मराठी असे आमुची मायबोली' असं म्हणायचं आणि सारखे परकीय शब्द वापरायचे हे काही योग्य नाही.
- सर, येऊ का?
- ये ये निकिता. तुझ्या लघुसंदेशाचाच विषय चालला होता.
- हो का सर? तुम्ही आग्रह धरता म्हणून मराठीत पाठवला मी सतेजला.
- वा वा! चला थोडा तरी फरक पडला आहे तर, बरं चला प्रश्न पाहू या का आपण?
- सांगा सर.
- त्रिकोण ABC मध्ये AD आणि BE या उंची H मध्ये मिळतात. AH चा मध्यबिंदू S आणि AB चा मध्यबिंदू R आहे. BC चा मध्यबिंदू P आहे तर कोन SRP चे माप ९०° दाखवायचं आहे.
- सर, आकृती काढतो म्हणजे सोप्पं जाईल सुचायला.
- काढा आणि काय काय दिलंय ते लिहा.
- सर, ΔABC आणि त्याचे २ शिरोलंब.
- बरोबर सतेज. विराज तू सांग पुढे
- P, S, आणि R हे अनुक्रमे BC, AH आणि AB चे मध्यबिंदू.
- छान प्रश्नात दिलेली माहिती नीट



समजून घ्यावी. आपलं मन आणि बुद्धी एकाग्र होते त्याने. सामान्यत: आवश्यक तेवढी माहिती प्रश्नात असतेच. एखाद्या वेळी थोडासा अधिक विचार करून त्यात भर घालण्याची अपेक्षा आपल्याला पुरी करावी लागते. बरं, विचारलंय काय निकिता?

- सर, $\angle SRP$ चं माप ९०° दाखवायचंय.
- बरोबर म्हणजे ΔSRP हा काटकोन त्रिकोण दाखवा, असंही त्यांनी म्हटलं असतं तरी चाललं असतं. बोला काय काय सुचतंय तुम्हाला -
- सर, बाजूंचे मध्यबिंदू दिलेत.
- वा! बरोबर विचार चाललाय, सतेज.
- त्रिकोणाच्या दोन बाजूंच्या मध्यबिंदूंना जोडणारा रेषाखंड तिसऱ्या बाजूला समांतर आणि तिसऱ्या बाजूच्या निम्मा.
- विराज, चांगली मदत करतो आहेस. असं गटागटानं आणि चर्चेनं पुढं जाणं हेच सध्याचे रचनावादी शिक्षण बरं का. बरं, पण निकिता तू सांग पुढं
- सर, RP ही AC ला समांतर आणि AC च्या निम्मी असणार.
- बरोबर, पण आपण 'निम्मी असणार' हा गुणधर्म जरा बाजूला ठेवूया, का ते सांगतो. कोन SRP हा ९०° दाखवायचा आहे म्हणजे काय काय करावे लागणार असा उलटा विचार करायचा आहे आपल्याला.
- सर, कोन HJP, काटकोन दाखवला की RS आणि JH समांतर असल्याने, संगत कोनांच्या दृष्टीने विचार करता कोन SRP काटकोन होईल.
- सतेज, नावाप्रमाणंच चांगली बुद्धी आहे हं तुला. पण HJP काटकोन कसा दाखवणार?
- अहो सर, सुटतंय बघा.
- काय ग निकिता? त्याला हुशार म्हटल्यानं 'खुन्नस' सुरू झाली नं.
- अहो सर, AC आणि JP समांतर आहेत.
- सर, AC आणि RP समांतर आहेत.
- अरे विराज JP हा RP चाच भाग आहे की !
- हो हो सर. पण समांतर असण्याचा आणि कोन काटकोन असल्याचा काय संबंध?
- बरोबर आहे विराज तुझे, दरवेळी असा संबंध असतोच असं नाही, पण इथं आहे. जरा दिलेली माहिती बघ की.
- हो सर, HJP आणि JEC हे आंतरकोन आहेत. त्यांची बेरीज १८० असते आणि त्यातला एक कोन ९०° आहे म्हणजे उरलेला दुसराही काटकोन होणार.
- कोणता ९०° आहे?
- कोन JEC सर
- छान निकिता. कारण तो दिलेलाच

आहे. म्हणजे HJP काटकोन झाला म्हणून कोन SRP पण काटकोन.

- म्हणजे सर, त्रिकोण SRP हा काटकोन Δ झाला. SP हा त्याचा कर्ण.
- छान विराज. म्हणजे बिंदू S, R आणि P तून जाणाऱ्या वर्तुळाचा व्यास कोण असेल ?
- सर, SP हा व्यास असेल.
- बरोबर सतेज. पण तुम्हाला सांगतो, बिंदू S, R, P तून जाणारं वर्तुळ बिंदू D मधूनही जातं बरं का.
- मला वाटतंय सर ते बिंदू E मधूनही जात असणार.
- का ग निकिता ?
- सर D हा जसा लंबपादबिंदू आहे तसा E पण आहे ना, म्हणून वाटलं.
- कमाल आहे तुझी. अगदी बरोबर आहे तुझं.
- अहो सर, ते वर्तुळ Q मधूनही जात असणार म्हणजे Q हा AC चा मध्य मानला तर.
- विराज धन्य आहे तुझी. एकदम योग्य आणि योग्य वेळी बोललास. पण का असं वाटलं तुला ?
- सर, R आणि P हे बाजूंचे मध्यबिंदू आहेत ना. तसा Q हा ही मध्यबिंदू आहे म्हणून.
- तुम्ही सर्वजण चांगला विचार करता बरं का. मजा येते असं ऐकायला. काय सतेज ?
- सर, बोलू का मी !
- का, काही बंधन घातलंय का मी तुला ?
- नाही, थोडी शंका वाटते चुकेल की काय म्हणून !
- चुकेना का ? आणि बोलल्याशिवाय कळणार कसं चूक काय आणि बरोबर काय ?
- सर, S हा AH चा मध्यबिंदू आहे, तसा एक BH चा मध्यबिंदू मानू या आणि CH चा मध्यबिंदूही मानू या. समजा K आणि T. तर त्यामधूनही ते वर्तुळ जाणार असं वाटतंय मला.
- तुला वाटतंय ते शंभर टक्के बरोबर आहे. चांगला प्रश्न आहे ना हा ?
- हो, सर. आजकाल याला HOT म्हणतात.
- का गं निकिता ? डोके गरम झालं का तुझं ?
- नाही सर, Higher Order Thinking असं काही तरी आहे. म्हणजे थोडं वरच्या पातळीतलं.
- बरं पण त्यातून नवीन प्रश्नाचं काय ?
- सर, जसं इकडे तसं तिकडे वापरूया का ?
- छान ! गुरुची विद्या गुरुला !
- सर, SRP हा काटकोन दाखवला आपण तसा SQP पण काटकोन दाखवता येईल.
- बरोबर, सतेज

- सर, समोरासमोरील कोनांची बेरीज १८० होत असल्याने चौकोन SRPQ हा चक्रीय चौकोन दाखवा असंही म्हणता येईल.
- प्रश्नच नाही निकिता.
- पण मग सर मगाचच्या पद्धतीप्रमाणे कोन SQP हा काटकोन पुन्हा दाखवत बसायचा.
- नाही विराज, त्याची काही जरुर नाही. याप्रमाणेच, त्याप्रमाणेच असं म्हटलं की झालं. आणि समजा पुन्हा सगळं लिहिलं तर पक्कं नाही का होणार? कंटाळा का करायचा?
- आराम हराम आहे.
- गप्प रे सतेज. उगीच चिडवू नको त्याला.
- पण सर, आपण लघुकोन त्रिकोणाचा विचार केला, विशालकोन त्रिकोणातही असं घडणार का?
- करून पहा निकिता.
- छान. मजा आली हा प्रश्न सोडविताना आणि त्यातून दुसरा प्रश्न शोधताना. तुम्हाला हे विवेकानंदांचे छोटे लॅमिनेटेड फोटो देतो. २०१३ मध्ये त्यांची १५० वी जयंती आहे ना म्हणून आत्तापासून सुरुवात.
- सर, लॅमिनेटेडला मराठीत काय म्हणार हो!
- विचार करायला हवा मला. पण ओढून ताणून अव्यवहार्य शब्द नाही बनवायचा बरं का.
- चला तर मग. भेटू या पुढच्या वेळी नवीन प्रश्न, प्रश्नातून नवीन प्रश्न यासाठी.
- नमस्ते सर
- नमस्ते

लेखक : **नागेश मोने**, कांतीलाल शहा प्रशाला सांगली येथे मुख्याध्यापक, विज्ञान आणि गणित विषयक लेखन करतात.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhsociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

आपली समाजव्यवस्था कोसळणार आहे का?

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागील लेखात म्हटल्याप्रमाणे शाश्वत विकासाच्या दिशेने वाटचाल फक्त विकसनशील देशांनीच अवलंबायची आणि विकसित देशांनी मात्र आपली निसर्गाला ओरबाडणारी जीवनशैली कायम ठेवायची या पद्धतीने अर्थातच खऱ्या अर्थाने शाश्वत विकास साध्य होऊ शकणार नाही. विकसित देशांची सरकारे अधिकृतपणे हे मान्य करत नसली, तरी आर्थिक कारणांमुळे बरेच धोरणात्मक बदल झालेले आहेत. सरकारी योजनांमार्फत ऊर्जा बचतीच्या पर्यायांना प्रोत्साहन दिले जात आहे, नवीन ऊर्जानिर्मितीसाठी नूतनक्षम ऊर्जास्रोत वापरण्यावर भर दिला जातो आहे, तसेच या क्षेत्रातील संशोधनाला अधिक निधीही उपलब्ध करून दिला जातो आहे. युरोपातील बऱ्याच सरकारांनी आपल्या ऊर्जानिर्मितीत नूतनक्षम ऊर्जास्रोतांचे प्रमाण वाढवण्याचे कार्यक्रम जाहीर केले होते आणि काही सरकारांना ही उद्दिष्टे साध्य करण्यात यशही आलेले आहे. खनिज इंधनांच्या व्यवसायातून मोठ्या झालेल्या 'शेल' आणि 'ब्रिटिश पेट्रोलियम'सारख्या बहुराष्ट्रीय कंपन्या आता नूतनक्षम ऊर्जेच्या क्षेत्रात उतरू लागल्या आहेत. खनिज इंधनांच्या व्यापारावर श्रीमंत झालेल्या संयुक्त अरब अमिरातीमध्येही नूतनक्षम ऊर्जास्रोतांबाबत संशोधन व विकासाच्या संस्था व यंत्रणा उभ्या केल्या जात आहेत. यासारख्या घटनांवरून विकसित देशांतील व्यवसायांनीही काळाची पावले ओळखली आहेत, असे दिसते.

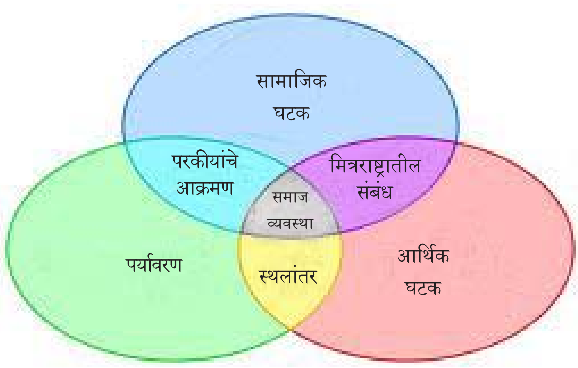
संक्रमणाला पर्याय नाही

व्यक्तिगत पातळीवर शाश्वत विकासाचा मार्ग धरणाऱ्या लोकांची विकसित देशांमधील संख्या वाढते आहे, हाही गेल्या दशकभरातला एक महत्त्वाचा बदल आहे. मागील एका लेखात आपण इकोव्हिलेजेसची माहिती करून घेतली आहे. गेल्या काही वर्षांत पाश्चात्य देशांमध्ये संक्रमणाची चळवळ मूळ धरते आहे. यामध्ये इकोव्हिलेजपेक्षा वेगळा विचार आहे. आपण ज्या वसाहतींमध्ये राहतो, त्याच वसाहतीत टप्प्याटप्प्याने बदल घडवत शाश्वततेच्या दिशेने संक्रमण करणे हा या चळवळीचा उद्देश आहे. म्हणजेच ज्या पद्धतीने राळेगण शिंदी किंवा हिवरे बाजार सारख्या गावांनी

जसा टप्प्याटप्प्याने बदल करत शाश्वत विकासाचा मार्ग धरला, त्याच पद्धतीने पाश्चात्य देशातील विकसित वसाहती टप्प्याटप्प्याने आपल्या सवयी, आपले प्रशासन, व आपल्या सुविधांसाठी लागणारे तंत्रज्ञान यात बदल करू पाहत आहेत. या बदलामागची प्रेरणा ही विनाशाच्या जाणिवेतून आलेली आहे. खनिज इंधनांचे साठे आता संपत आलेले आहेत आणि त्यामुळे विकसित देशांतील सर्व यंत्रणा कोलमडून पडण्याची शक्यता आहे. अशा परिस्थितीत आपले अस्तित्व टिकवायचे असेल, आपले नुकसान कमीत कमी करायचे असेल, तर जीवनशैलीच्या संक्रमणाला पर्याय नाही, असे अधिकाधिक लोकांना आता वाटू लागले आहे.

कोलमडणारी समाजव्यवस्था

आपली आजची समाजव्यवस्था कशा पद्धतीने कोलमडते आहे, कोलमडणार आहे, याबाबत संक्रमण चळवळीमध्ये मोठ्या प्रमाणावर विचारमंथन चालू आहे.



इतिहासात परिस्थितीच्या रेट्याखाली कोलमडून पडलेल्या अनेक संस्कृतींची उदाहरणे आहेत. यावरून काही धडे घेता येतात. जारेड डायमंड या प्राध्यापकांच्या मते समाजव्यवस्था कोलमडण्यासाठी पाच गोष्टी कारणीभूत असतात. नॉर्वेमधील व्हायकिंग लोक इ.स. ९८४ मध्ये ग्रीनलंडमध्ये आले आणि १४५० साली त्यांची समाजव्यवस्था नेस्तनाबूत झाली. हे उदाहरण घेऊन डायमंड यांनी आपला सिद्धांत स्पष्ट केला आहे.

- पर्यावरणावर होणारा मानवी जीवनव्यवहारांचा परिणाम हा डायमंड यांच्या मते पहिला घटक आहे. आपण आपल्या अस्तित्वासाठी ज्या साधनसंपत्तीवर अवलंबून असतो, तिच्याच विनाशालाही आपण कारणीभूत ठरतो, हे मानवी इतिहासात नवीन नाही. ग्रीनलंडमध्ये आलेल्या व्हायकिंग लोकांनी युरोपातील लोहयुगाचे तंत्रज्ञान आणले होते. पण लोखंड बनवण्यासाठी ग्रीनलंडमध्ये दगडी कोळसा उपलब्ध नव्हता. मग त्यांना यासाठी लाकडी कोळसा वापरण्याला पर्याय नव्हता. कोळसा बनवण्यासाठी त्यांनी मोठ्या प्रमाणावर जंगलतोड केली आणि त्यामुळे जमिनीची धूप

होऊन त्यांचा देश ओसाड बनला.

- दुसरा घटक आहे, वातावरण बदल. वातावरण बदल आणि जागतिक तापमानवाढीची अलीकडे बरीच चर्चा होत असली, तरीही वातावरण बदल अविरत काळापासून होत आहेत. यातून एकाच भौगोलिक ठिकाणी काही शतकांसाठी कधी सरासरी तापमान वाढते, तर कधी कमी होते, कधी सरासरी पावसाचे प्रमाण कमी होते, तर कधी वाढते. ग्रीनलंडमध्ये १४ व्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून वातावरण थंड झाले, आणि या शीतलहरीची तीव्रता १५व्या शतकात वाढली. अर्थात याच काळात ग्रीनलंडमधले स्थानिक आदिवासी लोक टिकून राहू शकले, पण व्हायकिंग मात्र टिकले नाहीत, याचे कारण इतर घटकांमध्ये शोधावे लागेल.
- तिसरा महत्त्वाचा घटक आहे, मित्रराष्ट्रांशी असलेले संबंध बिघडणे. ग्रीनलंडमधील व्हायकिंग समाज हा नॉर्वेतील मूळ व्हायकिंग समाजाबरोबर होणाऱ्या व्यापारी देवाणघेवाणीवर अवलंबून होता. एकीकडे पहिले दोन घटक जोर पकडत असतानाच, नॉर्वे हा देश गरीब होत गेला. हवामानातील बदलांमुळे ग्रीनलंड व नॉर्वे दरम्यानचा समुद्र गोठला आणि त्यामुळे सागरी मार्गाने व्यापार अधिकाधिक अवघड होत गेला. याचा एकत्रित परिणाम म्हणजे ग्रीनलंडमधील व्हायकिंगची अर्थव्यवस्था धोक्यात आली.
- चौथा घटक आहे, शत्रुत्व असलेल्या समूहांचे सान्निध्य. ग्रीनलंडमध्ये व्हायकिंग येण्यापूर्वीपासून इनुट या आदिवासी लोकांचे वास्तव्य होते. व्हायकिंगनी आदिवासींशी कधीच जमवून घेतले नाही. आदिवासी गनिमी काव्याने व्हायकिंगशी सतत लढत राहिले, आपल्या स्थानिक ज्ञानाच्या जोरावर व्हायकिंगची कोंडी करून त्यांना सील माशांच्या शिकारीसाठी उपयुक्त अशा ठिकाणांपासून दूर ठेवू शकले. यामुळे व्हायकिंगना इतर अडचणींबरोबरच अन्नाच्या टंचाईलाही तोंड द्यावे लागले.
- पाचवा घटक आहे, समाज आपल्या पर्यावरणीय समस्यांकडे कोणत्या राजकीय, आर्थिक, सामाजिक व सांस्कृतिक भूमिकांमधून बघतो. अतिशय धार्मिक ख्रिश्चन असलेल्या व्हायकिंग समाजाने आपला बराचसा पैसा मोठीमोठी चर्चेस बांधण्याकडे वळवला. हा पैशाचा एक अनुत्पादक विनिमय होता. व्हायकिंगची समाजरचना एकाधिकारशाही पद्धतीची होती, त्यामुळे तिच्यात वैचारिक लवचिकता नव्हती. स्थानिक आदिवासींना तुच्छ लेखण्यातून त्यांच्या

पर्यावरणपूरक जीवनशैलीतून महत्त्वाचे धडे घेण्याची संधी व्हायकिंगनी गमावली.

डायमंड यांच्या मते यातल्या कोणत्याही एक किंवा दोन घटकांवर कोणतीही समाजव्यवस्था मात करू शकते, पण हे सगळे घटक एकत्र आले, की त्या समाजव्यवस्थेचा ऱ्हास होणे अटळ आहे. या पार्श्वभूमीवर आजची एकंदरीत जागतिक परिस्थिती बघितली, तर अनेक देश या पाच घटकांच्या जवळपास पोहोचले आहेत असे दिसते.

आजची स्थिती

जगभरात सर्वच ठिकाणी आपण आपल्या आजुबाजूच्या साधनसंपत्तीचा ऱ्हास करतो आहोत. जागतिक तापमानवाढीचे संकट सर्वांच्याच दारात उभे आहे. आत्तापर्यंत सधन असलेले देश आर्थिक दिवाळखोरीकडे निघाल्यामुळे जागतिक व्यापारउदिमात न भूतो न भविष्यति अशी मंदीची लाट आहे. देशांतर्गत व देशाबाहेरून होणारे दहशतवादी हल्ले अनेक देशांना अडचणीत आणत आहेत. आणि चंगळवादातून अनुत्पादक व अनावश्यक गोष्टींकडे पैसा वळवण्याची, तसेच स्थानिक ज्ञानाला तुच्छ लेखण्याची प्रवृत्तीही अनेक ठिकाणी जोर पकडते आहे.

जगातील सर्व विकसित आणि बऱ्याचशा विकसनशील देशांमध्ये लोकशाही राज्यव्यवस्था आहे. त्यामुळे शासनाच्या पातळीवर धोरणांमध्ये आमूलाग्र बदल करणे वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून कितीही आवश्यक वाटले, तरी राजकीय कारणांमुळे घडू शकत नाही. संक्रमणाची प्रक्रिया ही नेहमीच खळबळजनक असते आणि दीर्घकालिन फायद्यासाठी तात्कालिक तोटेही सहन करावे लागतात. यामागची कारणमीमांसा लोकांपर्यंत पोहोचली नाही, तर क्रांतिकारी निर्णय घेणे सरकारसाठी स्वत:च्या पायावर धोंडा मारून घेण्यासारखे ठरते. जगभरातच आजच्या परिस्थितीवर मात करणाऱ्या राजकीय इच्छाशक्तीचा अभाव दिसतो, त्याचे हे महत्त्वाचे कारण आहे. यासाठी शाश्वत विकासाचा विचार आणि जीवनशैलीतील संक्रमणाच्या गरजेचा विषय लोकांपर्यंत पोहोचणे महत्त्वाचे आहे. ही लेखमाला हा त्या दृष्टिकोनातून केलेला एक छोटा प्रयत्न होता. या विषयी आपले प्रश्न व विचार जरूर कळवावेत.

लेखक : **प्रियदर्शिनी कर्वे,** संचालक, समुचित एन्व्हायरोटेक प्रायव्हेट लि.

E-mail : priyadarshini.karve@gmail.com

होमी व्यारावाला (१९१३-२०१२)

यांना मागच्या वर्षी जानेवारी २५, ला 'पद्मविभूषण' सन्मान देण्यात आला. १९३८ पासून ३५ वर्ष त्यांनी वृत्तपत्र-छायाचित्रकार म्हणून उच्च दर्जाचं काम केलं होतं. त्या काळात कर्तबगारीचा ठसा उमटवणाऱ्या या स्त्रीबद्दल पुढच्या अंकात जरूर वाचा.

शाश्वत जीवनशैलीसाठी आपण काय करू शकतो

आपल्या दैनंदिन जीवनात आपण ऊर्जा व इतर संसाधनांचा वापर काटकसरीने केला, आणि जिथे शक्य आहे तेथे नूतनक्षम ऊर्जा व नूतनक्षम संसाधनांचा वापर केला, तर सर्वसंगपरित्याग न करताही एक शाश्वत जीवनशैली अंगीकारणे शक्य आहे. ही प्रक्रिया आपण टप्प्याटप्प्याने घडवून आणू शकतो. यात आपला आर्थिक फायदाही आहे.

सर्वप्रथम डोळसपणे आपल्या सवयी बदलूया.

- रिकाम्या खोलीतील दिवे, पंखे, इ. बंद रहातील, याची दक्षता घेऊ या.
- संध्याकाळचा वेळ सर्व कुटुंबियांनी एकत्र एका खोलीत घालवला, तर अर्थातच इतर खोल्यांमधील दिवे, पंखे इ. बंद ठेवता येतील, व ज्या खोलीत सगळेजण आहेत, तिथे सर्वाधिक कार्यक्षमतेने उपलब्ध सुविधा वापरल्या जातील.
- इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे बंद करताना प्लगचा स्विच बंद करायची आठवण ठेवू.
- स्वयंपाकघरात प्रेशर कुकरचा योग्य वापर गॅसची बचत करू शकतो. मुळात प्रेशर कुकरच्या वापरामुळे गॅसची बचत होते, पण कारण नसताना शिट्ट्यांमागून शिट्ट्या काढण्याची सवय कुकरच्या या गुणधर्मावर बोळा फिरवते.
- स्वयंपाकाचे भांडे शेगडीवर ठेवल्यानंतर गॅस पेटवणे, शेगडीवर ठेवलेल्या भांड्यांवर झाकण्या ठेवणे, इ. अनेक छोट्या उपायांनी आपण गॅसची बचत करू शकतो.
- स्वयंपाकासाठी सपाट तळाची भांडी ऊर्जा वापराच्या दृष्टीने कार्यक्षम समजली जातात. कारण त्यामुळे तळाच्या गोलव्यावरून बाजूला जाणाऱ्या ज्वालांची उष्णता वाया जात नाही. हे लक्षात घेऊन भांड्याच्या तळापेक्षा मोठ्या ज्वाळा करून उष्णता वाया घालवणार नाही.
- जवळच्या अंतरांसाठी गाडी वापरण्याचा मोह टाळू या.
- बाहेर पडताना कामांचे योग्य नियोजन करून वारंवार फेऱ्या मारणे टाळू.
- वाहनाच्या चाकांमधील हवेचा दाब योग्य तितकाच ठेवू, आणि वाहन नेहमी आदर्श वेगमर्यादेतच चालवू.
- वाहनाची नियमित देखभाल, दुरुस्ती करून घेऊ.
- वाहतूक नियंत्रक दिव्यामुळे १५ सेकंदांपेक्षा जास्तवेळ थांबावे लागणार असेल, तर गाडी बंद करू.

* शक्य तिथे सार्वजनिक वाहतूक व्यवस्थेचा वापर करू, किंवा आपल्या वाहनातून त्याच मार्गाने जाणाऱ्या शेजारच्या इतरांनाही घेऊन जाऊ.
* पाण्याचा वापर काटकसरीने करू.
* पाण्यात हवा मिसळून पाण्याचा प्रवाह सोडणारे नळ बसवून घेऊ, तसेच घरातील सर्व नळांची व फ्लशची नियमित देखभाल दुरुस्ती करू.
* गरजेप्रमाणे कमी व जास्त पाणी सोडण्याची सोय असलेल्या फ्लशच्या टाक्या बसवून घेऊ.
* जुन्या पद्धतीच्या फ्लशच्या टाक्यांमध्ये पाण्याने भरलेल्या बाटल्या ठेवून फ्लशची क्षमता कमी करू.
* प्लॅस्टिक पिशव्यांचा वापर शक्यतो टाळू.
* कागदांचा अनावश्यक वापर टाळू.
* जुने कपडे, रद्दी कागद, प्लॅस्टिकच्या, धातूच्या व काचेच्या टाकाऊ वस्तू पुनर्वापरासाठी देऊ.
* इलेक्ट्रॉनिक कचरा वेगळा ठेवू, आणि या प्रकारच्या कचऱ्याची विल्हेवाट लावणारी यंत्रणा शोधू.
* शक्यतो आपल्या खाण्यात मुख्यत्वे स्थानिकरित्या पिकणारे पदार्थ जास्तीत जास्त प्रमाणात कसे येतील हे पाहू.
* शक्यतो विकत घेताना सेंद्रिय पद्धतीने पिकवलेले पदार्थ निवडू.

यासारख्या सवयींमधील बदलांमुळे आपला ऊर्जा व इतरही संसाधनांवरचा दैनंदिन खर्च काही अंशी कमी होईल. हा वाचलेला पैसा आणखी पैसे वाचवण्यासाठी व पर्यावरण संवर्धनाला अधिक हातभार लावण्यासाठी वापरता येऊ शकतो.

* टप्प्याटप्प्याने आपल्या घरातील बल्ब व ट्यूबच्या जागी एलइडीचे दिवे बसवून घेऊ.
* नवीन इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे घेताना जुने देऊन नवीन घ्या स्वरूपाच्या योजनांचा लाभ घेऊ, आणि शक्यतो चार किंवा पाच तारांकित कार्यक्षमतेचे लेबल असलेली उपकरणे घेऊ.
* आपल्या घरात निर्माण होणाऱ्या ओल्या कचऱ्यापासून गांडूळखत किंवा बायोगॅस तयार करण्यासाठीची यंत्रणा बसवून घेऊ, व तिचा योग्य पद्धतीने वापर करू.

आपल्या व्यक्तिगत जीवनशैलीत बदल केल्यानंतर हीच तत्वे आपण काम करत असलेल्या ठिकाणी राबवण्याचाही प्रयत्न करता येईल.

भारतीय कलेचे पुनरुज्जीवन

लेखक : राम थत्ते

बंगालमधील चित्रशैलीचे पुनरुज्जीवन व्हावे ह्या हेतूने त्यावेळचे कलकत्ता कलाशाळेचे प्रिन्सिपॉल इ.बी. हॅवेल यांनी खूपच प्रयत्न केले. ते स्वत: भारतीय कलेचे गाढ अभ्यासक व भारतीय कलेला मान देणारे होते. भारतातील कलाशाळांमध्ये भारतीय कलाच शिकवली जावी हा त्यांचा आग्रह असे. त्या हेतूने त्यांनी शिकविण्याच्या पद्धतीतही बदल केला होता. त्यामुळे तिला न्यू रिव्हायव्हलीस्ट आर्ट ऑफ बेंगॉल असे संबोधण्यात येऊ लागले. १९०२-०३ च्या दिल्ली येथील कला प्रदर्शनासाठी नव्या पुनरुज्जीवनवादी कलाकृती निवडल्या गेल्या. हॅवेल त्यांच्या प्रयत्नांना यश येऊन कलकत्ता येथील कलाशाळेचे श्री. अवनींद्रनाथ टागोर यांच्या 'मृत्युशय्येवरील शहाजहान' या कलाकृतीस सुवर्णपदक मिळाले.

हॅवेल यांच्यानंतर १९०५ मध्ये अवनींद्रनाथ कलकत्त्याच्या महाविद्यालयाचे प्राचार्य झाले. सुरुवातीसच त्यांना नंदलाल बोस, व्यंकटप्पा, मुकुल डे, मुजुमदार भोलाराम, असितकुमार हलधर, देवीप्रसाद रॉय चौधरी यांच्यासारखे विद्यार्थी लाभले. त्यांनी बंगाली शैलीच्या चित्रांमध्ये सपाट रंगपटलाचा उपयोग, मंद व आल्हाददायक रंगसंगती, छाया प्रकाश दर्शनाचा अभाव ही वैशिष्ट्ये होती. या शैलीमध्ये पारदर्शक रंगपटलाचा उपयोग आणि जलरंगात वॉटमनपेपरवर काढलेली चित्रे असत. ही प्रथम काढल्यानंतर पाण्यामध्ये बुडवून रंग पुसला जाई, त्यावर पुन्हा चित्रकाम करून पुनश्च पाण्याने धुवून बसलेला रंग पुसून टाकण्यात येत असे. असे १५-१६ वॉशेस दिल्यानंतर त्या कागदामध्ये शोषण केलेले रंगकामच राहत असे त्यामुळे चित्रे तर रंगीत दिसत परंतु कागदावर चित्रलेपन दिसतच नसे. ती चित्रे जलाभेद्य होत असत. लेखकाने त्याच्या अजिंठा गुंफेतील वास्तव्यात अशी चित्रणे वॉटमन पेपरवर केलेली आहेत. पूर्वी लॅबोरेटरीजमधून

भारतमाता

'वॉटमन पेपर' हा फिल्टर पेपर म्हणून वापरात येत असे.

अवनींद्रनाथ टागोर

अवनींद्रनाथ यांचा जन्म कलकत्त्यामध्ये ७ ऑगस्ट १८७१ साली झाला. त्यांचे वडील गुणीन्द्रनाथ हे रवींद्रनाथांचे चुलत भाऊ होते. घरातील रसिक व सुसंस्कृत वातावरणात लहानपणापासून अवनींद्रनाथांची कला-रसिकता जोपासली गेली. १८८१-९१ या काळात त्यांचे संस्कृत कॉलेजमध्ये शिक्षण झाले. रवींद्रनाथांच्या सहवासातच त्यांनी संस्कृतमध्ये काव्ये व मुलांसाठी कथा लिहिल्या. त्या कथांसाठी चित्रेही काढली. १८९७ मध्ये त्यांनी सिनोरे गिलोर्दी या इटालियन व चार्ल्स पामर या ब्रिटीश चित्रकारांकडून खाजगीरित्या चित्रकलेचे धडे घेतले. तैकवान या जपानी चित्रकाराकडून जलरंगात चित्रे रंगविण्याची काही वैशिष्ट्ये पण त्यांनी आत्मसात केली. पाश्चात्य चित्रपद्धती भावनाविष्कारास अपुरी आहे, असे त्यांना लवकरच उमजून आले. अवनींद्रनाथांचा कलाविष्कार म्हणजे रंगांमध्ये रंगवलेली चित्रकाव्येच आहेत. 'प्रवासाचा शेवट' (द एंड ऑफ दी जर्नी') या नावाचे त्यांचे चित्र उदाहरणादाखल पुरेसे आहे. १९१२-१३ मध्ये काढलेल्या या चित्रात प्रचंड ओझे वाहून आणणारा उंट थकल्यामुळे जमिनीवर लांबलचक मान

३० वर्षांच्या रविंद्रनाथ टागोरांचे अवनींद्रनाथांनी काढलेले चित्र

टेकून आपली जीवनयात्रा संपवितो हा त्या चित्राचा विषय. हे भावपूर्ण व करुण दृश्य चित्रित केलेले बघितल्यावर त्यांच्या कलेतील भावनाविष्कार आपल्याला उमजतो. त्यांचे 'षडंग' नावाचे चित्रकलेच्या षड्अंगावरील पुस्तक सुरेख आहे.

नंदलाल बोस (१८८३-१९६६)

अवनींद्रनाथांच्या शिष्य परंपरेतील एक प्रमुख व प्रतिभाशाली चित्रकार म्हणून यांचा उल्लेख करावा लागेल. त्यांचा जन्म बिहारमधील खरगपूर या खेडेगावात झाला. मॅट्रिक झाल्यानंतर कलकत्ता येथील चित्रकला महाविद्यालयात त्यांनी पाच वर्षांचा कलेचा अभ्यासक्रम पुरा केला. नंतर अवनींद्रनाथांच्या घरी मदतनीस म्हणून उमेदवारी केली. १९०७ मध्ये भारतीय प्राच्य कलासंस्थेच्या कला प्रदर्शनांत त्यांच्या 'शिवसती' या चित्राला पारितोषिक मिळाले. १९११ मध्ये लेडी हॅरींगहॅम या चित्रकर्तीला मदतनीस म्हणून अजिंठा लेण्यामध्ये अजिंठा भित्तीचित्रांच्या प्रतिकृती करण्याचे काम त्यांनी केले. अजिंठा लेण्यांमधील भित्तीचित्रे पाहताना प्रथमदर्शनी तर नंदलाल स्तंभितच झाले. असे चित्रण आपण आजवर कुठेही पाहिले नाही असे वाटून ते भारावून गेले.

तद्नंतर ग्वाल्हेर संस्थानाकडून त्यांच्यावर बाघ येथील गुंफांमधील भित्तीचित्रांच्या प्रतिकृती करण्याचे काम सोपवले गेले. त्यांच्या स्वत:च्या चित्रशैलीवर

बाघ शैलीतील चित्र

या अजिंठा व बाघ येथील चित्रशैलीचा खूपच प्रभाव पडला. त्यांनी केलेल्या प्रतिकृती हैद्राबादेतील बाग-ए-आम येथे पहायला मिळतात.

१९१७ मध्ये रवींद्रनाथांनी विश्वभारती या संस्थेची स्थापना केली व तिच्या कलाभवन या शाखेचे प्रमुख म्हणून १९१८ मध्ये नंदलाल बोस यांची नियुक्ती केली. तेथे त्यांनी ३० वर्षे अध्यापनाचे काम केले.

रविंद्रनाथ टागोरांच्या 'सहज पाठ' पुस्तकासाठी नंदलालांनी काढलेले चित्र.

त्यांच्या कलानिर्मितीत भारतीय प्राचीन परंपरा, राष्ट्रीय विचारसरणी, आधुनिक तांत्रिक प्रयोगशीलता हे तीन प्रवाह प्रामुख्याने दिसतात. १९३० मध्ये महात्मा गांधींची भेट झाल्यानंतर, त्यांच्या नंतरच्या कलाकृतींमध्ये राष्ट्रीय बाणा दिसून येतो. हरिपूर येथील काँग्रेस अधिवेशनाच्या सजावटीचे काम त्यांनी मन:पूर्वक केले होते. त्या अधिवेशनात त्यांनी बहुजन-समाजाला आकर्षित करतील अशी सुमारे ६० चित्रे काढली. 'हरिपूर पोस्टर्स' म्हणून प्रसिद्ध असलेली शांतिनिकेतनमधील चीन भवनाच्या भिंतीवर त्यांनी म्युरल्स रंगवली होती. त्यात शिवविषप्राशन, शिवविलाप, शिवतांडव, उमेची तपश्चर्या युधिष्ठराची स्वर्ग यात्रा, दुर्गा, यम, कैकेयी, अहिल्या, कर्ण, कृष्ण, अर्जुन, गांधारी आहेत. शिवाय गुरुवर्य अवनींद्रनाथांचे व्यक्तीचित्र, दांडीमार्च इत्यादी चित्रेही समर्थपणे रंगवली होती.

बडोदा येथील गायकवाडांच्या कीर्ती मंदिरामध्ये त्यांनी मोठी लांबलचक अशी भित्तीचित्रे उत्कृष्टपणे रंगवली आहेत. त्यांच्या कलासेवेचा गौरव भारत सरकारने त्यांना १९५५ मध्ये 'पद्मभूषण' देऊन केलेला आहे.

लेखक : **राम अनंत थत्ते,** शिल्पकार, अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनद्वारे प्रकाशित. मो. : ९४२२२५३७४५.

जैव विकासाचं कोडं उलगडणारे
वाइजमान

लेखक : सुशील जोशी

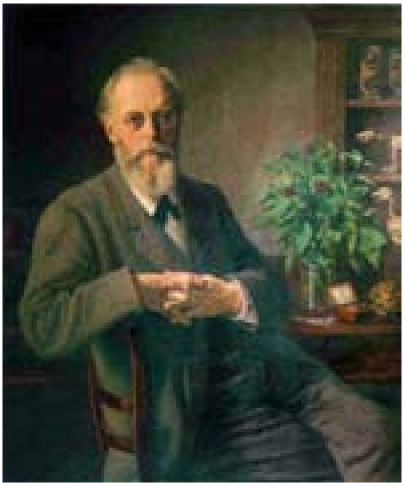
फ्रीडरिश लिओपोल्ड ऑगस्ट वाइजमान हे एकोणिसाव्या शतकातील वैज्ञानिक होते. (१८३४-१९१४) एकोणिसाव्या शतकातील सर्वात उल्लेखनीय जैवविकास वैज्ञानिकांमध्ये त्यांचे स्थान डार्विन पाठोपाठ समजले जाते.

वेगवेगळ्या जैव वैज्ञानिक प्रक्रियांचं विवेचन करण्यासाठी किंवा घडामोडींचा अर्थ लावण्यासाठी (डार्विनच्या उत्क्रांतीच्या सिद्धान्ताचा) उपयोग करणारे वाइजमान हे पहिले वैज्ञानिक होते. त्याचबरोबर वाइजमाननी डार्विनच्या कित्येक विचारांना जबरदस्त आव्हानही दिलं होतं.

मुळात ख्रिश्चन धर्मातील मांडणीमध्ये असं म्हटलं होतं की, हे जग, इथले सगळे सजीव यांच्यासह सगळ्या विश्वाची रचना ईश्वरानं केली आहे. म्हणजे सगळ्या सृष्टीची रचना एकाचवेळी झाली (याला नियतवाद असं म्हणतात), त्यामुळे त्याची प्रक्रिया समजून घेण्याचा प्रयत्न करणं व्यर्थ आहे. एका गटाचा यावर अजूनही विश्वास आहे; तसा वाइजमानच्या काळात तर होताच. पण पृथ्वीवरील परिवर्तनाचे अनेक पुरावे तेव्हा मिळालेले होते. त्यामुळे आपली पृथ्वी तिच्या निर्मितीपासून कायम अशीच आहे असं मानणं अशक्य झालं होतं. सजीवांचं आज जे रूप दिसतंय तसं भूतकाळात अस्तित्वातच नव्हतं किंवा खूप वेगळं होतं हेही कळायला लागलं होतं. तेव्हा अस्तित्वात असलेले कित्येक जीव आता नष्ट झालेत याचेही पुरावे मिळाले होते. म्हणजेच परिवर्तन हाच निसर्गाचा नियम आहे असं वाटायला लागलं होतं. ह्या सर्व पुराव्यांवरून जीवसृष्टीमध्ये टप्प्याटप्प्यानं उत्क्रांती झाली असावी हे मत दृढ होऊ लागलं होतं.

लामार्क व डार्विन

लामार्कने असा सिद्धांत मांडला होता की प्रत्येक जीव स्वत:ला जगण्यासाठी आवश्यक ते पर्यावरण मिळावं म्हणून धडपड करत असतो. त्यामुळे त्याच्या शरीराच्या काही अवयवांचा वापर जास्त केला जातो तर काहींचा कमी. ज्या अवयवांचा वापर होतो ते विकसित होतात आणि ज्यांचा उपयोग केला जात नाही ते हळूहळू नाहीसे होतात. म्हणजे लामार्कच्या म्हणण्याप्रमाणे



एखादा जीव त्याच्या आयुष्याच्या कालावधीमध्ये जे गुणधर्म प्राप्त करून घेतो ते पुढे त्याच्या पुढच्या पिढीला मिळतात. आणि अशा प्रकारे जैव विकास होतो.

चार्ल्स् डार्विनचा निष्कर्ष वेगळा होता. त्यांच्या मांडणीनुसार जीवांमधे निसर्गत:च भरपूर विविधता असते. म्हणजे एकाच प्रजातीतले सगळे जीवसुद्धा अगदी सारखे नसतात. त्यांच्यात काहीतरी फरक असतोच. त्यातील काही फरक हे आनुवंशिक असतात म्हणजे ते पुढच्या पिढीतही येऊ शकतात. काही फरक असेही असतात की त्यांच्यामुळे त्या जीवाचं आयुष्य थोडं सुकर तरी होतं किंवा कठीण तरी होतं. हे छोटे छोटे फरकच पिढी-दर-पिढी साठत जातात आणि त्यातूनच पुढे जैवविकास होतो. अर्थात मुळामध्ये विविधता कशी निर्माण होते हे डार्विनला स्पष्ट करता आलं नाही. त्यापूर्वीच मेंडेल यांनी त्यांचे अनुवांशिकतेचे नियम मांडलेले असूनही तिकडे कोणी फारसं लक्ष दिलं नव्हतं.

वाइजमानची पद्धत

वाइजमाननं प्रथम नियतवादाचा विचार केला. त्यांची विचार करण्याची पद्धत वेधक होती. 'बायबलमधली मांडणी किंवा डार्विनची मांडणी यातील एकच बरोबर असण्याचा संभव आहे' इथपासून त्यांनी सुरुवात केली. ते वेगवेगळी उदाहरणं घेऊन हे पडताळून बघत होते की ह्या दोन सिद्धांतांपैकी कोणता जास्त तर्कसंगत आणि स्वीकारार्ह ठरतोय. त्यांनी लिहिलेल्या त्यांच्या 'उबेर डी बेरेश्टिगुंग डेर डारविनशेन थियरी' (डार्विनच्या सिद्धांताचं औचित्य) या पुस्तकात असं म्हटलं आहे की खूपसे जैववैज्ञानिक पुरावे जैवविकास सिद्धांतामध्ये चपखलपणे बसतात. पण त्यामधून नियतवाद सिद्ध करता येत नाही.

हे पुस्तक लिहिल्यावर वाइजमान असं मानायला लागले होते की, पृथ्वी सूर्य-केंद्रित आहे हे जितकं सत्य आहे तितकंच जैवविकासाचा सिद्धांत हेही निखळ सत्य आहे. त्यानंतर वाइजमाननी जैव विकासाच्या प्रक्रियेबद्दल विचार केला. हे करताना त्यांनी जैव विज्ञानातील पुरावे लामार्क व डार्विनच्या मांडणीशी ताडून बघणं हीच युक्ती परत वापरली.

खरं तर सुरुवातीला वाइजमानला असं वाटत होतं की कोणत्याही जीवानं

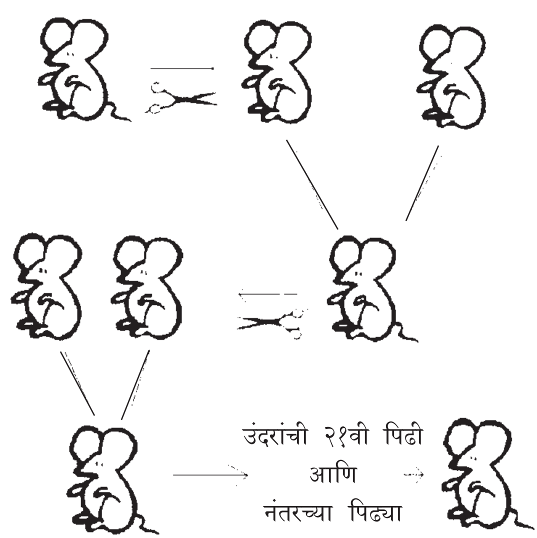
(सजीवानं) आयुष्यभरात जे गुणधर्म मिळवले असतील ते त्यांच्या पुढच्या पिढीकडे दिले जातात आणि हीच विकासाची प्रक्रिया असते. म्हणजे या बाबतीत ते लामार्कशी सहमत होते. त्यांचंही असंच मत होतं की, पर्यावरणात बदल झाला तर सजीवाच्या स्वरूपातही परिवर्तन होतं आणि मग हेच परिवर्तन प्रदीर्घ काळानंतर व्यापक परिवर्तनाचं रूप धारण करतं. पण १८८३ साल उजाडेपर्यंत त्यांच्या विचारात आमूलाग्र बदल झाला होता. त्यांच्या मनाच्या खुलेपणाचं हे द्योतक मानता येईल.

पुन्हा एकदा त्यांच्या असं लक्षात आलं की जैव विज्ञानातील पुराव्यांचं स्पष्टीकरण लामार्कच्या सिद्धांताच्या आधारे देता येणार नाही; पण डार्विनचा सिद्धांत आणि त्यांनी स्वत: विकसित केलेला जननद्रव्याचा सिद्धांत ते स्पष्टीकरण सहजपणे देऊ शकतो. हा सिद्धांत आधुनिक जैव विज्ञानाचा एक पायाभूत सिद्धांत मानला जातो.

वाइजमानच्या तर्काचं एक उदाहरण बघू. मुंग्या, वाळवी, मधमाश्या यांच्या प्रजातीत काही सदस्य वंध्य असतात. आयुष्यभराच्या कालावधीत प्राप्त केलेल्या गुणांच्या आधारानं ह्या सदस्यांच्या वंध्यत्वाचं स्पष्टीकरण देता येत नाही. कारण हे सदस्य जर प्रजनन करतच नाहीत, मग त्यांचा हा गुण (दोष?) पुढच्या पिढीकडे जातोच कसा?

लामार्कचा सिद्धांत बरोबर ठरवण्याच्या बाजूनं अनेक उदाहरणं दिली जात असत. उदाहरणार्थ, ज्या समाजात सुंता करण्याची प्रथा आहे त्या समाजात काही सदस्य लिंगावर पुढच्या टोकाला जन्मत: त्वचा नसलेलेच जन्माला यायला लागलेत.

या टप्प्यावर वाइजमाननं एक प्रयोग केला होता. आजच्या काळात तो कदाचित क्रूर ठरवला जाईल. त्यांनी जवळ जवळ दीड हजार उंदरांच्या शेपट्या कापल्या. आणि पुढच्या वीस पिढ्यांपर्यंत त्यांच्या पिल्लांच्या शेपट्या कापत राहिले. तरीही एकविसाव्या पिढीतील सर्व उंदरांना शेपट्या होत्याच. १८८३ मध्ये त्यांनी हा प्रयोग आणि इतर अनेक वेगवेगळ्या उदाहरणांच्या विश्लेषणावर आधारित एक व्याख्यान दिलं



होत - 'ऑन इनहेरिटन्स' (अनुवांशिकतेबाबत).

विशेष म्हणजे या व्याख्यानात त्यांनी जननद्रव्य सिद्धांताच्या आधारे डार्विनचा सिद्धांतही स्पष्ट केला ! विशेषत: अवशिष्ट (राहून गेलेल्या निरुपयोगी) अवयवांचं स्पष्टीकरण देण्यासाठी जननद्रव्य सिद्धांताचा उपयोग केला होता. हा सिद्धांत डार्विनने मांडलेल्या काही विचारांच्या विरुद्ध होता ही गोष्ट मनोरंजक आहे. हा जननद्रव्य सिद्धांत आहे तरी काय हे आता बघू या.

जननद्रव्य सिद्धांत (जर्म प्लाजम)

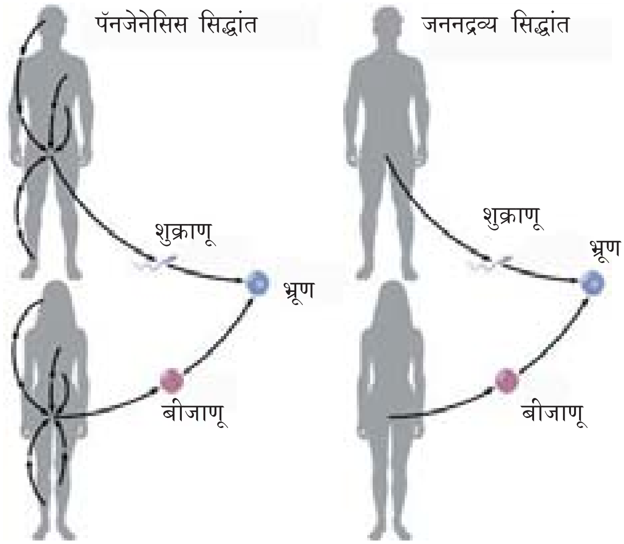
आजकाल जननिक रूपांतराने तयार झालेले जीव आणि जैववैविध्य संदर्भात या संकल्पनेचा बराच बोलबाला आहे. ही संकल्पना आधुनिक जैव विज्ञानातील एक अतिशय महत्त्वाची संकल्पना आहे. लैंगिक प्रजननामधे जीवाचे गुण पुढच्या पिढीला मिळतात. हे नक्की कसं साध्य होतं याबद्दल हळूहळू समजत गेलं. उदाहरणार्थ आधी असं समजलं जायचं की प्रत्येक जीवामधे जनन पेशीमध्ये तो जीव लघुरूपात अस्तित्वात असतो. आणि नंतर तो विकसित होऊन पूर्ण जीव बनतो. याला पूर्व-निर्माण किंवा प्री-फॉर्मेशन म्हणतात. पण मग प्रश्न असा येतो की हा लघुजीव येतो कुठून?

डार्विनचं मत होतं की कोणत्याही जीवाच्या (म्हणजे बहुपेशीय जीव) प्रत्येक अवयवातून काही पदार्थ (गेम्यूल्स) स्रवतात. ते प्रजनन इंद्रियांमधे पोचतात. या पदार्थातूनच जीवाचं लघुरूप निर्माण होतं. ह्या मांडणीला पॅनजेनेसिस म्हणतात.

त्या काळात पेशींसंदर्भात कितीतरी शास्त्रज्ञ संशोधन करत होते. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात पेशींच्या विभाजनाचा शोध लागला. हेही समजलं की पेशींचं विभाजन दोन तऱ्हेचं असतं. एकात गुणसूत्रांची संख्या बदलत नाही आणि दुसऱ्यामधे गुणसूत्रांची संख्या अर्धी होते. पेशी विभाजनाच्या पहिल्या प्रकाराला मायटोसिस म्हणतात आणि दुसऱ्या प्रकाराला मियोसिस म्हणतात. प्रजनन क्रियेमधे

मायटोसिस

मियोसिस

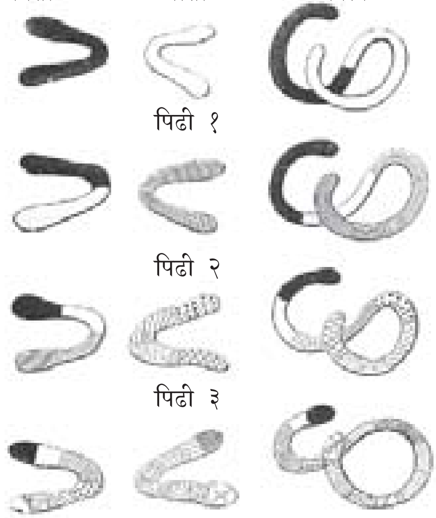


मियोसिसद्वारे शुक्राणू व अंडाणु निर्माण होतात. प्रजनन व अनुवांशिकतेशी मियोसिसचा असलेला संबंध वाइजमानच्या लक्षात आला हे त्यांचं महत्त्व आहे.

मियोसिसद्वारा निर्माण होणाऱ्या प्रजनन पेशींना म्हणजे जनुकांना त्यांनी जननपेशी (जर्म) असं नाव दिलं आणि फक्त याच जननपेशींच्या माध्यमातून गुणधर्म पुढच्या पिढीकडे जातात असं सांगितलं. जीवाच्या अन्य पेशींचा (कायिक पेशी) यात कोणताही सहभाग नसतो. अर्थात जनन पेशींमधील जनुकेच अनुवांशिकतेला जबाबदार असतात.

वाइजमाननी हेही स्पष्ट केलं की जनन पेशी संपूर्ण जीव निर्माण करू शकतात. म्हणजे त्या जननपेशी निर्माण करू शकतात आणि शरीरातल्या सगळ्या कायिक पेशीही निर्माण करू शकतात. ह्याचा अर्थ असा की जननपेशी पुढच्या पिढीच्या जिवाच्या रचनेवर परिणाम करतात. जनन पेशीवर जर पर्यावरणाचा परिणाम झाला तर तो पुढच्या पिढीतील कायिक पेशींमध्ये दिसून येईल. पण जर कायिक पेशींमधे काही परिवर्तन घडलं तर त्यामुळे जननपेशी प्रभावित होत नाहीत. आणि म्हणूनच त्याचा पुढच्या पिढीवर काही परिणाम दिसत नाही. वेगळ्या शब्दात सांगायचं तर हा एकांगी प्रभाव आहे. ह्याला 'वाइजमान अवरोध' असंही म्हणतात. आधुनिक जैव विकासाच्या संबंधी जी तत्त्वे प्रचलित आहेत त्यांच्या मुळाशी हा 'वाइजमान अवरोध' आहे.

वाइजमाननं जेव्हा हा सिद्धांत मांडला त्या वेळेपर्यंत मेंडेलच्या अनुवांशिकतेच्या नियमांची पुनर्मांडणी झाली नव्हती. एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटी शेवटी हे नियम सर्वांसमोर आले, तेव्हा वाइजमानच्या



पेशींमधील गुणसूत्रातून पुढल्या पिढीत जाणारा पदार्थ पेशीविभाजनाच्या वेळी केंद्रात कसा सामावला जातो हे या चित्रातून दाखविण्याचा प्रयत्न वॉइजमान यांनी केला

मांडणीचा त्याच्याशी ताळमेळ होईना. पण जननद्रव्य सिद्धांत आणि मेंडेलच्या नियमांमधला संबंध वाइजमॅनच्या अनुयायांच्या लवकरच लक्षात आला.

काहीही असलं तरी जननद्रव्य सिद्धांत विकसित करताना बऱ्याच गोष्टींबाबत गोंधळही होता. उदाहरणार्थ १८८५ मधे त्यांनी असं मत व्यक्त केलं की एकपेशीय भ्रूणामधे जेव्हा पेशी विभाजन होतं तेव्हा त्यापासून बनणाऱ्या दोन पेशींमध्ये अर्धे अर्धेच जननद्रव्य जाते. म्हणजे प्रत्येक पेशीच्या विभाजनाबरोबर जननद्रव्याचं प्रमाण कमी होत जातं. जेव्हा हे प्रमाण खूपच कमी होतं तेव्हा पेशी आणि त्याचबरोबर त्या जीवाचाही मृत्यू होतो. खरं तर त्या वेळी वाइजमान पूर्व निर्धारित मृत्यूचं (प्रोग्रॅम्ड डेथ) विवेचन करण्याचा प्रयत्न करत होते. डार्विन आणि स्वत: वाइजमान यांच्या मते जीवांच्या मृत्यूचं जैव विकासात एक महत्त्वपूर्ण स्थान आहे. त्यांच्या म्हणण्यानुसार काही जीव मरून (मरण पत्करून) जागा रिकामी करतील तेव्हाच नवीन (जास्त विकसित) जीवांसाठी संसाधनं उपलब्ध होतील. त्यावेळच्या बऱ्याचशा जैव वैज्ञानिकांनी ह्या म्हणण्यावर आक्षेप घेतला होता.

विल्यम रूक्स ह्या जैव वैज्ञानिकानं प्रत्यक्ष प्रयोगातून वाइजमानच्या जननद्रव्य सिद्धांताला पुष्टी देण्याचं काम केलं. रुक्सनं ज्यात फक्त दोनच पेशी तयार झाल्या आहेत असा एक बेडकाचा भ्रूण घेतला. गरम सुई टोचून त्यांनी त्यातली एक पेशी नष्ट केली.

जेव्हा ह्या भ्रूणाचा विकास झाला तेव्हा कितीतरी अवयव तयारच झाले नाहीत. रुक्सचं म्हणणं होतं की भ्रूणात जेव्हा एका पेशीच्या दोन पेशी झाल्या तेव्हा त्यांच्यात अर्धे-अर्धे जननद्रव्य पोचले होते. म्हणून एक पेशी नष्ट केल्यावर उरलेल्या पेशीतील अर्ध्या जननद्रव्यातून अर्धवट, अपुरा जीव विकसित झाला. हा प्रयोग वाइजमानच्या सिद्धांताला पुष्टी देणारा आहे असं मानलं गेलं.

पण इतर काही शास्त्रज्ञांना याबद्दल शंका वाटत होती. मग त्यांनी त्यांच्या पद्धतीनं हा प्रयोग परत केला. हान्स अॅडॉल्फ एडवर्ड ड्राइशनी बेडकाऐवजी समुद्री अर्चिनवर हा प्रयोग केला. त्यांनी अर्चिनचा दोन पेशी असलेला भ्रूण घेतला. तो खाऱ्या पाण्यात ठेवून खूप हलवला. त्यामुळे दोन पेशी वेगवेगळ्या झाल्या. त्या दोन्ही पेशी विकसित होऊ दिल्या तेव्हा पूर्णपणे सामान्य (नॉर्मल) अर्चिन तयार झाले. म्हणजे दोन्ही पेशींमध्ये पूर्ण जननद्रव्य होते. याचा अर्थ असा की रुक्सच्या प्रयोगात गरम सुईमुळे दुसऱ्या पेशीलाही इजा झाली होती.

अर्थात, जननद्रव्याचा सिद्धांत विकसित होत गेला आणि त्यानं लामार्कच्या अर्जित गुणांच्या हस्तांतरणाच्या सिद्धांताला कायमचं संपवलं. जननद्रव्य सिद्धांत पुढे क्लोनिंगसाठीही आधारभूत ठरला. शरीरातील प्रत्येक पेशीत पूर्ण जननद्रव्य अस्तित्वात असते - ही क्लोनिंगमधली पायाभूत संकल्पना आहे.

एकूणात, वाइजमानच्या या सर्वात महत्त्वाच्या आणि निर्णायक योगदानाचं वर्णन असं करता येईल : बहुपेशीय जीवांच्या जनन पेशींमधे अनुवांशिक सूचना असते. जरी कायिक पेशींमधेही अनुवांशिकतेच्या सूचना असल्या तरी त्या पेशी त्याचा पूर्णपणे उपयोग करून घेत नाहीत. म्हणजे त्या पुढच्या पिढीकडे हस्तांतरित करत नाहीत. तर फक्त सामान्य शारीरिक कार्य पूर्ण करतात. जनन पेशींवर पर्यावरणाचा परिणाम होत नाही किंवा जीवाच्या जीवनकालावधीतील शिकण्याचा किंवा अन्य परिवर्तनांचाही काही परिणाम होत नाही. कायिक पेशींमधील ह्या सूचना त्या जीवाबरोबरच नाहीशा होतात.

स्रोत नोव्हेंबर २०१० या अंकातून साभार

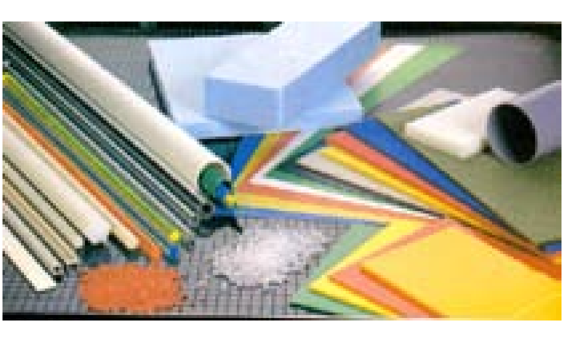
लेखक : **सुशील जोशी,** एकलव्य द्वारा प्रकाशित स्रोत फीचर मध्ये कार्यरत, विज्ञान शिक्षण आणि लेखनाची आवड.
अनुवाद - **प्रीती केतकर**, पालकनीती गटात सहभागी.

बहुवारिकांची अद्‌भुत दुनिया

लेखक : सुबोध महंती ● **अनुवाद** : यशश्री पुणेकर

माणसाच्या उत्क्रांतीच्या टप्प्यात वेगवेगळ्या कालावधीला वेगवेगळी नावे दिलेली आहेत. उदा. अश्मयुग, ताम्रयुग, लोहयुग. ज्या काळात ज्या गोष्टीचा वापर सर्वाधिक झाला, त्या गोष्टीचं नाव त्या काळाला दिलं गेलं. या न्यायाने आत्ताचा काळ (विसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून) बहुवारिके म्हणजेच पॉलिमरचं युग असं मानायला हवं. या काळात बहुवारिकांचा वापर विविध क्षेत्रात प्रचंड प्रमाणात वाढतो आहे. वेगवेगळ्या गोष्टी वेष्टनांमध्ये बंद करणे, त्यांना वेगवेगळे लेप देणे, विविध प्रकारच्या गोष्टी चिकटवण्यासाठी लागणारे विशिष्ट डिंक, प्लास्टिक, कागद, तंतू, बांधकाम सामुग्री, सिरॅमिक, काँक्रीट, स्वयंचलित वाहने, लिक्विड क्रिस्टल सहित बहुसंख्य उद्योगांमध्ये बहुवारिकांचा उपयोग मोठ्या प्रमाणावर केला जातो.

प्लास्टिक हे एक स्थिर कृत्रिम बहुवारिक आहे. प्लास्टिक निर्मितीमध्ये ते जेव्हा द्रव अवस्थेत असते तेव्हा त्याला आकार देता येतो. नंतर ते कठीण किंवा अर्धकठीण आकार धारण करते. प्लॅस्टिकचा वापर आज ज्या गोष्टींसाठी केला जातो त्या म्हणजे पत्रे, पाईप (नळ्या), दोरखंड, चित्रफिती, खेळणी, बाटल्या, बटणे, हॅन्डल्स, पेन, टूथब्रश, झडपा, गियर्स, बेअरिंग, रेडिओ टिव्हीची खोकी, खुर्च्या, सर्कीट बोर्डस् ..... ही यादी फार मोठी आहे. आपण सकाळपासून रात्रीपर्यंत ज्या ज्या गोष्टी वापरतो त्यात अनेक ठिकाणी प्लास्टिकचा पर्यायाने बहुवारिकांचा वापर प्रामुख्याने असतो. प्राणी आणि वनस्पतींसाठी थोडक्यात सजीवांसाठी बहुवारिके फार महत्त्वाची

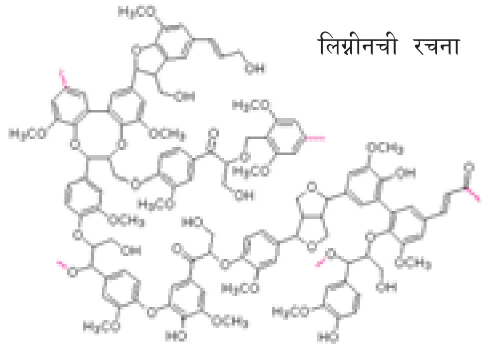


आहेत. मनुष्याच्या आयुष्यातील प्रत्येक टप्प्यावर बहुवारिकांचा कुठे ना कुठे सहभाग असतोच.

आपल्या जीवनाला अत्यावश्यक असलेले सेल्युलोज, लिग्नीन, रबर, प्रथिने, न्यूक्लिइक ॲसिड ही सारी नैसर्गिक बहुवारिकांची उदाहरणे आहेत. कर्बोदके आणि सेल्युलोज आपल्या अन्न, वस्त्र, निवाऱ्याची गरज भागवतात तर प्रथिने आपल्या शरीराची वाढ, झीज भरून काढणे यासाठी आवश्यक असतात. न्यूक्लिइक ॲसिड अणुपातळीवर आनुवंशिकतेसाठी कार्यरत असतात. लिग्निन एक अनाकार ढाचा तयार करतात, त्यात लाकडाचे सेल्युलोज तंतू निर्माण होतात.

अशा काही नैसर्गिक बहुवारिकांच्या साहाय्याने मानवाने अनेक कृत्रिम बहुवारिके बनवली आहेत. उदा. प्लास्टिक. यामध्ये पॉलिथिलीन, नायलॉन, पॉलियुरेथिन, पॉलिएस्टर, पॉलिविनाइल, कृत्रिम रबर यांचाही समावेश करता येईल.

बेकेलाईट नावाचं फेनॉल फॉरमाल्डिहाईड हे सर्वात पहिल्यांदा तयार केलेलं कृत्रिम बहुवारिक आहे. लियो बेकेलॅन्ड नावाच्या बेल्जियमच्या रसायनशास्त्रज्ञाने १९०९ मध्ये ते विकसित केलं. रेयॉन हा रेशमाला (silk) पर्याय म्हणून शोधलेला पहिला कृत्रिम धागा १९११ मध्ये तयार केला गेला.



लिग्नीनची रचना

पॉलीमर म्हणजे काय?

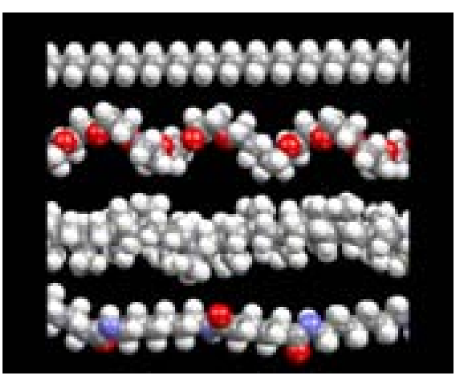
बहु म्हणजे अनेक, वारिके हा शब्द साखळीच्या कड्यांची आठवण करून देतो.

पॉलीमर हा इंग्रजी शब्द ग्रीक शब्द 'पॉली' म्हणजे असंख्य आणि 'मेरॉस' म्हणजे भाग या दोन शब्दांपासून तयार झाला आहे. (polymerase म्हणजे असंख्य भाग असलेला) १८३३ मध्ये जॉन जेकब बर्झेलियस यांनी हा शब्द शोधून काढला. पण त्यांची पॉलीमरची व्याख्या ही आत्ताच्या व्याख्येपेक्षा थोडी वेगळी होती.

'पॉलीमर' या शब्दामध्ये अनेक नैसर्गिक, कृत्रिम विविध गुणधर्म असलेल्या अनेक गोष्टी येतात. पॉलीमर हा नैसर्गिक आणि कृत्रिम पदार्थांचा एक असा वर्ग आहे जो छोट्या छोट्या एकल अणूंच्या (ज्यांना मोनोमर असं म्हणतात) एकत्रिकरणाने तयार होतो अशी त्याची ढोबळमानाने व्याख्या करता येईल. एका पॉलीमर मध्ये ५,००० पासून ते लाखों एकलअणू (मोनोमर) असू शकतात. काही

बहुवारिकांमधे एकाच प्रकारचे अणू असतात. पण बऱ्याचशा बहुवारिकामध्ये दोन किंवा तीन वेगवेगळ्या प्रकारचे अणू एकत्रित असतात. या अणूंच्या अशाखीय किंवा बहुशाखीय साखळ्या असतात. कधी कधी तर एकमेकांत गुंतलेल्या अणूंच्या दोन किंवा तीन मितीतील साखळ्या किंवा जाळ्या असू शकतात. (cross-linked network.) काही बहुवारिके लवचिक असू शकतात. उदा. नैसर्गिक रबर पण काही वेळा मात्र ती कठीण (व्हल्कनाईज्ड रबर) असतात.

अणूंच्या रासायनिक रचनेवर बहुवारिकांचे रासायनिक आणि भौतिक गुणधर्म अवलंबून असतात. अणूंच्या साखळ्यांची लांबी, त्यांच्यातील गुंतागुंत (cross links) यावरही हे गुणधर्म आधारित असतात. साहजिकच अणूंची रासायनिक रचना, साखळीची लांबी, गुंतागुंत यात बदल घडवून आणून बहुवारिकांच्या गुणधर्मात बदल घडवता येतो. आणि याच त्यांच्या वैशिष्ट्यांमुळे त्यांची उपयुक्तता कैक पटींनी वाढली आहे. कृत्रिम बहुवारिकाचे उत्पादन खऱ्या अर्थाने मोठ्या प्रमाणावर वाढले ते दुसऱ्या महायुद्धाच्या वेळी. टायर्स आणि इतर युद्धसामुग्रीसाठी कृत्रिम रबर आणि पॅराशूटसाठी नायलॉनचं उत्पादन त्या काळात मोठ्या प्रमाणावर झालं. तेव्हापासून हा उद्योग भरभराटीला लागला, वाढला आणि सर्वात वेगाने विकसित झाला. बहुवारिके ही खरं तर कार्बनिक संयुगं आहेत; पण काही अकार्बनिक पदार्थांची रचनासुद्धा बहुवारिकांसारखी असते. असे निसर्गात आढळणारे अकार्बनिक पदार्थ आहेत - हिरा, ग्राफाईट, वाळू, ॲसबेसस्टॉस, क्वार्टझ, अभ्रक आणि फेल्डस्पार. काच ह्या मानव निर्मित अकार्बनिक पदार्थाची रचना सुद्धा बहुवारिकांसारखी आहे.



सिलिकॉन म्हणजे मिश्र (कार्बनिक + अकार्बनिक) बहुवारिक आहे. यामध्ये सिलिकॉन आणि प्राणवायूपासून बनलेल्या अकार्बनिक ढाच्यामध्ये कार्बनिक समूह जोडलेले असतात.

बहुवारिकांचे वर्गीकरण

बहुवारिकाचे वर्गीकरण तीन प्रकारे केले जाते.

१. तयार करण्याच्या अभिक्रियेवरून (पॉलीमरायझेशन वरून)

२. त्यातील पदार्थाच्या रासायनिक प्रकारावरून.

३. उच्च तापमानाला असणाऱ्या गुणधर्मांवरून

१. अभिक्रियेवरून वर्गीकरण :

बहुवारिका तयार करण्याच्या प्रक्रियेला पॉलीमरायझेशन असं म्हणतात. त्याच्या दोन पद्धती आहेत.

अ) संकलन (addition)

ब) संघनन (condensation) संकलन पॉलीमरायझेशनमध्ये पदार्थ अशाप्रकारे एकत्र येतात आणि एकजीव होतात की त्यांचा मूळ अंश शिल्लकच राहत नाही. ते एक लांब साखळी तयार करतात. संघनन पॉलीमर्सच्या निर्मितीमध्ये बहुतेक वेळेला पाण्याचे अणू बाहेर पडतात. यातील पदार्थांची दोन टोके सक्रिय असतात. (उदा. इस्टर किंवा अमाईड बंध) त्यामुळे मोठ्या साखळ्या तयार होत राहतात.

२. पदार्थाच्या रासायनिक प्रकारावरून वर्गीकरण : या वर्गीकरणात बहुवारिकांचे दोन प्रकार पडतात.

अ) सम बहुवारिके

ब) सह बहुवारिके

सम बहुवारिके एकाच प्रकारच्या अणूंची रचना असते. उदा. A-A-A-A-A..... यांना रेखीय बहुवारिके असेही म्हणतात.

सहबहुवारिकांमध्ये मात्र अणूंची वेगवेगळी रचना असते. वेगवेगळ्या रचनांवरून यांचे उपप्रकार पडतात:

- यादृच्छिक (random) - विषम सहबहुवारिके - यामध्ये अणूची विशिष्ट रचना नसते ते कशाही प्रकारे एकमेकांशी जोडलेले असतात.

-A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-A-B-B-A-B

- एकांतर सहबहुवारिके (alternate) यामधील अणूंची रचना एक आड एक क्रमाने जोडलेली असते.

A-B-A-B-A-B-A-

- समूह (block) यामध्ये एकेका रचनेचे समूह एकापुढे एक येतात.

A-A-A-A-B-B-B-B-A-A-A-A

- शाखीय (graft) यातील एका रचनेच्या साखळीला दुसऱ्या रचनेची साखळी एखाद्या शाखेसारखी जोडलेली असते.

A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-
B-B-B B-B-B

३) उच्च तापमानाला असणाऱ्या गुणधर्मांवरून वर्गीकरण :

या वर्गीकरणात तीन प्रकार पडतात.

अ) थर्मोप्लास्टिक ब) थर्मोसेट

क) इलॅस्टोमर

थर्मोप्लास्टिक बहुवारिके दरवेळी तापवल्यावर मृदू (मऊ/नरम) होतात आणि पुन्हा थंड झाल्यावर कठीण होतात. याचं कारण यातील अणूंना एकत्रित बांधून ठेवणारे बंध दुर्बल असतात. त्यामुळे जेव्हा हे पदार्थ गरम केले जातात तेव्हा ते बंध सैल होऊन पदार्थ मऊ होतात आणि थंड झाल्यावर पुन्हा पूर्वस्थितीला येतात. हे

तापवून त्यांचा आकार बदलणे सहज शक्य आहे. त्यामुळे त्याचा अनेक ठिकाणी उपयोग केला जातो.

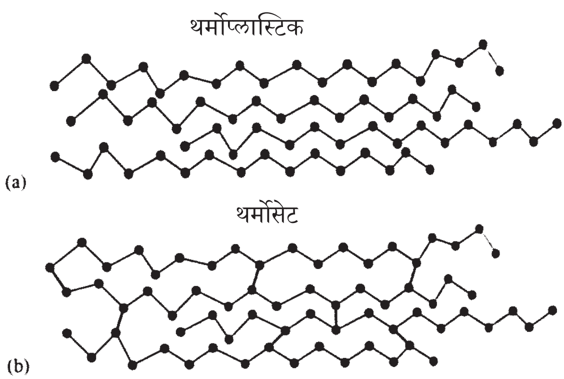
रेखीय आणि शाखीय रचना असलेली बरीचशी लवचिक बहुवारिके थर्मोप्लास्टिक स्वरूपाची असतात. उदा. पॉलीविनील क्लोराईड, पॉलीब्युटेडाईन, पॉलीस्टीरीन, पॉलीकार्बोनेटस् पॉलीइथेन इ.

थर्मोसेट बहुवारिके एकदा तापवल्यावर घट्ट होतात आणि त्यांचा आकार पुन्हा बदलणे शक्य नसते. यातील एकल अणूंची रचना त्रिमितीय, फार गुंतागुंतीची असते. ते थर्मोप्लास्टिकपेक्षा कठीण आणि मजबूत असतात. उच्च तापमानात केल्या जाणाऱ्या प्रक्रियामध्ये यांचा वापर होतो. व्हल्कनायझेशन, बेकेलाईट, मेलॅमाईन रेझीन, इपॉक्सीरेझीन, पॉलीएस्टर रेझीन्स, पॉलीसायन्युरेटस् ही याची काही उदाहरणे.

इलेस्टोमर्सना तन्यता असते. त्यांना ताणून लांबवता येऊ शकतं आणि ताण सुटल्यावर ते पुन्हा त्यांच्या मूळ लांबीचे होतात. यांच्यातही एकल अणूंची गुंतागुंतीची रचना असते पण थर्मोसेट मधील रचनेपेक्षा कमी. त्यामुळे यातील एकल अणूंच्या साखळ्या ताणल्या जाऊ शकतात पण त्यातील गुंतागुंतीच्या रचनेमुळे त्यांचा आकार कायमचा बदलत नाही. यामुळे पदार्थात स्थितीस्थापकत्व निर्माण होते. नैसर्गिक रबर हे याचं उत्तम उदाहरण आहे.

बहुवारिकांची रचना

यांची निश्चित रचना १९२० पर्यंत स्पष्ट झालेली नव्हती पण त्याचे रासायनिक संश्लेषण आणि इतर वैशिष्ट्ये शोधण्यात मात्र बरीच प्रगती झाली होती. १९२० च्या आधी रासायनिक गुणधर्माबद्दल त्या काळातील संघटन सिद्धांतानुसार मतं मांडली गेली. त्यानुसार बहुवारिके म्हणजे लघु अणूंचे किंवा कलीलांचे (colloids) कुठल्यातरी बलाने एकत्र आलेले गुच्छ आहेत; त्यांना विशिष्ट अणूभार नसतो असंही मानलं गेलं.



जर्मन रसायनशास्त्रज्ञ हर्मन शॉडिंगर यांनी १९२२ मध्ये सर्वांत प्रथम हे प्रतिपादन केलं की बहुवारिके ही अणूंच्या लांबलांब साखळ्यांनी बनलेली असतात आणि सहसंयोजी बंधांनी एकमेकांशी जोडलेली असतात. जवळजवळ दहा वर्षे त्यांच्या म्हणण्याला

फारसा प्रतिसाद मिळाला नाही पण पुढे ते मान्य करण्यात आलं.

हे प्रतिपादन तपासून पाहण्यासाठी वॉलेस कॅरोथर्स या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने छोट्या छोट्या कार्बनिक अणूंना जोडून एक मोठी अणूमालिका बनवली आणि त्यांचे गुणधर्म तपासले. यामुळे शॉडिंगरच्या सिद्धांताला पुष्टी तर मिळालीच पण बहुवारिके कृत्रिमरित्या तयार करता येतील असा विश्वासही मिळाला.

१९२३ साली बहुवारिके मूलभूत संशोधनाबद्दल शॉडिंगर यांना नोबेल पारितोषिक मिळाले आणि पॉलीमर्सच्या गुणधर्मांवर मोठा प्रकाश टाकल्याबद्दल १९७४ साली अमेरिकन शास्त्रज्ञ पॉल जॉन फ्लोरी यांना नोबेल देण्यात आले.

एकल अणूंचा पुनरावृत्त होणारा क्रम हा बहुवारिकेचा पायाभूत घटक (primary) मानला गेला. त्या घटकांना हायड्रोजन बंधांनी एकत्र केल्यावर होणारा आकार ही द्वितीय (secondary) संरचना.

रेखीय बहुवारिकांची लवचिक किंवा अर्धलवचिक रचना सर्पिलाकार किंवा चुणीदार स्कर्टसारखी असते. हा संपूर्ण आकार ही तृतीय संरचना असते. दोनापेक्षा अधिक पॉलीमर्सची एकत्र रचना ही चतुर्थ संरचना समजली जाते. उदा. हिमोग्लोबिनमध्ये ४ उपघटक असतात.

बहुवारिकांची वैशिष्ट्ये

मानवी जीवनामध्ये बहुवारिके त्यांच्या असामान्य वैशिष्ट्यांमुळे महत्त्वाची ठरली आहेत. त्यांचे भौतिक गुणधर्म मुख्यत्वे त्यातील अणूंच्या साखळीवर अवलंबून असतात. साखळीची लांबी वाढली की वितलन आणि उत्कलन बिंदू वाढतो. पदार्थाची सांद्रताही (वाहण्याला विरोध; viscosity) या साखळीवर अवलंबून असते. लांबी वाढली की सांद्रता कमी होते पण बल आणि दणकटपणा वाढतो.

यांचे क्षरण होत नाही. ते नासत, कुजत नाहीत. ते कठीण आणि लवचीक अशा दोन्ही प्रकारात मिळतात. ते विद्युत आणि उष्णता रोधक असतात. नानाविध आकर्षक रंगात त्यांची उत्पादने उपलब्ध आहेत. काहींना उष्णता देऊन त्यांचा आकार बदलता येतो. ते पारदर्शक आणि अपारदर्शक दोन्ही प्रकारात उपलब्ध असतात.

भविष्यातला विकास

अश्मयुगापासून आजच्या पॉलीमर युगापर्यंत मानवाचा प्रवास घडला त्यामागे त्याची स्वत:चे कुतुहल शमवण्याची आस तसंच स्वत:चं आयुष्य अधिक चांगलं, सुखकारक करण्याची धडपड आहे. या विश्वाला जाणून घेण्याची जिज्ञासा माणसाला स्वस्थ बसू देत नाही त्यामुळे तो सतत काहीतरी नवीन शोधण्याच्या मागे असतो. मानवी संस्कृतीचा विकास हा नवनवीन भौतिक गोष्टींच्या शोधाशी जोडला गेला आहे त्यामुळे मानवाचे संशोधन यापुढेही चालूच राहील.

अश्मयुग संपलं तरी दगडांचा वापर अजूनही चालूच आहे त्याच प्रमाणे उद्या अजून काही नवा पर्याय शोधला गेला तरी बहुवारिकांचा वापर सुरूच राहील.

बहुवारिकांचा उपयोग मोठ्या प्रमाणावर विविध क्षेत्रात केला जातो. आण्विक रचना, खाद्यपदार्थावर नवी प्रक्रिया, विभागणी करण्यासाठी झडपा, आवरणे, विद्युतसंचयन, आण्विक माहितीचा साठा आणि प्रक्रिया, आरोग्य, घरबांधणी,

दळणवळण अशा प्रचंड वैविध्य असलेल्या क्षेत्रात त्यांचा वापर केला जातो. सध्या वापरात असलेल्या कृत्रिम बहुवारिकांचे काही तोटे आहेत. उदा. प्लास्टिक, त्यातील बहुतेक पॉलिमर्स अविघटनशील आहेत. ते नैसर्गिक पॉलिमर्स प्रमाणे कुजून नष्ट होत नाहीत. त्यांच्या अति वापराने प्रदूषणाचे मोठेच संकट निर्माण झाले आहे. यासाठी जैविक विघटन होणारी बहुवारिके निर्माण करण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत. काही बहुवारिके चटकन पेट घेतात तर काही जाळल्यावर धोकादायक धूर सोडतात. या सर्व प्रश्नांवर उत्तरं शोधण्याचे काम सुरू आहे. भविष्यात सुरक्षित बहुवारिके आपल्या हाती येतील अशी आशा करूया.

ड्रीम्स २०४७-जुलै २०११ मधून साभार

लेखक : सुबोध महंती
अनुवादक : यशश्री पुणेकर

अग्निशमन साधने

लेखक : शरद साठे

आग हा शब्द कानावर आला तरी आपल्या मनात धडकी भरते. हीच आग जोपर्यंत आपल्या ताब्यात असते तोपर्यंत आपण आपल्या सोयीकरता तिचा चांगला उपयोग करू शकतो. अगदी स्वैंपाकघरातील आपल्या जेवणापासून मोठमोठ्या कारखान्यातील भट्ट्यांपर्यंत; पण तीच आग आपल्या ताब्याबाहेर गेली की ती आपले मोठे नुकसान करू शकते. आज आपण आपल्या ताब्याबाहेर गेलेल्या आगीला आपल्या ताब्यात आणण्याकरता जे वेगवेगळे उपाय आहेत ते बघूया.

आग छोट्या प्रमाणात असेल तर ती विझविण्याकरता अग्निशामकांचा (फायर एक्स्टिंग्विशरचा) वापर केला जातो.

त्यांचे वेगवेगळे प्रकार आहेत व आग कशाला लागली आहे त्यानुसार त्यांचा उपयोग केला जातो. याकरता आगीची चार प्रकारात विभागणी केली आहे. तक्ता पहा.

विद्युत् प्रवाह चालू असलेल्या उपकरणांची आग विझवण्याकरता कार्बन डाय ऑक्साईड किंवा ड्राय पावडर अग्निशामकाचा वापर करता येतो. पण ते फेकण्याकरता वापरल्या (नॉझल्स) जाणाऱ्या रबरी नळीच्या टोकाला धातूची टोके असू नयेत.

हे वेगवेगळे अग्निशामक कुठे, कसे व किती बसवायचे याकरताही नियम आहेत. या साधनांचा उपयोग अगदी मर्यादित स्वरूपात म्हणजे आग सौम्य प्रमाणात असतानाच होतो. मोठ्या प्रमाणात आग असेल तर पाण्याला दुसरा पर्याय नाही.

पाण्याने आग विझते हा शोध माणसाला अगदी सुरुवातीच्या काळातच लागला असावा. चुकून लागलेल्या आगीवर पावसाचे पाणी पडल्यावर आग विझताना त्याने पाहिले असेल. आजही आग विझवण्याकरता किंवा ती ताब्यात ठेवण्याकरता ३ पद्धतीने पाण्याचा उपयोग केला जातो.

१) आग विझविणे.

२) आग लागली असता ती वाढणार

किंवा पसरणार नाही याकरता.

३) आग लागलेल्या टाक्या किंवा जवळच्या टाक्या, इमारतीचे सांगाडे (सपोर्टिंग स्ट्रक्चर) इ. चे बाहेरून संरक्षण करण्याकरता.

आग विझवणे

१) आग ४ प्रकारे विझवली जाते,

अ) जळणारी गोष्ट थंड करून

ब) जळणाऱ्या पदार्थात पाणी मिसळून ते पातळ किंवा सौम्य करून

क) पाण्याची वाफ झाल्याने त्याचे घनफळ १,७०० पटीने वाढते. पाणी जळणाऱ्या पदार्थावर टाकल्याने त्याची वाफ होऊन प्राणवायू ढकलला जातो व प्राणवायू न मिळाल्याने आग विझते.

ड) जड किंवा ज्यांचा ज्वलनबिंदू जास्त आहे अशा तेलांवर पाणी जोरात फेकल्याने त्या जळणाऱ्या तेलाचे थेंब वेगळे होतात व त्या भोवती पाण्याचा पडदा तयार होऊन आग विझते.

२) काही रसायने किंवा तेल ज्यांचा ज्वलनबिंदू ३८ डिग्री सेल्सिअसच्या खाली असतो, अशाना लागलेल्या आगी पाण्याने विझतातच असे नाही. अशा जळणाऱ्या पदार्थांतून निघालेले वायू हवेपेक्षा जड असल्याने दुसरीकडे जाऊन पेट घेऊ

आग कशाला लागली आहे	योग्य अग्निशामक
अ) सर्वसाधारण ज्वलनशील पदार्थ. उदा. लाकूड, कागद	वायूच्या दाबाने पाणी फेकणारी साधने किंवा पाण्याच्या बादल्या रबर प्लॅस्टिक,
ब) ज्वालाग्राही द्रव पदार्थ, रंग, वंगण, द्रावक इ.	सुकी वाळू, कार्बनडाय ऑक्साईड किंवा ड्राय पावडर एक्स्टींग्विशर
क) दाबाखाली असलेले वायू	कार्बनडाय ऑक्साईड किंवा ड्राय पावडर टाईप उदा. एस.पी.जी.
ड) काही विशिष्ट (रिॲक्टीव) रसायने, धातू	स्पेशल ड्राय पावडर किंवा सुकी वाळू

पाण्याचा पाइप

शकतात. हे टाळण्याकरता जळणाऱ्या पदार्थावर विशिष्ट पद्धतीने पाणी फवारले तर ज्वलन चालूच राहते, पण त्याचे ठिकाण बदलते व त्याचवेळेला गळतीचा स्रोत बंद केला तर आग पूर्णपणे आटोक्यात येते.

३) पोलादाचे तापमान ३०० अंश सेल्सिअसच्यावर गेले तर ते वाकण्याची किंवा खिळखिळे होण्याची शक्यता असते. टाकीच्या आत आग लागली तर तिच्यावर सर्व बाजूंनी पाण्याची फवारणी करावी म्हणजे तिचे तापमान वाढत नाही. तसेच आजुबाजूच्या टाक्या किंवा शेडवर पाण्याची फवारणी केली तर त्या थंड राहतात व आग पसरण्याची शक्यता कमी होते. विशेषत: एल.पी.जी.च्या टाक्यांच्या जवळपास आग लागली तर त्या टाक्या थंड ठेवणे अतिशय आवश्यक असते. नाहीतर त्यातील द्रवाचे बाष्पात रूपांतर होऊन आत निर्माण झालेल्या दाबाने टाकीचा स्फोट होऊ शकतो.

वरील विवेचनावरून आपल्या लक्षात येईल की आगीच्या स्वरूपानुसार व ती कशाला लागली आहे त्यानुसार वेगवेगळ्या पद्धती वापरल्या जातात. त्यांची आपण थोडक्यात माहिती करून घेऊ.

पाण्याचे नळ व होज पाइप

आपण उंच इमारतीत गेलात तर तेथील जिन्यामध्ये लाल पाईप व त्याला जोडलेल्या झडपा/तोट्या तसेच रबराची नळी गुंडाळून ठेवलेली दिसून येते. तसेच मोठ्या कारखान्यात ठिकठिकाणी रस्त्याच्या बाजूला तोट्या व बाजूला लाल पेट्यांमध्ये होज पाइप दिसतात. ह्या आपल्याला बाहेरून दिसणाऱ्या गोष्टी. याबरोबर पाईप,पंप, पाण्याच्या टाक्या इत्यादींचाही समावेश असतो. पूर्वी इन्शुरन्स कंपनीच्या मध्यवर्ती कार्यालयाच्या (TAC)

नियमांनुसार कारखान्यांमध्ये ही प्रणाली बसवली जाई. तर इमारतीमधील प्रणाली स्थानिक पालिका, महापालिकांच्या नियमानुसार बसवली जाई. हल्ली बहुतेक ठिकाणी स्थानिक औद्योगिक विकास महामंडळाच्या नियमानुसार ही प्रणाली बसवली जाते. यांचे नियम नॅशनल बिल्डिंग कोडवर आधारित आहेत. नवीन येणाऱ्या इमारती व कारखान्यात हे बंधनकारक आहे.

निवासी इमारती जर ३५ मीटरपेक्षा उंच असतील तर स्वतंत्र पंपासहित ही प्रणाली बसविणे आवश्यक आहे. या प्रणालीमध्ये अग्निशमनाकरता राखून ठेवलेल्या पाण्याच्या साठ्याजवळ पंप बसवून तिथून नळांमधून सगळीकडे पाणी नेले जाते. यावर ठिकठिकाणी तोट्या बसवल्या जातात. या नळांना होज पाईप व टोकांना तोंड (नॉझल) बसवून आगीवर पाणी फेकता येते. पाणी लांबून फेकण्याकरता नळांमधे पाण्याचा दाब कमीत कमी ३.५ कि.ग्रॅ. प्रति वर्ग सें.मी. असणे आवश्यक असते व याकरता पंपाची तसेच पाईपची योजना योग्य प्रकारे करणे आवश्यक असते.

अर्थात हा पाण्याचा दाब जास्त असल्याने नळीचे तोंड पकडणे हे सामान्य माणसाला कठीण जाते. याकरता अनुभव आवश्यक असतो. मोठ्या इमारतींमध्ये रबरी नळ्या बसवल्या जातात. त्या याच नळांना जोडतात. यात १९ मि.मी. व्यासाची २२ ते ३६ मीटर रबराची नळी व टोकाला छोटी नॉझल बसवली जाते. नळीचा व्यास व लांबीमुळे नॉझलशी पाण्याचा दाब कमी असतो व सामान्य माणसालाही ती वापरता येते. अर्थात यातून फेकले जाणारे पाणी फार लांबवर जात नाही.

झारी पद्धत (स्प्रिंकलर सिस्टिम)

पाण्याच्या नळांनी आग विझविणे हे तुलनेने सहजपणे करता येते, तसेच त्यात लवचिकता असते, तरी त्यासाठी पुष्कळ प्रमाणात पाणी खर्च होते. तसेच ती पद्धत माणसाच्या हुशारीवर व अनुभवावर अवलंबून असते. त्यामुळे अनेक ठिकाणी झारी पद्धत वापरली जाते. या पद्धतीत इमारती वा कारखान्यांच्या छताखाली नळ बसवले जातात. या नळांवर साधारणपणे दर १० चौरस मीटरला एक अशा झाऱ्या

(स्प्रिंकलर) बसवल्या जातात. यामध्ये विशिष्ट द्रव भरलेला एक छोटासा काचेचा बल्ब बसवलेला असतो. हा बल्ब वरची झडप बंद ठेवून पाणी अडवून ठेवतो. बल्बच्या खाली भेगा पाडलेली पोलादी पट्टी बसवलेली असते.

हे नळ बाहेरच्या तोटीला व पुढे स्वयंचलित पंपाला जोडलेले असतात. आग लागली तर गरम हवा छताशी जमा होते. हवेने काचेचा बल्ब गरम होतो. त्यामुळे आतील द्रव गरम होऊन प्रसरण पावतो व एका ठरावीक तपमानाला बल्ब फुटून पाणी अडवून ठेवणारी झडप उघडते. पाणी खाली पोलादी पट्टीवरून एखाद्या छत्रीप्रमाणे आगीवर सर्वत्र पसरते. पाण्याचा प्रवाह सुरू झाल्यावर दाब कमी होऊन पंप चालू होतो व पाण्याचा पुरवठा चालू राहतो. बाहेर जोडलेल्या तोटीच्या विशिष्ट रचनेमुळे प्रवाह सुरू झाला की थोडे पाणी त्याला जोडलेल्या नळीतून पाण्यावर चालणाऱ्या घंटेमध्ये जाते व तिचा आवाज होऊन आग लागल्याचे सगळ्यांना कळते.

भारतामध्ये साधारणत: ऑफिसमधील झाऱ्या ६८ अंश सेल्सिअसला तर कारखान्यातील ७९ अंश सेल्सिअसला कार्यान्वित होतात.

या प्रणालीत आग लागलेल्याच ठिकाणी पाणी पडत असल्याने कमी पाणी पुरते. तसेच ही स्वयंचलित असल्याने २४ तास संरक्षण करते व माणसाच्या हुशारीवर अवलंबून नसते.

नियमानुसार आता निवासी इमारतीची उंची ४५ मीटरपेक्षा जास्त असली, तसेच हॉटेल्स व व्यावसायिक इमारतींची उंची १५ मीटरपेक्षा जास्त असली; तळघरांचा उपयोग कार पार्किंगकरता केला जात असला तर ही प्रणाली बसवणे आवश्यक आहे. कारखान्यांचा आकार व तिथे वापरले जाणारे पदार्थ यांच्या आधारावर त्याची आवश्यकता ठरवली जाते.

मध्यम गतीची

पाण्याचा फवारा (स्प्रे) पद्धती

काही प्रकारच्या आगी विझवणे कठीण असते व अशा ठिकाणी वायू किंवा रसायनांवर पाण्याचा सौम्य पद्धतीने मारा करून त्याच वेळेला गळती बंद केली तर आग आटोक्यात राहते व विझविता येते. तसेच या प्रणालीचा उपयोग गॅस किंवा

रसायने भरलेल्या टाक्या थंड ठेवण्यासाठी करता येतो. पोलादाचे तपमान ३०० अंश सेल्सिअसच्या पुढे गेले तर ते तडकण्याचा धोका असतो. तसेच एल.पी.जी. टाक्या गरम झाल्या तर द्रवाचे वायूत रूपांतर होऊन आतील दाब वाढतो. व स्फोट होण्याचा संभव असतो.

या पद्धतीत जर रसायने किंवा सिलींडर शेडमध्ये असतील तर शेडच्या छताखाली पाईप बसवले जातात व त्यावर फवारे बसविण्यात येतात. रसायने किंवा वायू बाहेरील टाक्यात असतील तर त्या टाक्यांभोवती पाईप बसवून त्यावर फवारे बसवतात. शेडमध्ये जास्तीत जास्त ९ वर्ग मीटर साठी एक फवारा बसविला जातो. टाक्यांवर सर्व बाजूंनी पाण्याचा मारा होईल अशा पद्धतीने टाक्यांच्या आकाराप्रमाणे हे फवारे बसवतात. पाण्याचे पाईप शेडबाहेरील स्वयंचलित झडपांना किंवा हाताने उघडणाऱ्या तोट्यांना जोडले जातात. तोट्या उघडल्यावर सर्व फवाऱ्यांमधून एकाच वेळी पाण्याचा मारा होतो.

झारी पद्धतीत पाण्याचा दाब झारीजवळ साधारणत: ०.५ कि.ग्रॅम प्रती सें.मी. वर्ग एवढा असतो. तर फवारा प्रणालीत तो कमीत कमी १.४ कि.ग्रॅम प्रती सें.मी. वर्ग असतो.

द्रुतगती फवारा पद्धती :

जर जळणारा द्रव पदार्थ जड असेल किंवा त्याचा ज्वलनबिंदू ६६.६ अंश सेल्सिअसच्या वर असेल तर मध्यमगतीने पाण्याचा मारा करून आग विझवणे शक्य होत नाही. तसेच पाण्याच्या पाईपने विझवायचा प्रयत्न केला तर आग पसरण्याची शक्यता असते. अशा वेळी पाण्याचा द्रुतगतीने मारा केला तर जळणाऱ्या तेलाचे थेंब विलग होऊन त्या थेंबाभोवती पाण्याचा पडदा किंवा कोश निर्माण होतो. तेलाच्या थेंबामधील ज्वलनशील वायू बाहेर पडू न शकल्याने आग विझते. सर्वसाधारणपणे २-३ मिनिटात आग विझते. हा पडदा बराच वेळ टिकणारा असल्याने आग पुन्हा लागण्याची शक्यता कमी असते. यात वापरल्या जाणाऱ्या फवाऱ्यांच्या विशिष्ट रचनेमुळे पाणी पावसाच्या थेंबाप्रमाणे तुटक पद्धतीने येत असल्याने विजेच्या वस्तूंवर पडल्यावरही झटका बसत नाही. रोहित्र व मंडल विभंजक (ट्रॉन्सफॉर्मस व सर्किट ब्रेकर्स) यामध्ये वापरण्यात येणारे तेल जड असून त्याचा ज्वलनबिंदूही जास्त असतो. त्यामुळे या पद्धतीचा उपयोग अशा साधनांना लागणाऱ्या आगीवर

केला जातो.

यात फवाऱ्यापाशी पाण्याचा दाब कमीत कमी ३५ कि.ग्रॅ. प्रती वर्ग सें.मी. एवढा असतो. ही पद्धत स्वयंचलित करण्याकरता बहुतेक वेळा सूचक म्हणून झारीचा (स्प्रिंकलर) वापर केला जातो.

फेन/फेस (फोम) प्रणाली

मध्यम गती प्रणालीमध्ये जरी टाक्यांवर बाहेरून पाणी फेकून थंड करून आग पसरण्याची भीती कमी करता येत असली तरी टाक्यांतील तेलाला लागलेली आग विझवण्याकरता या पद्धतीचा वापर केला जातो. तसेच पसरलेल्या तेलाला लागलेल्या आगीवरही ही पद्धत वापरता येते. यासाठी फेन संयुगाचे (फोम कम्पाउंड) वेगवेगळे प्रकार येतात. हल्ली सर्वात जास्त वापरात येणारे कम्पाउंड म्हणजे AFFF. हे जळणाऱ्या तेलावर पडल्यावर त्याचा पातळ पडदा सर्व तेलावर पसरतो व त्यावर फेसाचा थर जमा होतो.

या पद्धतीत प्रथम हे संयुग ९४ ते ९७ टक्के पाण्यात मिसळले जाते व हा द्राव टाकीच्या बाहेरून पाईपाने वरपर्यंत नेले जाते. या ठिकाणी टाकीला बसवलेल्या विशिष्ट साधनांतून जाताना त्यात हवा मिसळली जाते व हा द्राव ६ ते ८ पटीने प्रसरण पावून त्याचे फेसामध्ये रूपांतर होते. ते टाकीच्या आतल्या बाजूने जळणाऱ्या तेलावर अलगद पसरते.

कारखान्याच्या आतील बाजूला लागलेल्या आगीकरता फोम बनवणाऱ्या फवाऱ्यांचा उपयोग केला जातो तर उघड्यावरील आगीकरता पाण्याचे नळ व होज पाईपला जोडता येईल अशा फोम नॉझलचा उपयोग केला जातो.

कॉम्प्युटर रूम, कंट्रोल रूम इ. बंद जागेतील व क्षेत्रफळे कमी असलेल्या जागेतील आग विझवण्याकरता वायूवर आधारित प्रणालीचा वापर केला जातो. यात मुख्यत: कार्बन डाय ऑक्साईड, एफ एम २००, पाण्याचे धुके इ. पद्धतीचा वापर केला जातो. कार्बन डाय ऑक्साईड वापरताना आतमध्ये कोणी नाही ना याची खात्री करावी लागते. नाहीतर जीवाला धोका असतो. पूर्वी हॅलोजन वायूचा उपयोग व्हायचा पण यातील घटक पर्यावरणाला हानीकारक असल्याने त्याच्यावर बंदी आली आहे.

या पद्धती सर्वसाधारणपणे स्वयंचलित असतात व सूचक (डिटेक्टर) म्हणून धूर (स्मोक डिटेक्टर), उष्णता (हीट डिटेक्टर्स) वापरले जातात.

कुठल्याही आगीकरता योग्य पद्धत ठरवण्याकरता व ती योजण्याकरता या विषयातील अनुभवी व तज्ज्ञ व्यक्तीचा सल्ला घेणे आवश्यक असते.

लेखक : **शरद साठे,** अग्निशमन सल्लागार
मो. : ९८२००९४००९

विविध संख्यालेखन पद्धती

लेखक : **मधुकर देशपांडे**

आपण शून्य, एक, दोन, तीन इ. संख्या 0, 1, 2, 3 अशा चिन्हांचा उपयोग करून लिहितो. शून्य ते नऊ या संख्यांसाठी 0 ते 9 ही दहा चिन्हे वापरतो. पण नऊ नंतर दहा लिहिताना 10 असा आधी वापरलेल्या दोन चिन्हांचा एकत्र उपयोग करतो. या नंतरच्या संख्या 11, 12, 13, ... या दोन दोन चिन्हांच्या वापराने लिहितो. नव्याण्णव पर्यंत दोन चिन्हे पुरतात, पण शंभरसाठी 100 अशी तीन चिन्हे वापरतो. हे सर्व आपल्या इतके परिचयाचे झालेले आहे की आपण संख्या आणि तिच्यासाठी वापरायचे चिन्ह यात फरक आहे हे विसरूनच जातो. वास्तविक अनेक संख्या लेखन पद्धतींपैकी ही एक आहे. आपण वापरतो त्या लेखन पद्धतीत दहा स्वतंत्र चिन्हे आहेत म्हणून या लेखन पद्धतीस 'दशमान पद्धत' असे म्हटले जाते. दहा ते नव्याण्णव या संख्या 10 ते 99 अशा दोन दोन चिन्हांचा वापर करून लिहितो पण शंभर या संख्येसाठी 100 अशी तीन चिन्हांची गरज आहे तर हजार साठी 1000 अशी चार चिन्हांची गरज आहे.

संख्या आणि संख्यालेखनाची पद्धत यातला फरक नीट समजण्यासाठी आपण दशमान पद्धतीखेरीज इतर काही पद्धती पाहू. समजा आपण चारच स्वतंत्र चिन्हांचा वापर करायचे ठरविले तर शून्य. एक, दोन, तीन या संख्या पूर्वीप्रमाणेच 0, 1, 2, 3, अशा लिहिता येतील पण चार चिन्हे वापरून झालेली असल्यामुळे चार या संख्येसाठी याच चिन्हांचा वापर करून 10 असे लिहावे लागेल. या पुढे पाच, सहा, सात साठी 11, 12, 13 असे लेखन करता येईल, पण आठ साठी 20 लिहावे लागेल. या पद्धतीस आपण चतुर्मान पद्धत म्हणू.

चतुर्मान पद्धती

0	1	2	3
10	11	12	13
20	21	22	23

अगदी कमीत कमी चिन्हे वापरून संख्यालेखन करायचे ठरविले तर निदान 0 आणि 1 अशी दोन चिन्हे लागतील. या पद्धतीस आपण द्विमान पद्धत म्हणू जिच्यात

द्विमान पद्धती	
1	10
11	100
101	110
111	1000
1001	1010

त्रिमान पद्धती		
0	1	2
10	11	12
20	21	22

एक ते दहा या संख्यांचे लेखन 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, असे करावे लागेल. हे थोडासा विचार करून पटेल. या ऐवजी तीन चिन्हे वापरल्यास मिळणाऱ्या त्रिमान पद्धतीत शून्य, एक, दोन या संख्या 0, 1, 2 अशा लिहून तीन, चार, पाच, सहा या संख्या 10, 11, 12, 20 अशा लिहाव्या लागतील. या सर्व उदाहरणांवरून एक गोष्ट लक्षात येईल की जसजशी आपण चिन्हांची संख्या कमी करू तसतशी लहानशा संख्यांच्या लेखनासही लागणाऱ्या अंकांची लांबी वाढेल. उदाहरणार्थ, द्विमान पद्धतीत आठ लिहायला 1000 असे चार अंक लागतात पण दशमान पद्धतीत 8 लिहिण्यासाठी आपणास एकच अंक पुरतो. अर्थात आपण दहा पेक्षा अधिक अंक वापरून सुद्धा संख्या लेखन करू शकतो. उदाहरणार्थ, शोडषमान पद्धतीत 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F असे सोळा अंक वापरले तर सोळा, सतरा अठरा इत्यादि संख्या 10, 11, 12 वगैरे असतील. या पद्धतीत सोळा, बत्तीस, अठ्ठेचाळीस, चौसष्ट, या संख्या 10, 20, 30, 40 अशा लिहिल्या जातील आणि शंभर ही संख्या दशमान पद्धतीत तीन अंकी 100 अशी होत असली तरी शोडषमान पद्धतीत ती 64 अशी दोन अंकीच लिहिता येईल. म्हणजेच, चिन्हांची संख्या कमी ठेवली तर संख्या लेखनात अंकांची संख्या भरभर वाढते. आणि जर चिन्हांची संख्या जास्त ठेवली तर मोठमोठ्या संख्या सुद्धा कमी अंक वापरून लिहिता येतात. तसा विचार करता आपली दशमान पद्धती ही छानच आहे. कदाचित दोन्ही हातांची बोटे दहा आहेत म्हणून दशमान पद्धत, जिचा

शोडषमान पद्धती															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F

पाया दहा आहे, बऱ्याच देशांत स्वतंत्रपणे अस्तित्वात आली असावी. इंग्लंड, चीन येथे पाया दहा असणारीच लेखन पद्धत अस्तित्वात होती, फक्त त्या पद्धतीत आजच्या सारखा शून्याचा स्थानदर्शक वापर नव्हता. हा शून्याचा स्थानदर्शक वापर आधी भारतात सुरू झाला, तेथून तो अरब देशात गेला आणि पुढे पाश्चात्य देशात गेला. दहापेक्षा जास्त मोठा पाया देखील काही प्राचीन संस्कृतीत वापरात होता. दक्षिण अमेरिकेतील माया संस्कृतीत पाया वीस असणारी पद्धत प्रचारात होती तर बॅबिलोनच्या अति प्राचीन संस्कृतीत साठ हा पाया होता. त्यामुळे लेखन पद्धत जास्त चिन्हांच्या वापराने किचकट झाली होती.

दशमान पद्धतीत दहा ही पहिली संख्या आहे जिच्या लेखनास दोन अंक लागतात आणि शंभर ही पहिली संख्या आहे जिच्या लेखनात तीन अंक लागतात. दहा, शंभर, हजार, दहा हजार, लाख या संख्यांच्या लेखनात अनुक्रमे दोन, तीन, चार, पाच, सहा अंक लागतात यावरूनच एक ठोकताळा तुमच्या लक्षात येईल की दहाचे घात आणि लेखनासाठी लागणाऱ्या अंकांची लांबी यांचे नाते आहे. दहा पासून सुरुवात करून शंभर या संख्येपर्यंत पोहोचण्याआधी दोन अंकी लेखन लागते, शंभर पासून हजार या संख्येपर्यंत पोहोचण्याआधी तीन अंक लागतात. हा नियम साधारणपणे 10^n पासून सुरुवात करून 10^{n+1} येथे पोहोचण्यापूर्वीच्या सर्व संख्यालेखनासाठी $n + 1$ अंक वापरावे लागतात असा मांडता येईल. अर्थात हा नियम दशमान पद्धतीपुरताच मर्यादित आहे. द्विमान पद्धतीत संख्यालेखन करताना दहा ऐवजी दोन चे घात (म्हणजे दोन, चार, आठ, सोळा) आले की संख्या लेखनात एका अंकाची वाढ होते. कारण आपण पूर्वी पाहिलेच आहे की दोन, चार, आठ या संख्या द्विमान पद्धतीत 10, 100, 1000 अशा लिहिल्या जातात. अशाच सोळा, बत्तीस, चौसष्ट या संख्या 10000, 100000, 1000000 अशा होतील. येथे दशमान आणि द्विमान पद्धतीतला फरक चांगलाच स्पष्ट होईल. दशमान पद्धतीत चौसष्ट ही संख्या फक्त 64 अशी दोनच अंकी आहे तर या उलट द्विमान पद्धतीत ती 1000000 अशी सात अंकी बनते. म्हणजे विचार करा, दहा लाख वगैरेंसारख्या मोठ्या संख्यांच्या लेखनासाठी आपण द्विमान पद्धत वापरली तर संख्यालेखन कसे लांबलचक होईल आणि लिखाणात चुका होण्याचे प्रमाणसुद्धा कसे वाढू शकेल. अलीकडचे राज्याचे अंदाजपत्रक वगैरे तर दूरच राहिले पण मध्यमवर्गीयांचे मासिक पगार सुद्धा कित्येक हजार असतात. त्यामुळे आपण व्यवहारात द्विमान पद्धत वापरत नाही हे आपले भाग्यच. कारण मग गणित हा विषय न आवडणाऱ्या विद्यार्थ्यांची संख्या खूपच वाढली असती.

लेखन सापेक्ष नियम

संख्या लेखनातील अंकांची लांबी यासारखे संख्यांचे काही गुणधर्म केवळ लेखन पद्धतीवर अवलंबून असतात. पण बहुतेक महत्त्वाचे गुणधर्म 'लेखन पद्धत निरपेक्ष' असतात. आपण वर पाहिलेला संख्या लेखनासाठी लागणारी अंकांची लांबी हा 'लेखनपद्धत सापेक्ष' नियम आहे. तसेच दशमान पद्धतीत एखादी संख्या सम आहे की विषम हे आपण संख्येच्या एकम स्थानी कुठला अंक आहे यावरून ठरवतो. एकम स्थानी 0, 2, 4, 6, किंवा 8 (म्हणजेच दोनचा गुणक) असेल तर ती संख्या सम असते, आणि तसे नसल्यास ती संख्या विषम आहे असे आपणास सहजपणे पडताळता येते. हा आपणास माहीत असलेला नियम लेखनपद्धती सापेक्ष आहे, हे आपणास शिकवले जात नाही कारण दुसरी कुठली लेखनपद्धत आपण विचारात घेत नाही. पण त्रिमान पद्धत वापरल्यास तीन ही संख्या 10 अशी आणि चार ही संख्या 11 अशी आपण लिहू. येथे सम संख्येच्या एकम स्थानी 1 आणि विषम संख्येच्या एकम स्थानी 0 आहे. म्हणजे दशमान पद्धतीतील नियमाच्या विरुद्ध. अशाच आणखी काही लेखन पद्धती वापरून पाहता आपणास अधिक उदाहरणे मिळतील.

दशमान पद्धतीने लिहिलेल्या संख्येतील अंकांच्या बेरजेस नऊने भाग जात असेल तर त्या संख्येसही नऊने भाग जातो असाही नियम तुम्हाला माहीत असेल. (जसे 153 या संख्येस नऊने भाग जातो कारण जिच्या अंकांची बेरीज नऊ आहे तिला नऊने नि:शेष भाग जातो.) आता हा नियम चतुर्मान संख्या लेखन पद्धतीत लागू पडतो का पहा. या पद्धतीत नऊ ही संख्या 21 अशी, तर अठरा ही संख्या 102 अशी लिहावी लागेल. या दोन्ही संख्यांना नऊने नि:शेष भाग जातो पण त्या संख्येतील अंकांच्या बेरजेस नऊने नि:शेष भाग जात नाही. याच दोन संख्या पंचमान लेखन पद्धतीत अनुक्रमे 14 आणि 33 अशा लिहिल्या जातात आणि याही बाबतीत आपणास दिसेल की दशमान पद्धतीतला नऊने भाग जाण्याचा नियम मुळीच लागू पडत नाही.

लेखननिरपेक्ष प्रक्रिया

संख्यांची बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार अशा प्राथमिक प्रक्रिया आणि इतरही अंकगणितीय प्रक्रिया या मात्र लेखनपद्धतनिरपेक्ष आहेत. आपण

अष्टमान पद्धत

0	1	2	3	4	5	6	7	(शून्य ते सात)
10	11	12	13	14	15	16	17	(आठ ते पंधरा)
20	21	22	23	24	25	26	27	(सोळा ते तेवीस)

उदाहरणादाखल एक बेरीज आणि एक गुणाकार अष्टमान पद्धतीच्या संख्या लेखनात पाहू. एकोणीस आणि बावीस या दोन संख्यांची बेरीज एक्केचाळीस आहे हे आपणास माहीत आहे. या दोन संख्या अष्टमान पद्धतीत अनुक्रमे 23 आणि 26 अशा लिहिल्या जातात. आता त्यांची बेरीज करताना आधी एकम स्थानच्या 3 आणि 6 ची बेरीज नऊ होते जी 11 अशी लिहावी लागेल. त्यापैकी 1 हा अंक एकम स्थानी

एकोणीस	23
+ बावीस	+ 26
एकेचाळीस	51

लिहून हातचा 1 (अष्टम स्थानी) घ्यावा आणि त्यात दिलेल्या दोन संख्यांचे अष्टम स्थानचे अंक 2 आणि 2 मिळवल्यास बेरीज 5 येते. म्हणजे अष्टमान पद्धतीतली बेरीज 23 + 26 = 51 अशी आली. 51 ही संख्या बरोबर एक्केचाळीस आहे हे आपणास सहज तपासून पाहता येईल.

अष्टमान पद्धतीतला गुणाकार

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times\ 26 \\ \hline 162 \\ 460 \\ \hline 642 \end{array}$$

एकोणीस
× बावीस
चारशे अठरा

आधी आपण हा गुणाकार नेहमीच्या पद्धतीने केला आहे हे तपासून पहा. दिलेल्या दोन संख्यांच्या एकम स्थानचे अंक आहेत सहा आणि तीन. सहा गुणिले तीन अठरा. जी संख्या अष्टमान पद्धतीत 22 अशी लिहायची असते. पैकी एकम स्थानी 2 आले व अष्टम स्थानी हातचे 2 आले. आता पुढचा गुणाकार सहा गुणिले दोन बारा आला जी संख्या अष्टमान पद्धतीत 14. त्यात हातचे दोन मिसळून 16 लिहिले व गुणाकाराची पहिली ओळ 162 झाली. आता दुसऱ्या ओळीत दोन गुणिले तीन आणि दोन गुणिले दोन करून मिळणारे अंक 6 आणि 4 अनुक्रमे अष्टम स्थानी आणि चौसष्ट स्थानी (8^2) लिहिले. आता अष्टमान बेरीज करताना एकम स्थानी 2 + 0 = 2, अष्टम स्थानी 6 + 6 = 14 पैकी 4 अष्टम स्थानी लिहिले आणि हातचे 1 आणि चौसष्ट स्थानचे 1 आणि 4 यांची बेरीज 6 लिहिली. आता ही 642 संख्या अष्टमान पद्धतीतून नेहमीच्या दशमान पद्धतीत बदलायची झाल्यास उत्तर येईल. $(8^2 \times 6) + (8^1 \times 4) + 2 = 384 + 32 + 2 = 418$. हा गुणाकार आपणास दशमान पद्धतीत चटकन तपासता येतो की एकोणीस गुणिले बावीस बरोबर चारशे अठरा.

एका पद्धतीतून दुसऱ्या पद्धतीत

येथे आपण अष्टमान पद्धतीतून दशमान पद्धतीत बदल कसा करायचा हेही पाहिले. या पद्धतीत निरनिराळ्या अंकांना आठच्या घातांनी गुणून येणाऱ्या संख्यांची बेरीज केली जाते. या उलट दशमान पद्धतीत एखादी संख्या (उदाहरणादाखल समजा 185) दिलेली असेल तर ती इतर लेखनपद्धतीत चटकन लिहिण्यासाठी आपण भागाकाराची पद्धत वापरतो. समजा आपणास ही संख्या सप्तमान पद्धतीत लिहायची असेल तर आधी 185 या संख्येस सातने भाग द्यावा. भागाकार 26 आणि बाकी 3 येईल. याचा अर्थ सप्तमान पद्धतीत एकम स्थानी 3 असणार. आता 26 या संख्येस पुन्हा 7 ने भाग दिल्यास भागाकार 3 आणि बाकी 5 येईल. आता पुढे भागाकार करण्याची गरज नाही कारण 3 ही संख्या सप्तमान पद्धतीत 3 अशीच लिहायची आहे. म्हणजे जी संख्या दशमान पद्धतीत 185 लिहितो ती सप्तमान पद्धतीत 353 अशी लिहावी लागेल.

या उलट जर आपणास 353 ही संख्या सप्तमान पद्धतीत दिलेली असेल आणि आपणास तिचे दशांश पद्धतीने लेखन करायचे असेल तर गुणाकार करून

$3 \times 7^2 + 5 \times 7^1 + 3$

$= 147 + 35 + 3 = 185$ हे उत्तर येईल.

द्विमान पद्धती

जरी संख्यालेखन अनेक पद्धतीने करता येत असले तरी काही विशिष्ट पद्धती जास्त महत्त्वाच्या आहेत. यात द्विमान पद्धत ही संगणकासाठी महत्त्वाची आहे. संगणक यंत्राच्या अंतर्गत त्याच्या दोन अवस्था 0 आणि 1 या दोन अंकांसाठी वापरून सर्व आकडेमोड द्विमान पद्धतीत होते आणि उत्तर मात्र आपणास पडद्यावर दशमान पद्धतीत पहायला मिळते. द्विमान पद्धतीने लहान लहान संख्यांसाठी बरेच अंक वापरावे लागतात. उदाहरणार्थ, 725 ही संख्या द्विमान पद्धतीने लिहायची असेल तर वर वापरलेल्या पद्धतीने भागाकार आणि बाकी काढता येईल. पण येथे दोनने भाग द्यायचा म्हणजे संख्या सम असेल तर बाकी 0 आणि विषम असेल तर बाकी 1 येणार. या गोष्टीचा उपयोग करून आपण ही पद्धत सोपी करू शकतो. 725 पासून सुरू करून दर वेळी संख्येची निमपट करायची (आणि बाकी लिहायची गरज नाही कारण आलेला भागाकार सम आहे की विषम हे समजले की बाकी 0 की 1 हेही कळतेच). अशा प्रकारे निमपट करून खाली दिलेल्या संख्या (दशमान लेखन पद्धतीत) मिळतील.

725, 362, 181, 90, 45, 22, 11, 5, 2, 1. यातल्या विषम संख्यांच्या जागी एक आणि सम संख्यांच्या जागी शून्य लिहिल्यास आपणास 1010101101 असा क्रम मिळेल. हा क्रम आपण ज्या पद्धतीने (म्हणजे उजवीकडून डावीकडे) संख्यालेखन करतो त्यामुळे उलट करावा

लागेल. म्हणजेच 725 चे द्विमान लेखन 1011010101 असे असेल. ही संख्या दहा अंकी आहे.

गुणाकार (द्विमान पद्धती)

याच गुणधर्माचा उपयोग करून दोन दशमान पद्धतीत लिहिलेल्या संख्यांचा गुणाकार केवळ निमपट आणि दुप्पट करण्याच्या पद्धतीने काढता येईल. समजा आपणास 317 आणि 65 या दोन संख्यांचा गुणाकार करायचा आहे. या दोन संख्या एकमेकाशेजारी लिहायच्या. पहिल्या संख्येची निमपट करून ती तिच्या खाली लिहायची आणि त्याच रांगेत शेजारच्या दुसऱ्या संख्येची दुप्पट लिहायची. असे लक्षात ठेवा की पूर्वी प्रमाणेच निमपट करताना बाकी विचारात घ्यायची गरज नाही. हा क्रम पहिल्या रांगेत 1 या संख्येशी पोचेपर्यंत चालू ठेवायचा. म्हणजे खालील प्रमाणे लिहायचे.

317	65
158	130
79	260
39	520
19	1040
9	2080
4	4160
2	8320
1	16640

आता दुसऱ्या स्तंभातील फक्त अशा संख्यांची बेरीज करायची ज्या पहिल्या स्तंभातील विषम संख्यांच्या ओळीत आहेत. म्हणजे 16640 + 2080 + 1040 + 520 + 260 + 65 = 20605 हा झाला 317 आणि 65 यांचा गुणाकार. तुम्ही करता त्या नेहमीच्या पद्धतीने दशमानात गुणाकार करून तुम्हाला हे उत्तर तपासता येईल. गंमत म्हणजे ही गुणाकार करण्याची पद्धत रशियातल्या प्राचीन गणितज्ञांना माहीत होती. हा गुणाकार असा का करता येतो याचे उत्तर पहिली संख्या द्विमान पद्धतीने लिहून पहा म्हणजे चटकन ध्यानात येईल. 317 ही संख्या द्विमान पद्धतीत 100111101($=2^8 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^0$) अशी नऊ अंकी आहे आणि तिला 65 ने गुणायचे आहे. आपण वर ज्या सहा संख्यांची बेरीज करून हा गुणाकार काढला त्या $2^8 \times 65 + 2^5 \times 65 + 2^4 \times 65 \ldots = 16640 + 2080 + 1040 + 520 + 260 + 65$ अशाच आहेत. तेव्हा वरील पद्धतीने बरोबर गुणाकार आला यात काहीच आश्चर्य नाही.

लेखक : मधुकर देशपांडे, **गणिताचे निवृत्त प्राध्यापक. विज्ञानवाहिनी या संस्थेचे संस्थापक सदस्य. या संस्थेतर्फे फिरत्या प्रयोगशाळेद्वारे ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांना शालेय विज्ञानातील प्रयोग प्रत्यक्ष करण्यासाठी उपलब्ध करून दिले जातात.**

कोळसा आणि पेट्रोलियम येतात कुठून?

लेखक : **उमा सुधीर** ● अनुवाद : **गो. ल. लोंढे**

इंदोर जवळच्या धार या शहरी जाऊन आल्यापासून जीवाश्मासंबंधीचे विचार माझ्या मनात घोळत होते. ते ठिकाण समुद्रापासून शेकडो किलोमीटर दूर असूनसुद्धा तेथे सागरी (मृत) जीवांचे जीवाश्म पुष्कळच सापडतात. अशा ठिकाणी सागरी जीवाश्म सापडणे ही एक विचित्रच घटना वाटेल. परंतु हा प्रदेश पृथ्वीच्या पूर्वायुष्यात दोन भिन्न कालखंडात समुद्राच्या तळाशी होता म्हणून त्या दोन्ही कालखंडातील जीवाश्म येथे सापडतात.

पूर्वी पृथ्वीचे स्वरूप आजच्यासारखे नव्हते. तेव्हाचा तिचा चेहरामोहरा आज इतका बदलू शकला हा विचारच आश्चर्यकारक वाटतो. आणि या कामी सजीवांचा देखील वाटा आहे, ही गोष्ट तर अद्‌भुत आहे. पृथ्वीच्या रचनेमध्येही तत्कालिन सृष्टीचे प्रतिबिंब दिसते. उदाहरणार्थ डोव्हर या ठिकाणी असलेले चुनखडक सागरी जीवांच्या हाडांच्या सापळ्यांपासून तयार झालेले आहेत. समुद्राच्या तळाशी असलेल्या गाळात मृत जीवांच्या हाडांचे सांगाडे फसून बसले. लाखो वर्षे तेथे गाळाचे थरावर थर साचले. त्यामुळे खालच्या थरांवरील दाब वर्षानुवर्षे वाढत गेला. या दाबामुळे हे थर कठीण बनले. कालांतराने पृथ्वीच्या अंतर्भागातील घडामोडींमुळे हे खडक पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आले.

जबलपूर जवळ असलेल्या संगमरवर खडकांच्या उत्पत्तीच्या बाबतीत अशाच पद्धतीने विचार करता येईल. चुनखडक जेव्हा पृथ्वीच्या अंतर्भागातील खळबळीमुळे खोल खोल जातो, व तेथे प्रचंड उष्णता व प्रचंड दाब या दोन्हीचा त्यावर परिणाम होतो, तेव्हा त्याचे रूपांतर संगमरवरात होते. अशीच प्रक्रिया गाळाच्या खडकांवरही होत असते व त्यांचे रूपांतर पाटीच्या दगडामध्ये होते.

कोळसा आणि पेट्रोलियम

जीवाश्म आणि खडक याबद्दल आपण बोललो. आता कोळसा व पेट्रोलियमकडे वळू. सर्वसाधारणपणे असे समजले जाते की हे दोन पदार्थ सजीवांच्या जीवनक्रियेमुळे उत्पन्न होतात. कोळसा व पेट्रोलियम हे पदार्थ कसे उत्पन्न झाले याबद्दल तज्ज्ञांचे

कोळशाच्या थरात जीवाश्म आढळतात.
इथे कोळशावर पानाचा ठसा उमटलेला दिसतो.

विचार, अंदाज पाहू. काही लोक असे मानतात की जमिनीमध्ये जैविक अवशेष जेथे मोठ्या प्रमाणात गाडले जातात तेथेच कोळसा उत्पन्न होतो. म्हणजे प्राणी आणि वनस्पती मेल्यानंतर त्यापासून कोळसा बनतो. तर काही लोक मुख्यत: वनस्पतींपासूनच कोळसा उत्पन्न होतो असे मानतात.

दुसऱ्या बाजूला पेट्रोलियम हे समुद्राच्या तळाशीच तयार होतं, असं मानलं जातं. हे पटण्यासारखं आहे कारण मुंबईला समुद्र किनाऱ्याजवळ तेलाचे साठे सापडले आहेत हे आपण जाणतो. पण मग अरबस्तानच्या द्वीपकल्पावर असणाऱ्या तेलाच्या विहिरींबद्दल काय? त्या विहिरी तर जमिनीवरच आहेत. याबाबतीत कल्पना अशी आहे की अरबस्तान हा प्रदेश पूर्वी समुद्राच्या तळाशी होता. नंतर भूस्तरांच्या सतत गतिमानतेमुळे काही प्रदेश पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे ढकलले गेले आणि याउलट काही प्रदेश पृथ्वीच्या गाभ्याकडे ढकलले गेले. अशा रीतीने प्रदेशांची उलथापालथ झाली म्हणून कोरड्या जमिनीवर सुद्धा पेट्रोलियमचे कित्येक साठे सापडतात.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या खाली जैविक अवशेषांचे मोठमोठे साठे साचत गेले व त्यापासूनच कोळशाची उत्पत्ती झाली याबद्दल फारसे दुमत नाही. याचे एक कारण असे आहे की कोळशाच्या प्रस्तरामध्ये खूप मोठ्या संख्येने जीवाश्म आढळतात. त्यामध्ये वनस्पतींच्या पानांचे आणि इतर भागांचेही ठसे असतात. यामागचा विचार असा की हे जीव मेल्यानंतर मातीखाली झाकले गेले असतील व त्यांचा हवेशी संपर्क आला नसेल. तसेच ते मृतजीवभक्षकांच्याही हाती लागले नसतील, नाहीतर मृतजीवभक्षकांकडून जैविक पदार्थांचे झटपट विघटन झाले असते व त्यातून तयार झालेले पदार्थ सृष्टीतील नायट्रोजन चक्रात मिसळून गेले असते. जर मृत जीव मातीत न मिसळता मोकळेच राहिले असते तर निरनिराळ्या प्रकारचे बॅक्टेरिया व बुरशींकडून त्यांचा केव्हाच फन्ना उडाला असता. पण त्यांचे दफन झाल्यामुळे त्यांच्यात वेगळ्याच पद्धतीने परिवर्तन झाले.

मुख्य म्हणजे त्यांचे निर्जलीकरण झाले. त्यामुळे कोळसा हा बहुश: कार्बनचाच बनलेला असतो.

पेट्रोलियम कसे तयार झाले ?

पेट्रोलियम मध्ये तर कोणतेच जीवाश्म नसतात, मग ते कसे तयार झाले असेल बरे? पेट्रोलियमच्या उत्पत्तीबद्दल मेंडेलीव या शास्त्रज्ञाने सर्वप्रथम एक सिद्धांत मांडला होता. मूलद्रव्यांची आवर्तसारणी बनवली तोच तो मेंडेलीव. रसायनशास्त्राच्या अनेक शाखांमध्ये मेंडेलीवने शोधकार्य केले आहे. त्यापैकीच एक म्हणजे पेट्रोलियमच्या अजैविक उत्पत्तीचा सिद्धांत होय. मेंडेलीव व त्याचे अनुयायी यांनी असे मत मांडले आहे की भूगर्भात खूप खोलवर जागी सरल हायड्रोकार्बनचे अणू आपापसात एकत्र येऊन त्यापासून गुंतागुंतीची साखळ्यांसारखी रचना असलेले हायड्रोकार्बन्स तयार झाले. (हायड्रोकार्बन्स म्हणजे हैड्रोजन व कार्बन असलेली संयुगे) अशा गुंतागुंतीच्या रासायनिक रचना असलेल्या अनेक हायड्रोकार्बन्सच्या मिश्रणाने पेट्रोलियम तयार झाले.

साधे हायड्रोकार्बन्स कसे बनले?

साध्या हायड्रोकार्बन्स निर्मितीबद्दल असा विचार मांडला जातो की पाणी जेव्हा भूगर्भातील खूप खोल थरात शिरते तेव्हा त्याची तेथे असलेल्या लोखंडाच्या कार्बाईडबरोबर किंवा दुसऱ्या कोणत्या तरी धातूच्या कार्बाईडबरोबर रासायनिक क्रिया होते व त्यामुळे मिथेन किंवा ॲसिटिलीन (ही दोन्ही संयुगे हायड्रोकार्बनच आहेत) हे पदार्थ निर्माण होतात. ही क्रिया प्रयोगशाळेतसुद्धा अगदी सहज घडवून आणता येते. म्हणून असे मानले गेले की पेट्रोलियमच्या उत्पत्तीचा प्रश्न सरळ सरळ सुटला आहे. मात्र भूगर्भात इतक्या खोलवर जागी लोखंडाचे कार्बाईडस असतील हे अजून कोणीही सिद्ध करू शकलेले नाही.

जसजसे नवीन शोध लागले तसतसा पेट्रोलियम उत्पत्तीच्या (वरील) सिद्धांतातील ढिसाळपणा स्पष्ट होत गेला. एक तर प्लवक नावाच्या एकपेशीय जीवाच्या शरीरात तेलाचे अगदी सूक्ष्म कण असतात, असा शोध लागला. समुद्री जीवांमध्ये प्लवकांचे प्रमाण पंचाण्णव टक्के असते. तेलाच्या अस्तित्वाबद्दल आता दोन प्रकारे मांडणी झाली. एकतर असे म्हटले गेले की मेदाम्लाच्या अणुरचनेत आढळणारी कार्बनची अणुसाखळी आणि या तेलात आढळणारी कार्बनची अणुसाखळी यात काही समरूपता आहे. दुसऱ्या मांडणीप्रमाणे प्लवकांमध्ये असलेल्या छोट्या छोट्या तेलकणांमुळे ते जीव हलके होऊन समुद्राच्या पाण्यावर तरंगू शकतात. पाण्याच्या पातळीजवळ तरंगणे त्यांना आवश्यक असते, जर ते खोल पाण्यात गेले तर तेथे त्यांना सूर्यप्रकाश मिळणार नाही व त्यांच्या शरीरात प्रकाश संश्लेषण क्रिया होणार नाही. या दोन्हीच्या आधाराने अशी कल्पना

मांडली गेली की प्लवक जेव्हा मरतात तेव्हा ते समुद्राच्या तळाशी असलेल्या गाळात जातात. तेथे त्यांच्या शरीरातील तेल अनेक परिवर्तनानंतर पेट्रोलियममध्ये रूपांतरित होते. काही लोकांचं असं म्हणणं आहे की ही प्रक्रिया (प्लवकातील तेलाचे पेट्रोलियममध्ये रूपांतर होणे) अगदी छोट्या कालखंडात (म्हणजे दहा लाख वर्षात) पूर्ण होऊ शकते. भूविज्ञानाच्या दृष्टीने दहा लाख वर्षे म्हणजे आपल्या डोळ्यांची पापणी लवण्या इतपतच वेळ आहे. पण ज्या प्रमाणात पेट्रोल खर्च करतो आहोत, त्या हिशोबाने आपल्याला माहीत असलेले पेट्रोलचे साठे काही दशकातच संपतील. पण त्याबद्दल तुम्ही काही काळजी करू नका! पुढील दहा लाख वर्षांपर्यंत जर मानवजात अस्तित्वात राहिलीच तर तोपर्यंत पेट्रोलियमचे नवीन साठे नक्कीच उपलब्ध झालेले असतील!

निर्मितीचे कोडे

पेट्रोलियमच्या उत्पत्तीच्या या सिद्धांताला इतर काही घटनांमुळे दुजोरा मिळाला आहे. एक तर असे काही अणू पेट्रोलियममध्ये सापडले आहेत जे अगदी जसेच्या तसेच सजीवांमध्ये आढळतात. यात हायड्रोकार्बन तर आहेतच, शिवाय पोर्फायरिन नावाचे संयुगही असते. याची रचना क्लोरोफिलशी बरीच मिळतीजुळती असते. पोर्फायरिन सापडणे विशेष म्हणावे लागेल, कारण पोर्फायरिनमधील नायट्रोजनच्या अणूचे ऑक्सिजनच्या उपस्थितीत अगदी सहजपणे विघटन होते. याचा अर्थ असा की पेट्रोलियमची निर्मिती क्षपणशील (रिड्यूसिंग) वातावरणात झाली असावी. पोर्फायरिनचे आणखी एक वैशिष्ट्य असे आहे की दोनशे अंश सेल्सियसला त्याचे विघटन होते. म्हणजे पेट्रोलियमची निर्मितीही त्याहून कमी तापमानाला होत असावी. निदान पेट्रोलियमच्या ज्या साठ्यांमध्ये पोर्फायरिन असेल त्या साठ्यांबद्दल तरी असे म्हणता येऊ शकते.

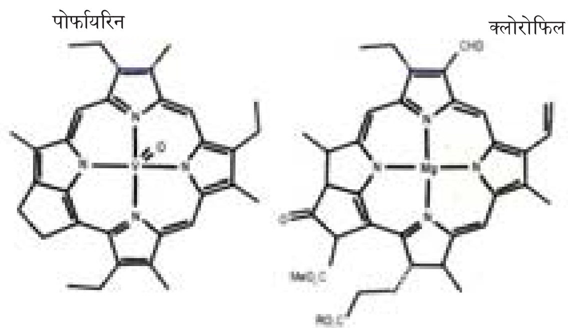
म्हणजे आता पेट्रोलियमच्या निर्मितीचे कोडे सुटले असे म्हणायचे का? अजून तरी ते पूर्णपणे सुटलेले नाही. पेट्रोलियमच्या अजैविक उत्पत्तीचा सिद्धांत जेव्हा मांडला गेला तेव्हाच दुसराही एक सिद्धांत उदयास आला. तो असा की पेट्रोलियमचे उत्पत्तीस्थान पृथ्वीच्या बाहेर कोठेतरी आहे. सोकेलोफने असे सुचवले की आदिकालाच्या सुरुवातीपासूनच प्रचंड आकाराचा ढगासारखा एक पदार्थ अस्तित्वात होता. तो हळूहळू घन होत गेला व त्याच्यापासून आपली पृथ्वी व इतर ग्रह निर्माण झाले. त्यांच्यातच हे तेल होते. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात ज्या प्रक्रिया होतात त्यामुळे सर्व तेल पृथ्वीच्या अंतर्भागामध्ये (मँटल) ढकलले जाते. सोकेलोफने हे इसवी सन १८९० मध्येच सांगितले होते. त्यानंतर या-बाबतीत दोन संशोधने झाली व सोकेलोफच्या विधानाला नव्या स्वरूपात पुनरुज्जीवन मिळाले.

एक शोध असा आहे की इतर ग्रहांवरील वातावरणात व त्यांच्या उपग्रहांवरील वातावरणातही मिथेन आहे. अकार्बनिक किंवा अजैविक पदार्थांपासून मिथेन मिळतो ही गोष्ट तर सर्वपरिचित आहे. सूर्यमालेतच जर मिथेन आहे तर पृथ्वीवर दाब, तापमान यामुळे त्याचे लांब साखळीची अणुरचना असलेल्या हायड्रोकार्बन्समध्ये रूपांतर होणे शक्य आहे. तेच हायड्रोकार्बन्स पेट्रोलियममध्ये सापडतात.

दुसरा शोध असा आहे की उल्कांमध्येसुद्धा कार्बन असू शकतो. सुरुवातीला ज्या उल्कांचा अभ्यास झाला त्यांच्यामध्ये धातू होता. उल्कापातापासून मिळणाऱ्या लोखंडाचाच उपयोग पूर्वीचा मानव करीत होता असे मानले जाते. खनिजापासून लोखंडाचे निष्कर्षण करायला मानव कित्येक वर्षांनतर शिकला. १९६० साली काही उल्कांमध्ये ग्रॅफाईट शिवाय इतर कार्बनिक पदार्थही सापडले. त्यानंतर सोकेलोफच्या सिद्धांताला नवजीवन मिळाले.

आता पेट्रोलियमच्या निर्मितीसंबंधी दोन प्रकारचे सिद्धांत आपल्यासमोर आहेत. पहिल्या प्रकारच्या सिद्धांतानुसार पृथ्वी तयार होतानाच तिथे मिथेन व ॲसिटिलीन होते किंवा अजैविक प्रक्रियांमधून ते तयार झाले व त्यांच्या अणुरचनेत बदल होऊन (साखळ्या निर्माण होऊन) म्हणजे पॉलिमरायझेशन होऊन पेट्रोलियम निर्माण झाले. दुसरा सिद्धांत असा आहे प्रकाश संश्लेषण क्रिया हे कार्बनचे उगमस्थान आहे. यात प्रथम कार्बन डायऑक्साईडचे रूपांतर ग्लुकोजमध्ये झाले असेल. ग्लुकोजवर अनेक प्रकारच्या जैविक क्रिया होत असताना त्याचे रूपांतर किचकट अणुरचना असलेल्या पदार्थात झाले असेल. आणि नंतर त्या संयुगांचे पेट्रोलियम व तेलात रूपांतर झाले असेल. ही अंतिम प्रक्रिया कदाचित सजीवांच्या शरीरात झाली असेल किंवा पृथ्वीच्या गाभ्यात, इथे या संयुगांचे विघटन क्षपणशील (प्राणवायू नसलेल्या) वातावरणात झाले असेल.

या दोन्ही सिद्धांतामध्ये मूळ वादाचा मुद्दा असा आहे की पेट्रोलियममध्ये कार्बन

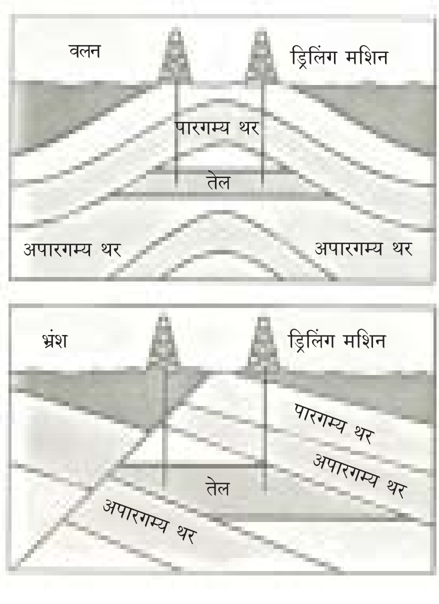


क्लोरोफिल आणि पोर्फायरिनची रासायनिक रचना, दोन्हीतही नायट्रोजन आढळतो.

येतो कोठून? अजून याबद्दल निर्णायक मत स्पष्ट झालेले नाही.

पेट्रोलियम कोठे मिळेल?

पूर्वीच उल्लेख केल्याप्रमाणे गाळाचे खडक असलेल्या ठिकाणी कोळसा मिळतो. दुसरी वस्तुस्थिती अशी आहे की कोळशाबरोबर आपल्याला जीवाश्मही मिळतात. यावरून असे म्हणता येते की गाळाचे खडक ज्या प्रकारे बनतात त्याच प्रकारे कोळसा बनतो. फरक इतकाच की कोळसा जैविक पदार्थांपासून तयार होतो. मात्र गाळाच्या खडकांशिवाय इतरत्रही पेट्रोलियम सापडलेले आहे त्यामुळे पेट्रोलियमची कहाणी जास्तच बिकट झाली आहे. पेट्रोलियम कधीकधी अग्निजन्य खडकातही आढळले आहे. समुद्राच्या तळाशी जे खडक उत्पन्न झालेले नाहीत अशा काही खडकांमध्येही पेट्रोलियम मिळते. याचे स्पष्टीकरण असे देता येईल की समुद्राच्या तळाशी उत्पन्न झालेले तेल प्रवाही असल्यामुळे जवळच्या अग्निजन्य खडकांमध्ये किंवा गैरसमुद्री खडकात झिरपत गेले असावे. या असामान्य ठिकाणी मिळणाऱ्या तेलाचे जेव्हा विश्लेषण केले व त्याची तुलना जवळच्या ठिकाणी गाळाच्या खडकात मिळणाऱ्या तेलाशी केली तेव्हा या गोष्टीची खात्री पटली. तेलाचे दोन्ही नमुने अगदी एकमेकांसारखेच आढळले. म्हणजे समुद्राच्या तळाशी एकपेशीय मृतजीवांच्या थरांवरील परिवर्तन क्रियांमुळे पेट्रोलियम उत्पन्न होते, हे तर कळलेच पण एकदा पेट्रोलियम तयार झाले की जवळपासच्या खडकांपर्यंत झिरपत जाते आणि जेथून पुढे ते झिरपण्याची शक्यताच



सामान्यपणे पेट्रोलियम कुठे आढळते?
खडकाच्या वळ्या (फोल्डिंग) :- खडकांमध्ये काही थर पारगम्य (पदार्थ आरपार जाऊ शकणारे) तर काही अपारगम्य असतात. पारगम्य थरातून तेल खाली जाते पण अपारगम्य थरांमधून ते जाऊ शकत नाही . खडकांमधील थरांच्या वळ्यांमध्ये असे तेल अडकून राहते.
भ्रंश (फॉल्ट) - कधी कधी विविध बलांमुळे खडकांचे थर वेडेवाकडे, खालीवर सरकतात. त्यामुळे काही ठिकाणी पोकळी निर्माण होते तिथे तेल जमा होते.

नसते अशा खडकांच्यामध्ये ते थांबते हेही समजले. अशा प्रकारे वाहत जाऊन जास्त दाबाच्या ठिकाणी पेट्रोलियम पोहोचते. म्हणूनच तेल मिळविण्यासाठी तेल विहीर जेव्हा खणली जाते तेव्हा कच्चे तेल उसळून बाहेर येते. अशा रीतीने एकदा तेल काढल्यानंतर सुद्धा पुन्हा त्याच विहिरीतून जास्त तेल मिळू शकते. त्यासाठी एका पाईपाद्वारे पाणी व हवा विहिरीत सोडतात आणि त्याच्या दाबाने दुसऱ्या पाईपातून तेल बाहेर येते. पाण्याचा उपयोग असा होतो की तेल पाण्यापेक्षा हलके असल्यामुळे वर ढकलले जाते.

नजीकच्या काळात कोळसा आणि तेल संपून जाईल का?

हा प्रश्न तुम्ही कोणाला विचारता यावर त्याचे उत्तर अवलंबून आहे. ज्या कंपन्या कोळसा व तेलाचे निष्कर्षण करतात त्या कंपन्यांकडून अगदी खात्रीपूर्वक तुम्हाला असे उत्तर मिळेल की कोळसा व तेल अजून भरपूर शिल्लक आहे. मात्र भविष्यकाळात तेलाचे नवीन साठे शोधण्यासाठी व त्यातून तेल बाहेर काढण्यासाठी उच्च तंत्रज्ञानाचा उपयोग करण्याची गरज पडणार आहे. एका परीने हे म्हणणे योग्य आहे. उदाहरणार्थ पूर्वीच्या काळी जेव्हा तेल विहिरीतून बाहेर येणे आपोआप बंद होई, तेव्हा त्या विहिरीचे कार्य संपले असे मानले जात होते. आता आपण पाणी व वायू तेल विहिरीत खूप दाबाखाली भरतो, व त्या दाबामुळे त्याच विहिरीतून आणखी पेट्रोलियम काढू शकतो. भविष्यकाळात आणखी कोणते नवे तंत्रज्ञान विकसित होईल, सांगता येणार नाही

पण त्याचबरोबर या प्रक्रिया करवून घेण्यासाठी किती पैसा लागेल याचाही विचार करावा लागेल. इथे पर्यावरणावर काय परिणाम होईल याबद्दल विचार केलेलाच नाही. तो दुसऱ्या लेखाचा विषय होऊ शकतो.

भविष्यकाळात अति दुर्गम ठिकाणी जेव्हा तेलाचे नवीन साठे सापडतील, आणि तेल मिळवण्यासाठी नवनव्या प्रगत तंत्रज्ञानाचा उपयोग करण्याची गरज भासेल तेव्हा तो उद्योग आर्थिक दृष्टीने परवडणार नाही. अशी परिस्थिती केव्हा येईल हे कोळसा आणि पेट्रोलियम यांच्या साठ्यावर अवलंबून नसून आपण त्याला पर्याय शोधून काढतो का, तो वापरतो का, शिवाय आहे त्या कोळशाचा किंवा पेट्रोलियमचा किती जपून वापर करतो यावर अवलंबून आहे.

हिंदी संदर्भ अंक ७६ मधून साभार

लेखिका : **उमा सुधीर,** एकलव्यच्या विज्ञान कार्यक्रमात सहभागी,
हिंदी अनुवाद : **सुशील जोशी,** स्रोत फीचर मध्ये कार्यरत, विज्ञान शिक्षण आणि लेखनाची आवड
अनुवाद : **गो. ल. लोंढे,** निवृत्त प्राचार्य

शुक्राचे अधिक्रमण आणि विज्ञान शिक्षण

लेखक : **विवेक माँटेरो**

जून २०१२ च्या ६ तारखेला सूर्य उगवेल तो कपाळावर ठसठशीत काळं कुंकू लावल्यासारखा. ही कुंकवाची मोठी टिकली सूर्याच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत सरकत सरकत जाईल आणि मग नाहीशी होईल. या अद्वितीय घटनेचं नाव आहे 'शुक्राचं अधिक्रमण' आणि ते पुन्हा पुढची १०० वर्षे होणार नाही. आपल्या आणि आपल्या विद्यार्थ्यांच्या आयुष्यातली ते पाहण्याची एकमेव संधी !

शुक्राचं अधिक्रमण वापरून आपण सूर्य - पृथ्वी अंतर मोजू शकतो. प्रत्येक शाळेत मुलांनी स्वत: बनविलेल्या साहित्यातून हे करता येतं. यासाठी लागणारा खर्च पाच-सातशे रुपयात बसू शकतो, फार फार तर हजार रुपये. शंभर रुपयापर्यंतच्या खर्चातच पृथ्वी किती मोठी आहे, सूर्य किती मोठा आहे, सूर्य किती दूर आहे, यासारखे काही विस्मयकारक प्रयोग करता येतात. ६ जून २०१२ रोजी आपल्या सूर्यमालेचा आकार मोजण्याचा प्रयोग भारतातल्या प्रत्येक शाळेत होऊ शकतो.

खगोलशास्त्र प्रेरणा देतं, तसंच उत्साह आणि उत्सुकता निर्माण करतं. आकाश ही एक 'सार्वत्रिक प्रयोगशाळा' आहे, सर्वांना उपलब्ध असलेली.

२००९ साली गॅलिलियोच्या शोधांना ४०० वर्षे पूर्ण झाली. ते वर्ष संबंध जगानं खगोलशास्त्र म्हणून साजरं केलं. वय, पार्श्वभूमी, परिस्थिती या सगळ्याच्या पलीकडे जाऊन कोट्यवधी लोकांपर्यंत खगोलशास्त्र कसं पोहोचवता येतं आणि दैनंदिन आयुष्यात वैज्ञानिक पद्धत वापरण्याचा प्रसार करण्यासाठी ते कसं वापरता येतं याचं एक उत्तम उदाहरण त्या वेळी सबंध जगानं पाहिलं.

आंतरराष्ट्रीय खगोलशास्त्रवर्षात 'विश्वाचं वैश्विकरण' (universalisation of universe) हे घोषवाक्य घेऊन सर्व संस्था-संघटनांनी काम केलं. आकाश, सूर्य, ग्रह, इतर तारे हे सारं सगळ्यांना उपलब्ध असल्यामुळे 'विश्वाचं वैश्विकरण' शक्य आहे. विज्ञानशिक्षण आणि विज्ञानप्रसार अत्यंत प्रभावी करण्याचं काम काही साध्या स्वस्त प्रयोग आणि उपक्रमांमधून होतं. सभोवतालच्या प्रत्येक गोष्टीबद्दलची उपजत

जिज्ञासा प्रत्येक बालकामध्ये फार लहानपणापासूनच असते. खरं तर ही जिज्ञासा हाच मुलांच्या शिकण्याचा मुख्य स्रोत असतो.

करणे, शोधणे आणि शिकणे ही विज्ञान शिक्षणाची पद्धत वापरून, त्याद्वारे विज्ञान शिक्षणाची गुणवत्ता सुधारण्याचा सहज रस्ता 'दिवसाउजेडीच्या खगोलशास्त्रातून' (Day-time Astronomy) मिळतो. कारण शाळेच्या वेळेतच दिवसाचं आकाश दिसतं आणि ते सर्वांना उपलब्ध असतं.

मुलांच्या उपजत जिज्ञासेची जोपासना करणारे सूर्याभ्यासाचे अनेक साधे, स्वस्त आणि सुलभ प्रयोग करणं, प्रयोगातून शिकण्याची सवय रुजवणं, यात कोट्यवधी शालेय विद्यार्थ्यांना सहभागी करून घेणं, अशी एक व्यापक संधी जून २०१२चं शुक्राचं अधिक्रमण देतं.

मुलांनी स्वत: बनविलेल्या साहित्यातून पुढील प्रयोग करता येतात :

१. अंतर शोधणे
२. आपले अक्षांश मोजणे
३. जादूई आरशांचा प्रयोग
४. पिनहोल कॅमेऱ्याचे तत्त्व
५. पिनहोल प्रोजेक्टर
६. चेंडू-आरशाच्या सूर्यदर्शकाने सूर्याच्या प्रतिमा घेणे.
७. पोर्टेबल डार्करूम तयार करणे
८. मोठ्या नाभीय अंतराचे भिंग व त्याचे प्रयोग
९. समांतर पृथ्वी (Geosynchron)
१०. वेळ आणि तारीख दाखविणारी सूर्य घड्याळे
११. पृथ्वीचा आकार केवढा आहे?
१२. सूर्याचा आकार केवढा आहे?
१३. सूर्य आपल्यापासून किती दूर आहे?
१४. आपल्या सूर्यमालेतील ग्रहांचे आकार आणि आपल्या सूर्यमालेचा आकार
१५. जुन्या सी.डी वापरून स्वस्त स्पेक्ट्रोग्राफ बनविणे व त्याचे प्रयोग

जादूई आरसा

एका सोप्या प्रयोगापासून आपण सुरुवात करू या:

साधा छोटासा आरसा वापरून किंवा बाजारात दहा रुपयापर्यंत मिळणारे साधे छोटे आरसे वापरून हा प्रयोग करता येतो.

आरशाचे कवडसे

एक छोटा आरसा उन्हात धरून त्याने कवडसा पाडा. वेगवेगळ्या जागी कवडसे पाडायचा प्रयत्न करा. दिवा किंवा ट्यूबलाईटच्या प्रकाशात रात्री तुम्हाला असा कवडसा पाडता येतो का?

जादूई आरसा बनवा

चौकोनी, त्रिकोणी आणि गोल आकारांचे तीन छोटे आरसे घ्या.तुमच्याकडे जर एकच आरसा असेल तर? अशा आकारांचे आरसे तुम्ही कसे मिळवाल?

सोपं आहे... तुम्हाला पाहिजे त्या आकाराचं भोक असलेले कागद तुमच्या

आरशावर लावा. या प्रत्येक आकाराचा व्यास साधारणपणे ३ सें.मी. असावा.

जादूई आरशाचा प्रयोग

गोल आरसा उन्हात धरा. तुमच्यासमोर साधारणपणे १ मीटरवर उभ्या असलेल्या मित्राच्या किंवा मैत्रिणीच्या शर्टावर कवडसा पाडा. कवडसा कोणत्या आकाराचा आहे? चौकोनी आणि त्रिकोणी आरसा घेऊन हाच प्रयोग पुन्हा करा. गोल आरशाचा कवडसा कोणत्या आकाराचा पडला? त्रिकोणी आणि चौकोनी आरशांचे कवडसे कोणत्या आकाराचे आहेत?

आता गोल आरशाने लांब अंतरावरच्या पांढरट भिंतीवर (साधारण २० मीटर अंतरावर) कवडसा पाडा. कवडसा कोणत्या आकाराचा आहे? गोल आरशाने पाडलेल्या आधीच्या कवडशाच्या तुलनेने हा कवडसा कसा आहे? आता चौरस आणि त्रिकोणी आरशांनी लांबच्या भिंतीवर कवडसे पाडा. काय दिसते? आश्चर्य वाटले का? कशाचे आश्चर्य वाटले? याचं कारण काय असेल? तुम्हाला याचं स्पष्टीकरण देता येईल का?

'असं का होतं?' याचं स्पष्टीकरण मी पुढच्या अंकात देईन. प्रत्येक मुलानं स्वत: तयार केलेली साधनं वापरून करावयाच्या प्रयोगांचा आणि शोधाचा प्रवासही आपण पुढील अंकात चालू ठेवू.

लेखिका : **विवेक माँटेरो,** विज्ञान आणि गणित शिक्षणाच्या सार्वत्रिकीकरणासाठी कार्यरत असलेल्या 'नवनिर्मिती' संस्थेचे संस्थापक सदस्य.

दैनंदिन संदर्भ हे पुस्तक पाहिलेत ना ?

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

रोजच्या आयुष्यातल्या
ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान
माहीत असायला हवं म्हणून !

सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या अनुदानातून हे पुस्तक प्रकाशित केले आहे.

तिकिट - संग्रह

लेखक : कारेल चापेक
मराठी अनुवाद : मीना आगटे

''शंकाच नाही'', वृद्ध श्री. कारास उद्‌गारले, ''की कुणीही आपल्या भूतकाळाचा आढावा घेतला तर त्याला आपल्याच आयुष्यातील भिन्न-भिन्न प्रकारच्या आयुष्यांचे धागे सापडू शकतील. विशिष्ट प्रकारेच आयुष्य घालवावं असं कुणी ठरवतं, आणि ते निभावतं. या गोष्टी कधी स्वेच्छेनंही असतील पण अनेकदा योगायोगानं घडतात. सर्वांत विचार करण्यासारखी बाब ही आहे की ते वेगळं आयुष्य - जे त्या व्यक्तीने निवडलं नव्हतं, ते नष्ट होत नाही. कोणत्या ना कोणत्या रूपात जिवंत राहतं त्यामुळे प्रत्येकाला एक विचित्र दु:ख सलत, जाणवत राहतं... अगदी पाय कापल्यामुळे जाणवणाऱ्या दु:खासारखं !

''मी दहा वर्षांचा होतो तेव्हा पोस्टाच्या तिकिटांचा संग्रह करायला सुरुवात केली होती. माझ्या वडिलांना माझा हा छंद अजिबात आवडत नसे. कदाचित त्यांना वाटत असावं की जर मला हा नाद लागला तर माझं अभ्यासाकडे दुर्लक्ष होईल. लोयजीक चेपेल्का नावाच्या माझ्या मित्राला देखील विदेशी तिकिट-संग्रहाचा खूप नाद होता.

लोयजीकचे वडील ‘बॅरल ऑर्गन’ वाजवून आपल्या कुटुंबाचा चरितार्थ चालवायचे. लोयजीक उनाड होता. त्याच्या चेहऱ्यावर देवीचे वण होते. शालेय वयात मुलांची एकमेकांशी जवळीक असते तशीच त्याची व माझी होती. आता मी म्हातारा झालो आहे, मला पत्नी व मुलांचा स्नेह मिळाला आहे; पण माझं मत आहे की दोन मित्रांच्या मैत्रीएवढं सुंदर नातं अन्य कोणतंही नसतं आणि अशी मैत्री लहानपणीच शक्य असते. नंतर तो तजेला राहत नाही... त्यावर स्वार्थाची कलुषित झालर येते. मी त्या ‘विशेष मैत्री’बद्दल बोलतो आहे, त्यात अपार उत्साह आणि आकर्षण दडलेलं असतं - आत्मशक्ती आणि स्नेहभावनेचं, उसळणारं, खळाळतं उधाण असतं. त्यात इतका मुक्त आणि उसळता प्रवाह असतो की त्यातील एक अंश दुसऱ्याला देईपर्यंत तो शांत होत नाही.

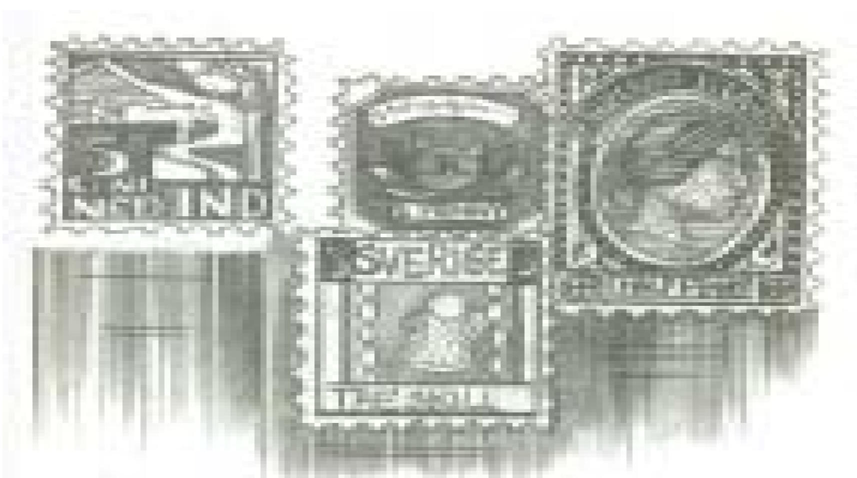
माझे वडील वकिली करायचे, नगरातील माननीय लोकांमध्ये त्यांना विशेष स्थान होते. त्यांचा रुबाब आणि दरारा सगळ्यांना माहीत होता. पण माझ्या मित्राचे वडील मात्र दारुडे बँड मास्टर होते आणि आई लोकांकडे धुणी-भांडी करून चरितार्थ चालवायची. तरीदेखील माझ्या मनात लोयजीकचं विशेष स्थान होतं. प्रेम होतं, आदर होता, कारण तो माझ्यापेक्षा

चाणाक्ष व चतुर होता, स्वावलंबी होता आणि त्याच्या स्वभावातच कुठल्याही प्रकारच्या संकटाला सामोरे जायची हिंमत होती. त्याचा चेहरा सुंदर नसेल, पण तो चक्क डाव्या हाताने देखील दगड लांबवर फेकू शकायचा. आज मला सगळ्या गोष्टी आठवत नाहीत, पण माझे व त्याचे नाते अतूट व खोलवर रुजले होते हे मी नक्कीच सांगू शकतो. माझी अशी जवळीक आयुष्यात कोणाबरोबरही झाली नाही.

''जेव्हा तिकिट-संग्रहाची झिंग माझ्यावर चढली होती, त्या काळात माझा सर्वांत जवळचा मित्र लोयजीकच होता, त्यामुळे आमच्यात कोणताही आड पडदा नव्हता. त्याच्यावर मी डोळे झाकून विश्वास ठेवू शकत होतो. माझ्या मते माणसात संग्रह करण्याची प्रवृत्ती अनादिकाळापासूनच असणार. त्या काळात तो शत्रूची शकले झालेली मुंडकी, युद्धात लुटलेला माल, अस्वलांची कातडी, काळविटाची शिंगे असल्या ज्या वस्तू सापडतील त्या साठवत असला पाहिजे.

परंतु तिकिट-संग्रह करण्यात एक वैशिष्ट्य आहे, आपल्याला त्यात एक रोमांचक अनुभव मिळतो. असं वाटतं जणू आपण दूरच्या देशांना प्रत्यक्ष स्पर्श करीत आहोत - भूतान, बोलिविया, केप ऑफ गुड होप अशा देशांच्या तिकिटांच्या माध्यमातून कधीही न पाहिलेल्या देशांबद्दल एक आपलेपणा निर्माण होतो. तिकिट संग्रहाचे नाव घेताच आपल्या डोळ्यांसमोर भूमी व सागरावरील रोमहर्षक प्रवास, जोखमीची आणि धाडसी, सुदूर यात्रेची कथानके फिरू लागतात.

''तर मी तुम्हाला सांगत होतो की माझ्या वडिलांना माझा हा छंद फारसा



आवडायचा नाही. हे स्वाभाविकच होतं कारण बहुसंख्य लोकांना त्यांनी स्वत: जे काम कधीही केलं नाही ते आपल्या मुलानं करावं असं वाटत नाही. मी माझ्या मुलांबरोबरही असाच वागलो. मुलांशी वागताना वडिलांच्या भावनांत अनेक विरोधाभास असतात... प्रेम तर असतंच, पण थोडे पूर्वग्रह, थोडा अविश्वास आणि विरोधाची भावना हेही सारं असतं. आपण आपल्या मुलांवर जेवढं प्रेम करतो तेवढ्याच प्रमाणात त्यांना विरोधही करतो. आणि हा विरोध प्रेमाच्या बरोबरीने वाढत जातो. असो.

''मी माझा तिकिट-संग्रह कोठीच्या खोलीतील एका कोपऱ्यात लपवून ठेवला होता जेणेकरून वडिलांची नजरही त्यावर पडू नये. आम्ही दोघे, मी आणि लोयजीक, उंदरासारखे लपत-छपत जाऊन एकमेकांची तिकिटे बघत असू. नेदरलँड, इजिप्त, स्वीडन... अशा विविध देशांची तिकिटे पाहताना आमचं मन तृप्तच होत नसे. आम्ही आमचा खजिना लपवून ठेवला होता. ते आमचं दोघांचंच रहस्य होतं.

आम्ही तिकिटांसाठी काय काय करायचो ! मी ओळखीच्या व अनोळखी देखील कुटुंबांकडे चकरा मारायचो आणि याचना करून त्यांच्या जुन्या पत्रांची तिकिटे काढून घ्यायचो. कधी-कधी मला लोकांचे टेबलाचे खण सापडायचे. जुन्या कागदपत्रांनी गच्च भरलेले. तेव्हा माझ्या आनंदाला पारावार नसे. मी फरशीवर बसून आरामात त्या जुन्या रद्दीचे निरीक्षण करायचो आणि माझ्याजवळ नसलेली निवडक तिकिटे काढायचो. मी कधीही एकाच प्रकारची तिकिटे गोळा केली नाहीत... हा हवं तर माझा मूर्खपणा समजा, पण जर कधी अचानक लॉम्बार्डी किंवा एखाद्या लहानशा जर्मन राज्याचं किंवा युरोपच्या स्वतंत्र राज्याचं तिकिट माझ्या हाती लागलं तर आनंदानं माझ्या पोटात अगदी कळ यायची. बहुतेक प्रत्येक अत्यानंदात वेदनेचे माधुर्य लपलेले असते. लोयजीक माझी वाट पाहत बाहेर थांबलेला असायचा. बाहेर येताच मी कुजबुजत त्याच्या कानात सांगायचो, ''लोयजीक, लोयजीक तिथे हॅनोवरचं तिकिट होतं.''

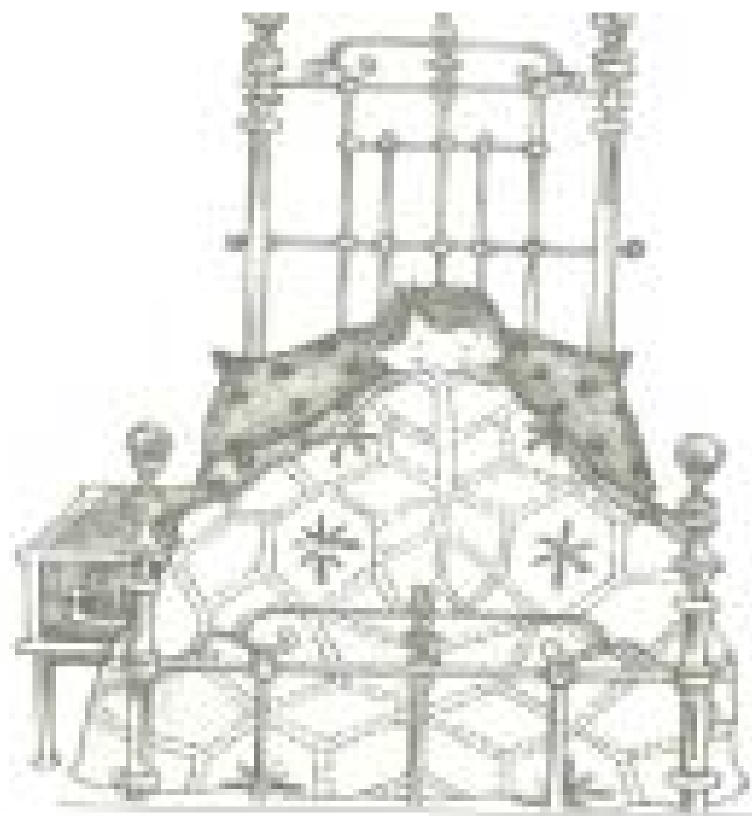
''तू ते काढलंस?'' ''होऽऽ'' आणि आम्ही ती लुटलेली संपत्ती खिशात लपवून वेगाने आमच्या घरी लपवलेल्या खजिन्याकडे पळत जायचो.

''आमच्या गावी खूपसे कारखाने होते. तिथे विविध प्रकारचा पण कमी प्रतीचा माल तयार होत असे - कापूस, मऊ केस, लोकर. हा रद्दी माल जगभरातील वेगवेगळ्या लोकांकडे पाठवला जायचा. मला बरेच वेळा तिथे रद्दी कागदांच्या टोपल्या सापडायच्या. माझ्या दृष्टीने लयलूट करायला ती सर्वोत्तम जागा होती. तिथे मला बहुतेक वेळा स्याम, द. आफ्रिका, चीन, लायबेरिया, अफगाणिस्तान, बोर्नियो,

ब्राझील, न्यूझिलंड, भारत आणि कांगोची देखील तिकिटे मिळाली होती. मला तुमचा अंदाज नाही, पण या नावाच्या ध्वनीतच मला विचित्र रहस्य व आकर्षण वाटत असे. माझा आनंद शब्दांच्या पलीकडचा असे, जेव्हा अचानक माझ्या हातात स्ट्रेटस् सेटलमेंट, कोरिया, नेपाळ, न्यू गिनी, सियरा लियॉन किंवा मादागास्करचे तिकिट गवसायचं, मी खरोखर तुम्हाला सांगतो की असा आनंद फक्त शिकाऱ्याला, खजिना शोधणाऱ्याला किंवा पुरातत्व-संशोधकालाच मिळू शकतो. कोणत्याही वस्तूचा शोध घेणे आणि ती मिळणे यापेक्षा वेगळा हर्ष, समाधान आणि रोमांच कशात नसतोच. प्रत्येकाने कोणत्या ना कोणत्या वस्तूचा शोध घेतलाच पाहिजे - तिकिटे, नाहीतर स्वर्णपंख, निदान टोकदार दगड किंवा काडेपेट्या.

''ती माझ्या आयुष्यातील सर्वांत आनंदाची वर्षे होती - लोयजीकशी मैत्री आणि आमचा तिकिट संग्रह

पण अचानक एक दिवस मला ताप आला. लोयजीकला माझ्याजवळ यायची परवानगी नव्हती, म्हणून कधी-कधी



फाटकाशी उभा राहून तो शिट्टी वाजवायचा, त्यामुळे तो आल्याचं मला कळायचं

एकदा दुपारी घरातील लोकांची नजर चुकवून मी कोठीच्या खोलीत तिकिटे पहायला गेलो. तापामुळे मी इतका अशक्त झालो होतो की खूप कष्टाने मी पेटीचे झाकण उघडू शकलो. ज्या संदुकीत तिकिटे जमवली होती ती रिकामीच होती

''त्याक्षणी माझ्या हृदयावर जी खोलवर जखम झाली होती... मी तुम्हांला सांगूही शकत नाही. काही वेळ दगडी पुतळ्यासारखा संदुकीसमोर मी नुसता उभा होतो. माझ्या घशात हुंदका दाटला होता, मी रडूही शकत नव्हतो. माझा विश्वासच बसत नव्हता की माझा सर्वोच्च आनंद - माझा तिकिटसंग्रह नाहीसा झाला होता. पण यापेक्षाही आश्चर्याची गोष्ट ही होती की तो संग्रह माझ्या सर्वात जवळच्या मित्राने लोयजीकने चोरला होता. त्याने मला फसवलं होतं, धोका दिला होता! माझ्या आजारपणात त्याने तो संग्रह चुपचाप चोरून नेला होता. मी अगदी व्याकुळ आणि खिन्न झालो.

ही आश्चर्याची गोष्ट आहे की मुले किती वाईट छळ सहन करू शकतात. मी त्या

कोठीच्या खोलीतून कसा बाहेर पडलो हे मला आठवत नाही; पण मी परत तापाने फणफणलो. शुद्धीवर आल्यावर मी निराश मनाने आपल्या तिकिट-संग्रहाचा विचार करायचो. मी माझ्या वडिलांजवळ किंवा आत्याजवळ याविषयी ब्र ही काढला नाही. माझी आई जाऊन खूप वर्ष झाली होती. मला खात्री होती की माझे दु:ख वडिलांना किंवा आत्याला कळले नसते. माझ्या या अबोल्यामुळे आमच्यात दुरावा आला. या घटनेनंतर त्यांच्याबद्दल मला वाटणारी जवळीक कायमची संपली. लोयजीकने केलेल्या विश्वासघाताचा माझ्या मनावर भयंकर परिणाम झाला होता. माझ्या आयुष्यातील हा पहिलाच प्रसंग होता जेव्हा कोणीतरी माझा विश्वासघात केला होता. माझ्या मनात आलं - 'लोयजीक नीच आहे आणि त्याच्याबरोबर केलेल्या मैत्रीचंच मला फळ मिळालं.' ह्या अनुभवानंतर मी खूप कठोर हृदयाचा झालो. त्या दिवसानंतर मी माणसां-माणसात भेदभाव करू लागलो, सगळ्यांविषयी संशयी झालो असं मला आत्ता वाटतं.

त्या काळात मला कल्पनापण नव्हती, की त्या घटनेचा माझ्या मनावर इतका खोलवर परिणाम झाला असेल. त्यामुळे माझं आयुष्य कायमचं बदलून गेलं.

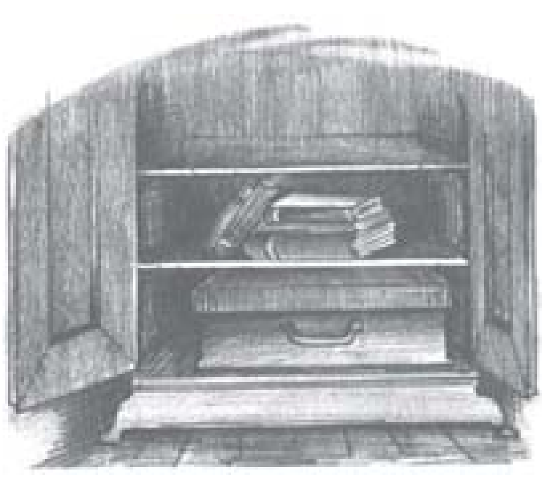
तापातून उठल्यावर तिकिट संग्रह हरवल्याचे दु:ख मनातून गेले, पण जेव्हा लोयजीकला नवीन मित्रांबरोबर गप्पा-टप्पा करताना पहायचो, माझं दु:ख उफाळून यायचं. माझ्या आजारपणानंतर तो मला धावत भेटायला आला होता. त्याच्या चेहऱ्यावर हलकी शरमिंदेपणाची भावना होती तेव्हा मी रुक्ष शब्दात त्याला सुनावले होते - "माझे तुझे संबंध संपले. आपल्या वाटेने चालू लाग." माझे हे बोलणे ऐकून त्याचा चेहेरा गोरामोरा झाला होता. तो अडखळत म्हणाला होता, "बरं, ठीक आहे." त्या दिवसापासून त्याने मनापासून माझा तिरस्कार केला होता. असा तिरस्कार फक्त नीच स्वभावाचेच करू शकतात.

त्या घटनेनंतर माझं संपूर्ण आयुष्यच बदललं. माझ्या आसपासचं जग मला घाणेरडं वाटू लागलं. माझा लोकांवरचा विश्वास उडाला. मी प्रत्येक व्यक्तीकडे घृणा व तिरस्कारानेच पाहू लागलो. त्यानंतर मला कोणी जवळचा मित्र भेटलाच नाही. मोठं झाल्यावरसुद्धा मी स्वत:ला एका मर्यादेत ठेवायचो. मला असं वाटायचं की, दुसऱ्या कोणाचीही मला गरज नव्हती - आणि मी कोणाशीही सहानुभूतीने बोलायचो नाही. मग माझ्या असं लक्षात आलं की लोकांनाही मी आवडत नसे. मला जाणवतं की, दुसऱ्यांच्यातील प्रेम आणि भावुकतेकडे मी तिरस्काराच्या दृष्टीने पहायचो. मी एकलकोंडा होऊ लागलो. मला फक्त ध्येय साधणं महत्त्वाचं होतं - मी, माझं काम, माझे निर्णय ! मी नेहमी स्वत: निर्णय घेत असे आणि पूर्णत: सावध असे. माझ्या

हाताखाली काम करणाऱ्यांबरोबर माझं वागणं कठोर व चिडचिडं झालं. जिच्याशी मी लग्न केलं, तिला कधी प्रेम देऊ शकलो नाही. माझ्या मुलांचं पालन-पोषण अशा तऱ्हेनी केलं की त्यांनी कधीही माझ्या विरुद्ध ब्र काढला नाही. सर्वांनाच माझ्या उद्योगी स्वभावाचा व कर्तव्य परायणतेचा दरारा वाटू लागला होता. बस आता माझं हेच आयुष्य होतं - कर्तव्य आणि फक्त कर्तव्यच. मला माहीत होतं की वर्तमानपत्रातून माझ्या महत्त्वपूर्ण कार्यांची, उज्ज्वल चारित्र्याची खूप चर्चा होईल; पण लोकांना कळलंच नाही की यामागे किती एकटेपणा, किती अविश्वास आणि किती इच्छा दाबल्या होत्या.

''तीन वर्षांपूर्वी माझ्या पत्नीचे निधन झाले. त्यादिवशी मला केवढं दु:ख झालं हे मी स्वत:पासून व लोकांपासून आजपर्यंत लपवून ठेवलं आहे. दु:खाने वेडापिसा होऊन मी कुटुंबाच्या जपून ठेवलेल्या वस्तू शोधल्या. परत मागच्या काळात गेलो. फोटो, पत्रं, माझ्या शाळेच्या वह्यासुद्धा सापडल्या. माझे वडील गंभीर प्रकृतीचे होते, परंतु इतक्या प्रेमानी त्यांनी त्या सर्व वस्तू जतन केलेल्या होत्या, हे पाहून मला भरून आलं. त्याक्षणी मला जाणवलं की त्यांचं माझ्यावर खूप प्रेम होतं. या विविध वस्तूंनी कोठीच्या खोलीतील कपाट भरगच्च भरलेलं होतं. वडिलांची पेटी मोहोरबंद केलेली होती. मी ती उघडली तर... तोच तिकिटांचा संग्रह... जो मी पन्नास वर्षांपूर्वी साठवला होता...

''फादर, मी तुमच्यापासून काहीही लपवणार नाही. माझ्या डोळ्यात पाणी आलं आणि ती पेटी मी छातीशी धरून माझ्या खोलीत आलो. जणू मला मोठ्ठं घबाडच सापडलं होतं. वीज चमकल्यासारखे माझ्या डोक्यातील सर्व विचार स्पष्ट झाले.



मी जेव्हा आजारी होतो, वडिलांच्या हाती तिकिट-संग्रह लागला सणार. त्यांनी तो त्यांच्या टीत लपवला असणार. यामुळे मी अभ्यासात एकाग्र ोईन, असं त्यांना वाटलं सणार. त्यांनी असं करायला को होतं; पण माझ्यावरील मापोटी आणि जवळिकीपोटी सेल, मला शिस्त ावण्यासाठी त्यांनी तसं केलं

की काय कुणास ठाऊक असेल ! त्याक्षणी माझ्या डोळ्यात बाबांसाठी व माझ्यासाठी अश्रू आले.

''मग अचानक मला जाणवलं की लोयजीकनं माझी तिकिटं चोरलीच नव्हती! मी त्याच्यावर केवढा अन्याय केला होता. या विचारानेच मी दु:खी झालो. देवीच्या डागांनी भरलेल्या, मळकट चेहेऱ्याचा तो उनाड मुलगा माझ्या नजरेसमोर आला. तो आता कुठे असेल, काय करीत असेल, जिवंत असेल की नसेल? खरंच सांगतो, भूतकाळातील त्या प्रसंगाचा मी जितका विचार करीत गेलो, तितका मी शरमिंदा व खिन्न होत गेलो. एका खोट्या शंकेमुळे मी माझ्या सर्वांत जवळच्या मित्राला गमावून बसलो होतो... माझं संपूर्ण आयुष्यच नष्ट झालं होतं. त्यामुळे मी एकलकोंडा झालो, त्यामुळेच मी इतर लोकांशी माझे संबंध तोडून टाकले होते. फक्त त्यामुळेच तिकिटं पहाताच जळफळाटानं आणि रागानं माझं मन भरून यायचं. त्यामुळेच मी माझ्या पत्नीला विवाहापूर्वी किंवा नंतर - कधीही पत्र लिहिलं नाही. मी या लहान-सहान भावनात्मक गोष्टी आयुष्यातून काढूनच टाकल्या होत्या... मात्र माझ्या पत्नीला माझी ही वागणूक खटकायची.

त्यामुळेच मी इतका कठोर झालो होतो आणि सगळ्यांशी नातं तोडून एकलकोंड्या स्वभावाचा झालो होतो. पण त्यामुळेच माझं आयुष्य कर्तव्यनिष्ठ, आदर्शवत् झालं होतं.

त्यादिवशी माझ्या आयुष्याकडे मी एका नव्या दृष्टिकोनातून पाहिलं आणि मला असं वाटलं की मी माझं स्वत:चं आयुष्य जगलोच नव्हतो. जर ती घटना घडली नसती तर कदाचित् मी वेगळ्या प्रकारचा माणूस झालो असतो - असा माणूस, ज्याच्या हृदयात उत्साह, स्नेह, उत्कटता, हसरेपणा आणि हजरजबाबीपणाचा खळाळता झरा वाहत राहिला असता... मुक्त आणि नाना तऱ्हेच्या इच्छांनी उत्साहित झाला असता. मी कोणीही बनू शकलो असतो - संशोधक,

नट, सैनिक! जरा विचार करा... मी एक असा माणूस झालो असतो ज्याला दुसऱ्यांविषयी सहानुभूती वाटली असती... मी त्यांच्या भावना समजू शकलो असतो. ओह! मी काय-काय करू शकलो असतो ! त्याक्षणी मला असं जाणवू लागलं की कैक वर्ष माझ्या आतील थिजलेला बर्फ हळू-हळू वितळू लागला आहे. आणि मी माझ्या तिकिट-संग्रहातील प्रत्येक तिकिटाचं नव्यानं निरीक्षण करू लागलो. सगळी जुनी तिकिटे तिथे होती... लॉम्बार्डी, क्यूबा स्याम, हॅनोवर, निकारागुआ, फिलिपिन्स - ते सर्व देश - जे बघायची मला इच्छा होती, पण आता जाऊ शकणार नव्हतो. त्या प्रत्येक तिकिटात एक अशी अज्ञात घटना लपलेली होती, जी घडू शकली असती, पण घडली नव्हती. मी रात्रभर ती तिकिटे बघत माझ्या आयुष्याचा विचार करीत बसलो. मला जाणवलं की मी एक कृत्रिम, आणि परकं आयुष्य जगत होतो... जो माझा खरा स्वभाव होता तो मी कधीच जगू शकलो नाही.''

श्री. कारास निराशेनं डोकं हलवत म्हणाले, ''अरेरे मी लोयजीकशी किती वाईट वागलो होतो.''

श्री. कारासनी असे म्हटल्यावर फादर बोन्स उदास व खिन्न झाले. कदाचित त्यांना त्यांच्या आयुष्यातील कोणतीतरी घटना आठवली असावी. ''कारास साहेब'' ते कीव येऊन म्हणाले, ''तुम्ही या विषयावर फार विचार करू नका. आता त्याचा काहीही उपयोग होणार नाही... चांगलं-वाईट जे झालं ते झालं. आयुष्य परत नव्या जोमाने सुरू करता येणार नाही, नाही कां?''

मोठा उसासा टाकून श्री. कारास म्हणाले, ''तुमचं बरोबर आहे,'' त्यांचा चेहरा जरासा खुलला, ''पण मी तुम्हाला हेही सांगतो की मी... मी परत तिकिटं जमवायला सुरुवात केली आहे.''

लेखक : **कारेल चापेक,** (९ जानेवारी १८९० - २५ डिसेंबर १९३८) - २०व्या शतकातील प्रभावी चेक लेखक. त्यांच्या लेखनात सत्य परिस्थितीची विभिन्न विषयांवरील चर्चात्मक वर्णनं दिसून येत.

हिंदी अनुवाद : **निर्मल वर्मा,** (३ एप्रिल १९२९ - २५ ऑक्टोबर २००५) प्रख्यात कथाकार, कादंबरीकार व निबंधकार. आपल्या सजीव यात्रा वृत्तांतामुळे आठवणीत आहेत. भारतीय व पाश्चात्त्य संस्कृतीचे अभ्यासक होते.

सर्व चित्रे : **श्वेता रैना,** शांतीनिकेतन येथून ग्राफिक्समध्ये पदव्युत्तर शिक्षण, राष्ट्रीय सन्मान पुरस्कृत कला शिक्षक.

मराठी अनुवाद : **मीना आगटे,** माध्यमिक शिक्षक. भाषा विषयात रस.

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१२ : प्रश्नावली

या प्रश्नावलीतले काही प्रश्न खाली देत आहोत. स्पर्धेचे नियम आणि संपूर्ण प्रश्नावलीसाठी संपर्क करा : mavipa.pune@gmail.com

प्र. १ निरीक्षण करून उत्तरे लिहा. (गुण १०) (एकूण १० प्रश्न)

१. खेळातले कोणकोणते पत्ते उलट-सुलट वेगवेगळे दिसतात?

२. दहापेक्षा अधिक पाकळ्या असणारी फुले कोणती?

३. डावा दंड डाव्या कानावर ठेवून डाव्या पंजाने स्वत:चा उजवा कान पकडता येणे कोणत्या वयानंतर जमते?

४. पतंगाची उंची कन्नीच्या लांबीच्या किती पट असावी लागते?

५. तुमच्या घरातील गॅस सिलेंडरच्या उत्पादनाची तारीख कोणती ? (ती कशी शोधली?)

प्र. २. थोडक्यात उत्तरे लिहा. (गुण १०) (एकूण १० प्रश्न)

१. नैऋत्य मोसमी पावसापेक्षा ईशान्य मोसमी पाऊस जास्त पडणारे राज्य कोणते?

२. अग्निशमनासाठी वापरले जाणारे गुंडाळ-नळ कशापासून बनविलेले असतात.

३. पिठाच्या गिरणीसाठी किती दाबाची वीज लागते?

४. तळहाताला फुटणाऱ्या घामात कोणते जंतुनाशक असते?

५. कृत्रिम उपग्रह पृथ्वीपासून किमान किती अंतरावर असावा लागतो?

प्र.३ चूक की बरोबर ते लिहा. (चुकीचे असेल तर दुरुस्त करून लिहा.) **(गुण १०)**

१. बांबूला त्याच्या आयुष्यात एकदाच फुले येतात.

२. कावळ्याला एकच डोळा असतो.

३. पृथ्वीवर इतर सर्व ग्रहांवरून येऊन उल्का पडतात.

४. एखाद्या दाट वस्तीत जितकी अधिक वातानुकूलन यंत्रे असतील तितकी तेथील हवा गरम होत जाते.

५. हवा बाहेर फेकणाऱ्या पंख्याची पाती लांब असतात.

प्र. ४ शास्त्रीय कारणे द्या. (गुण २०) (एकूण १० प्रश्न)

१. फरसबंद खोलीसाठी फुलझाडू, सारवलेल्या अंगणासाठी केरसुणी तर रस्ता झाडण्यासाठी खराटा वापरतात.

२. हेडफोन कानाला लावून गाणी ऐकणाऱ्यांना बहिरेपण लवकर येते.

३. एकाच जागी बराच वेळ उभे राहणाऱ्या व्यक्तींनी बुटात बोटाच्या हालचाली केल्या पाहिजेत.

४. उन्हाळ्यापेक्षा हिवाळ्यात लोक रंगीत कपडे वापरणे पसंत करतात.

५. हमरस्त्याच्या कडेला पिवळे-काळे पट्टे रंगविलेले असतात.

प्र. ५ सविस्तर उत्तरे लिहा. (गुण ३०)

१. टोक, शेंडा, शिखर, कड, बाजू धार या शब्दांचे नेमके अर्थ काय?

२. आपल्या पिण्याच्या पाण्यात क्षार आहेत का हे कसे तपासता येईल?

३. आगगाडीचा वेग आणि समुद्रातील जहाजाचा वेग मोजणे यात फरक काय?

४. माणूस वगळता प्राण्यांना गरजेच्या न वाटणाऱ्या पाच महत्त्वाच्या गोष्टी कोणत्या?

५. गाईगुरांना चारावयास नेणे किंवा जागेवरच चारा देणे यातील फायदे तोटे यांची तुलना करा.

प्र. ६ करून पहा, निरीक्षणे नोंदवा व निष्कर्ष लिहा. (गुण १५)

१. प्लास्टिकच्या पिशवीची जाडी कशी मोजतात? पिशवीची जाडी आणि पिशवीचा वापर यात काही संबंध आहे का? उदा. दुधाची पिशवी, ओल्या कचऱ्याची पिशवी.

२. २०१२ साली संकष्टी चतुर्थीचे चंद्रोदय आणि सूर्यास्त यांच्या वेळचे आलेख काढा. त्यावरून ऋतुमानानुसार किंवा सूर्य-पृथ्वीमधील अंतर यानुसार पडणारा फरक कोणता?

३. दोन लिटर क्षमतेचे एक पातेले घ्या त्यात १ लीटर पाणी घाला. एक लाकडी पेन्सील घेऊन पातेल्याच्या काठावर दर ५ सेकंदाला एक असे टोले द्या. त्यामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावर कशा प्रकारचे तरंग उठतात? दर चार/ तीन/दोन/एक सेकंदाला टोले दिल्यावर पृष्ठभागावरचे तरंग कशा प्रकारे बदलतात?

प्र. ७ वैज्ञानिक वार्तापत्र लिहा. (गुण २०)

पाच मित्रांची पुनर्भेट - रान्चो, पिया, राजू, फरहान आणि चतुर हे पाच मित्र १ जानेवारी २००७ ला पृथ्वीवरून एकाच यानातून पृथ्वीच्या बाहेर निघाले. ते अनुक्रमे बुध, शुक्र, मंगळ, गुरू आणि शनि येथे पोचले आणि वस्ती करून राहिले. जानेवारी २०१२ ला ते पुन्हा पृथ्वीवर एकाच ठिकाणी परतले असे कल्पून त्यांची काल्पनिक मुलाखत घेऊन वैज्ञानिक वार्तापत्र तयार करा. ते तेथे पोचले कधी? तेथील किती दिवस, किती वर्षे ते तेथे राहिले? त्यांच्यावर तेथील गुरुत्वाकर्षण, प्रकाशमान, हवामान यांचा कोणता परिणाम झाला? इ. प्रश्नांची उत्तरे मिळवा.

अधिक माहितीसाठी संपर्क :
संजय भामरे, मो. ९९२२५५२०४६,
विनय र.र. मो. : ९४२२०४८९६७

उत्तरे पाठविण्याची अंतिम तारीख
२० फेब्रुवारी २०१२
पत्ता : मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग,
टिळक स्मारक मंदिर, पुणे-३०

चित्रकार : अवनींद्रनाथ टागोर

शैक्षणिक संदर्भ : फेब्रुवारी-मार्च २०१२ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.