



शैक्षणिक ग्रंथ

अंक - १५

फेब्रुवारी - मार्च २००२

शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

विश्वस्त :

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

सहाय्य :

र.कृ. आंबेगांवकर,
ज्योती देशपांडे
यशश्री पुणेकर

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक १५

फेब्रुवारी - मार्च २००२

पालकनीती परिवारासाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

पत्ता : संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

ई-मेल: Karve@wmi.co.in

दूरध्वनी ५४४१२३०

किंमत : रुपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रुपये १००/-

सर रतन टाटा ट्रस्ट, मुंबई यांच्या आर्थिक मदतीने व

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

फुलफुलावर फिरून मधमाशा मध गोळा करतात. मेणाची पोळी बांधून त्यात तो साठवतात. वेगवेगळ्या प्रकारच्या लहान-मोठ्या आकाराच्या या माशा मध कुठून आणायचा ते लक्षात कसं ठेवतात आणि एकमेकींना कसं सांगतात याबद्दल लेख पान १७ वर पहा.

आपण माणसं अशा मधमाशांची पोळी शोधून मधाची लूट करतो. दऱ्या डोंगरात फिरून, जीव धोक्यात घालून, दोराच्या शिडीवर लटकून मधाची शिकारच जणू चालली आहे. नेपाळमधल्या अशा एका शिकारीचा फोटो अंकाच्या मुखपृष्ठावर दिसतो आहे. इतके जोखमीचे आणि धाडसाचे काम करून अनेक किलो मध आणि मेण मिळाल्यावर समाधानाने पोळे डोक्यावर घेऊन जाणारा एक शिकारी मागील बाजूला.

फोटो : 'नॅशनल जिओग्राफिक' मधून साभार.

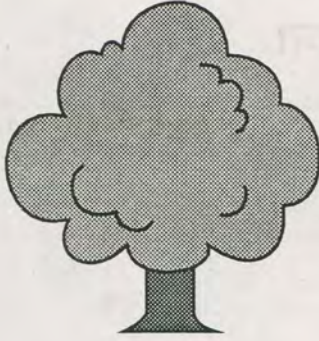
अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - १५

फेब्रुवारी-मार्च २००२

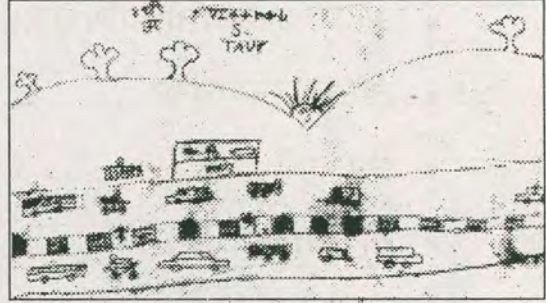
- झाडाची पाने बोलकी किती४
- आकाशातील सापेक्षता ११
- मधमाशीचं दिशाज्ञान १७
- भाषा नकाशाची २१
- अंडी...उकडलेली आणि चंद्र २९
- लाल डोंगळ्यांचं घर ३३
- ईरेन क्युरी ३६
- सौर विद्युत ४४
- चंद्रकला दर्शन ५२
- छाप की काटा ? ५७
- विज्ञान शिक्षण आणि शाश्वत विकास ६१
- कोंबडीची पिळे ६९

ऑगस्ट २००२ पासून शैक्षणिक संदर्भचे चवथे वर्ष चालू होत आहे.
चवथ्या वर्षी वर्गणी रु. १२५/- होत आहे. पुढील वर्षाची वर्गणी लवकर भरा.
मे महिन्याच्या आत वर्गणी भरल्यास सवलतीचा दर रु. १००/-

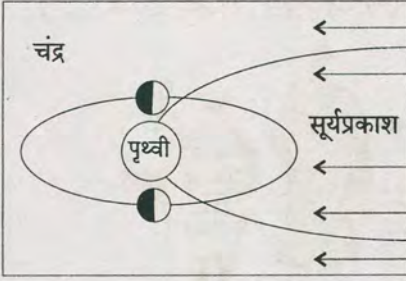


झाडाची पाने बोलकी किती ४
 एखाद्या झाडाला पाने किती ? असं विचारलं तर
 अचूक सांगता यायचं नाही. तरी प्रत्येक जण
 त्याचा त्याचा अंदाज करेलच. झाडाची पाने प्रत्यक्ष
 मोजण्याचा उद्योग सहज गप्पा मारता मारता पूर्णही
 झाला. कसा, कुठे... वाचा या लेखात

भाषा नकाशाची..... २१
 नकाशा ही काही पाठ करण्याची
 गोष्ट नाही. समजण्यासाठी
 तो वाचता आला पाहिजे.
 नकाशाची भाषा ही इतर अनेक
 क्षमतांशी जोडलेली असते. त्या
 वाढवण्यासाठी खास प्रयत्नही
 करता येतात - त्याबद्दल.



इरेन क्युरी..... ३६
 १९३५ साली किरणोत्सर्गी मूल्यद्रव्यांपासून
 त्यांची समस्थानिके निर्माण करण्याच्या
 संशोधनासाठी इरेन क्युरी यांना नोबेल
 पारितोषिक मिळाले. नोबेल पारितोषिक विजेत्या
 मातापित्यांच्या पोटी जन्म घेऊन स्वतःही तेवढेच
 कर्तृत्व गाजवणाऱ्या इरेन क्युरी यांच्याबद्दल जरा
 जाणून घेऊ.



चंद्रकला दर्शन ५२
 रोज कलेकलेने वाढणारा किंवा कमी कमी होत जाणारा चंद्र आपण सगळेच पाहतो. ह्या चंद्रकला का व कशा होतात हे समजावून सांगणं मात्र अवघड जातं. यासाठी घरी किंवा शाळेत बनवता येईल असं एक चंद्रकलादर्शक उपकरण तयार करायला काळे गुरुजी सांगत आहेत.

छाप की काटा ?..... ५७
 नेपोलियनच्या शब्दकोशात 'अशक्य' हा शब्दच नव्हता म्हणे. त्याच्या दृष्टीने त्याला हव्या त्या सर्व गोष्टी पूर्णपणे 'शक्य' होत्या. पण आपल्यासाठी ? काही गोष्टी घडतील तर काही नाही ! आता एखादी गोष्ट घडेल ह्याची शक्यता किती असेल हे समजावून घ्यायला एखादी Matter of Chance हे पुस्तक वाचायला हवे.



कोंबडीची पिन्ने..... ६९
 दोन मुलं होती. खूपच धडपडी, जे वाचतील, ऐकतील ते करून बघण्याचा खटाटोप करणारी. एकदा कुक्कुटपालनाचं पुस्तक त्यांच्या हाती लागलं. मग काय ? त्यांनी कोंबडीऐवजी अंडी स्वतः व अंडी उबवायचं ठरवलं... पुढे ?

शाळाची पाळे बोलकी किती !



लेखक : प्रकाश बुरटे

कोकणाविषयी मला जिज्ञासा आणि आपुलकी असल्याने विज्ञान वाहिनी या संस्थेने देऊ केलेली संधी सोडली नाही. डिसेंबरच्या महिन्यात आम्ही कोळोशीच्या आसपासच्या भागातील शाळांतून फिरत होतो. छान थंडी होती. अजून हिरवाई करपली नव्हती. परीक्षा तोंडावर नसल्याने शाळांतील वातावरणात ताण नव्हता, नुसता उत्साह ओसंडत होता.

भल्या सकाळी कोळोशीच्या जवळील हाडपीडच्या शाळेत आठवी ते दहावीच्या विद्यार्थ्यांना प्रयोग दाखविणे, त्यांच्याकडून ते करवून घेणे चालू होते. बरेच शिक्षक देखील त्यात मनाने गुंतले होते. पाचवी ते सातवीची मुलं-मुली मात्र मोकळी होती. सहाजिकच दंगा करत होती. वेगळाल्या रंगाच्या आणि आकाराच्या स्वेटर आणि स्कार्फमुळे काही अंशी गणवेश झाकले गेले होते. प्रत्येक मुलाचे वेगळेपण नजरेत भरत होते. त्यांच्याशी गप्पा गोष्टी करण्याचा मी

प्रस्ताव टाकला. शिक्षकांसह सारे खूप झाले. वर्गात बसायचा शिक्षकांचा आग्रह मोठ्या मुष्किलीने दूर ठेवून शाळेच्या मोठ्या मोकळ्या मैदानात फतकल मारून गोल करून बसायचा प्रस्ताव पोराना आवडला. कुठं बसायचं, या प्रश्नावर एकमुखी उत्तर होतं 'उन्हात'. दंगा का करताय असं आता त्यांच्यावर कोणी खेकसणार नव्हतं.

आम्ही मोठ्या मैदानात शाळेच्या इमारतीजवळच बसकण मारली. गप्पांसाठी किती तरी गोष्टी पुढ्यातच होत्या.

'उन्हात बसायचे ? सावलीत का नको बसायला?'

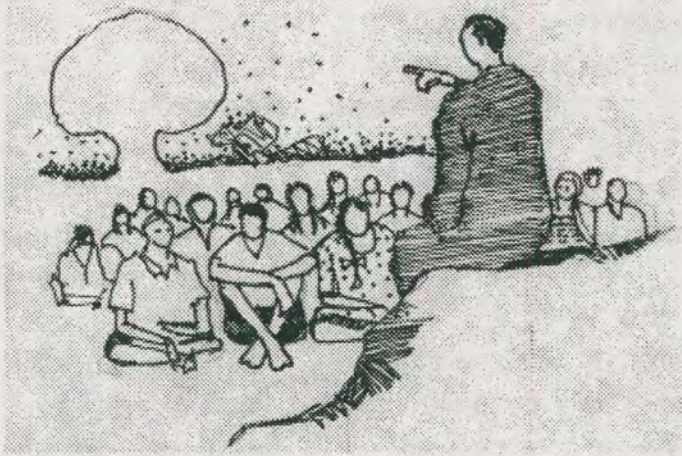
'थंडी हाय.'

'उन्हातच बरं वाटतंय.'

'हां. सूर्याची उन्हं येत्यात. थंडीचं इथंच चांगलंय'.

'मे महिन्याच्या सुटीत असं सकाळी आठ वाजता उन्हात बसायला कसं वाटेल?'

'न्हाई. लई गरम व्हईल.'



‘नञ्जी? आठवून बघा बरं ! मे महिन्यात गरम, आन् डिसेंबरात थंड असं का होत असेल?’ सगळी मुलं थोडा वेळ गप्प झाली.

‘मे महिन्यात उन्हाळा असतो आणि डिसेंबरात हिवाळा असतो म्हणून’, एक उत्तर आले.

‘बरोबरय. वेगळाल्या महिन्यात वेगळाले ऋतू येतात. कधी झाडांना पालवी फुटते, तर कधी फळं धरतात. कधी धूळ उडत राहाते, तर कधी रीपरीप पाऊस चालू राहातो. वातावरणातले हे बदल एका नंतर एक क्रमाने होतात. मजेची गोष्ट म्हणजे नेहमीच मे महिन्यात उन्हाळा असतो. तो का, हे कळालं तर जास्त मजा येईल का नाही? कुणाला उत्तर आहे का माहीत?’

पृथ्वीचा तिरपा आंस

काही जण शेजारच्याला ढोसत होती. शेवटी एकानं पुस्तकातलं उत्तर सांगितलं. पृथ्वीचा आंस तिरपा असल्याचं उत्तर होतं.

‘भोवऱ्याची आरी तुमच्यापैकी सगळ्यांनी पाहिली आहे? आरी भोवती फिरणारा भोवराही तुम्ही बघितलाय, परंतु, पृथ्वीचा आंस, तोही कललेला तुमच्यापैकी कोणी पाहिलाय? मी तरी नाही पाहिला. खरं सांगायचं तर पुस्तकातली चेंडूसारखी गोल पृथ्वीपण मी पाहिलेली नाही कुठं.’

काही मुलं हसायला लागली, काही एकमेकाकडे टकामका पाहायला लागली.

‘पुस्तकातलं उत्तर परीक्षेसाठी मार्क मिळवायला ठीकय. फार तर आंस किती कोनात कललेला आहे हे परीक्षेत लिहावं लागेल. ते पुस्तक वाचून लक्षात राहिलं तर आपण लिहू देखील. पण न दिसणाऱ्या कललेल्या आंसाची भानगड आपल्याला कळायला तर पाहिजेच पाहिजे. काय, उत्तर शोधणार का? अवघड वाटतंय? मग विचारा कोणा कोणाला. उत्तर अपुरं वाटलं किंवा पटलं नाही तर आणखी कोणाला तरी विचारा. प्रश्नाला सोडायचं नाही.’

बघता बघता अर्धा तास उलटला होता. थंडी थोडी कमी होऊन गरम व्हायला लागलं होतं. मुलांची परवानगी घेऊन मी स्वेटरचे खोगीर उतरवले.

‘हिवाळा असून बोलता बोलता थंडी कमी झाली. कमाल आहे ना?’

डेरेंदार झाड

मुलं छापील उत्तरं आठवायचा प्रयत्न करत होती. म्हणजे अजून मोकळी झाली नव्हती.

‘समोरचं ते झाड आंब्याचंच आहे ना?’

‘हा, त्यो काय मोहोर पन दिसतोय.’

‘झाडाचा आकार कसा मस्त आहे ना. लांबून एखाद्या खांबावर गोल डेरेंदार छत्री उभी ठेवल्यासारखं झाड दिसतेय नाही?’

‘झाडाला आंबेपण खूप येतात सर. हापूस आंब्याचं झाड आहे ते.’

‘मग काय पुढच्या महिन्यात कैऱ्या खायला मिळणार तर? कैरीचं नाव ऐकून कुणाकुणाच्या तोंडाला पाणी सुटलं? न लाजता जरा हात वर करा.’ मुलं हसायला लागली. पण दोनचार हात वर झाले.

‘ते झाड किती लांब असेल? आपण बसलोय तिथून किती अंतरावर असेल ते झाड? सांगता येईल कुणाला? बघा, अंदाज करा.’

शांतता पाहून मीच पुन्हा विचारलं, ‘किती पाऊलांवर असेल? शंभर, हजार, दहा हजार किती पाऊलांवर असेल ते झाड? वाटल्यास दहा पाऊलं चालून बघा. त्यातलं अंतर मोजा. मग अंदाज सांगा.’ पोरं खूप झाली. एका

पायाच्या बोटांशी दुसऱ्या पायाचा तळवा चिकटवून सर्कस करायची, का नेहमी चालताना पाऊलं टाकतो तशी टाकायची, यावर चर्चा झाली. दहा पाऊलांतली अंतरं पट्टीने सेंटिमीटरमध्ये मोजली. झालेल्या चुका सुधारून घेताना नव्याने सर्वमान्य पद्धतीने मोजणी केली. दहा पाऊलांतलं अंतर निघालं ४५५ सेंटिमीटर.

नंतर मुलांनी अंतराचे अंदाज पाऊलात सांगितले : सर, दहा हजार! पंधरा हजार! वीस हजार! सर आठरा हजार! नाही सर, फार तर पाच हजार! ... पण कुणीही एक हजारापेक्षा कमी आणि पन्नास हजारापेक्षा जास्त सांगत नव्हते.

मलाही जास्त नेमका अंदाज करता येत नव्हता. शेवटी प्रत्यक्ष चालून पहायचं ठरविले. एक मुलगा नेहमीप्रमाणे चालायला आणि दोन मुलं त्याच्या बाजूने पाऊलं मोजायला मुक्रर केली. दर शंभर पाऊलांवर एकेका मुलाने खुणेसाठी उभारयचे ठरले. असेच मुलींचेही एक टोळके तयार झाले. त्यांच्या पदयात्रा सुरु झाल्या. मी मात्र घड्याळाकडे पाहात त्याची चाल न्याहाळत बसलो. आपापसात मसलती होऊन पंधरा एक मिनिटात आमच्या होतकरू सर्वेयरचे निकाल हाती आले. दोन चालणारे आणि चारजण त्यांची पाऊले मोजणारे असल्याने तफावती पडल्याच होत्या. शेवटी एक हजार आठशे आणि वर काही पाऊलं असं लोकशाहीला अनुसरून उत्तर ठरलं.

दहा पाऊलांतलं अंतर होतं ४५५

सेंटीमीटर आणि अंतर जवळ जवळ १८०० पाऊलं. यावरून आपली बसायची जागा आणि झाड यातलं अंतर गणिती सव्यापसव्य करून काढायचे कसे, यावर मतभेद झाले. नंतर ते सुटले आणि उत्तर आले ८०० मीटर किंवा ०.८ किमी आले. थांबत थांबत हे अंतर चालायला मुलांना दहाएक मिनिटं लागली होती. चालायचा वेग ताशी तीन-चार किलोमीटर धरला तर अंतर अर्धा किलोमीटरच्या आसपास असणार, हा आपला माझा अंदाज होता.

झाडाला पानं किती?

आता तापत होतं. नुसतं स्वेटर उतरवून भागत नव्हतं. काही मुलांच्या डोळ्यांवर उन्हाची कडक तिरिप येत होती. डोळे किलकिले करून ती लक्ष देत होती.

‘तिकडे सावलीत बसायचं का?’ या प्रस्तावावर सगळ्यांचे होकार आले. आमचं टोळकं शाळेच्या सावलीकडे सरकलं.

तिथूनही ते आंब्याचं झाड दिसत होतं. ‘त्या झाडाला पानं किती असतील?’ मी.

‘काय की ! एक उत्तर.

‘मला तरी कुठं माहीत आहे. मघाशी केला होता, तसा अंदाज आपण सगळे मिळून करूया का? चालेल?’

मुलांचा होकार पाहून पानांच्या संख्येची भाकितं करायला सांगितली.

‘पन्नासच्या वर, पाचशेपेक्षा जास्त, ५ हजारावर, पाच लाखापेक्षा कमी, पन्नास लाखांपेक्षा कमी, पाच कोटीपेक्षा जास्त,

किती असतील पानं?’

‘बोला वो तुमी बोला’ चा धोशा लावत लिलावात करतात तशा बोली लावत होतो.

पाच लाख ते पाच कोटी या दरम्यान झाडाला पानं असावीत असं सर्वसामान्य मत होतं. माझाही दहा लाखांचा अंदाज मी सांगून टाकला. असे अंदाज माणसे कशाच्या आधारावर करत असतील असा माझ्या मनात विचार चालू झाला. मी कशाच्या आधारावर बांधला माझा अंदाज?

अर्धा ते एक किलोमीटर अंतरावरचं ते डेरेदार आंब्याचे झाड आणि त्याची लांबून हिरवी-काळी दिसणारी पाने आम्हाला झुलवत ठेवत होती. मोहोराचा गंध मधूनच झुळकीवर स्वार होऊन कधी नाकात शिरत होता. पाच लाख ते पाच कोटी या गणिती अंकांचा आधार, झाडाचा डेरेदार आकार, पानांची दाटी, काळा हिरवा रंग का मोहोराचा वास यापैकी काय असेल? मला माझाच पत्ता लागत नव्हता. माणसाच्या या क्षमतेचे मनात कौतुक वाटत होते. पण हे भरकटणे काबूत ठेवणे भाग होते.

‘मित्रांनो, आपला अंदाज तपासायचा कसा? झाडावर चढून सगळी पानं मोजायची? सगळी पानं तोडून आणायची आणि त्यांचा ढीग सावलीत मोजायचा?’

शांततेचा भंग करत एक आवाज आला, ‘आसं कसं? लई वेळ लागल !’

‘बरोबर आहे. लागेलच खूप वेळ. मग काय करायचं? मला एक आयडिया सुचते. बघा, पटते का ते? समजा, आपण झाडाचं

चित्र काढलं आणि चित्राच्या एका भागातली पानं मोजली तर जमेल का?’

‘मंजे मगासारखंच की’ एक आवाज आला आणि माझा हरूप वाढला.

‘चित्र कसं काढायचं? चित्रात सगळी पानं काढायची, सर?’ आणखी एका मुलीचा आवाज आला.

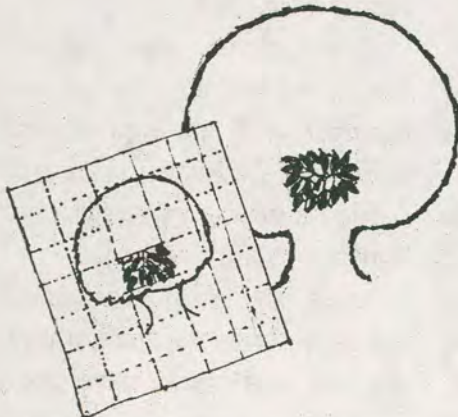
झाडाचे चित्र काढूया

‘एक पद्धत सांगतो. ती बरोबर का चूक ते नंतर ठरवूया. चालेल?’ पाहुण्यांपुढं मुलं आदबीनं वागत असावीत. कुणी नकार घंटा वाजवली नाही.

‘दसरातून फूटपट्टी बाहेर काढा.’ लगेच अनेक पट्ट्या बाहेर पडल्या.

मी माझ्या दसरातून एक कोरा कागद काढला आणि पेन सरसावले. माझी पण परीक्षाच होती. धीर एकवटला.

‘आता पाहा हं, मी एक डोळा मिटून येथून झाडाचा घेर किती सेंटिमीटर लांबीचा दिसतोय ते पट्टीवर पाहाणार आहे.’ असे



सांगून ताणलेल्या हातात पट्टी आडवी धरली. एक टोक झाडाच्या घेराच्या एका टोकापाशी आणले. दुसऱ्या टोकाशी दिसणाऱ्या पट्टीवरील खुणेशी बोट धरले. एक हात लांबीवर धरलेल्या पट्टीवर झाडाचा घेर १२ सेंटिमीटर दिसत होता.’

कागदावर १२ सेंटिमीटर लांबीची आडवी रेषा काढली. अशाच पद्धतीने झाडाच्या घेराची उंची मोजली. ती भरली ८ सेंटिमीटर. नंतर झाडाच्या खोडाची जमिनीपासून घेरापर्यंतची उंची भरली पाच ते सहा सेंटिमीटर. जाडी फारच कमी होती, ती काही मोजली नाही.

कागदावरील १२ सेंटिमीटरच्या रेषेवर मधोमध एक उभी रेषा काढली. तीवर आडव्या रेषेच्या वरील भागात ८ सेंटिमीटर मोजून एक खूण केली. तशीच खालच्या भागात पाच सेंटिमीटर मोजून आणखी एक खूण केली. उभ्या रेषेच्या वरच्या भागात एक डेरेदार अर्धवर्तुळ पूर्ण केले. फळ्यावर लिहायच्या निळ्या खड्डे हे अर्धवर्तुळ निळे करून टाकले. झाडाचे चित्र असे पूर्ण केले. सर्वांना चित्र दाखवून विचारले.

‘इथून झाड असेच दिसतेय का?’

दोनचार जणांनी कोरसमधे होकार भरला. ज्याला आपण ‘सर’ म्हणतोय तो बाहेरचा पाहुणा कसा चुकेल, ही भावना ‘होकारा’मागे असू शकेल.

‘आता मी काय सांगतोय तिकडे नीट लक्ष द्या हं’. असे म्हणल्यावर काही कान टवकारले, गडबड कमी झाली.

‘कागदावरच्या चित्रासारखंच इथून आपल्याला ते झाड दिसतंय. आता मी चित्रातल्या फक्त एक सेंटिमिटर भागाकडे पाहाणार आहे. तुमच्यापैकी काही जणांनी आपापल्या पट्ट्यांवरील फक्त एक सेंटिमिटर भागातून झाडाकडे पाहायचे आहे’.

चार पाच जणांनी पट्ट्या हातात धरून एकेक डोळा मिटून झाडाकडे पहायला सुरवात केली.

‘झाडाच्या घेराचा अगदी मधला आणि खालच्या टोकाचा भाग पहायचा आहे. दिसला? आता झाडाच्या सरळ जवळ जाऊन फक्त तेवढ्या भागातली पानं तोडून आणायची. जेवढी आडवी लांबी घेतली तेवढीच उभी उंची घ्यायची. पानं तोडणाऱ्याला तो ठरविलेल्या भागातीलच पाने तोडतो आहे हे कळणार नाही. येथून मी सांगीनं कुठली तोडायची ते आणि कुठे थांबायचे ते. अजून उजवीकडे, वर, खाली, डावीकडे, बास अशा सूचना असतील. तिकडे लक्ष द्यायचे. आवाज पोहोचत नसेल तर हाताने खुणा करेन. का, निरोप पोहोचवायसाठी मध्ये मध्ये मुलं उभी करायची? दोघांनी झाडाकडे जायचंय. तेथे भांडायचं नाही. पानं तोडून तडक माधारी यायचे. जमेल का? समजले का?’

आम्ही आणि झाड यामध्ये जवळपास समान अंतरावर तीनचार मुले उभी राहतील असे ठरले. झाडापाशी गेल्यावर उंची पुरत नाही, जरी झाडावर चढता येत असले तरी दिसणाऱ्या बाहेरच्या कडेपर्यंत जाता येणार

नाही या अडचणी लक्षात आल्या. दोन टेबले एकावर एक ठेवून हात पोहचेल असे वाटले. मग वानरसेनेने मोकळ्या वर्गातील दोन टेबले आणली. ती रचली. त्यावर दोन मुले चढली. तसा खाणाखुणा, आरडाओरडा, निरोपानिरोपी यांना ऊत आला. एवढे करून वीस पंचवीस मध्यम आकाराच्या फांद्या आणल्या. त्या चार गटात विभागल्या. मी पण एका गटात बसून पाने मोजत होतो. पानांवर लालसर करड्या रंगाची काळपट धूळ जमली होती. चारी गटांनी मोजलेल्या पानांची बेरीज केली. वेरजेतल्या चुका दुरुस्त केल्यावर एकूण पानं भरली चारशे तेवीस.

आता अंदाज ठरविण्याची पुढची पायरी. झाडाच्या चित्रावर एकेक सेंटिमिटर अंतरावर उभ्या आणि आडव्या रेषा ओढल्या. आलेखासारखे झाडाचे चित्र दिसत होते. निळ्या रंगातले झाडाचे चौकोन मोजले. कडेचे बरेचसे चौकोन अर्धवट झाडात होते आणि अर्धवट झाडाबाहेर होते. दोन अर्धवट चौकोनांसाठी एक चौकोन मोजला. एकूण ६५ चौकोन झाले. एका चौकोनात चारशे तेवीस पाने तर ६५ चौकोनात किती? उत्तर आले २९ हजार चारशे ४५. जवळ जवळ तीस हजार पाने असे धरायला मुलांनी फारशी हरकत घेतली नाही.

‘मग झाडाला पाने किती? तीस हजार?’ ‘हो सर!’ ‘पण आपण तर एकाच बाजूने झाड पाहिले. उजव्या, डाव्या, मागच्या बाजूने दिसणाऱ्या पानांचा हिशोब कोणी लावायचा?’

प्रत्येक बाजूला देखील तीस तीस हजार पाने असतील आणि किती पाने समोरून आणि इतरही बाजूने दिसल्याने दोनदा हिशेबात धरली जातील, हे सरांना तरी कुठे माहीत होते. ही गुंतागुंत बाजूस सारली तर झाडाची पाने एक लाखाच्या वर भरतील असा अंदाज आम्ही बांधला.

तेवढ्यात एका चिमुरडीनं विचारलं, 'सर वरून नको का बघायला ? आनू झाडाच्या आत असतील की आणखी काही पाने?'

'अगदी बरोबरय तुझं म्हणणं! वरून पाहिले तर झाड कसे दिसेल सांगणार का?' मुले विचारात पडली. त्यावर उपाय म्हणून वरून पाहिल्यावर दिसणाऱ्या झाडाचे चित्र काढायला सांगितले, ते मोजमापाप्रमाणे नको. फक्त आकार तेवढा काढायचा.

काही वऱ्यात समोरून आणि वरून पाहिलेला झाडाचा आकार सारखाच होता. काही मुलांनी चक्र पालथ्या पाटीसारखा त्रिमिती आकार काढला होता. झाड जर वरून म्हणजे हेलिकॉप्टरमधून पाहिले तर ते वर्तुळासारखे दिसेल, हे सांगावे लागले. ते काहीना पटले असावे असा अंदाज आहे.

झाडाच्या डेरेंदार आकाराच्या आत पाने किती दाट आहेत हे नीट पाहून यायला सांगितले. पोरं पळत गेली. झाडाखाली थोडा वेळ उभं राहून पळत माघारी आली.

काय पाहिले ते सांगायची सगळ्यांना घाई होती. शिस्त लावावी लागली. एकेकाने सांगितले, खालून वर पाहिले तर बाहेरून न दिसणाऱ्या जाडजाड फांद्या दिसत होत्या.

त्यांना पाने नव्हती. फांद्यांना आणखी फांद्या होत्या. झाडाच्या आतल्या भागात पाने होती, पण कमी. सगळ्या आंब्याच्या झाडांची बरीचशी पाने बाहेर बाहेरूनच असतात का काय, हे नंतर सवडीने पहायला सांगितले.

विज्ञान वाहिनीच्या कार्यकर्त्यांसोबत प्रयोगांसाठी वर्गात असलेली मुले आता बाहेर पडत होती. आमच्या शिळोप्याच्या गप्पांनाही बघता बघता चक्र अडीच तास झाले होते. माझ्या चिटूट्या चपाट्या आवरायला लागलो. मुलांच्या पट्ट्या परत दिल्या. आवरा आवरी मुलांच्या लक्षात आली, तशी एकानं विचारलं, 'सर, मग आंब्याच्या झाडाला पानं किती?'

एवढ्या धडपडीनंतर देखील माझ्या अंदाजाबाबत मला फार खात्री नव्हती. ठोकून दिलेले उत्तर होते, 'असतील, लाख दीड लाख पाने झाडाला.' हा अंदाज भरकटलेला असला, तरी मुलांना कसल्या गप्पात गोडी वाटते याबाबतचा माझा अंदाज जास्त पक्का झाला होता. झाडाची पाने काय आज आहेत, उद्या नाहीत. पानगळ आणि झाडाझडती नंतर वसंतात नव्याने गुलाबी रंगाची कोवळी पालवी फुटणार आहे, नवा मोहोर दरवळणार आहे. तावून सुलाखून निघालेले शिकवण्याचे नवे अंदाज बांधता आले तर कदाचित उद्या रसाळ फळांची अपेक्षा धरता येईल, नाही का? ❖❖

लेखक : प्रकाश बुरटे, भाभा अॅटोमिक रिसर्च सेंटर येथे काम करत असत. सध्या विज्ञान शिक्षणाबाबत संशोधन, विज्ञान लेखन करतात.

आकाशातील सापेक्षता



- लेखक : लॅन्डाऊ, रुमर
- हिन्दी अनुवाद : कंवरसिंह
- मराठी अनुवाद : स्वाती अभ्यंकर



आधुनिक भौतिकशास्त्रात अणू-परमाणू इतकेच महत्व आईनस्टाईनच्या सापेक्षता सिध्दांताला आहे. हा सिध्दांत समजायला अतिशय कठीण आहे. **What is theory of Relativity ?** ह्या पुस्तकात हा सिध्दांत नोबेल पारितोषिक विजेते रशियन शास्त्रज्ञ युरी रुमर आणि लिओ लॅन्डाऊ यांनी समजावून सांगितला आहे. या पुस्तकाचा अनुवाद मागच्या अंकापासून क्रमशः लेखमालेच्या स्वरूपात देत आहोत.

आपण नेहमी म्हणतो - ह्या दोन्ही घटना अमुक एका जागी घडल्या आहेत आणि आपण हे इतके सहज म्हणतो की जणू ते निरपेक्ष विधान आहे. परंतु हे खरे नाही. आपण म्हणतो की आता ५ वाजलेत, पण कुठे मुंबईमध्ये की न्यूयॉर्कमध्ये हे सांगायचे राहून जाते.

आपण एक उदाहरण पाहू या. दिल्ली-कन्याकुमारी प्रवास करणाऱ्या दोन मैत्रिणींनी

ठरवलं की प्रवासात रोज एक पत्र घरी लिहायचं - आता पहा हं! मैत्रिणींनी पत्रे तर गाडीच्या एकाच डब्यात बसून लिहिलेली आहेत पण दिल्लीमध्ये घरच्या लोकांना मात्र ती पत्रे वेगवेगळ्या ठिकाणांहून मिळणार असतात. नागपूर, बंगलोर, जी ठिकाणं एकमेकांपासून शेकडो कि.मी. दूर आहेत. म्हणजे एकच ठिकाण ही गोष्टही सापेक्षच. अवकाशात दोन तारे एकरेषीय आहेत.



तो पूर्वकडे दिसतो आहे.

आकाशातून जाणाऱ्या विमानातून समजा एखादा दगड फेकला. विमानातून पाहिले तर दगड सरळ खाली आला. पण पृथ्वीच्या दृष्टीने तो परवलयी मार्गाने खाली आला. तर मग दगडाचा खाली येण्याचा मार्ग कसा ? चंद्र खरोखर कोणत्या कोनावर असतो ? सूर्यापासून

संपाती आहेत - असे म्हटले तर ते अर्थपूर्ण आहे. कारण त्याचे अवलोकन आपण पृथ्वीवरून केलेले आहे. तसेच अवकाशात दोन घटना एकाच वेळेला घडल्या असेही आपण म्हणू शकतो. कारण आपण तेव्हा हे पृथ्वीवरून केलेले विधान आहे. पृथ्वीच्या दृष्टीतून केलेले विधान आहे. म्हणजेच जिथून पाहिले ते स्थान निश्चित आहे.

म्हणजेच अवकाशातील स्थानही सापेक्षच असते. जेव्हा आपण एखाद्या ग्रहाचे स्थान सांगतो तेव्हा ते इतर ग्रहांच्या सापेक्षच असते म्हणजे बुध सूर्याजवळ आहे. मंगळ सूर्यापासून दूर आहे - हे विधान पृथ्वीच्या सापेक्ष असते.

ग्रहाची गती

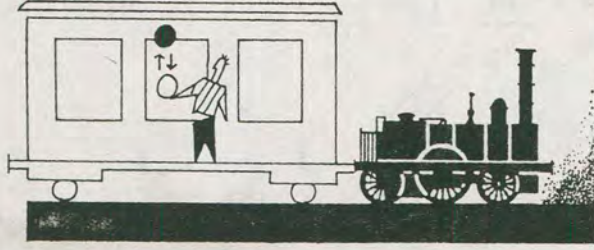
अवकाशातील ग्रहाचे स्थानांतर सुध्दा आधी सांगितल्याप्रमाणे सापेक्ष आहे. मंगळ आता पूर्वेकडे आहे असे म्हटले तर पृथ्वीच्या सापेक्ष

दिसणाऱ्या की पृथ्वीवरून दिसणाऱ्या ? ह्या दोन्ही प्रश्नांना तसा काहीच अर्थ नाही.

ज्या रेषेवरून ग्रहाचे स्थानांतर होत असते ती रेषा सापेक्षच आहे एखाद्या इमारतीच्या फोटोसारखी. एकाच इमारतीचे मागून आणि पुढून फोटो घेतले तर ते वेगळेच असणार. तसेच आकाशातील एखाद्या ग्रहाच्या गतीचा अभ्यास अवकाशातील दोन वेगळ्या ठिकाणांहून केला तर त्या ग्रहाच्या दोन वेगवेगळ्या कक्षा आपल्या मिळतील.

जर आपल्याला फक्त अवकाशातील एखाद्या ग्रहाच्या भ्रमणमार्गाचाच अभ्यास करायचा असेल तर ते एखादा फोटोग्राफर जसा ज्याचा फोटो काढायचा ते नीट पाहून मग आजूबाजूच्या गोष्टी फोटोच्या चौकटीत बसवतो, तसेच सहज वाटेल.

परंतु अवकाशातल्या ग्रहाच्या परिभ्रमणाच्या अभ्यासासाठी हे इतकेच पुरेसे नाही. आपल्याला फक्त त्या ग्रहाच्या



आणि डब्यातल्या वस्तूंच्या गतीचे निरीक्षण केले आणि एका जागी उभ्या असलेल्या गाडीतील वस्तूंच्या गतीचे निरीक्षण केले तर काय आढळून येते ?

आपला नेहमीचा

करून मग गतीविषयी चर्चा करू शकतो. ह्या प्रयोगशाळेला आपण स्थिर प्रयोगशाळा म्हणू शकतो.

जर दुसऱ्या एखाद्या प्रयोगशाळेतून अवलोकन करून मिळालेले गतीचे नियम आपल्याला ह्या (स्थिर) प्रयोगशाळेतल्या नियमांपेक्षा वेगळे आले तर ती दुसरी प्रयोगशाळा गतीमान आहे असे आपण नक्कीच म्हणू शकतो.

गाडी चालली आहे की स्थिर

स्थिर प्रयोगशाळेच्या तुलनेत फिरत्या प्रयोगशाळेत गतीचे नियम अगदी भन्न आढळतात. गतीबद्दल अधिक विचार करताना आपण स्थिर जागी राहून गतीचा अभ्यास केला तर त्या गतीला विशेष म्हणावे लागेल.

पण गतिमान प्रयोगशाळेच्या हलत्या स्थितीमुळे (स्थिर प्रयोगशाळेच्या तुलनेत) गतीचे वेगळे नियम खरंच अनुभवास येतात का ? समजा - आपण सरळपणे एकाच वेगाने जाणाऱ्या गाडीत बसलेलो आहोत -

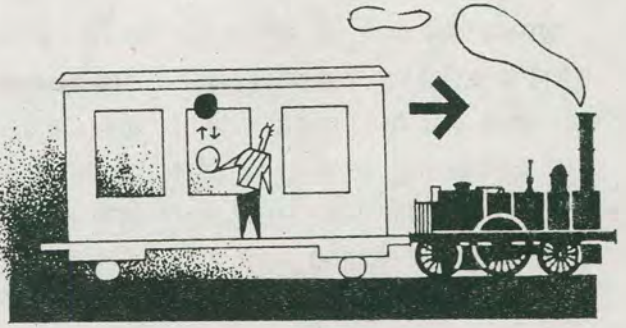
अनुभव असे सांगतो की एकाच वेगाने जाणाऱ्या गाडीतील वस्तूंची गती आणि स्थिर गाडीतील वस्तूंची गती ह्यामध्ये काहीही फरक नसतो. चालत्या गाडीतही वर फेकलेला चेंडू परत आपल्या हातात पडतो.

जर यांत्रिक कारणांमुळे अधूनमधून बसणारे धक्के सोडले तर एकाच वेगाने जाणारी गाडी आणि स्थिर गाडी यात काही फरक नसतो.

परंतु जर गाडीची गती मंद झाली किंवा वाढली तर मात्र वेगळे घडेल. वेग कमी झाला तर आपल्याला पुढच्या बाजूला फेकले जातो आणि वेग वाढला तर पाठीमागे फेकले जातो. आणि मग स्थिर गाडीपेक्षा वेगळ्या स्थितीचा अनुभव येईल.

जर सरळ चालणाऱ्या गाडीची दिशा अचानक बदलली तर आपल्याला काय अनुभव येतो ? गाडी उजवीकडे वळली तर आपण डावीकडे कलंडतो आणि डावीकडे वळली तर आपण उजवीकडे ! जर एखादी प्रयोगशाळा दुसऱ्या प्रयोगशाळेच्या तुलनेत समान वेगाने चालत असेल तर त्या दोन्ही

प्रयोगशाळांतील वस्तूंमध्ये आपल्याला काहीच फरक आढळणार नाही परंतु हलत्या प्रयोगशाळेचा वेग कमी जास्त होऊ लागला किंवा तिच्या गतीची दिशा बदलली



तर मात्र त्यामधील वस्तूवर त्याचा लगेच परिणाम व्हायला लागेल.

सरळ आणि एकाच गतीने जाणाऱ्या प्रयोगशाळेतील वस्तूवर त्या गतीचा परिणाम होत नाही - हा असाधारण गुण आपल्याला स्थिरतेच्या धारणेविषयी पुन्हा विचार करायला लावतो. आपण पाहिले की स्थिर आणि एकाच गतीच्या अवस्थेत तसा काहीच फरक नसतो. म्हणून स्थिर प्रयोगशाळेच्या सापेक्ष सरळ एकाच गतीने जाणाऱ्या प्रयोगशाळेला सुध्दा आपण स्थिर म्हणू शकतो. म्हणजे स्थिर अवस्था ही निरपेक्ष नव्हे, स्थिरपणाचे स्वरूप वेगवेगळे असू शकते. एकमेकींच्या सापेक्ष वेगवेगळ्या समान वेगाने सरळ जाणाऱ्या सगळ्या प्रयोगशाळाही स्थिरच म्हणायला हव्यात. म्हणून कुठल्या एका प्रयोगशाळेच्या सापेक्ष आपण दुसरीच्या गतीविषयी म्हणत आहोत हे आधी निश्चित करायला हवे. म्हणजे गतीची निरपेक्षतासुध्दा आपण निर्विवादपणे सिध्द करू शकत नाही.

अशा रितीने आपल्याला निसर्गाचा एक

महत्त्वाचा नियम मिळाला तो कोणता? 'एकमेकींच्या तुलनेत सरळ आणि एकाच गतीने चालणाऱ्या सर्व प्रयोगशाळांमध्ये आपल्याला ग्रहाच्या गतीचे सारखेच नियम आढळतात' - ह्याला गतीची सापेक्षता म्हणतात.

जडत्वाचे नियम

गतीच्या सापेक्षता सिध्दांतावरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की ज्या ग्रहावर कोणतेही बाहेरील बल कार्य करत नाही तो ग्रह केवळ स्थिर अवस्थेतच असेल असे नव्हे तर सरळ आणि समान गतीने जाणारासुध्दा असू शकेल. ह्या स्थितीला भौतिकशास्त्रात जडत्वाचा नियम म्हणतात.

पण दैनंदिन जीवनात हा अनुभव आपल्याला प्रत्यक्ष येत नाही. खरे म्हणजे जडत्वाच्या नियमानुसार सरळ एकाच गतीने जाणाऱ्या वस्तूवर बाहेरील बल लावले नसेल तर ती वस्तू त्याच गतीने जात राहिली पाहिजे. पण प्रत्यक्षात आपण अशी वस्तू नंतर थांबलेली पाहतो.

ह्याचाच अर्थ असा की सर्व वस्तूंवर कोणते ना कोणते बल कार्य करीत असते. उदा. घर्षण बल. म्हणून जडत्वाचा नियम सिध्द करण्यासाठी आवश्यक अशी बाहेरील बलाच्या अनुपस्थितीची अट इथे पुरी होत नाही. पण प्रयोग करताना अशा अटी सुधारून आणि घर्षण बल कमीत कमी करून दैनंदिन आयुष्यात जडत्वाचा नियम आपण जवळपास पडताळून पाहू शकतो.

गतीच्या सापेक्षता सिध्दान्ताचा शोध हा एक महत्त्वाचा शोध आहे. त्याशिवाय भौतिकविज्ञानाची प्रगती अशक्यच होती. ह्या शोधासाठी आपण गॅलिलिओचे ऋणीच असायला हवे कारण त्याने त्याकाळच्या

धर्ममार्तंडांविरूध्द आणि कॅथॉलिक चर्चविरूध्द बोलायचे धाडस केले. त्यांच्या मतानुसार बल लावले तरच एखादी वस्तू गतिमान होऊ शकते आणि बलाशिवाय तिची गती एकदम थांबायला हवी. परंतु गॅलिलिओच्या प्रयोगांनी हे सिध्द केले. की गती थांबण्याचे कारण घर्षण आहे आणि जर घर्षण नसेल तर एकाच वेगाने जाणारी गतिमान वस्तू त्याच गतीने जात राहील.



लेखक : लॅन्डाऊ, रुमर,
हिन्दी अनुवाद : कंवरसिंह
मराठी अनुवाद : स्वाती अभ्यंकर
डिफेन्स अकाऊंट्समध्ये कार्यरत,
साहित्य आणि संगीतात रस.

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक



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

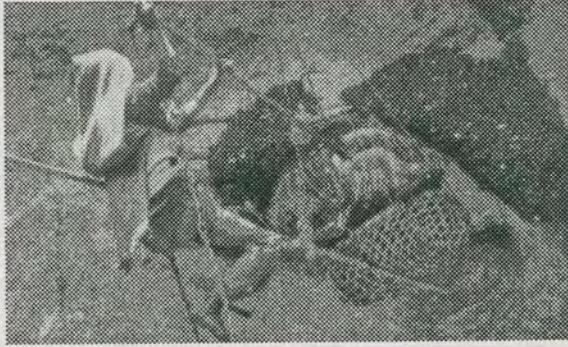
या विचारांसाठी व्यासपीठ - पालकनीती.

हे मासिक जरूर वाचा. वार्षिक वर्गणी रु.१२०/-

संपर्क पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४

मधमाशीचं दिशाज्ञान

● लेखक : मौसमी सेन शर्मा ● अनुवाद : अमिता नायगांवकर



उदुनि सकाळी ती मधमाशी ॥ जाते की मध मिळवायासी ॥

थेंबे थेंबे साठवि त्यासी ॥ उद्योगी मोठी ॥

आपल्याला लहानपणी शिकलेली ही कविता कदाचित आठवत असेल. असे थेंब थेंब साठवायला तिला किती प्रयास पडत असतील. किती वेळा तिला ये-जा करावी लागत असेल. आणि कुठून मध आणायचाय, कुठे साठवायचाय हे ती लक्षात तरी कशी ठेवत असेल ?

विनाकारण भटकत असताना अपरिचित ठिकाणी देखील आपल्याला आपण कुठे आहोत ती दिशा बरोबर लक्षात येते आणि लगेत आपण आपला माहितीचा रस्ता पकडतो. पण हे सगळं करत असताना कोणत्या कारणांमुळे आपण हे करू शकलो. याचं जराही भान नसतं. दाट वस्तीच्या शहरांमध्ये दिशा ओळखणं हे कोणा येरागबाळ्याचं काम नाही बरं. आपल्याला त्यासाठी अंतर आणि दिशांचं ज्ञान असावं लागतं, भूचिन्हांच्या माहितीबरोबरच अन्य कितीतरी संकेतांच्या मदतीने रस्ता

ओळखण्याचं कौशल्य असावं लागतं. प्रत्येक हिंडणाऱ्या-फिरणाऱ्या प्राण्याला आपली वाट शोधावी लागते आणि त्यासाठीच अशाप्रकारच्या कौशल्यांची आवश्यकता असते. (अन्यथा वाट शोधता शोधता वाट लागायची). घट्ट्यात आपल्या असहाय पिल्लांना एकटं सोडून अन्न शोधण्यासाठी गेलेल्या पक्ष्यांना आपला रस्ता परत व्यवस्थित शोधून काढणं किती गरजेचं पण अवघड असतं याचा आपण अंदाज करू शकतो.

गांधीलमाशांच्या काही प्रजाती अंडी

घालण्यासाठी छोटी, दिसणार नाहीत अशी पोळी बनवतात आणि आपल्या पिळ्ळांना अन्नाचा पुरेसा पुरवठा करण्यासाठी कित्येक वेळा ये-जा करतात. प्रत्येक माशी आसपासचे दगड, मातीचे ढिगारे आणि फसविणाऱ्या ठिकाणी असलेलं आपलं पोळं बरोबर ओळखण्यास शिकून घेते. या क्षमतेलाच गृह बोध (होर्मिंग इन्स्टिंकट) म्हणतात. ही क्षमता सर्वप्रथम डच कीटक वैज्ञानिक निकोलस टिनबर्जेन यांनी एका प्रकारच्या गांधीलमाशांमध्ये शोधून काढली.

वाट कशी सापडते

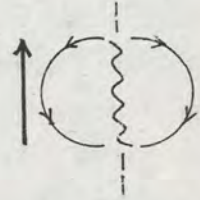
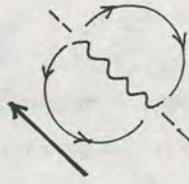
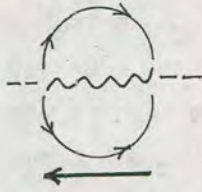
मुंग्या आणि मधमाशांसारखे सामाजिक कीटक आपली घरं बनवतात. प्रौढ आणि नवजात प्रजा हजारांच्या संख्येने त्यात राहते, वाढते, जोपासली जाते. हे सगळं केवळ काही महिन्यांच्या कालावधीत होतं. दररोज प्रौढ कामकरी माशा अन्न मिळवण्यासाठी बाहेर पडतात आणि जे काही अन्न मिळवतात ते आपल्या पोळ्यातल्या नातेवाइकांबरोबर वाटून घेतात. प्रौढ माशी आयुष्यभर आपलं पोळं आणि अन्नप्राप्तीच्या ठिकाणादरम्यान हजाराे वेळा ये-जा करत असते. तिचं घर एकाच जागी असलं तरी पोळ्यापासून अन्न मात्र कित्येक किलोमीटर अंतरावर असू शकतं. बऱ्याचशा मुंग्या आणि काही माशा आपल्या वाटेवर कोणतातरी गंध सोडून देतात. जेणेकरून परत घर शोधायला अडचण येऊ नये आणि इतर मुंग्यांनादेखील

अन्नाचे ठिकाण कळेल. मात्र मुंग्यांच्या काही खास प्रजाती आणि मधमाशा अशा शोधाशोधीच्या हेतूसाठी कोणत्याही गंधाचा पत्ता मागे ठेवत नाहीत. निसर्गात उपलब्ध असलेल्या संकेतांच्या मदतीनेच आपल्याला कुठं जायचं आहे आणि घरी परत कसं यायचं आहे हे त्या जाणून घेतात. यासाठी त्यांच्या हे समजण्यामध्ये आपल्या पोळ्यापासूनची अन्नस्रोतापर्यंतची दिशा व त्यातील अंतर मोजण्याची क्षमता असली पाहिजे.

आंतरिक होकायंत्र

मधमाशांबरोबरच अन्य कित्येक प्राण्यांमध्ये शरीरांतर्गत होकायंत्र हे मात्र सर्वमान्य आहे. मधमाशा नेहमी सूर्याचा संदर्भ असलेल्या होकायंत्राचा वापर करत असतात. पहिल्या एक-दोन वेळच्या उड्डाणातूनच मधमाशांना आकाशातील सूर्याच्या स्थितीचा अंदाज येतो. या माहितीच्या आधारावरच मधमाशा पूर्ण दिवसभर सूर्याच्या दिशेचं गणित करत असतात.

असं दिसलं आहे की अन्नापर्यंत पोचण्यासाठी मुंग्या आणि माशा सर्पाकार, वळणदार आणि अवघड रस्त्याने जातात. पण परतताना मात्र आपल्या पोळ्याकडे येण्यासाठी सगळ्यात छोटा रस्ता त्या निवडतात. मुंग्यांवर वाळवंटात केलेल्या अभ्यासामध्ये असं दिसलं की त्या हे काम गणिताच्या साहाय्याने करतात. त्याला 'पथ एकीकरण' असे म्हणतात. म्हणजे त्या पूर्ण



- नृत्याची दिशा ही अन्नस्रोताची दिशा दाखवते. ● नृत्याची कंपन संख्या ही अंतरावर ठरते.

मधमाशीचे अर्थपूर्ण नृत्य

मार्गाच्या सदृश राशींची परिणामी सदृश राशी तयार करतात आणि तोच रस्ता निवडतात. ही दिशा-रेषा त्यांच्या पोळ्याच्या दिशेकडे इशारा दाखवत असते. त्यामुळेच त्यांना 'गृहदिशा दर्शक' म्हणतात. गृहदिशा दर्शक कालानुरूप ठेवण्यासाठी सतत गणित करावे लागते. प्रवासादरम्यान एखाद्या वेळी मुंग्यांच्या वाटेत काही संकट निर्माण झालं किंवा चटकदार खाऊचे तुकडे मिळण्यासारखं गोड संकट निर्माण झालं तर त्या या दिशा दर्शकाच्या साहाय्याने परत आपल्या घरी पोहचू शकतात. मधमाशांवर झालेले प्रयोग असं सांगतात की त्यादेखील पथ एकीकरणाद्वारे आपला रस्ता शोधून काढतात.

फुलांचे नवनवीन बगीचे शोधून काढण्याबरोबरच मधमाशा कामगारमाशांवर लवकरात लवकर मकरंद गोळा करण्याची जबाबदारी सोपवत असतात. तेव्हा प्रतिस्पर्धी यायच्या आत आपला कार्यभाग कसा साधावा चाची पुरेपूर काळजी घेतली जाते. आपलं लक्ष्य किती दूर आणि पोळ्याच्या

कोणत्या दिशेला आहे हे फुलं शोधणाऱ्या माशा इतर माशांना बरोबर सांगतात. मधमाशा हे सांगण्याचे काम नृत्याच्या माध्यमातून करतात. संशोधन करताना साखरेच्या ढिगापर्यंत, अन्नस्रोतापर्यंत आणण्यात मधमाशांना प्रशिक्षित केलं. मग अन्न घेऊन परत आपल्या पोळ्यापर्यंत जातानाच्या मधमाशांच्या व्यवहाराचं त्यांनी निरीक्षण केलं. अन्नस्रोताच्या पोळ्यापासूनच्या अंतरामध्ये होणाऱ्या बदलाबरोबरच नृत्याच्या भाषेमध्ये बदल होतो. नृत्य गोलाकार आणि कंपनकारी असते. (चित्र पहा). कंपनांची दिशा अन्नाची दिशा सूचित करते. नृत्याचा कंपनकाळ किंवा प्रतिमिनिट कंपनसंख्या अन्नस्रोताचं पोळ्यापासूनचं अंतर दर्शविते. ५० मीटरपेक्षा कमी अंतर असेल तर हे नृत्य जवळजवळ गोलाकारच असतं.

मधमाशांच्या या क्षमतेने शास्त्रज्ञांना आश्चर्याने तोंडात बोटे घालायला लावली. अंतराचं मापन या करतात तरी कसं? मधमाशा दोन बिंदूंच्या दरम्यान

उडण्यामध्ये खर्च झालेल्या ऊर्जेवरून अंतराचा अंदाज करत असतील. पण खूप प्रयोग करून देखील याला कोणताही आधार मिळालेला नाही. प्रयोगात असं दिसून आलं की वास्तवात अतिरिक्त ऊर्जा खर्च केली तरीदेखील अंतराचा अंदाज काही बरोबर नव्हता. उदाहरणार्थ, ज्या मधमाशांना अन्नशोधार्थ जमिनीच्या वर विभिन्न उंचीवर उडत्या फुग्यांपर्यंत जावं लागलं, त्यांनी अंतराचं आकलन करताना त्यात उंचीचा समावेश केला नाही. प्रत्यक्षात उंची वाढत असताना मधमाशांचा क्षितिजाच्या अंतराचा अंदाज मात्र कमी झाला.

ओडोमीटर सुद्धा

साखरयुक्त भोजनांच्या प्राप्तीसाठी मधमाशांना अरुंद अशा बोगद्यामधून जाण्यासाठी सुद्धा प्रवृत्त करता येऊ शकतं. एकदा का त्या जागी त्या सारख्या सारख्या येऊ लागल्या की मग अन्नाचा तो स्रोत हलवून दूर नेता येतो. आणि जर त्या त्याच जागेवर सतत येतच राहिल्या तर त्यांना खाऊची जागा अगदी अचूक समजली आहे हे ओळखता येतं. असंही लक्षात आलं आहे की हे सगळं शिकणं हे मधमाशा आपल्यामागे जो गंध सोडतात त्यावर तर आधारित नाहीच पण बोगद्याची लांबी किंवा अशाच इतर गोष्टींवरही अवलंबून नाही. बोगद्याच्या भिंतीच्या रचनेचा मात्र या शिकण्यावर प्रभाव पडतो हे

खरं! जेव्हा भिंतीची रचना उभ्या रेषांसारखी होती तेव्हा 'पोटोबांची' खूण बरोबर पटली. पण जेव्हा रेषा आडव्या ओढलेल्या होत्या तेव्हा मात्र जागेचा अंदाज जरा चुकलाच. पुढे प्रयोगांतून असं दिसलं की, माशा त्यांच्या डोळ्यासमोरून जाणाऱ्या वस्तूंच्या कोनीय गतीचे मापन करतात आणि मग त्या वरून अंतराचा अंदाज बांधतात. काहीचं म्हणणं आहे की माशांमध्ये असलेला ओडोमीटर त्यांना ही कोनीय गती मोजण्यासाठी मदत करतो. (ओडोमीटर हे अंतर मोजण्याचं यंत्र असतं). त्यानंतर या गोष्टीला पुष्टी मिळाली की गतीचं मापन संरचनेवर आधारित नसतं, त्यामुळे रेषा दाट असोत वा विखुरलेल्या, त्याचा अंतराचं आकलन होण्यावर परिणाम होत नाही. पण माशीपासूनच त्यांचं अंतर मात्र महत्वाचं असतं. म्हणजे, बोगदा रुंद आहे का अरुंद आहे याचा अंतराचं आकलन होण्यावर प्रभाव पडत असतो.

मुंग्यांजवळ मात्र अशाप्रकारचा कोणताही ओडोमीटर आढळलेला नाही. मग पोटोसाठी दाही दिशांना कित्येक किलोमीटर फिरणाऱ्या मुंग्या काय बरं करत असतील ? बहुतेक त्या आपली पावलंच मोजत असतील. ❖❖

स्रोत डिसेंबर २००१ मधून साभार
लेखक : मौसमी सेन शर्मा,
अनुवाद : अमिता नायगावकर,
SYBA किसन वीर कॉलेज, वाई

भाषा नकाशाची

लेखक : शुभदा जोशी

नकाशाच्या भाषेचा आपल्या आयुष्यातला उपयोग आणि ती शिकण्याची गरज या संदर्भात आपण मागील लेखात वाचलंत. निरीक्षण, संवाद, चित्रं आणि नकाशा यांचा संबंध या लेखात पाहू.

माणसाच्या सभोवताली वापरात असलेली भाषा शिकणं ही त्याच्यासाठी अतिशय सहज-नैसर्गिक प्रक्रिया आहे. कुठल्याही शाळेत न जाताही माणूस ऐकणं, बघणं, वास घेणं, असे अनुभव घेत असतोच. या अनुभवांतूनच तो अनेक गोष्टी समजावून घेतो, शिकतो, त्या वापरून पाहतो. शब्दभाषाही अशीच. जन्मल्यापासून कानावर पडलेल्या लाखो शब्दांपैकीच काही शब्द उचलून मूल कधी आणि कसं बोलायला लागतं, हे समजतही नाही. मात्र कामापुरती भाषा येणं वेगळं आणि विचारांचं, विश्लेषणाचं, व्यक्त करण्याचं तसंच संघर्ष करण्याचं माध्यम म्हणून भाषा वापरू शकणं वेगळं. त्यासाठी भाषेचा विकास व्हायला हवा. अर्थात 'भाषा शिक्षणाचं' महत्त्वही तिथेच येतं.

चित्र भाषा तर शब्दभाषेच्याही आधीची.

ही भाषा 'बघण्याशी' (निरीक्षणाशी) अधिक जोडलेली आहे. आपण जे बघतो, अनुभवतो त्यावर विचार करतो, त्याच्याच प्रतिमा चित्रांतून मांडल्या जातात. सध्याच्या शिक्षणपध्दतीत शब्दभाषेच्या तुलनेत चित्रभाषेला चक्रे दुर्लक्षिलं च गेलंय. जाणीवपूर्वक ही भाषा विकसित व्हावी म्हणून प्रयत्न करता येतील. 'नकाशा' हाही चित्रांचाच एक प्रकार म्हणायचा का ?

'नकाशा' म्हणजे नक्की काय ?

चित्रभाषेशी अतिशय जवळीक साधणारी जरी ही गोष्ट असली तरी नकाशा म्हणजे चित्र नव्हे. त्यात कल्पनारम्यतेची मुभा नाही. नकाशाचे म्हणून काही नियम आहेत. ते समजावून घ्यायला हवेत. व्याख्याच करायची झाली तर 'नकाशा म्हणजे भूपृष्ठाचं वरून पाहून काढलेलं प्रमाणबद्ध चित्र.'

नकाशा अधिक समजावून घेण्यासाठी नकाशाची मुख्य वैशिष्ट्ये पहायला हवीत.
१) प्रमाण - पृथ्वीवरील भूप्रदेशांच्या विस्तारांच्या तुलनेत नकाशा फारच लहान असतो. त्यामुळे प्रत्यक्षातल्या भूप्रदेशाची

मापं व नकाशातली मापं यात काही एक प्रमाण ठरवून घ्यावं लागतं. हे प्रमाण जेवढं मोठं तेवढा नकाशात दाखवलेला भूप्रदेश मोठा. प्रचंड मोठ्या प्रमाणामुळे नकाशाच्या अचूकतेवर थोडा परिणाम होतोच.

आराखडा (Plan)

नकाशा (Map)

● कोणत्याही गोष्टीचं वरून पाहिलेलं चित्र.

● इथे सांकेतिक चिन्हांच्या वापराला परवानगी नाही. वरून दिसतं तसाच तंतोतंत आराखडा असायला हवा.

● हे जसं वास्तवातल्या गोष्टीचं वरून पाहिलेलं चित्र असतं तसंच भविष्यात करावयाच्या गोष्टींच्या कल्पनेचाही आराखडा असतो. किंबहुना To Plan या शब्दाचा अर्थच आखणी करणे.

● प्रमाणाला व त्याच्या अचूकतेला महत्त्व.

● आपल्या डोळ्यांना दिसणारे दृश्य हे त्रिमित असते. परंतु नकाशा किंवा प्लॅन हे द्विमित चित्र असते. त्यात वरून दिसणाऱ्या सर्व गोष्टी आकाराने प्रत्यक्ष ज्या प्रमाणात असतात त्याच प्रमाणात दाखवल्या जातात. म्हणजे फोटोमध्ये दिसतं तसं जवळच्या गोष्टी मोठ्या अन् लांबच्या गोष्टी लहान असं केलं जात नाही. साहजिकच उंची संदर्भात काहीच माहिती नकाशातून मिळणार नाही. त्यासाठी मग रंग आणि कंटूर रेषा वापरायला लागतात.

● भूपृष्ठाचं वरून पाहिलेलं चित्र.

● अधिक माहिती देण्यासाठी चिन्ह वापरली जातात.

● हा बहुसंख्य वेळा अस्तित्वात असलेल्या भूपृष्ठाचं चित्र असतो. मात्र काही वेळा माणसानं ठरवून घेतलेल्या गोष्टीही त्यात दाखवतात. उदा. राजकीय नकाशा. राजकीय हद्दी बदलण्याच्या महत्वाकांक्षा मनातल्या नकाशांवर आधारित असतात.

● प्रमाण इथेही महत्वाचं आहेच परंतु अतिशय मोठे प्रमाण आणि पृथ्वीचा गोल पृष्ठभाग यामुळे अचूकतेवर परिणाम होतो.

२) दिशा - सोयीसाठी नकाशात नेहमी उत्तर दिशेचा निर्देश नकाशाच्या वरच्या बाजूस केलेला असतो. हे गृहीत धरून इतर दिशांचा विचार होतो.

३) अक्षांश-रेखांश - नकाशात एखादं स्थान निश्चित करण्यासाठी या उभ्या-आडव्या काल्पनिक रेषांचा उपयोग होतो.

४) चिन्हे - नकाशात विविध गोष्टींसाठी काही सांकेतिक चिन्हांचा वापर रूढ आहे. सोयीसाठी जगभर सर्वत्र समान सांकेतिक चिन्हेच वापरली जातात.

नकाशा ह्या कल्पनेचा अभियांत्रिकी किंवा वास्तुकला शाखांत विस्तार आणि विकास झाला आहे. तिथे आराखडा (Plan) ही कल्पना फक्त भूपृष्ठापुरती सीमित रहात नाही. तिथे प्लॅन म्हणजे कोणत्याही गोष्टीचं वरून पाहिलेलं आरेखन असतं. मुलांना नकाशा शिकवताना तो प्लॅनप्रमाणे कोणत्याही गोष्टीचा काढायला हरकत नाही.

नकाशा म्हणजे वरून पाहून काढलेलं चित्र - हे आपण पाहिलं. अशा वरून पाहण्याच्या नि त्याप्रमाणे चित्र काढण्याच्या संधी जर मुलांना मिळाल्या तर नकाशा समजणं खूप सोपं जातं. 'वरून' बघायच्याही आधी खरं म्हणजे 'बघायला' शिकायला हवं. नीट बघणं म्हणजेच निरीक्षण करणे, शिकण्यासाठीच्या मूलभूत क्षमतांपैकी ही एक. नकाशाच्या भाषेसाठी तर हे महत्त्वाचं आहेच पण इतरही अनेक विषयांत ह्या

क्षमतेचं अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. या लेखातील चर्चा मुख्यतः निरीक्षणाबद्दल आहे.

'बघणं' (निरीक्षण)

आता हे बघणं म्हटलं तर साधी सरळ गोष्ट! आपल्याही नकळत कितीतरी गोष्टी बघतच असतो की आपण. त्यातनं माहिती मिळवतो आणि ती वापरतो सुध्दा. ह्या क्षमतेच्या विकासासाठी मात्र जाणीवपूर्वक प्रयत्नांची गरज आहे. माझं स्वतःचंच एक उदाहरण सांगते. पक्षी बघायला मी खूप उशीरा शिकले. एका पक्षीनिरीक्षक मैत्रिणीबरोबर भटकताना ती पक्षी दाखवायची, त्यांच्याबद्दल बोलायची. सुरुवातीला झाड-झाडोऱ्यात लपलेले पक्षी माझ्या नजरेला दिसायचे नाहीत पण ते हळू हळू दिसायला लागले. पुढे त्यांचे प्रकार, रंग, लकबी... हे सगळं बघायला शिकायची प्रक्रिया जरी माझी असली तरी पहिला धक्का हवाच होता. नाहीतर झाडावर पक्षी होतेच की, मला मात्र ते दिसत नव्हते. तर असं हे 'बघणं', जितकं ते नैसर्गिक, तितकंच प्रयत्नांनी विकसित होऊ शकणारंही. जगाकडे असं हे उघड्या डोळ्यांनी बघायला शिकण्यात खूप मोठा आनंद सामावलेला आहे.

मोठेपणीही प्रयत्नांच्या जोरावर आपण 'बघणं' सुधारू शकतो. पण लहानपणापासून मुलांना बघतं करण्यासाठी जर मोठ्यांनी

शाळेत घेता येईल असा एक प्रयोग

विषय - शाळा ते घर या वाटेवर दिसणाऱ्या गोष्टी.

मुलांसाठी हा रोजचाच अनुभव. खेरीज शाळेत जाण्यापेक्षा, रस्त्यात रेंगाळणं ही आवडतीच गोष्ट. मुलांच्या भावविश्वातले विषय घेणं हे खेळाची रंगत वाढायला नेहमीच उपयोगी पडतात.

- प्रथम मुलं गोलात बसून रस्त्यात दिसणाऱ्या एकेका वस्तूचं नाव सांगतील. फळ्यावर त्यांची यादी करावी. एकदा सांगितलेल्या गोष्टी यादीत पुन्हा येता कामा नये, असा नियम केला तर मुलं अतिशय उत्साहानं आठवून-आठवून यादी वाढवतात.

- ह्यानंतर प्रत्येक मुलाला रस्त्यात रोज दिसणाऱ्या त्याच्या विशेष आवडीच्या गोष्टींबद्दल बोलायला सांगावे. बोलतं करण्यासाठी - तुला ती का आवडते ? ती कशाची बनली आहे ? तिचा उपयोग काय ? असे प्रश्न करता येतील. ह्या चर्चेतून मुलांना त्याच्या मनातल्या दृश्य प्रतिमांच्या जगात जायला मदत होते.

- आता मुलांना पाट्या किंवा कागदावर रस्त्याचे चित्र काढायला सांगावे. चित्र काढताना कधी कधी मुलं पुरेसं न आठवल्यानं किंवा लक्ष इतरत्र गेल्यानं विचलित होतात - कंटाळतात. अशा वेळी त्याच्याशी गप्पा करून त्यांना प्रोत्साहन द्यायला हवे. प्रसंगी थोडी दिशाही देता येईल.

- सर्व मुलांची चित्रे वर्गात मांडून ठेवून चित्र वाचन घेता येईल.

- आपल्या जवळ जमलेल्या वस्तूंच्या यादीची शब्दकार्डे करून मुलांना त्या वस्तूंचे गट पाडायला सांगता येईल. वर्गीकरणासाठी मुलांकडून त-हेत-हेच्या कल्पना पुढे येतात.

अशाप्रकारचे खेळ कल्पना लढवून आणखी वाढवता येतील, बदलता येतील.

प्रयत्न केले तर मुलांच्या नजरेला अक्षरशः पंख लाभू शकतात.

नेमकं काय शिकायचं ?

सोयी साठी त्याचे काही भाग पाडता येतील.

एखाद्या गोष्टीचे बारकाईने निरीक्षण करणं, हे

निरीक्षण जाणीवपूर्वक मनात नोंदवणे, आणि त्यावर विचार करणे.

● अनेक गोष्टींच्या संगतीतून साधलेल्या विविध रचना पहाणं, एकमेकांशी असलेल्या संबंधाचा अन्वय लावणं. त्यातली सुसंगती अथवा विसंगती टिपणं.

● त्याच गोष्टींच्या रचनांमध्ये झालेले बदल टिपणं. फरक मनात नोंदवणे.

● बघितलेल्या दृश्य प्रतिमा आठवून त्यांची चित्रं काढणं.

प्रत्यक्ष नकाशाच्या अभ्यासात... नकाशावरून भूप्रदेश समजावून घेताना किंवा कल्पनेतल्या गोष्टींची आखणी करताना या सर्व क्षमतांचा मोठाच उपयोग होतो.

मुलांना या क्षमता विकसनात मदत करण्यासाठी मोठ्या माणसांनी दोन जबाबदाऱ्या पार पाडायच्या आहेत.

१) मुलांच्या त्यांच्या त्यांच्या शिकण्याच्या नैसर्गिक प्रक्रियेत बाधा न आणणं.

२) त्यांच्या ह्या प्रयत्नांना चालना देणं.

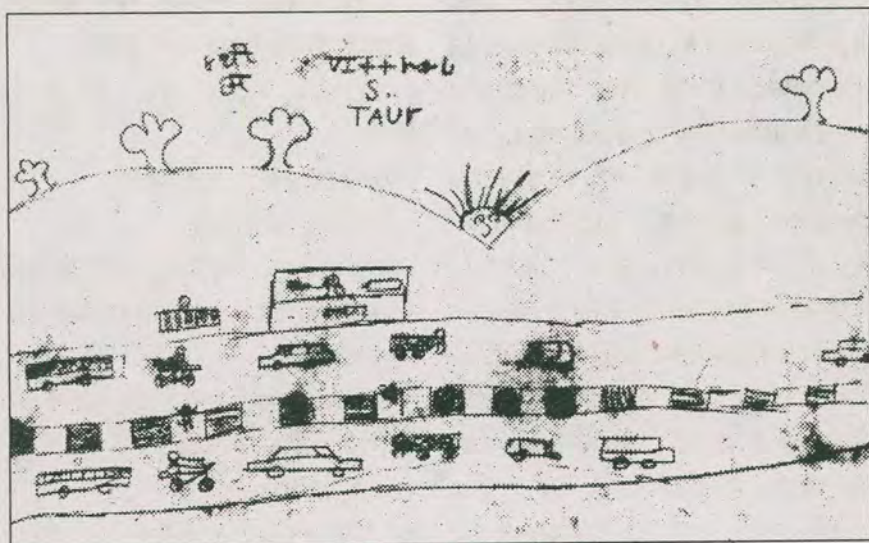
मुलांच्या शिकण्याबद्दल मोठ्यांच्या मनात जर आस्था असेल तर पहिली गोष्ट काही

अवघड नाही. विचारांच्या, कल्पनेच्या, कृतींच्या दुनियेत रमलेल्या मुलांना व्यावहारिक दुनियेत खेचायच्या आधी दोन क्षण थांबून विचार केला तरी हे साधेल.

दुसऱ्या गोष्टीबाबत मात्र अधिक साकल्यानं मांडायला हवं. पालकांना आणि शिक्षकांना या संदर्भात अनेक गोष्टी करता येतात. त्यापैकी काही अशा -

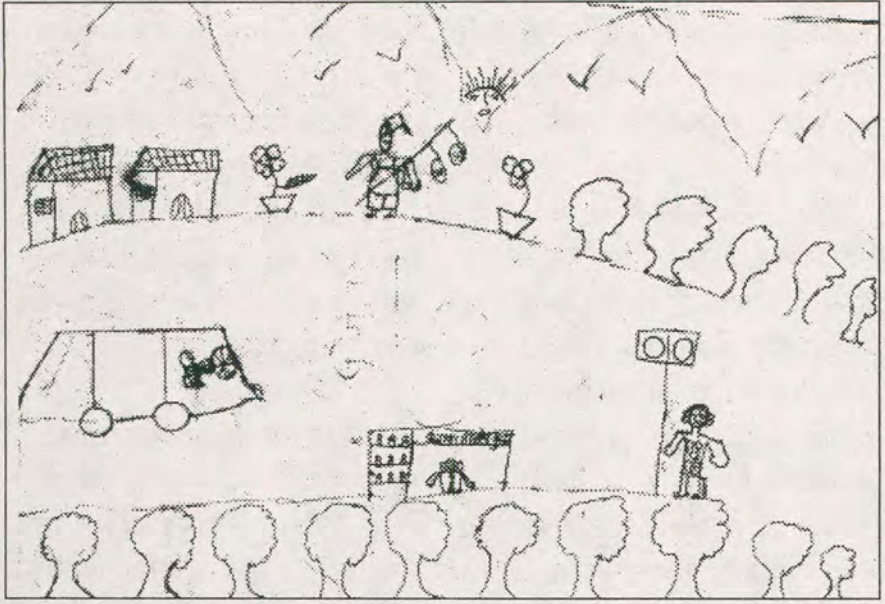
अ) परिसराकडे मुलांचं लक्ष वेधणं -

मुलं अनेक गोष्टी बघत असतात, त्यांच्याशी खेळत असतात, त्यांच्याबद्दल बोलत असतात. हेच सगळं अधिक क्षमतेनं करायला शिकण्यासाठी आपणही त्या प्रक्रियेत सहभागी व्हायचं आहे. मुलांबरोबर आपण अनेक ठिकाणी जात असतो.



घरापासून शाळेपर्यंतचा रस्ता

(विडुल तौर ४ थी)



माझा आवडता रस्ता (पल्लवी नवगिरे ४ थी)

त्यावेळी विविध गोष्टींकडे आपण त्यांचं लक्ष वेधू शकतो. ती गोष्ट त्यानं आधीच पाहिलेली असेल तर त्याच्या निरीक्षणांबद्दल त्याच्याकडून ऐकता येईल. त्याबद्दलच्या अधिक माहिती विषयी बोलता येईल. त्यानं आपल्याला दाखवलेल्या गोष्टींबद्दल, आपल्याला जाणवलेल्या छटांबद्दल बोलता येईल. अशा गप्पा अशा-चर्चांमुळे, बघितल्यानंतर काही काळानं अलगद स्मृतीपटलांवरून गायब होणाऱ्या दृश्य प्रतिमा मनात अधिक काळ राहू शकतात. त्यावर विचार होऊ शकतो. एकमेकांच्या नादानं बारकाईनं बघण्याची आवड निर्माण होऊ शकते. इतरांचं ऐकून स्वतःच्या आठवणींना - विचारांना चालना मिळते.

ब) बघितलेल्या गोष्टींची चित्र काढणं ह्यासाठी अनेक विषय घेता येतील.

- घर, वर्ग, शाळा, रस्ते, क्रीडांगण, परिसर...

- सण, समारंभ, बाजार, जत्रा

- विविध प्रकारचे चेहेरे

- चपट्या वस्तू, गोल वस्तू, उडणाऱ्या वस्तू

- सहलीला जाऊन आल्यावर मनातल्या

चित्र प्रतिमा

- आरशात पाहून स्वतःचे चित्र काढणे

- माझी आवडती व्यक्ती, जागा, चित्र,

पुस्तक, प्राणी-पक्षी...

ह्या निमित्तानं पूर्वी बघितलेल्या गोष्टींच्या मनातल्या चित्र प्रतिमांना उजाळा मिळतो.

त्यातल्या अस्पष्ट जागा कल्पनेनं भरायचा प्रयत्न होतो. आणि त्याच गोष्टीचं पुढच्या वेळी निरीक्षण करताना अधिक बारकाईनं केलं जाण्याची शक्यता वाढते.

क) चित्र गप्पा (चित्र वाचन)

मुलांनी काढलेल्या किंवा इतर चित्रांवर गटांमध्ये बोलणं म्हणजेच चित्र गप्पा. यातून अनेक गोष्टी साधू शकतात. चित्रातल्या रेषा-रचना बारकाईनं पहाणं. त्यांचा अर्थ लावण्यासाठी कल्पना करणं. इतरांच्या कल्पना स्वतःच्या कल्पनांशी ताडून पहाणं. गटात इतरांपेक्षा वेगळं बोलून स्वतःचा ठसा उमटवण्यासाठी अधिक निरीक्षण आणि विचारांचा प्रयत्न घडणं. विशेषतः नकाशातल्या बारीक बारीक क्लिष्ट रेषातून अर्थापर्यंत पोचण्यासाठी ह्या सवयीचा उपयोग होतो. हा खेळ रंगतदार होण्यासाठी उत्तम चित्र जमवणं, मुलांना बोलायला दिशा मिळण्यासाठी नेमके प्रश्न विचारणं, मुलांचं बोलणं ऐकलं जाईल यासाठी शांतता राखणं असे प्रयत्न करणं शिक्षकाच्या हातात आहे.

ड) आणखी काही खेळ -

- लहानपणी खेळलेला एक खेळ आठवत असेल. तऱ्हेतऱ्हेच्या २०-२५ वस्तू मध्ये मांडून ठेवायच्या. काही वेळ त्या वस्तू बघायला मुलांना वेळ द्यायचा. त्यानंतर वस्तू दृष्टीआड करून प्रत्येकानं त्या वस्तूंची यादी करायची. ह्या खेळात स्मरणाच्या क्षमतेवर

तर काम होतेच पण त्याबरोबरच थोड्या वेळात अनेक गोष्टी पाहून लक्षात ठेवायच्या तर त्या लक्षपूर्वक नीट पहायला हव्या. तसंच आठवण्यासाठी इतरही काही तंत्रं मुलं वापरतात. उदा. त्यांचे आकारानुसार, रंगानुसार, उपयोगानुसार गट पाडून वस्तू लक्षात ठेवायच्या इत्यादी.

- ह्याच वस्तू मध्ये ठेवून ह्यातील एखाद्या मुलाला एक वस्तू मनात धरायला सांगायची. त्या वस्तूचं वर्णन (clues) त्यानं इतरांना सांगायचे, कृती करून दाखवायचे. इतरांनी ती गोष्ट ओळखायची.

- वर्गाच्या बाहेर जाऊन परिसरातील कोणतीही गोष्ट मनात धरूनही वरील प्रकारे खेळ खेळता येतो.

इ) फरक आणि बदल ओळखणे.

आपण रोज अनेक ठिकाणी जातो. अनेक गोष्टी आपण वारंवार बघतो. पण तरीही प्रत्येक वेळी ती गोष्ट मागीलप्रमाणेच असेल असं नाही. त्यात अनेक बदल झालेले असतात. नजरेनं लगेच हे बदल बारकाव्यांसह टिपणं ही क्षमतादेखील विकसित होऊ शकते. एक अनुभव सांगते - ४ थीच्या आतली मुलं होती. मार्च महिन्यात सुरूवातीला एकदा मी मुलांना प्रश्न केला, “सध्या आपल्या आजूबाजूच्या झाडांत काय बदल झालेले दिसतात?” मुलं विचारात पडली, “काय बुवा? आहेत की, छान आहेत झाडं!” त्यानंतर मारलेल्या

फेरफटक्यात आम्ही जेव्हा आंब्याचा मोहर पाहिला, निष्पर्ण फांद्यावर फुललेली काटेसावर पाहिली, आकाशाकडे झेपावणाऱ्या पळसाच्या लालभडक ज्वाळा पाहिल्या., पानगळ संपून नवीन पानं फुटू लागलेली बदामाची झाडं पाहिली तेव्हा मुलांनाही त्या बघण्यातली गंमत समजली. अशा प्रकारे अनेक बदलांकडे मुलांचं लक्ष वेधता येईल.

- सूर्योदयापासून सूर्यास्तापर्यंत आकाशात होणारे बदल,

- वारा-वादळ सुटल्यावरचं आकाश आणि झाडं,

- विविध ऋतूंमधला निसर्ग,

- सण-समारंभाच्या निमित्तानं शाळेत, घरात, गावात होणारे बदल,

- घरातल्या किंवा वर्गातल्या सामानाच्या रचनेतले बदल,

- एखादं फर्निचर किंवा बांधकाम होण्याआधी आणि नंतर त्या जागेत घडलेले बदल.

- अलिकडे चित्रकोड्यांची अनेक पुस्तकं बाजारात मिळतात. त्यात दोन समान चित्रांमधले बारीक फरक ओळखा यासारखी कोडी आठवत असतील. अशी कोडी मुलां

स्वतः तयार करू शकतात. एकमेकांना घालू शकतात.

- दोन दोन मुलांच्या जोड्या करून आणखी एक खेळ खेळता येतो. मुलांनी एकमेकांच्या समोर उभं राहून मिनिटभर एकमेकांचं निरीक्षण करायचं. त्यानंतर दोन मिनिटात प्रत्येकानं दृष्टीआड जाऊन स्वतःच्या केश-वेषभूषेत काही बदल करायचे. जोडीदारानं ते ओळखायचे.

- विविध प्रकारची पानं मध्ये ठेवायची. एका मुलानं त्यातलं एक विशिष्ट पान मनात घ्यायचं. त्यापानाचं वर्णन करणारे काही शब्द त्यानं सांगायचे. उदा. मऊ-लुसलुशीत, काटेरी कडांचं, त्यावरून इतरांनी ते पान कोणतं ते ओळखायचं. हाच खेळ पुस्तकं किंवा दगड किंवा खेळणी यांच्यातही घेता येईल.

निरीक्षणाचा पुढचा पैलू म्हणजे 'वरून पहाणं'. हा नकाशाच्या भाषेसाठी विशेष महत्वाचा. त्याची चर्चा पुढील भागात...



लेखक : शुभदा जोशी, आर्किटेक्ट, पालकनीती मासिकाच्या संपादक, भूगोल शिकवण्यात रस, खेळपर चालवतात.

'संदर्भ' चे या आधीचे अंक आपल्या संग्रही आहेत ना ? आपल्या मित्रमंडळींना भेट देण्यासाठीही हा संच उपयुक्त ठरेल. मागच्या दोन वर्षातील आठच अंक आता शिब्रक आहेत. त्यांची सवलतीची किंमत रु. १००/- पोस्टाने हवे असल्यास रु. ३५/- जादा पाठवावेत.



अंडी... उकडलेली

आणि
चंद्र

● लेखक : विल्यम वेस्टफल ● अनुवाद : नागेश मोने

रात्रीच्या जेवणावेळी शिल्लक राहिलेले उकडलेले अंडे आईने ट्रेमध्ये ठेवलेले होते. दुसऱ्या दिवशी आणता येईल उपयोगात असा या मागचा साधा विचार होता. पण दुसऱ्या दिवशी मात्र तिचा गोंधळ उडाला. ट्रेमधील इतर अंड्यांमधून उकडलेले अंडे कसे शोधून काढावे असा प्रश्न तिच्यासमोर निर्माण झाला. कच्च्या अंड्यांमधून उकडलेले अंडे ओळखण्याची सोपी युक्ती तिला ठाऊक नव्हती. कट्ट्यावर अथवा बशीत ती दोन्ही अंडी घेऊन बोटानी त्याला फिरकीप्रमाणे गती दिली की उकडलेले अंडे कच्च्या अंड्याच्या तुलनेत दीर्घकाळ अंगोऱ्या भिंगोऱ्या घेते हे तिला दिसले असते! थोडी अधिक गती दिली की ते त्याच्या टोकावर उभे राहू पाहते.

असे वा घडते हे समजावून घेणे सोपे (अन्

आवश्यक) आहे. आपली 'चालू स्थिती' न सोडण्याची प्रवृत्ती म्हणजे पदार्थांचे जडत्व. त्यामुळेच आईने दिलेल्या परिवलनगतीला विरोध करणे अंड्याला जमते. पण आईला जसे वाटते तसेच करणे अंड्याच्या टरफलाचे कर्तव्यच असते की! त्यामुळे अंड्याचा विरोध हे चहाच्या कपातील वादळच ठरते. पण अंड्याच्या आतील भागाचा विचार करता उकडलेल्या अन् कच्च्या अंड्यात एक मूलभूत फरक आहेच. उकडलेल्या अंड्याच्या आतील भाग साकळलेला / घट्ट झालेला आहे. तो कवचाला पूर्णपणे चिकटला आहे. अन् त्यामुळेच तो कवचाप्रमाणेच वागतो. अर्थातच परिणामतः त्याचा प्रत्येक भाग समान गतीनेच फिरतो. पण कच्च्या अंड्याबाबत मात्र परिस्थिती वेगळी व उलटी

आहे. आतील द्रवाचे अंड्याच्या कवचाशी फारच कमी नाते आहे. त्यामुळे कवचाप्रमाणे त्याला गती प्राप्त करून घेण्यात काय रस असणार? उलट स्वतःच्या जडत्वामुळे, कवचाला मिळालेल्या परिवलन गतीला द्रव विरोधक करणार. कच्च्या अंड्याच्या टरफलाला प्रथम गती मिळते अन् नंतर आतील भागाला. आईने गती देणे थांबविले की बाह्य आवरणाची गती अगोदर थांबते अन् नंतर आतील भागाची.

समजा समान बलाने आपण उकडलेल्या अन् कच्च्या अंड्याला परिवलनाची गती दिली तर उकडलेल्या अंड्याच्या टरफलाला आणि आतील भागाला ती गती मिळते तर कच्च्या अंड्याबाबत मात्र मुख्यतः कवचालाच ती मिळते. त्यामुळे उकडलेल्या अंड्याचा संवेग (वेग x वस्तुमान ही राशी) हा कच्च्या

अंड्याच्या संवेगापेक्षा अधिक असणार. अर्थात उकडलेले अंडे त्याची सर्व ऊर्जा घर्षणामुळे संपेपर्यंत अधिक काळ भिरभिरत राहणार. अर्थात एवढेच काही पुरेसे नाही हे सारे समजावून घ्यायला. कच्च्या अंड्यात, ज्याला कमी संवेग प्राप्त झाला आहे, आत घर्षण होतेच आहे. अंड्याचे कवच अन्

बलक यात हे घर्षण होते आहे. अन् त्यामुळे कवचाची परिवलन गती लौकर कमी कमी होते आहे. स्वाभाविकपणे ते लवकर फिरायचे थांबते.

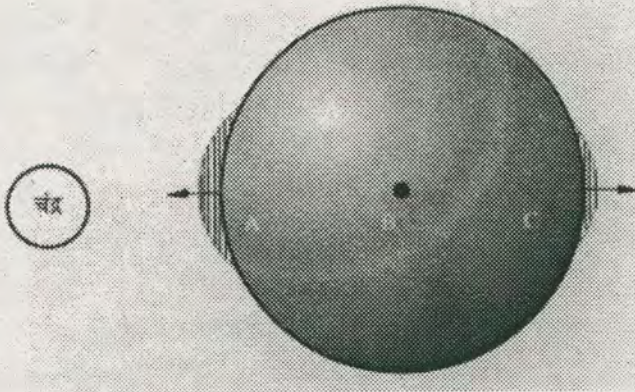
अंडी गरगरा फिरावीत म्हणून आईला प्रयत्न करावे लागले. थोडे का होईना, तिच्याकडून 'कार्य' झाले. तिच्या कार्याचा परिणाम म्हणून अंड्याचे फिरणे, घर्षणाने नष्ट होत जाते आहे. आणि सर्व प्रकारच्या घर्षणाप्रमाणेच इथेही उष्णता उत्पन्न होते. उकडलेल्या अंड्याबाबत बशी अन् अंड्याचे टरफल यांच्या दरम्यान उष्णता उत्पन्न होते. कच्च्या अंड्याबाबत यात भर

पडते ती अंड्याच्या आतील बलक आणि कवच यातील घर्षणाची. ... आईने केलेल्या कार्याचे असे उष्णतेतही रूपांतरण होते आहे.

आपण अखंड अंड्याच्या आत बघू

शकत नाही पण भौतिकशास्त्राचे नियम मात्र आपल्याला असले भविष्य वर्तवू देतात. प्रयोगाने कुणालाही याचा पडताळा घेता येईल. घट्ट झाकणाचा, छोटासा पत्र्याचा डबा घ्या. त्यात पाणी भरा पूर्णपणे अन् झाकण घट्ट लावा. टेबलावर ठेवून त्याला थोडा धक्का द्या व तो घरंगळत जाईल असे





चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वी A पाशी सर्वात जास्त आणि C पाशी सर्वात कमी ताणली जाते. तिथे समुद्र असेल तर त्याच्या पाण्याला भरती येते.

पहा. थोड्या वेळाने तो थांबेल. पुन्हा तोच डब्या घ्या व त्यात काही वायूरूप पदार्थ भरा. वजन साधारण पहिल्याइतकेच होईल असे पहा. द्या त्याला धक्का. मागील अंतरापेक्षा तो अधिक गेलेला आढळेल. आता दोन वेगवेगळे पदार्थ भरलेल्या डब्यांच्या साहाय्याने हा प्रयोग करा पण उतरणीवर. पाणी भरलेल्या डब्यात, पाण्याने थोड्या गतिज ऊर्जेचे (घर्षणाने) उष्णता उर्जेत रूपांतरण केल्याने तो हळूहळू पळतो.

हे समजले की आपण थोडा मोठा टप्पा गाठूया. फिरणाऱ्या पृथ्वीचा विचार करूया. कच्च्या अंड्याचा बलक अंड्याच्या गतिज ऊर्जेचे उष्णतेत रूपांतरण करित असल्याने गतीला विरोध होतो हे आपण पाहिले आहे. परिवलनाने पृथ्वीवरही द्रवपदार्थांचे प्रवाह असेच उत्पन्न होतात हे आपणाला ठाऊक

आहे. पृथ्वीवरील समुद्राच्या पाण्यावर चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम आणि पृथ्वी व चंद्र यांचे एकाच गुरुत्वमध्याभोवतीचे फिरणे लक्षात घेता चंद्रापासून सर्वात जवळ व सर्वात दूर असणाऱ्या ठिकाणीच भरती ओहोटीच्या मोठ्या लाटा उत्पन्न होत असतात. या पाण्याच्या डोंगरांखालील पृथ्वी अक्षाभोवती फिरते. म्हणजे हे पाण्याचे डोंगर जणू काही पृथ्वीभोवती फिरताहेत. पाण्याचे हे महाभयंकर चलनवलन घर्षण उत्पन्न करते आहे. अर्थात उष्णताही निर्माण होते आहे. (आपल्या उकडलेल्या वा कच्च्या अंड्याच्या प्रयोगाप्रमाणे). पृथ्वीच्या परिवलनास हे लाटांमधील घर्षण अवरोध उत्पन्न करते आहे व दिवसाची लांबी म्हणजे कालावधी वाढतो आहे. अर्थात घर्षणामुळे

निर्माण झालेला हा अवरोध इतका नगण्य आहे की दिवसाची लांबीही नगण्यच पण वाढते आहे.

आपल्या पृथ्वीवर ज्या गोष्टींचे निरीक्षण करणे अवघड आहे त्या चंद्र आपल्याला सहजगत्या दर्शवितो आहे. आपल्याला चंद्राची एकच बाजू नेहमी दिसते हे तुम्हास ठाऊक आहे. चंद्राची पृथ्वीभोवती फिरण्याची अन् स्वतःभोवती फिरण्याची गती एकच असल्याचा तो परिणाम आहे, पृथ्वीभोवती तो २८ दिवसात प्रदक्षिणा पूर्ण करतो अन् स्वतःभोवतीही २८ दिवसातच. हे लाटांच्या घर्षणाचे पर्यवसान आहे. गुरुत्वाकर्षण बलांचा केवळ समुद्राच्या पाण्यावरच परिणाम होतो असे नसून संपूर्ण पृथ्वीच्या वस्तुमानावरच परिणाम होतो आहे. आतील द्रव्य विष्यंदी म्हणजे अर्धस्थायू-अर्धद्रव असा आहे. त्यामुळे उत्पन्न होणारे घर्षण पृथ्वीच्या परिवलनाला अवरोध उत्पन्न करते. अतिप्राचीन काळी पृथ्वी जेव्हा तापलेला लालबुंद .. गोळा होती तेव्हा ही अवरोध उत्पन्न करणारी बले आजच्या

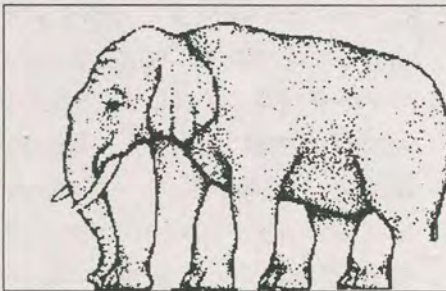
तुलनेत अधिक प्रभावी होती.

एकेकाळी चंद्रही तप्त आणि विष्यदंता असणारा गोळा होता. ज्याप्रमाणे आज चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण बल पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील पाण्यात भरती-ओहोटी निर्माण करते, त्याप्रमाणे त्यावेळी चंद्राच्या पृष्ठभागावरील द्रवात पृथ्वीमुळे भरती-ओहोटी निर्माण होत असणार. पण चंद्र पृथ्वीपेक्षा कितीतरी लहान असल्याने त्याची परिवलनाची गतिज ऊर्जा खूपच कमी होती. त्यामुळे पृष्ठभागावरील द्रवाच्या घर्षण अवरोधामुळे ही ऊर्जा वेगाने कमी कमी होत गेली. यामुळे चंद्राच्या पृष्ठभागावरचे भरतीचे दोन फुगवटे (एक पृथ्वीजवळ आणि एक त्याच्या विरुद्ध बाजूला) हळूहळू फिरायचे थांबले. तेव्हापासून पृथ्वीकडे चंद्राची एकच बाजू असलेली दिसते.



लेखक : विल्यम वेस्टफल

अनुवाद : नागेश मोने, द्रविड हायस्कूल वाई येथे शिक्षक. विज्ञान वाचनालय चालवतात.



हत्तीला नक्की पाय किती ?



लाल डोंगळ्यांचं घर



● लेखक : के. आर. शर्मा

गेल्या काही दिवसांपासून मी एक विशिष्ट प्रकारच्या डोंगळ्यांबद्दल माहिती मिळविण्याचा प्रयत्न करित आहे. ह्या डोंगळ्यांविषयी एक गोष्ट माझ्या चांगलीच लक्षात आहे. लहानपणी मे महिन्याच्या सुट्टीत मामाकडे कैऱ्या काढण्यासाठी झाडावर चढलेले असताना त्यांनी मला चांगलाच प्रसाद दिला होता. त्या वेळची ती आग अजूनही मी विसरू शकत नाही. एकदा तर त्या डोंगळ्यांच्या भीतीने मी झाडावरून खाली उडी मारून पायही मोडून घेतला होता. झाडाची पाने एकमेकांना चिकटवून तयार केलेल्या पुड्यासारखं ह्यांचं घरटं एवढीच काय ती माहिती होती त्या वेळी ह्या डोंगळ्यांविषयी !



खरंच हे एवढं बंदिस्त घरटं कसं बनवत असतील हे डोंगळे ! ह्या प्रश्नाचं उत्तर मला त्या वेळी ना शिक्षकांकडून मिळालं ना आई-बाबांकडून. त्या वेळी ह्या लाल डोंगळ्यांचा विषय तेवढ्यावरच विसरून गेलो मी. पण आता काही महिन्यांपूर्वीच एका झाडावर मला त्याचं ते घरटं पुन्हा दिसलं तेव्हा मात्र त्या घरट्याचं रहस्य जाणून घ्यायचंय ह्या निश्चयाने मी त्या लाल डोंगळ्यांविषयी माहिती मिळवू लागलो.

खास करून आंब्याच्या झाडावर दिसणारे हे डोंगळे तुम्हीही पाहिले असतील. त्या त्या स्थानिक भाषेत ह्यांना वेगवेगळी नावे आहेत. माळवा प्रांतातील लोक त्यांना

‘दूध-मकोडी’, तर होशंगाबादकडील लोक त्यांना ‘बरबूटा’ म्हणतात. कोकणातील लोक ह्यांना ओंबील किंवा डोंगळे म्हणतात तर देशावर त्यांना ‘लाल मुंगळे’ म्हणतात. इंग्रजी मध्ये त्यांना ‘वीव्हर अँट’ म्हणजे विणकर म्हणतात. ह्यांचं शास्त्रीय नाव आहे *occophylla* म्हणजेच पानांचं घर बनविणारा.

हे डोंगळे झाडाची पाने एकमेकांना चिकटवून आपले घरटे बनवतात. ह्या पानांची जोडणी करण्यासाठी ते अतिशय बारीक परंतु चिवट रेशमासारख्या धाग्याचा उपयोग करतात. हे पाहून तर माझं कुतुहल आणखीनच वाढलं. कोळ्याचं जाळं पाहून

ह्या रेशमी धाग्याची कल्पना आली होती. फुलपाखरांच्या जीवन चक्रात अळीपासून कोशापर्यंतच्या अवस्थांमध्ये रेशमाची निर्मिती होते हेही माहीत होते. पण ह्या दोन कीटकांव्यतिरिक्त आणखी कोणी रेशीम धागे निर्माण करू शकतात हे मला माहीत नव्हते.

सगळ्यात आश्चर्याची गोष्ट म्हणजे हे डोंगळे आपल्या छोट्या पिलांचा (अळ्यांचा) उपयोग घर बनविण्यासाठी करतात. कितीतरी लाल डोंगळे तोंडात काहीतरी पांढऱ्या रंगाचे कण घेऊन जाताना आपण पाहिले असेल. त्या कामकरी डोंगळ्यांच्या तोंडातील तो पांढरा कण म्हणजे डोंगळ्यांच्या मादीने घातलेली अंडी असतात. ह्या अंड्यांतून अळ्या बाहेर पडतात आणि रेशीम बनविण्याचे काम त्या करू शकतात.

पक्षी एक एक काडी जमवून अंडी घालण्यापूर्वी आपलं घरटं तयार ठेवतात. मधमाशांमधील प्रौढ मधमाशा आपल्या शरीरातून मेण निर्माण करून एक मजबूत पोळं तयार करतात. पण ह्या डोंगळ्यांची गोष्टच वेगळी ! कामकरी डोंगळ्यांची फौज. आपल्या तोंडात, अंड्यांतून नुकत्याच बाहेर पडलेल्या पिलांना घेऊन पानांची जोडणी करण्याच्या कामाला लागते. त्या वेळी काही श्रमिक डोंगळेही त्यांना पानं आणून द्यायला मदत करतात. ह्याच वेळी डोंगळ्यांच्या तोंडात असलेली पिले (लार्वा) आपल्या

तोंडातून पांढऱ्या रंगाचा एक चिकट पदार्थ बाहेर काढू लागतात. डिकाची बाटली दाबल्यानंतर त्यातून जसा डिक बाहेर येतो ना अगदी त्या पद्धतीने त्यांच्या तोंडातून तो चिकट पदार्थ बाहेर पडत असतो. त्याच्या सहाय्यानेच ताबडतोब पाने एकमेकांना चिकटविली जातात. खरंतर हा पांढरा चिकट पदार्थ म्हणजे रेशीमच असते. त्या चिकट पदार्थाला हवा लागली की तो सुकतो आणि त्याचे चिवट असे रेशीम बनते.

ह्या लाल डोंगळ्यांमध्ये कामकरी डोंगळेही दोन प्रकारचे असतात. एका प्रकारचे डोंगळे पाने गोळा करून त्यांच्या कडा जुळवून देतात तर दुसऱ्या प्रकारचे डोंगळे पिलांना तोंडात दाबून पाने चिकटविण्याचे काम करतात. हे सर्व काम अगदी एखाद्या यंत्रप्रमाणे शिस्तीत चालू असते. डोंगळ्यांची फौजच्या फौज ह्या कामात मग्न असते.

हे डोंगळे आंब्याव्यतिरिक्त जांभूळ, करवंद, मोह वगैरे झाडांवरही आढळतात. बस्तर जिल्ह्यातील आदिवासी लोक ह्या डोंगळ्यांची अतिशय स्वादिष्ट चटणी बनवितात असेही एकले आहे. ❖❖

शैक्षिक संदर्भ अंक ३९ मधून साभार
लेखक : के. आर. शर्मा, होशंगाबाद येथे
एकलव्यच्या विज्ञान शिक्षण कार्यक्रमात सहभागी
अनुवाद : विनया शिराळकर,
अंधमित्र संस्थेच्या कार्यकर्त्या .

ईरेन क्युरी

लेखक : अनिल लचके

रसायनशास्त्रामध्ये नोबेल पुरस्कार मिळवलेल्या महिला एका हाताच्या बोटांवर मोजता येतील एवढ्या आहेत. फक्त तीन! त्यातीलही दोन पुरस्कार माय-लेकींनी मिळवलेले होते. मारी क्युरी आणि ईरेन क्युरीचे पती फ्रेदरिक झाल्यो आणि वडील प्येअर क्युरी यांनाही नोबेल पुरस्कार प्रदान करण्यात आला होता. एकाच कुटुंबातील या चौघा वैज्ञानिकांना एकूण पाच नोबेल पुरस्कार मिळालेले होते. मारी क्युरी यांना १९०३ मध्ये भौतिकशास्त्रामध्ये नैसर्गिक किरणोत्सर्गाचा शोध लावल्याबद्दल एक आणि १९११ मध्ये रसायनशास्त्रामध्ये पोलोनियम-रेडियम यांचा शोध लावल्याबद्दल आणखीन एक नोबेल पुरस्कार मिळालेला होता. वैज्ञानिक क्षेत्रातील दोन भिन्न विषयात दोन वेळा तो सर्वोच्च मान मिळविणाऱ्या त्या एकमेव महिला वैज्ञानिक होत्या.

विद्वत्तेने भारलेल्या, पण अत्यंत नम्र-कष्टाळू अशा कुटुंबामध्ये ईरेन क्युरी यांचा जन्म १२ सप्टेंबर १८९७ रोजी झाला. त्या वर्षी बेक्वेरेल आणि क्युरी पती-पत्नींना काही मूलद्रव्यांमधून किरणोत्सर्जन होते, हे निश्चित

समजले. ईरेनचा जन्म झाल्यानंतर एका आठवड्यामध्ये मारी क्युरी पुनश्च प्रयोगशाळेमध्ये संशोधन करण्यासाठी रूजू झाल्या. ईरेन हळुहळू मोठी होऊ लागली. विद्यालयीन शिक्षणात तिने उत्तम प्रगती करून दाखवली - पण महाविद्यालयीन शिक्षण चालू असताना बरेच अडथळे आले. कारण १९१४ साली पहिल्या महायुद्धाची ठिणगी पेटलेली होती. मग ईरेनने आईच्या हाताखाली प्रयोग करण्यासाठी नोकरी पत्करली. वैद्यकशास्त्रात किरणोत्सर्जनाचा कसा उपयोग करून घेता येईल, याबद्दल ती मंडळी प्रयत्नशील होती. त्यांना उपयुक्त निष्कर्षही मिळत होते. या निष्कर्षाबद्दल ईरेनला १९२५ मध्ये पॅरिस रेडियम इन्स्टिट्यूटची पी.एच.डी. मिळाली. पोलोनियममधून धनभारित अल्फाकणांचे उत्सर्जन कसे होते या संबंधी त्यांनी प्रबंध लिहिलेला होता. पुढच्याच वर्षी त्यांचा विवाह त्यांच्या प्रयोगशाळेतील तरूण संशोधक झाल्यो फ्रेदरिक यांच्याबरोबर झाला. फ्रेदरिक हे मूळचे अभियांत्रिकी विषयाचे होते; पण भौतिकी आणि रसायनशास्त्रामध्ये ते खूपच रमायचे. म्हणूनच

त्यांनी मारी क्युरी यांच्या मार्गदर्शनाखाली संशोधन सुरू केले. ईरन आणि फ्रेदरिक यांनी त्यांचे लक्ष पूर्णपणे 'किरणोत्सर्जन' या विषयावरती केन्द्रीभूत केले. संशोधन चालू असताना प्रक्रियांचा रासायनिक दृष्टिकोनातून फ्रेदरिक विचार करायचे. ईरन क्युरी त्यांच्या प्रयोगांचा भौतिकशास्त्राच्या दृष्टीने विचार करायची. १९३० साली फ्रेदरिक यांनाही डॉक्टरेट पदवी मिळाली.

वैज्ञानिक क्षेत्रातही कठोर परिश्रमांना दैवाची साथ मिळावी लागते, तशी मात्र त्या दोघांना मिळाली नाही. कारण १९३२ मध्ये न्यूट्रॉनकणांचा शोध त्यांना लागलेलाच होता. तथापि त्याची खातरजमा करण्याच्या आतच न्यूट्रॉनचे श्रेय सर जेम्स चॅडविक यांच्या पदवी पडले. पुढील वर्षीच, म्हणजे १९३३ मध्ये फ्रेदरिक आणि ईरन यांना पॉझिट्रॉनचा सुगावा लागला - पण त्यांचे काम प्रकाशित व्हायच्या आतच कार्ल डेव्हिड अँडरसन यांनी त्या शोधाचे श्रेय मिळवले.

या दोन्ही शोधांना १९३५ आणि १९३६ साली नोबेल पुरस्कार लाभला. दैव हे काही फार वेळ कोणावरही रूसून बसत नाही. कारण १९३४ मध्ये ईरन आणि फ्रेदरिक यांनाही 'ब्रेक-थ्रू' मिळाला.

कोणत्याही पदार्थावर उष्णता, हवेचा दाब, रासायनिक प्रक्रिया यांचा काही ना

काहीतरी परिणाम नक्की होत असतो; परंतु पदार्थ जर किरणोत्सर्गी असेल तर त्या गुणधर्मावर मात्र बाह्य दबावाचा काहीच परिणाम होत नाही. हजारो अंश तापमान असो किंवा वातावरणाच्या कित्येक पट अधिक दाब असो; अणुकेंद्राची रचना त्यामुळे बदलत नाही. सर्व प्रकारच्या रासायनिक प्रक्रियांमध्ये सर्व अणुकेंद्रक (किंवा अणुगर्भ) जसे होते, तसेच राहातात; पण फ्रेदरिक आणि ईरन यांनी जोरदार प्रयत्न करून अणुकेंद्रक बदलण्यात यश मिळवले. याचाच अर्थ एखाद्या मूलद्रव्याचे दुसऱ्या एखाद्या मूलद्रव्यात (किंवा आयसोटोप/समस्थानिकात) रूपांतर करता येते, हे सिद्ध झाले.

हे शक्य होण्यासाठी अत्यंत गुंतागुंतीची रचना असलेल्या अणुभट्टीची किंवा अवाढव्य सायक्लोट्रॉनची आवश्यकता असते, कारण अणुगर्भ भेद करण्यासाठी अतिवेगवान गती प्राप्त करून प्रोटॉन-न्यूट्रॉन या कणांचा दणका द्यावा लागतो. रसायनशास्त्रातील या शाखेला 'केंद्रक रसायनशास्त्र' म्हणतात.

किरणोत्सर्गी मूलद्रव्य हे केवळ निसर्गतःच सापडते, अशी त्या काळी समजूत होती. त्यामुळे कृत्रिमरीत्या ते करण्याचा प्रश्नच उद्भवत नव्हता. १५ जानेवारी १९३४ रोजी एक किरणोत्सर्गी समस्थानिक मूलद्रव्य

*आयसोटोप : समस्थानिक म्हणजे तेच मूलद्रव्य पण त्याचा अणुभार कमी किंवा जास्त असू शकतो.

(आयसोटोप*) ईरन आणि फ्रेडरिक यांनी बनवून दाखवले. त्यांच्या या अभूतपूर्व कर्तबगारीकडे साऱ्या जगाचे लक्ष वेधले गेले.

थोरियम, युरेनियम सारखी जास्त अणुभार असणारी मूलद्रव्ये सामान्यतः किरणोत्सर्गी असतात. तुलनात्मक दृष्टीने नायट्रोजन, फॉस्फरस यांचा अणुभार बराच कमी आहे. अशी मूलद्रव्ये किरणोत्सर्गी करण्याची किमया ईरन आणि फ्रेडरिकने करून दाखवली. अल्युमिनियमवर धनभारित अल्फा कणांचा जोरदार मारा केला तर काय होते, याचा मागोवा ते घेत होते. अशाच तऱ्हेचे प्रयोग रदरफोर्ड यांनीही बरीच वर्षे करून पाहिले होते. बऱ्याच विविध सोपस्कारानंतर त्यातून किरणोत्सर्गी फॉस्फरस तयार झाले. तसे फॉस्फरस निसर्गात सापडत नाही. ईरन आणि फ्रेडरिक यांनी मात्र अभिनव पद्धतीने अनेक मूलद्रव्ये किरणोत्सर्गी करून दाखवली. त्यानंतर जगातील विविध प्रयोगशाळांमध्ये इतर संशोधकांनी ईरन-फ्रेडरिक यांच्या पद्धतीनुसार किरणोत्सर्गी समस्थानिके बनवून पाहिली. त्यांचा उपयोग वैद्यकशास्त्र, औद्योगिक क्षेत्र, संशोधन, संरक्षण अशा विविध शाखांमध्ये होऊ लागला. अशा 'नव्या' मूलद्रव्यांना नाव कोणते द्यायचे, असा एक प्रश्न निर्माण झाला होता. अखेरीस 'किरणोत्सर्गी नायट्रोजन - फॉस्फरस, आयोडिन' अशी रोखठोक नावे

देण्यात आली.

बरीच किरणोत्सर्गी मूलद्रव्ये फार टिकाऊ नसतात. त्यांची किरणोत्सर्जन करण्याची क्षमता कमी होत जाते. उदाहरणार्थ 'किरणोत्सर्गी नायट्रोजन'ची उत्सर्जनशक्ती फक्त १५ मिनिटात निम्मी होते. ईरन आणि फ्रेडरिक यांनी किरणोत्सर्गी समस्थानिकांचे रासायनिकदृष्टीनेही पृथःकरण करून, त्यांचा शोध अचूक असल्याची खातरजमा करून घेतली. पोलोनियम पासून उत्सर्जित होणाऱ्या धनभारित अल्फाकणांचा अभ्यासही त्यांनी चालूच ठेवलेला होता. त्या अभ्यासाचा खरा उपयोग सर चॅडविक यांना न्यूट्रॉनचा शोध लावण्यासाठी झाला. योगायोगाची गोष्ट म्हणजे १९३५ मध्ये सर जेम्स चॅडविक यांना भौतिकशास्त्रातील नोबेल पुरस्कार मिळाला आणि त्याच वर्षी ईरन आणि फ्रेडरिक यांना रसायनशास्त्रातील नोबेल पुरस्कार मिळाला.

स्वतःच्या कन्येला आणि जावयाला नोबेल पारितोषिकाने सन्मानित करण्यात आलंय, ही सुवार्ता ऐकण्याचे भाग्य मारी क्युरी यांना लाभले नाही. कारण त्याच्या आदल्याच वर्षी, ४ जुलै १९३४ रोजी त्यांचे निधन झाले होते. ही अत्यंत दुर्दैवाची गोष्ट होती. मारी क्युरी यांचेच वैज्ञानिक कार्य आपण पुढे नेत आहोत, ही वस्तुस्थिती त्यांचे जावईबापू झाल्यो फ्रेडरिक जाणून होते, म्हणून त्यांनी आपल्या नावात 'क्युरी' हे आडनाव आणून बसवले. मारी क्युरी यांना

इरिन क्युरी १८९७ ते १९५६

रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९३५

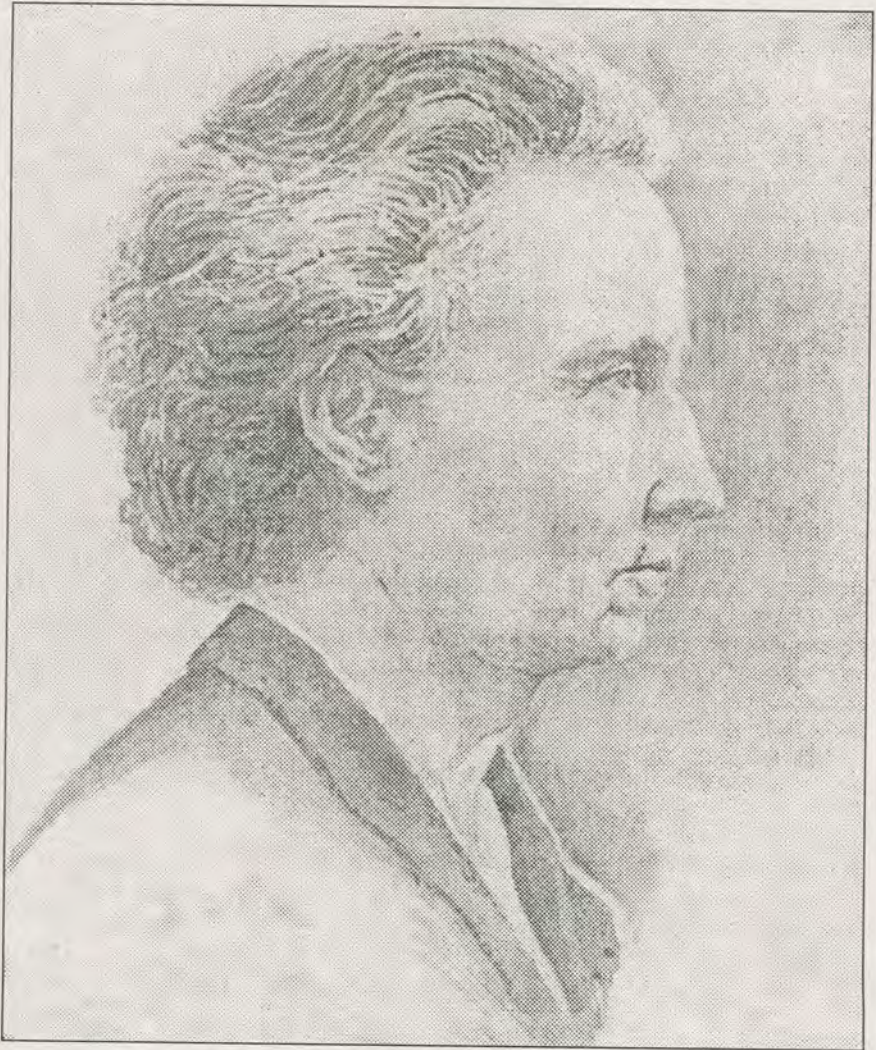


या क्षणी तुम्हीच विजेते ...

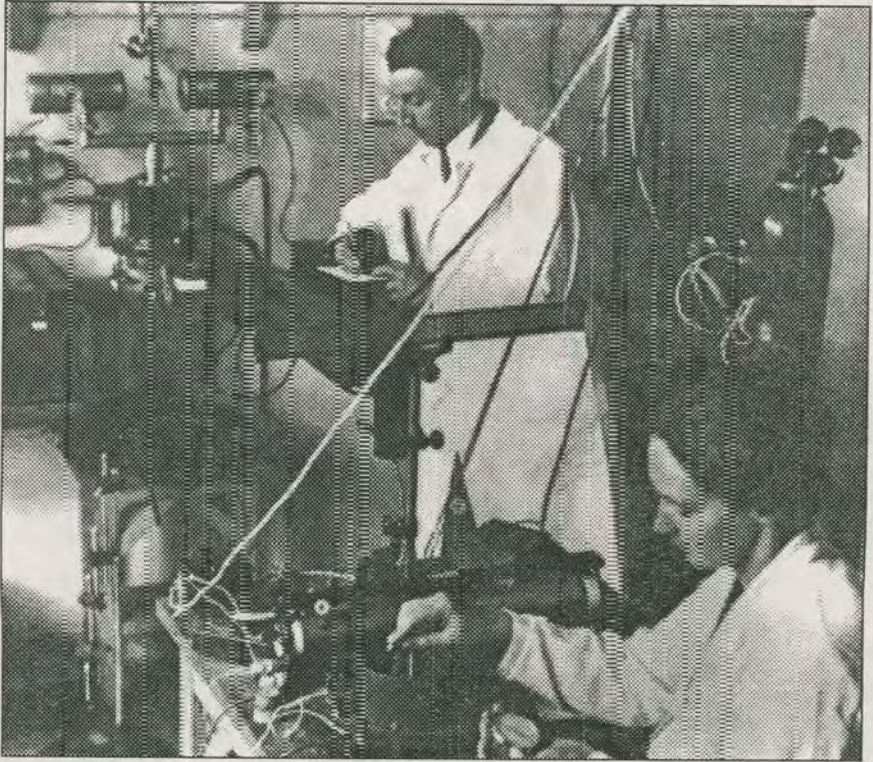
पुण्यातील एक ज्येष्ठ वैज्ञानिक प्रो. हरि जीवन अर्णीकर यांना तीन वर्षे (१९५५-५७) इरिन आणि फ्रेदरिक क्युरी यांच्या बरोबर संशोधन कार्यात भाग घेण्याचे भाग्य लाभलेले होते. १९५५ च्या नाताळमध्ये प्रो. अर्णीकरांना त्यांनी मेजवानी साठी घरी आमंत्रित केले होते. केवळ कुतुहल म्हणून त्यांनी इरिन क्युरीकडे नोबेल-पदक कसे असते, ते पाहाण्याची इच्छा व्यक्त केली. मग यजमानांनी एक लांब निळ्या मखमलीने सजवलेली पेटी त्यांच्या हातात दिली. त्यातील पाच सोन्याची मोठी पदके पाहून प्रो. अर्णीकर भारावून गेले आणि म्हणाले, "वा, पाच नोबेल पुरस्कार मिळवणारे तुमचे कुटुंब अत्यंत महान आहे!" यावर प्रो. फ्रेदरिक म्हणाले, "प्रो. अर्णीकर, निदान या क्षणी तरी जगात ज्याच्या हाती पाच नोबेल पुरस्कार आहेत, असे तुम्ही एकमेव आहात!"

इरिन क्युरी १८९७ ते १९५६

रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९३५



इरिन क्युरी १८९७ ते १९५६
रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९३५



इरिन क्युरी आणि त्यांचे पती फ्रेडरिक झाल्यो (१९००-१९५८).
न्यूट्रॉनचा शोध लावूनही त्या शोधाचं श्रेय त्यांना मिळालं नाही. पण
१९३३ मधे त्यांनी प्रथमच दाखवून दिलं की अणुगर्भ भेद करण्यासाठी
किरणोत्सर्गाचा जोरदार मारा करून निसर्गतः उपलब्ध नसलेली
किरणोत्सर्गी मूलद्रव्ये मिळवता येतात.

इरिन क्युरी १८९७ ते १९५६

रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९३५



इरिन क्युरी आणि अल्बर्ट आईनस्टाईन

या अंकाचे हे मधले पान काढून इरिन क्युरी यांचे फोटो तुम्ही शाळेत किंवा घरात लावण्यासाठी वापरू शकता.

समस्थानिकांचा उपयोग

बऱ्याच कृत्रिम समस्थानिकांचा आज अनेक ठिकाणी वापर होत आहे. कार्बन-१४ (हे निसर्गात सापडते). या समस्थानिक मूलद्रव्यामुळे कोणत्याही वनस्पतीमध्ये प्रकाश संश्लेषणाची (फोटो सिंथेसिसची) साखळी प्रक्रिया कशी होत राहते, हे अभ्यासता येते. या मूलभूत प्रकियांवरती जीवसृष्टीचे अस्तित्व अवलंबून असते. किरणोत्सर्गी आयोडिन बनवता आले म्हणून थायरॉईड ग्रंथीतील हॉर्मोनचा अभ्यास सुलभ झाला. शरीरातील विविध प्रकियांचा मागोवा घेता आला. किरणोत्सर्गी फॉस्फोरसमुळे जीवसृष्टीतील चयापचयाच्या आणि इतर महत्त्वपूर्ण रासायनिक प्रकियांची साखळी कशी असते, हे कळले.

जावयांचा हा हट्ट पसंत नव्हता. कारण फ्रेडरिक हे स्वतःही खूप हुषार शास्त्रज्ञ होते. केवळ 'क्युरी' या नावामुळे त्यांना मान्यता मिळालेली नव्हती!

मारी क्युरी यांच्या निधनानंतर त्यांची कन्या ईरन हिलाच रेडियम इन्स्टिट्यूटची प्रमुख म्हणून नेमण्यात आले. ईरनची कर्तबगारी पाहता ते योग्यच झाले, असे म्हणायला हरकत नाही. त्यानंतर लागलीच त्यांना सरकारी शास्त्रीय संशोधनखात्यामध्ये उपसचिवाचा हुद्दा देण्यात आला. ईरनने पुढे फ्रेंच अपुर्जुर्जा समितीच्या संघटनेकरिता १९४६ पासून भरघोस योगदान दिले. त्यासाठी त्यांना त्यांच्या पतीचेही सहकार्य लाभले. तथापि, ईरन क्युरी यांची व्यक्तिगत मते साम्यवादी विचारसरणीची आहेत, असे सरकारला वाटले. साहजिकच, त्यांनी ईरनची नेमणूक सॉरबॉन विद्यापीठात प्राध्यापक

म्हणून केली. मोठ्या अधिकाराच्या पदावर त्यांनी काम पाहिलेले असले तरी त्यांचे खरे नाते हे प्रयोगशाळेतील संशोधनाशी जुळलेले होते. सातत्याने बरीच वर्षे त्यांनी किरणोत्सर्गी रसायने हाताळल्यामुळे त्यांना रक्ताचा कर्करोग झाला. त्यातच १७ मार्च १९५६ रोजी त्यांचा अंत झाला. त्यानंतर अडीच वर्षांनी, १४ ऑगस्ट १९५८ रोजी झाल्यो फ्रेडरिक क्युरी यांचेही निधन झाले. या दोघाही थोर संशोधकांना ५८ वर्षांचे आयुष्य लाभले. पण या कालावधीमध्ये मानवाला प्रगती करण्यासाठी उपयोगी पडेल असे महान कार्य त्यांनी करून दाखवले.



लेखक : अनिल लचके, राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाळा येथे शास्त्रज्ञ. वर्तमानपत्र, मासिकांत सातत्याने विज्ञान लेखन

पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत

सौर विद्युत

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या लेखांकात आपण सौर उर्जेपासून उष्णता मिळवून तिचा वापर करण्याचे विविध मार्ग पाहिले. या लेखात आपण सौर उर्जेपासून विद्युत उर्जा कशी मिळवतात ते पाहू. यासाठी आपल्याला अर्धवाहक आणि डायोड या संकल्पनांची ओळख करून घ्यायला हवी. (पुढील पानावर चौकट पहा.)

अर्धवाहक डायोड वर दृश्य प्रकाश पडला, तर सिलिकॉनच्या बंधामधील इलेक्ट्रॉन्स प्रकाशाची ऊर्जा शोषून घेतात, आणि तिचा वापर करून बंध तोडून मुक्त होतात. यामुळे डायोडच्या सर्व भागांत मुक्त इलेक्ट्रॉन्स व इलेक्ट्रॉन्सच्या कमतरता नव्याने निर्माण होतात. धन व ऋण भागांच्या सीमेवर असलेल्या अंतर्गत विद्युतक्षेत्रामुळे धन भागातील मुक्त इलेक्ट्रॉन्स ऋण भागाकडे ढकलले जातात, तर ऋण भागातील इलेक्ट्रॉनच्या कमतरता धन भागाकडे संक्रमित होतात. यामुळे ऋण भागात अतिरिक्त ऋण

भार, तर धन भागात अतिरिक्त धन भार जमा होतो. अशा स्थितीत डायोडच्या दोन टोकांमध्ये विद्युतवाहक तार जोडली, तर त्या तारेतून विद्युतवाहन होते. अशा रितीने डायोडवर पडणाऱ्या प्रकाश ऊर्जेमुळे विद्युतनिर्मिती होते. या तत्त्वाचा वापर करून सौर विद्युत घट (solar cells) बनवले जातात.

शेजारच्या चित्रात सौर विद्युत घटाची रचना दाखविली आहे. या ठिकाणी डायोडच्या दोन्ही टोकांना विद्युत सुवाहक धातूंचे जोड दिलेले आहेत, आणि विद्युतवाहक तार या जोडांना जोडलेली आहे. यापैकी वरच्या बाजूचा जोड जाळीच्या स्वरूपात आहे. यामुळे डायोडच्या जास्तीत जास्त पृष्ठभागावर सूर्यप्रकाश पडणे शक्य होते. या शिवाय या घटाला वरच्या बाजूने परावर्तनरोधक (antireflection) आवरणही दिलेले असते. यामुळे घटावर पडणारा

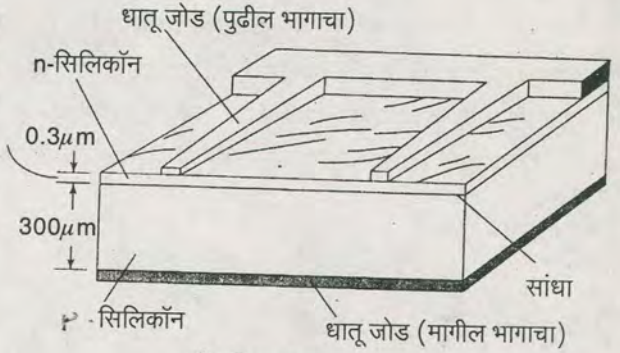
डायोड - द्विप्रस्थ (दोन इलेक्ट्रोड मिळून बनतो.) अर्धवाहक - सेमीकंडक्टर

जास्तीत जास्त सूर्यप्रकाश डायोड पर्यंत पोचवला जातो. अशा प्रकारच्या सौर विद्युत घटाद्वारे, पडणाऱ्या सौर ऊर्जेच्या २५-३० टक्के इतकी विद्युत ऊर्जा निर्माण करता येऊ शकते.

● सौर ऊर्जेपासून विद्युत ऊर्जा निर्माण करणाऱ्या

प्रणालीचा सर्वात महत्त्वाचा घटक असतो सौर घट. असे अनेक सौर घट एकाला एक जोडून बनवलेले सौर फलक (solar Panel), आणि असे अनेक सौर फलक एकमेकांना जोडून बनवलेल्या सौर फलक माला (solar panel arrays). याबरोबरच प्रणालीत असणारे इतर घटकही महत्त्वाचे असतात.

● यातला दुसरा महत्त्वाचा घटक म्हणजे, सौर फलकांवर जास्तीत जास्त सूर्यप्रकाश पडावा यासाठी वापरलेल्या यंत्रणा. या यंत्रणा दोन प्रकारच्या असू शकतात. एक म्हणजे, सूर्याच्या आकाशातील बदलत्या स्थानाप्रमाणे सौर फलकाची दिशा आपोआप बदलण्यासाठी काही यांत्रिक किंवा इलेक्ट्रॉनिक यंत्रणा वापरता येतात. दुसरे म्हणजे, अन्वस्ताकार परावर्तक आरशांचा वापर करून सौर फलकावर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशाची तीव्रता वाढवता येते.



सौर विद्युत घट

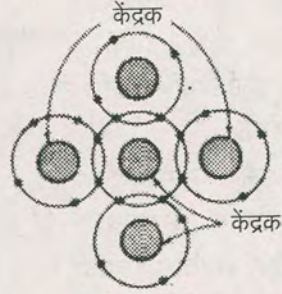
● सौर विद्युत प्रणालीतील आणखी एक महत्त्वाचा घटक म्हणजे निर्माण झालेल्या विजेच्या साठवणुकीची यंत्रणा. सौर प्रणालीद्वारे विद्युतनिर्मिती केवळ पुरेसा सूर्यप्रकाश उपलब्ध असेल तेव्हाच होऊ शकते. याउलट विजेची गरज मात्र केव्हाही आणि कितीही असू शकते. त्यामुळे सौर विद्युत प्रणाली जर व्यवहारात उपयोगी पडायला हवी असेल, तर आवश्यकतेनुसार पाहिजे तेव्हा पाहिजे तितका वीज पुरवठा करण्याची क्षमता असायला हवी. काही ठिकाणी सौर विद्युत प्रणाली मुख्य विद्युत परिमंडलाला (main electric grid) जोडलेली असते. अशावेळी जेव्हा प्रणाली विद्युतनिर्मिती करते, तेव्हा अतिरिक्त वीज परिमंडलाला दिली जाते, आणि रात्रीच्या वेळी किंवा ढगाळ वातावरणात प्रणाली जेव्हा बंद असते, तेव्हा परिमंडलाकडून आवश्यकतेनुसार वीज घेतली जाते.

अर्धवाहक (Semiconductor) डायोड

कोणत्याही अणूभोवती इलेक्ट्रॉन ठराविक कक्षांमध्ये फिरत असतात. (आकृती १) एखादा अणू इतर अणूंबरोबर कशा प्रकारे बंध बांधेल, हे त्या अणूच्या सर्वात बाहेरच्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉनांच्या संख्येवर (म्हणजेच अणूच्या संयुजेवर) अवलंबून



१ अणूची (बोर) रचना



२ सहसंयुजी बंध

असते. सिलिकॉन या अणूमध्ये सर्वात बाहेरच्या कक्षेची क्षमता आठ इलेक्ट्रॉन्स इतकी आहे, पण त्यात असतात फक्त चार इलेक्ट्रॉन्स. या मुळे सिलिकॉनच्या दोन अणूमध्ये covalent (सहसंयुजी) बंध निर्माण हातो. या बंधात दोन्ही अणूंच्या बाहेरच्या कक्षांमधील चार-चार इलेक्ट्रॉन्स एकत्रपणे दोन्ही अणूंची समाईक मालमत्ता बनतात. (आकृती २)

सिलिकॉनचा स्फटिक हा एक अर्धवाहक पदार्थ आहे. अर्धवाहक म्हणजे असा पदार्थ



४ 'n' अर्धवाहक

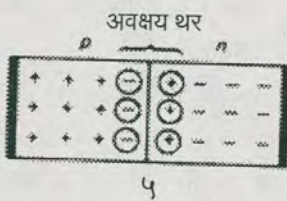


३ 'p' अर्धवाहक

ज्याची संरचना विजेच्या दुर्वाहकाप्रमाणेच असते. मात्र सामान्य तापमानाला त्यातून कार्ही प्रमाणात विजेचे वहन होऊ शकते. समजा, सिलिकॉनच्या स्फटिकातला एखादा सिलिकॉन अणू काढून त्याच्या जागी बाहेरच्या कक्षेत पाच इलेक्ट्रॉन असलेला फॉस्फरससारखा अणू घातला, तर या ठिकाणी सिलिकॉनचे चार व फॉस्फरसचे चार असे आठ इलेक्ट्रॉन एकत्र होऊन Covalent बंध तयार होतो, आणि फॉस्फरसमधला उरलेला एक इलेक्ट्रॉन स्फटिकात मुक्त इलेक्ट्रॉन (Free electron) म्हणून वावरायला मोकळा होतो. या मुक्त इलेक्ट्रॉनच्या अस्तित्वामुळे स्फटिकाची विद्युतवाहकता वाढते. अशा प्रकारे चार संयुजा असलेल्या सिलिकॉनच्या स्फटिकात पाच संयुजा असलेले फॉस्फरससारखे अणू घुसवून बनवलेल्या अर्धवाहकांना ऋण प्रकारचे अर्धवाहक (n type semiconductor) म्हणतात. कारण या अर्धवाहकाची वाहकता त्यात उपलब्ध असलेल्या मुक्त इलेक्ट्रॉन्सच्या - म्हणजेच ऋण कणांच्या - संख्येवर अवलंबून असते (आकृती ३)

सिलिकॉनची विद्युतवाहकता वाढवण्याचा आणखी एक मार्ग आहे. तो म्हणजे, सिलिकॉनच्या स्फटिकात संयुजा तीन असलेले बोरॉनसारखे अणू घुसवणे. या परिस्थितीत सिलिकॉन व बोरॉन अणूंमधील Covalent बंधात एका इलेक्ट्रॉनची कमतरता रहाते. बाह्य विद्युतक्षेत्राच्या प्रभावाखाली जणू काही या धनभारित कमतरतांचा (holes) प्रवाहच स्फटिकात निर्माण होतो. अशा प्रकारच्या अर्धवाहकांना धन प्रकारचे (p-type) अर्धवाहक म्हणतात. (आकृती ४)

सिलिकॉनच्या एकाच स्फटिकात जर निम्मा भाग ऋण प्रकारचा आणि उरलेला



निम्मा भाग धन प्रकारचा असेल, तर या रचनेला अर्धवाहक डायोड असे म्हणतात.

ज्या ठिकाणी ऋण व धन भाग एकत्र येतात, त्या सांध्यावर मुक्त इलेक्ट्रॉन ऋण भागाकडून धन भागाकडे, तर धनभारित कमतरता धन भागाकडून ऋण

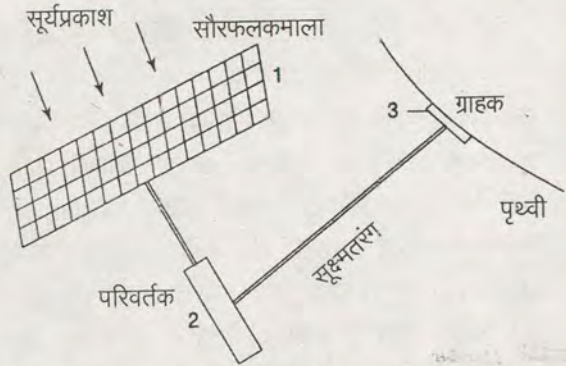
भागाकडे संक्रमित होतात. यामुळे सीमारेषेजवळ धन भागात ऋणभारित आयन व ऋण भागात धनभारित आयनांच्या भिंती तयार होतात. या भिंतीमुळे मुक्त इलेक्ट्रॉन्स व कमतरतांच्या सीमारेषा ओलांडण्यास विरोध करणारे असे एक अंतर्गत विद्युतक्षेत्र निर्माण होते. (आकृती ५)

मात्र बहुतेक वेळा विद्युत निर्मिती होत असताना अतिरिक्त विजेवर बॅटरी विद्युतभारित करून ठेवणे, आणि गरज लागेल तेव्हा ही साठवलेली वीज वापरणे सोयीचे ठरते.

● सौर विद्युत घटांद्वारे केली जाणारी वीज D.C. (एकदिश) असते,

तर बहुतेक सर्व उपकरणांना वीज लागते ती A.C. (प्रत्यावर्ति) स्वरूपात. त्यामुळे D.C.चे A.C. मध्ये रूपांतर करण्याची इलेक्ट्रॉनिक यंत्रणा हाही सौर विद्युत प्रणालीतला एक आवश्यक घटक आहे.

सौर विद्युत घटामागची संकल्पना समजून घेण्यासाठी आपण स्फटिकी सिलिकॉनचे उदाहरण घेतले असले, तरी प्रत्यक्षात विविध प्रकारचे अर्धवाहक पदार्थ यासाठी वापरता येतात. अलिकडे तर विशिष्ट प्रकारचे प्लॅस्टिक वापरून सौर विद्युत घट बनवण्यात संशोधकांनी यश मिळवले आहे. कमीत कमी खर्चात जास्तीत जास्त कार्यक्षमता असलेले विद्युतघट बनवण्यासाठी आजही जगभरातील प्रयोगशाळांमध्ये संशोधन चालू आहे. किंबहुना इतर कोणत्याही पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोतापेक्षा या एका विषयावरील संशोधनाला सर्वाधिक अर्थसहाय्य आणि सर्वाधिक प्रसिद्धी मिळाली आहे, याचे कारण म्हणजे सौर



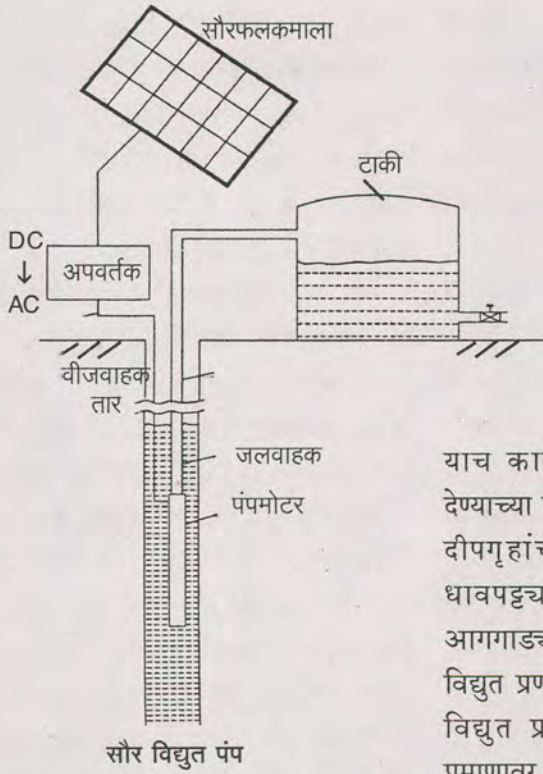
उपग्रहावर सौर विद्युत निर्मिती

विद्युत प्रणालींचे विविध संभाव्य उपयोग.

तांत्रिक दृष्ट्या पाहिलं तर, जिथे कुठे भरपूर सूर्यप्रकाश उपलब्ध आहे, अशा कोणत्याही ठिकाणी, विजेची कोणत्याही प्रकारची गरज भागवण्यासाठी सौर विद्युत प्रणाली वापरता येऊ शकते. पण व्यवहारात अजूनही या प्रणालीचा खर्च पारंपरिक विद्युत निर्मितीपेक्षा कितीतरी जास्त असल्याने या प्रणालींच्या वापरावर मर्यादा पडतात. तरीही आजही सौर विद्युत प्रणालींचे व्यवहार्य असे अनेक उपयोग आहेत.

अलिकडे सौरघटांवर चालणारे कॅलक्युलेटर्स, घड्याळे इ. उपकरणे बाजारात सर्वसामान्यांनाही परवडण्याजोग्या किमतीना उपलब्ध आहेत.

१९५० च्या दशकापासून अंतराळात सोडल्या जाणाऱ्या उपग्रहांमध्ये आणि यानांमध्ये ऊर्जास्रोत म्हणून सौर फलक वापरले जात आहेत. या ठिकाणी किंमत हा मुद्दा तुलनेने गौण ठरतो. कमी वजन आणि



दीर्घकाळ न बिघडता काम करण्याची क्षमता या दोन वैशिष्ट्यांमुळे सौर विद्युत प्रणालींनी इथे इतर यंत्रणांवर बाजी मारली आहे.

दुर्गम ठिकाणी किंवा वाईट हवामानाच्या ठिकाणी मुख्य परिमंडलापासून वीज नेणे जिकीरीचे आणि खर्चाचे असते आणि स्थानिक पातळीवर पारंपरिक पद्धतींनी विद्युतनिर्मिती करायची झाल्यास त्यासाठी लागणारे इंधन व यंत्रसामुग्री लांबून आणावी लागते. अशा ठिकाणी स्थानिक गरजा पुरवण्यासाठी सौर विद्युत प्रणाली वापरणे फायद्याचे ठरते. विशेषतः देशाच्या इतर

भागांशी संपर्क ठेवण्याच्या यंत्रणा (communication system) कोणत्याही परिस्थितीत चालू ठेवणे आवश्यक असते. सौर ऊर्जा प्रणालीत हलणारे भाग नसल्याने देखभालीची व दुरुस्तीची फारशी गरज पडत नाही, ही गोष्ट अशा उपयोगांमध्ये महत्त्वाची ठरते.

याच कारणांसाठी धोक्याच्या सूचना देण्याच्या विविध यंत्रणा (भोंगे, समुद्रातील दीपगृहांचे दिवे, विमानतळाच्या धावपट्ट्यांवरील दिशादर्शक दिवे, आगगाड्याची निशाणे) यासाठीही सौर विद्युत प्रणालीचा वापर केला जातो. सौर विद्युत प्रणालींचा अलिकडे मोठ्या प्रमाणावर होऊ लागलेला उपयोग म्हणजे रस्त्यावरचे दिवे लावणे. दिवसा सौर फलकाद्वारे विद्युत निर्मिती करून बॅटरीत साठवून ठेवली जाते. आणि रात्री ही वीज वापरून दिवे चालवले जातात.

मात्र सौर ऊर्जेच्या अशा वापरांमध्ये निर्माण झालेली वीज साठवून ठेवण्याची यंत्रणा ही न बिघडता काम करत रहाणे अत्यंत आवश्यक असते. त्यामुळे प्रणालीत वापरलेल्या बॅटरीची देखभाल चांगल्या प्रकारे ठेवावी लागते. देखभालीची अजिबात गरज नसलेल्या आणि किमतीने कमी अशा बॅटऱ्या बनवण्यात म्हणावे तितके यश न आल्याने

सौर विद्युत प्रणालींच्या अशा उपयोगांवर अजूनही मर्यादा पडलेल्या आहेत.

शेतीच्या कामाला सौर प्रणाली महत्त्वाचा हातभार लावू शकतात. विशेषतः पाणी उंच जागी चढवण्यासाठी तर ही प्रणाली फारच उपयुक्त आहे. शेताला सर्वात जास्त पाण्याची गरज असते. उन्हाळ्याच्या दिवसात, आणि याच काळात स्वच्छ सूर्यप्रकाशही मुबलक प्रमाणात उपलब्ध असतो. या उपयोगांमध्ये वीज साठवून ठेवण्याचाही प्रश्न येत नाही. जेव्हा सूर्यप्रकाश असेल तेव्हा दरीतून किंवा विहिरीतून पाणी उचलून उंचावर बांधलेल्या टाक्यांमध्ये साठवून ठेवता येते. जेव्हा पाण्याची गरज असेल तेव्हा गुरुत्वाकर्षणाचा वापर करून शेतात पाहिजे तसे पाणी फिरवता येते. या शिवाय स्वयंचलित सिंचन यंत्रणा, हरितगृहातील नियंत्रक यंत्रणा, विजेची कुंपणे इ. विविध यंत्रणांना ऊर्जा पुरवण्यासाठी सौर विद्युत प्रणालींचा वापर केला जातो.

आपल्या आजच्या जीवनशैलीत आपण वीज या स्वरूपातील ऊर्जेचा मोठ्या प्रमाणावर वापर करतो. दुर्गम तसेच मागासलेल्या भागांच्या विकासात त्या ठिकाणची विजेची उपलब्धता हा एक कळीचा घटक असतो. सौर विद्युत प्रणालींचे तंत्रज्ञान उपलब्ध झाल्याने अगदी गरीब व मागासलेल्या विकसनशील देशांतही ग्रामीण भागाचे विद्युतीकरण झपाट्याने होत आहे. विकसित देशांतही इमारतींवर सौर फलक

बसवून त्या इमारतीतील विविध यंत्रणांना लागणारी वीज तिथल्या तिथेच निर्माण करायची, असा एक नवा प्रवाह आला आहे. त्यातूनच सौर फलकांच्या स्वरूपातील कौले, भिंती, पडदे, इ. नाविन्यपूर्ण उत्पादने बाजारात येऊ लागली आहेत.

सौर ऊर्जेपासून उष्णता आणि वीज या दोन स्वरूपातील ऊर्जा मिळवण्याचे तंत्रज्ञान संशोधकांनी विकसित केले आहे, आणि आज व्यावहारिक पातळीवरही ही तंत्रे यशस्वी ठरत आहेत. सातत्याने चालू असलेल्या संशोधनाद्वारे सौर विद्युत प्रणालींच्या निर्मितीचा आणि त्या चालवण्याचा खर्च कमी कमी होत आहे. त्याचबरोबर या प्रणालींचे नवेनवे उपयोगही सापडत आहेत, आणि आधीपासून होत असलेल्या वापराची व्याप्ती वाढते आहे. पण तरीही सौर ऊर्जेच्याही काही मर्यादा आहेत, हे नाकारता येणार नाही. तेव्हा सौर ऊर्जा म्हणजे आपल्या इंधनांच्या सर्व समस्यांवर रामबाण उपाय, असे म्हणणे अतिशयोक्तीचे ठरेल. मात्र खनिज इंधने संपल्यावर येऊ घातलेल्या पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोतांच्या युगात सौर ऊर्जेला मानाचे स्थान असणार, यात शंका नाही.



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, श्रीमती काशीबाई नवले कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग (फॉर गर्ल्स) येथे पदार्थविज्ञान शिकवतात.

अभिनंदन

अंक तयार होत असतनाच एक अतिशय आनंदाची बातमी हाती आली आहे. ऊर्जा पुनर्वापर आणि पर्यावरण क्षेत्रामधील कामाला दिले जाणारे आंतरराष्ट्रीय पातळीवरचे सर्वोच्च पारितोषिक - 'अॅशडेन अॅवॉर्ड' आरती संस्थेचे डॉ. आ. दि. कर्वे यांना मिळाले आहे. १४ मार्च २००२ रोजी लंडन येथे हा समारंभ झाला.

डॉ. आ. दि. कर्वे आणि डॉ. प्रियदर्शिनी कर्वे यांनी केलेल्या उसाच्या पाचटापासून इंधन तयार करण्याच्या संशोधनाला हा पुरस्कार मिळाला आहे.

संदर्भ आणि पालकनीती परिवार मधील आम्हा सर्व सहकान्यांकडून हार्दिक अभिनंदन.



पाचटापासून इंधन तयार करण्यासाठी बनविलेली भट्टी

चंद्रकला दर्शन

लेखक : वि. गो. काळे

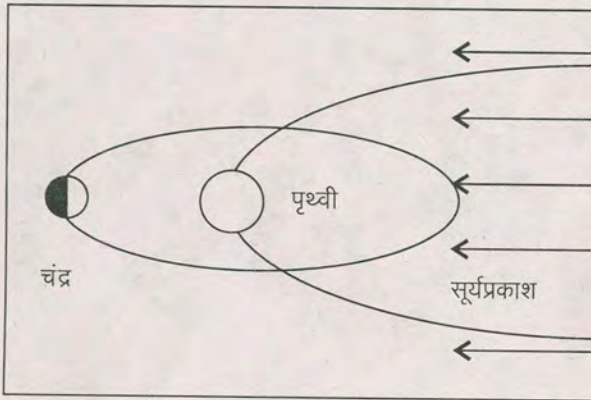
चंद्र हा पृथ्वीचा उपग्रह आहे. तो पृथ्वीभोवती फिरत असतो. चंद्र पृथ्वीच्या एवढा जवळ आहे की सूर्यपेक्षा लहान असूनही पृथ्वीवरून सूर्य व चंद्र सारख्याच आकाराचे दिसतात. चंद्र जेवढ्या काळात पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करतो तेवढाच काळ त्याला स्वतःभोवती फिरण्याकरता लागतो म्हणून आपल्याला नेहमी चंद्राची एकच बाजू दिसते. हे सगळं विज्ञानाच्या पुस्तकात वाचलेलं तुम्हाला आठवत असेल. आपल्याला रोज रात्री चंद्राचा आकार बदलताना दिसतो. यालाच

चंद्राच्या कला असे म्हणतात. खरं तर चंद्राचा आकार बदलत नसतो पण आपण पृथ्वीवरून पहात असताना चंद्राचा किती सूर्यप्रकाशित भाग आपल्याला दिसेल यावरून त्याचा आकार ठरतो. म्हणूनच चंद्राच्या कला दिसतात.

पौर्णिमेच्या दिवशीचा पूर्ण चंद्र तुम्ही सर्वांनीच पाहिला असेल. काय स्थिती असते तेव्हा आकाशात? तेव्हा सूर्य आणि चंद्र पृथ्वीच्या विरुद्ध बाजूंना असतात. दोघांमध्ये 180° इतके अंतर असते. (आकृती १) म्हणूनच पृथ्वीवरून चंद्राचा संपूर्ण

सूर्यप्रकाशित भाग दिसतो.

दर दिवशी चंद्र सुमारे पाऊण तास उशिरा उगवतो आणि रोज ठराविक वेळेला निरीक्षण केल्यास आपल्याला त्याचे स्थानही बदललेले दिसते. पौर्णिमेच्या दिवशी जो 180° चा कोन सूर्य व चंद्र यांच्यात असतो तो हळूहळू कमी कमी होत



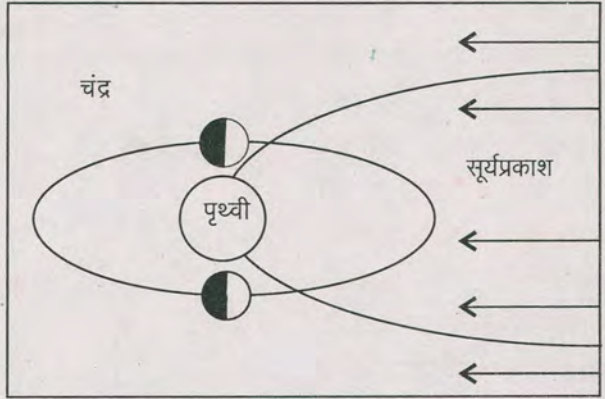
आकृती १

पौर्णिमेला पृथ्वीवरून चंद्राचा सूर्यामुळे प्रकाशित भाग पूर्ण दिसतो.

जातो. म्हणूनच पौर्णिमेनंतर चंद्राचा सूर्यप्रकाशित भाग कमी होताना दिसतो. आणि आपल्याला त्याचा आकार कमी होत असल्याचे दिसते.

आता 180° चे जर 15 भाग नाडले तर बारा अंशाचा प्रत्येक भाग होईल. म्हणजेच दर दिवशी चंद्र 12° ने

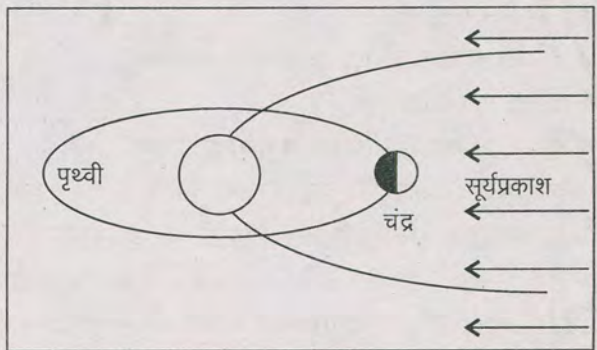
सरकलेला असतो. त्या प्रत्येक दिवसाला तिथी म्हणतात. प्रत्येक तिथीला चंद्राची स्थिती वेगवेगळी असते. ह्याच चंद्रकला. पौर्णिमेनंतर पहिल्या दिवशी प्रतिपदा, द्वितीया... अशा 15 तिथी कृष्ण पक्षात असतात. जेव्हा चंद्र, पृथ्वी व सूर्य एकमेकांशी काटकोनात (90°) असतात तेव्हा अर्धा चंद्र सूर्य प्रकाशित दिसतो. हीच अष्टमी तिथी (आकृती २) पंधराव्या दिवशी आकृती ३ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे चंद्र व सूर्य पृथ्वीच्या एकाच बाजूला येतात आणि चंद्राची अप्रकाशित बाजू पृथ्वीकडे येते म्हणून आपल्याला चंद्र दिसू



आकृती २ - शुक्ल व कृष्ण पक्षात अष्टमीला पृथ्वीवरून चंद्राचा अर्धा भाग प्रकाशित दिसतो.

शकत नाही. त्या स्थितीला अमावास्या म्हणतात.

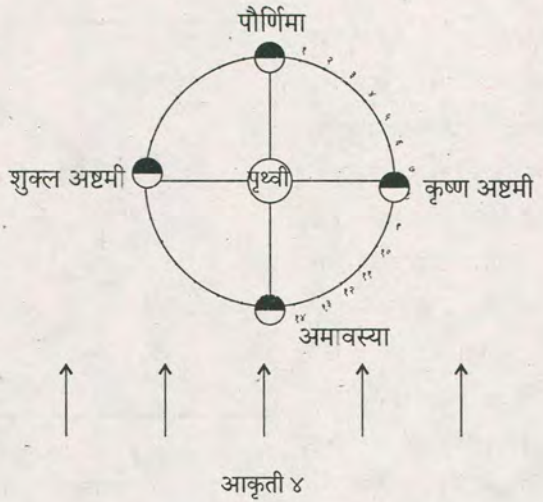
अमावस्येनंतर चंद्राचा आकार पुन्हा वाढू लागतो. हळूहळू त्याचा प्रकाशित भाग वाढत जातो. पुन्हा काटकोनाच्या स्थितीत अष्टमीचा अर्धा चंद्र दिसतो. प्रकाशमान भाग पुढे वाढत जाऊन पौर्णिमेला पूर्ण चंद्र



आकृती ३

अमावस्येला पृथ्वीवरून चंद्राचा प्रकाशित भाग अजिबात दिसत नाही.

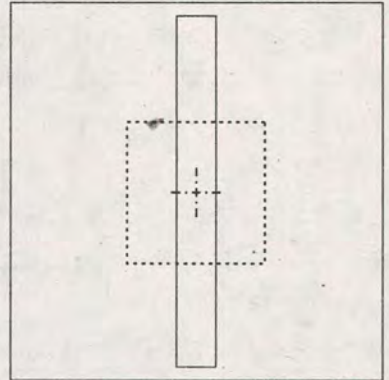
प्रकाशित होतो. हे १५ दिवस शुक्ल पक्षाचे असतात. अशा तऱ्हेने चंद्राचा १ महिन्याचा परिभ्रमण काळ असतो. भारतीय कालगणना ही चंद्राच्या परिभ्रमणावर आधारित आहे. अमावस्येनंतरची प्रतिपदा हा महिन्याचा पहिला दिवस आणि अमावास्या हा शेवटचा दिवस धरला जातो.



‘चंद्रकला दर्शक’

पौर्णिमा, अमावास्या किंवा इतर कोणत्याही तिथीला चंद्र कसा दिसेल हे प्रत्यक्ष दाखवू शकेल असे ‘चंद्रकलादर्शक’ उपकरण आपण तयार करू शकतो. हे भिंतीवर कॅलेंडरसारखे लावून ठेवता येईल.

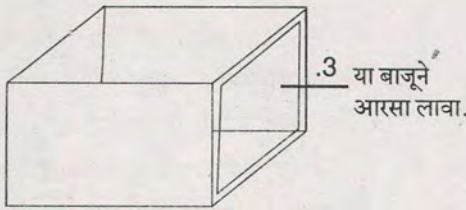
- साहित्य : १. थर्माकोलचा १ इंच जाडीचा तक्ता किंवा लाकडी फळी २ बाय २.५ फूट)
 २. लाकडी फूट पट्टी, जाड पुट्ट्याचे खोके
 ३. चेंडू, आरसा, खुंटी.
 ४. काळा घोटीव कागद, जोडण्याचे साहित्य, नटबोल्ट, फेवीकॉल इ.



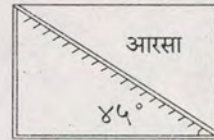
कृती - * जाड थर्माकोल तक्त्यावर किंवा

लाकडीफळीवर काळा रंग लावा किंवा काळा घोटीव कागद चिकटवा.

- * ह्या तक्त्यावर मध्यभागी जाड लाकडी फूटपट्टी नटबोल्टने बसवून घ्या. (आकृती ५)
 * जाड पुट्ट्याचे साधारण ३" x ३" x ४" मापाचे त्रिकोनी खोके घ्या. याची वरची बाजू उघडी ठेवा. एका बाजूचा पुढा कापून खिडकी तयार करा. आकृती ६
 * हे खोके पट्टीवर मधोमध चिकटवा. आता या खोक्यात बसणारा आरसा खोक्याच्या उघड्या बाजूकडे व खिडकीकडे तोंड करून ४५° कोनात तिरपा बसवा. आकृती ७

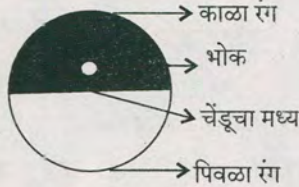


आकृती ६



आकृती ७

* खिडकीच्या समोरच्या बाजूला पट्टीच्या टोकाशी एक चेंडू नटबोल्टने सैलसर जोडायचा आहे. चेंडूच्या मध्यरेषेवर भोक न पाडता थोडे वरच्या बाजूस पाडा.

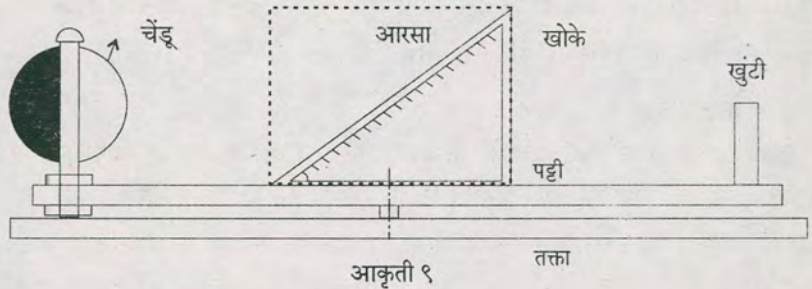


आकृती ८

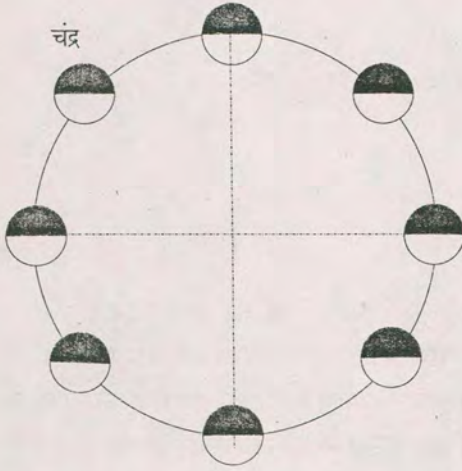
(आकृती ८) म्हणजे चेंडूची मध्यरेषा असणारी बाजू जड होऊन नेहमी खाली राहिल. ही चेंडूची बाजू 'पिवळ्या' रंगाने रंगवा व वरची हलकी बाजू काळ्या रंगाने रंगवा. भोकावर चेंडू नटबोल्टने पट्टीला जोडा.

* पट्टीच्या दुसऱ्या बाजूला एक खुंटी नटबोल्टने बसवा. खुंटीच्या बाजूकडे तक्त्यावर सूर्यकिरणे

चित्र काढा. आता आपला चंद्रकलादर्शक आकृती ९ प्रमाणे दिसेल.



* आता तक्ता भिंतीवर लावून टाका. आरसा डोळ्याच्या पातळीला यायला हवा चेंडूचा पूर्ण पिवळा भाग खिडकीसमोर असताना समोरून आरशात पूर्ण चंद्राची प्रतिमा दिसू लागेल. जसजसा चेंडू उजवीकडे घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेने नेऊ लागाल तसतसा समोरून आरशात दिसणारा चंद्र म्हणजे चेंडूचा प्रकाशित पिवळा भाग लहान लहान होत जाईल.



* लाकडी पट्टी जेव्हा आडवी होईल तेव्हा आरशात अर्धाच चंद्र दिसेल. अष्टमीची स्थिती पाहता येईल.

* पट्टी तशीच पुढे नेत गेल्यास चेंडू आता सूर्याच्या बाजूला म्हणजे खालच्या बाजूला जाईल व आरशात त्याची पिवळी बाजू दिसणार नाही. म्हणजेच अमावास्या होईल.

* चेंडू आता हळूहळू वर सरकावयाचा आहे. आरशात चंद्र थोडा थोडा मोठा होताना दिसेल.

* ९०° कोनात डाव्या बाजूला आला की शुक्ल अष्टमीचा अर्धा चंद्र पाहता येईल. चेंडू अजून पुढे आणल्यास पुन्हा पूर्ण चंद्र दिसू लागेल.

- आपल्याला सूर्य व चंद्र यांच्यामध्ये (पृथ्वीवर) असताना चंद्राचा आकार तक्त्यासमोर उभे राहून दिसावा यासाठीच आरशाचा उपयोग आहे. खोक्याची मोकळी बाजू डोळ्याच्या पातळीला येईल अशा उंचीवर तक्ता लावावा.

हे करून पहा -

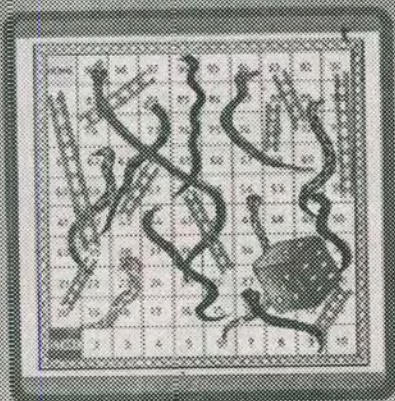
रोज रात्री ठराविक वेळेला चंद्राचे निरीक्षण करा. याची सुरुवात पौर्णिमेपासून करावी. त्यानंतर रोज चंद्र कोठे असतो ? किती वाजता उगवतो ? हे पाहता गेल्यास प्रत्येक तिथीची चंद्राची स्थिती लक्षात येईल. चंद्रकलादर्शक उपकरणावर काळ्या भागावर तिथीच्या खुणा केल्यास त्या तिथीला चंद्राची स्थिती, चंद्र, पृथ्वी व सूर्य यांच्यातील कोन समजू शकेल.



लेखक : वि.गो. काळे, निवृत्त शिक्षक, विज्ञानातील अवघड संकल्पना सोप्या करून सांगणारे खेळ व प्रतिकृती तसेच घरात सहज उपलब्ध होणाऱ्या गोष्टी वापरून साधने तयार करतात.

CSIR GOLDEN JUBILEE
SERIES

A MATTER OF CHANCE



K.D. PAVATE

छाप की काटा ?

पुस्तक परिचय : यशश्री पुणेकर

CSIIR, द कौन्सिल ऑफ सायन्टिफिक
अॅन्ड इन्डस्ट्रियल रिसर्च ह्या संस्थेची
स्थापना १९४२ मध्ये झाली. विज्ञानातील
अद्ययावत ज्ञानाची माहिती करून देणे आणि
त्याद्वारे देशाचा आर्थिक आणि औद्योगिक
विकास साधणे हे उद्देश मनात धरून संस्थेने
अनेक क्षेत्रात वैज्ञानिक संशोधन आणि
विकास यांचा पाया भक्कम केला आहे.

संस्थेने वेगवेगळ्या गोष्टींसाठीची राष्ट्रीय
पारेमाणे, चाचण्या आणि प्रमाणपत्रे देण्याची
सुविधा निर्माण केली आहे. विविध विषयांवर
काम करणाऱ्या ४१ प्रयोगशाळांद्वारे CSIR
आता देशभर कार्यरत आहे.

तरुण शास्त्रज्ञांच्या सहभागाशिवाय
वैज्ञानिक आणि तंत्रज्ञानातील विकास साधता
येणं केवळ अशक्य आहे हे ओळखून UGC

A Matter of Chance Author : K.D. Pavate Price : Rs. 30/-,
Publication : National Institute of Science Communication CSIR,
Dr. K. S. Krishnan Marg, New Delhi 110 012.

च्या सहकार्याने CSIR ने विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील पुस्तकांची मालिकाच प्रकाशित केली आहे. यातून दोन उद्देश साध्य होतात - एक म्हणजे विज्ञान, तंत्रज्ञानाबद्दल लोकांच्या मनात जागृती आणि कुतूहल निर्माण करणे आणि विज्ञानाच्या विविध शाखांची विस्तृत माहिती मिळाल्यामुळे तरुणांना त्या विषयात रस निर्माण होऊन आपला शैक्षणिक अभ्यासक्रम निवडणे सोपे जावे. डॉ. बाळ फोंडके यांनी संपादित केलेल्या या मालिकेत विविध विषयांवरील पुस्तके आहेत. उदा. हवामानशास्त्र, खगोलशास्त्र, लसीकरण, जैवतंत्रज्ञान आणि समुद्रशास्त्र.

A Matter of chance हे यातील एक पुस्तक. आपल्या दैनंदिन जीवनात, गणित, अर्थशास्त्र, सामाजिक शास्त्र आणि जीवशास्त्रात अनेक ठिकाणी एखादी घटना घडण्याची शक्यता नेहमी वर्तविली जाते. त्याला Probability : संभाव्यता असे म्हणतात. अर्थात या शब्दाला त्यामुळे फारच विविध अर्थ प्राप्त झालेत.

ह्या पुस्तकात संभाव्यता शब्दाची व्याप्ती शक्य तितक्या सोप्या शब्दात सांगितलेली आहे. त्याचं तत्त्व आणि काही वैशिष्ट्ये सोदाहरण उलगाडून दाखवली आहेत. या पुस्तकाचे लेखक Central Electronics Engineering Research Institute (CEERI) चे मुख्य श्री. के. पी. पावटे आहेत.

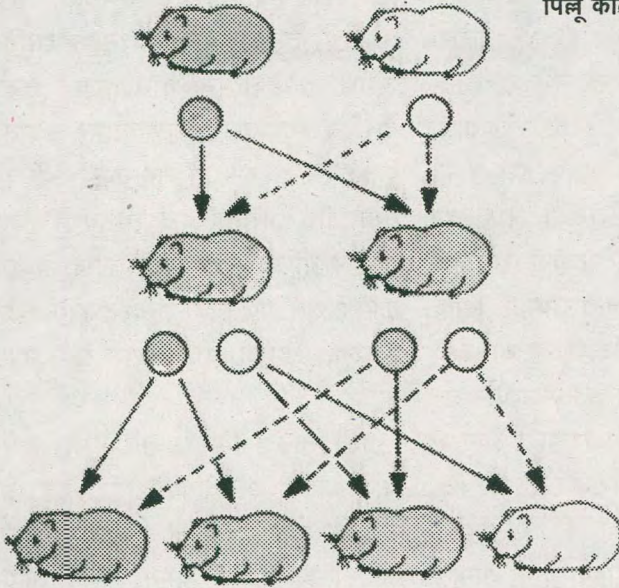
उदाहरणादाखल या पुस्तकातील काही भागाचा अनुवाद देत आहोत -

आपल्या रोजच्या व्यवहारात आपण कितीतरी शब्दांचा सहज वापर करतो. "श्री अमुक निवडून येण्याची दाट शक्यता आहे." "भाझी स्पर्धेसाठी कदाचित निवड होईल." "आता बहुतेक सासूबाई इथेच राहतील."

शक्यता, कदाचित, बहुतेक या शब्दांचा नेमका अचूक अर्थ (संख्येत) सांगता येणार नाही. रोजच्या बोलण्यात प्रत्येक शब्दाचा अचूक (संख्येत) अर्थ आवश्यक असतोच असे नाही, म्हणजे हे शब्द अनेकदा तसेच वापरले जातात. जेव्हा वेधशाळेतून यावर्षी पाऊस चांगला पडेल असा अंदाज करतात, तेव्हा चांगला म्हणजे जुलै महिन्यात दिल्लीला २० सें.मी. पाऊस पडेल असा अर्थ होत नाही. चांगला म्हणजे किती? हे सांगता आलं तर किती बरं होईल! पण ते कोणालाच शक्य नाही. त्याचबरोबर आपण रस्ता सुरक्षितपणे ओलांडू किंवा सापशिडीच्या खेळात जिंकू की नाही अशा गोष्टींची शक्यता सांगता आली तर फारच छान.

एखादी गोष्ट घडण्याची शक्यता जाणून घेण्याची माणसाची जिज्ञासा फार पूर्वीपासूनची आहे. खरं तर या गोष्टीने शास्त्रज्ञ आणि गणितज्ञांना भंडावून सोडले आहे. त्यांनी त्याला संभाव्यता (Probability) असे नाव दिले आहे. संभाव्यता

पिल्लू काळं असेल की गोरं ?



पहिली पिढी

दुसरी पिढी

म्हणजेच एखादी गोष्ट घडण्याच्या शक्यतेचे परिमाण. एखाद्या वेळी अनेक शक्यता असतात. नेमकी कोणती शक्यता असेल हे संभाव्यता सांगू शकते. पण शब्दकोशात संभाव्यता या शब्दाचा अर्थ 'एखादी घटना घडण्याच्या शक्यतेचा विस्तार' असा दिला आहे.

आता आपली ही संभाव्यता काय सांगते पाहू या. सकाळी सहा वाजता सुरक्षितपणे रस्ता ओलांडण्याची शक्यता किंवा संभव फारच जास्त असतो. पण हेच सकाळी नऊ वाजता ऐन वाहतुकीच्या वेळेला विनासायास रस्ता ओलांडण्याची शक्यता फारच कमी. म्हणजेच सकाळी ९ वाजतापेक्षा सकाळी सहा वाजता रस्ता

सुरक्षित ओलांडण्याची शक्यता जास्त असते. पण हे सगळं वर्णन जर संख्यांमध्ये सांगता आलं तर संभाव्यतेवरच बरेच प्रश्न सोडवणं शक्य होईल.

बँकेत ग्राहक येण्याची शक्यता अनिश्चित असते. जेव्हा आपण एखाद्या बँकेत जातो तेव्हा तिथे रांग असते. रांगेतून सरकत सरकत आपण पुढे जातो. शेवटी एकदा आपला नंबर लागतो आणि आपले काम होते. या सगळ्या गोष्टींना किती वेळ लागेल हे सांगता येईल का? आपल्यापुढे रांगेत किती लोक आहेत? आपले काम काय आहे? आणि बँकेतल्या कारकुनाचा कामाचा वेग यावर हा वेळ अवलंबून आहे म्हणजेच इथे अनेक शक्यता असू शकतात.

जास्त गुंतागुंतीचं गणित न मांडता जरा सोपं करून पाहू. समजा - Wn वेळेला ग्राहक रांगेत वाट पहात उभे राहतात. त्यांचा नंबर लागून त्यांचे काम होण्याची शक्यता $Gn(t)$ इतकी आहे. इथे n ही बँकेतील कर्मचाऱ्यांची संख्या आहे. दर दिवशी हा $Gn(t)$ चा अंदाज समजणं व्यवस्थापनासाठी अतिशय उपयुक्त आहे.

जर n म्हणजे कर्मचारी संख्या कमी असेल आणि ग्राहक जास्त असतील तर ग्राहकांना जास्त वेळ वाट पहावी लागेल. बँकेच्या कामकाजावर नाराज होऊन ग्राहक दुसरी बँक शोधेल. तसंच जर बँकेत बरेच कर्मचारी आहेत पण ग्राहक कमी आहेत तर कर्मचाऱ्यांना कंटाळवाणे होईलच पण त्यांच्या पगाराचा अनावश्यक बोजा बँकेवर पडेल. कदाचित कर्मचारी दुसरी नोकरी शोधून बँक सोडून जातील.

आता दुसरे उदाहरण घेऊ. एखाद्या कारखान्यात वेगवेगळे सुटे भाग एकत्र करून वस्तू बनवल्या जातात उदा. टी.व्ही. किंवा वाहने. जर हे सुटे भाग वेळेत वापरले गेले नाहीत तर गोदामात पडून राहतात. त्यांच्या देखभालीसाठी फार खर्च करावा लागतो. याउलट जर ते फारच वेगाने वापरले गेले तर कर्मचाऱ्यांना रिकामा वेळ उरतो आणि त्यांना उगाचच पगार देण्याची वेळ येते म्हणजेच हे सुटे भाग वेळेत येणं, वेळेतच ते योग्य प्रमाणात वापरले जाणं आवश्यक आहे. कारखानदारीमध्ये याला

just in time (JIT) असे म्हणतात.

अशा तऱ्हेचे अनेक प्रश्न औद्योगिक आणि कार्यालयीन कामकाजात तसंच दैनंदिन व्यवहारात उद्भवतात. त्यातले काही साधे असतात तर काही अतिशय गुंतागुंतीचे असतात. ते सोडवणं म्हणजे जटिल गणित सोडवल्यासारखे अवघड काम असते. पण नियोजनबद्ध कार्यपध्दती अंमलात आणणे हा त्यावरचा खरा उपाय आहे.

विज्ञानाच्या विविध शास्त्रांमध्ये, तसेच व्यवस्थापन, औद्योगिक क्षेत्र, क्रीडा क्षेत्र राजकारण आणि अगदी आपल्या रोजच्या जीवनातही आपण अनेक शक्यता गृहीत धरतो. जिथे अनिश्चितता असते तिथे शक्यता-अशक्यता असणारच. आधी घडलेल्या घटनांवरून, त्यातील घटकांचा अभ्यास करून, पुढे घडणाऱ्या घटकांविषयी अंदाज वर्तविले जातात. या सर्वात संभाव्यता महत्त्वाची धरली जाते.

या पुस्तकात यामधील वेगवेगळ्या पध्दती, सिध्दता आणि तंत्रं यांचा समावेश केला आहे. मोठमोठे गुंतागुंतीचे सिध्दांतही सहज, अनुभवातील दाखले देऊन रंजकतेने उकलून दाखवल्यामुळे पुस्तक वाचनीय झाले आहे. या विषयाच्या अभ्यासकांना तर हे पुस्तक अत्यंत उपयुक्त आहेच पण सर्वसामान्य जिज्ञासू वाचकांनाही सोप्या भाषेमुळे विषयाची व्याप्ती आणि त्याची उपयुक्तता समजू शकते.

विज्ञान शिक्षण आणि शाश्वत विकास

ऑप्रोप्रिएट रुरल टेक्नॉलाजी इन्स्टिट्यूट (आरती) आणि संदर्भ या दोन्ही संस्था मिळून BAIF. (बाएफ विकास संस्था) च्या सहकार्याने २३ जानेवारी २००२ रोजी एक कार्यशाळा आयोजित केली होती. विज्ञान शिक्षकांसाठीच्या या कार्यशाळेचा विषय होता - विज्ञान शिक्षण व अक्षय विकास.

पुणे आणि सातारा जिल्ह्यातल्या २१ शाळांमध्ये २८ शिक्षक या कार्यशाळेत सहभागी झाले होते. शिक्षकांना विषयाच्या अनुषंगानं काही प्रकल्प आणि प्रात्यक्षिकही दाखवता यावीत या उद्देशाने आरती संस्थेच्या फलटण येथील ग्रामीण उद्योजकता विकास केंद्रात कार्यशाळा घेतली.

सुरुवातीला डॉ. प्रियदर्शिनी कर्वे यांनी अक्षय विकास संकल्पनेबद्दल मांडणी केली.

अक्षयविकास : एक जीवनशैली

अक्षय विकास ही एक जीवनशैली आहे. निसर्गाचं संतुलन ढासळू न देता उपलब्ध नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा वापर करून सामाजिक आणि आर्थिक विकास घडवून आणण्याचा तो एक मार्ग आहे. भारतासारख्या नैसर्गिक साधनसामग्रीने समृद्ध

देशाने परंपरागत मार्गांनी विकसित देशांशी स्पर्धा करण्यापेक्षा शाश्वत (अक्षय) विकासाची संकल्पना राबवली तर त्याची जास्त भराभर प्रगती होईल, असं कित्येक विकास तज्ञांचं मत आहे. सध्याची विकासप्रणाली, आर्थिक प्रगती, सामाजिक सुधारणा व पर्यावरणाचे संरक्षण यामध्ये संघर्ष उभा करते. गेल्या कित्येक वर्षांपासून गाजत असलेला आणि अत्यंत गुंतागुंतीचा बनलेला सरदार सरोवराचा प्रश्न हे या संघर्षाचं एक ज्वलंत उदाहरण आहे. आर्थिक प्रगतीसाठी पर्यावरणाचा आणि पारंपरिक समाजव्यवस्थेचा बळी द्यावा का? तसंच संरक्षणाच्या नावाखाली आदिवासींना विकासाच्या प्रवाहापासून वंचित ठेवायचं का? यासारख्या प्रश्नांना सरळ सोपी उत्तरं नसतात. सध्याची विकासपध्दती बदलायची पण आधुनिक विज्ञानाचा मात्र उपयोग करायचा यातून शाश्वत विकासाकडे जाता येईल.

उपलब्ध नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा अधिकाधिक कार्यक्षमतेने वापर करण्यासाठी वैज्ञानिक तत्त्वं उपयोगी पडतात. आणि वैज्ञानिक संशोधन कोणत्याही



आरती संस्थेत गादी वाफ्यांमध्ये तयार केलेली रोपे

प्रयोगशाळेशिवाय, शेतात आणि झोपडीतही होऊ शकतं. याची काही उदाहरणं आपण इथे प्रत्यक्षच पाहणार आहोत.

आजच्या गुंतागुंतीच्या आणि बहुआयामी समस्यांवर उपाय शोधून समाजाला शाश्वत विकासाकडे वळवण्याचं काम उद्याच्या वैज्ञानिक आणि तंत्रज्ञाना करायचे आहे. मात्र यासाठी त्यांना मिळणारं शिक्षण आंतरशाखीय आणि बहुशाखीय (interdisciplinary and multidisciplinary) असायला हवं. त्यातून त्यांना पारंपरिक चौकटीबाहेर विचार करण्याची सवय लागायला हवी. त्या दृष्टीने विज्ञान शिक्षणातून विद्यार्थ्यांना या गोष्टी मिळायला हव्यात.

१. सर्व सजिवांच्या एकमेकांशी व आपल्या आजुबाजूच्या भौतिक पर्यावरणाशी असलेल्या संबंधांची व त्यांच्या परस्परावलंबित्वाची जाणीव.

अन्नसाखळीत मानवाचं स्थान काय, मानवाने जाणता-अजाणता केलेल्या हस्तक्षेपामुळे सजिवांच्या काही जाती नष्ट किंवा दुर्मिळ होऊन मानवी जीवनावर त्याचे काय बरे-वाईट परिणाम झाले आहेत - अशा प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न विज्ञानाच्या अभ्यासक्रमाच्या अनुषंगाने होऊ शकतो. यातूनच ही जाणीव वाढीला लागेल.

या दृष्टीने एक उदाहरण विचार करण्यासारखं आहे. गीर हे जेव्हा सिंहासाठी अभयारण्य करायचं ठरलं. त्यावेळी जंगलात

वस्तीला असलेल्या आणि प्रामुख्याने दुधाचा धंदा करणाऱ्या लोकांना हलवण्यात आलं. त्यांना शेतीसाठी जमिनीही दिल्या गेल्या. लोकांनी आपली जनावरं विकून टाकली. पिढ्यांपिढ्या जिथे नांदल्या, ती घरं गाव सोडली. पण त्यांनी कधीच शेती केलेली नव्हती. नवीन जागी, नव्या पध्दतीचं आयुष्य सुरू करणं, त्यांना शक्य झालं नाही. बहुतेकांनी आपल्या जमिनी विकून टाकल्या. काही दिवसांनी हे पैसेही संपले आणि एकेकाळी संपन्न जीवन जगणाऱ्या या लोकांवर शहरात मोलमजुरी करून जगण्याची वेळ आली. दुसरीकडे सिंहांवरही या बदलाचा अनपेक्षित परिणाम झाला. पूर्वी जंगलात गाईंमहशी चरायला यायच्या. यामुळे गवताच्या वाढीवर नियंत्रण रहात होतं. गवत फार उंच न वाढल्याने सिंहांना लांबवरचं दिसत असे आणि शिकार करणं सोपं जाई. पण शेतातली मनुष्य वस्ती हलल्यावर गवत खाणारी जनावरंही गेली आणि गवत बेसुमार वाढल्याने सिंहांना शिकार करणं अवघड झालं. सिंहांची उपासमार टाळण्यासाठी अभयारण्याच्या रक्षकांना स्वतः शिकार करून सिंहांना मांस आणून द्यावे लागले. गीरच्या जंगलात माणूस, गवत खाणारी जनावरं आणि सिंह यांच्या परस्परावलंबित्वाचा अभ्यास न केल्यामुळेच ही परिस्थिती निर्माण झाली.

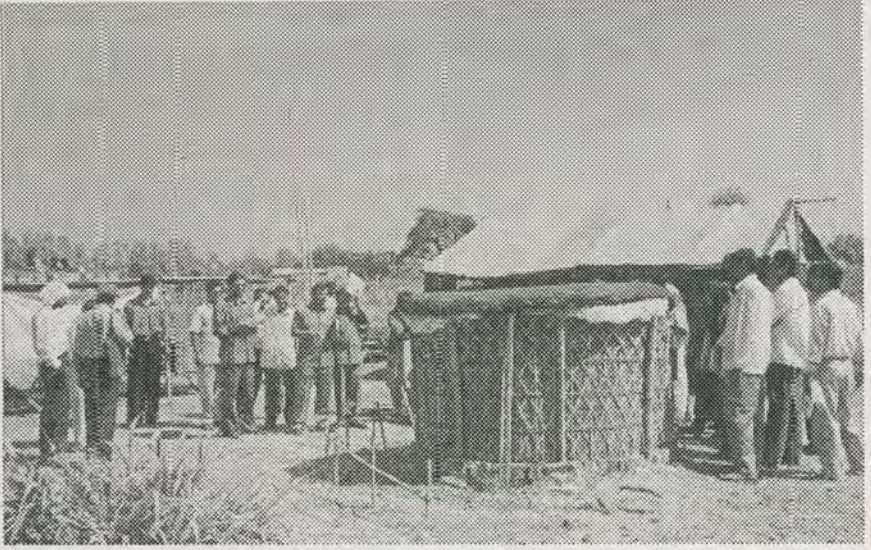
२. निसर्गातील वेगवेगळ्या प्रणालींचे कार्य कसे चालते याचे ज्ञान आणि पृथ्वीची जीवसृष्टी जोपासण्याची मर्यादा समजण्यासाठी व वाढवण्यासाठी हे ज्ञान वापरण्याची क्षमता.

वाढत्या लोकसंख्येची अन्नाची गरज भागवण्यासाठी अधिकाधिक जमीन शेतीखाली आणण्यातून जंगलं नष्ट होतात, आणि निसर्गाचं संतुलन ढासळतं. यापेक्षा उपलब्ध जमिनीचीच उत्पादनक्षमता वाढवण्याच्या शास्त्रीय पध्दती शोधणं, जास्त सयुक्तिक आहे.

वाळूच्या वाफ्यांमध्ये झाडं लावली, आणि पाण्याचा चांगला निचरा होईल याची काळजी घेतली तर समुद्राचं पाणी जसंच्या तसं काही विशिष्ट झाडं वाढवण्यासाठी वापरता येतं, असं आरतीच्या संशोधकांनी दाखवून दिलं आहे.

३. वैज्ञानिक ज्ञान, आर्थिक, सामाजिक अनुभव, नैतिक मूल्ये, या सर्वांची सांगड घालण्याची प्रतिभा.

पाश्चिमात्य देशांत साबण बनवण्यासाठी प्राणीजन्य चरबी वापरतात. भारतात हे रुचणारं नसल्याने इथे संशोधकांना वेगळे वनस्पतीजन्य स्निग्ध पदार्थ शोधून काढावे लागले. शेकडो वर्षांपासून वेगवेगळ्या पदार्थांचे अभिषेक केल्याने कोल्हापूरच्या अंबाबाईच्या प्राचीन मूर्तीची झीज होऊन ती



प्रक्रिया केलेला बांबू व जाड प्लॅस्टिकचा कागद वापरून शेतावरच तयार केलेली पाण्याची टाकी

खराब होण्याचा धोका निर्माण झाला आहे. पण आधुनिक विज्ञानाच्या मदतीने या मूर्तीवर दगडापेक्षा कठीण असा लेप चढवून तिचं आयुष्य वाढवता येईल. यासारखी उदाहरणं विद्यार्थ्यांपर्यंत पोचवून त्यांच्यामध्ये ही प्रतिभा जागवता येईल.

विद्यार्थ्यांमध्ये पर्यावरणीय विषयांवर वाद-चर्चा घडवून आणून, त्यांना अशा विषयांची माहिती मिळवून निबंध, लेख इ. लिहिण्यास उद्युक्त करून, वेगवेगळ्या अंगांनी पर्यावरणीय विषयांचा अभ्यास करणाऱ्या तज्ञांबरोबर भेटीची व चर्चेची संधी देऊन, आपल्या परिसरातील समस्यांचा अभ्यास करण्यासाठी वेळ व प्रोत्साहन देऊन, हे साध्य करता येऊ शकेल.

४. सर्वसामान्यांचे मत व तज्ञांचे मत या दोन्हीचा आदर करण्याची वृत्ती.

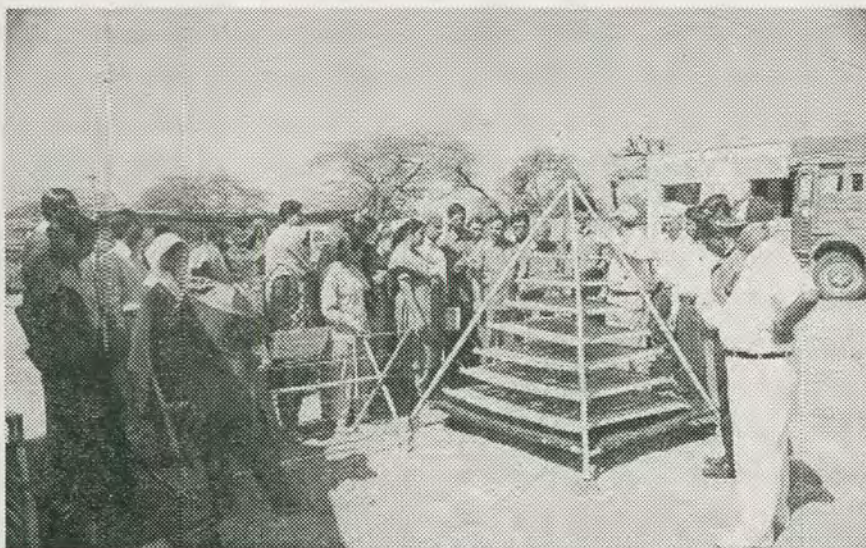
बरेचदा प्रयोगशाळेत यशस्वी वाटणारं एखादं तंत्रज्ञान लोकांशी विचारविनिमय न करताच त्यांच्या माथी मारलं जातं, आणि ते अयशस्वी ठरलं की लोकांच्या मनात विज्ञान आणि वैज्ञानिकांबाबत अविश्वास निर्माण होतो. सुधारित चुर्लीच्या राष्ट्रीय कार्यक्रमात अनेक टप्प्यांवर असं झालं आहे. यामुळे लोक पुन्हा पारंपरिक चुलीकडे तर वळतातच, पण चुलीत सुधारणा होऊ शकतात, यावरचा त्यांचा विश्वासही उडतो. याउलट बरेचदा तंत्रज्ञान वापरणाऱ्यांच्या अज्ञानामुळे किंवा अर्धवट ज्ञानामुळे चांगलं तंत्रज्ञानही अयशस्वी ठरू शकतं. याचं

उदाहरण म्हणजे शेतीचं उत्पन्न वाढवण्यासाठी ऊतिसंवर्धनाचा वापर. ऊतिसंवर्धनाने रोगमुक्त बियाणं तयार करून ते वापरल्याने उत्पन्न वाढतं खरं. पण वाढीव उत्पन्नापेक्षा जास्त खर्च जर हे बियाणं बनवण्यासाठी येत असेल, तर काय उपयोग? भरपूर उत्पन्न देणारी केळ्यासारखी काही विशिष्ट नगदी पिकं सोडल्यास शेतीसाठी ऊतिसंवर्धनाने बनवलेल्या बियाणांचा वापर अव्यवहार्य आहे. हे समजून न घेता काही बायोटेक कंपन्यांनी अशा बियाण्याचा व्यापार सुरू केला. यात त्या कंपन्यांही बुडाल्या आणि ऊतिसंवर्धनाचं तंत्र शेतकऱ्यांमध्ये बदनाम झालं. कोणत्याही तंत्रज्ञानाबाबत तज्ञ आणि ते तंत्रज्ञान वापरणारे सर्वसामान्य लोक या दोघांमध्ये सुसंवाद असणं आवश्यक आहे आणि अशा उदाहरणांतून ही गोष्ट विद्यार्थ्यांच्या मनावर बिंबवता येईल.

शाश्वत विकासाची संकल्पना या आणि अशा मार्गांनी विद्यार्थ्यांपर्यंत पोहचवण्यासाठी नुसते उपदेशाचे चार शब्द ऐकवून भागणार नाही, तर खरी उदाहरणं द्यावी लागतील. या दृष्टीने इथे प्रात्यक्षिके पहाता येतील.

आरती संस्थेने जंगलांतून नष्ट होत चाललेल्या काही वनस्पतींची कांडी कलमे करण्याची पध्दत विकसित केली. जंगल तुटत गेलं की त्यात असणाऱ्या हिरडा, बेहडा, शिकेकाई इ. उपयुक्त वनस्पतींची तोड होते, पण सरकारी किंवा खाजगी माध्यमातून वृक्ष

लागवड करताना मात्र सर्वसाधारणतः इमारती लाकूड मिळवण्याच्या दृष्टीने उपयुक्त अशाच वृक्षांची लागवड केली जाते. यामुळे कित्येक उपयुक्त पण दुय्यम महत्वाच्या वनस्पती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत. आरतीच्या संशोधकांनी पश्चिम घाटातल्या जंगलांतून वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असलेल्या अशा दुर्मिळ वनस्पती सापडल्या. तिथून त्यांनी त्यांच्या कांड्या आणल्या आणि त्यापासून कलमे बनवून एक मातृवृक्षांची रोपवाटिका तयार केली. वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म म्हणजे फळाचा नेहमीपेक्षा मोठा आकार, किंवा सरासरीपेक्षा खूपच जास्त उत्पन्न, इ. असे वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असणाऱ्या या वनस्पती निसर्गात उत्क्रांत होऊ शकल्या याचं कारण म्हणजे निसर्गात असणारी जैविक विविधता. निसर्गात जेव्हा एकाच प्रजातीत वेगवेगळे गुणधर्म एकमेकांच्या निकट नांदत असतात, तेव्हा त्यांच्या परस्पर संकरातून अनेक पिढ्यांनंतर असे वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असणारे एखाददुसरे वारस जन्माला येतात. आज नैसर्गिक साधनसंपत्तीची ज्या बेदरकारपणे लूट चालू आहे, त्यातून जैविक विविधता नष्ट होऊ लागली आहे. या पार्श्वभूमीवर अशी वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असणारी झाडं म्हणजे जैविक विविधतेच्या जोरावर निसर्ग काय चमत्कार करू शकतो, याची जिवंत उदाहरणं आहेत. ही झाडं जर शाळेच्या आवारात वाढवता आली तर ती



प्रक्रिया केलेल्या बांबूपासून बनविलेला सोलर ड्रायर

विद्यार्थ्यांना जैविक विविधतेच्या संरक्षणाचा संदेश देतील.

शाश्वत विकासाची संकल्पना विद्यार्थ्यांच्या मनामध्ये रुजवण्यासाठी विज्ञान शिक्षणाच्या माध्यमातून बरंच काही करता येऊ शकतं, असं आम्हाला वाटतं. आणि हे करू इच्छिणाऱ्या शिक्षकांना लागेल ते सहकार्य पुरवणं यासाठीच ही कार्यशाळा.

आरती संस्थेचे अनेक वर्षे चालू असलेले संशोधन व पुढील प्रकल्प इथे पहायला मिळाले.

१) पाचटापासून कोळसा

ऊस तोडणीनंतर मागे राहणारे पाचट शेतकरी जागेवरच पेटवून देतात. महाराष्ट्रात दरवर्षी ४५ लाख टन पाचट जाळून त्याचा धूर केला

जातो. आरतीने या पाचटापासून शेतावरच कोळसा बनवण्याचे (कांडी कोळसा व गोळे) तंत्र विकसित केले आहे.

हा कोळसा चुलीत इंधन म्हणून वापरता येतो. त्याचा धूर होत नाही. पाचटाचा दुसरा पर्यायी उपयोग म्हणजे त्याच्यापासून सेंद्रीय खत तयार करणे. हे तंत्रही इथे बघावयास मिळाले.

२) बांबूवर प्रक्रिया - समान वजन व लांबी असणारी बांबूची काठी व पोलादी नळी यांची तुलना केल्यास असे दिसते की बांबूची किंमत पोलादी नळीच्या किंमतीच्या केवळ ५% असते पण तिची वजन पेलण्याची क्षमता मात्र सारख्याच वजनाच्या पोलादाच्या सहापट असते.

मात्र बांबू वापरण्यामध्ये अडचण असते ती टिकाऊपणाची. पाण्यापासून आणि वाळवी-कीड लागण्यापासून बांबू वाचवावा लागतो. त्यासाठी डेहराडून इथल्या संस्थेने संशोधन पूर्वीच केले आहे. त्यासाठी बांबूमध्ये (विशिष्ट रसायन) भरपूर दाबाने भरावे लागते. आता हे तंत्र शेतकरी कसे वापरणार? त्यांच्या शेतात बांबू असतात, पण भरपूर दाबाने त्यात रसायन भरण्यासाठी यंत्रसामुग्री अन् त्याचा खर्च हा आवाक्याबाहेरचा असतो. आरतीमध्ये याच्या पर्यायी तंत्रासाठी प्रयोग झाले - शेतकऱ्याला फारसा खर्च न येताच हे तंत्र वापरता येईल अशी पध्दत शोधून लाढली. यासाठी कीटकनाशक फवारण्याचा हातपंप वापरला. तो शेतकऱ्यांकडे असतोच.

बांबू तोडल्यावर लगेचच त्या बांबूमध्ये एका हातपंपाने सोडियम डायक्रोमेट, कॉपर-सल्फेट आणि बोरीक ॲसिड यांचे द्रावण भरतात. या पध्दतीने प्रक्रिया केलेला हा बांबू २० वर्षांपर्यंत टिकू शकतो. अशा बांबूपासून अनेक वस्तू करता येतात. उदा. कपडे वाळत घालण्याचा स्टॅन्ड, तट्ट्याची झोपडी, पाण्याची टाकी, हातगाडी, हरितगृहाचे छप्पर आणि कुंण इत्यादी.

बांबू व जाड प्लास्टिक वापरून सिमेंटच्या ओट्यावर तयार केलेली जवळजवळ २३००० लिटर क्षमतेची ५ मीटर व्यासाची टाकी एका कुटुंबाला सुमारे ५/६ महिने रोज

८० ते ९० लिटर पाणी पुरवू शकते.

३) कमी खर्चाचे हरितगृह - हरितगृहाचा मूळ उद्देश थंड हवामानात कृत्रिमरित्या उष्ण वातावरण निर्माण करून व जरूर पडल्यास जास्त प्रकाश देऊन उपयुक्त वनस्पती वाढवणे हा आहे. त्याचप्रमाणे वनस्पतींना जास्त कार्बनडायॉक्साईडचा पुरवठा होतो आणि प्रकाश संश्लेषणाचे प्रमाण वाढून वनस्पतींची वाढ अधिक होते. वनस्पतींना कार्बन डायऑक्साईडचा योग्य पुरवठा व्हावा, आर्द्र वातावरण रहावे अशा पध्दतीने शेतात वापरता येण्याजोगे कमी खर्चाचे हरितगृह आरतीने विकसित केले आहे. या हरित गृहाची रचना म्हणजे पिकाच्या वाफ्यांना वेढणारी पारदर्शक प्लास्टिक कापडाची कनात. संपूर्ण हरितगृहाचे वातावरण आर्द्र / उबदार ठेवण्यापेक्षा फक्त रोपांभोवती ते तयार करणे सोपे, तरीही परिणामकारक ठरते.

जमिनीतले सूक्ष्मजीव सतत व वनस्पती रात्री अंधारात CO₂ वायू निर्माण करतात. तो जड असल्याने जमिनीशी साचून राहतो. दिवसा सूर्य प्रकाशात वनस्पती त्याचे अन्नरूपांतर करतात. (प्रकाश संश्लेषण). एरवी या हरितगृहाला प्रतिगुंठा एक लाख रु. खर्च येतो तर आरतीच्या हरितगृहाचा खर्च केवळ १०,००० रु. आहे.

४) आधुनिक रोपवाटिका - वनस्पतीचे उत्पादन, त्याचा दर्जा वाढावा याकरता कलमे तयार केली जातात. कलम यशस्वी



हरितगृहातील उच्च आर्द्रता कक्ष

होण्यासाठी वनस्पतीच्या काडीवर विशिष्ट संप्रेरकांची प्रक्रिया घडवून आणतात व काडीला मुळे फुटेपर्यंत ती वाळून जाणार नाही यासाठी दमट हवामानात ठेवतात. कृत्रिमरित्या दमट वातावरण निर्माण करण्यासाठी आरतीने एक अतिशय स्वस्त व सोयीस्कर असा 'उच्च आर्द्रता कक्ष' निर्माण केला आहे. या कक्षाचा वापर केल्यास वृद्धीजनक संप्रेरकाच्या प्रक्रियेने पानांच्या देठांना सुध्दा मुळ्या फुटू शकतात. उपयुक्त वनवृक्षांच्या अशा सुमारे ५० प्रजातींची कलमे आरतीने यशस्वी केली आहेत.

५) शाश्वत गादी वाफे - जमिनीवर अंधारलेल्या प्लॅस्टिक कागदावर माती व

वाळूच्या योग्य मिश्रणाचे वाफे आरतीने तयार केले आहेत. असे वाफे गच्चीवर तयार करून टेरेस गार्डनचा आनंद घेता येतो हे प्रत्यक्ष पाहायला मिळाले. पाणी ठिबक सिंचन पध्दतीने दिले जाते व त्यात मिसळून खते व पोषक सूक्ष्मद्रव्ये दिल्यास उत्पन्नही दुप्पट- तिप्पट येते. या गादी वाफ्याचा उपयोग औषधी व सुगंधी वनस्पती वाढवायला करता येतो. संकरित नेपियर गवताची लागवड केल्यास दर ४० दिवसांनी दर चौ.मी. १० किलो हिरवा चारा मिळतो. शेतकऱ्यांना त्यामुळे दुभते जनावर पाळणे शक्य होते व या पूरक व्यवसायामुळे उत्पन्न वाढते.

६) खाऱ्या पाण्यावर शेती - एरवी समुद्राच्या पाण्याचा त्यातील अतिक्षारामुळे

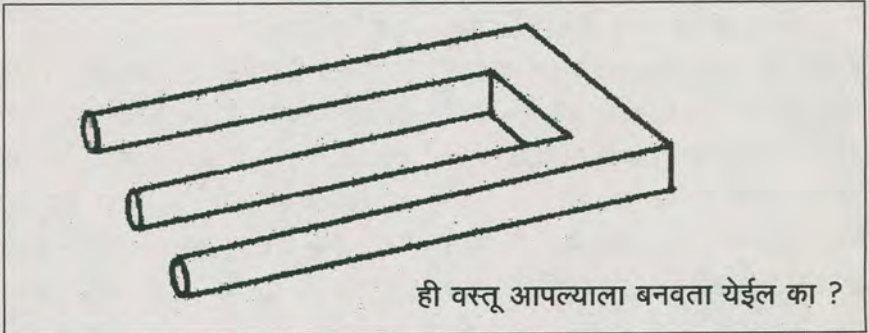
शेतीसाठी उपयोग होत नाही. पण आरतीच्या नव्या तंत्रात ४ टक्के विद्राव्य क्षार असलेल्या पाण्यात राहू शकणाऱ्या वनस्पती गादीवाफ्यावर लावून त्यांना वाफ्यातून बाहेर येईपर्यंत समुद्राचे पाणी दिले. या तंत्राने नारळ, कॅज्युरिआना, वेडी बाभूळ इ. वनस्पतींची लागवड यशस्वी ठरली आहे.

कच्छसारख्या वाळवंटी भागाला हिरवं करण्याचं, समृद्धीच्या वाटेवर नेण्याचं सामर्थ्य या तंत्रात आहे.

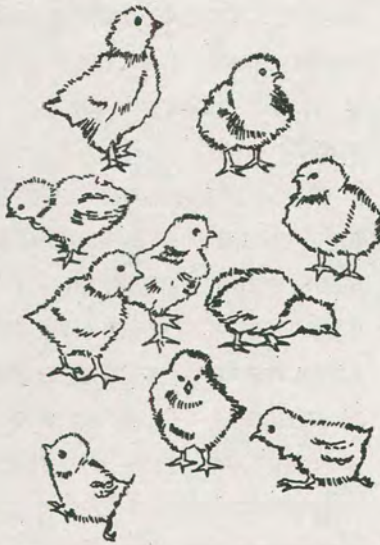
७) सुधारित चुली - आरतीचा हा सर्वात यशस्वी प्रकल्प. या सुधारित चुलीची ज्वलनक्षमता परंपरागत चुलीपेक्षा जास्त असते. त्यामुळे चुलीसाठी लागणाऱ्या इंधनात (लाकूड, तुराट्या, गोवऱ्या इ.) बचत होते. ही चूल धुराडे असलेली किंवा नसलेली. कौटुंबिक किंवा व्यावसायिक उपयोगाची, स्थिर किंवा इतरत्र सहज नेता येण्याजोगी अशा विविध प्रकारात मिळते. धूर कमी झाल्याने धुरामुळे होणारे विकार कमी होतात. भांडी काळी होत नाहीत. या

चुलीच्या व्यवसायामुळे ग्रामीण कुंभार आणि तरुणांना रोजगार मिळू लागला आहे. या चुलीविषयी संदर्भमध्ये (अंक १३) तुम्ही वाचलेले आहे.

या सर्व प्रात्यक्षिकांमुळे साध्या साध्या गोष्टीतूनही ऊर्जा बचत व अक्षय विकासाची कल्पना उपयुक्तपणे राबवता येते अशी खात्री पटली. एरवी अक्षय विकास आणि पर्यावरण संरक्षण संकल्पना - प्लॅस्टिक कमी वापरा किंवा वापरूच नका, कचरा जाळू नका आणि इंधन संपवू नका - इथेच संपते. खरं तर विज्ञानातून शोधलेली तंत्रे प्रत्यक्ष वापरात आणण्यासाठीही काम करावे लागते. संशोधन हे कमी खर्चातही करता येते. आधुनिक तंत्रे प्रत्यक्ष वापरायची तर ते शेतकऱ्याला परवडेल, जमेल अशा पध्दतीपर्यंत आणायला हवे - या गोष्टी भाषण न देता प्रत्यक्ष पहायलाच मिळाल्या. कार्यशाळेनंतर अक्षय विकास ही संकल्पना प्रत्यक्ष व्यवहारात आणण्याचे मार्ग आपण शोधू शकू या दिशेने एक पाऊल पुढे पडले.



ही वस्तू आपल्याला बनवता येईल का ?



कोंबडीची पिल्ले

भाग १

लेखक : निकोलाय नोसोव प्रस्तुति : अरविन्द गुप्ता अनुवाद : विनया शिराळकर

एक दिवस मी अभयच्या घरी गेलो तेव्हा तो एक पुस्तक वाचण्यात गढून गेला होता. मी आल्याची चाहूल त्याला लागली नव्हती, एवढा तो पुस्तकात रंगून गेला होता. मी मुद्दामच दार जोरात लावून घेतले. त्या आवाजाने मात्र दचकून त्याने माझ्याकडे पाहिले.

“अरे तू आहेस होय अॅन्डी !” हसत हसतच तो मला म्हणाला. अभय कधीही मला माझ्या अनिरूद्ध या नावाने हाक मारत नाही. माझ्या नावाची त्याने असंख्य चित्र-विचित्र रूपे केली आहेत. तो मला कधी बिट्ट्या, कधी अॅनी, कधी अॅन्डी तर कधी ढेब्या देखील म्हणतो. रोज एक नवीन नाव मला तो बहाल करित असतो. पण अभय

माझा सख्खा दोस्त असल्यामुळे त्याने काहीही म्हटलेले मला चालते.

अभय जे पुस्तक वाचत होता त्याचे नाव होते ‘कुक्कुट-पालन’. त्याच्या कव्हरवर एक मस्त तुरा असलेला कोंबडा आणि अगदी गिरेबाज कोंबडीचे चित्र होते. आत मात्र सगळीकडे छोट्या-छोट्या पिल्लांची मोठी गोड चित्रे होती.

“मला वाटतयं की तू कोणतं तरी शास्त्रीय माहिती असलेलं पुस्तक वाचतोयस.” मी म्हणालो. “हो मग. अशी पुस्तक वाचण्यात तर खरी मजा आहे. हे काही कुठल्या परीकथेचं फालतू पुस्तक नाही. ह्यात लिहिलेली प्रत्येक गोष्ट खरी आणि उपयोगाची असते.”

आपग जे काही करतो ते उपयोगीच असलं पहिजे असा अभयचा नेहमीच आग्रह असतो. एकदा त्याने विद्यापीठात शिकविले जाणारे 'प्रगत त्रिकोणमिती'चे पुस्तक विकत आणले. ते पुस्तक वाचायचा त्याने प्रयत्नही केला पण त्यातलं ओ का ठो त्याला समजलं नाही. तेव्हापासून ते बिचारे पुस्तक शेलफच्या एका कोपऱ्यात अभय मोठा होण्याची वाट बघतंय.

तो वाचत असलेल्या त्या पुस्तकात त्याने खुणेचा कागद घातला आणि पुस्तक बंद केले. तो म्हणाला, "अरे बिट्ट्या तुला माहितीय कां, एक गरम डबा किंवा खोकं वापरून अंड्यांपासून कॉंबडीची पिल्ले आपल्याला मिळविता येतील. तुला हे माहीतच नसेल की जेव्हा कॉंबडी अंडी उबवत असते तेव्हा ती नवीन अंडी देत नाही. म्हणून हे अंडी उबविण्याचे काम आपण केलं तर कॉंबडी सतत अंडी देत राहील. त्यामुळे आपल्या देशातील अंड्यांचे उत्पादन जबरदस्त वाढेल."

"मला तर हे फारच अवघड काम आहे असे वाटते." मी शंका व्यक्त केली.

"हे बच्च, हे किती उपयोगाचं काम आहे. आपल्या देशाच्या प्रगतीत आपला वाटा आपल्याला उचलता येईल. ह्या पुस्तकात सगळं काही दिलंय बघ. आपल्याला फक्त ती अंडी एकवीस दिवस छानपैकी उबेत ठेवायची आहेत की आपोआप त्यातून कॉंबडीची पिल्ले बाहेर येतील." अभय

म्हणाला.

देश उभारणीच्या या कामात आपणही अभयला मदत केली पाहिजे असं मला वाटायला लागलं. इवली इवली कॉंबडीची पिल्लं माझ्या डोळ्यासमोर तरळू लागली. तसंही मला प्राणी, पक्षी खूप आवडतात. म्हणून तर मी आणि अभयने शाळेच्या निसर्ग मंडळात आमची नावं दिली होती. पण एक वाफेचं इंजिन बनविण्याचं खूळ आमच्या डोक्यात शिरलं. त्यात आम्ही खूपच गढून गेलो होतो. शेवटी निसर्ग मंडळाचा सेक्रेटरी विल्याने मंडळातून काढून टाकण्याची धमकी आम्हाला दिली. मग एका पेप्सीकोलाच्या बोलीवर त्याला आम्ही पटवलं.

अभय म्हणाला, "आपण स्वयंपाक घराच्या एका कोपऱ्यातच आपला तो गरम डबा म्हणजेच इनक्युबेटर बनवूया म्हणजे जेव्हा अंड्यातून पिल्ले बाहेर येतील तेव्हा तिथेच त्यांना खायला देता येईल." मी म्हटले, "चालेल - तसंच करू या."

संकटे आणि अडचणी

"अरे इनक्युबेटर कशाळा बनवायचा ? एक चांगली मोठी कढई मंद आचेच्या शोगडीवर ठेवायची. त्यात कॉंबडीची अंडी व्यवस्थित रहातील." माझी सूचना.

"नाही नाही, तसं नको" अभय ओरडलाच. "शोगडीचा विस्तव मधेच विझला तर सगळी अंडी खराब होऊन जातील. इनक्युबेटरमध्ये सर्व अंडी सतत एका



“आणि आपण तो गरम कसा करणार ?”

“रॉकेलचा दिवा किंवा चिमणीसुध्दा चालेल. आमच्या अडगळीच्या खोलीत मी एक चिमणी पाहिली आहे.”

लगेच आमचा मोर्चा अडगळीच्या खोलीत येऊन पोहोचला. सगळ्या दुनियेची अडगळ, रद्दी भरली होती

विशिष्ट तापमानाला राहतात, साधारण १०२ डिग्री फॅरनहाइट इतकं त्याच तापमान ठेवावं लागतं.”

“पण १०२ डिग्री फॅरनहाइटच कां ?” मी विचारले. “कारण कॉबडी जेव्हा अंडी उबवते तेव्हा तेवढंच तापमान असतं.” अभयने सांगितले. मग त्याने ते पुस्तक उघडून त्यातील इनक्युबेटरचे चित्र दाखविले. “हे बघ इथे एक पाण्याची टाकी असेल त्यातून हे पाईप अंडी ठेवलेल्या डब्यात जातील. पाण्याच्या टाकीला खालून उष्णता द्यायची. पाणी गरम होऊन ती गरम वाफ पाईपमधून अंड्यांच्या डब्यात जाईल. त्यामुळे अंड्यांना ऊब मिळेल. आणि हे बघ इथे एक थर्मामीटरही आहे. त्यामुळे सतत आतील तापमान समजत राहील.”

“पण आपण टाकी कुठून आणायची ?”

“अरे टाकी कशाला हवी दुसरा साधा डब्बा सुध्दा चालेल.”

त्या खोलीत. निरनिराळ्या बादल्या, डबे, झाकणं इतस्ततः पडली होती. पण तेवढ्या अडगळीतही त्या सेल्फवर असलेली ती रॉकेलची चिमणी मला बरोबर दिसली. अभयने लगेच त्याच्यावर झडप घातली. आश्चर्य म्हणजे तिथेच एक तांब्याचा पाईप अन् पत्र्याचा डबाही मिळाला. ते सर्व घेऊन मोठ्या खुपीतच आम्ही स्वयंपाक घरात आलो. तो रॉकेलचा दिवा चांगला स्वच्छ करून त्यात रॉकेल भरले. तो पेटवून पाहिला. अगदी व्यवस्थित होता तो. त्याचा तो स्कू फिरवून ज्योत लहान मोठी करण्याची सोयही होती. आता सर्वप्रथम आम्ही प्लायवूडचं एक खोकं बनवलं. चांगली पंधरा एक अंडी मावतील एवढं मोठं. त्यात आम्ही कापूस अंथरला त्यामुळे अंडी सुरक्षित आणि उबेत राहिली असती.

नंतर त्या खोक्याला एक झाकण बनवलं. त्याला थर्मामीटर आत घालण्यासाठी एक

भोक केलं. कारण तापमान पाहणं खूपच महत्त्वाचं होतं. त्यानंतर त्या पत्र्याच्या डब्याला वर आणि खाली अशी दोन भोके पाडली. तांब्याचा पाईप वरच्या बाजूला भोकाला सोल्डर केला. मग त्या तांब्याच्या पाईपची दोन तीन वेटोळी त्या इनक्यूबेटरच्या डब्यात घालून पाईपचे दुसरे टोक परत त्या पत्र्याच्या डब्याच्या खालच्या बाजूला सोल्डर केले.

आता अभयने पाण्याच्या टाकीच्या खाली रॉकेलची चिमणी एका डब्यावर ठेवली. आणि अशा तऱ्हेने सर्व तयारी पूर्ण झाली. आम्ही टाकीत पाणी भरले आणि दिवा पेटवला. काही वेळाने टाकीतील पाणी गरम होऊ लागले. पण तेवढ्यात अभयची आई तिथे आली. “अरे साऱ्या घरभर रॉकेलचा वास येतोय, काय करताय इथे तुम्ही?” ती चांगलीच रागावलेली दिसली.

इनक्यूबेटर बनविण्याचा तो उद्योग पाहून ती आणखीनच चिडली. अभयनं खूप आर्जवं, विनंत्या केल्या पण त्याचा काहीच उपयोग झाला नाही. इनक्यूबेटर बनविण्याची योजनाच धोक्यात आली.

सामग्रीची जमवाजमव

त्या रात्री इनक्यूबेटर बनविण्याच्या विचाराने मला बराच वेळ झोप लागली नाही. माझी आईही आगीला फार घाबरते. साधी काड्यापेट सुध्दा ती माझ्या हाताला लागू देत नाही. अभयच्या आईने तर रॉकेलची

चिमणी जप्तच केली होती. काही झालं तरी तो आम्हाला परत मिळण्याची सुतराम शक्यता नव्हती. विचार करता करता माझ्या डोक्यात एक कल्पना आली. रॉकेलच्या त्या चिमणीऐवजी विजेच्या दिव्याचा उपयोग केला तर !

पटकन उठून मी टेबललॅम्प लावला आणि त्याच्याजवळ बोट धरले. काही क्षणातच चांगला चटका बसला. मग भिंतीवरचा थर्मामीटर घेऊन तो त्या दिव्यासमोर धरला. थोड्याच वेळात त्याचा पारा सर्रंरकन वर चढला. विजेच्या दिव्यानेही पुष्कळ उष्णता मिळते यात काही शंकाच राहिली नाही. पण त्या प्रयोगामुळे आमचा थर्मामीटर सततच १०४ डिग्री फॅरनहाइट तापमान दाखवू लागला. बाहेर बर्फ पडत असलं तरी त्यातलं तापमान आपलं १०४ डिग्री ! थोडक्यात विजेच्या दिव्याच्या अगदी जवळ धरून मी त्याची वाट लावली होती.

शाळेत गेल्यावर विजेच्या दिव्याची आयडिया मी अभयला सांगितल्यावर तो खूपच खूष झाला. शाळेतून परतल्यावर लगेचच आम्ही आमच्या उद्योगाला लागलो. अभयने त्या विजेच्या दिव्याखाली पाच सहा पुस्तके ठेवली. त्यामुळे तो टाकीच्या अगदी जवळ आला. थोड्या वेळाने थर्मामीटर १०१ डिग्री फॅरनहाइट तापमान दाखवू लागला. अभय भलताच खूष होऊन ओरडला. “ये हुई ना बात ! कशाने का होईना आपल्याला पाहिजे तेवढं

तापमान मिळतंय ना बस्स!”

माझ्या मते रॉकेलच्या चिमणीपेक्षा हा विजेचा दिवा कितीतरी चांगला. रॉकेलमुळे आग लागायची भीती. विजेच्या दिव्यापासून अजिबात धोका नाही. तेवढ्यात आम्ही थर्मामीटरकडे पाहिले तर तापमान १०४ डिग्री फॅरनहाईट. रॉकेलच्या दिव्याची ज्योत कमी-जास्त करण्याची सोय होती पण ह्या विजेच्या दिव्याचं काय करायचं? तेवढ्यात तापमान १०८ डिग्री फॅरनहाईटवर पोहोचलं.

“अरे बल्ब जरा टाकीपासून खाली घे.” मी सांगितलं. मग आम्ही त्या बल्बच्या खालचं एक जाडजूड पुस्तक काढून घेतलं. थोड्या वेळातच थर्मामीटर पुन्हा १०२ डिग्री दाखवू लागला.

“हॅं! आता सर्व काही ठीक होईल. आता अंडी विकत आणायला काहीच हरकत नाही.” अभय म्हणाला, ‘तू तुझ्या घरून थोडे पैसे आण तोपर्यंत मी माझ्या आईकडे पैसे मागतो.’

खूप मिनतवारी केल्यावर आईने मला पैसे दिले. पण ती म्हणाली की, दुकानातून आणलेल्या अंड्यांतून पिल्लं निघणं शक्यच नाही. त्यासाठी अगदी ताजी-ताजी गावरान अंडी पाहिजेत. मी धावतच अभयच्या घरी आलो आणि त्याला ती अडचण सांगितली.

“मी पण अगदी चक्रमच आहे. अरे ह्या पुस्तकात तेच तर लिहिलं आहे.” अभय म्हणाला.

लगेचच आम्ही जवळच्याच गावात

राहणाऱ्या इंदूमावशीकडे जायचं ठरवलं. तिच्या घरी खूप कोंबड्या होत्या. ताजी अंडी आम्हाला तिने नक्कीच दिली असती.

कालपर्यंत इंदूमावशीकडे जायचा विचारही नव्हता आमचा पण आज तिच्याकडे जाण्यासाठी लोकलमध्ये आम्ही बसलोसुद्धा. आम्हाला पाहून मावशीला खूप आनंद झाला. चार पाच दिवस तरी आम्ही तिच्याकडे राहू असं तिला वाटलं. पण अंडी नेण्यासाठी आम्ही आलो आहोत हे ऐकून ती थक्क झाली. “काय रे एवढ्या मोठ्या तुमच्या शहरात साधी कोंबडीची अंडी मिळत नाहीत?” ती म्हणाली.

“अग, मावशी, अंडी मिळतात ग! पण आम्हाला अगदी ताजी अंडी हवीयेत. आम्ही बनविलेल्या इनक्युबेटर मध्ये ठेवून काही दिवसांनी त्यातून कोंबडीची पिल्ले बाहेर येतात कां ते आम्हाला पहायचंय.”

मावशीला आमचं खूपच कौतुक वाटलं. पटकन स्वयंपाकघरात जाऊन तिने अगदी सतेज अशी पंधरा अंडी आमच्यासाठी आणली. ती टोपलीत ठेवून उबदार रहावीत म्हणून त्यावर एक शाल घातली. आता प्रवासातही त्या उबदार शालीमुळे ती गरम रहाणार होती.

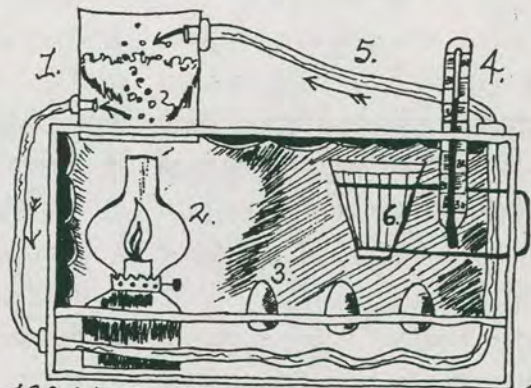
खूप होऊन आम्ही मावशीकडून निघालो पण घरी पोहोचपर्यंत रात्र झाली होती. त्यामुळे आपला प्रयोग उद्या करण्याचे आम्ही ठरविले.

प्रयोगाला सुरुवात

दुसऱ्या दिवशी शाळेतून आल्यावर लगेच आम्ही अंडी प्रथम इनक्युबेटरमध्ये ठेवली. त्याचं झाकण लावलं. भोकातून थर्मामीटर आत घातला. विजेचा दिवा चालू करण्यापूर्वी सगळ्या गोष्टी जिथल्या तिथे आहेत ना ते पहायला हवं. इनक्युबेटर आधी गरम करून मग त्यात अंडी ठेवायची का आधीच ? इनक्युबेटरचे झाकण बंद केल्यावर अंड्यातील पिळं गुदमरणार तर नाहीत ? आम्ही त्या पुस्तकांत वाचलं होतं की अंडी जिवंत असतात आणि आपल्या कवचातून ती श्वासोच्छ्वास करतात. इतर सजीवांप्रमाणेच अंडीदेखील आपल्या उच्छ्वासातून कार्बन डाय ऑक्साईड वायू सोडतात. ही गोष्ट

आमच्या लक्षांत आल्यावर लगेच आम्ही सर्व अंडी त्या खोक्यातून बाहेर काढली आणि अंड्यातून निघणारा कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायू बाहेर जाण्यासाठी खोक्याला काही भोके पाडली. काही चुका होऊ नयेत म्हणून आम्ही पुस्तकांतील सूचना पुन्हा एकदा नीट वाचल्या. इनक्युबेटरच्या आतील हवा थोडीशी बाष्पयुक्त

असणं आवश्यक आहे असं त्यात लिहिलं होतं. आतील हवा जर कोरडी झाली तर अंड्यामधील सारा दमटपणा अंड्याच्या कवचातून बाहेर फेकला जाईल आणि तो चिमणा जीव मरून जाईल. म्हणून मग आम्ही इनक्युबेटरमध्ये दोन पाण्याने भरलेले ग्लास ठेवले. पण ते ग्लास उंच होते त्यामुळे त्याचं झाकण लागेना. तेवढ्यात मला अभयची बहीण मायाच्या भातुकलीतले दोन छोटे ग्लास सापडले. मग त्यात पाणी भरून आम्ही ते इनक्युबेटरमध्ये ठेवले. पण त्यामुळे आता त्यात पंधरा अंड्यांऐवजी बाराच अंडी मावत होती. ठीक आहे, जाऊ दे, बारा तर बारा. इतक्यात मायाला कळलं की आम्ही तिच्या भातुकलीमधले दोन ग्लास लंपास



12 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21!



1



2.



3.

केलेत. तेव्हा ती भोकाड पसरून रडायला लागली. मग आम्ही तिला खूप मस्का मारला आणि अड्यातून पिळं बाहेर आली की त्यातलं एक पिळू तिला देण्याचं कबूल केलं, तेव्हा कुठे ती रडायची थांबली. आता प्रयोगाची पूर्ण तयारी झाली होती. फक्त बल्बचे बटण चालू करायचाच अवकाश होता. पण मी काही करायला गेलो की त्यात मला अपयशच येतं, अशी माझी समजूत होती. अभयलाही स्वतःबद्दल थोडंसं तसंच वाटत होतं. शेवटी मायाच्या शुभहस्ते बटण चालू केले. सुरवातीला तापमान ६४ डिग्री होतं. म्हणून बल्ब टाकीच्या जवळ नेण्यासाठी त्याच्या खाली अजून एक पुस्तक सारलं. पण थोड्याच वेळात तापमान वाढत वाढत १०४ डिग्रीवर पोहोचलं.

“अरे तापमान इतकं वाढून चालणार नाही.” अभय किंचाळलाच. मग त्या दिव्याखालचं एक जाडंसं पुस्तक आम्ही कमी केलं आणि त्याऐवजी एक अगदी पातळ पुस्तक ठेवलं. आता अगदी डोळ्यात तेल घालून तापमानावर लक्ष ठेवायचं आम्ही ठरविलं.

अभय म्हणाला, “अरे पण एकवीस दिवस सतत १०२ डिग्री तापमान कायम ठेवणं फारच अवघड आहे बुवा.”

“पण ते जर आपण करू शकलो नाही तर ही एवढी सगळी मेहनत वाया जाईल.” मी म्हणालो.

आम्ही दोघे सतत त्या इनक्युबेटर पाशीच

थर्मामीटरवर लक्ष ठेवून असायचो. शाळेचा अभ्याससुध्दा तिथेच बसून चालायचा.

आता सारं काही ठीकठाक होतं. “असंच सगळं व्यवस्थित राहिलं तर एकवीस दिवसात आपल्याकडे बारा कोंबडीची पिळं असतील नाही कारे अन्या! काय मज्जा येईल नाही?” अभय म्हणाला.

तापमान घटू लागलं

इतर मुलांचं मला माहित नाही पण मला तरी रविवारी खूप उशीरापर्यंत झोपायला आवडतं. आठवड्यातून एक दिवस उशीरा उठलं तर काय बिघडतं?

त्या दिवशी मी उठलो तर चांगलं उजाडलं होतं. पुन्हा अंधरुणात लोळायचा विचार होता पण तेवढ्यात इनक्युबेटरची आठवण झाली. ताडकन उठून मी अभयच्या घरी गेलो. पाहतो तर काय त्याचे डोळे अगदी तारवटलेले दिसत होते. रात्रभर बहुधा त्याला झोप मिळाली नव्हती.

“रात्री झोपताना सगळं काही ठीक होतं रे; पण मध्येच मी जेव्हा उठलो तेव्हा पाहिलं तर तापमान १०१ डिग्री झालं होतं. पटकन मी एक पुस्तक त्या दिव्याखाली सारलं मग तापमान परत १०२ डिग्री झालं. पण दुसऱ्यादा जाग आली तेव्हा पाहिलं तर परत थर्मामीटर १०१ डिग्रीच दाखवत होता. पुन्हा दिव्याखाली एक पुस्तक सरकवून तो टाकीच्या जवळ येईल असं पाहिलं. आता सर्व ठीक होतं. पण पुन्हा केव्हा तापमान कमी

होईल काही सांगता येत नाही.” अभय म्हणाला.

मी अभयला थोडा वेळ जाऊन झोपायला सांगितलं आणि मी कुकुर-पालनाचं ते पुस्तक वाचायला लागलो. त्यात लिहिलं होतं की जर अंडी खूप वेळ एकाच स्थितीत राहिली तर आतला जीव अंड्याच्या कवचाला चिकटतो आणि मग अशक्त पिल्लं जन्माला येतात. म्हणून मी अंडी उलटी सुलटी करू लागलो. इतक्यात अभयला जाग आली आणि धावत माझ्यापाशी येऊन तो ओरडला, “अरे काय करतोय हे तू”? त्याचं ओरडणं ऐकून अभयचे आई-बाबा-पण तिथे आले. त्यांनी सांगितलं की, कोंबडीसुध्दा अंडी उबवत असताना ती उलटीपालटी करत असते. म्हणून आम्हीही थोड्या थोड्या वेळाने ती हलविली पाहिजेत.

तापमानात वाढ

सकाळी दहा वाजता तापमान एक डिग्री वाढलं होतं म्हणून आम्ही त्या दिव्याखालचं एक पुस्तक कमी केलं. अभय म्हणाला, “काही कळतच नाही. पूर्ण रात्रभर तापमान कमी कमी होत होतं मग आता का वाढायला लागलंय कोण जाणे?” असं म्हणून अभय सोफ्यावर आडवा झाला. मी पण तिथेच खुर्चीवर बसून एक पुस्तक वाचू लागलो. थोड्या वेळाने अभयचा मित्र मिलिंद आला आणि त्याने अभयला उठविले. पण उठता



क्षणी अभय इनक्युबेटरजवळ गेला आणि जोरात ओरडला. “बिट्ट्या अरे तुझं लक्ष कुठे आहे? तापमान १०३ डिग्री झालंय बघ. मी पाहिलं नसतं तर कदाचित १०४ सुध्दा झालं असतं. तू काय झोपलायस की काय?”

मिलिंदने ते आमचे इनक्युबेटर प्रकरण पाहिले आणि आमच्या मदतीसाठी तोही तिथेच थांबला. दोन वाजता आम्हाला अंडी पलटवायची होती.

अभय अंडी हलवत होता तेवढ्यात माया तिथे आली आणि सगळ्यात मोठ्या अंड्याकडे बोट दाखवून, “हे माझं आहे अंडं. त्यातून निघालेलं पिल्लू मला हवं.” असं म्हणू लागली.

“अंड्यांवर जर काही खुणा केल्या तर



थोड्या वेळाने कशी हलवायची हे सर्व शिकविले आणि मगच आम्ही शाळेत गेलो.

मिलिंदला काही राहवलं नाही. आम्ही दिसताक्षणीच त्याने इनक्युबेटर बदल विचारलेच. “कोणाला सांगणार नाही म्हणून तू कबूल केलं होतंस ना?”

तुझं तुलाच लक्षात ठेवायला सोपं जाईल, कोणती उलटून झालीयेत ते.” मिलिंदने सुचविले.

ताबडतोब अभयने सर्व अंड्यांवर पेन्सिलिने नंबर घातले. शाळेत कोणालाही इनक्युबेटरबदल सांगू नको - हे बजावायला अभय विसरला नाही. मिलिंदही त्याला कबूल झाला.

मायाची ड्यूटी सुरू

तापमानाकडे लक्ष ठेवण्याच्या नादात अभय पूर्ण रात्र जागला होता. रात्री हवेत गारवा असल्यामुळे तापमानात घट होते तर दिवसा हवेतील उष्णतेमुळे तापमानात वाढ होते आहे हे आता लक्षात आलं होतं. पण आता आम्ही शाळेत गेल्यावर तिकडे पहाणार कोण? हा मोठा प्रश्नच होता. म्हणून मग अभयने मायाला हे काम करायला सांगितले. आम्ही दोघांनी मग तिला तापमान कमी जास्त झालं तर काय करायचं, अंडी थोड्या

अभयने दटावले.

शाळेत अभयचं अजिबात लक्ष लागत नव्हतं त्याला सारखं वाटतं होतं, माया अजून लहान आहे. तिने काही गडबड घोट्या केला किंवा बाहेर खेळायला निघून गेली तर सारंच संपलं!

मिलिंदने आपला शब्द पाळला नाही. जीवशास्त्राचा तास सुरू झाल्यावर हात वर करून त्याने बापटबाईंना विचारलेच, “इनक्युबेटर म्हणजे काय हो?”

बापटबाई माहिती सांगू लागल्या. “पूर्वी लोक एका विशिष्ट तापमानात अंडी ठेवत असत मग काही दिवसांनी त्यातून पिल्ले बाहेर येत.”

“मला अशी दोन लोकं माहिती आहेत. त्यांनी घरीच इनक्युबेटर बनविला आहे. पण खरंच त्यातून पिल्ले बाहेर येऊ शकतील असं तुम्हाला वाटतय कां?”

शाळा सुटताच निसर्गमंडळाचा सेक्रेटरी

विल्यानं आम्हाला पकडले आणि मंडळात काम करायची आज आमची पाळी आहे असे सांगितले. चिमण्यांसाठी लाकडाची छोटी छोटी घरे बनवायची होती.

“आज आम्हाला अजिबात वेळ नाही.” असं अभयने सांगताच आमच्यावर तो खूप रागावला. “आम्ही धावतच घरी आलो. मायाने तिचे काम अगदी चोख केले होते. आम्ही तिची पाठ थोपटली आणि तिला खेळायला पिटाळलं.

वाताहात

आमची दिनचर्या ठरून गेली होती. थर्मामीटरकडे लक्ष ठेवायचं, दर तीन तासांनी अंडी पलटवायची. नंतर टाकीत आणि इनक्युबेटरमधील ग्लासमध्ये काही ठराविक वेळानं पाणी भरायचं कारण उकाड्यामुळे पाणी फार लवकर संपायचं. रोज रात्री मी गजर लावून झोपत असे. कारण मध्यरात्री उठणं आवश्यकच होतं. पण त्यानंतर बराच वेळ मला झोपच यायची नाही. त्यामुळे रोज सकाळी उठताना माझे डोळे चुरचुरायचे. कसंतरी एकदा शाळेचा युनिफॉर्म चढवून शाळेत जयचो. झोपेत कधी कधी शर्ट उलटाच घालायचो. सगळ्याच कामात गडबडगुंडा होई. शाळेत सगळे माझे चेष्टा करीत.

दहाव्या दिवशी एक मोठा घोटाळा झाला. रात्री मी झोपलो तो एकदम सकाळीच उठलो. इनक्युबेटरपाशी धडपडत जाऊन



पाहतो तर तापमान ९९ डिग्री. तीन डिग्रीने कमी झालेले.

मी झटकन दिव्याखाली दोन पुस्तके घुसडली. त्यामुळे दिवा टाकीच्या जवळ आला. पण आता त्याचा उपयोग कितपत होईल याविषयी शंकाच होती. दहा दिवसाच्या मेहनतीवर पाणी पडणारसं वाटू लागलं.

थोड्या वेळाने अभय आला तेव्हा तापमान १०२ डिग्री झालं होतं. मी त्याला काहीच सांगितले नाही. पण आता हा सगळा खटाटोप करणं वेडेपणाचं आहे असं मला वाटू लागलं. पण त्याचा उत्साह मात्र पूर्वीइतकाच होता. म्हणून मीही म्हटलं “बघू काय होतं ते ?”



भारत ज्ञान-विज्ञान समिती, दिल्ली
यांच्या मुर्गी के चूजे या पुस्तिकेतून साभार.
लेखक : निकोलाय नोसोव
प्रस्तुति : अरविंद गुप्ता
अनुवाद : विनया शिराळकर
अंधमित्र संस्थेच्या कार्यकर्त्या

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
ऑगस्ट १९ ते जुलै २००१ मधील सुटे अंक	रु. १५/-* प्रत्येकी	
वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२	रु. १००/-	
वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००२ ते जुलै २००३	रु. १२५/-	वर्गणी 'मे' महिन्याच्या आधी भरल्यास रु. १०० अशी सवलत!
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक* / मनी ऑर्डर

*(पोस्टेजसाठी रु. १०/- जादा पाठवावेत.)

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.

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

*(गावाबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

नाव _____

पत्ता _____

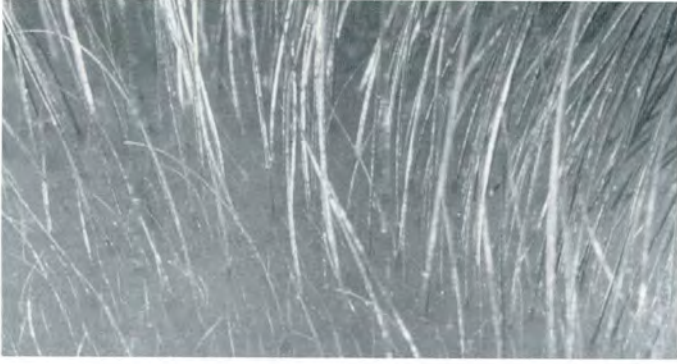
सही

तारीख

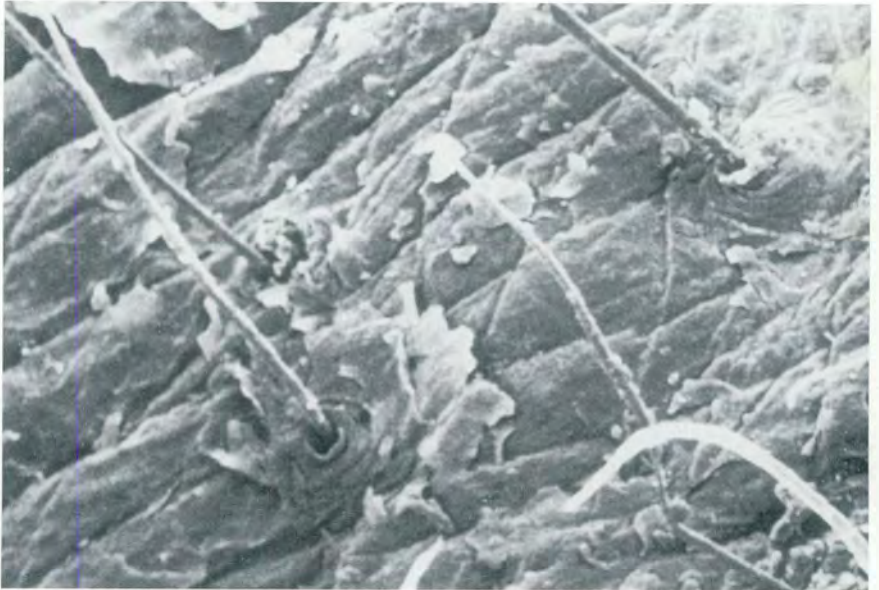
संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार,

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

हे तुम्हाला माहीत आहे?



डोक्यावर अगदी दाट केस उगवतात. आपल्या डोक्यावर जवळ जवळ १ लाख केस असतात. त्या केसांचा हा अगदी जवळून काढलेला फोटो. प्रत्येक केस, दरमहा १ सें. मी. वाढतो आणि साधारण चार वर्षांनी गळून दुसरा येतो.



सूक्ष्मदर्शकाखाली त्वचेवरचे केस तारेसारखे दिसतात. पावलं, तळहात आणि ओठ सोडल्यास सर्व त्वचेवर केस असतात. हा फोटो प्रत्यक्षाहून एकशे एकूणसत्तर पट मोठा केलेला आहे.

फोटो : Your wonderful body ! मधून साभार

शैक्षणिक संदर्भ - फेब्रुवारी - मार्च २००२ 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.

