

# शैक्षणिक **संदर्भ**

अंक - १४

डिसेंबर २००१ - जानेवारी 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 अॅण्ड प्रोसेसर्स

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक - १४

डिसेंबर २००१ - जानेवारी २००२

पालकनीती परिवारसाठी

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.



मुखपृष्ठावर मॅक कॉन्कीज् आगारवर वाढवलेले इ-कोलाय गडद रंगात दिसत आहेत. मोठ्या आंत्रात ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत इ-कोलाय नावाचे सामान्य सूक्ष्म जीवाणू कोलिसिन हा पदार्थ तयार करतात. त्यामुळे आपले इतर रोगकारक जीवाणूंपासून रक्षण होते.



हवेतील सूक्ष्म जीवाणूंचे पेट्रीप्लेटवर केलेले संकलन वर्तुळात दिसते आहे.



पाठीमागच्या चित्रात इ-कोलायच्या गुलाबी रंगाच्या कॉलनीज् दिसत आहेत. अधिक माहितीसाठी 'सामान्य सूक्ष्मजीव' हा लेख पहा पान ४९ वर.

चित्रे : टेक्स्ट बुक ऑफ मायक्रोबायॉलॉजी : सी.के.जे. पणीकर

व आर. अनंतनारायणन्, प्रकाशक :ओरिएन्ट लाँगमन यांच्या सौजन्याने.

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - १४

डिसेंबर २००१ - जानेवारी २००२

- आपल्या सवयीची सापेक्षता ..... ५
- सौर ऊर्जा ..... ९
- पायाच बदलला तर ..... २०
- भाषा नकाशाची ..... २४
- संयुगे व मिश्रणे ..... २९
- अभिनव सूर्यचूल ..... ३५
- डोरोथी हॉजकिन ..... ३८
- तुमचे प्रतिबिंब आणि तुम्ही ..... ४६
- सामान्य सूक्ष्मजीव ..... ४९
- आकाशदर्शन अॅटलास ..... ५८
- सहप्रवासी ..... ६३
- या झाडाचे वय काय ? ..... ७७

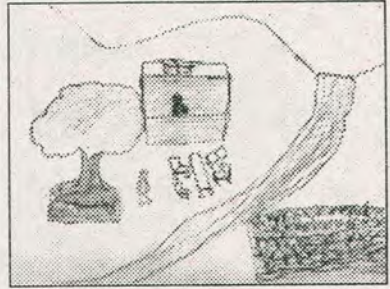
ऑगस्ट २००२ पासून शैक्षणिक संदर्भचे चवथे वर्ष चालू होईल.  
पुढील वर्षाची वर्गणी लवकर भरा.



**सौर ऊर्जा ..... १**  
 आपण वापरत असलेल्या सर्व ऊर्जास्रोतांचं मूळ आहे सौर ऊर्जेत. सहजासहजी उपलब्ध असलेल्या या अक्षय स्रोतचा आपण कसा वापर करू शकतो ?

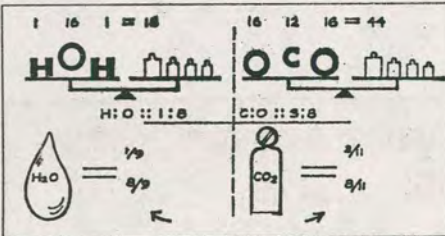
**भाषा नकाशाची ..... २४**

गेल्या वेळच्या अंकात नकाशाच्या इतिहासापासून ते आधुनिक तंत्राने काढले जाणारे नकाशे याविषयी आपण जाणून घेतलं - मोठा नकाशा घेऊन त्यातलं कोपऱ्यातलं एखादं छोटंसं गाव शोधण्याचा खेळ तुम्ही खेळतच असाल. खेळतून नकाशा तंत्र शिकता आलं तर 'नक्को तो नकाशा' - असं तुम्ही म्हणणार नाही.



**संयुगे व मिश्रणे ..... २९**

आवर्तसारणीत शंभराच्यावर मूलद्रव्ये आहेत. आपण त्यातली फार थोडी मूलद्रव्ये वापरतो. रोजच्या आयुष्यात आपल्या आजूबाजूला सर्वाधिक असतात ती मूलद्रव्ये एकत्र येऊन बनलेली संयुगे आणि मिश्रणे. ही कशी तयार होतात, त्यांच्यात काय फरक आहे, हे या लेखात वाचू.





प्रिय वाचक, लेखक, अनुवादक व हितचिंतक,

विज्ञान आपल्या रोजच्या आयुष्याचा भाग कसं असतं ? शालेय अभ्यासक्रमात शिकवल्या जाणाऱ्या वैज्ञानिक संकल्पना पाठ न करताही कशा समजावून घेता येतील ? हे समजावून घेताना आपण सहजच वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून विचार करू लागू यासाठी 'शैक्षणिक संदर्भ' सुरू झाले. त्याला आता दोन वर्ष होऊन गेली.

पहिल्या वर्षात द्वैमासिक १२०० वाचकांपर्यंत पोहोचले, दुसऱ्या वर्षात ही संख्या २५०० च्या घरात गेली. आणि या वर्षी अंक ३४०० वाचकांच्या हातात पडतो आहे. आपण सर्वांनी द्वैमासिकाला दिलेल्या आधार व सहकार्याबद्दल आम्ही आपले आभारी आहोत. शैक्षणिक संदर्भासाठी आपण पुढील गोष्टी करू शकता.

१. पुढील वर्षाची (ऑगस्ट ते जुलै) वर्गणी रु. १०० शक्य तितक्या लवकर आमच्याकडे पाठवा.
२. आपल्या नातेवाईकात, मित्रपरिवारात असलेल्या शालेय शिक्षक व विद्यार्थ्यांपर्यंत द्वैमासिक आवर्जून पोचवा. त्यांना वर्गणी भरण्यास उद्युक्त करा किंवा भेट म्हणून त्यांची वार्षिक वर्गणी भरा.
३. आपण एखाद्या स्वयंसेवी संस्थेशी, शिक्षण-संस्थेशी, किंवा शिक्षकांच्या संघटनेशी संबंधित असाल व आपले २५ किंवा त्यापेक्षा अधिक सहकारी द्वैमासिकाचे वर्गणीदार होऊ इच्छित असतील, तर आमच्या सवलत योजनेच्या माहितीसाठी संपर्क साधा.
४. वेगवेगळ्या संस्थांतर्फे विविध कारणांनी शालेय विद्यार्थ्यांना प्रोत्साहनपर बक्षिसे दिली जातात. बक्षिस म्हणून द्वैमासिकाची वार्षिक वर्गणी भरण्याची शिफारस करा.
५. विज्ञान व शिक्षणाबद्दल चांगले लिखाण वाचनात आल्यास आम्हाला त्याची एक प्रत पाठवा. इंग्रजी/हिंदी भाषेतही चालेल.
६. विज्ञान व शिक्षणविषयक स्वतंत्र किंवा अनुवादित लिखाण स्वतः पाठवा व इतरांना लेख पाठवण्यास सुचवा.
७. आपण शिक्षक किंवा विद्यार्थी असल्यास वैज्ञानिक संकल्पना समजावून देण्यासाठी किंवा समजून घेण्यासाठी द्वैमासिकाचा वापर करा व आपले अनुभव कळवा.
८. आपल्या जवळपासच्या विज्ञानविषयक प्रदर्शनात किंवा पुस्तक मेळाव्यात भाग घेण्यासाठी आम्हाला मदत करा.

विज्ञान शिक्षण आनंददायी बनवण्याच्या या प्रयत्नात आपली भरघोस साथ पुढेही लाभेल, अशी आशा करत आहोत.

संपादक मंडळ

# आपल्या सवयीची सापेक्षता

● लेखक : एल्. लॅन्डाऊ, जु. रूमर ● हिन्दी अनुवाद : कंवरसिंह  
● मराठी अनुवाद : स्वाती अभ्यंकर

एखादी गोष्ट कुठे ठेवली आहे -डावीकडे उजवीकडे, वर खाली हे आपण सांगतो. हे सांगताना आपण कोठे आहोत याला महत्त्व असते, ते का ?

प्रत्येक विधानाला अर्थ असतोच का ?

अर्थातच नाही! म्हणजे अगदी पूर्णपणे योग्य शब्द घेतले आणि ते सुसंगतपणे वाक्यात गुंफले तरी सुध्दा त्यातून काही अर्थ निघेलच असे नाही. उदाहरणार्थ हे वाक्य - 'हे पाणी त्रिकोणी आहे.' ह्याचा अर्थ लावणे तसे अवघडच आहे.

कधी कधी तर अर्थपूर्ण वाटणारे वाक्यसुध्दा विश्लेषणानंतर निरर्थकच सिध्द होते.

डावे आणि उजवे

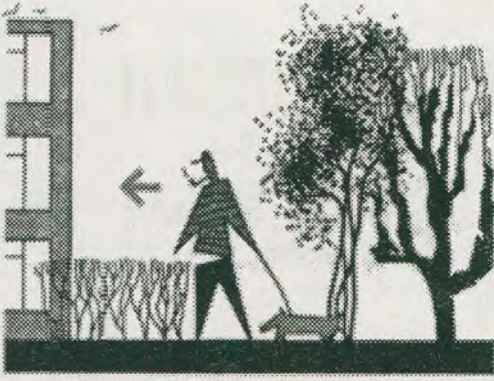
घर रस्त्याच्या कुठल्या बाजूला आहे - डावीकडे की उजवीकडे! ह्या प्रश्नाचे उत्तर चटकन एका शब्दात देता येणार नाही.

पुलाकडून जंगलाकडे निघाले की घर डावीकडे लागेल आणि जंगलाकडून पुलाकडे आले तर घर उजवीकडे असेल याचा विचार करताना आपल्याला दिशेकडे दुर्लक्ष करून चालणार नाही. तसे करणे चूकच होईल. कारण आपण दिशा ठरवल्याशिवाय डावीकडे की उजवीकडे

याला अर्थच नाही.

नदीच्या उजव्या काठावर असे म्हणणे अर्थपूर्ण ठरेल कारण नदीची दिशा वाहणाऱ्या पाण्यानेच निश्चित केलेली असते. तसेच वाहने डावीकडून चालवा हे म्हणणे चूक होणार नाही.





कारण वाहतूक ही रस्त्याची ठराविक दिशा स्पष्ट करते.

म्हणजेच उजवे आणि डावे ह्या धारणा सापेक्ष आहेत. जेव्हा पहाण्याची दिशा निश्चित असते तेव्हाच त्याला अर्थ असतो.

### आता रात्र की दिवस ?

ह्या प्रश्नाचे उत्तर प्रश्न कुठल्या ठिकाणी विचारला गेला आहे त्यावर अवलंबून आहे. न्यूयॉर्क मध्ये दिवस असतो तेव्हा मुंबई रात्रीच्या अंधारात असते. त्यामुळे 'दोन्ही' असंही उत्तर देता येईल. थोडक्यात म्हणजे दिवस

आणि रात्र ह्या सापेक्ष धारणा आहेत. जोपर्यंत पृथ्वीवरील कोणत्या ठिकाणाबद्दल हा प्रश्न आहे हे स्पष्ट केले जात नाही तोपर्यंत हा प्रश्न अनुत्तरित राहिल.

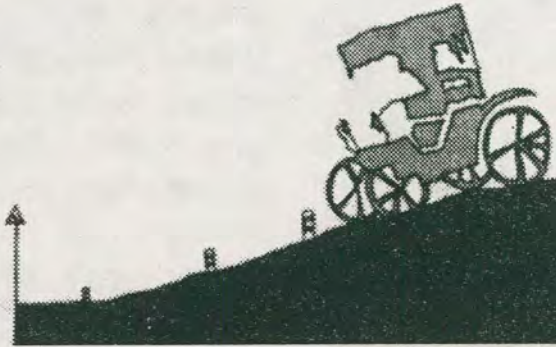
### मोठे कोण ?

खालील चित्रात मोटार रस्त्यावरील चिन्हापेक्षा मोठी दिसते आहे.

आणि पुढच्या पानावरील चित्रात

मोटारीपेक्षा रस्त्यावरील चिन्ह मोठे दिसते आहे. इथे काही चूक नाही. गोष्ट अशी आहे की दोन्ही चित्रे दोन भिन्न जागी उभ्या असणाऱ्यांना दिसणारी आहेत. एकाने गाडीच्या जवळून पाहिले तर दुसऱ्याने रस्त्यावरच्या पाटीजवळ उभे राहून. वस्तूच्या चित्रासाठी तिचा खरा आकार महत्त्वाचा नाही तर ज्या कोनातून ती वस्तू पाहिली जाते तो कोन महत्त्वाचा ठरतो. आता हे तर स्पष्ट आहे की कुठल्याही वस्तूची कोनीय मापे सापेक्ष असतात. जर आपण कुठून पाहिले हे स्पष्ट

केले नाही तर केवळ कोनीय मापे सांगण्याला काहीही अर्थ नाही. उदाहरणार्थ, जर आपण म्हटले, 'बुरूज  $45^\circ$  कोनावर दिसत आहे.' तर हे म्हणणे निरर्थक आहे. ह्याउलट, बुरूज त्यापासून १५ मीटर दूर असणाऱ्या ठिकाणाहून  $45^\circ$  वर दिसत

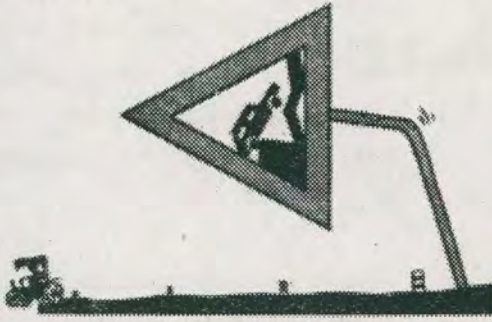




आहे असे म्हटले तर त्यावरून बुरूजाची उंची ठरवता येईल.

### सापेक्षता निरपेक्ष वाटते

जर प्रेक्षणबिंदू थोडा लांब नेला तर कोनीय मापामध्ये सुध्दा काही बदल होतो. कोनीय मापाचा उपयोग मुख्यत्वे ज्योतिर्विज्ञानामध्ये होतो. तारकासमूहांच्या नकाशाचित्रात



ताऱ्यांमध्ये कोनीय अंतर दाखविले जाते. कोनीय अंतर म्हणजे पृथ्वीवरून पाहिले असता दिसणारे ताऱ्यांमधील अंतर.

पृथ्वीवर आपण कोठेही असलो आणि कुठूनही आकाशातील ताऱ्यांकडे पाहिले तरी तारे एकमेकांपासून ठराविक अंतरावरच दिसतात. ह्याचे कारण तारे आपल्यापासून कल्पनातीत अंतरावर आहेत. आणि त्या अंतराच्या तुलनेत आपले पृथ्वीवरील स्थानांतर नगण्य असते. आपण ताऱ्यांमधील कोनीय मापाला निरपेक्ष समजू शकतो.

जर सूर्याभोवतीच्या पृथ्वीच्या परिभ्रमणाचा उपयोग केला तर कोनीय मापामध्ये निश्चित पण अत्यल्प फरक पडेल.

जर प्रेक्षणबिंदू अतिदूर एखाद्या ताऱ्यावर निश्चित केला तर कोनीय मापात इतका फरक पडेल की आपल्याला आकाशात एकमेकांपासून दूर असणारे तारे तिथून एकमेकांच्या जवळ असलेले दिसतील आणि परस्परांच्या जवळ दिसणारे तारे परस्परांपासून दूर दिसू लागतील.

### वर आणि खाली

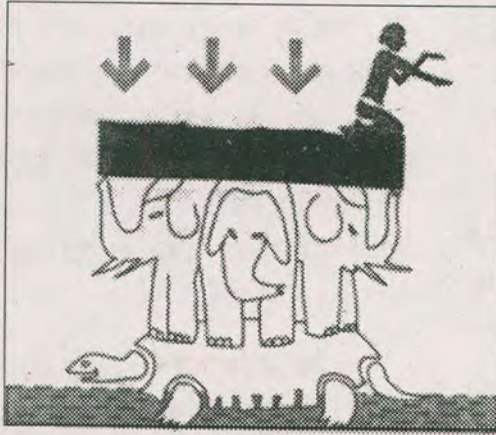
आपण नेहमी म्हणतो हे वर आहे, हे खाली आहे - ह्या धारणा निरपेक्ष आहेत की सापेक्ष ?

ह्या प्रश्नाचे उत्तर भिन्नकाळात वेगवेगळे दिले जात असे. जेव्हा पृथ्वीचा आकार गोल आहे हे अज्ञात होते तेव्हा लोक तिला

पूर्णपणे चपट्या आकाराची समजत असत. म्हणूनच 'वरची दिशा' त्यांच्या लेखी एक निरपेक्ष धारणा होती. पृथ्वीवरील कोणत्याही बिंदूसाठी वरची दिशा एकच असणार असाच त्यांचा समज होता. जेव्हा पृथ्वी गोलाकार असल्याचे समजले तेव्हा लोकांच्या मनातील 'वरच्या दिशे'चे आसन डळमळीत झाले.

पृथ्वीच्या गोल आकारामुळे कोणत्याही ठिकाणची दिशा ही त्या ठिकाणावर अवलंबून आहे.

पृथ्वीतलावरील भिन्न बिंदूसाठी वरची दिशा ही भिन्न असेल. जोपर्यंत आपण पृथ्वीतलावरील संबंधित स्थान सांगत नाही तोपर्यंत वर आणि खाली हे निरर्थक आहे.



म्हणून ह्या धारणा आता सापेक्ष झालेल्या आहेत. ब्रह्मांडामध्ये कोणतीही दिशा 'वर' म्हणता येईल. आकाशातील कोणत्याही दिशेसाठी आपण पृथ्वीवरील एखादा तरी बिंदू दाखवू शकू जेथे ही दिशा 'वर' असेल.

### सामान्यबुद्धीचे बंड

आता आपल्यासाठी ह्या गोष्टी सहज आहेत, आणि आपल्याला ह्यात कोणतीही शंका येत नाही. पण पूर्वी ह्या गोष्टी सापेक्ष आहेत हे लोकांना तितकेसे सहजपणे आकलन होत नव्हते.

पृथ्वी गोल आहे हा सिध्दांत मांडला गेला तेव्हा त्याला मोठा विरोध झाला.

पृथ्वी गोल असेल तर 'खालच्या' बाजूचे लोक 'उलटे' कसे चालतील? असा प्रश्न सर्वांना पडला. पण इतर ठिकाणच्या लोकांना 'आपण' उलटे चालतो

असे वाटणार; आणि हे दोन्ही खरे असू शकते हे नंतर लक्षात येऊ लागले.

जवळजवळच्या गावांमध्ये 'वर' ही दिशा सारखीच होती. परंतु जेव्हा अतिदूरच्या गावांबद्दल विचार केला गेला तेव्हा वर-खाली सापेक्ष असल्याचं लक्षात आलं.

याचा अर्थ - आपल्या दैनंदिन जीवनातही अशा अनेक सापेक्ष धारणा असतात. त्यांचे अवलोकन,

त्यांचा विचार कुठून करायचा हा संदर्भ निश्चित केल्यानंतरच या धारणा अर्थपूर्ण होतात.



लेखक : एल्. लॅन्डाऊ, जु. रूमर

हिन्दी अनुवाद : कंवरसिंह

मराठी अनुवाद : स्वाती अभ्यंकर

डिफेन्स अकाउंटन्टमध्ये कार्यरत, साहित्य आणि संगीतात रस.



लेखांक ३

पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत

# सौर ऊर्जा

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे



सौजन्य : इकोसोलर सिस्टिम्स (इंडिया) लिमिटेड, पुणे.

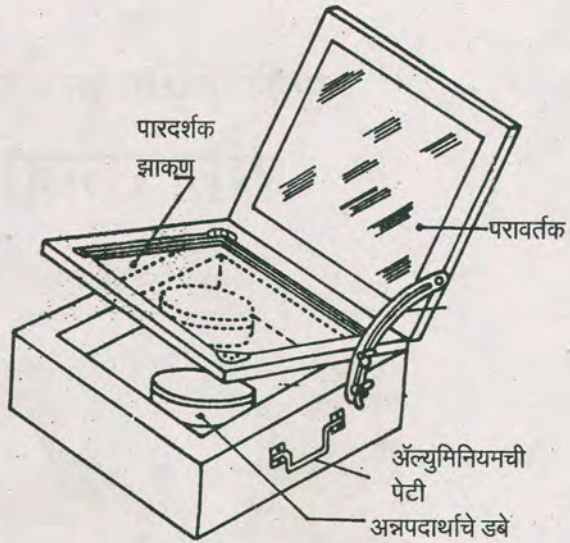
पृथ्वीवरील संपूर्ण जीवसृष्टीचं अस्तित्व ज्या एका ऊर्जास्रोतावर अवलंबून आहे, तो म्हणजे सौरऊर्जा. सूर्याच्या अंतरंगात अणुसम्मिलनाने सतत निर्माण होत असलेली ऊर्जा विद्युतचुंबकीय प्रारणांच्या रूपात पृथ्वीवर पोचते. पृथ्वीवर सजीव सृष्टीचं अस्तित्व ही ऊर्जा मिळत राहीपर्यंतच असणार आहे. तेव्हा एका दृष्टीने सौरऊर्जा हा अक्षय ऊर्जास्रोत आहे, असंच म्हणायला हवं!

सूर्यापासून पृथ्वीवर साधारणपणे १.८ X १०<sup>२६</sup> वॅट इतकी सौरशक्ती येत असते. मात्र ही शक्ती पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर विभागली

जात असल्याने दर चौ. मी. क्षेत्रावर जास्तीत जास्त फक्त एक किलोवॅट इतकीच सौरशक्ती उपलब्ध होते. दैनंदिन व्यवहारात किंवा उद्योगधंद्यात ऊर्जास्रोत म्हणून सौरऊर्जेचा वापर करण्यात ही एक महत्त्वाची अडचण आहे. दुसरी अडचण म्हणजे ही ऊर्जा दिवसाचे ७-८ तासच उपलब्ध असते, आणि तासागणिक तसंच हवामान व ऋतुमानाप्रमाणेही तिचं प्रमाण बदलत जातं. या अडचणींवर मात करून सौरऊर्जेचा वापर करण्याचं तंत्रज्ञान विकसित करण्यावर गेल्या काही दशकांत बरंच संशोधन झालं आहे, आणि आजही पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोतांमध्ये

संशोधन व विकासाचा सर्वाधिक भर सौरऊर्जेवर आहे.

सौरऊर्जेपासून उपयुक्त उष्णता मिळवता येते, हे आपल्याला प्राचीन काळापासून माहित आहे, आणि या स्वरूपात सौरऊर्जेचा वापरही माणूस फार पूर्वीपासून करत आला आहे. पदार्थ सुकवणे, वाळवणे इ. साठी सूर्याच्या उन्हाचा वापर सर्वांच्याच ओळखीचा आहे. सूर्याच्या



आकृती १

उन्हामुळे तापमान ४०-४५ अंश से. च्या घरात सहज जाऊ शकतं, हेही आपण दर उन्हाळ्यात अनुभवतो. पण वेगवेगळ्या प्रकारचे सौरऊर्जासंकलक (solar collectors) वापरून केवळ सौरऊर्जेच्या जीवावर ३००० अंश से. पर्यंतही तापमान मिळवता येतं, ही आधुनिक तंत्रज्ञानाची कमाल आहे.

सौर उष्णता ऊर्जेचा (solar thermal energy) वापर करणारी काही उपकरणं हल्ली आपल्या आजुबाजूलाही सहज बघायला मिळतात. उदा. सौरचूल (solar cooker) आणि सौरबंब (solar water heater). सौरचूल म्हणजे काचेचे दुहेरी झाकण असलेली आणि आतून काळा रंग दिलेली अॅल्युमिनिअम किंवा स्टीलची पेटी. या

पेटीला सर्व बाजूंनी उष्णतारोधी आवरण असतं. शिजवायचे अन्नपदार्थ अॅल्युमिनिअम किंवा स्टीलच्या बाहेरून काळा रंग दिलेल्या डब्यांत ठेवून हे डबे पेटीत ठेवले जातात. मग पारदर्शक काचेच्या झाकणाने पेटी बंद करतात. झाकणाची दुसरी काच म्हणजे एक परावर्तक आरसा असतो. आरशावर पडणारा सूर्यप्रकाश पेटीकडे परावर्तित होईल, अशा रितीने आरसा विशिष्ट कोनात उभा करून ठेवतात. (आकृती १)

पारदर्शक काचेच्या झाकणातून सूर्यप्रकाश पेटीत शिरतो, आणि पेटीतील डबे, तसंच काळा रंग दिलेला अंतर्भाग याद्वारे शोषला जातो. या ऊर्जेमुळे पेटीच्या आत तापमान वाढतं. काच प्रकाशलहरींसाठी

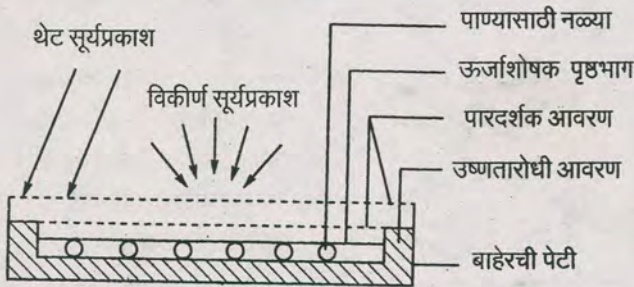
पारदर्शक असली, तरी उष्णता लहरींसाठी पारदर्शक नसते. त्यामुळे आतली उष्णता आतच रोखली जाते.

या प्रकारच्या सौरचुलीत पदार्थ शिजायला इतर कोणत्याही इंधनावर चालणाऱ्या चुलीपेक्षा जास्त वेळ लागतो. तसंच पदार्थ तळणे, चपाती-भाकरी भाजणे, यासारख्या क्रिया करताच येत नाहीत. या अडचणींवर मात करण्यासाठी अलीकडे अन्वस्ताकार (डिश अँटेनाच्या आकाराच्या) परावर्तक आरशांचा वापर करून सौरचूल बनवण्यात आली आहे. अन्वस्ताकार आरशाच्या पृष्ठभागावर पडणारा सर्व सूर्यप्रकाश अन्वस्ताच्या नाभीकडे परावर्तित होतो, आणि या ठिकाणी बऱ्याच लवकर बरंच जास्त तापमान निर्माण होतं. अशा प्रकारच्या सौरचुलीवर स्वयंपाक लवकर होतो, आणि सर्व पाकक्रिया नेहमीसारख्या करणं शक्य असतं. पण या सौरचुलीवर तळणं किंवा चपाती-भाकरी करण्यासाठी स्वयंपाक करणाऱ्यालाही तळपत्या उन्हात उभं रहावं लागतं! पण

यावरही उपाय आहे. मोठ्या आकाराचे परावर्तक वापरून किंवा एकाच ठिकाणावर केंद्रित असलेले अनेक परावर्तक वापरून २००-३०० अंश से. पर्यंत तापमान नेता येतं. या उष्णतेचा वापर करून पाण्याची वाफ बनवता येते किंवा एखाद्या उच्च उत्कलनबिंदू असलेल्या द्रवाचं तापमान वाढवता येतं. वाफ किंवा तप्त द्रव नळ्यांच्या सहाय्याने घरात आणून या उष्णतेवर स्वयंपाक करता येतो. अशा प्रकारची यंत्रणा केवळ स्वयंपाकासाठीच नाही, तर उद्योगधंद्यांसाठी लागणारी वाफ व उष्णता मिळवण्यासाठीही उपयोगी ठरू शकते.

सौरचुलींचे हे काही प्रचलित प्रकार असले, तरी जगभरातील संशोधकांनी आणि हौशी सौरऊर्जाप्रेमींनी अक्षरशः असंख्य प्रकारच्या सौरचुली विकसित केल्या आहेत (पुढील पानावरील चौकट पहा)

अलीकडे लोकप्रिय होऊ लागलेल्या सौरबंबात एका सपाट ऊर्जासंकलकाच्या (flat plate collector) मदतीने सौरऊर्जा शोषून घेतली जाते, व ती वापरून पाण्याचं



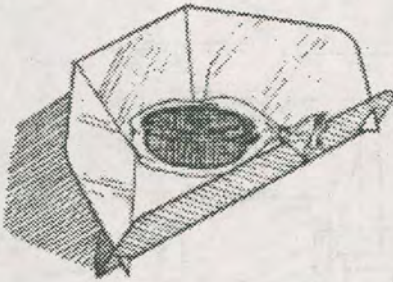
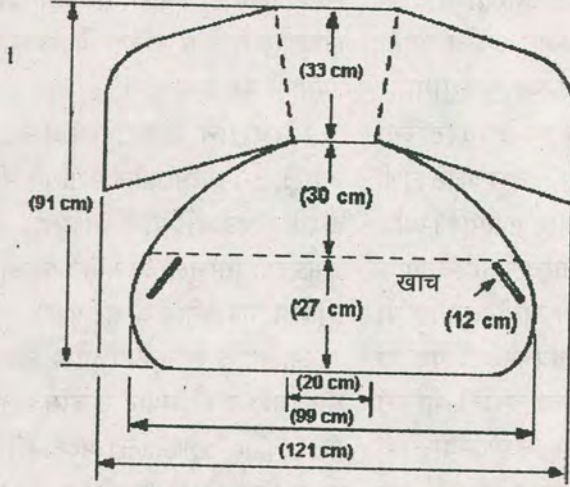
आकृती २

## घरच्या घरी सौर चूल बनवा

एकदा सौर चुलीमागची संकल्पना समजली, की वेगवेगळ्या प्रकारे सौरचुली बनवणे अवघड नाही. इथे दिलेल्या रचनेप्रमाणे सौरचूल बनवून घ्या.

या सौरचुलीचं नाव आहे 'कुक-इट'. ही रचना फ्रान्समधील रॉजर बर्नार्ड व अमेरिकेतील बार्बारा केर यांनी काही सहकाऱ्यांच्या मदतीने विकसित केली आहे.

साधारण १ मी. x १.३३ मी. आकाराचा पुट्याचा तुकडा घ्या. सोबतच्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे कापा आणि घड्या घाला. पुट्याला नीट सरळ घडी पडण्यासाठी आधी चमच्याच्या दांडीसारख्या बोथट वस्तूने सुरकुती पाडून घ्या, मग या सुरकुतीवर पट्टीची कड ठेऊन त्या आधारेने घडी घाला. चुलीची पुढची बाजू बसवण्याच्या फटी थोड्या लहान आणि बारीकच ठेवा, म्हणजे पुट्याचे कोपरे त्यात नीट घट्ट बसतील. जो पृष्ठभाग चुलीच्या आतल्या बाजूला येणार आहे, त्यावर अॅल्युमिनिअम फॉइल चिकटवा.

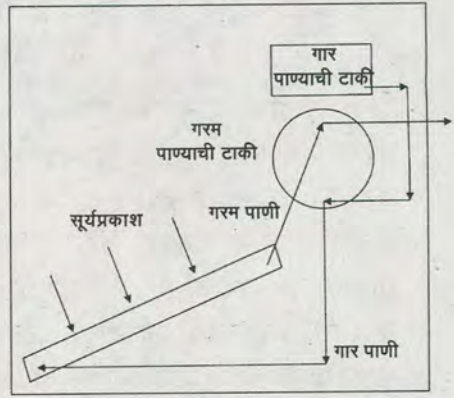


चूल वापरण्यासाठी चित्रात दाखवल्याप्रमाणे जोडणी करा. जो पदार्थ शिजवायचा असेल तो धातूच्या काळ्या रंगाच्या डब्यात ठेवा. हा डबा पारदर्शक प्लॅस्टिकच्या पिशवीत घालून पिशवीचं तोंड बंद करा. ही पिशवी चित्रात दाखवल्याप्रमाणे सौरचुलीत ठेवून चूल उन्हात ठेवा.

तापमान वाढवलं जातं. हे संकलक साधारणतः अॅल्युमिनिअम किंवा स्टीलचे असतात, आणि पाण्याच्या नळ्या तांब्याच्या असतात. संकलकावरचं पारदर्शक झाकण काचेचं असतं. आता पॉलिमर तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे संपूर्ण संकलक वजनाने हलक्या आणि अधिक टिकाऊ अशा प्लॅस्टिक-पासूनही बनवता येतात. सपाट संकलकाची रचना आकृती २ मध्ये दाखवली आहे.

इमारतीवर सौरबंब उभा करताना संकलकाचं काचेचं आवरण दक्षिणेला तोंड करेल अशा रितीने क्षितीजाशी एक विशिष्ट कोन करून संकलक बसवतात. हा कोन त्या गावाच्या पृथ्वीवरील अक्षांशांइतका असतो. वर्षभर दिवसाचा जास्तीत जास्त काळ शक्य तितका थेट सूर्यप्रकाश संकलकावर पडावा, हा या रचनेमागचा उद्देश आहे. संकलकात खालच्या बाजूने गरम पाणी आत शिरतं, सूर्याच्या उष्णतेमुळे गरम झालेलं पाणी नळ्यांमधून वर सरकत जातं, आणि वरच्या बाजूने बाहेर पडून उष्णतारोधी आवरण असलेल्या टाकीत साठवलं जातं. या पध्दतीने पाण्याचं तापमान ६०-७० अंश से. पर्यंत वाढवता येतं. (आकृती ३ पहा.)

वेगवेगळ्या प्रकारचे परावर्तक वापरून सौरबंबाची कार्यक्षमता व त्यातून मिळणाऱ्या गरम पाण्याचं तापमान वाढवता येतं. या पध्दतीचे बंब औद्यागिक वापरासाठी लागणारं गरम पाणी, वाफ, उष्णता



आकृती ३

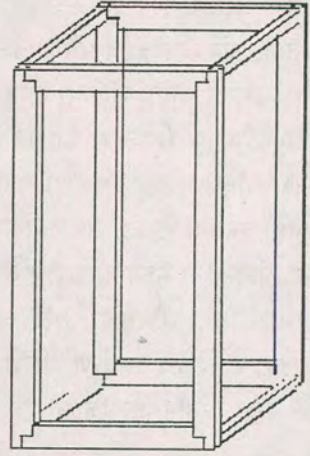
मिळवण्यासाठी वापरता येतात. याच पध्दतीने पाणी किंवा इतर द्रव पदार्थांप्रमाणेच हवा गरम करणंही शक्य असतं. इमारती, घरं उबदार ठेवण्यासाठी, तसंच पदार्थ वाळवण्यासाठी गरम हवेचा उपयोग होऊ शकतो.

सौरऊर्जेपासून उष्णता मिळवून तिचा थेट वापर तर करता येतोच, पण विद्युत-निर्मितीसाठीही ही उष्णता वापरता येऊ शकते. महाकाय असे अन्वस्ताकार किंवा पन्हळीच्या आकाराचे परावर्तक वापरून, १५००-२००० अंश से. पर्यंत उच्च तापमानाला वाफ निर्माण करून या वाफेवर विद्युतजनित्रं चालवता येतात. अशा प्रकारच्या प्रणाली ऑस्ट्रेलिया व अमेरिकेतील कॅलिफोर्निया येथे वाळवंटी प्रदेशात यशस्वीपणे चालू आहेत.

सौरऊर्जेच्या सहाय्याने तापमान जसं वाढवता येतं, तसं कमीसुद्धा करता येतं.

## सौर वाळवण यंत्र

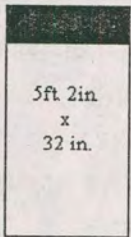
जेव्हा कांदा-टोमॅटोसारख्या नाशवंत पदार्थांचे भरमसाठ उत्पादन होऊन बाजारभाव पडतात, तेव्हा शेतकरी हे पदार्थ अक्षरशः टाकून देतात. त्याऐवजी त्यांनी शेतातच सौर वाळवण यंत्र वापरून हे पदार्थ जर खडखडीत वाळवले, तर त्यांची साठवणूक करता येते. राजस्थानसारख्या राज्यांत तर वाळवलेल्या भाजीपाल्याला भरपूर मागणीही आहे. उन्हात उघड्यावर खाण्याचे पदार्थ वाळवणे आरोग्याला हानीकारक आहे. त्यापेक्षा सौर वाळवण यंत्रात अधिक स्वच्छपणे पदार्थ वाळवता येतात. तसेच पदार्थ वाळण्याचा वेग वाढल्यामुळे त्यांचा रंग व स्वादही कायम रहातो.



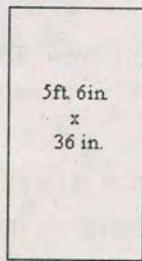
आकृती १

सोबत दिलेली रचना ५.५ फूट उंच व ३ फूट रुंद अशा वाळवण यंत्राची आहे. याच धर्तीवर कितीही लहान किंवा मोठे यंत्र बनवता येईल. वाळवण पेटीसाठी आकृती १ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे लाकडाची चौकट (५.५ फूट उंच, ३ फूट रुंद) बनवावी.

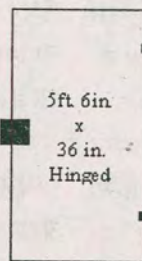
आकृती २ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे प्लायवुडचे तुकडे कापून घ्यावे. पदार्थांचे



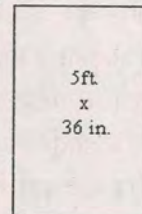
उत्तर भित  
आतल्या  
बाजूची



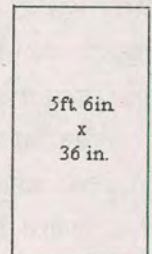
उत्तर भित



पूर्व दरवाजा



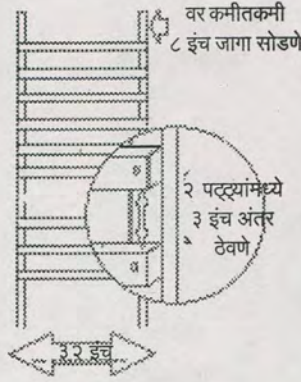
दक्षिण भित



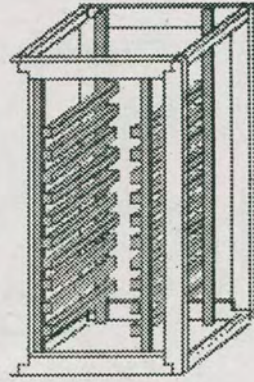
पश्चिम भित

आकृती २





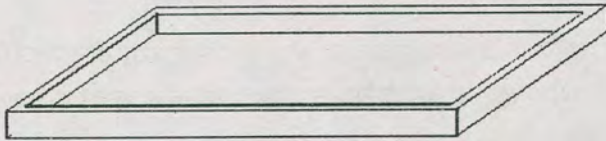
आकृती ३



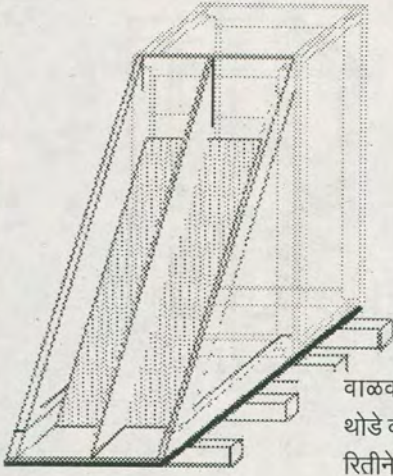
आकृती ४

ट्रे ठेवण्यासाठी २ x २ इंच मापाच्या ३२ इंच लांबीच्या लाकडी पट्ट्या वापराव्या. या पट्ट्या वापरून आकृती ३ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे शिड्या बनवाव्यात. आकृती ४ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या शिड्या लाकडाच्या चौकटीत दक्षिणेच्या बाजूला एक व उत्तरेच्या बाजूला एक अशा बसवाव्या. उत्तरेकडची शिडी चौकटीपासून थोडी आत बसवावी. दोन्ही शिड्यांमधील अंतर २६ इंच हवे.

प्रत्येक ट्रेचा आकार २४ इंच x ३० इंच असून, त्याची चौकट १ x २ इंच पट्टीपासून बनवावी. त्याच्या एका बाजूवर नायलॉनची जाळी बसवावी, आणि पाऊण इंची पट्टीने ती घट्ट बसवून टाकावी. (आकृती ५) या ट्रेची उंची साधारण २.५ इंच इतकी होईल. यंत्रात ट्रे घालताना अशा प्रकारे घालावेत की दोन जाळ्यांमधील अंतर ५ इंच इतके राहिल.



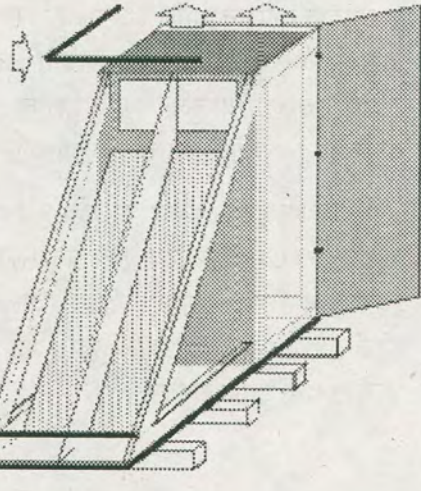
आकृती ५



आकृती ६

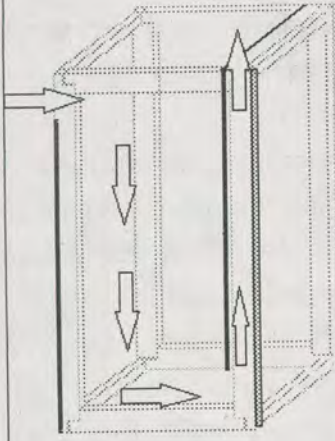
वाळवण यंत्र जमिनीपासून थोडे वर उचलले राहिल अशा रितीने आधार देणे.

चिमणी (३-४ इंच)



आकृती ७

सौर ऊर्जा संकलक बनवण्यासाठी २ x ४ फूट मापाच्या दोन लाकडी फळ्या आकृती ६ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे साधारण २०° चा कोन करून वाळवण पेटीच्या चौकटीला दक्षिण दिशेला बसवाव्या. मध्यभागी १ x ४ फूट मापाची पट्टी बसवावी. पेटी व संकलकाची खालची बाजू प्लायवुडचा तुकडा लावून पूर्ण बंद करावी.



आकृती ८

संकलकाच्या बाजूने व वरून पारदर्शक प्लॅस्टिकचे तुकडे बसवावे. वरच्या बाजूला तळाजवळ थोडा भाग मोकळा सोडून त्यावर नायलॉनची जाळी बसवावी. मधल्या १ x ४ फूट मापाच्या पट्टीला मागच्या बाजूने पुढ्याच्या तुकडा आकृती ६ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे बसवून टाकावा. संकलकाच्या आतील भाग काळ्या रंगाने रंगवावा.

चौकटीला प्लायवुडच्या भिंती लावाव्या. दक्षिण दिशेची भिंत संकलकाच्या मागच्या बाजूला तर उत्तरेच्या दोन भिंती त्या समोरच्या बाजूला येतील. चौकट वरूनही प्लायवुडने बंद करावी.

मात्र उत्तरेकडे ३ ते ४ इंच रुंदीची फट ठेवावी. पूर्वेकडे उघडणारा दरवाजा नीट घट्ट बंद होत आहे, याची खात्री करावी. (आकृती ७)

संकलकाचे तोंड दक्षिणेकडे ठेऊन हे वाळवण यंत्र उन्हात ठेवावे. सूर्याच्या उष्णतेमुळे यंत्रातील हवा गरम होऊन उत्तरेकडच्या चिमणीवाटे बाहेर पडेल. यामुळे दक्षिणेकडे वरच्या बाजूला असलेल्या फटीतून हवा खेचली जाईल. ही हवा संकलकाच्या तळाजवळील फटीतून आत शिरेल व गरम होऊनच वाळवणपेटीत पोहोचेल. ही हवा जाळीच्या ट्रे मधून वरून खाली जाऊन चिमणीत प्रवेश करेल. ट्रे मधून जाताना ही हवा आतील पदार्थातील आर्द्रता आपल्याबरोबर घेऊन जाईल, त्यामुळे पदार्थ वाळतील. (आकृती ८)

सक्रिय सौर शीतकरण (active solar cooling) करताना नेहमीच्याच सौर शीतकरणात (रेफ्रिजिरेटर, एअरकंडीशनर इ.) ऊर्जास्रोत म्हणून सौरऊर्जा वापरली जाते. निष्क्रिय सौर शीतकरणात (passive solar cooling) मुख्यतः नैसर्गिक क्रियांचा उपयोग केला जातो. उदा. गरम हवा हलकी होऊन वर जाते

या तत्वाचा वापर करून इमारतीला योग्य ठिकाणी चिमण्या जोडल्या, तर आत सतत तुलनेने गार हवा खेळती ठेवता येते. मागील चौकटीमध्ये दिलेल्या सौर वाळवणयंत्रातही याच तत्वाचा वापर केला आहे. निष्क्रिय सौर शीतकरणाचं आणखी एक उदाहरण म्हणजे पाणी गार करण्यासाठी मडक्याचा

उपयोग. पाण्याचं बाष्पीभवन होतं, तेव्हा खाली राहिलेल्या पाण्याचं तापमान कमी होतं. याला बाष्पीभवनाने शीतकरण (evaporative cooling) म्हणतात. उन्हाळ्याच्या दिवसांत घराच्या छतावर जर ओली गोणपाट पसरून ठेवली; तर याच प्रक्रियेमुळे घरात बराच गारवा रहातो.

सौर उष्णता ऊर्जेचा वापर करण्याची अनेक तंत्रं आज उपलब्ध आहेत. वेगवेगळ्या क्षेत्रांत त्यांचा वापरही होतो आहे. सौरऊर्जेच्या या वाढत्या वापरामुळे खनिज इंधनांच्या उपलब्ध साठ्यावरचा ताण थोडा कमी होणार आहे. पण या वापरावर मर्यादा पडते, ती सौरऊर्जेच्या अनियमित उपलब्धतेमुळे. यामुळे सौर ऊर्जा प्रणाली वापरत असतानाच सूर्यप्रकाश उपलब्ध होणार नाही, अशा कालावधीतील ऊर्जेची गरज भागवण्यासाठी पर्यायी व्यवस्था करून ठेवावी लागते. ही अडचण दूर करण्याच्या दृष्टीने, दीर्घकाळपर्यंत उष्णता साठवून ठेवता येईल का, यावर संशोधन होत आहे. उष्णता साठवण्याचा सर्वांत सोपा मार्ग म्हणजे पाणी तापवून उष्णतारोधी टाक्यांत भरून ठेवणे. पाण्याचा मोठा साठा बराच काळ उष्णता धरून ठेवू शकतो. थंडीच्या दिवसात मोठ्या जलाशयातल्या पाण्याचं तापमान बाहेरच्या तापमानापेक्षा थोडं जास्त असतं, हे हिवाळ्यात पोहायला जाणाऱ्यांनी अनुभवलं असेल. पाण्याच्या उष्णता धरून ठेवण्याच्या

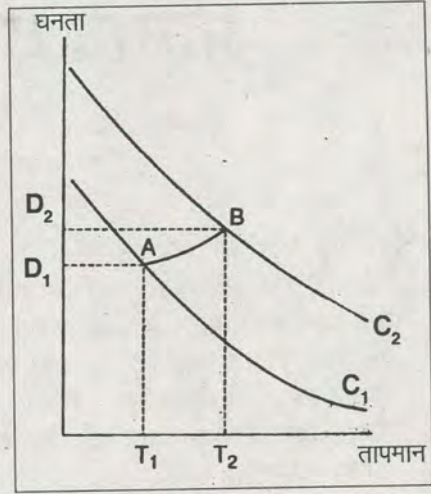
गुणधर्माचा वापर करून उष्णता साठवण्याची एक सोपी युक्ती संशोधकांनी शोधून काढली आहे. या रचनेला सौर तळं (solar pond) असं म्हणतात.

सर्वसाधारण तळ्यात तळाजवळच्या पाण्याचं तापमान वाढलं, की ते हलकं होऊन पृष्ठभागावर येतं. हवेच्या संपर्कात त्याचं तापमान लगेचच कमी होऊ लागतं. सौरतळ्यात पाण्यात मीठ विरघळवून त्याची घनता वाढवली जाते. यामध्ये सर्वात तळाच्या पाण्यात मिठाची संहती सर्वात जास्त असते, आणि जसजसं पृष्ठभागाकडे यावं, तसतशी ती कमी होत जाते. यामुळे तळातलं पाणी सर्वात जड असतं, तर पृष्ठभागावरचं पाणी सर्वात हलकं असतं. पाणी सूर्यप्रकाशासाठी पारदर्शक असल्याने तळ्यावर पडणारा प्रकाश तळापर्यंत जातो, आणि तळातलं पाणी तापतं. पण त्यात विरघळवलेल्या मिठामुळे ते जडच रहातं, आणि पृष्ठभागावर येत नाही. अशा प्रकारे वरचे पाण्याचे थर तळातल्या गरम पाण्याला हवेच्या संपर्कात येऊ देत नाहीत. हा मुद्दा आकृती ४ मधील आलेखावरून जास्त स्पष्ट होईल. समजा, तळ्याच्या वरच्या थरात मिठाची संहती  $C_1$  इतकी आहे व खालच्या थरात  $C_2$  इतकी आहे. या दोन थरांसाठी घनता व तापमान यांचं नातं या आलेखात दाखवले आहे. एका विशिष्ट वेळी जर वरच्या थराचं तापमान  $T_1$  व खालच्या थराचं

$T_2$  असेल. तर त्यावेळी त्यांच्या घनता अनुक्रमे  $D_1$  व  $D_2$  इतक्या असतील. म्हणजेच खालच्या थरातील पाणी अधिक गरम असूनही त्याची घनताही जास्त आहे. त्यामुळे ते खालच्या थरातच राहिल. अशा रितीने तळ्याच्या खालच्या थरातील पाण्याचं तापमान  $70$  अंश से. पर्यंतही वाढू शकतं, आणि त्यापेक्षा महत्वाचं म्हणजे दीर्घकाळपर्यंत हे तापमान टिकून राहू शकतं. या पध्दतीने तळ्यावर पडणाऱ्या थेट सूर्यप्रकाशातून (direct sunlight) तर उष्णता मिळवता येतेच, पण ढगाळ हवामानाच्या दिवशी असणाऱ्या विकीर्ण

सूर्यप्रकाशापासूनही (diffused sunlight) उष्णता मिळवता येते. जेव्हा उष्णता हवी असेल तेव्हा पंपाच्या सहाय्याने तळाजवळचं गरम पाणी काढून हवं तिथे वापरता येतं.

मीठागारांशेजारची ओसाड व पडीक जमीन सौर तळ्यांसाठी आदर्श आहे, आणि भारतासारख्या विस्तीर्ण सागरी किनारा लाभलेल्या देशात अशा जागांना तोटा नाही. भूज येथे प्रायोगिक तत्त्वावर अशा प्रकारचं तळं गेली सुमारे दहा वर्ष कार्यरत आहे.  $6000$  घन मी. आकारमानाच्या या तळ्यातून सुमारे  $70$  अंश से. तापमानाचं  $10,000$  ली. पाणी दररोज मिळू शकतं. हे पाणी भूज डेअरीमध्ये वापरलं जातं, आणि त्यातून वर्षाला  $935$  मे. टन इतका दगडी कोळसा वाचवला जातो.



आकृती ४

या लेखात सौरऊर्जेचं उष्णतेत रूपांतर करून ती वापरण्यासाठी विकसित करण्यात आलेल्या काही तंत्रांची ओळख करून देण्याचा प्रयत्न केला आहे. या क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणावर संशोधन व विकास चालू आहे आणि सतत नवनवे उपयोग व नवी तंत्रं पुढे येत आहेत. पण याहीपेक्षा रोचक घडामोडी चालू आहेत, त्या सौर विद्युत (Solar Photovoltaic) तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रात. पुढील लेखात आपण या आघाडीच्या संशोधन क्षेत्राची ओळख करून घेऊ.



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

# पायाच बदलला तर

लेखक : स्वप्निल प्रभुदेसाई

शैक्षणिक संदर्भच्या ऑगस्ट-सप्टेंबर २००१ च्या अंकात 'गोष्ट अंकांच्या जन्माची' या लेखात अंकलेखनाच्या बऱ्याच पद्धती आपण पाहिल्या. एकाच अंकाच्या किंमती वेगवेगळ्या पद्धतीत कशा वेगळ्या होतात ते यात दाखवले होते.

पण एकच किंमत असलेली संख्या वेगळा पाया धरून कशी लिहावी लागेल तेही पाहू - संमजा २३२१ ही संख्या आपण घेतली २३२१ हीच किंमत यायला हवी असेल आणि पाया ३,४ किंवा ६ असेल तर कोणती संख्या लिहावी लागेल ?

आपण करून पाहू -

२३२१ संख्येला पायाने भागून उरलेली बाकी तिसऱ्या उभ्या ओळीत लिहू.

प्रत्येक वेळी पायाने भागायचे आहे. आणि प्रत्येक वेळी उरलेली बाकी तिसऱ्या उभ्या ओळीत लिहायची.

अशा प्रकारे तोपर्यंत भागाकार करित राहायचे, जोपर्यंत भागाकार पायापेक्षा कमी येत नाही, आणि अशी संख्या आली की, मग त्या संख्येला पायानेच भागायचे. पण या शेवटच्या पायरीत भाग शून्याने जाणार व बाकी म्हणजेच ती मधल्या उभ्या ओळीतील संख्या व ती तिसऱ्या उभ्या ओळीत लिहावी. हे तिरक्या बाणाने दाखवले आहे.

आता तिसऱ्या उभ्या ओळीतील अंक बाणाने दर्शविलेल्या क्रमाने एका ओळीत लिहावे. हे अंक कंसात लिहून कंसाच्या खाली उजव्या कोपऱ्यात 'पाया' लिहावा. तयारी होणारी संख्या ही, तो नवा 'पाया' घेऊन येणारी, मूळ किंमतीचीच (म्हणजेच पाया १० असतानाची) संख्या होय. थोडक्यात

$$(मूळ संख्या)_{पाया-१०} = (नवीन संख्या)_{पाया-x}$$

$$उदा. (२३२१)_{१०} = (२१०१०१)_४$$

पाया	भागाकार	बाकी	
४	२३२१		$(२१०१०१)_{(४)}$
४	५८०	१	$= २ \times ४^4 + १ \times ४^3 + ० \times ४^2 + १ \times ४^1 + १$
४	१४५	०	$० \times ४^2 + १ \times ४^1$
४	३६	१	$= २ \times १०२४ + २५६ + १६ + १$
४	९	०	$= २०४८ + २७३ = (२३२१)_{१०}$
४	२	१	
	०	२	

पाया ३

३	२३२१	
३	७७३	२
३	२५७	२
३	८५	२
३	२८	१
३	९	१
३	३	०
३	१	०
	०	१

$$(१००११२२२)_३$$

$$= (१ \times ३^७) + (० \times ३^६) + (० \times ३^५) +$$

$$(१ \times ३^४) + (१ \times ३^३) + (२ \times ३^२) +$$

$$(२ \times ३^१) + (२ \times ३^०) = (२३२१)_३.$$

पाया ६

६	२३२१	
६	३८६	५
६	६४	२
६	१०	४
६	१	४
	०	१

$$(१४४२५)_६ = (२३२१)_६.$$

- १) पाया ४ असेल तर ०, १, २, ३ एवढेच अंक वापरता येतात.
- २) पाया ३ असेल तर ०, १, २ एवढेच अंक वापरता येतात.
- ३) पाया १० असेल तर ० ते ९ एवढेच अंक वापरता येतात.

आता  $(२१०१०१)_५$  ही एक संख्या आहे - मात्र पाया ४ असताना. आता मला याच किंमतीची संख्या पाया १० असताना काय येणार हे पाहायचे आहे. त्यासाठी प्रथम  $(२१०१०१)_५$  लिहा. आता या संख्येत ६ अंक आहेत मग  $६ - १ = ५$  करा. याचा अर्थ '४' पायाचा जास्तीत जास्त घात ५ होईल, व कमीत कमी शून्य होईल. म्हणजेच  $४^५, ४^४, ४^३, ४^२, ४^१, ४^०$

याप्रमाणे आता  $४^५$  ला  $(२१०१०१)_५$  मधील पहिल्या अंकाने म्हणजेच २ ने गुणा. नंतर  $४^४$  ला दुसऱ्या अंकाने म्हणजे ७ ने गुणा. याप्रमाणे  $४^०$  ला १ ने गुणा. म्हणजेच.

$$२ \times ४^५, १ \times ४^४, ० \times ४^३, १ \times ४^२, ० \times ४^१, १ \times ४^०$$

आता यांची बेरीज करा. येणारी बेरीज ही एक संख्या आहे आणि ही संख्या पाया १० असतानाची आहे.

म्हणजेच जेव्हा मी रुपये २३२१ असे म्हणतो तेव्हा २३२१ ही संख्या पाया १० धरून असते. कारण दैनंदिन जीवनात, आपण वापरत असलेल्या संख्या, पाया १० धरून वापरतो. जर पाया ४ वापरला तर रु. २३२१ ऐवजी रुपये २१०१०१ लिहावे लागतील! याचा अर्थ रु. दोन लाख, दहा हजार एकशे नव्हे! तर दोन हजार तीनशे एकवीसच.

पाया ३ घेतला तर रु. २३२१ (दशमान पद्धतीतील) हे १००११२२२ असे लिहावे लागतील!

वेगळ्या भाषेत सांगायचे तर - अमेरिकेचे चलन 'डॉलर' आहे व भारताचे चलन 'रुपये' आहे. परंतु एक डॉलर म्हणजे एक रुपया नाही तर, १ डॉलर = ४५ रुपये (जवळजवळ) समजा तुम्ही अमेरिकेत गेलात आणि तेथील एक वस्तू तुम्ही विकत घेताहात. आणि त्यासाठी एक अमेरिकन माणूस १ डॉलर देत असेल तर तुम्हाला रु. ४५ द्यावे लागतील (तुमच्याजवळ डॉलर चलन नसेल तर).

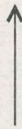
याचप्रमाणे पाया दोन असणाऱ्या संख्याही आहेत. या पद्धतीला बायनरी किंवा द्विमान पद्धत म्हणतात. कारण या पद्धतीत फक्त ० आणि १ एवढेच अंक वापरून एखादी संख्या लिहितात. (जसे दशमान पद्धतीत, म्हणजे पाया १० असताना, ० ते ९ अंक वापरता तसे).

उदा.  $(५)_{१०}$  ही संख्या  $(१०१)_२$  अशी लिहावी लागेल. कशी आली ही संख्या? त्यासाठी शेजारील भागाकार पाहा.

$$(५)_{१०} = (१०१)_२$$

तसेच

२	५	
२	२	१
२	१	०
	०	१



$$\begin{aligned}
 (१०१)_२ &= \\
 &= १ \times २^२ + ० \times २^१ + १ \times २^० \\
 &= १ \times ४ + ० + १ \times २ \\
 &= ४ + १ = (५)_{१०}
 \end{aligned}$$



ही बायनरी पद्धत संगणक प्रणालीत वापरतात. संगणकीय भाषेत ० व १ ला बिट्स म्हणतात. व संगणकाची स्मृती (मेमरी) या बिट्सच्या स्वरूपात साठवली जाते. ८ बिट्स मिळून एक बाईट (byte) तयार होते. आता तुम्हाला प्रश्न पडला असेल की, संगणकात बायनरी पद्धतच का वापरतात ?

संगणकात असंख्य अशी विजेची परिमंडळे (Electric circuits) असतात. एखाद्या विद्युत परिपथातून (Electric path) विद्युत प्रवाह गेल्यास ते परिपथ चालू होते म्हणजे ON (ऑन) होते. व विद्युत प्रवाह नसल्यास बंदच म्हणजे OFF (ऑफ) असते. म्हणजे एकतर परिपथ ON असेल किंवा OFF असेल. तिसरी किंवा मधली अवस्था अस्तित्वात नसते. या ON लाच '१' नाव व OFF ला '०' नाव दिलेले आहे व संगणकाची सर्व स्मृती (म्हणजे अंक, चित्रे, आवाज) ही या ON व OFF किंवा ० व १ या स्वरूपात साठवली जाते. म्हणून संगणकात बायनरी पद्धत वापरली आहे.



लेखक : स्वप्निल प्रभुदेसाई एम.एस्सी. (फिजिक्स). गणित, विज्ञानाचे अध्यापन.

## संदर्भ हिंदीमधून

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ७५ आहे. वर्गणी मनिऑर्डर अथवा बँक ड्राफ्टद्वारा (एकलव्यच्या नावे) पुढील पत्त्यावर पाठवावी.

एकलव्य, ई-१/२५, अरेरा कॉलनी, भोपाल, मध्यप्रदेश ४६२ ०१६.

# भाषा नकाशाची

लेखक : शुभदा जोशी

नकाशा ही अभ्यासात येणारी अपरिहार्य गोष्ट. पण त्यात काही गंमत आहे, तो खेळही आहे हे व्यवसायानं आर्किटेक्ट असलेल्या शुभदा जोशीकडून प्रथम ऐकलं. प्राथमिक शाळेतील मुलांबरोबर त्यांनी या खेळांचा उपक्रम राबविला आहे. अभ्यासामध्ये नकाशा येण्याआधीच मुलांना त्याची समज येऊ शकते. ती कशी हे या नवीन लेखमालेत वाचू या.

आर्किटेक्चरच्या व्यवसायात मी आले ती योगायोगानंच. कोर्सला प्रवेश घेतला तेव्हा कुठल्याही सर्वसामान्य विद्यार्थ्यांप्रमाणेच नकाशासंदर्भात मी पूर्णपणे अंधारात होते. इथे आल्यावर समजलं, इथे तर शिक्षणाचं माध्यमच नकाशांच्या भाषेचं.

धडपडत.... पडत झडत हळूहळू या भाषेशी जुळवून घेतलं. पण या भाषेशी खरी दोस्ती जमली ती व्यवसायात पडल्यावर. आपण स्वतः बनवलेल्या आराखड्यानुसार दिवसागणिक बदलत जाणारं स्ट्रक्चर आणि आकार घेत जाणारा सुरेख अवकाश यातून शिकण्याचा खरा आनंद गवसला. पुढे माझ्या स्वतःच्या मुलांच्या नि पालकनीतीच्या योगानं शिक्षणक्षेत्रात आल्यावर शालेय पाठ्यक्रमातही ही

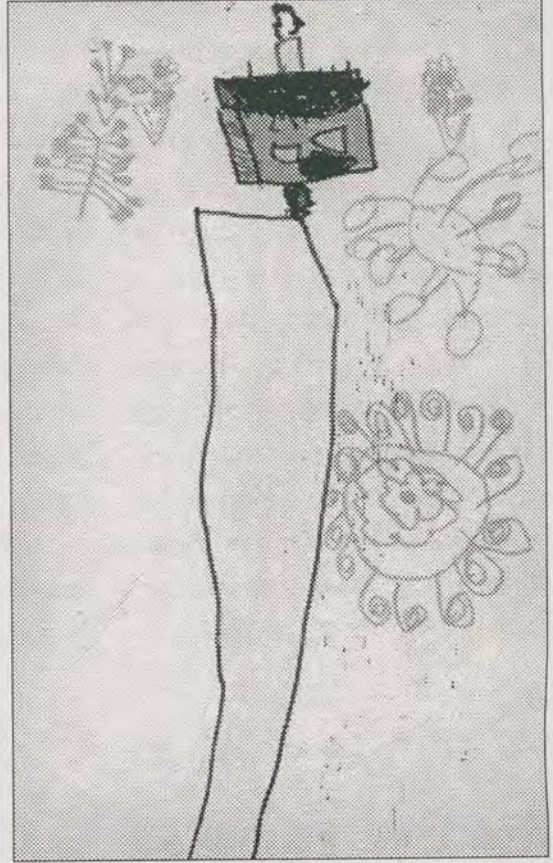
महत्त्वाची त्रुटी प्रकर्षानं जाणवली. या संदर्भात काही करायला हवं ही गरज जाणवली. 'अक्षरनंदन' सारख्या प्रयोगशील शाळेत मुलांबरोबर प्रयोग करून पहायची संधी मिळाली.

भोपाळच्या एकलव्य संस्थेने तयार केलेल्या १ली ते ५वी च्या 'खुशी खुशी' या पाठ्यपुस्तकांमध्ये नकाशाची जाण वाढावी यासाठी अनेक उपक्रम आहेत. पुढे ६वी ते ८वी च्या सामाजिक अध्ययन पुस्तिकेतूनही टप्प्याटप्प्यांनी नकाशा शिकवला आहे. माझ्या मनातल्या मूर्त-अमूर्त कल्पनांना यामुळे खूपच चालना मिळाली. हा ठेवा अनेकांपर्यंत पोचायला हवा असं वाटलं. हे सगळे दुवे एकत्र गुंफून लेखमालेच्या स्वरूपात देत आहे.

नकाशा म्हणजे काय हे समजायच्या आतच आपल्या आयुष्यात नकाशा प्रवेशतो तो भूगोल विषयाच्या माध्यमातून. त्यामुळे पुढेही भूगोल आणि नकाशा ही खूणगाठ मनात पक्की रहाते. पण खरं सांगायचं तर नकाशाला भूगोलापुरता मर्यादित ठेवणं हे अन्याय करण्यासारखं आहे. अगदी लहान वयापासून औपचारिक पद्धतींनी काही समजण्या-शिकण्याच्या आधीही नकाशा आपल्या मनात असतो. लहान मुलांच्या चित्रातून ते स्पष्टपणे जाणवतं. त्यांच्या चित्रांत त्यांनी बघितलेला परिसर तर असतोच पण परिसराची त्यांनी केलेली कल्पनाही असते पण पुढे... शालेय शिक्षणात मात्र 'शब्द माध्यमाच्या' अतिरेकापुढे माणसासाठी अगदी सहज अशी ही चित्रभाषा मागे पडत जाते आणि हलके हलके ती इतकी

मागे पडते की ती वापरताना आपण अगदी भांबावून जातो.

नकाशा कुठे कुठे भेटतो? वास्तुशास्त्र आणि अभियांत्रिकीच्या प्रत्येक शाखेत नकाशा(plan) हा अविभाज्य भाग असतो.



'माझ्या घराकडे जाणारा रस्ता'

चित्र : राधा वय ५ वर्षे

रस्त्याकडेला झाडं आहेत.

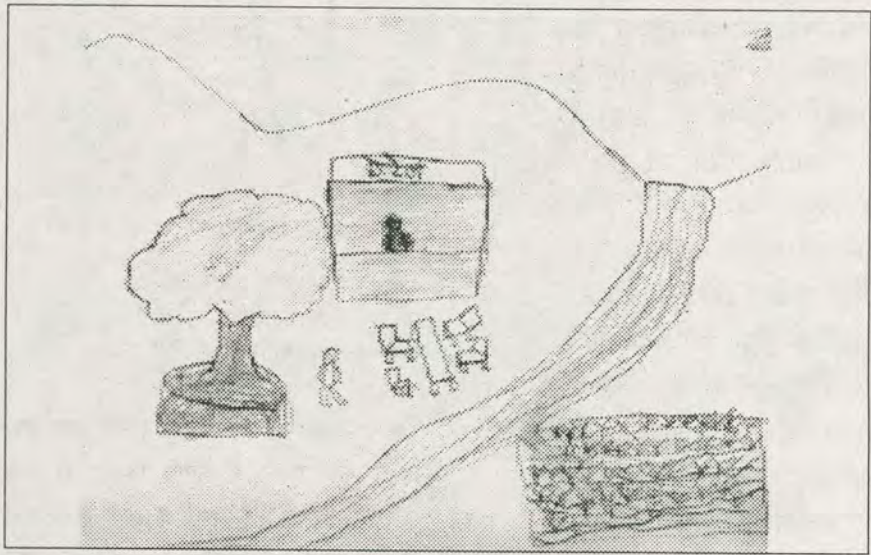
कदाचित ती अंगणातली रांगोळीही असेल.

विषय समजावून घेण्यापासून नवीन आराखडा बनवण्यापर्यंत प्रत्येक ठिकाणी नकाशाची साथ असते. आता तर संगणकामुळे त्यातल्या हातानं काम करण्याच्या मेहनतीवर पर्याय सापडलाय. खेरीज त्याची विविध रूपं

संगणक क्षणात नजरेसमोर ठेवतो. पर्यावरण, पर्यटन, दळणवळण येवढंच काय दृश्य माध्यमांच्या उदा. फोटोग्राफी, नृत्य, नाट्य, सिनेमा इ. क्षेत्रातही नकाशाचा मोठाच उपयोग असतो. थोडक्यात जिथे जिथे डोळ्यांनी दिसणाऱ्या वास्तवाचा अभ्यास करायचा आहे त्यात मानवी कल्पनांची भर घालून नवीन काही तयार करायचे आहे तिथे तिथे 'नकाशा' येतोच. आणि रोजच्या आयुष्यात... साधी पत्ता शोधायची गोष्ट. अनेक मोठी माणसंही पत्ता सांगताना आणि शोधताना किती गोंधळ घालतात! डावं-उजवं वळण हे आपण कोणत्या दिशेने जात आहोत यानुसार बदलतं, ह्याचा संदर्भच रहात नाही. आपल्या घराकडे येतानाची वळणं

तेवढी लक्षात असतात पण त्या रस्त्याचे इतर फाटे डोळ्यांपुढे नसतात. घर शोधणाऱ्या नवीन माणसाला मात्र ती सगळी वळणं दिसणार असतात. पत्ता देणाऱ्याच्या हे ध्यानातच येत नाही. काही वयानं मोठ्या माणसांना त्यांच्या काळातल्या खुणा लक्षात असतात. आता त्या बदललेल्या असतात. असे अनेक गोंधळ. आपल्या देशात एकवेळ नकाशा नाही समजला तरी तोंडी विचारून पत्ता शोधता येईल पण परदेशांत रस्त्यांच्या जडजंबाल जाळ्यातून पत्ता शोधणं तर केवळ अशक्य.

एखाद्या नवीन भूप्रदेशाची ओळख करून घ्यायची तर नकाशासारखं माध्यम नाही. जगाच्या नकाशावरून त्या देशाचं स्थान



चित्र : माझ्या घराकडे जाणारा रस्ता : नितीन वय ९ वर्षे  
घरापेक्षा वाटेत दिसणारं झाडं, हॉटेल आणि शेत महत्त्वाचं !

समजतं. त्या देशाच्या प्राकृतिक नकाशावरून भूरचना समजू शकते. यावरून हवामानासंदर्भातले अंदाज करता येतात. हवामानावरून वनस्पती, प्राणी, पिकं, उद्योग सगळी साखळी डोळ्यांसमोर येऊ शकते. रोजचा पेपर वाचत असू तर साधारण सामान्यज्ञानाच्या आधारे मधले दुवे सहज भरून काढता येतात. शिवाय रस्ते, महत्वाच्या इमारती, एकंदरीत शहराची रचना याचाही अभ्यास करता येतो.

नवीन कामाची आखणी करताना, कृती आराखडा ठरवताना मनातल्या कल्पना मांडून पहाताना अनेक ठिकाणी ही भाषा आपल्या उपयोगी पडते.

शालेय शिक्षणाशी जोडून घेताना खरंतर आपण डोळ्यांनी जे पहातो तेच नकाशात एका ठराविक पद्धतीनं आरेखित केलेलं असतं. आपले विचार-भावना शब्दांकित करण्याचं भाषा हे एक माध्यम तसंच आपण डोळ्यांनी जे पहातो, कल्पनेनं जे बदलून पहातो ते नकाशाच्या माध्यमातून कागदावर बद्ध करतो. शालेय पाठ्यक्रमात शब्दांच्या एकाच भाषेला कमालीचं महत्त्व आहे. आकृत्या, नकाशे, तक्ते इ. चित्र साधनांचा उपयोग शिक्षणशास्त्राला पटलेला नाही असं नाही, पण प्रत्यक्षात मात्र ह्या गोष्टी मागे पडत जातात नि त्या योगानं बघणं, निरखणं (निरीक्षण करणं), ते चित्रांकित करणं, चित्र अभ्यासणं, त्यावरून कल्पना करणं ह्या सगळ्या अनुभवांपासून मुलं वंचित रहातात.

सर्वसाधारणपणे महत्वाच्या मानल्या गेलेल्या विषयांमधेही नकाशाचा अंतर्भाव आहेच. गणितातली co-ordinate system, आलेख, भूमितीतल्या क्षेत्रफळ, घनफळ सारख्या संकल्पना, इतिहासातले क्षेत्रविस्तार, लढायांचे आराखडे अशा अनेक गोष्टी काढता येतील. एखाद्या गुंतागुंतीच्या संकल्पनेतले विविध मुद्दे सुटे सुटे करून घेऊन त्यांचं विश्लेषण करणं आणि परत एकत्र करून त्यांचा परस्पर संबंध लावणं ही प्रत्येक विषयात उपयोगी पडणारी क्षमता नकाशाच्या पद्धती वापरून विकसित करता येते.

वर्गामध्ये बसून एकाच एका पद्धतीची व्याख्यानं ऐकत शिकण्याच्या रूढ पद्धतीत नकाशाच्या भाषेच्या माध्यमातून कितीतरी मजा आणता येईल.

पाहिलेल्या गोष्टी कागदावर आरेखित करणं तसंच कागदावरच्या आराखड्यावरून न पाहिलेल्या गोष्टींची कल्पना करणं ह्या प्रकारच्या कृतींमधून निरीक्षण, स्मरण, परस्पर संगती लावणे आणि कल्पनाशक्ती या क्षमतांचा विकास होऊ शकतो.

शालेय अभ्यासक्रमात ह्या विषयाकडे दुर्लक्ष झालं आहे. आपल्याला नकाशा भेटतो तो थेट भूगोलाच्या पाठ्यपुस्तकांतून वेड्यावाकड्या वळणा-वळणांच्या रेषांच्या प्रचंड भूप्रदेशांच्या रेखाटनांच्या स्वरूपात. तो समजावा, वाचता यावा ह्यासाठी पाठ्यक्रमात काहीच पूर्वतयारी नाही. ('नकाशावाचन'

नावाच्या भूगोलाच्या पुस्तकातल्या आणखीच क्लिष्ट धड्यांतून तो समजण्याऐवजी भीती बसण्याचीच शक्यता अधिक). आपल्याला नकाशा समजतच नाही असं नव्हे पण काही तरी अर्धवट वरवरच्या कल्पना मनामध्ये असतात. बऱ्याचदा नकाशाची भीतीच मनामध्ये ठाण मांडून बसते. भूगोल अवघड वाटतो तो नकाशाशी झालेल्या कट्टीमुळेच. नकाशावरून एखादा भूप्रदेश समजावून घेण्याचं तंत्र जर मुलांना अवगत झालं तर भूगोलासारखा सुंदर विषय नाही.

तर अशी ही नकाशाची भाषा अवगत व्हावी, ह्यासाठी काय करता येईल ह्याची चर्चा या लेखमालेतून आपल्यासमोर मांडायचा मानस आहे. पुढील लेखापासून त्यासंदर्भात वैयक्तिक किंवा मुलांच्या गटांमध्ये करून पहाता येतील असे उपक्रम

टप्प्याटप्प्यांनं देण्याचा प्रयत्न आहे.

पहिला टप्पा प्रत्यक्षात भूगोलात नकाशा भेटायच्या आधी नकाशाच्या भाषेशी ओळखीचा आहे. दुसऱ्या टप्प्यावर नकाशा आणि प्रमाण यांचा संबंध असेल. तिसऱ्या टप्प्यावर नकाशाच्या लांबी-रुंदी या दोन मित्तींशिवाय उंचीच्या तिसऱ्या मित्तीची ओळख असेल. त्यापुढे नकाशाची सांगड परिसराच्या अभ्यासाशी घालायची आहे.

हे सगळं मुलांबरोबर पहात, करत समजावून घ्यायचं आहे. या लेखमालेच्या पद्धतीनं नकाशावरून वास्तवाची कल्पना करणं आणि निरीक्षणावरून नकाशा काढता येणं हे सगळ्यांसाठी सोपं व्हावं हीच इच्छा.



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

## 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 विलिनिक, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४

# संयुगे व मिश्रणे

● लेखक : मॅसन ● अनुवाद : नागेश मोने

रसायन शास्त्रात मूलद्रव्ये, संयुगे ह्यांच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करावा लागतो.

काय असते हे प्रकरण ?

दोन किंवा अधिक अक्षरांनी जसा शब्द बनतो त्याप्रमाणे दोन किंवा अधिक मूलद्रव्यांनी संयुगांची निर्मिती होते. आपले व्यक्तिमत्व पुसून ज्याप्रमाणे अक्षरे शब्दांची निर्मिती करतात त्याप्रमाणे मूलद्रव्येदेखील आपले गुणविशेष जणू पुसून टाकतात अन् साध्या अथवा गुंतागुंतीच्या संयुगाचा भाग बनतात. हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन २ : १ या आकारमानांच्या प्रमाणात एकत्र येतात अन् पाण्याचा एक रेणू तयार करतात. हायड्रोजन वायुरूप अन् ऑक्सिजनही वायुरूप पण तयार झालेले पाणी मात्र द्रवरूप आहे ! स्वतः न पेटता, पदार्थांच्या ज्वलनासाठी मदत करणारा ऑक्सिजन अन् हायड्रोजन स्वतः पेटणारा पण त्यांच्यापासून तयार झालेले पाणी 'अग्निशमन' करणारे !

एका विषारी वायूपासून आणि पेयाचे विघटन करणाऱ्या एका धातूपासून समजा तुम्हाला पेय बनविण्यास सांगितले तर ? तर तुम्ही नकार द्याल निश्चित. पण तुम्ही जेव्हा

एखाद्या पेयात चिमूटभर मीठ टाकता तेव्हा तर तुम्ही हेच पदार्थ वापरता. मीठ म्हणजे सोडियम क्लोराईड हे सोडियम आणि क्लोरीन यांच्यापासून बनलेले संयुग आहे. सोडियम हा हलका, चकचकीत, पाण्यावर तरंगणारा अन् त्याचे विघटन करणारा धातू आहे तर क्लोरीन हा पिवळसर-हिरवा असा विषारी वायू आहे. पहिल्या महायुद्धात वापरला गेलेला वायू ! पण या दोघांच्यापासून तयार झालेले संयुग मात्र खाण्यासाठी सुध्दा उपयुक्त. त्यांचे मूळचे गुणधर्म लोप पावून गेले.

आणखी एक उदाहरण घेऊ या. समजा कोका कोला वा तत्सम एखादे पेय तुम्हाला अधिक चवदार बनवायचे आहे अन् त्यासाठी (a) काळा, पाण्यात अविद्राव्य पदार्थ (b) ज्वलनशील, स्फोटक वायू आणि (c) ज्वलनासाठी आवश्यक वायू यांनी तयार झालेला पदार्थ वापरायचा सांगितला आहे. आपण रोज घरी हा पदार्थ गोडीसाठी वापरत



असतो. पहा ओळखतो का तुम्हाला.

### पृथक्करण अन् संश्लेषण

भाषा विषयाच्या अभ्यासात विधानांचे पृथक्करण करून व्याकरणाचा विचार केला जातो हे आपल्या परिचयाचे आहे. त्याचप्रमाणे रसायनशास्त्राचे अभ्यासक संयुगांच्या पृथक्करणापासून त्यांचा अभ्यास करतात. रासायनिक प्रक्रियांनी संयुगातील घटक मूलद्रव्ये स्वतंत्र करणे म्हणजे संयुगांचे पृथक्करण करणे होय. त्यासाठी विद्युत ऊर्जा वापरल्यास ते विद्युत अपघटन तर उष्णतेचा वापर केल्यास औष्णिक अपघटन. विद्युत अपघटनाने पाण्यातील हायड्रोजन अन् ऑक्सिजन वेगळे करता येतात.

या विरुद्ध क्रिया म्हणजे बांधणीची क्रिया. घटक मूलद्रव्यांपासून संयुगांची निर्मिती होणे

ही संश्लेषणाची क्रिया होय. उदा. हायड्रोजन हवेत जाळला की पाणी तयार होते तर पारा अन् आयोडिन यांच्या संयोगातून मर्क्युरिक आयोडाईड तयार होते.

### ठराविक आकारमानांचा नियम

शुध्द पाण्याच्या रासायनिक विश्लेषणातून एक बाब स्पष्ट झाली की त्याचे घटक म्हणजे हायड्रोजन अन् ऑक्सिजन हे वजनी १: ८ प्रमाणात असतात. इतर संयुगांच्या बाबतीतही असेच आढळले. जॉन डाल्टनने संयुगातील घटक मूलद्रव्यातील ठराविक आकारमानांचा परस्परसंबंध शोधून काढला व प्रत्येक रासायनिक संयुगातील घटक मूलद्रव्यांचे आकारमान निश्चित, ठराविक व न बदलणारे असते हे स्पष्ट केले. संयुगे ओळखण्यासाठी, वजनी आकारमानांचा



जिथे संबंध असतो अशा रासायनिक अभिक्रियांमध्ये व औद्योगिक क्षेत्रात आवश्यक कच्च्या मालाचे प्रमाण ठरविण्यासाठी हा नियम फारच उपयोगी ठरतो.

### संयुगांची निर्मिती

शब्दांची निर्मिती जशी (१) एकेका अक्षराने जसे म + न = मन अथवा म + न + न = मनन किंवा न + म + न = नमन

(२) एक अक्षर अन् एक शब्द जसे ख + गोल = खगोल किंवा सु + योग = सुयोग

३) निरनिराळ्या शब्दांनीच जसे

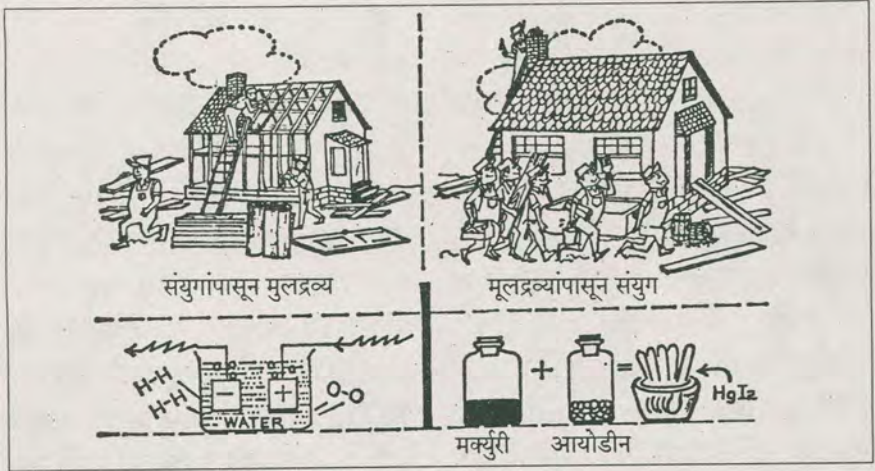
सम + मूल्य = सममूल्य  
अथवा रसायन + शास्त्र = रसायनशास्त्र  
अशी बनत असते.

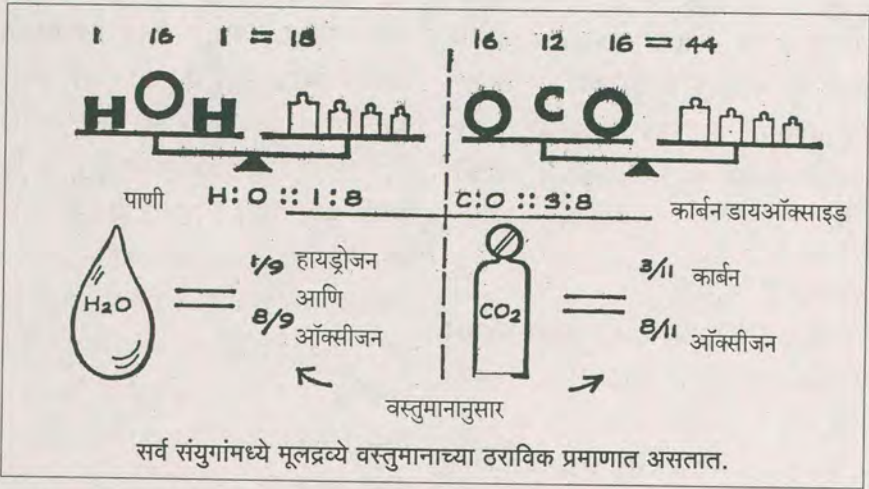
त्याचप्रमाणे संयुगांच्या निर्मितीचाही असाच विचार करता येतो. १) एकेक मूल्यद्रव्यापासून. जसे कार्बन (C) आणि

ऑक्सिजन (O) पासून कार्बन मोनॉक्साईड अथवा लोखंड (Fe) अन् गंधक (S) पासून आयरन सल्फाईड (FeS) २) मूलद्रव्य अन् संयुगापासून. जसे ऑक्सिजन (O) आणि कार्बन मोनॉक्साईड (CO) पासून कार्बन डायऑक्साईड (CO<sub>2</sub>) किंवा ऑक्सिजन (O) अन् पाणी (H<sub>2</sub>O) पासून हायड्रोजन पेरॉक्साईड (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ३) निरनिराळ्या संयुगांपासून. जसे पाणी (H<sub>2</sub>O) अन् कार्बन डायऑक्साईड (CO<sub>2</sub>) पासून कार्बोनिक् आम्ल (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) किंवा मॅग्नेशियम ऑक्साईड (MgO) अन् कार्बन डायऑक्साईड (CO<sub>2</sub>) पासून मॅग्नेशियम कार्बोनेट (MgCO<sub>3</sub>).

### रासायनिक सूत्र

मूलद्रव्याच्या अणूचे प्रतिनिधित्व करणाऱ्या रासायनिक संज्ञा वापरून संयुगांची सूत्रे बनविली जातात. हे सूत्र सोयीसाठी संक्षेपात असणे अगत्याचे असते. संयुगाचा एक रेणू





सूत्राने दाखवतात. म्हणून त्याला म्हणावयाचे रेणूसूत्र. मूलद्रव्याच्या एका अणूने तयार झालेला रेणू म्हणजे एक अणू-रेणू उदा. कार्बन (C), लोखंड (Fe), सोडियम (Na). तर दोन अणूंनी तयार झालेला रेणू म्हणजे द्विअणूरेणू उदा. हायड्रोजन ( $H_2$ ), ऑक्सिजन ( $O_2$ ). तीन अणूंच्या सहाय्याने त्रिअणूरेणू बनतो. जसे पाणी ( $H_2O$ ), नायट्रोजन डायऑक्साईड ( $NO_2$ ). याहीपेक्षा जास्त अणूंनी तयार झालेल्या रेणूस बहुअणूरेणू असे म्हणतात. उदा. सल्फ्युरिक आम्ल ( $H_2SO_4$ ) कार्बन टेट्राक्लोराईड ( $CCl_4$ ).

याप्रमाणे कोणते पदार्थ किती प्रमाणात एकत्र येतात असे सांगणारे सूत्र असते. कार्बोनिक् आम्लात ( $H_2CO_3$ ) दोन भाग हायड्रोजन, एक भाग कार्बन तर ३ भाग ऑक्सिजन आहे. खालच्या अंगाला लिहिलेला अंक त्या अगोदर लिहिलेल्या मूलद्रव्याच्या अणूंची संख्या सांगतो जसे

( $H_2CO_3$ ) मध्ये ऑक्सिजनच्या अणूंची संख्या तीन.

काही वेळेस गोल कंसाच्या खालच्या अंगाला अंक लिहिलेला आढळतो आपल्याला. ती मात्र मूलद्रव्याच्या गटांची म्हणजे मूलकांची संख्या असते. उदाहरणार्थ  $Ca(NO_3)_2$  मध्ये नायट्रेट मूलकाचे २ गट तर कॅल्शियमचा १ अणू आहे. या संयुगाचे नाव आहे कॅल्शियम नायट्रेट. अमोनियम सल्फेट असे लिहितात :  $(NH_4)_2SO_4$ .

प्रिस्टले या शास्त्रज्ञाने पारा ऑक्सिजनच्या सान्निध्यात तापविला अन् पाण्याचे लाल रंगाचे ऑक्साईड मिळविले. त्याचे रेणूसूत्र आहे  $HgO$ . इतर अनेक धातूदेखील असेच ऑक्सिजनच्या सान्निध्यात तापवून त्यांची ऑक्साईड्स बनवितात. तांब्याचे ऑक्साईड ( $CuO$ ) काळे असते तर लोखंडाचे ऑक्साईड ( $Fe_2O_3$ ) तपकिरी-तांबूस असते. प्रत्येक वेळी हे ऑक्साईड स्थायूरूप असते अन्

ऑक्साईडचे वजन मूळच्या धातूपेक्षा अधिक असते. असे का असेल बरं ?

ऑक्सिजन नसणाऱ्या संयुगाचा विचार करण्यासाठी एखाद्या खलामध्ये थोडे आयोडिनचे स्फटिक घ्या अन् पाऱ्याचे एक-दोन थेंब टाका त्यात. आयोडिन अन् पाऱ्यात काहीच अभिक्रिया होत नाही. पण जर बत्त्याने खलले तर लाल-नारिंगी रंगाचे मर्क्युरिक आयोडाईड हे संयुग तयार होते.

### मिश्रणे

गंधक अन् लोखंड समप्रमाणात घेऊन जर बत्त्याने खलले तर करड्या पिवळसर रंगाचा पदार्थ तयार होतो. हे संयुग आहे का ? आपण परीक्षा घेऊ या.

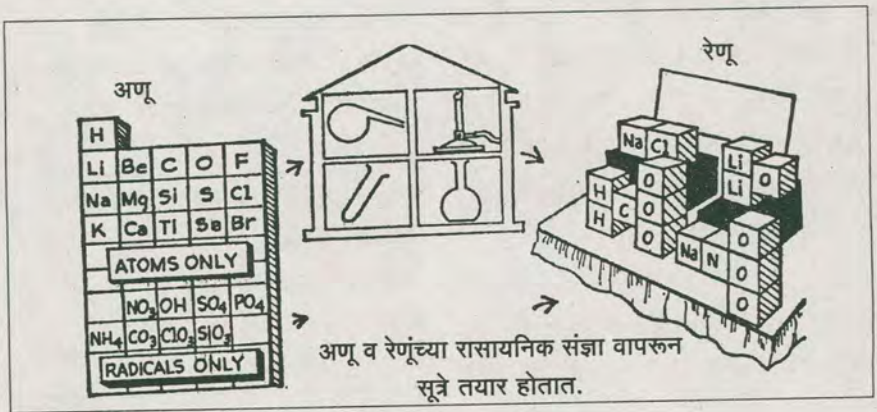
१) एका कागदावर हा पदार्थ पसरा अन् चुंबकपट्टी फिरवा. त्यातून लोखंडाचे कण चुंबकाकडे आकर्षित होतात अन् गंधकाचे पिवळे कण शिल्लक राहतात खाली.

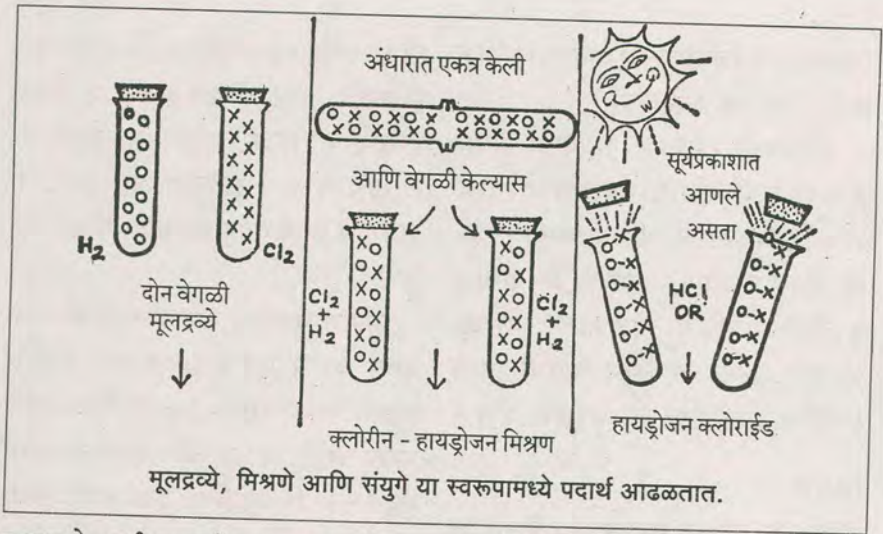
२) या मिश्रणातले थोडे मिश्रण

परीक्षानळीत घ्या अन् त्यात थोडे कार्बन डाय सल्फाईड टाका. मिश्रण हलवा. हे मिश्रण गाळण कागदाने गाळल्यास कागदावर लोखंडाचे कण राहतात अन् उरलेल्या द्रावणाचे बाष्पीभवन झाल्यावर गंधक परत मिळते.

आपण चुंबकत्व अन् द्रावणीयता यांचा वापर करून मूळचे घटक परत मिळवू शकतो. म्हणजे साध्या पध्दतीने घटक वेगळे करता आले. कारण तयार झालेला पदार्थ संयुग नसून मिश्रण होता. एकमेकाशी संलग्न असणाऱ्या पण रासायनिकदृष्ट्या एकत्रित न झालेल्या दोन किंवा अधिक पदार्थांचे एकत्रीकरण म्हणजे मिश्रण होय. मिश्रणे स्थायुरूप, द्रवरूप वा वायुरूपही असतात.

लोखंडाचे अन् गंधकाचे ७ : ४ वजनी प्रमाणात एकत्रीकरण करा; परीक्षानळीत घेऊन भरपूर उष्णता द्या. मिश्रणाभोवती लाल प्रभा जाणवते अन् उष्णता देणे थांबविले की या प्रकाशाची तीव्रता अधिक





जाणवते. परीक्षानळीत तयार झालेल्या पदार्थाची कार्बन डायसल्फाईडच्या आधारे परीक्षा घ्या. हा करड्या-काळ्या रंगाचा पदार्थ कार्बन डाय सल्फाईडमध्ये विरघळला नाहीच शिवाय तो चुंबकीयही नाही. हा पदार्थ म्हणजे संयुग आहे; गंधक अन् लोखंडाचा. त्याचे नाव आहे आयर्न सल्फाईड अन् रेणूसूत्र आहे  $FeS$ .

वरील आकृतीत एक प्रयोग दाखविला आहे. वेगवेगळ्या परीक्षानळ्यात हायड्रोजन अन् क्लोरीन ही दोन मूलद्रव्ये स्वतंत्र ठेवली आहेत. अंधारात जर ती एकत्र आणली तर मिश्रण तयार होते, पण सूर्यप्रकाशात त्यांच्यापासून हायड्रोजन क्लोराईड हे संयुग तयार होऊन स्फोटही होतो.

एकूणात काय मिश्रणातील घटकांचे प्रमाण वेगवेगळे असू शकते पण संयुगातील घटकांचे प्रमाण मात्र निश्चित, ठराविक

असते. मिश्रणातील घटक स्वतःचे गुणधर्म राखून ठेवतात तर संयुगातील घटक आपले मूळचे गुणधर्म बदलवून नवीन गुणधर्मांचा पदार्थ तयार करतात. उर्जारूपांतरणाशिवाय मिश्रणे उत्पन्न होतात तर उर्जारूपांतरणाशिवाय संयुगांची निर्मिती होऊ शकत नाही.

दूध, बेकिंग पावडर, टूथपेस्ट, पेट्रोलियम, काँक्रीट, जमीन, माती, हवा ही मिश्रणे आहेत. खाद्यपदार्थात, औषधात, उद्योग-धंद्यात अशा अनेक ठिकाणी मिश्रणांचा अन संयुगांचाही वापर नेहमीच होत असतो.



Chemistry made Easy मधून साभार

लेखक - मॅसन

अनुवाद - नागेश मोने,

द्रविड हायस्कूल वाई येथे शिक्षक,

विज्ञान वाचनालय चालवितात.

# अभिन्नव सूर्यचूल

लेखक : वि. गो. काळे

नुकतीच पुण्यात बाल विज्ञान परिषद झाली. त्यावेळी मुलांनी सादर केलेले विविध प्रकल्प खरोखरीच कौतुकास्पद होते. अनेक वर्षांपूर्वी अशाच एका विज्ञान प्रदर्शनात एका विद्यार्थिनीने केलेल्या प्रकल्पाची माहिती या लेखात देत आहोत.

ग्रामीण भागात (कडूस, ता. राजगुरुनगर)

पाच वर्षे मी राहिलो होतो. तेथे भरलेल्या विज्ञान प्रदर्शनात परीक्षक म्हणून विविध वस्तू पाहण्याची मला संधी मिळाली होती. ग्रामीण भागातील एका विद्यार्थिनीने केलेला सौर चुलीचा प्रयोग लक्षात राहिला आहे. त्यावेळी दुपारी आम्हाला समक्ष शिजवून भात तयार करून दाखवला या विद्यार्थिनीने. आम्ही सर्व परीक्षक तिच्या शोधाने अगदी आनंदित झालो. अर्थातच तिला प्रथम पारितोषिक देऊन आम्ही तिच्या प्रकल्पाची जिल्हास्तरीय प्रदर्शनार्थ निवड केली. आमचे सर्वांचेच 'कुतूहल' जागृत झाले! हे तिला कसे सुचले?

तीन दगडावर पातेलीत पाणी व तांदूळ घालायचे. खाली चार काड्या पेटवून ठेवायच्या. मदतीला पालापाचोळा सारायचा आणि पाणी उकळू लागले की झाकून

ठेवायचे. सावकाश उत्तम भात तयार होऊन बसत असे - खालचे इंधन संपले तरी! हा तिचा अनुभव! हे तिने दर वर्षी गाव जेवणाचे वेळी भात शिजविताना पाहिले होते.

ती सांगत होती - "तीन तीन विटांची थप्पी तीन दगडांचे जागी ठेवतात. त्यावर खोलगट पातेल्यात पाणी तापवतात. पाणी उकळताच त्यात भिजवलेले तांदूळ ओततात. पाणी पुन्हा उकळू लागले की अर्धवट शिजलेला तो भात ओल्या कापडावर ओतून वर कापड पांघरतात - की लगेच पुन्हा पातेल्यात पाणी तांदूळ - इकडे भात उत्तम शिजून वाढण्यासाठी नेतात. दिवसभर असा भात तयार होत असतो. आणि गांव 'प्रसाद' म्हणून तो घेत असते"

"पण इथे तर तू तशीच तीन विटांची थप्पी रचलीस पण वर पातेले ठेवले नाहीस. काय काय केलेस ते सांग," आम्ही विचारले.

"विटांच्या आधारावर सायकलची रिंग

ठेवली आहे. पारदर्शक प्लॅस्टिक सायकलच्या रिमला सुतळीने पक्के बांधून त्यात पाणी भरले असल्याने त्याला खोलगट आकार आला. हे माझे 'पाण्याचे भिंग' तयार झाले आहे. या भिंगातून सूर्यनारायणाचा प्रखर प्रकाश खाली जाऊन तळाशी ठेवलेल्या पातेल्यातील पाण्यास तापवतो व त्यातील भात शिजतो."

"अग्निनारायणाऐवजी 'सूर्यनारायण' इथे तुझा भात तुला 'बिन पैशात' - इंधनाशिवाय शिजवून देतो तर? छान छान"

"सूर्याकडून हे काम करून घ्यावे ही कल्पना तुला कशी सुचली?"

"शाळेतील आमचे बेहरे गुरूजी आम्हाला खूप प्रयोग दाखवतात आणि तसे घरी करून पहाण्यास पण मदत करतात. त्यांनी प्रयोग दाखवला होता. भिंगातून सूर्यप्रकाश केंद्रात एकवटतो. भिंगापासून केंद्रापर्यंतचे जे अंतर त्यास केंद्रांतर म्हणतात. केंद्रांतर काढण्याचा प्रयोग झाल्यावर गुरूजींनी केंद्रापाशी कापूस ठेवला - नी तो थोड्याच वेळात धुमसून पेटू लागला... गुरूजी म्हणाले - सूर्यप्रकाशाबरोबरच सूर्याची उष्णताही येते. व केंद्राशी एकवटते. त्यामुळे तेथील तापमानात वाढ होते. त्यामुळे तेथे ठेवलेली वस्तू तापते.

पुढे एकदा गमतीदार गोष्ट घडली. त्यांनी आम्हाला एकदा सूर्यचुलीची माहिती देऊन या सूर्याच्या उष्णतेने अन्न कसे शिजवता येते

ते दाखविले होते. त्यांच्याच मार्गदर्शनाखाली आम्ही तशीच शोगडी पुट्ट्याचा खोका (लाकडी पेटीऐवजी) वापरून केली होती आणि तिच्यावर स्वैपाक करून दाखविला होता.

फुगीर भिंगातून वस्तू मोठी दिसते - याचा उपयोग तशी भिंगे वापरून साध्या डोळ्यांनी न दिसणारी वस्तू मोठी करून पहाण्यासाठी करतात. या यंत्राला 'सूक्ष्मदर्शी' म्हणतात. अशी त्या भिंगाची माहिती सांगून त्यांनी आम्हा 'संशोधन' मंडळाच्या गटाला बाजारात मिळणारी प्लॅस्टिकची तशी भिंगे आणून दिली होती. पण त्यापेक्षा महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे 'पाण्याचा थेंब' हे असेच भिंग असते हेही दाखवले होते. आणि तेव्हापासून 'पाण्याच्या भिंगाने' आमच्या विचारचक्रास गती मिळाली.

पावसाळ्याचे दिवस संपत होते. आमच्या घरासमोर चार खांब रोवून त्यावर प्लॅस्टिक ताणून बांधून आम्ही कोणी आले तर बसण्यासाठी जागा केली होती. त्या प्लॅस्टिकवर मधेमधे पडणाऱ्या पावसाचे पाणी साठत असे. असे भरपूर पाणी साठून त्याला मधोमध 'फुगवटा' आला होता.

एके दिवशी छान सूर्यप्रकाश पडला होता. मी घरच्या अंगणात - त्या प्लॅस्टिक छताखाली बसले होते आणि माझी दृष्टी वर गेली नी मला एक भले मोठे 'पाण्याचे भिंग' सापडले. त्या पाण्यातून पलीकडचे झाड -

पक्षी माझ्याजवळ आल्याचे मला जाणवले. भिंगातून पाहिल्यास दिसतात तसे. विचारचक्र पुन्हा सुरू झाले. एक जुने सायकलचे तारा नसलेले कडे घेतले व या गाड्याला 'प्लॅस्टिक' बांधून त्यात पाणी भरले तर ? 'पाण्याचे मोठे गोल भिंग' तयार होईल.' ही कल्पना सुचली नी गुरूजींना ती केव्हा सांगते असे झाले.

गुरूजींनी सायकलच्या दुकानातून 'कडे'

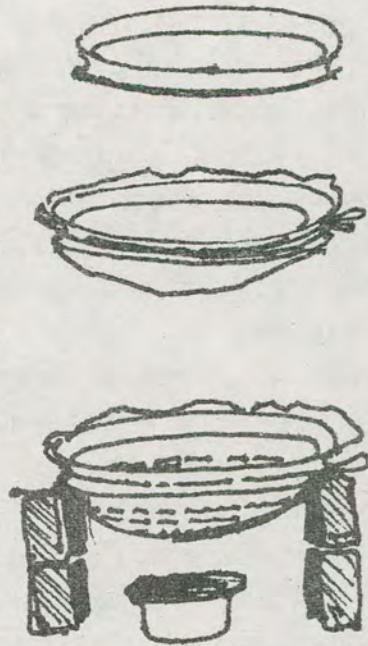
खरेदी करून मला माझा प्रयोग करण्यास उत्तेजन दिले आणि त्यातून आज ही 'अभिनव सूर्यचूल' तयार झाली." ❖❖

लेखक : वि. गो. काळे,

निवृत्त शिक्षक, विज्ञानातील अवघड संकल्पना सोप्या करून सांगणारे खेळ व प्रतिकृती तसेच घरात सहज उपलब्ध होणाऱ्या गोष्टी वापरून भूगोलाची साधने तयार करतात.

## अभिनव सूर्यचूल तुम्हीही करू शकता.

- सायकलचे स्पोक काढलेले रिकामे चाकाचे कडे घ्या. एक मोठा जाडसर प्लॅस्टिकचा कागद त्याला सुतळीने घट्ट बांधा.
- विटांच्या आधारावर कडे सूर्यप्रकाशात ठेवा. त्यात पाणी ओतून खोलगट भिंग करून घ्या.
- पाण्याच्या भिंगाचे केंद्रात (नाभी) निश्चित करा.
- भिंगाखाली केंद्रस्थानी बंद डब्यात वेगवेगळे पदार्थ ठेवून पहा.
- रताळे, बटाटे ठेवून त्यांना उकडायला किती वेळ लागतो ते पहा.
- रवा किंवा शेंगदाणे भाजण्यासाठी किती वेळ लागला ?
- पातेल्यात भात शिजवून तयार करा.
- कोणत्या वेळी पदार्थ शिजण्यास / भाजण्यास किती वेळ लागतो याच्या नोंदी करा.



# डोरोथी हॉजकिन

एक महान विदुषी



लेखक : अनिल लचके

जगातील विविध प्रयोगशाळांमध्ये रसायनशास्त्रात अनेक महिलांनी दर्जेदार संशोधन करून दाखवले आहे. असे असूनही वैज्ञानिक क्षेत्रातील सर्वोच्च मानला जाणारा नोबेल पुरस्कार फारच कमी महिलांना मिळालेला आहे. प्रतिकूल परिस्थितीतही दमदार वाटचाल करणाऱ्या वैज्ञानिकांमध्ये डोरोथी क्रोफूट हॉजकीन यांची कामगिरी थक्क करणारी आहे.

डोरोथीचे वडील पुराणवस्तू संशोधक, तर आई वनस्पतीशास्त्रज्ञ होती. एकदा आईने क्ष-किरणतज्ञ सर बॅंग यांचा 'पदार्थाचे नैसर्गिक गुणधर्म' हा ग्रंथ पाहिला. डोरोथीला तो हमखास आवडेल म्हणून तिने तिला तो भेट म्हणून दिला. १५ वर्षांच्या डोरोथीला तो वाचूनच स्फटिकांबद्दल खूप कुतूहल वाटले. पुढील पाऊणशे वर्षे म्हणजे या

जगाचा निरोप घेईपर्यंत ती स्फटिकांच्या राज्यातील राणी म्हणूनच वावरली.

प्रोफेसर बर्नाल यांनी १९३२ साली ऑक्सफोर्ड विद्यापीठात तरुणांपुढे स्फटिकांसंबंधी एक व्याख्यान दिलेले होते. क्ष-किरणांच्या साहाय्याने स्फटिकांच्या अंतरंगातील 'विश्वात' कसा संचार करता येईल या संबंधीचे प्रो. बर्नाल यांचे विचार डोरोथीला अतिशय कुतूहलजनक वाटले. तिथेच अदृश्य क्ष-किरणांनी डोरोथीच्या सुप्त गुणांना साद घातली. त्याला प्रतिसाद म्हणून तिने सरळ केंब्रिज विद्यापीठात प्रवेश घेतला आणि प्रो. बर्नाल यांच्याबरोबर विविध स्फटिकांचे निरीक्षण करायला सुरवात केली. वयाच्या पंचविसाव्या वर्षी, १९३७ साली त्या विषयात डोरोथीला पी. एच. डी. मिळाली.



डोरोथी क्रोफूट हॉजकिन १९१२-१९९४

रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९६४



डोरोथीच्या सन्मानार्थ काढलेले तिकीट



डोरोथी हॉजकिन आपल्या तीन मुलांसोबत

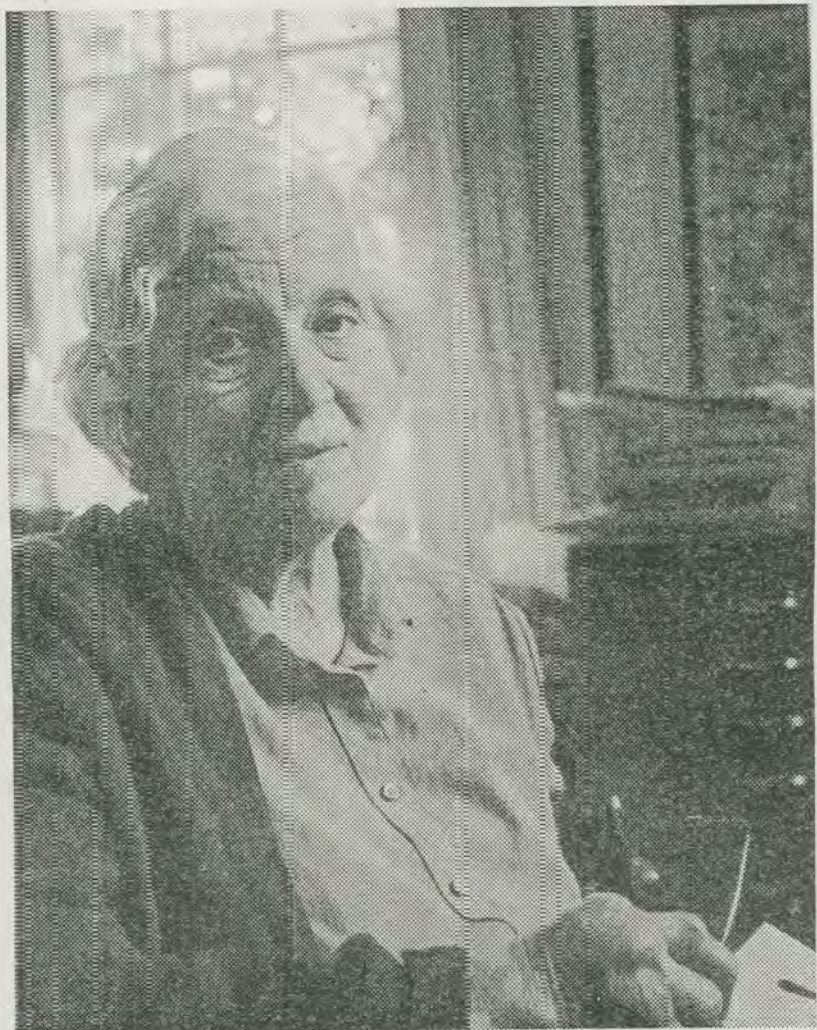
डोरोथी क्रोफ़्ट हॉजकिन १९१२-१९९४  
रमायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९६४



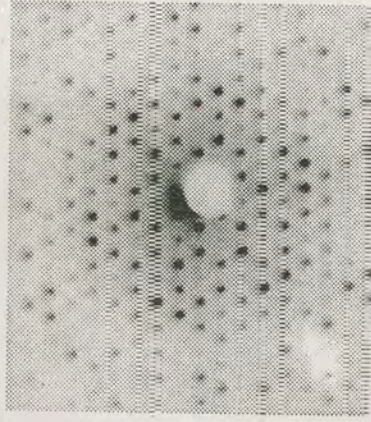
जीवनसत्व ब-१२ या जटिल रेणूची संरचना डोरोथीने निश्चित केली.

डैरोथी क्रोफूट हॉजकिन १९१२-१९९४

रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक - १९६४



नोबेल पुरस्कार मिळाल्यानंतर पुढील ३० वर्षे इन्शुलिनच्या रॅणूसंबंधी सखोल अध्ययन



डोरोथीने मिळविलेला इन्शुलिनच्या अणूचा एक्स-रे



‘विनाश्रयं न शोभन्ते पंडिता, वनिता लताः’ - असे एक वचन आहे. (पंडित, महिला आणि वेल यांना आश्रय, आधार शोभून दिसतो). डोरोथी ही एक पंडिता होती आणि वेलीसारखीच तिची नाजूक तब्येत होती. तिला आधार शोभून दिसला तो फक्त अखंड परिश्रमांचा ! त्यामुळेच तर तिने १९६४ साली नोबेल पुरस्कार मिळवलेला होता.

क्ष-किरणांच्या साहाय्याने डोरोथीने वैद्यकशास्त्रातील निवडक रेणूंची रचना शोधून काढली. दुसऱ्या महायुद्धात पेनिसिलिनची जागतिक मागणी वाढली होती. या रसायनाच्या रेणूचा नेमका आकार कसा आणि केवढा असावा? रेणूच्या कोणत्या वैशिष्ट्यामुळे - म्हणजे रचनेमुळे तो अपायकारक जीवाणूंच्या वाढीला आळा घालू शकतो? पेनिसिलीनच्या रेणूमधील विविध अणूंची संरचना कशी (‘नामी’) आहे, या चिकित्सक बाबींचे संशोधन त्या १९४५ सालापर्यंत करित होत्या. विविध रेणूंची अंतररचना आणि बहिररचना त्रिमितीमध्ये लक्षात आल्यामुळे इतर काही प्रतिजैविकांचा शोध घेता येणे शक्य झाले.

कोलेस्टेरॉल, जीवनसत्त्व ड, अर्गोस्टेरॉल हे एकसारखे भासणारे अत्यंत महत्त्वाचे रेणू आहेत. सूर्यप्रकाशातील अतिनील किरण जीवनसत्त्व ड ला कसा ‘सक्षम’ बनवतो - अशा महत्त्वपूर्ण अज्ञात गोष्टींवरती डोरोथीने

प्रकाश टाकला. स्टिरॉईडवर्गीय, रसायनांमधील ती एक जागतिक तज्ज्ञ बनली. अनेक स्टिरॉल-रेणू अगदी हुबेहूब एकसारखे वाटले तरी त्यामधील काही रेणूंची जागा किंचित बदललेली असते. त्यामुळे त्यांची जैविक कामगिरी नष्ट होते किंवा बदलते. ज्या काळात डोरोथीने हे काम केले, त्या वेळी संगणकाचा वापर केला जात नसे. साहजिकच क्ष-किरणांनी काढून दिलेले चित्र अभ्यासण्याकरीता रात्रंदिवस क्लिष्ट गणिते करावी लागत. तरीही डोरोथी ती गणिते चिकाटीने सोडवित होती. रसायनशास्त्राला भौतिकशास्त्राची साथ मिळाली तर काय चमत्कार होतो, ते तिने सप्रयोग करून दाखवले.

डोरोथीने अवलंबलेल्या पध्दतीला एक्स-रे-डिफ्रॅक्शन म्हणून ओळखले जाते. क्ष-किरणांचा प्रवाह जर एखाद्या रसायनाच्या स्फटिकावरून जात असेल तर तो त्यामधील विविध अणूंवर धडकतो आणि त्यामुळे विखरतो. स्फटिकांच्या बाबतीत हे असे विखरणे अतिशय नियमित असते. त्याचे कारण म्हणजे स्फटिकांमधील अणू (रेणू) कवायत करणाऱ्या मुलांसारखे शिस्तबद्ध रचनेमध्येच असतात. क्ष-किरणांनी दिलेल्या छायाचित्रात त्या शिस्तबद्धतेतील कमी-अधिक तीव्रता अभ्यासली की स्फटिकांची रचना त्रिमितीच्या स्वरूपातही लक्षात येते. डोरोथीने अनेक उपयुक्त रेणूंची रचना आणि

जैविक कार्यपध्दती शोधून काढलेली होती. त्यामुळे अनेकरेणूंची लांबी, रुंदी आणि जाडी लक्षात आली. अशा रीतीने डोरोथीने स्फटिकशास्त्राचा एक भरभक्कम पाया रचला. डोरोथीने आखून दिलेल्या एक्स-रे क्रिस्टलोग्राफीचे तंत्र वापरून विज्ञानाच्या विविध शाखांमधील बड्या अशा २६ शास्त्रज्ञांना पुढे नोबेल पुरस्काराचा सन्मान प्राप्त झाला. डोरोथीने क्ष-

किरणांच्या विखरणाचा योग्य उपयोग करून घेताना जो सुसंगतपणा, जी शिस्तबध्दता अवलंबिली तिचा जगभरच्या संशोधकावरती चांगला प्रभाव पडला.

जीवनसत्व ब-१२ (सायनो कोबालमिन, व्हिटॅमिन बी-१२) या



अत्यंत जटिल रेणूची संरचना निश्चित करण्याची अवघड कामगिरी डोरोथीने मोठ्या हिकमतीने करून दाखवली. हे जीवनसत्व आहारात कमी पडले तर रक्तक्षय (अॅनिमिया) होतो. एका बाजरीच्या दाण्याएवढे जीवनसत्व बी-१२ एका व्यक्तीला वर्षभर सहज पुरते. एवढ्या क्रियाशील रेणूची रचना डोरोथीने मांडून दाखवली. लालबुंद, स्फटिकयुक्त आणि चमकदार असणाऱ्या बी-१२ मध्ये कोबाल्ट या मूलद्रव्याचा एक अणू आहे. त्या

कोबाल्टची विवक्षित जागा, तसेच एका पाण्याच्या रेणूची जागा ठरवणे, ही कामगिरी खूपच अवघड होती. त्यासाठी डोरोथीने सतत ६ वर्षे कोबाल्ट असलेल्या अनेक संयुगाची क्ष-किरणांच्या साहाय्याने छायाचित्रे जमवून अभ्यास केलेला होता. १९५७ मध्ये अॅनिमिया आणि बी-१२ या विषयी त्यांनी एक महत्त्वाचा शोधनिबंध प्रकाशित केला.

नोबेल पुरस्काराचा

१९६४ सालचा सन्मान प्राप्त झाल्यानंतर पुढील ३० वर्षे डोरोथीने उतारवयातही इन्शुलिन या रेणूसंबंधीचे सखोल अध्ययन केले.

डोरोथी क्रोफूट हॉजकिन यांनी बरेच मोठे यश संपादन केलेले होते, तरीही त्यांचा विद्यापीठामधील हुद्दा फार मोठा नव्हता. प्रदीर्घ काळ

ट्यूटर किंवा व्याख्याता अशा पदांवर त्यांनी कॉलेजात अध्ययन-अध्यापन आणि संशोधन केले. पन्नाशीजवळ गेल्यावर मात्र त्या १९६० मध्ये प्राध्यापिका झाल्या. त्यानंतर चार वर्षांनी त्या नोबेल पुरस्काराच्या मानकरी झाल्या. त्यांचे कर्तृत्व बहरले; जगाच्या ध्यानातही आले. डोरोथी प्रयोगशाळेत काम करित असताना त्यांचे प्रात्यक्षिक नीट पहाण्यासाठी अनेक संशोधक आवर्जून जमत असत. सेंद्रिय, असेंद्रिय आणि जैविक-रासायनिक पदार्थ

स्फटिकरूपात कसे प्राप्त करावेत ते अनेक पुस्तकात तपशीलवार दिलेले असले, तरी प्रत्यक्षात स्फटिक मिळवणे जमेलच, असे नाही. त्याचे कारण म्हणजे ते एक शास्त्र आहे; आणि कलाही आहे.

सातत्याने तरूण संशोधकांच्या घोळक्यामध्ये हसमुख राहून कार्यमग्न राहाणे, हा त्यांचा परिपाठ होता. चौऱ्याणव वर्षांचे, दोन वेळा नोबेल पारितोषिक जिंकणारे लायनस पॉलिंग देखील त्यांचे खास स्नेहांकित होते. आंतरराष्ट्रीय शांतता प्रस्थापित करण्यासाठी त्या दोघांनीही नेकीने प्रयत्न केलेले होते. क्रिणोत्सर्गी शस्त्रांच्या निर्मितीमुळे पर्यावरण बिघडते. तेव्हा असले प्रयोग बंद व्हावेत म्हणून ४४ देशात फिरून १००० शास्त्रज्ञांच्या संमतिदर्शक स्वाक्षऱ्या पॉलिंग यांनी १९५० मध्ये गोळा केल्या होत्या. त्यासाठी डोरोथीने बरेच साह्य केले होते.

डोरोथीला कौटुंबिक जीवनाची ओढ होती. त्यांचे यजमान टॉम हॉजकिन इतिहास संशोधक होते. त्यांची तिन्ही मुले अत्यंत बुद्धिमान निघाली. अशा रीतीने त्यांनी गृह-आघाडी देखील समर्थपणे सांभाळली आणि अवघाचि संसार सुखाचा करून दाखवला.

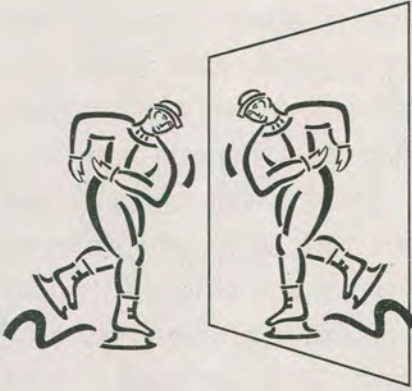
‘एक्स-रे क्रिस्टलॉग्राफी’ हा सध्या अत्यंत महत्त्वाचा विषय ठरलेला आहे. जैविक रेणू गुंतागुंतीच्या रासायनिक प्रक्रिया कशा क्षणार्धात लीलया उरकून टाकतात, हे जर

कळले तर एकविसाव्या शतकातील विज्ञान एक मोठी झेप घेऊ शकेल. डोरोथीने समृद्ध केलेल्या क्षेत्रात आज दहा हजार शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञ संशोधन करीत आहेत.

डोरोथीने अनेकदा भारताचा दौरा केला होता. त्यांनी अनेक भारतीय संशोधकांना स्फटिकशास्त्रात प्रवीण केले. त्यांच्या कार्यासंबंधीचे शोधनिबंध एकत्र करून इंडियन अँकॅडमी ऑफ सायन्स या संस्थेने एक ग्रंथ प्रकाशित केला आहे. वार्धक्यामुळे त्यांना चाके असलेल्या खुर्चीत बसून वावरावे लागे; तरीही त्यांनी भारत, चीन, रशिया येथे भेटी दिल्या. अनेक महिला वैज्ञानिकांना उत्साहाने उत्तेजन दिले. डोरोथींचा जन्म इजिप्तमधील कैरो शहरी १२ मे १९१२ रोजी झाला. २९ जुलै १९९४ रोजी इंग्लंडमधील वॉरविकशायर येथे त्यांचे निधन झाले. ब्यांशे वर्षांच्या आयुष्यात त्यांनी सातत्याने परिश्रम केले. परिश्रमांच्या अथांग सागरात संथपणे वाहणारी नम्रतेची होडी विशेष नजरेत भरते, असं म्हणतात. डोरोथी हॉजकिन त्या होडी सारख्याच असाव्यात. ती होडी आता खूप दूर गेलेली असली तरी त्यांचे कार्य मात्र अनेक संशोधक पुढे चालू ठेवीत आहेत.



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



## तुमचे प्रतिबिंब आणि तुम्ही

लेखक : डी. के. खोडवे

मित्रांनो, आज मी तुमचा एक गैरसमज दूर करणार आहे. कोणता गैरसमज म्हणता? अहो, तो तर स्वतः तुमच्या बदलच आहे! मला एक सांगा - रोज सकाळी आंघोळ झाल्यानंतर तुम्ही आरशामध्ये स्वतःचे प्रतिबिंब पाहता. शाळेला जाण्याअगोदर देखील तुम्ही आरशासमोर उभे राहून आरशात दिसणाऱ्या व्यक्तीकडे पाहून स्वतः ठाकठीक असल्याची खात्री करून घेता. आरशातील व्यक्ती सुंदर, व्यवस्थित पोषाख केलेली आहे याची जाणीव तुम्हाला कितीतरी आनंदी बनविते. अहो, हाच तर तुमचा गैरसमज आहे! काय म्हणता? हे कसे शक्य आहे? तर मग वाचा पुढे...

खरे पाहता आरशामध्ये दिसणारी व्यक्ती तुमचे प्रतिबिंब असूच शकत नाही! तुम्ही जर सर्व मॅनर्स (शिष्टाचार) पाळणारे असाल

तर तुमचे प्रतिबिंबही तसेच हवे ना? पण तसे नसते! तुम्ही शेकहॅण्ड करण्यासाठी तुमचा उजवा हात पुढे केला तर तुमचे प्रतिबिंब मात्र त्याचा डावा हात पुढे करेल! याला काय मॅनर्स म्हणतात? तुम्ही उजव्या हाताने काम करणारे असाल तर तुमचे प्रतिबिंब मात्र हटकून डावखुरे असेल. आणि तुम्ही डावखुरे असाल तर तुमचे प्रतिबिंब मात्र उजव्या हाताने काम करणारे असेल. तुमचे प्रतिबिंब फक्त शिष्टाचार न पाळणारेच नसेल तर त्याच्यामध्ये व तुमच्यामध्ये अनेक विसंगती देखील आहेत.

तुमचा भांग जर डाव्या बाजूला असेल तर त्याचा भांग मात्र उजवीकडे असेल. तुम्ही सकाळी उजव्या हाताने दात घासता. तुमचे प्रतिबिंब मात्र डाव्या हाताने दात घासेल. तुम्ही डाव्या हाताने केस विंचराल तर तुमचे प्रतिबिंब मात्र उजव्या हाताने केस व्यवस्थित



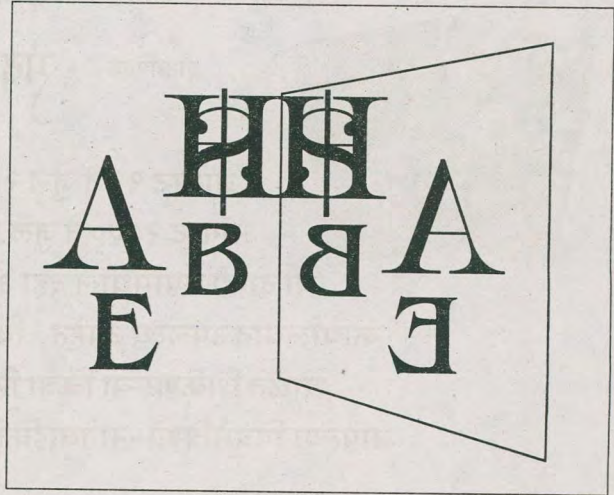
करेल. तुमच्या उजव्या हातामध्ये घड्याळ असेल तर त्याच्या डाव्या हातामध्ये घड्याळ असेल. तुमच्या उजव्या हाताच्या बोटांमध्ये अंगठी असेल तर त्याच्या डाव्या हाताच्या बोटांमध्ये अंगठी असेल. अशा प्रकारे अनेक बाबींमध्ये तुम्ही आणि तुमचे प्रतिबिंब विसंगत आढळेल.

तुम्ही एखादे पत्र लिहून त्याला दाखविले तर तोही एक पत्र तुम्हाला दाखवेल. परंतु त्या पत्रामध्ये त्याने काय लिहिले आहे हे मात्र तुम्हाला वाचता येणार नाही. एवढेच काय तुमचे घड्याळ व त्याचे घड्याळ यामध्ये कमालीचे अंतर असेल. तुमच्या घड्याळामध्ये जर सकाळचे आठ वाजले असतील तर त्याच्या घड्याळामध्ये चार वाजलेले असतील. आणि जर तुमच्या घड्याळामध्ये सायंकाळचे पाच वाजले असतील तर त्याच्या घड्याळामध्ये सात वाजले असतील.

त्याच्या आणि तुमच्या इंग्रजीच्या ज्ञानामध्ये तर प्रचंड तफावत दिसून येईल. तुम्ही जर त्याला एखादा इंग्रजी शब्द लिहून दाखविला तर तो दुसराच एखादा शब्द तुम्हाला दाखवेल. उदाहरणार्थ तुम्ही त्याला

MICE हा शब्द लिहून दाखविला तर तो तुम्हाला WICE हा तुम्हाला न समजणारा शब्द दाखवेल. त्याला तुम्ही COW (काऊ म्हणजे गाय) हा शब्द दाखविला तर तो तुम्हाला COM हा शब्द दाखवेल. मात्र काही शब्द अगदी बरोबर तुमच्यासारखेच दाखवेल... COOK, BOOK, HOOK इत्यादि.

त्याची लेखन करण्याची पद्धत सुद्धा तुमच्यापेक्षा वेगळी असणार आहे. तुम्ही नेहमी वहीच्या डाव्या बाजूकडून उजव्या बाजूकडे लिखाण करता. तुमचे प्रतिबिंब मात्र उजव्या बाजूकडून डावीकडे लिखाण करेल. तुम्ही लिहिलेले मराठी हस्ताक्षर त्याला समजते की नाही हे माहित नाही. परंतु त्याने लिहिलेले मराठी मात्र तुम्हाला समजणे फारच कठीण असणार आहे. एवढे असूनही



तुम्ही आरशातील व्यक्तीला तुमची प्रतिकृती म्हणता! किती कमाल आहे पहा!

नाही म्हणायला तुमचे प्रतिबिंब तुमच्या सुखदुःखात सक्रिय भाग घेते हा एक गुण मात्र त्याच्याकडे चांगला आहे. तुम्ही जर आनंदाने हसत असाल तर तुमचे प्रतिबिंब तुमच्याकडे पाहून हसेल. तुम्ही जर दुःखी असाल आणि काही कारणाने जर रडत असाल तर तुमचे प्रतिबिंबदेखील तुमच्या दुःखात सहभागी होऊन रडेल! त्याचबरोबर तुमची चेष्टा करण्यात मात्र तुमचे बिंब कधीच हार जाणार नाही. तुम्ही कितीही वाकुल्या दाखविल्या तरी तुमचे प्रतिबिंब तितक्याच उत्साहाने तुम्हाला वाकुल्या दाखवील. तुम्ही जर डोळे मोठे केले तर तेही डोळे मोठे करील. तुम्ही जर जीभ बाहेर काढली तर तेही जीभ बाहेर काढेल.

तुमची व तुमच्या प्रतिबिंबाची पसंती सारखीच असेल. ज्या रंगाचा पोषाख तुम्ही कराल त्याच रंगाचा पोषाख त्याच्या अंगावर असेल. तुमचा व त्याचा पेन सारखाच असेल. तुमचा व त्याचा बूटदेखील सारखाच असेल. एकूण त्याचे आणि तुमचे बाह्य दर्शन सारखे असेल. परंतु त्याच्या मॅनर्स, सवयी, लिखाणाची पद्धत ही मात्र तुमच्या विरुद्ध असेल. असे असूनसुद्धा तुम्ही मात्र तुमच्या प्रतिबिंबाला तुमची प्रतिकृती मानता! हा एक गैरसमजच आहे नाही का?



लेखक : खोडवे डी.के.

शारदाबाई पवार महिला शिक्षणशास्त्र  
महाविद्यालय, बारामती येथे अध्यापक.



शैक्षणिक • संदर्भ •

ऑगस्ट ९९ ते जुलै २०००

ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१

या दोन्ही वर्षांमधील दहा अंकांचे संच  
कार्यालयात उपलब्ध आहेत. किंमत रु. १४०/-  
शाळेत शिकणाऱ्या किंवा शिकवणाऱ्या  
आपल्या मित्रमैत्रिणी-नातेवाईकांना हे संच भेट द्या.

# सुदृढ मानवी शरीरावरील सामान्य सूक्ष्मजीव

लेखक : गायत्री चौधरी



आपण नेहमीच वातावरणातील खूपशा सूक्ष्मजीवांच्या सान्निध्यात असतो. त्यातील बरेचसे सूक्ष्मजीव तर आपल्या शरीरावरच वास करून असतात. या सूक्ष्मजीवांपैकी 'सामान्य सूक्ष्मजीवाणू' (Normal Flora) असे म्हणतात. हे सूक्ष्मजीव साधारणतः त्वचा व शरीरातील आतील भागावर उदा. तोंडातील श्लेष्मल त्वचा, श्वसनमार्ग, अन्नमार्ग (आंत्र) आणि

मूत्रजननमार्ग ह्या भागावर वस्ती करून असतात. या भागाच्या भौतिक आणि रासायनिक परिस्थितीशी हे सूक्ष्मजीवाणू जुळवून घेत असतात.

'सामान्य सूक्ष्मजीवाणू' ही संज्ञा त्यांचे निरुपद्रवीपण दर्शविते. सामान्यतः हे सूक्ष्मजीव शरीरात रोग किंवा विकृती उत्पन्न करीत नाहीत. पण त्यातील काही जीवाणू हे 'संधिसाधू रोगकारक जीवाणू' (Opportu-

nistic pathogens) असतात. शरीरपेशींना जर जखम झाली तर ते त्यातून आत प्रवेश करतात आणि तिथे पू निर्मिती करू शकतात. किंवा शरीराची रोगप्रतिकारक क्षमता कमी झाली तर हे संधीसाधू जीवाणू रोगसंक्रमण करू शकतात. उदा. नाकाच्या किंवा घशाच्या पोकळीत असलेले सामान्य जीवाणू शरीराची प्रतिकारक्षमता कमी झाल्यावर रोगकारक स्थिती निर्माण करू शकतात. (उदा. सर्दी होणे, टॉन्सिल्स सुजणे इ.)

### सामान्य सूक्ष्मजीवांचा उगम :

जन्मापूर्वी सुदृढ मानवी अर्भक हे निर्जंतुक असते. जन्मानंतर स्पर्शातून, अन्नातून व श्वसनाद्वारे त्याचा सूक्ष्मजीवांशी संपर्क येतो.

जन्मल्यानंतर बालकाला दिला जाणारा बालआहार, त्याची रोज केली जाणारी स्वच्छता आणि त्याच्या आजूबाजूचा परिसर, यावर त्याच्या शरीरात व शरीरावर वास्तव्याला येणाऱ्या सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंचा प्रकार आणि संख्या अवलंबून असते.

स्तनपान करणाऱ्या अर्भकात मुख्यतः बिफीडीओबॅक्टेरिअम हे सामान्य जीवाणू अधिक प्रमाणात आढळतात, तर वरचे दूध घेणाऱ्या बालकांत मुख्यतः लॅक्टोबॅसिलाय आढळतात.

घन आहार घेणाऱ्या व्यक्तीत प्रामुख्याने

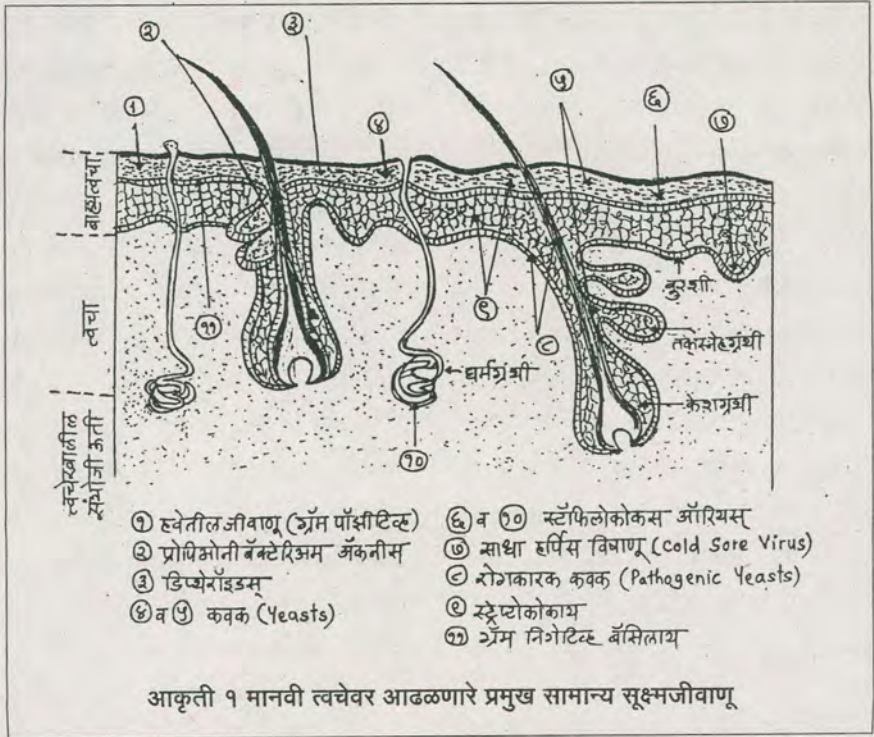
बॅक्टेरॉइड्स आढळतात.

सूक्ष्मजीव त्यांच्या वाढीला योग्य अशा सोयीस्कर जागेत (शरीरावर/शरीराच्या आतील भागात) वास्तव्य करतात. शरीराच्या प्रत्येक भागावर, त्या भागाच्या वैशिष्ट्यपूर्ण रचनेला व रासायनिक परिस्थितीला अनुकूल असे सूक्ष्मजीव राहतात. उदा. मुखपोकळीतील सूक्ष्मजीव व आंत्रातील सूक्ष्मजीव हे वेगवेगळे असतात. सामान्य सूक्ष्मजीव हे त्या व्यक्तीची शारीरिक स्थिती, आहार, संप्रेरकातील (Hormonal) बदल, वय आणि अशा अनेक घटकांनुसार बदलत असतात.

### सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंची विभागणी :

१. त्वचा : बाह्यत्वचेचा सर्वात वरचा थर हा मृत पेशींनी बनलेला असतो. तो सतत वातावरणातील सूक्ष्मजीवांच्या सान्निध्यात असतो. बाह्यत्वचेतून सूक्ष्मजंतू सहसा आत प्रवेश करू शकत नाही. पण जर त्वचा कापली गेली किंवा खरचटली गेली किंवा भाजली गेली तर त्यातून सूक्ष्मजीवाणू आत प्रवेश करू शकतात. त्वचेची रचना आणि कार्य यावरून तेथे कोणत्या प्रकारचे व किती सूक्ष्मजीवाणू असतील हे ठरते. (आकृती १).

कोरड्या किंवा रुक्ष त्वचेवर हे जीवाणू कमी प्रमाणात असतात. अशा त्वचेवर ते सुप्तावस्थेत असतात. काही जीवाणू तर काही



तासातच मृत होतात. ओलसर किंवा आर्द्र त्वचेवर (उदा. अंगठा व बोटांतील त्वचा) त्यांचे प्रमाण जास्त असते.

आम्ल त्वचेवर (सामु कमी असणाऱ्या) सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंची वाढ कमी प्रमाणात असते. त्वचेवरील स्वेदग्रंथी (Sweat gland) लायसोजाइम (Lysozyme) नावाचे उत्प्रेरक तयार करतात. हे उत्प्रेरक सूक्ष्मजीवाणूंच्या पेशीभित्तिकेला हानीकारक असते. असे असले तरी काही प्रकारचे सूक्ष्मजीवाणू अशा स्थितीतही तेथे केवळ जगतच नाही तर तेथील सामान्य सूक्ष्मजीवाणू म्हणून (Nor-

mal Flora) वाढतात देखील! स्वेदग्रंथी (Sweat gland) आणि तक्स्नेहग्रंथीनी (Sebaceous gland) तयार केलेल्या द्रव्यातून त्यांना पाणी, अमिनो आम्ले, कार्बमाइड (Urea), क्षार (Salt) आणि मेदाम्ले (Fatty acids) मिळतात. त्यांचा ते अन्न म्हणून उपयोग करून घेतात. येथील बहुतेक सर्व जीवाणू स्टॅफिलोकोकाय, प्राणवायूच्या उपस्थितीत वाढणारे कोरीनेबॅक्टेरियम किंवा डि-रॉइडस या वर्गातील असतात.

तक्स्नेहग्रंथीत खोलवर 'प्रोपियोनि-बॅक्टेरियम अॅकनीज' नावाचे जीवाणू

आढळतात. ते प्राणवायूच्या उपस्थितीत वाढू शकत नाहीत. सामान्यतः हा जीवाणू निरूपद्रवी असतो. परंतु काही वेळा त्यांच्यामुळे अॅकनस्व्हलर्गॅरिस (मुरुम) होवू शकतो.

२. डोळे : डोळ्यांतील कन्जक्टिव्हा (Conjunctiva) नावाचा नाजूक स्तर सदोदित अश्रूंसाने धुतला जात असतो, शिवाय अश्रूत असलेल्या 'लायसोजाइम'मुळे डोळ्यांच्या आतील अंतःत्वचेच्या नाजूक स्तरात सूक्ष्मजीवाणू खूप कमी प्रमाणात असतात. डोळ्यात आढळणाऱ्या सूक्ष्मजीवाणूंत स्टॅफिलोकोकस इपिडर्मिडीस, स्टॅ. ऑरिअस, कोरिनेबॅक्टेरिअम, स्ट्रेप्टोकोकस न्युमोनी, नायझेरिआ, इत्यादींचा समावेश होतो.

३. श्वसनमार्ग : वातावरणातील सूक्ष्मजीवाणू असलेली हवा नाकातून आत जाते. त्या हवेतील सूक्ष्मजीवाणू नाकाच्या व घशाच्या आतील चिकट व बुळबुळीत (श्लेष्मल त्वचा) स्तरावर चिकटतात. श्वासोच्छ्वास सदोदित चालू असल्याने नाकातील श्लेष्मल त्वचेवर चिकटलेले सूक्ष्मजीवाणू घशातील पोकळीकडे ढकलले जातात. अशा प्रकारे ते गिळले जाऊन नंतर जठरातील आम्लामुळे नष्ट होतात. याशिवाय नाकातील चिकट द्रव्यात असलेल्या लायसोजाइमच्या सूक्ष्मजीवाणूंचा नाश करण्याच्या गुणधर्मांमुळेदेखील बरेचसे

सूक्ष्मजीवाणू नष्ट होतात. असे असूनही नाक व नाकाच्या आतील पोकळीत (nasopharynx) बरेचसे सामान्य सूक्ष्मजीवाणू वास करून असतात. त्यांच्या बाह्यस्तरावरील पेशींना चिकटून किंवा घट्ट पकडून ठेवण्याच्या क्षमतेमुळे ते तेथे यशस्वीपणे राहू शकतात. त्यामुळे ते चिकट स्त्रावाबरोबर वाहून जाऊ शकत नाही. नाकात मुख्यतः आढळणारे सूक्ष्मजीवाणू आहेत, स्टॅ. न्युमोनी, स्टॅ. ऑरिअस तसेच कोरिनेबॅक्टेरिअम, नायझेरिया, हिमोफिलस, मायक्रोकोकस इत्यादी.

श्वसननलिकेच्या (trachea) आतील श्लेष्मल त्वचेवर सामान्य सूक्ष्मजीवाणू नसतात. तेथे पोहचण्यापूर्वीच ते सिलिया (cilia) नामक केशसदृश्य भागांमुळे घशाकडे ढकलले जातात. जर काही सूक्ष्मजीवाणू फुफ्फुसातील वायुकोशांकडे जाण्यात यशस्वी झालेच तर ते तेथील भक्षीकोशिकांतर्फे (Phagocyte) नष्ट केले जातात.

४. मुख : मुखातील ओलावा व सदोदित असणारे अन्नकण यामुळे मुखपोकळी ही सूक्ष्मजीवाणूंच्या वाढीसाठी उत्कृष्ट जागा आहे. परंतु सदा स्रवणाऱ्या लाळेमुळे बरेचसे सूक्ष्मजीवाणू गिळले जाऊन जठरातील आम्लामुळे नष्ट होतात. मुखातील सामान्य जीवाणू मुखपोकळीच्या बाह्यस्तरावर घट्ट चिकटून राहण्याच्या त्यांच्या क्षमतेमुळे

लाळेच्या प्रवाहाबरोबर आत गिळले जात नाहीत.

मुखातील लाळ ही अमिनो आम्ले, प्रथिनं, स्निग्ध पदार्थ (lipid), पिष्टमय पदार्थ आणि अकार्बनी पदार्थांच्या मिश्रणाने बनलेली असते. त्यामुळे ती सूक्ष्मजीवाणूंच्या वाढीसाठी एक उत्कृष्ट माध्यम असू शकते.

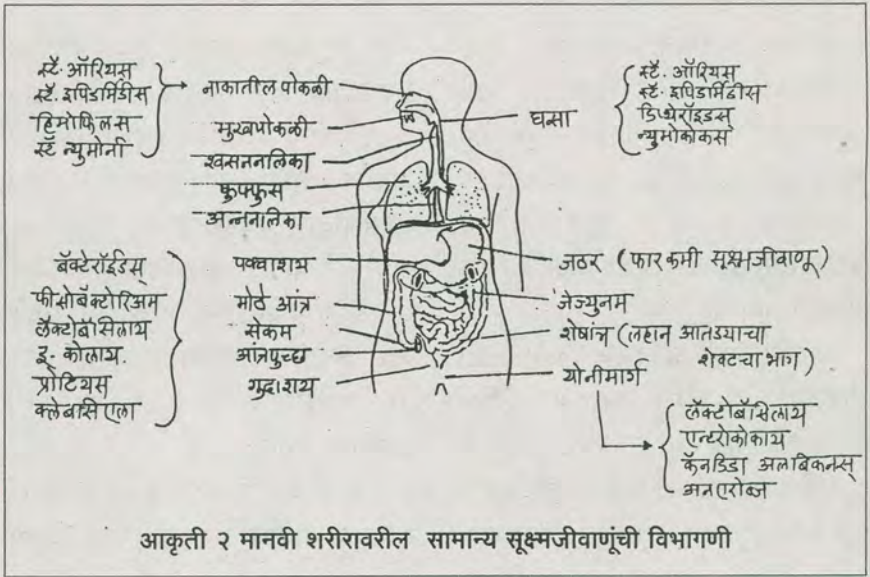
मुखात प्रामुख्याने स्ट्रेप्टोकोकाय, नायझेरिया, व्हॅनिओनिला अॅक्टीना-मायसीटस्, लॅक्टोबॅसिलाय, कवक (yeast) या प्रकारातील सूक्ष्मजीवाणू असतात.

स्ट्रेप्टोकोकस् म्युटनस् नावाचे सूक्ष्मजीवाणू दातांच्या पृष्ठभागावर घट्ट चिकटून राहतात. हे सूक्ष्मजीवाणू दातांच्या किडीला कारणीभूत होतात. हे सूक्ष्मजीव

द्विशर्करेवर (Disaccharide) ग्लुकोसिल ट्रान्सफरेज नावाच्या उत्प्रेरकाची (enzyme) प्रक्रिया करून ग्लुकेन तयार करतात. ह्या ग्लुकेनच्या सहाय्याने हे सूक्ष्मजीव दातांच्या गुळगुळीत पृष्ठभागावर घट्ट चिकटून राहतात. ग्लुकोसिल ट्रान्सफरेज हे उत्प्रेरक स्ट्रे. म्युटनस्च्या पेशीभित्तिकेवर तयार होत असते, तर द्विशर्करा (Disaccharide) ही गोळ्या, चॉकलेटस् तसेच इतर गोड पदार्थात असते.

लॅक्टोबॅसिलाय व अॅक्टीनोमायसीस् हे दोन सूक्ष्मजीवाणू स्ट्रे. म्युटनस्ना दातकिडीत सहाय्य करतात.

दंतकीड प्रामुख्याने दातांची योग्य स्वच्छता न झाल्याने होऊ शकते.



५. लहान व मोठे आंत्र : मुखपोकळीतून बरेचसे सूक्ष्मजीवाणू जठराकडे ढकलले जातात व तेथील आम्लामुळे ते नष्ट होतात. फारच थोडे सूक्ष्मजीवाणू, लॅक्टोबॅसिलाय व कवक (yeast) जठरात सापडतात.

लहान आंत्रात एन्टरोकोकाय, लॅक्टोबॅसिलाय आणि डिप्थेराइडस् तसेच कॅनडिडा डालबिकनस् आढळतात.

मानवी शरीरात मोठ्या आंत्रात सर्वात अधिक प्रमाणात सूक्ष्मजीवाणू आढळतात. प्रत्येक प्रौढ व्यक्ती दररोज  $3 \times 10^{13}$  एवढे सूक्ष्मजीवाणू विषेद्वारे शरीराबाहेर टाकत असते.



इ. कोलायच्या कॉलनी

मोठ्या आंत्रात आढळणारे मुख्य सूक्ष्मजीवाणू बॅक्टेरॉइडस् आणि फीसोबॅक्टोरिअम या वर्गातील असतात. तसेच बिफीडीओबॅक्टेरिअम, युबॅक्टेरिअम, लॅक्टोबॅसिलाय, इ. कोलाय, प्रोटियस्, क्लेबसिएला, कॅनडिडा अलबिकनस्, यांचाही समावेश होतो.

आंत्रात काही आदिजीव (protozoa), एन्टामिबा, एन्डोलिमॅक्स, आयडोमिबा इत्यादिदेखिल आढळतात. त्यापैकी एन्टामिका हिस्टॉलिटिका हे जीवाणू सामान्य सूक्ष्मजीवाणू म्हणून राहतात, परंतु काही

वेळेस ते रोगकारकही होऊ शकतात. त्यांच्यामुळे अमिबिक डिसेंटरी (आमांश) हा रोग होऊ शकतो.

आंत्रातील सूक्ष्मजीवाणूवर अनेक घटकांचा प्रभाव असतो. उदा. तीव्र भावनिक ताण, समुद्रसपाटीपासून असलेल्या उंचीमुळे होणारा हवेच्या दाबातील बदल, आणि कुपोषण, अतिसारात (Diarrehea) होणाऱ्या

आंत्राच्या जलद हालचालीमुळे देखिल आंत्रातील प्रतिजैविक-प्रतिकार क्षमता नसलेल्या सूक्ष्म-जीवाणूंमध्ये बदल होऊन तेथे प्रतिजैविक-प्रतिकारक्षमता असलेल्या सूक्ष्मजीवाणूंची निर्मिती होते.

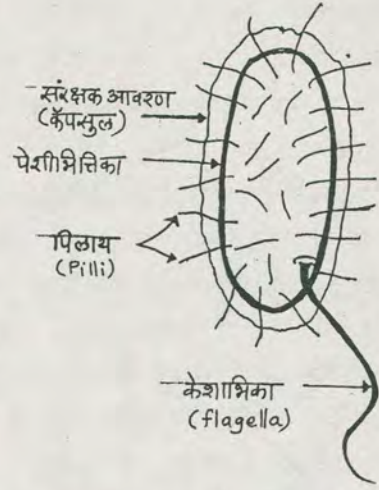
६. मूत्रजननमार्ग : सुदृढ व्यक्तीत मूत्रपिंड (kidney), मूत्राशय (Urinary bladder) आणि मूत्रवाहिनी (Ureter) या अवयवात सूक्ष्मजीवाणू नसतात. फार थोडे सूक्ष्मजीवाणू मूत्रनलिकेच्या (Urethra) खालच्या भागात आढळतात. सामान्यतः स्ट्रे. इपिडर्मिडीस, स्ट्रे. फिकॅलिस, आणि कोरीनेबॅक्टेरिअम हे सूक्ष्मजीवाणू सापडतात, तर नायझेरिया आणि एन्टरोबॅक्टेरिया हे प्रासंगिक असतात.

प्रौढ स्त्रीच्या जननमार्गात अनेक प्रकारचे सामान्य जीवाणू असतात. प्रौढ स्त्रीच्या



जननमार्गात जमा होणारी वपुशर्करा (Glycogen) ही बीजाशयाच्या कार्यामुळे तयार होते. ही वपुशर्करा स्त्री वयात येण्यापूर्वी आणि मासिक पाळी गेल्यानंतर तयार होत नाही. वयात आल्यावर होणाऱ्या संप्रेरकातील बदलामुळे ती तयार होते. तिच्या अनुपस्थितीत जननमार्गातील स्त्राव हे किंचित अल्कली गुणधर्माचे असते व तेथे सामान्य त्वचेवर आढळणारेच सामान्य जीवाणू असतात. परंतु वयात आल्यावर तयार होणाऱ्या वपुशर्करेमुळे तेथे लॅक्टोबॅसिलायची वाढ होते. हे लॅक्टोबॅसिलाय वपुशर्करेवर प्रक्रिया करून तेथे आम्लिक स्थिती तयार करतात (सामु ४.४ ते ४.६). त्यामुळे तेथे आम्लता सहन करणारे एन्ट्रोकोकाय, डिप्थेराईडस, कवक-कॅनडिडा अलबिकनस यांचीच वाढ होते. अशा प्रकारे संप्रेरकातील बदलामुळे तेथील सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंच्या प्रकारात बदल होतो.

**सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंची वैशिष्ट्ये :**  
 बऱ्याचश्या सूक्ष्मजीवाणूंची शरीराच्या पृष्ठभागावरील पेशींना चिकटून रहाण्याची क्षमता असते. सूक्ष्मजीवाणूंचा पृष्ठभाग आणि शरीरावरील रसायन ग्राहक पेशी (Chemical Receptor) यांच्यामध्ये होणाऱ्या रेणुप्रक्रियेमुळे (Molecular Reaction) त्यांना पृष्ठभागावर चिकटून राहणे शक्य होते. सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंच्या पृष्ठभागावरील



आकृती ३ सूक्ष्मजीवाणूची रचना

प्रथिनं व शर्करा तसेच पृष्ठभागावरील सूक्ष्म दोऱ्यासारखी रचना (Pilli) (आकृती ३ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे) यांच्या सहाय्याने ते घट्ट चिकटून राहतात.

काही वेळा असे दिसून येते की हे सामान्य सूक्ष्मजीवाणू असे पदार्थ तयार करतात की जे इतर सूक्ष्मजीवांची नाश करतात, किंवा त्यांची वाढ थांबवितात. उदा. मोठ्या आंत्रात, ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत वाढणारे सामान्य सूक्ष्मजीव अॅसिटिक आम्ल, लॅक्टिक आम्ल, ब्युटिरिक आम्ल यांसारखी सेंद्रीय आम्ले तयार करतात. ही सेंद्रीय आम्ले इतर सूक्ष्मजीवाणूंची वाढ थांबवतात. इ. कोलाय नावाचे सामान्य सूक्ष्मजीवाणू 'कोलीसीन' (Colicin) नावाचा पदार्थ तयार करून मोठ्या आंत्राचे इतर रोगकारक

जीवाणूंपासून रक्षण करतात. त्वचेवर राहणारे स्टॅफिलोकोकाय विशिष्ट प्रकारचे प्रतिजैविक तयार करून बऱ्याच प्रकारच्या अपायकारक सूक्ष्मजीवांचा नाश करतात.

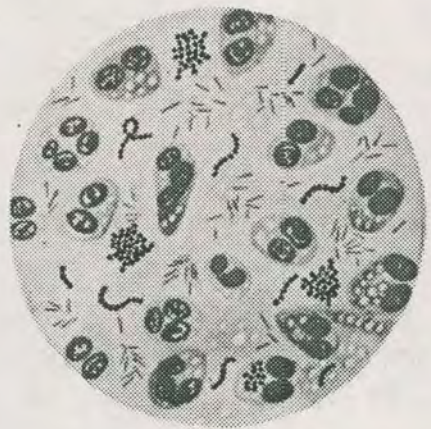
आपल्याकडे काही पदार्थ आंबवून खाण्याची पद्धत आहे. (उदा. इडली, डोसा इत्यादि). अशा प्रकारे आंबवण्याच्या प्रक्रियेमुळे त्या पदार्थात कवक, लॅक्टोबॅसिलस सारख्या सूक्ष्मजीवाणूंची निर्मिती होते. हे शरीरातील महत्त्वाचे सामान्य जीवाणू आहेत. हे जीवाणू काही कर्बोदकांवर (उदा. लॅक्टोज) प्रक्रिया करून त्यांना शरीराद्वारे पचायला सोपे जाईल, अशा स्वरूपात रूपांतरित करतात. लॅक्टोजसारखी कर्बोदके, शरीरात त्याच स्वरूपात शोषिली जात नाहीत. त्यासाठी अशा सामान्य जीवाणूंचा उपयोग होतो.

आहाराबरोबरच, सामान्य जीवाणूंचा परिणाम करणाऱ्या घटकांत पित्ताशयातून पकाशयात सोडला जाणारा पित्तरस, तसेच आंत्रातील प्रतिपिंडांचे अस्तित्व (Antibodies) यांचाही समावेश होतो. असे असले तरी या घटकांचे महत्त्व अजून खुलासेवार माहीत झालेले नाही. सध्याच्या निष्कर्षानुसार, त्यांचा प्रभाव अगदी कमी प्रमाणात (नगुण्यच) असू शकेल.

जसजसे वय वाढत जाते, तसतसे शरीरातील सामान्य जीवाणूंची संख्या

कमी होत असते. वृद्धत्वाकडे झुकणाऱ्या व्यक्तीत पचनाच्या तक्रारी निर्माण होण्यामागे, त्यांच्या अवयवांची क्षमता कमी होण्याबरोबरच सामान्य जीवाणूंची संख्या कमी होणे, हेही एक कारण असू शकते.

रूग्णालयात दीर्घकाळ प्रतिजैविके घेत असलेल्या रूग्णाच्या बृहद्आंत्रात बऱ्याचशा सामान्य जीवाणूंचा नाश होऊन, तेथे प्रतिजैविक - प्रतिकारक जीवाणूंची वाढ होण्याची भीती, के जीवनसत्त्वाची कमतरता अशी गुंतागुंत होऊ शकते. तसेच जठरांत्रिय अन्नमार्गाच्या (gastrointestinal) कार्यात बिघाड होऊन बद्धकोष्ठता किंवा अतिसाराचा त्रास होऊ शकतो. क्लॉस्ट्रीडियमसारख्या विषारी-संयुग तयार करणाऱ्या जीवाणूंची



'पू' चे काचपट्टीवर केलेले स्टेनिंग (Pus smear) ग्रॅम पॉझिटिव्ह कोकाय (गोलाकार, स्टॅफिलोकोकाय), साखळीच्या स्वरूपात स्ट्रेप्टोकोकाय आणि दंडगोल पेशी (ग्रॅम निगेटिव्ह बॅसिलाय)

वाढ होऊन 'बृहदांत्रशोष' हा गंभीर आजार होऊ शकतो. हे प्रकार टाळण्यासाठी प्रति-जैविकांसोबतच, लॅक्टोबॅसिलस अॅसिडोफिलस या जीवाणूंचा डोस दिला जातो. यासाठी दुधापासून तयार करण्यात आलेल्या 'स्वीट अॅसिडोफिलस मिल्क' हा पदार्थ घेण्याचा सल्ला दिला जातो. थंड व निर्जंतुक दुधात खूप मोठ्या प्रमाणात लॅक्टोबॅसिलस सूक्ष्मजीवाणू मिसळून हा पदार्थ तयार केला जातो. त्यामागील शास्त्रीय आधार असा आहे की, आंत्रात वाढ झालेल्या हानीकारक जीवाणूंचा नाश करण्यासाठी, लॅक्टोबॅसिलससारख्या निरुपद्रवी (किंबहुना उपयुक्त) जीवाणूंना मोठ्या प्रमाणात आंत्रात पाठविणे. ही कल्पना सर्वप्रथम रशियन सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञ मेशनिकॉव्ह यांनी मांडली. अशा प्रकारची लॅक्टोबॅसिलसची पुनर्स्थापना ही मुख्यतः रोगकारक जीवाणूंचा नाश करणारे पदार्थ चयापचय क्रियेत तयार करणे तसेच तेथे उपलब्ध होणारे अन्नद्रव्य मिळविण्याच्या स्पर्धेत यशस्वी होणे यावर अवलंबून असते.

हेक्झाक्लोरोफिन या जंतूनाशक पदार्थाचा त्वचेवर वापर करून सामान्य जीवाणूंची संख्या कमी केली तर तेथे इतर रोगकारक जीवाणूंच्या वाढीस अनुकूल अशी परिस्थिती तयार होते. एरव्ही त्वचेवरील सामान्य जीवाणू ह्या रोगकारक जीवाणूंची त्वचेवर वाढ होऊ देत नाहीत.

प्रयोगशाळेतील सामान्य जीवाणू असलेले प्राणी आणि जीवाणूरहित प्राणी यांची तुलना केली तर असे आढळले की, सामान्य जीवाणूरहित प्राण्यांची रोगप्रतिकारक्षमता खूपच कमी असते. वातावरणातील रोगसंसर्गाला ते लगेच बळी पडतात. त्यांना सामान्य जीवाणू असलेल्या प्राण्यांपेक्षा अधिक प्रमाणात जीवनसत्त्व 'ब' ची आवश्यकता असते. तसेच त्यांना 'के' जीवनसत्त्वाचीही आवश्यकता असते. 'के' जीवनसत्त्व हे सामान्य सूक्ष्मजीवाणूंकडूनच तयार केले जाते.

सामान्य जीवाणूंचे शरीरावरील अस्तित्व हे जर ते संधीसाधू रोगकारक बनून हानीकारक ठरले तरच किंवा त्यांची संख्या कमी झाल्याने होणाऱ्या गुंतागुंतीमुळेच जाणवू शकते. एरव्ही हे जीवाणू शरीरावर 'निरुपद्रवी सहभोजी' (Normal Commensal) म्हणूनच रहात असतात. यामुळेच त्यांना 'सामान्य सूक्ष्मजीवाणू' (Normal flora) असे म्हणतात !



आधार : 'MICROBIOLOGY'  
by Pelczar, Reid And Chan.

लेखिका - गायत्री चौधरी,  
सिंहगड कॉलेज ऑफ फार्मसी, पुणे येथे  
सूक्ष्मजीवशास्त्र शिकवतात.

सृष्टिज्ञान :

# आकाशदर्शन अॅटलास

अथवा हा तारा कोणता ?

पुस्तक परिचय : नीलिमा सहस्रबुध्दे

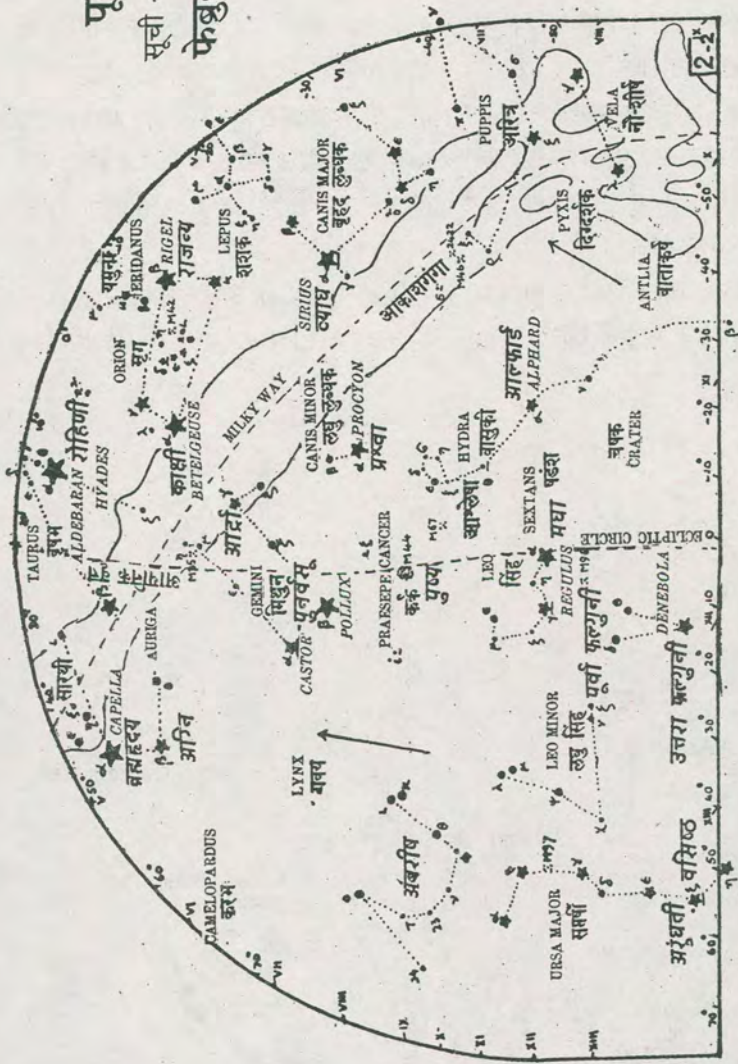


अॅटलास म्हटल्यावर अफल्या डोळ्यापुढे जगाचा नकाशा उभा रहातो. या पुस्तकातही जगाच्या नकाशाबद्दल भरपूर आणि वेगळी माहिती वाचायला मिळते. त्रेनळी अशासाठी म्हटले आहे की नकाशा सर्वसामान्यपणे

आकाशातून पाहिले असता भू-भाग कसा दिसतो याबद्दल माहिती पुऱ्वतो. मात्र या पुस्तकातले नकाशे हे भूभागावरून आकाशाकडे पाहिल्यावर दिऱ्णान्या तारका आणि नक्षत्रे चे आहेत.

सृष्टिज्ञान : आकाशदर्शन अॅटलास अथवा हा तारा कोणता ? प्रकाशन - महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ, लेखक : कै. गो. रा. परांजपे, किंमत रु. १८०/-

पूर्व  
सूची - चित्र  
फेब्रुवारी



भारतीय प्रमाण वेळेनुसार (I.S.T.)	नोव्हेंबर	१	३	१	१	१	१
निरीक्षकाचे स्थान : १८° अक्षांश उत्तर	नोव्हेंबर	१५	पहाटे	२	वाजता	फेब्रुवारी	१ रात्री
ऑक्टोबर १	जानेवारी	१	रात्री	११	वाजता	फेब्रुवारी	१५ रात्री
ऑक्टोबर १५	जानेवारी	१५	रात्री	१०	वाजता	मार्च	१ सांय.
ऑक्टोबर ४	जानेवारी	१५	रात्री	१०	वाजता	मार्च	१५ सांय.

लेखकाने म्हटले आहे, “रात्रीचे आकाश हा एक उत्कृष्ट, अप्रतिम आणि अत्यंत बिनचूकपणे घडून येणारा सृष्टिचमत्कार आहे. सतत निरीक्षण करणाऱ्याला कित्येक अनुभव येतात. आकाशाचा गोल ठराविक पध्दतीने आपल्याभोवती एकसारखा फिरत असल्याचा अनुभव ताबडतोब येतो. एका वर्षात आकाशगोलाची एक प्रदक्षिणा पूर्ण झाल्याचा दुसरा अनुभव येतो.”

मात्र यासाठी ठराविक वेळी रोज आकाश पाहात राहायला हवे म्हणजे रोज विशिष्ट

ठिकाणी दिसणाऱ्या तारे-तारकांची ओळख मनात पक्की होईल. कोणी जाणकार मार्गदर्शक नसले तरी या पुस्तकाच्या मदतीने नव्याने आकाश पाहू इच्छिणाऱ्यांना त्याची गोडी लागेल अशा पध्दतीने हे नकाशे दिले आहेत. त्यासाठी आकाशाच्या अर्धगोलाचे (भगोल) पाच भाग केले आहेत. चार दिशांचे चार आणि डोक्यावरचा पाचवा भाग - ख-स्वस्तिक.

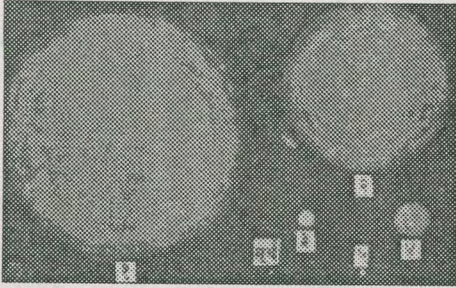
१८° उत्तर या अक्षांशावर उभे राहून आकाश जसे दिसेल त्याचे नकाशे इथे दिले



फेब्रुवारी १५ रात्री ८ वाजता दिसणारे डोक्यावरील आकाश

## खुजे तारे

काही तारे आकाराने लहान असल्याकारणाने त्यांना खुजे म्हणतात. आपणापासून साधारणपणे बेताच्या अंतरावर असले तरच ते दिसू शकतात. अशा ताऱ्यांचे रक्तवर्णी खुजे आणि श्वेतवर्णी खुजे असे दोन प्रकार करण्यात येतात. या ताऱ्यापासून मिळणाऱ्या प्रकाशाचा वर्णलेख घेतल्यावर जो वर्ण प्रामुख्याने आढळतो त्याच्या अनुरोधाने हे वर्णीकरण केलेले आहे. आतापर्यंत रक्तवर्णी खुजे शेंकड्यानी मोजता येण्याइतकेच सापडले आहेत. त्याच्या उलट श्वेतवर्णी खुजे तारे संख्येने विपुल आहेत. त्यांची घनता अतिशय प्रचंड असते. उदाहरणार्थ, व्याधाचा सोबती हा श्वेतखुजा प्रकारचा आहे. त्याचा व्यास पृथ्वीच्या फारतर चौपट असून त्यातील वस्तुमान मात्र सूर्याच्या बरोबरचे आहे. अशा परिस्थितीत या श्वेतखुजाची घनता पाण्याच्या सुमारे ५०,००० पट भरते. या प्रचंड घनतेच्या वस्तूमधील अणू रेणू त्या अवस्थेत नसतात. त्यांची प्रथमतः अणुगर्भ आणि इलेक्ट्रॉन यांच्यात मोडतोड होऊन नंतर तो सर्व मालमसाला



चित्रातील ताऱ्यांची नावे

१.  $\epsilon$  सारथी मधील  $2\beta$  महाश्वामधील
- ३ ब्रह्महृदय,  $\alpha$  सारथीमधील
- ४ स्वाती,  $\alpha$  भूतपातील
- ५  $\gamma$  हंसामधील सूर्य पूर्णविराम चिन्हाएवढा.

निराळ्याच बंधन-शक्तीच्या जोरावर घट्ट आवळला जात असावा असा अंदाज केला जातो. अशा अवस्थेतील वस्तू इतर सामान्य ताऱ्यावर आढळत नाही.

## राक्षसी तारे

आकाराने विस्तीर्ण आणि अतिशय तेजस्वी ताऱ्यांना राक्षसी तारे म्हणतात. ब्रह्महृदय (कापेल्ला) आणि स्वाती (आक्टूरुस) हे या राक्षसी ताऱ्यांचे प्रतिनिधी मानतात. यापेक्षा जास्त मोठे आणि जास्त प्रकाशमान असे जे तारे असतात ते अतिराक्षस या नावाने ओळखले जातात. राजन्य (रिगेल), काक्षी (बेटेलगूज), ज्येष्ठा (आंटारेस) हे तारे अतिराक्षस आहेत.

अंधुक ताऱ्यांची निरपेक्ष प्रत +५ ते +१० ठरविली असून दुसऱ्या प्रकारांतील म्हणजे तेजस्वी ताऱ्यांची निरपेक्ष प्रत +२ ते -२ येवढी मानलेली आहे. याच दोन प्रकारांतील ताऱ्यांना अनुक्रमे राक्षसी आणि अतिराक्षसी अशी नावे देण्यात आलेली आहेत. हे तारे मुख्यत्वे रक्तवर्णी आणि आकाराने अति विशाल असतात.

राक्षसी आणि अतिराक्षसी ताऱ्यांच्या सभोवती तप्त आणि प्रसरणशील वायूचे दीर्घ वेष्टण असते. गौरी नक्षत्रांतील तारा द्वैती आहे. त्यातील एक जोडीदार या राक्षसी वर्गातला आहे. आणि विशेष म्हणजे हे वेष्टण दर सेकंदास १० किलोमीटर या वेगाने प्रसरण पावत आहे. वातावरणातील हैड्रोजन, वायु, ताऱ्यामधून बाहेर पडणाऱ्या प्रारणाने सतत दूरवर लोटला जात असतो. राक्षसी ताऱ्यांच्या मानाने सूर्य हा अगदी मामुली तारा वाटतो. यावरील तपमान बेताचेच आहे, शिवाय गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावामुळे तेथील हैड्रोजन वायू निसटून जाऊ शकत नाही.

आपल्या शेजारच्या काही प्रमुख ताऱ्यांची अंतरे

ताऱ्याचे नाव	अंतर
सूर्य	८.५ प्रकाश मिनिटे
प्रॉक्सिमा (सेंटॉरस अथवा नरतुरंगामध्ये)	४.३ प्रकाशवर्षे
व्याध (बृहलुब्धकामध्ये)	८.७ प्रकाशवर्षे
अभिजित (स्वरमंडळामध्ये)	२६ प्रकाशवर्षे
ब्रह्महृदय (सारथीमध्ये)	५२ प्रकाशवर्षे
मघा (सिंहामध्ये)	६७ प्रकाशवर्षे
चित्रा (भूतपामध्ये)	१२० प्रकाशवर्षे
काक्षि (मृगामध्ये)	२०० प्रकाशवर्षे
राजन्य (मृगामध्ये)	५४० प्रकाशवर्षे
हंस (हंसामध्ये)	६५० प्रकाशवर्षे

संकल्पनांची थोडक्यात माहिती यात दिलेली आहे. तसेच नक्षत्रे व ताऱ्यांची भारतीय-ग्रीक-अरबी नावे दिलेली आहेत. त्यामुळे पाश्चात्य नावांनी ओळखले जाणारे तारेही शोधणे सोपे जाते.

या सर्वच नक्षत्रांच्या संदर्भातल्या पौराणिक (हिंदू व ग्रीक) कथा देऊन पुढे

आहेत. महाराष्ट्राभरात यामधे फरक करण्याची गरज पडत नाही. विशेष म्हणजे आपण वर्षभरात कोणत्याही दिवशी, कोणत्याही वेळी आकाश पाहण्यासाठी जाणार असलो तरी कोणतेही गणित न करता नकाशाखाली दिलेल्या दिनांक आणि वेळावरून योग्य नकाशा शोधू शकतो. त्यासाठी एक कोष्टकही पुस्तकात दिलेले आहे.

उदाहरणादाखल पुढच्या महिन्यात म्हणजे फेब्रुवारी महिन्यात रात्री ८ व ९ वाजता दिसणाऱ्या पूर्वेकडच्या आकाशाचा नकाशा पहा.

रोज ठराविक वेळी आकाश पाहिले, त्यासाठी पुस्तकाची मदत घेतली की बरीचशी नक्षत्रे, ठळक तारका आपण सहज ओळखू शकतो. जोतिःशास्त्रातील संज्ञा

त्याबद्दल शास्त्रीय माहिती, विशेष घटना दिल्या आहेत.

या पुस्तकातील काही अंश चौकटीत दिले आहेत.

पुस्तक वाचल्यानंतर आपण पुन्हा जेव्हा ते परिचित तारे पहातो तेव्हा याच ताऱ्यांचे निरीक्षण आपल्याआधी कित्येक जणांनी केले होते. तेव्हा हा तारा कदाचित वेगळा असेल असे मनात येते. मृग नक्षत्रामधले काही आणि राजन्य तारे ओळखायला येऊ लागले की त्यातल्या एका ताऱ्याकडून येणारा, आज दिसणारा प्रकाश २०० वर्षांपूर्वीच तेथून निघाला आहे तर दुसऱ्याकडून आलेला ५४० वर्षांपूर्वी निघाला आहे हे जाणवते. यातून जाणवणारा विश्वाच्या गूढ रचनेचा अनुभव तितकाच आनंददायक असतो.





# स ह प्र वा सी

लेखक : सत्यजित रे • अनुवाद : विनया शिराळकर



बारिन भौमिक डी कंपार्टमेंटमध्ये चढला आणि त्याने आपली अॅटॅची सीटखाली ढकलली. त्यामधील कोणतीच वस्तू आता प्रवासात तरी त्याला लागणार नव्हती. पण दुसरी हॅण्डबॅग मात्र हाताशी असणं आवश्यक होतं. कंगवा, टूथब्रश, दाढीचं सामान, जेम्स हॅडलीचं एक पुस्तक, घशासाठी सुकंठीची

गोळी, अशा एक ना दोन कितीतरी किरकोळ गोष्टी त्यात होत्या. एवढ्या लांबच्या प्रवासात या एअरकंडिशनड डब्यातील गारठचानं त्याचा घसा बसला असता तर उद्या त्याला गाताच आलं नसतं. पटकन त्यानं एक सुकंठीची गोळी तोंडात टाकली आणि ती हॅण्डबॅग खिडकीजवळच्या टेबलावर ठेवली.

ती दिल्लीला जाणारी गाडी होती. गाडी सुटायला अवघी पाच-सात मिनिटंच उरली होती. पण इतर प्रवाश्यांचा पत्ताच नव्हता. पूर्ण प्रवासभर त्याला असाच निवांतपणा मिळणं शक्य होतं कां ? तसं झालं तर नशीब फारच जोरावर आहे म्हणायचं. या विचाराने त्याने मस्तपैकी गाणं गुणगुणायला सुरुवात केली.

बाहेर प्लॅटफॉर्मवरील गर्दीकडे त्यानं खिडकीतून डोकावून पाहिले. दोघेजण त्याच्याकडं पाहून काहीतरी कुजबुजत होते. कदाचित ते त्याला ओळखत असावेत. अर्थात ही गोष्ट त्याला काही अगदीच नवीन नव्हती. हल्ली त्याला बरेच लोक ओळखू लागले होते. त्याचा फक्त आवाजच नाही, तर चेहऱ्यावरूनही लोक त्याला ओळखू लागले होते. नाव आणि पैसा या दोन्ही गोष्टीची बारिन भौमिकला आता कमतरता नव्हती. महिन्यातून जवळजवळ सात-आठ मैफिली तरी त्याला कराव्या लागत होत्या. नजरूलने लिहीलेली जुनी गाणीच नाहीत तर काही अगदी नवीन गीतकारांची गाणीही तो गात असे.

पण हे सर्व त्याला फक्त गेल्या पाच वर्षांत मिळालं होतं. त्या आधी त्याला खूपच झगडावं लागलं होतं. नुसता चांगला गायक बनून उपयोगाचं नव्हतं तर इतर मोठमोठ्या लोकांच्या ओळखीने चांगली संधी मिळणं आवश्यक होतं. १९६३ साली भोलादांनी

म्हणजेच भोला बॅनर्जींनी त्याला दुर्गा पूजेच्या उत्सवात गाण्याची संधी दिली होती. मग त्यानंतर मात्र बारिन भौमिकने मागे वळून पाहिलेच नाही.

उलट आज तो बंगाल असोसिएशनच्या निमंत्रणावरून त्यांच्या रौप्यमहोत्सवी कार्यक्रमात आपलं गाणं सादर करण्याकरता दिल्लीला निघाला होता. त्या लोकांनी त्याला फर्स्ट क्लासचं भाडं देण्याचं कबूल केलं होतं. एवढंच नाही तर तेथील राहण्या-जेवण्याची व्यवस्थाही तेच लोक करणार होते. दिल्लीत काही दिवस राहून आग्रा फतेहपूर-सिक्री करून मग कलकत्याला परतण्याचा त्याचा विचार होता. त्यानंतर दुर्गापूजेच्या उत्सवाच्या तयारीला लागायलाच हवं होतं. मग अगदी इकडचं तिकडे पहायला वेळ मिळाला नसता.

“जेवण घेणार ना साहेब ?” दरवाज्यातून आवाज आला.

“काय आहे जेवायला ?”

“आपल्याला काय आवडेल ? व्हेज का नॉन व्हेज ? आज....”

बारिन ने जेवणाची ऑर्डर दिली आणि त्याची आवडती ‘श्री कॅसल’ सिगारेट शिलगावली. इतक्यात एक इसम त्याच्या कंपार्टमेंटमध्ये येऊन बसला. दुसऱ्याच क्षणी गाडीने वेग घेतला.

बारिनने त्याच्याकडे पाहिले. कुठेतरी आपण याला पाहिलय असं त्याला वाटू



लागलं. कोणी ओळखीचा तर नसेल हा ? अशा विचाराने बारिनने त्याच्याकडे पाहून स्मित हास्य केले. पण लगेचच ते मावळले. कारण दुसऱ्या माणसाने त्याला अजिबात प्रतिसाद दिला नाही. बारिनला फारच अवघडल्यासारखं झालं. पूर्वी एकदाही असंच झालं होतं - एका माणसाच्या पाठीवर त्यानं जोरात थाप मारली आणि, “त्रिदीपदा, केमोन आखेन ?” असे म्हणाला. पण नंतर त्याच्या लक्षात आलं की तो इसम वेगळाच कोणातरी होता. नंतर कितीतरी दिवस त्याला अगदी विचित्र वाटत होतं.

बारिन भौमिकने पुन्हा एकदा त्या व्यक्तीकडे पाहिले. मस्तपैकी पाय पसरून एक मासिक चाळत तो इसम पहुडला होता.

या व्यक्तीला नक्की कुठेतरी पाहिलंय. एवढंच नाही तर त्याच्या सहवासात काही काळही घालवला आहे, पण केव्हां ? कुठे ? हे मात्र त्याला अजिबात आठवत नव्हतं. त्याच्या त्या जाड भुवया, मिशीची बारिक रेघ, चमकदार केस आणि कपाळाच्या मधोमध असणारा तीळ. या चेहऱ्याला तो नक्कीच ओळखत होता. पोस्ट आणि तार खात्यात नोकरी करत असताना तर याची ओळख झाली नव्हती ना ? पण तसं म्हणावं तर ती व्यक्ती अजिबात ओळख दाखवायला तयार नव्हती.

“जेवण घेणार ना साहेब ?” पुन्हा त्याच वेटरने समोरच्या व्यक्तीला विचारले. तो वेटर म्हणजे एकदम तगडा आणि दिलखुलास

मनुष्य होता.

“जेवणाचं नंतर पाहू. आधी जरा एक कप चहा आणशील का?”

“हो. आता आणतो साहेब.”

“पण मला ‘ब्लॅक टी’ लागतो बरं का.”

आता मात्र बारिनच्या डोक्यात लख्ख प्रकाश पडला. ‘ब्लॅक टी’ हा शब्द ऐकताच त्याचं मन जणू पंख लावून खूप वर्ष मागं गेलं. आठवणी पुन्हा एकदा अगदी ताज्या तवान्या झाल्या. बारिनने नक्कीच त्याला पूर्वी पाहिलेले होते. आश्चर्याची गोष्ट अशी की काही वर्षांपूर्वी अशाच दिल्लीला जाणाऱ्या गाडीच्या एअरकंडिशनड डब्यामध्येच तो दिसला होता. त्यावेळी त्याची बहिण क्षिप्राच्या लग्नासाठी तो पाटण्याला चालला होता. तीनच दिवसांपूर्वी घोड्यांच्या रेंसमध्ये त्याने सात हजार रूपये जिंकले होते. केवळ त्यामुळेच तो फर्स्ट क्लासने प्रवास करत होता. गायक म्हणून नाव व पैसा कमविण्याच्या पुष्कळ वर्षे आधीची ही गोष्ट. त्या व्यक्तीचे नाव मात्र काही केल्या त्याला आठवेना. कदाचित ‘च’ अक्षरापासून सुरू होणारं चक्रवर्ती, चौधरी, चटर्जी असं काहीसं असावं. जाऊ दे, ‘च’ असंच नाव देऊन टाकलं बारिनने त्या व्यक्तीला.

कंपार्टमेंट मधून आता तो वेटरही निघून गेला होता. अगदीच दोघांनी एकमेकांकडे पहात बसण्यापेक्षा बारिन थोडा वेळ दरवाज्यात उभा राहिला. पण या विचित्र

योगायोगाचा विचार काही केल्या त्याच्या मनातून जात नव्हता.

त्या च ने बारिनला ओळखले तर नसेल ? पण जरा अवघडच होतं ओळखणं. नऊ वर्षात बारिनमध्ये बऱ्यापैकी फरक पडला होता. किंवा कदाचित त्या च ची स्मरणशक्ती ही कमी झाली असेल. खिडकीतून बाहेर पाहता पाहता स्वतःमध्ये झालेल्या बदलाचा तो विचार करू लागला. त्याचं वजन बऱ्यापैकी वाढलं होतं. त्यामुळे चेहराही चांगला बाळसेदार दिसायला लागला होता. त्याला त्यावेळी चष्माही नव्हता आणि मिशी काढूनही त्याला फार दिवस झाले नव्हते. अगदी अलिकडेच एका नवशिक्या न्हाव्याने दाढी करता करता चुकून त्याची एका बाजूची मिशी जरा जास्तच कापली होती. खरं तर ही गोष्ट त्याच्या लक्षातही आली नव्हती पण जेव्हा ऑफिसमधल्या लिफ्टमनपासून साहेबापर्यंत सर्वजण त्याचीच चर्चा करू लागले तेव्हा मात्र त्याला पूर्णच मिशी काढून टाकावी लागली. अशा तऱ्हेने आपल्या चेहऱ्यात बराच फरक झाला आहे या समाधानाने तो आपल्या जागेवर येऊन बसला.

इतक्यात त्या वेटरने चहा भरलेला थर्मास चच्या समोर आणून ठेवला. बारिनलाही चहा पिण्याची हुक्की आली होती पण आपला आवाज ऐकून च आपल्याला ओळखेल या भीतीने तो चूपचाप बसून राहिला. च ने

त्याला ओळखले असते तर काय झाले असते याची तो कल्पनाही करू शकत नव्हता. अर्थात हे सर्व तो कशा स्वभावाचा आहे यावर अवलंबून आहे. जर तो अनिमेषदांसारखा असेल तर काही चिंता नाही. कारण एकदा बसच्या गर्दीत आपला खिसा कापला जातोय हे लक्षात येऊनही उगाच तमाशा नको म्हणून अनिमेषदा गप्पच राहिले होते. पन्नाससाठ रूपये गेले. माझ्या बाबतीत हे घडलं असतं, तर मी गप्प बसूच शकलो नसतो. पण हा समोरचा माणूस अनिमेषदांसारखा चेहऱ्यावरून तरी वाटत नव्हता. उलट त्याच्या त्या जाड भुवया, चपटं नाक, रुंद जबडा यावरून तरी असं वाटत होतं की तो कोणत्याही क्षणी बारिनची गचांडी धरून विचारेल, “माझं घड्याळ चोरणारा तूच ना तो ? आज नऊ वर्ष मी तुला शोधतोय. बरा तावडीत सापडलास आज. आता मी तुला .....

पुढचा विचार करणंही बारिनला शक्य नव्हतं. नुसत्या कल्पनेनेच त्याला घाम फुटला होता. डोळ्यावर हात ठेवून झोपायचा त्याने प्रयत्न केला. माणसाची सर्वात जास्त चांगली ओळख त्याच्या डोळ्यांवरूनच होते. च ला देखील त्याने त्याच्या डोळ्यांवरूनच ओळखले होते.

आता मात्र त्याला ती घटना पूर्णपणे आठवली. फक्त च चेच घड्याळ त्याने चोरले होते असे नाही तर लहानपणी त्याने जितक्या वस्तू चोरल्या होत्या. त्या सगळ्याच्या सगळ्या त्याला आठवू लागल्या, अगदी फालतू गोष्टी देखील त्याने चोरल्या होत्या. मुकूलमामाचं पेन, वर्गातल्या अक्षयची खेळातली दुर्बिण, विमलदांची कफलिंक्स - ज्याचा त्याला काहीही उपयोग नव्हता, एकदा सुध्दा त्याने ती वापरली नव्हती - अशा अनेक गोष्टी केवळ चाळा म्हणून त्याने चोरल्या होत्या.



बारा ते पंधरा वर्षांच्या त्या वयात बारिनने कमीतकमी पन्नास वस्तू तरी चोरल्या असतील. चोर निदान जगण्यासाठी तरी चोरी करतो. पण बारिन मात्र केवळ सवय म्हणू वस्तू चोरत असे. कोणालाच त्याच्याविषयी कधी शंका आली नाही. त्यामुळे तो कधी पकडलाही गेला नाही.

बारिनला हे माहीत होते की उगाचच अशा वस्तू चोरण्याची सवय म्हणजे एक प्रकारचा रोगच आहे. त्याने एकदा त्याविषयी त्याच्या डॉक्टरांना विचारलेही होते. पण त्यांनी सांगितलेले रोगाचे ते नाव मात्र त्याला अजिबात आठवत नव्हते.

पण च चे घड्याळ चोरल्यानंतर मात्र त्याने एकही वस्तू चोरली नव्हती. गेल्या नऊ वर्षात त्याला तशी इच्छाही कधी झाली नाही. त्या आजारातून तो आता पूर्णपणे बरा झाला होता हे त्यालाही समजले होते.

इतर वस्तूंची चोरी व त्या घड्याळाची चोरी यात मोठा फरक असा होता की ते घड्याळ त्याला फारच आवडले होते. गडद निळ्या रंगाची ती डबी उघडताच त्यातील स्वित्झर्लंडचे ते सुंदर घड्याळ एकदम उदून उभे रहात असे. त्याचा गजर देखील ऐकत रहावासा वाटे. या नऊ वर्षात ते घड्याळ तो सतत वापरत असे. आता देखील त्या टेबलावरच्या हॅण्डबॅगच्या तळाशी ते नीट ठेवलेलं होतं.

“आपण कुठे जाणार आहात?”

बारिन एकदम दचकलाच. तो समोरचा माणूस त्यालाच विचारत होता.

“दिल्ली.”

“जी?”

“दिल्ली.”

आज पहिल्यांदाच आवाज बदलून बोलण्याच्या नादात बारिन इतका हळू बोलला की समोरच्या माणसाला ऐकूच आले नाही.

“या थंडीने आपला आवाज बसलाय कां?”

“न .... नाही.”

“कधी कधी होतं असं. ती धूळ माती नको वाटते. म्हणून तर मी या फर्स्टक्लास ए.सी. तून प्रवास करतोय.”

बारिन काहीच बोलला नाही. त्याच्या नजरेला नजर देण्याची त्याची हिंमत होत नव्हती. त्याने आपल्याला ओळखले नाही ना या शंकेने बारिन त्याच्याकडे चोरून पहात होता. पण त्याचं वागणं एकदम साधं वाटतं होतं. की सगळं जाणून बुजून तो तसं दाखवत नव्हता. हे कळायला काहीच मार्ग नव्हता. बारिन त्याला अस कितीसं ओळखत होता. मागच्या भेटीत त्याला एवढंच माहीत झालं होतं की तो ब्लॅक टी पितो आणि प्रत्येक स्टेशनवर उतरून काहीतरी खाद्यपदार्थ विकत घेतो. बारिनलाही त्या स्वादिष्ट पदार्थांची चव चाखायला मिळाली होती. त्यावेळची घड्याळाच्या चोरीशी संबंधित अशी एक

गोष्ट त्याच्या लक्षात आली.

अमृतसर मेलने ते प्रवास करत होते. पहाटे पाच वाजता ट्रेन पाटण्याला पोचत असे. म्हणूनच पहाटे साडेचार वाजताच गाडीच्या टी.सी.ने बारिनला झोपेतून उठवले होते. चला दिल्लीला जायचं होतं. तरी तो अर्धवट जागा झालाच होता. पाटण्याला गाडी पोचणार इतक्यात जोरदार ब्रेक लावून गाडी थांबली. कशामुळे कोण जाणे. काही लोक बॅटरी घेऊन खाली फिरत होते. काहीतरी घडले होते खास. इतक्यात एका गार्डने येऊन सांगितले की एक म्हातारा माणूस रूळ ओलांडत असताना गाडी खाली सापडला आहे. त्याला बाहेर काढले की मगच गाडी पुढे जाईल.

हे ऐकताच नाईटडेसमध्येच च झटकन खाली उतरला. आणि हीच संधी साधून बारिनने चच्या पिशवीतून ते घड्याळ चोरले होते. रात्रीच किल्ली देत असताना त्याने ते पाहून ठेवले होते. पण ते लंपास करण्यासाठी इतक्या लवकर अशी नामी संधी मिळेल असं त्याला अजिबात वाटलं नव्हतं. पाच दहा मिनिटांनी च आपल्या जागेवर येऊन बसला.

“फार वाईट झालं हो. कोणीतरी भिकारी असावा. त्याचं मुंडकंच उडून दूर पडलं होतं. मला एक कळत नाही रूळावर पडलेली प्रत्येक वस्तू बाजूला करण्यासाठी इंजिनाला ती जाळी लावली असते असं असूनही तो माणूस गाडीखाली आलाच कसा?”

इतक्यात गाडी पाटण्याच्या प्लॅटफॉर्मवर येऊन थांबली. बारिन झटकन खाली उतरला. त्याचे काका त्याला न्यायला आलेच होते. त्यांच्या फियाटमध्ये बसताच त्याची अस्वस्थता नाहीशी झाली. आता तो अगदी सुरक्षित होता. च आता त्याला परत कधी भेटणं अगदीच अशक्य होतं त्यामुळे तो निश्चित झाला.

पण अशा तऱ्हेने योगायोगाने इतक्या वर्षांनंतर त्याची पुन्हा भेट होईल असं वाटलंच नाही.

“आपण दिल्लीला असता की कलकत्याला?” च ने विचारले. बारिनला आठवलं मागच्या वेळीही त्याने असेच प्रश्न विचारून त्याला भंडावून सोडले होते. जरा जास्तीच सलगी दाखवणाऱ्या लोकांची त्याला काहीशी चीडच येई.

“कलकत्याला असतो” बारिनने उत्तर दिले.

अरेच्या पण त्याच्या नेहमीच्याच आवाजात तो बोलला. आता मात्र काळजी घ्यायला हवी.

अरे बापरे हा माणूस माझ्याकडे इतकं निरखून का पहातोय?” बारिनच्या छातीत धडधडू लागलं.

“नुकताच आपला फोटो पेपरात छापून आला होता कां?”

“आता मात्र खोटं बोलणं धोक्याचं होतं. कारण गाडीतील इतर बरेच बंगाली प्रवासी

त्याला ओळखत होते. आणि जर तो एक प्रसिध्द गायक आहे ही त्याची खरी ओळख त्याने च ला सांगितली असती तर त्याविषयी त्याला अजिबात शंका आली नसती.

“कुठे पाहिलात माझा फोटो ?” बारिनने प्रतिप्रश्न केला.

“आपण गाता का ?”

“हो थोडा फार.”

“आपलं नाव काय ?”

“बारिन्द्रनाथ भौमिक.”

“हां तरीच, आपला चेहरा ओळखीचा वाटतोय. आपण रेडियोवरही गाता ना ?”

“हो.”

“माझ्या बायकोला तुमचं गाणं फार आवडतं. दिल्लीला कुठल्या कार्यक्रमात गाण्यासाठी आपण चालला आहात का ?”

“हो”  
बारिनने विचार केला हो किंवा नाही अशा शब्दातच उत्तर देणं योग्य होईल. जास्त माहिती देण्याची जरूर नाही.

“मी वित्तमंत्रालयात काम करणाऱ्या नितीश भौमिकला ओळखतो. आपण त्याचे कोण ?”

खरं तर नितीश हा बारिनचा चुलत भाऊ. पण त्याच्या अतिशय शिस्तप्रिय स्वभावामुळे बारिनची त्याच्याशी फारशी घसट नव्हती.

“नाही मी नाही ओळखत नितीश का कोण त्याला.”

त्या माणसाने अधिक खोलात जाऊन

चौकशी करू नये म्हणून बारिनने तसं खोटंच सांगितलं. नशिवाने त्याच वेळी जेवण आलं. आता काही वेळ तरी त्याची प्रश्नांची सरबत्ती कमी होईल. च - खाण्याचा शौकिन होता. त्यामुळे बारिनच्या अपेक्षेप्रमाणेच तो मन लावून जेवणाचा आस्वाद घेऊ लागला. आता बारिन थोडा सैलावला. पण कुठेतरी भीती वाटत होती. वीस तास एकत्र प्रवास करायचा होता. आठवर्णीचा काय भरवसा? एखादा कटाक्ष, एखादा शब्द, एखादी लकब कशावरूनही विस्मरणात गेलेली एखादी गोष्ट पुन्हा आठवली तर ? जसं ‘ब्लॅक टी’ या शब्दांमुळेच बारिनला च ची ओळख पटली होती तसंच. त्याच्या एखाद्या शब्दाने च ने त्याला ओळखले तर ? त्यापेक्षा गप्पच बसलेलं बरं. म्हणून पुस्तकात डोकं खुपसून बारिन बर्थवर आडवा झाला. पानं दोन पानं वाचून झालं अरोल नसेल. त्याने च कडे हळूच पाहिले. बहुधा त्याला झोप लागली असावी कारण त्याच्या हातातील ‘इलेस्ट्रेटेड वकिली’ची अंक खाली गळून पडला होता. त्याच्या श्वासाच्या लयीवरून तो नक्कीच गाढ झोपला आहे असे वाटत होते. बारिन खिडकीतून बाहेरचे दृश्य पाहू लागला. ती मोठमोठी मैदानं झाडं, छोट्या छोट्या झोपड्या, मैलन्मैल पसरलेली बिहारची ओसाड जमीन. काचेची खिडकी लावल्यानं रुळांचा आवाजही काहीसा अस्पष्ट येत होता. लांब कुठेतरी ढोल वाजल्यासारखा.



धा ... धिनक ... धिनक धा ... धिनक .  
त्या आवाजात आता च च्या घोरण्याचा  
आवाजही मिसळला होता.

बारिनला हायसं वाटलं. खुशीत येऊन तो  
नजरूलची एक बंदीश गुणगुणायला  
लागला. त्याचा आवाज चांगलाच लागला  
होता तरीही त्यानं थोडं खाकरून घेतलं. नंतर  
जरा मोठ्यानेच गाणं म्हणायला सुरूवात  
केली. पण लगेचच त्याला गप्प व्हावं  
लागलं. त्या कं'पार्टमेंटमध्ये आणखीन  
कोणतातरी आवाज येत होता. बारिन  
आश्चर्यचकीत झाला. हा तर त्याच्या स्विस  
मेकच्या घड्याळाचा गजर वाजत होता.  
बारिन एवढा घाबरून गेला की तो गजर बंद  
करण्याचं भानही त्याला राहीलं नाही. एकटक  
तो च कडे पहात राहीला. च ने कुस बदलली.  
तो जागा झाला होता. डोळे किलकिले करून  
त्याने बारिनला विचारले, " तो ग्लास जरा  
दूर ठेवता का ? बहुधा तो भिंतीवर आपटत  
असावा."

बारिनने तो ग्लास उचलून ठेवताच तो  
आवाजही बंद झाला.

त्यातील पाण्याचा एक मोठा घोट त्याने  
घेतला. त्याच्या घशाला जरा बरं वाटलं.  
पण पुन्हा गाण्याच्या मूडमध्ये तो अजिबात  
नव्हता.

गाडी हजारीबागला पोचायच्या थोडावेळ  
आधी चहा आला. चांगल्या दोन कप  
गरमागरम चहाने त्याने आपला घसा शेकला.

आता त्याला खूपच बरं वाटत होतं. खुशीत  
येऊन त्यानं गाणं म्हणायला सुरूवात केली.  
त्याला च पासून असलेला धोका तो पार  
विसरूनही गेला.

आपल्या खादाड स्वभावानुसार मागच्या  
स्टेशनवर उतरून च शेंगदाण्याचे दोन पुडे  
घेऊन आला. त्यातील एक त्याने बारिनच्या  
हातात कोंबला. बारिनने ही दाणे अगदी  
मजेत खाल्ले.

गाडी हलली तेव्हा सूर्यास्त झाला होता.  
च ने दिवा लावला आणि त्याला विचारले,  
"ट्रेन लेट आहे का ? किती वाजलेत ?"

बारिनच्या आत्ता लक्षात अलं की च ने  
घड्याळ घातलं नव्हतं. त्याला खूपच  
आश्चर्य वाटलं. ते त्याच्या चेहऱ्यावरून स्पष्ट  
दिसत होतं. च ने विचारलेल्या प्रश्नाचं उत्तर  
देण्यासाठी त्याने मनगटावरील घड्याळात  
पाहिले आणि सांगितले. "सात पस्तीस".  
"म्हणजे गाडी राईट-टाईम आहे तर."  
"हं"

"आज सकाळीच माझं घड्याळ फुटलं.  
एचएमटीचं ते घड्याळ अगदी परफेक्ट वेळ  
दाखवायचं. पण आज कोणीतरी माझ्या  
अंगावरची चादर इतकी जोरात खेचली की  
घड्याळ निघून जमिनीवर पडलं आणि  
तुटलं."

बारिनने काहीच उत्तर दिले नाही.  
घड्याळाच्या बाबतीतली कोणतीही गोष्ट  
त्याने केलेल्या त्या चोरीचा पुरावा होऊ

शकली असती.

“तुमचं घड्याळ कोणत्या कंपनीचं आहे?”

“एचएमटी”

“अगदी अचूक चालतं कां?”

“हो तर”

“खरं तर घड्याळ्यांच्या बाबतीत मी नेहमीच कमनशिबी ठरलो आहे.”

च च्या बोलण्यात त्याला आजिबात रुची नाही हे दाखवण्यासाठी बारिनने जांभई देण्याचा प्रयत्न केला. पण जबड्याने जणू त्याच्याशी असहकार पुकारला होता. त्याचे कान मात्र त्या ‘च’ चे बोलणे अचूक टिपत होते.

“माझ्याकडे एक सोन्याचं स्विस घड्याळ होतं. जिनीव्हाहून माझ्या मित्रांनं आणलेलं. जेमतेम एक महिनाच वापरलं असेल. अशाच दिल्लीच्या गाडीतून मी चाललो होतो. ते घड्याळ नेहमीच माझ्याबरोबर असे. असाच एसी फर्स्टक्लासचा डबा होता. त्यावेळी ही डब्यात आम्ही दोघेच होतो. मी आणि एक बंगाली माणूस होता. काय केलं असेल त्या बंगाली बाबू ने? बहुधा मी एक नंबरला गेलो असताना चक्क त्यानं माझं घड्याळ चोरलं हो. चेहऱ्यावरून तर तो अगदी सज्जन दिसत होता. नशिब एवढंच की घड्याळ्यावरच भागलं. मी झोपलेलो असताना माझा खूनबिन नाही केला. त्या दिवसापासून मी ट्रेनने प्रवास करणंच सोडून दिलं. आत्ता सुध्दा

विमानानेच जाणार होतो पण ह्या पायलट लोकांच्या संपामुळे फारच घोटाळा झाला.”

इकडे बारिनच्या घशाला कोरड पडली होती. हातपाय गळाटून गेले होते. पण चची कहाणी ऐकल्यावर काहीच न बोलणं बरं दिसलं नसतं कदाचित त्याला शंकाही आली असती म्हणून मोठ्या मुश्किलीने बारिनने त्याला विचारले, “तू... तुम्ही त्याला शोधायचा प्रयत्न नाही केलात?”

“हं. चोरीला गेलेली वस्तू अशी काही शोधून सापडते कां? पण बरेच दिवस मी त्या माणसाचा चेहरा विसरू शकत नव्हतो. आज देखिल मला अंधूकसा आठवतोय तो चेहरा. आपल्या एवढ्याच साधारण उंचीचा सावळ्या रंगाचा तो मिशीवाला माणूस अंगाने अगदीच किरकोळ होता. तो जर परत कधी मला दिसला ना तर त्याला अगदी जन्माची अद्दल घडवेन मी. एकेकाळी मी हेवीवेट बॉक्सिंग चॅम्पियन होतो. त्या माणसाचं नशिब बलवत्तर म्हणून तो मला परत कधी दिसलाच नाही.”

बारिनला आता त्या चचे नाव अगदी चांगलं आठवलं. चक्रवर्ती. पुलक चक्रवर्ती. आश्चर्य आहे ना ! बॉक्सिंगचा उल्लेख करताच टिन्हीच्या पडद्यावर दिसावं तसं त्याला त्याचं नाव अगदी स्वच्छ दिसू लागलं. मागच्या वेळी या पुलक चक्रवर्तीने आपल्या बॉक्सिंगच्या खूपच गोष्टी ऐकवल्या होत्या. आता नाव आठवूनही काय उपयोग

होता म्हणा? त्याच्या हातून चोरी तर घडलीच होती. पण आता मात्र त्याला तो विचारही पेलवत नव्हता. त्याला असं वाटू लागलं की जाऊन सगळं काही खरं खरं सांगून टाकावं. आणि त्याचं घड्याळ त्याला परत करावं. अनायसे त्याच्या पिशवीत ते होतंच.

छे छे हा तर शुद्ध मूर्खपणा ठरला असता. आज तो एक प्रथितयश गायक होता. एवढं नीच कृत्य त्यानं केलं असेल यावर कोणाचाच विश्वास बसला नसता. गायक म्हणून त्याने एवढं नाव कमावलं होतं ते धुळीला मिळालं असतं. त्याचं गाणं आवडणारे रसिक श्रोते काय म्हणतील? त्यातून हा कोणत्या प्रसिद्धी माध्यमांशी संबंधित नसेल कशावरून? नाही नाही आपली चूक कबूल करण्याचा प्रश्नच नव्हता. कदाचित पुलक चक्रवर्तीने त्याला ओळखलेही असेल. तो अगदी विचित्र नजरेने बारिनकडेच पहात होता.

दिल्ली गाठायला अजून सोळा तास लागणार होते. तो पकडला जाण्याची शक्यता खूपच होती. त्याच्या डोळ्यासमोर स्वतःचा पूर्वीचा चेहरा तरळू लागला. किरकोळ शरीरयष्टीचा, मिशा वाढवलेला, चष्मा नसलेला. पुलक चक्रवर्ती त्याच्याकडे निरखून पहात होता. जणू नऊ वर्षांपूर्वीचा तो चेहरा त्याला आठवत असावा. त्याच्या त्या पिंगट डोळ्यातील आश्चर्याची जागा आता रागाने घेतली होती. चेहऱ्यावर एक

असुरी आनंद दाटून आला होता. जणू काही तो म्हणत होता 'बरा सापडलास इतक्या वर्षांनंतर. माझं घड्याळ चोरणारा तूच तो. आता मी तुला सोडत नाही बघ'

रात्री दहा वाजण्याच्या सुमारास बारिनला थंडी वाजून ताप भरला. त्याने रेल्वेच्या माणसाला बोलावून अजून एक ब्लॅकेट मागवले. डोक्यावरून पांघरूण घट्ट लपेटून घेऊन तो आडवा झाला. पुलक चक्रवर्तीने कुपेचा दरवाजा बंद केला व लाईट घालवला आणि बारिनला तो म्हणाला, "एसीतून प्रवास करण्याची आपल्याला बहुधा सवय नसावी. माझ्याजवळ ही गोळी आहे ती घ्या. एकदम बरं वाटेल पहा तुम्हाला."

बारिनने ती गोळी पटकन गिळून टाकली. अशा अवस्थेत कदाचित चक्रवर्तीने त्याला काही शिक्षा केलीही नसती. पण बारिनने मात्र ठरवले होते, की काहीही करून त्याचं घड्याळ त्याला परत करायचंच. शक्य झालं तर आज रात्रीच हे काम करायचंच. पण जोपर्यंत त्याचा ताप उतरत नाही तोपर्यंत तो जागेवरून हलूही शकत नव्हता. अजूनही त्याला हुडहुडी भरून येत होती.

पुलकने स्वतःच्या डोक्यावरील लाईट लावला. हातात एक पुस्तक होतं. पण खरंच तो वाचत होता का? का पुस्तकात डोकं घालून काही वेगळाच विचार करत होता? एक पान वाचायला एवढा वेळ? हा पान का उलटत नाहीये?



अचानक बारिनच्या लक्षात आलं की तो पुस्तक वाचत नसून बारिनकडेच पाहतो आहे. त्याने पटकन डोळे मिटून घेतले. थोड्या वेळाने हळूच एक डोळा उघडून त्याने चक्रवर्तीकडे पाहिले. अजूनही तो त्याच्याकडेच पहात होता. त्याने पुन्हा पटकन डोळे मिटले. पण त्याच्या हृदयाचे ठोके मात्र रेल्वेच्या आवाजाइतकेच जोरजोरात पडत होते.

कसलीशी चाहूल लागली. दिवा बंद झाला होता. त्याने डोळे उघडले. दरवाजाच्या फटीतून बाहेरचा प्रकाश आत येत होता. पुलक चक्रवर्ती आपले पुस्तक बारिनच्या हॅण्डबॅगजवळ टेबलावर ठेवत होता. नंतर त्याने पांघरूण घेतले व बारिनकडे तोंड करून एक मोठी जांभई दिली.

बारिनच्या काळजातली धडधड आता जरा कमी झाली होती. उद्या सकाळपर्यंत

तरी तो त्याचं घड्याळ त्याला नक्कीच परत करणार होता. थोड्यावेळापूर्वीच पुलकने नाइटड्रेस काढण्यासाठी अॅटची उघडली होती. ती उघडीच होती.

बारिनची हुडहुडी आता थांबली होती. कदाचित गोळीचा परिणाम असेल. कोणती गोळी असेल ती? त्याने तर न बघताच घेऊन टाकली होती. काहीही करून त्याला दिल्लीच्या प्रोग्रॅम मध्ये गायचं होतं. श्रोत्यांनी केलेला टाळ्यांचा कडकडाट त्याला ऐकायचा होता. पण ती गोळी त्याने घेतली हे बरोबर होतं का? जर ती गोळी भलतीच...?

छे, छे असा विचार केवळ कलुषित मनातच येऊ शकतो. हे काही योग्य नाही. स्वच्छ मोकळं मन नसेल तर उद्या त्याचा आवाजही छान लागणार नाही. बंगाली असोसिएशनच्या कार्यक्रमाचा अगदी

विचका होईल.

पहाटे पहाटे कपबश्यांच्या आवाजाने बारिनला जाग आली. इतक्यात रेल्वेचा माणूस नाश्ता घेऊन आला. ब्रेड, बटर, आम्लेट, चहा बाप रे ! एवढं त्यानं खाणं योग्य होईल कां? पण आता ताप पूर्णपणे उतरला होता. खूपच बरं वाटत होतं त्याला. पुलक चक्रवर्तीचे आभार मानले पाहिजेत. किती योग्य ती गोळी त्यानं दिली होती बारिनला.

अरेच्चा पण तो आहे कुठे? कदाचित टॉयलेटला गेला असेल. किंवा दरवाज्याजवळ उभा असेल. बारिनने इकडे तिकडे पाहिले पण तो कुठेच नव्हता. आता मात्र ही संधी दवडता कामा नये या विचाराने बारिनने झटकन आपल्या हॅण्डबॅगमधील घड्याळ बाहेर काढले आणि पुलकच्या बॅगेत ठेवण्यासाठी तो खाली वाकला. इतक्यात टॉवेल आणि दाढीचे सामान घेण्यासाठी पुलक आत आला. झटकन बारिनने ते घड्याळ दुसऱ्या हातात लपवले आणि तो नीट उभा राहिला.

“आता कसं वाटतंय?”

“पुष्कळच बरं आहे. पण....” बारिनने दुसऱ्या हातात लपवलेले घड्याळ पुलक समोर धरले. चोरी करण्याची जुनी सवय तर आता गेली होती पण पुलक भेटल्यानंतरही त्याचं घड्याळ त्याला परत न करणं ही देखील फसवणूकच होती नाही का?

छातीतली धडधड, कोरडा पडलेला घसा, टेन्शन, अनिश्चितता, पोटातली कालवाकालव या सगळ्यातून बाहेर पडण्याचा तोच एक मार्ग होता. त्याशिवाय शांतता लाभलीच नसती.

पुलक चेहऱ्यावरचा दाढीचा साबण पुसत होता. तेवढ्यात त्याला बारिनच्या हातातील घड्याळ दिसले आणि तो आश्चर्यचक्रीत झाला.

बारिनला एक वेगळंच धैर्य आलं होतं. तो म्हणाला, “ हो हो मी तोच माणूस आहे. थोडी ढेरी सुटलीय. मिशा काढून टाकल्यात आणि आता चष्माही लागलाय. त्यावेळी मी पाटण्याला जात होतो आणि तुम्ही दिल्लीला. १९६४ सालची ही गोष्ट आहे. आपल्या गाडीखाली सापडलेला तो भिकारी आठवतोय का? त्याला पहायला म्हणून तुम्ही खाली उतरलात तेवढ्यात मी हे घड्याळ पळवले.” पुलक त्याच्याकडे आवासातून पहातच राहिला. बारिन पुन्हा सांगू लागला, “ खरं तर मी चोर नव्हतो. एक प्रकारचा आजार झाला होता मला. त्या आजाराचं नाव मात्र मला आता आठवत नाही. आता मी त्या आजारातून पूर्णपणे बरा झालो आहे. आपलं हे घड्याळ मी इतके वर्ष वापरलं. आता देखिल माझ्याबरोबर मी ते दिल्लीला घेऊन जात होतो. नेमकी त्याचवेळी आपली भेट व्हावी हा चमत्कारच नव्हे काय? आता मात्र मला राहावत नाही.

हे तुमचं घड्याळ तुम्हाला परत केल्याशिवाय मला चैन पडणार नाही. मी आपला अपराधी आहे. मला माफ करा ना?"

पुलकचा आपल्या डोळ्यावर विश्वासच बसत नव्हता त्या घड्याळ्यावरून त्याची नजर हटत नव्हती. तो काहीच बोलू शकत नव्हता. त्याने फक्त बारिनच्या हातातून ते घड्याळ आपल्या हातात घेतले.

बारिन मात्र आपलं दाढीचं सामान, टुथब्रश आणि टॉवेल घेऊन तेथून पसार झाला. टॉयलेटचे दार लावून तो मोकळ्या मनाने गुणगुणू लागला.

“हॅलो... एन.सी.भौमिक? नितीशदा मी बारिन बोलतोय.”

“हां हां पोचलास ना तू?” मी संध्याकाळी तुझं गाणे ऐकायला येतोय बरं का. एक दिवस तू एवढा प्रसिद्ध गायक होशील असं कुणाला वाटलं होतं का? अच्छा पण तू फोन कशासाठी केलास?”

“नितीशदा, तू पुलक चक्रवर्ती म्हणून कुणाला ओळखतोस का? तुम्ही एकाच कॉलेजमध्ये होतात. बॉक्सिंग करायचा बघ तो.”

“कोण? आपला पिंचू?”

“पिंचू...?”

“हो रे तो नाही का? हाताला येईल ती गोष्ट लंपास करायचा? पेन, लायब्ररीचं पुस्तक, टेनिसची रॅकेट काहीही. माझी पहिली रोन्सनची रॅकेट त्यानेच चोरली होती. खरं

तर तो चांगल्या घरातला होता. त्याला कोणत्याही गोष्टीची कमतरता नव्हती. पण त्याला एक प्रकारचा आजार होता.”

“आजार?”

“तू कधी ऐकलं नाहीस का? त्याला क्लेप्टोमॅनिया म्हणतात.”

बारिनने फोन खाली ठेवला आणि आपल्या उघड्या बॅगेकडे त्याचे लक्ष गेले. तो नुकताच हॉटेलवर पोचला होता. सामान काढण्यासाठी म्हणून त्याने बॅग उघडली पाहतो तर काय त्यातील अनेक गोष्टी गायब झाल्या होत्या. श्री कॅसल सिगरेटचं पाकिट, जपानी दुर्बिन, पाचशेच्या नोटांनी भरलेलं वॉलेट.

क्लेप्टोमॅनिया - हा शब्द तो पूर्णपणे विसरला होता. पण आता मात्र तो शब्द सारखा त्याच्या डोक्यात घोळू लागला. आता कधीच तो त्या आजाराचं नाव विसरणार नव्हता.



**लेखक :** सत्यजित रे

प्रसिध्द चित्रपट दिग्दर्शक, मुलांसाठी अद्भुत, रोमांचकारी साहित्याची निर्मिती.

**हिंदी अनुवाद :** शिवानी बजाज

भाषांतराची आवड, शिक्षण व विज्ञानात रस.

**चित्र :** विप्लव शशी

बडोदा येथे चित्रकला शिकत आहेत.

**मराठी अनुवाद :** विनया शिराळकर

अंधमित्र संस्थेच्या कार्यकर्त्या.

# या झाडाचे वय काय ?

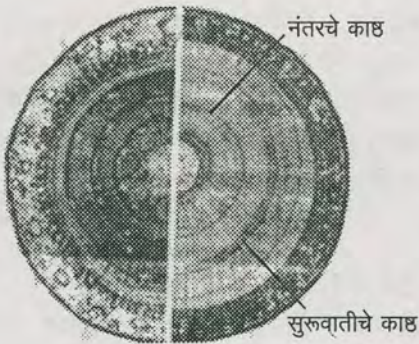
नेहमी आपण पेपरात वाचतो की अमुक ठिकाणी इतक्या वर्षाचा वृक्ष सापडला किंवा अमुकतमुक झाड सर्वांत जुने आहे. झाडाचे वय ठरवतात तरी कसे ?

बऱ्याच वेळा झाडाचं वय त्याचा आकार पाहून सांगतात. अर्थात झाडं जितकं जुनं तितका त्याचा विस्तार मोठा आणि खोडाची जाडीही अधिक. या गोष्टीबरोबरच बाकीच्याही काही गोष्टी झाडाचं वय ठरवताना लक्षात घ्यायला हव्यात.

१) कोणत्याही वृक्षाची वाढ ही पाणी आणि क्षारांच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असते.

२) झाडाच्या खोडाच्या जाडीवर ऋतुमानाचा आणि वयाचा प्रभाव पडतो.

कोणत्याही झाडाच्या खोडाची वाढ एकाच वेळी दोन दिशांना होत असते. म्हणजेच खोडाची उंची वाढतानाच त्याची रुंदीही वाढत असते. वय काढताना झाडाची रुंदी अधिक महत्त्वाची असते. झाडाच्या खोडामध्ये त्याची रुंदी वाढवणारा पेशींचा एक समूह असतो.

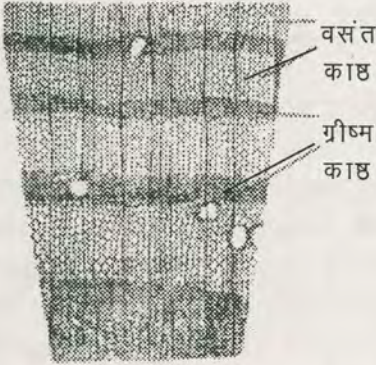


झाडांच्या खोडाचा आडवा छेद

खोडात या पेशींची रचना गोलाकार असते. या गोलाकार रचनेमुळे तयार झालेल्या वर्तुळाला 'कॅम्बियम रिंग' (उतककरवलय) असे म्हणतात. ह्याच पेशीसमूहाचे सतत विभाजन होऊन नवीन पेशी निर्माण होतात. त्यांना झायलम ऊती' (प्रकाष्ठ ऊती) असे म्हणतात. पेशी विभाजन हे झाडाला मिळणारी खनिजे, क्षार आणि पाण्यावर अवलंबून असते. योग्य प्रमाणात पोषण मिळाल्यास लवकर विभाजन होते.

पावसाळ्यात मातीने शोषलेले पाणी वसंत ऋतूपर्यंत भरपूर प्रमाणात झाडांना मिळू शकते. त्यामुळे या काळात सतत विभाजन होत राहते. परिणामी मोठ्या प्रमाणावर झायलम ऊती तयार होतात. मोठ्या आकाराच्या या पेशीसमूहाला 'वसंतकाष्ठ किंवा 'स्प्रिंगवूड' हे नाव आहे. याउलट उन्हाळ्यात पाण्याच्या कमतरतेमुळे विभाजनही घटते. त्यामुळे छोट्या, सघन अशा झायलम ऊती निर्माण होतात. त्यांचे प्रमाणही कमी असते. ग्रीष्मकाळातील या ऊतींना 'ग्रीष्मकाष्ठ' किंवा 'समरवूड' म्हणतात. हिवाळ्यात तापमान कमी असल्याने विभाजन होत नाही.

झाडामध्ये ही प्रक्रिया दरवर्षी होत राहते. त्यामुळे दोन प्रकारचे काष्ठ (लाकूड) निर्माण होते. वसंतकाष्ठ अधिक प्रमाणात असते. त्याच्या पेशीही आकाराने मोठ्या दिसतात. त्यामुळे आडव्या कापलेल्या खोडावर हा भाग फिकट रंगाचा दिसतो. ग्रीष्मकाळातील पेशी आकाराने लहान आणि दाटीवाटीने असल्याने



खोडाच्या आडव्या छेदाचा एक भाग

खोडावर त्या गडद रंगाच्या दिसतात.

म्हणजेच कोणत्याही झाडामध्ये दरवर्षी दोन वलये तयार होतात. एक गडद, एक फिकट. झाडाचे वय काढताना हीच वलये मोजतात. म्हणजेच झाडाचे वय सांगायला वनस्पतीशास्त्रज्ञ असण्याची गरज नाही, फक्त सूक्ष्म निरीक्षण मात्र हवे.

वार्षिक वलयाच्या गणनेतून झाडाचं वय ठरवण्याचा अभ्यास 'डेन्ड्रोक्रोनोलॉजी' या विज्ञानाच्या विशेष शाखेअंतर्गत केला जातो. सुरुवातीला या शास्त्राचा उपयोग केवळ पुरातत्त्वीय महत्त्वाच्या रचनांचे वय काढण्यासाठी केला जात असे. नंतर इतरही अनेक क्षेत्रात त्याची उपयुक्तता आढळून आली.

ऋतुमानातील चक्रीय बदल आणि त्यांचे दीर्घ परिणाम, झाडांवरील कीटकांचा हल्ला आणि नैसर्गिक आपत्तींसारख्या भूतकाळात घडलेल्या घटनांचा आरंभकाळ ठरवताना या शाखेचा उपयोग होतो. जंगलातील उत्पादकता, पर्वतीय भागातील झाडांच्या वाढीवरून हिमनद्यांमध्ये होणारे बदल या

गोष्टीही जाणून घेता येतात. इतकेच नाही तर झाड वाढत असताना पारा, झिंक, कॅडमियम, तांबे इ. सूक्ष्म घटकांच्या प्रमाणाच्या विश्लेषणावरून कॅडमियम रिंग तयार होताना तिथे असलेल्या औद्योगिक प्रदूषणाची क्रमवार स्थितीही समजू शकते.

झाडातील वलयांची रुंदी, पेशींचा आकार, त्यांची घनता (वसंत आणि ग्रीष्म काष्ठ) ह्या सगळ्या घटकांवर ऋतुमानातील बदल, इतर झाडांतील स्पर्धा या गोष्टी परिणाम करतात. या गोष्टींचा विचार करूनच अशा प्रकारचा अभ्यास केला जातो. म्हणजेच या अभ्यासासाठी फक्त पुरातन वृक्षांचीच निवड केली जाते असे नाही.

जगातील सर्वात पुरातन वृक्ष 'पायनस लॉंगेवा' असून त्याचे वय ४६०० वर्ष आहे. याचे छायाचित्र कव्हर तीनवर पहा. हा वृक्ष पूर्व कॅलिफोर्नियातील नेवाडा (उ. अमेरिका) येथल्या कमी पाण्याच्या भागात आढळला. भारतातील सर्वात वृद्ध वृक्षाचे वय ७४५ वर्ष आहे. हा देवदार वृक्ष हर्षिल, गढवालमध्ये हिमालयन भागात आहे. यामध्ये ७०४ वलये आढळली. याशिवाय जूनीपेरस, टेक्सस, स्पूगा इ. पुरातन वृक्षही आहेत पण त्यांचं वय अजून मोजलं नाही. उष्ण कटिबंधीय प्रदेशातील सागवान (टेक्टोना ग्रॅण्डिस) आणि लाल सिडार (सिड्रेला टूना) यांच्यातही वृद्धीवलये स्पष्टपणे दिसतात.



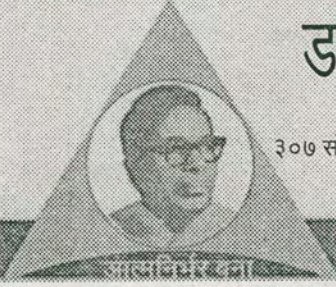
स्रोत मे २००१ मधून साभार.

लेखक : कमलकिशोर कुम्भकार.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर



# डॉ. आंबेगावकर प्रतिष्ठान



३०७ सोमवार पेठ, पुणे - ४११ ०११ ☎ ६१२५५३०, ५५३२०७०  
e-mail : ambegaonkar@rediffmail.com

जडणघडण सृजनशील कुशल तंत्रज्ञांची

## तव वर्षाच्या शुभेच्छा !

शैक्षणिक संदर्भचे विद्यार्थी वर्गणीदारांसाठी  
२००२ सालात आमचेतर्फे विविध कार्यक्रम

- गुरुचे चंद्र व शनीची कडी आपण सध्या रात्री ८ ते ११ पाहू शकता.  
संपर्क : फोन नं: ४४६६७१९ मोबाईल नं.: ९८२२३-०४८५१

- विज्ञान प्रदर्शने व सहली
- मनोरंजन आणि व्यक्तिमत्त्व विकास कार्यक्रम
- वैज्ञानिक खेळणी - खटपट घर
- आकाशदर्शन - फोटोग्राफी
- मोफत आरोग्य तपासणी शिबीरे
- विज्ञान मंजुषा - स्पर्धा व बक्षिसे
- वर्गणी सवलत व मोफत अंक योजना

आजच वर्गणीदार बनून वर्षभर भरपूर लाभ मिळवा !

पालकांसाठी खास विद्यार्थी भेट अंक योजना

अधिक माहितीसाठी संपर्क :

३८ अ, गुरुदत्त सहवास, मेहूणपुरा, शनिवार पेठ,  
पुणे ४११ ०३०. फोन : ४४६६७१९

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
ऑगस्ट १९ ते जुलै २००१ मधील १० सुटे अंक	रु. १४०/-	
वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२	रु. १००/-	
एकूण	बँक ड्राफ्ट / चेक / मनी ऑर्डर	

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ....

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

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

नाव \_\_\_\_\_

पत्ता \_\_\_\_\_

सही

तारीख

संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार,

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



## सर्वात पुरातन वृक्ष

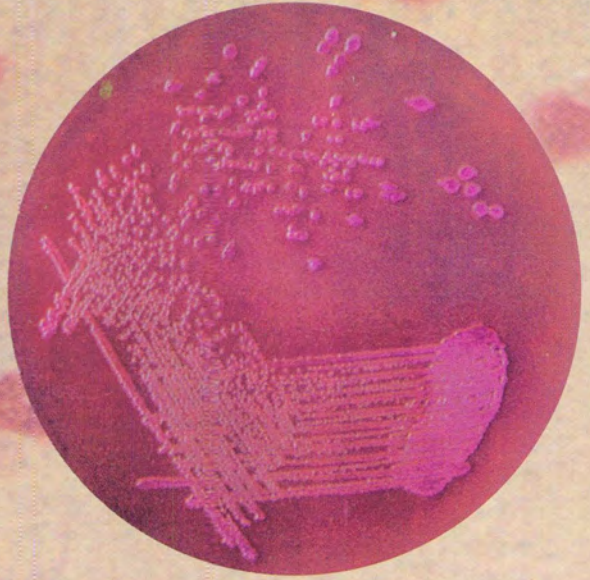
पूर्व कॅलिफोर्निया येथील जंगलात सापडलेल्या सर्वात जुन्या वृक्षाचे छायाचित्र. येथील वृक्षसमूहापैकी ब्रिसल कोन पाइन जातीचं एक झाड १९५८ मध्ये अभ्यासासाठी कापलं गेलं. आणि त्याचं वय ठरवलं.



झाडाच्या छेदाचा अभ्यास करून खोडामध्ये तयार झालेल्या वलयंवरून वय ठरवले. एक आकड्याजवळ दाखवलेली वलयं झाड अगदी लहानसं रोप असताना तयार झाली होती म्हणजे ख्रिस्तपूर्व २००० वर्षापूर्वी. दोन जवळची वलयं आहेत ख्रिस्तपूर्व ५०० वर्षापूर्वीची आणि तीन जवळची वलयं ८२८ साली तयार झाली आहेत. चार जवळचं वलय १९५८ साली तयार झालं.

खाली उरलेल्या खोडावरही वलयांचा भाग दिसतो आहे. झाडाच्या खोडात दिसणारी वलयं आणि त्यावरून वय ठरवण्याबद्दल अधिक माहिती पहा 'या झाडाचे वय काय?' या लेखात, पान ७७ वर.

चित्रे : 'नॅशनल जिओग्राफिक'च्या सौजन्याने



शैक्षणिक संदर्भ - डिसेंबर २००८ - जानेवारी २००२ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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

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