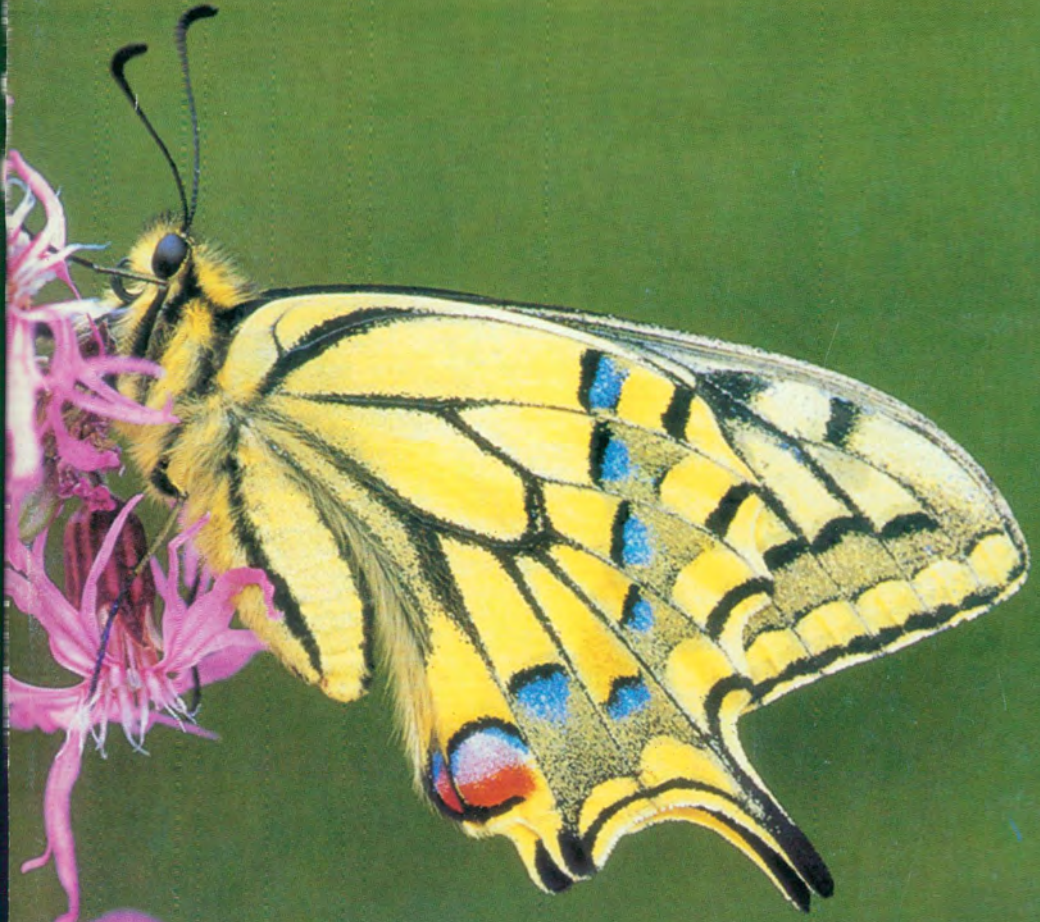


शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ६

जून - जुलै २०००



शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुध्दे  
संजीवनी कुलकर्णी  
प्रदीप गोठोस्कर  
नागेश मोने  
प्रियदर्शिनी कर्वे

शैक्षणिक

• संदर्भ •

अंक - ६

जून - जुलै २०००

सल्लागार :

नरेश दधीच

अक्षरजुळणी व मुद्रण :

श्वेता कॉम्प्युटर सर्व्हिसेस

निर्मिती आणि वितरण

पालकनीती परिवार

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

ई-मेल : karve@wmi.co.in

दूरध्वनी : ५४४१२३०

मुखपृष्ठ मांडणी :

पल्लवी आपटे

किंमत : रूपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रूपये १००/-

होशंगाबाद येथील 'एकलव्य' या संस्थेच्या सहयोगाने व

सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या आर्थिक मदतीने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.



निसर्गात दिसणारे रंगांचे जग  
सान्यांनाच भुरळ घालते. अगदी  
लहानपणापासून या रंगांबद्दल  
आपल्याला कुतुहल असते. रंगात  
रमणाऱ्या चित्रकारांना, कलाकारांना  
तर त्यात रस असतोच, पण हे

वेगवेगळे रंग पानाफुलांना, फुलपाखरं, पक्षी, प्राणी यांना कशामुळे प्राप्त होतात -  
या मागची कारणे शोधण्यात शास्त्रज्ञांनाही रस असतो. याहीपुढे जाऊन अनेकदा  
दिसणारे प्रकाशाचे खेळ अन् त्यातील रंगांचा अविष्कार याबद्दलही संशोधन झाले  
आहे. या सान्याबद्दल माहिती करून घेऊया 'रंग मजेचे, तऱ्हेतऱ्हेचे' या लेखातून.

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक - ६

जून - जुलै २०००

---

शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

---

मॅगेलानची देणगी.....५

संपूर्ण पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालणारा पहिला जगप्रवासी मॅगेलान याच्याबद्दल तुम्ही आधीच्या एका अंकात वाचलांत. या प्रवासामध्ये त्याने केलेल्या एका महत्त्वाच्या निरीक्षणाची नोंद खगोलशास्त्रानेही घेतली आहे.



मुलांनी काय शिकावं?.....९

शाळेत जाणाऱ्या मुलांनी कसं शिस्तीत बसून शिक्षक सांगतील ते ते ऐकावं. लक्षात ठेवावं आणि जेव्हा ते विचारतील तेव्हा शिस्तीत, शिकवलेलं सगळं सांगावं.

हे पुरेसं आहे का? आणि खरं म्हणजे बरोबर तरी आहे का?



भूगोला'तील नकाशे.....४७

पृथ्वीगोलावरचा भारत आणि जगाच्या नकाशामधला भारत यामध्ये आपण कधी तुलना करून पाहिलीत? आणि पृथ्वीगोलावरचा ध्रुवप्रदेश आणि आफ्रिका हा नकाशावरच्या ध्रुवप्रदेशाजवळ आणि आफ्रिकेजवळ ठेवून पाहिलात? पाहिला नसलात तर मात्र लगेच तसा ठेवून बघाच..

लस द्या बाळा.....६९

'लस द्या बाळा-आजार टाळा' किंवा 'देवी रोगी कळवा-हजार रुपये मिळवा' अशा घोषणा कित्येक वर्षे आपण पहात आलो. गेल्या काही दिवसात तर गोवर, MMR, काविळीचे प्रकार याविरुद्धही लसीकरण चालू झाले आहे. लस म्हणजे काय? ती आजारावर उपाय कसा करते आणि ही पध्दत शोधून कोणी काढली याबद्दल वाचू या.



चमत्कार करू शकणारा माणूस.... ७७

जगप्रसिध्द इंग्लिश विज्ञान कथालेखक एच्. जी. वेल्स यांच्या या कथेचा पहिला भाग मागच्या अंकात आपण वाचला. कथेतला हा चमत्कार करणारा माणूस आणखी काय काय चमत्कार करत रहातो आणि त्यामुळे काय घडतं हे या अंकात..

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक-६

जून - जुलै २०००

- ❖ मॅगेलानची देणगी..... ५
- ❖ मुलांनी काय शिकावं?..... ९
- ❖ अन्वस्त, वर्गसंख्या आणि आपण..... १५
- ❖ रंग मजेचे, तऱ्हेतऱ्हेचे..... २१
- ❖ गुहेत दडलेला खजिना..... ३३
- ❖ आपला हात जगन्नाथ ..... ३८
- ❖ भू'गोला'तील नकाशे..... ४७
- ❖ मोजमापे-क्युरी व बेकरेल..... ६१
- ❖ लस द्या बाळा..... ६९
- ❖ चमत्कार करू शकणारा माणूस..... ७७
- ❖ लांडगा आला रे आला..... ८५

- पुढील वर्षाची वर्गणी पाठवायला विसरू नका.
- ऑगस्ट ९९ ते जुलै २००० मधील  
अंक १ ते ६ यांचा एकत्रित संच उपलब्ध

## भूमिका

'शैक्षणिक संदर्भ'च्या या सहाय्या अंकाबरोबरच द्वैमासिकाचे एक वर्ष पूर्ण होत आहे. विज्ञान, विज्ञानशिक्षण व शिक्षणात रुची असणाऱ्यांसाठी केलेली ही धडपड अनेकांपर्यंत पोहोचते आहे याचा आम्हाला आनंद आहे. वर्गणीदारांच्या वाढणाऱ्या संख्येवरून याचा काही एक अंदाज बांधता येतो आहे. जिज्ञासा व तिच्या अनुषंगाने झालेल्या विचारमंथनातून माणसाची होणारी प्रगती आज आपण अनुभवतो आहोत. या जिज्ञासेचा मागोवा घेणे, शिक्षणाची प्रक्रिया अधिक अर्थपूर्ण व सहज बनवणे, मानवी जीवनातील विज्ञानाच्या महत्त्वाची जाणीव जोपासणे, अशा वेगवेगळ्या पण परस्परसंबंधी उद्देशांनी गेल्या वर्षभरातील लेखांची योजना केलेली होती. अर्थात विज्ञान व शिक्षण या संदर्भातील सर्वच विषयांना सारखा न्याय मिळालेला नसला, तरी त्या दृष्टीने आमचे प्रयत्न चालू आहेत.

पुढील अंकापासून हे द्वैमासिक 'संदर्भ' या नव्याने स्थापन होत असलेल्या संस्थेतर्फे आणि 'पालकनीती परिवारा'च्या सहयोगाने प्रकाशित होईल. 'पालकनीती परिवार'च्या सहाय्याने हे द्वैमासिक उभे राहिले, त्या निमित्ताने एकत्र आलेल्यांच्या विचारांमधून अधिक काही उपक्रम राबविण्यासाठी स्वतंत्र संस्थात्मक रचना गरजेची वाटल्याने 'संदर्भ' ही संस्था सुरू करण्याचा निर्णय घेण्यात आला. शिक्षणव्यवस्थेच्या प्रस्थापित चौकटीत राहून, खऱ्या अर्थाने 'शिक्षण' देण्याघेण्यासाठी प्रयत्नरत असलेल्या शिक्षक, विद्यार्थी आणि पालकांना हातभार लावणे हे आमचे मुख्य उद्दिष्ट राहणार आहे.

छपाईचा दर्जा सुधारणे, वितरणाचे वेळापत्रक पाळले जाणे, अधिक दर्जेदार लेख देणे यासाठी आम्ही प्रयत्न करत आहोत. द्वैमासिकाची पुढची वाटचाल कोणत्या दिशेने व्हावी, याबद्दल आपल्या प्रतिक्रिया जरूर पाठवाव्यात.

गेल्या वर्षभरातल्या सहकार्यांसाठी आपल्याला धन्यवाद. पुढील वर्षासाठी वर्गणी पाठवून व आपल्या आत्ममित्रांना 'शैक्षणिक संदर्भ' वाचण्याची शिफारस करून आपण आम्हाला प्रोत्साहन द्याल अशी आशा आहे.

- संपादक

# मॅगेलानची देणगी

पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालणारा पहिला जगप्रवासी मॅगेलान याच्या प्रवासात त्याने आकाशनिरीक्षण केले होते याचा उल्लेख मॅगेलानच्या कहाणीत होता. आकाशनिरीक्षणातील त्याच्या नोंदींवरून एक महत्त्वाचा शोध लागला. त्या 'मॅगेलानिक क्लाऊड' चा अभ्यास अजूनही चालूच आहे.

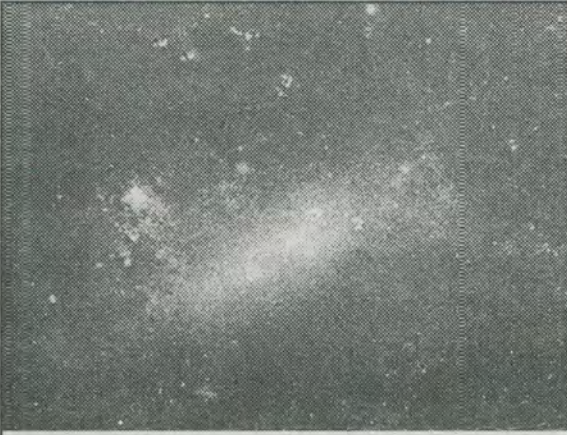
लेखक : गिरीश पिंपळे

फेब्रुवारी - मार्चच्या 'शैक्षणिक संदर्भ' अंक ४ मधील 'मॅगेलानची पृथ्वीप्रदक्षिणा' हा प्रियदर्शिनी कर्वे यांचा लेख माहितीपूर्ण आहे. परंतु या लेखात मॅगेलानने या प्रवासात शोधून काढलेल्या 'क्लाऊड' चा उल्लेख नाही. या क्लाऊडचा शोध खगोलशास्त्रात महत्त्वाचा मानला जातो.

आपण ज्या दीर्घिकेत राहतो तिचे नाव आकाशगंगा. आपल्या आकाशगंगेच्या सर्वात जवळची दीर्घिका म्हणजे देवयानी (अँड्रोमेडा). अर्थात 'जवळची' म्हणजे खगोलशास्त्राच्या दृष्टीने. कारण ती 'फक्त' २३ लक्ष प्रकाशवर्ष अंतरावर आहे! उत्तर गोलार्धातून देवयानी दिसू शकते.

मॅगेलॉनने आपल्या पृथ्वी प्रदक्षिणेत,

दक्षिण गोलार्धातून प्रवास करताना दीर्घिकेसारखी दिसणारी एक खगोलीय 'वस्तू' शोधून काढली. हे साल होते १५१९. पुढे या खगोलीय वस्तूचा जास्त अभ्यास केला तेव्हा ती दीर्घिकेसारखी दिसत असली तरी काटेकोरपणे पाहिले तर ती दीर्घिका नव्हे असे लक्षात आले. त्यामुळे तिला अनियमित स्वरूपाची दीर्घिका किंवा मेघ (क्लाऊड) म्हणण्यात आले. नंतर शास्त्रज्ञांनी या मॅगेलानच्या मेघाचा जास्त अभ्यास केला तेव्हा त्यांना तेथे दोन मेघ आढळून आले. एक मेघ होता मोठा तर दुसरा त्याच्यापेक्षा बराच छोटा. त्यांना अनुक्रमे Large Magellanic Cloud [LMC] आणि Small Magellanic Cloud [SMC] अशी नावं दिली गेली.



### मॅगेलानचा मोठा मेघ

या दोन मेघांपैकी छोटा मेघ सुमारे २ लक्ष प्रकाशवर्ष एवढ्या अंतरावर असून तो तुकाना या तारकासमूहात [Constellation] आहे. त्याची तारकीय प्रत २.३ एवढी आहे. म्हणजेच तो आपल्या ध्रुवताऱ्यापेक्षा थोडा कमी तेजस्वी आहे. कापसाच्या एखाद्या पुंनक्यासारखा दिसणारा हा मेघ आपल्या आकाशगंगेचाच एखादा तुकडा असावा असा भ्रम होतो. या मेघात खगोलशास्त्रज्ञांना विशेष रस असण्याचं कारण म्हणजे यात सेफिड प्रकाराचे अनेक रूपविकारी तारे आढळून आले आहेत. अंतराळातली अंतरे नोजण्यासाठी या तार्यांचा खूप उपयोग होतो. हे तारे म्हणजे अंतराळातले मैलांचे दगडच आहेत असे समजा!

मॅगेलानचा मोठा मेघ तुलनेनं जास्त जवळ आहे. तो आहे 'फक्त' १,७९,००० प्रकाशवर्ष अंतरावर! हा मेघ मोठाच नव्हे तर नेजस्वीही आहे. याची तारकीय प्रत आहे

०.१. पृथ्वीवरून दिसणारा त्याचा आकार ६५० X ५५० आर्क मिनिट्स एवढा असतो. (छोट्या मेघाचा आकार दिसतो २८० X १६० आर्क मिनिट्स) डोरॅडो नावाच्या तारकासमूहात हा मेघ आपल्याला साध्या डोळ्यांनीही पाहता येतो. छोट्या मेघाच्या पूर्वेला सुमारे

२० अंशांवर हा मेघ पाहता येतो. २४ फेब्रुवारी १९८७ या दिवशी मॅगेलानच्या या मोठ्या मेघात एक अपूर्व घटना घडली. या दिवशी या मेघात एका ताऱ्याचा स्फोट घडून आला. या स्फोटाला सुपरनोव्हा स्फोट असं म्हटलं जातं. खगोलशास्त्रज्ञांच्या दृष्टीनं ही अतिशय महत्त्वाची घटना समजली जाते.

मॅगेलानच्या या दोन्ही मेघांचं वैशिष्ट्य असं की ते आपल्या आकाशगंगेभोवती प्रदक्षिणा घालत आहेत. म्हणजे चंद्रानं पृथ्वीभोवती फिरावं तशाच पद्धतीनं हे मेघ आपल्या आकाशगंगेभोवती फिरत आहेत. म्हणजे ते आपल्या आकाशगंगेचे जणू काही 'उपग्रह'च आहेत. म्हणून त्यांना उपग्रह दीर्घिका असंही म्हणतात. आपल्या आकाशगंगेच्या तुलनेत हे दोन्ही मेघ खूपच छोटे आहेत. तिच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे ते तिच्याभोवती चक्कर मारत आहेत. हे दोन्ही मेघ फक्त दक्षिण गोलार्धातूनच दिसू शकतात.



मसाल्यांच्या बेटांच्या शोधासाठी बाहेर पडलेल्या मॅगेलाननं खगोल-शास्त्रा सारख्या एका अगदी वेगळ्या क्षेत्रात एखादा शोध लावावा, ही गोष्ट सुखद धक्का देणारीच होती. आपल्या आकाश-गंगेच्या सर्वांत जवळची दीर्घिकेसारखी वस्तू म्हणजे हे दोन मेघ आहेत. ते देवयानी पेक्षाही खूप जवळ आहेत, असं अगदी अलिकडेपर्यंत मानलं गेलं.

पण अलिकडेच शर [Sagittarius] नावाच्या तारकासमूहात एक छोटी दीर्घिका आढळून आली आहे. ही दीर्घिक ८०,००० प्रकाशवर्ष अंतरावर असून आकाशगंगे लंबवर्तुळाकार अशी आहे. त्यामुळे आता ही दीर्घिका आपल्या आकाशगंगेला सर्वांत जवळची ठरली आहे.

मॅगेलानने शोधलेल्या दोन मेघांना त्याचं नाव देऊन त्याचा सन्मान करण्यात आलं. पण शुक्राच्या अभ्यासासाठी सोडण्यात आलेल्या एका अंतराळयानालाही त्याचं नाव देण्यात आलं होतं. ४ मे १९८९ रोजी अमेरिकेने मॅगेलान नावाचं स्पेस शटल सोडलं होतं. या यानावर अनेक रडार्स बसवण्यात आली होती आणि त्यातून सोडल्या जाणाऱ्या रेडिओ लहरींच्या मदतीनं शुक्राच्या



मॅगेलानचा छोटा मेघ

पृष्ठभागाचा अभ्यास करून त्याचा नकाशा तयार करणं हे या मोहिमेचं उद्दिष्ट होतं.

शुक्राभोवती कर्बद्विप्राणिल वायूचं दाट वातावरण असल्यानं हा अभ्यास रेडिओ लहरींद्वारे करण्यात आला. त्यावेदीं मॅगेलान प्रमाणेच या मॅगेलाननेही आपली कामगिरी उत्तम रीतीने पार पाडली आणि शुक्राच्या ८४% पृष्ठभागाचा सवेस्त नकाशा तयार केला. पृथ्वीचा शेजरी असलेला आणि आकाशात चटकन लक्ष वेधून घेणारा शुक्र आपल्याला आता त्याच्याविषयी बरीच माहिती उपलब्ध झाला आहे. ❖

**लेखक :** गिरीश पिंपळे, ह. प्रा.ठा. / रा. य. क्ष. महाविद्यालय नासिक येथे भौतिकशास्त्राचे ज्येष्ठ व्याख्याते. विज्ञानविषयक लेखक, वक्ते.

## आवाहन

शैक्षणिक संदर्भ या द्वैमासिकातून आम्ही विद्यार्थी, शिक्षक व पालकांसाठी विज्ञान व शिक्षण या विषयांवरील उत्कृष्ट लेख तुम्हापर्यंत पोहोचवू इच्छितो. अर्थात या प्रकल्पासाठी विविध स्वरूपात आपली मदत आवश्यक आहे. शैक्षणिक संदर्भ वाचकांच्या पाठबळाने स्वतःच्या पायावर उभे रहावे यासाठी या प्रकल्पाला आपण खालील प्रकारे मदत करू शकता.

- हा अंक आपण जरूर विकत घ्या व इतरांना दाखवावा.
- पुढील वर्षातील सहा अंकांसाठी वर्गणी पाठवा.
- ऑगस्ट ९९ ते जुलै २००० पर्यंतच्या सहा अंकांचा एकत्रित संच उपलब्ध आहे. आपल्या परिचित शैक्षणिक संस्था, शिक्षक, विद्यार्थी यांना हा संच भेट द्यावा किंवा विकत घेण्यास सुचवावे.
- तुमच्या माहितीतील एखादी संस्था आर्थिक मदत देऊ शकत असेल तर अशा संस्थेची माहिती कळवा.
- तुमच्या परिचयातील शाळा, शिक्षक आणि पालक यांच्यापर्यंत शैक्षणिक संदर्भ पोचवावे.

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकासाठी वर्गणी किंवा आर्थिक मदत 'संदर्भ' या नावाने पाठवावी.

### ● संदर्भ ●

द्वारा पालकनीती परिवार

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,

कर्णे रोड, पुणे ४११००४. फोन : ५४४१२३०

# मुलांनी काय शिकावं ?

प्रश्नांची उत्तरे ? की उत्तर कसं द्यावं हे शिकावं ?

मुलांना स्वतः विचार करायला प्रेरित करेल अशा काही गोष्टींचा शिक्षणांत अंतर्भाव असायला हवा का नको ? केवळ दिलेल्या प्रश्नांची बरोबर उत्तरं पाठ करणं म्हणजेच शिकणं समजायचं कां ? विचारलेल्या प्रश्नांच्या उत्तराबाबत विचार कसा करावा हे नको का शिकायला ? असं केलं तरच पुढं जाऊन मुलांना स्वतःबद्दल विचार करता येईल.

लेखक : कॅरन हॅडॉक ■ अनुवाद : स्वाती फडके

शाळा इंग्रजी माध्यमाची - मुलांची मातृभाषा, हिंदी व पंजाबी होती. नुकतीच शिक्षकांच्या एका गटाशी मी बोलत होते. विषय होता-इयत्ता सहावीचा इतिहासाचा पेपर. माझं म्हणणं होतं - थोडे प्रश्न असेही असावेत की मुलं आपणहून विचार करायला सुरुवात करतील. सोप्या शब्दांत सांगायचं तर फळ्यावर लिहिलेली प्रश्नोत्तरं पाठ करण्यापेक्षा काहीं वेगळं, काही अधिक करायला उद्युक्त करणारे काही प्रश्न असावेत.

शिक्षकांचं आग्रहाचं म्हणणं होतं - मुलांचं इंग्रजी इतकं चांगलं नाही. त्यांना वाक्य बनवून उत्तरं लिहिता यायची नाहीत. कुणाचं म्हणणं होतं की अनोळखी प्रश्नांची उत्तरं मुलांना कशी येणार ?

मी माझी बाजू मांडण्याचा खूप प्रयत्न केला. स्वतः वाक्य बनवून लिहिण्याची संधीच मिळाली नाही तर इंग्रजी तरी कसं शिकणार मुलं ? अशी संधी दिली तर मुलं इतिहासाबरोबर आपल्या भाषाज्ञानांतील क्षमता दाखवतील. शिवाय रेडीमेड उत्तरं पाठ करून लिहिल्याने विषयाची समज मुलांना येते आहे की नाही हे आपल्याला समजणार नाही. इतकंच नव्हे तर त्या त्या विषयातील माहिती वापरून स्वतःचं असं मत कसं बनवावं किंवा एखाद्या प्रश्नाचं उत्तर कसं शोधावं हे शिकणं महत्त्वाचं आहे.

या बाबतीत मी काही प्रश्न तयार केले. सर्वसामान्यपणे विचारल्या जाणाऱ्या प्रश्नांना हे प्रश्न पर्यायी ठरतील असं मला वाटलं होतं.

यामधील पहिले तीन प्रश्न असे -

१. जर माणसाला प्राण्यांसारखी केसाळ कातडी असती तर काय झालं असतं ? यामुळे इतिहासात काय बदल झाले असते ?
२. अश्मयुगाला अश्मयुग असंच का म्हणतात ?
३. आदिवासी लोकांच्या काही अशा टोळ्या आहेत ज्या आपल्या सारख्या लोकांपासून आजही वेगळ्या रहातात, कोणत्याही प्रकारचा संबंध ठेवत नाहीत. ते लोक शेतीदेखील करीत नाहीत. मग हे लोक जगतात तरी कसे?

ही माणसं शेती करीत नाहीत ह्या बाबतीत तुम्हाला काय वाटतं ?

इतर शिक्षकांनी जेव्हा हे प्रश्न पाहिले तेव्हा ते म्हणाले की आम्ही तर असा विचार

कधी केलाच नाही. याप्रकारचे प्रश्न मुलांना विचारले तर आम्हांला नाही वाटत की मुले उत्तरे देऊ शकतील.

मला मात्र खात्री होती की अश्मयुगांतील लोकांबद्दल मुलांनी माहिती वाचलेली असल्याने प्राचीन संस्कृती, तेव्हाचे लोक, आधुनिक समाज आणि इतिहासातील बदल याबाबतीत त्यांना पुरेशी माहिती किंवा ज्ञान

आहे. त्यामुळे माझ्या प्रश्नांची उत्तरे ती मुले नक्की देतील. पण माझ्या म्हणण्याचा कोणावर काही परिणाम झालेला दिसत नव्हता. परिस्थिती “जैसे थे” होती. अगदी मेटाकुटीला येऊन मी म्हणाले, “बरं, मग सहावीतील मुलांमध्ये तुमच्या दृष्टीने सगळ्यात ढ मुलं कोण आहेत ? मी त्या मुलांना या प्रश्नांची उत्तरे देता येतात की नाही ते पाहीन.” असं वाटलं की शिक्षकांना आवडणारा हा लाडका प्रश्न असावा. इतका वेळ मूग गिळून बसलेले शिक्षक पटापट बोलायला लागले.

“निंदकाचे घर असावेच्या ऐवजी असते शेजारी” हेच खरे वाटले. शिक्षकांनी दोन मुलांची नावे सांगितली. त्या दोनमधला एक आलाच नव्हता.

मग काय,

बिचाऱ्या त्या

एकाशी माझी गाठ पडली. बिचारा खूप घाबरला होता. मी त्याला थोडं जवळ घेतलं आणि सांगितलं, “अरे बऱ्याच शिक्षकांना वाटतं, की सहावीच्या मुलांना माझ्या काही प्रश्नांची उत्तरे देता येणार नाहीत. पण मला मात्र नेमकं उलटं वाटतं. माझ्या प्रश्नांची उत्तरं तू नक्की देणार.”



मी त्याला प्रश्न लिहिलेला कागद दिला आणि ते प्रश्न वाचून त्याची उत्तरे लिहून द्यायला सांगितली. खरं सांगायचं तर त्या मुलाबद्दल मी त्याला दाखवला त्याच्या निम्मा सुद्धा विश्वास मला वाटत नव्हता. या मुलाने काहीच उत्तरे दिली नसती तर काय फजिती झाली असती. शिक्षकांना तोंड दाखवायला सुद्धा मला जागा राहिली नसती.

थोडीशी अळंठळं केल्यावर मला कुणाच्याही मदतीशिवाय त्या मुलाने जी उत्तरे लिहून दिली ती अशी-

- १) जर मनुष्य प्राण्यालापण प्राण्यांसारखी केसाळ कातडी असती तर जगात कपडा ही वस्तूच जन्माला आली नसती आणि मग ही अशी केसाळ माणसं ग्रीनलँडमध्ये गेली नसती, जिथे बर्फच बर्फ असतो.
- २) त्या युगाला “अश्मयुग” म्हणतात. कारण तेव्हा कपडे, शिवाय आज मिळणाऱ्या कितीतरी गोष्टी नव्हत्या.
- ३) आदिवासी लोक इतरांपासून वेगळे रहातात. कारण त्यांना आपल्या भाषेच्या बाबतीत काहीच माहीत नाही आणि शेतीशिवाय ते जगू शकतात. कारण ते प्राण्यांची शिकार करतात.

जेव्हा ही उत्तरं मी वाचली तेव्हा मी आश्चर्यचकित झाले. कारण वर्गातल्या सगळ्यात ‘ढ’ मुलाने तिन्ही प्रश्नांची उत्तरे दिली होती. उत्तरांचा अर्धा भाग तरी बरोबर

होता. म्हणजे मला मार्क द्यायला सांगितले, तर निदान ५०% मार्क तरी मी त्याला दिले असते.

या मुलाने तर काही अशा गोष्टींचा उल्लेख केला होता, की माझ्या डोक्यात हे विचार सुद्धा आले नव्हते. या गोष्टी मनात आशा निर्माण करणाऱ्या वाटल्या. पहिल्या उत्तरामध्ये कपड्यांसंबंधी विचार होता.

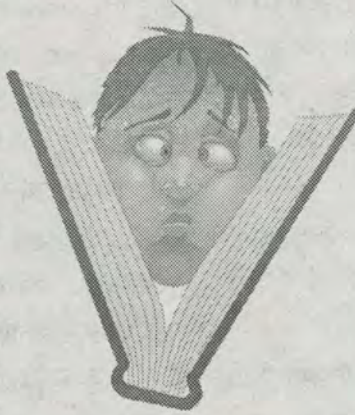
पण केसाळ मनुष्य प्राणी ग्रीनलँडमध्ये रहाण्याबद्दल विचार करतील, ही कल्पना माझ्या मनाला सुचली सुद्धा नव्हती जी त्या मुलाला सुचली. त्या मुलाने भाषेबद्दल विचारही अतिशय योग्य रितीने केला होता. कारण परस्पर विचारांची देवाण-घेवाण करण्यासाठी लागणारे भाषेचे माध्यम जर नसेल, तर आदिवासींसारखे लोक त्या समाजापासून वेगळे रहाणेच पसंत करतील.

माझ्या दृष्टीने तरी या मुलाची विचार करण्याची पद्धत फार विकसित, आशादायी आहे. त्याच्या उत्तरांनी मी त्याच्यावर किती खूष झाले आहे हे अगदी मोकळेपणाने मी त्याला सांगितले. इतकंच नाही तर त्याला हे पण सांगितले की तो अशी छान उत्तरे देणार याची मला खात्री होती.

मग मी त्याला विचारले की या प्रश्नांच्या उत्तराबद्दल कोणी त्याला काही सांगितले तर नाही ? त्याने पटकन् उत्तर दिले. “छे, छे, मी तर तुम्ही प्रश्न विचारल्यानंतरच विचार केला.

मी त्याला विचारले, “वर्गातल्या हुशार मुलांपैकी तू एक आहेस की नाही?” त्याने लाजत उत्तर दिले “हो आहे” आणि ताबडतोब त्याने त्याच्या वर्गाच्या दिशेने धूम ठोकली. एक गोष्ट मात्र नक्की की आता त्या मुलाचा स्वतःबद्दलचा आत्मविश्वास वाढलेला दिसत होता.

या सगळ्यात एक गोष्ट खरी आहे की या मुलाने आपल्या उत्तरांत व्याकरण व भाषेच्या दृष्टीने खूप चुका केल्या होत्या. पण त्यामुळे स्वतःची मते मोकळेपणाने सांगण्यात तो कुठेही कमी पडला नव्हता. उलट त्याने स्वतःच्या उत्तरांमधील भाषेत एक अस्सल भारतीय शैली उपयोगात



आणली होती. हे मला फार आवडले. हो, पण इतिहासाच्या शिक्षकांनी मात्र त्याच्या या उत्तरांमध्ये लाल, लाल गोळ्यांचे नक्षीकाम खूप केले असते यात शंकाच नाही.

पण मग असं वाटतं, ते लाल गोळे म्हणजे मुलाला निराश करणारे, भीती दाखवणारे तप्त निखारेच तर वाटत नसतील आणि खास करून जेव्हा अख्खा पेपर अशा लाल गोळ्यांनी भरलेला असेल? जर

शिक्षकांचे ध्येय मुलांना आणखी चांगले बनविणे हे असेल आणि वर सांगितल्याप्रमाणे हे लाल गोळे जर यात मदत करत नसतील तर निदान थोडेसे उत्तेजन मिळेल असे तरी काही करावे.

शनिवार १३ मे २००० च्या ‘सकाळ’ मध्ये या लेखातील मतांना पुष्टी देणारी एक घटना आली आहे. नाशिक जिल्ह्यातील बोरगावच्या डी.पी. विद्यालयातील बी.एम्. सुराणा या गणित शिकविणाऱ्या शिक्षकाने, आदिवासी मुले प्रश्नांची उत्तरे देताना बावरतात हे पाहिले. या मुलांमध्ये वक्तृत्व कला जोपासली तर हा प्रश्न सुटेल असे त्यांना वाटले.

१९८८ पासून त्यांनी वक्तृत्व स्पर्धा आयोजित केल्या. हळूहळू सर्व शाळांतील शिक्षकांचे व विद्यार्थ्यांचे मन वळवून या स्पर्धांमध्ये भाग घेण्यासाठी त्यांना प्रेरित केले. आज हीच आदिवासी मुले स्पर्धेत चक्रे संगणक व इंटरनेट विषयी माहिती सांगतात.

आणि ही घटना वाचली की वाटतं, खरंच मनापासूनचे प्रयत्न व मुलांबद्दलचा स्वतःला वाटणारा आत्मविश्वास व आशा यामुळे अशक्य गोष्टीही शक्य होतील.

का निव्वळ भाषेतील व्याकरणाच्या चुकांमुळे इतिहास, भूगोल, शास्त्र व गणित या विषयात त्या मुलांनी मागे रहावे ? एवढी जबर शिक्षा का ? सांगायला वाईट वाटतं, की हा या कहाणीचा अंत नाही.

वर्गातील सगळ्यात 'ढ' मुलाची प्रश्नांवरील उत्तरे इतर शिक्षकांनी पाहिली तेव्हा मी त्यांना ताबडतोब एक प्रश्न विचारला "आता तरी या प्रकारचे प्रश्न परीक्षेत विचारावेत असे शिक्षकांना वाटते का?" त्यावर त्यांचे उत्तर एकच-नाही.

अजूनही सर्व मुले अशा प्रश्नांची उत्तरे देऊ शकतील असे आम्हाला मुळीच वाटत नाही.

त्या शिक्षकांनी अनेक कारणे सांगितली. कदाचित काही प्रमाणात हा मुलगा यशस्वी झाला असेल पण बाकीच्यांचे काय ? कदाचित तुम्हीच त्या मुलाला उत्तरे द्यायला मदत केली असेल. आणि त्या शिक्षकांच्या दृष्टीने महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे मुलांना जर प्रश्नोत्तरे पाठ करायला दिली नाहीत तर पालक तक्रार करतील. शिवाय त्या मुलाची उत्तरे बरोबर नव्हतीच. त्याने असे असे लिहायला हवे होते. वगैरे वगैरे.....

कदाचित त्या मुलाच्या प्रश्नोत्तरांनी माझ्या मनावर जेवढा परिणाम केला होता, जो उत्साह, आशा निर्माण केली होती, तसे इतर शिक्षकांच्या बाबतीत झाले नाही.

कदाचित मुलांच्या कामाचे किंवा कष्टाचे, त्यांच्या बुद्धीचे मूल्यमापन करण्याच्या पध्दतीतच शिक्षकांमध्ये फार मोठा फरक असावा.

(आता थोडे या लेखासंबंधी - कॅन हॅडॉक यांचा हा लेख आपण पालकांनी पण विचार करण्यासारखा वाटतो की खरंच वर्गातील शिक्षकांनी किंवा गाईडमध्ये दिलेल्या उत्तरांवरहुकुमच उत्तरे आवश्यक आहेत का?)



वर्गामध्ये त्याच त्याच प्रश्नोत्तरांनी कंटाळा न आणता वेगळे प्रश्न विचारले, निबंधासाठी वेगळे, चाकोरीबाहेरचे विषय मिळाले तर मुले नक्कीच आपली बुद्धी पणाला लावतील. ही धडपड व त्यातून मिळणाऱ्या आत्मविश्वासाची शिदोरी घेऊन पुढची पावले टाकतील.) ❖

शैक्षिक संदर्भ मधून साभार

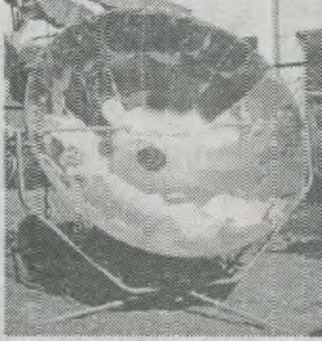
**लेखक :** कॅन हॅडॉक, चित्रकार, चंदीगड येथील शाळेत शिक्षक. बायोफिजिक्समध्ये डॉक्टरेट.

**अनुवाद :** स्वाती फडके, पुणे, कथा लेखक व हौशी अनुवादक

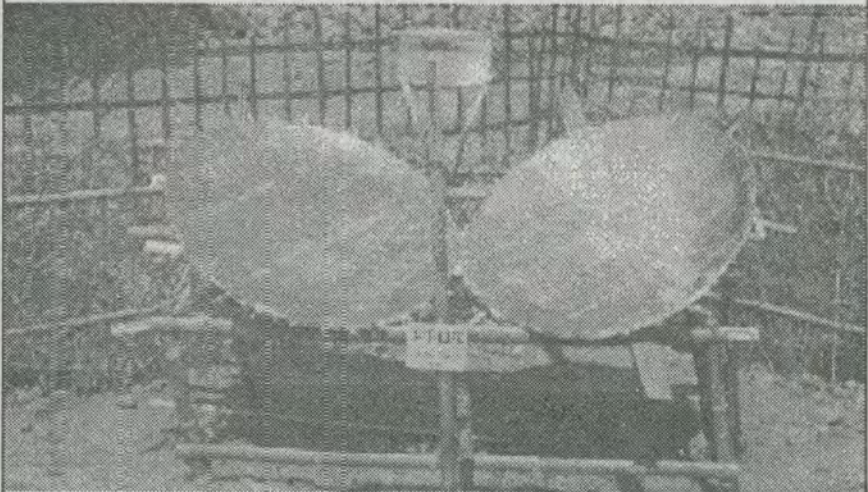


## अन्वस्त व सौरचूल

जमिनीवर पडणारा सूर्यप्रकाश अन्न शिजवू शकेल इतक्या तीव्रतेचा नसतो. सौरचूल हे ँसे उपकरण आहे की, ज्याच्या मदतीने सूर्यप्रकाशाची ऊर्जा एका ठिकाणी एकवटून स्वऱ्पाकाला आवश्यक तितकी उष्णता तिथे निर्माण करता येते. यादृष्टीने अन्वस्त किती चांगले काम करू शकतो, हे तुम्ही सोबतच्या लेखात वाचालच.



परावर्तकाच्या सहाय्याने अनेक प्रकारे सौरचुली बनवता येतात. बाजूच्या चित्रात महाराष्ट्रात उपलब्ध असणाऱ्या सौरचुलीचा अन्वस्ताकार परावर्तक दाखविला आहे.



वरील चित्रात अन्वस्तांच्या सहाय्याने बनवलेली आणखी एक सौरचूल दिसते आहे. या सौरचुलीचे वैशिष्ट्य म्हणजे नेपाळमधल्या एका खेड्यातल्या लोकांनी, मुख्यतः बांबू आगे शेण वापरून ही चूल तयार केली आहे.



# अन्वस्त, वर्गसंख्या आणि आपण

दुर्बिण आणि छत्री, बॅटरी आणि अँटेनाची डिश, मोटारच्या दिव्याचा आरसा, कारंज्यातून पडणारे पाणी, उंच लांब फेकलेला चेंडू या सगळ्यांचा संबंध एका समान गुणधर्माशी आहे. कोणत्या?

लेखक : नागेश मोने

वर्गसंख्या वर्गात शिकविताना नेहमी एक घटना घडते. एकचा वर्ग एक, दोनचा वर्ग चार असे सांगून झाल्यावर तीनचा वर्ग किती असे मुलांना विचारले की हमखास बरेच विद्यार्थी सहा असे उत्तर देतात. मग संख्या, वर्गसंख्या, संख्येची दुप्पट असे सारे काही मुलांना पुन्हा

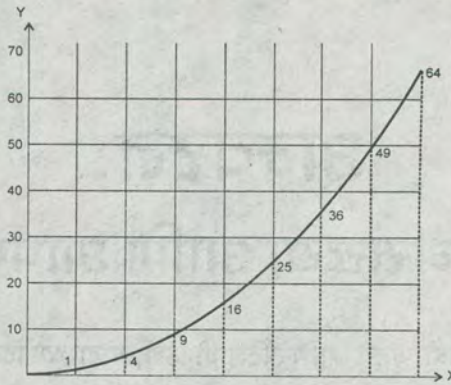
सांगावे लागते. तरीही नजरचुकीने म्हणा वा धांदरटपणामुळे म्हणा परीक्षेत अनेकदा वर्ग म्हणून संख्येची दुप्पट लिहिताना आढळतात मुले.

मी इथेही एक संख्यांची मालिका लिहिली आहे. वर्गसंख्या आहेत त्या.  $1 \times 1$ ,  $2 \times 2$ ,  $3 \times 3$ , या पद्धतीने मिळवल्या आहेत.

1, 4, 9, 16, 25, 36,.....

या मालिकेत खूप मजेशीर व अद्भूत गुणधर्म दडले आहेत आणि हे गुणधर्म महत्त्वाचे आणि उपयुक्तही आहेत. कारंज्याच्या आकारासाठी अन् अवकाश विज्ञानासाठी देखील मदत करणाऱ्या संख्या आहेत या असे मी म्हटले तर पुरावा म्हणून तुम्हाला पुढचे विवेचन वाचणे गरजेचे होणार!





### आकृती १

या मालिकेतील संख्येला आपण  $y$  म्हणू आणि ही संख्या कशाचा वर्ग आहे हे दर्शविण्यासाठी  $x$  अक्षर वापरू.

|       |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| $y$ : | 1 | 4 | 9 | 16 | 25 | 36 | 49 | 64 | 81 | .. |
| $x$ : | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | .. |

म्हणजे ( $y=x^2$ ) असा संबंध जाणवतो आपल्याला. म्हणजे  $x=10$  लिहिले तर  $y=100$  होणार हे नक्की. आता आपल्याला संख्यांच्या जोड्या मिळाल्यात. जसे (1,1), (2,4), (3,9), वगैरे. या संख्यांच्या जोड्या आलेख कागदावर स्थापन केल्या अन् ते बिंदू जोडले तर एक सुरेख वक्ररेषा मिळते आपल्याला. (आकृती १ पहा.)

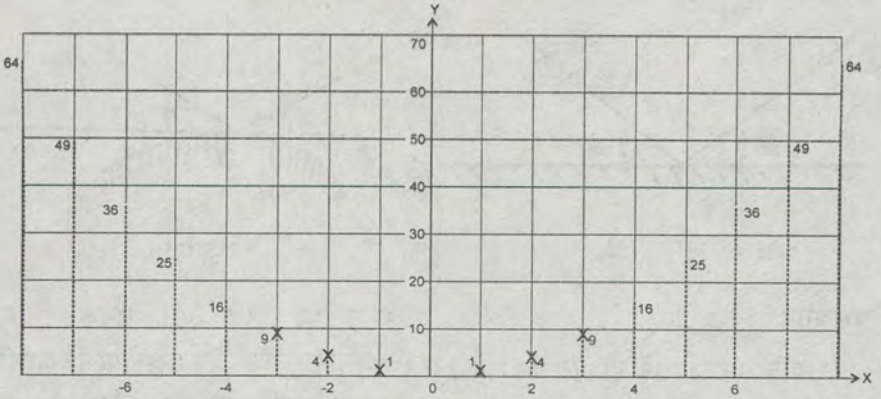
दोन समान ऋण संख्यांचा गुणाकार धन येतो हे ठाऊक आहे तुम्हाला. म्हणजे

$-2 \times -2 = +4$ ,  $-3 \times -3 = +9$  वगैरे ऋण संख्यांचा समावेश करून आपली मालिका खालच्या चौकटीसारखीच होईल.

आता या संख्यांच्या जोड्या आलेखाच्या कागदावर स्थापन करा अन् जोडा काळजीपूर्वक. काही संख्या आकृती २ मध्ये मुद्दामहून स्थापन करून दिल्या आहेत. बघा किती सुरेख आकृती मिळते आपल्याला.  $Y$  अक्षावर घडी घातलीत तर तंतोतंत जुळतात ते भाग एकमेकांना. या आकृतीला भूमितीत अन्वस्ताची आकृती म्हणतात. अन्वस्त म्हणजे इंग्रजीत पॅराबोला. अन्वस्ताच्या स्पर्शिका

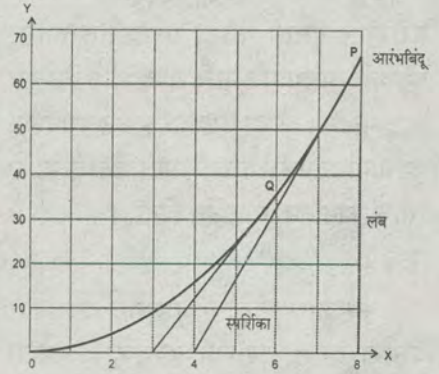
अन्वस्ताच्या कोणत्याही बिंदूपासून काढलेली स्पर्शिका ही त्या बिंदूपासून  $X$

|       |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| $y$ : | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| $x$ : | 64 | 49 | 36 | 25 | 16 | 9  | 4  | 1  | 0 | 1 | 4 | 9 | 16 | 25 | 36 | 49 | 64 |



### आकृती २

अक्षावर काढलेल्या लंबपादाचे आरंभबिंदूपासूनचे जितके अंतर आहे, त्याच्या निम्त्या अंतरावर छेदते. हे विधान वाचून गोंधळलात ना? विधान पुन्हा वाचण्याच्या भानगडीत नका पडू. नाही म्हणजे विधान बरोबर आहे. पण पुढचे वाचलेत की अर्थ समजेल तुम्हाला चटकन. मदत म्हणून आकृती ३ काढलीय. X अक्ष, Y अक्ष, आरंभबिंदू, लंब वगैरे पहा नुसते.



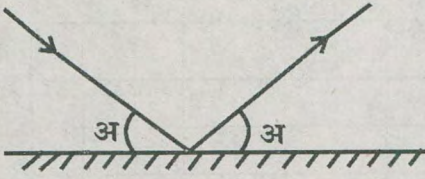
### आकृती ३

P हा बिंदू आहे. (8,64) असा, P पाशी काढलेली स्पर्शिका X अक्षाला  $X=4$  आहे तिथे छेदते. ( $4=8$  च्या निम्मे).

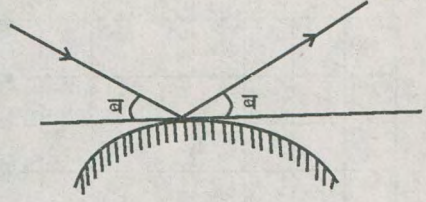
Q हा बिंदू आहे (6,36) असा. Q पाशी काढलेली स्पर्शिका X अक्षाला  $X=3$  आहे तिथे छेदते. ( $3=6$  च्या निम्मे) शेजारच्या आकृतीवरून सहज लक्षात येते.

या अन्वस्तांचे खूप उपयोग आहेत आपल्याला. मोटारच्या दिव्याच्या आत अन्वस्ताकारच आहे. बल्बपासून निघालेले

किरण त्यावर आदळून दिव्याच्या विशिष्ट काचेतून बाहेर पडतात अन् आपल्याला “अंधारातून दिशा” दाखवतात. ज्या केबल टिव्हीने भावी पिढी गारद केली आहे अशी मोठ्यांची तक्रार आहे, त्याची डिश अँटेना अन्वस्ताकार आहे. फार दूरच्या उदाहरणाकडे का जावे? कपबशी मधली बशी कशी आहे? सोलर कुकरच्या काही प्रकारात अशीच रचना दृष्टीस पडेल !



आकृती ४



आकृती ५

### परावर्तन

सपाट आरशातून होणारे प्रकाशाचे परावर्तन तुम्हाला ठाऊक आहेच. आरशाचा कवडसा हे सोपे उदाहरण. खूप वर्षे झाली तरीही आपाती कोन, परावर्तित कोन, परावर्तक पृष्ठभाग असले शब्दप्रयोग विसरले जात नाहीत. जेव्हा एखाद्या सपाट परावर्तक पृष्ठभागावर प्रकाशाचा किरण पडतो तेव्हा तो त्याच कोनातून परावर्तित होतो. (आकृती ४ पहा.)

समजा परावर्तक पृष्ठभाग वक्राकार असेल तर ? तर त्या वक्राकार रेषेला काढलेल्या स्पर्शिकेजवळचे आपाती व परावर्तित कोन समान राहतात. (आकृती ५ पहा.)

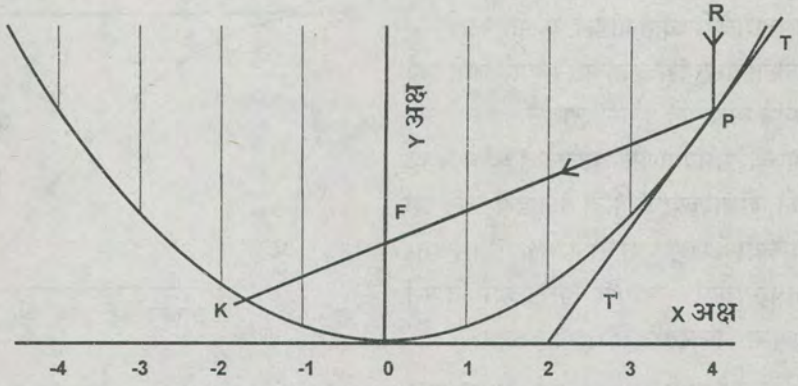
या दोन्ही मुद्यांचा विचार आपल्याला अन्वस्ताबाबत करता येईल.

आकृती ६ मध्ये एक अन्वस्त दाखवला आहे. या अन्वस्तावरील एक बिंदू आणि अक्षावरील मघाशी सांगितल्याप्रमाणे एक बिंदू जोडून स्पर्शिका काढली आहे. हा अन्वस्त म्हणजे जणू काही आकाशाकडे संमुख असणारी दुर्बिणच. सूर्याचे किरण

त्यावर पडताहेत असे समजा. R ठिकाणापासूनचा किरण P या ठिकाणी पडतो. P पाशी TPT' ही स्पर्शिका आहे. P पासून किरण PK असा काढलाय की कोन T'PK = कोन RPT. जणू PK हा परावर्तित किरणच आहे. Y अक्षाला ही रेषा F या बिंदूत छेदते. F या बिंदूला नाभी म्हणतात. इंग्रजीत फोकस. फोकस या मूळ लॅटीन शब्दाचा अर्थ जिथे सारे कुटुंबीय उब मिळावी म्हणून एकत्र येतात ती शेकोटी!

### अन्वस्ताची नियत रेषा

आकृती ७ पहा. आपाती अन् परावर्तित किरण काळजीपूर्वक दाखविले आहेत.  $P_1 F, P_2 F, P_3 F, \dots$  या रेषाखंडांच्या लांबी मोजल्या आणि  $R_1 P_1, R_2 P_2, R_3 P_3, \dots$  या  $D_1, D_2, D_3, \dots$  पर्यंत वाढविल्या की जेणेकरून  $P_1 D_1 = P_1 F, P_2 D_2 = P_2 F, P_3 D_3 = P_3 F, \dots$  तर  $D_1, D_2, D_3, \dots$  वगैरे बिंदू एकाच रेषेवर येतात. ही रेषा X या अक्षाला समांतर आहे. आरंभबिंदूपासून F हा बिंदू जितक्या अंतरावर आहे तितक्याच अंतरावर खालच्या बाजूस ही रेषा आहे. अर्थातच  $R_0 D_0, R_1 D_1, R_2 D_2$  इ. हे सारे रेषाखंड समान

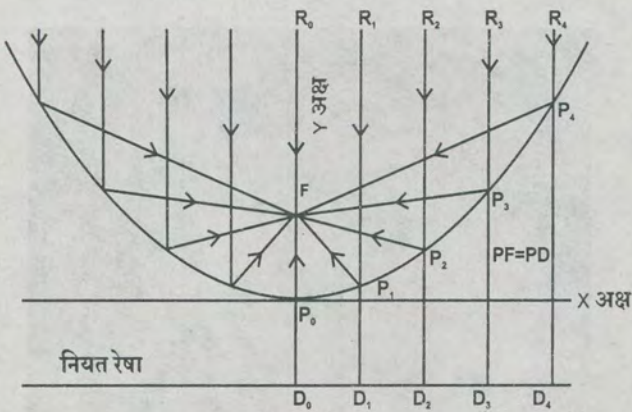


आकृती ६

लांबीचे होणार म्हणजे  $R_1P_1 + P_1F$ ,  $R_2P_2 + P_2F$ ,  $R_3P_3 + P_3F$  वगैरे हे एकमेकांशी तंतोतंत जुळणार. तुमच्या हे लक्षात येईल की दूरच्या ताऱ्यापासून वा सूर्यापासून येणारे प्रकाशकिरण अन्वस्ताकार आरश्यामुळे जेव्हा एका बिंदूत एकत्र केले जातात तेव्हा त्यांनी आक्रमिलेला एकूण मार्ग सारखाच असतो. वस्तूंचे अधःपतन

1589 साली वयाच्या पंचविसाव्या वर्षी

गॅलिलिओला पिसाच्या विद्यापीठात गणिताचा प्रमुख म्हणून नेमले होते. या तरुण बुद्धिमान युवकाला या मनोऱ्यावर चढून वस्तू खाली फेकण्याचा मोह कसा आवरला जाणार? त्यानंतरच्या सलग तीन वर्षात त्याने अनेक वेळा प्रयोग केले अन् गतिशास्त्राशी संबंधित नियमांचा विचार केला. 1592 मध्ये पादुआ विद्यापीठात त्याने महत्त्वपूर्ण काम केले अन् 1612 मध्ये वेग, अंतर व काल

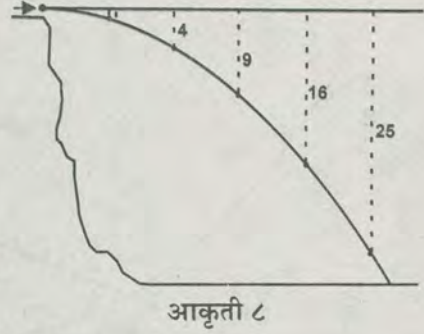


आकृती ७

यासंबंधीचे सिध्दांत मांडले. कोनातून प्रक्षेपित केलेली वस्तू अन्वस्ताकार मार्गाने जाते अन् वस्तूने कापलेले अंतर, लागलेल्या वेळेच्या वर्गाच्या समप्रमाणात बदलते हे त्याने सिध्द केले. शेजारच्या आकृती ८ कडे पाहिले तरी त्याच्या म्हणण्याचा अर्थ समजतो आपल्याला. अर्थात खालच्या दिशेने जाणारा अन्वस्त असे म्हणा हवे तर.

काही नाही तरी क्रिकेटची मॅच पाहताना षट्कार मारल्याने जाणारा चेंडू वक्राकार मार्गाने जातो आहे हे ठळकपणे जाणवेल तुम्हाला. अन् झेल घेण्यासाठी केलेला हाताचा आकार अन्वस्ताकार असतो हेही सुचेल.

आता कारंज्याच्या मुखातून वेगाने बाहेर पडणारे पाणी अन्वस्ताकार मार्गाने पडताना निरनिराळे मार्ग आक्रमत असल्याने कसे



मनोहारी दिसते हे मी नव्याने सांगण्याची गरज नाही. ❖

**लेखक :** नागेश मोने, वाई येथे विज्ञान वाचनालय चालवितात. द्रविड हायस्कूल येथे अध्यापन करतात.

**आधार :** फ्रँक लँड यांचा The Language of Mathematics या पुस्तकातील लेख .





# रंग मजेचे, तऱ्हेतऱ्हेचे

रंगीबेरंगी फुलपाखरांच्या मागे धावण्याविषयी खरं तर काही सांगायला हवं का? आपल्या सर्वांनाच ही फुलपाखरं फार मोहित करतात. पण त्यांच्या रंगांविषयी वाचलं तेव्हापासून तर ती अधिकच मोहक वाटायला लागली. विचार केला की, तुम्हालाही सांगावं त्यांच्या रंगांबाबत.

- 
- मूळ लेखक : सुशील जोशी ● अनुवाद : अमिता नायगावकर  
● लेख विस्तार : प्रियदर्शिनी कर्वे
- 

रंगांवरून फुलपाखरांचे दोन गटात वर्गीकरण करता येते. एका गटातल्या फुलपाखरांचे असे रंग असतात की जे कोणत्यातरी रंगीत पदार्थापासून बनत असतात. या रंगीत पदार्थांना रंजक किंवा पिगमेंट असे म्हणतात. पण बरीच फुलपाखरे रंजकांशिवाय सुद्धा रंगीत असतात. म्हणजे एखाद्या फुलपाखराच्या पंखाचा रंग पिवळा तर दिसतो पण त्यात पिवळा रंजक मात्र नसतो. आश्चर्याची गोष्ट आहे ना ही? या विषयी आपण थोड्या वेळाने पाहूया. प्रथम अशा रंगांविषयी बोलू ज्यामध्ये 'रंजक' असतात.

हे तर तुम्हाला माहित आहे की सर्वसाधारण पांढऱ्या प्रकाशात अनेक रंग

असतात. जर यामधील काही रंग काढून टाकले तर आपल्याला उरलेल्या रंगांचा एकत्रित परिणाम दिसून येतो. समजा एखादी लाल रंगाची वस्तू आहे. त्यावर सूर्यप्रकाश पडला. तो प्रकाश त्या वस्तूवर पडून, परावर्तित होऊन आपल्या डोळ्यापर्यंत पोचला आणि मग तो प्रकाश आपल्याला लाल दिसला. कारण त्या वस्तूने लाल रंग सोडून इतर रंगांचा प्रकाश शोषून घेतला आहे. सूर्यप्रकाशातील रंग पाहण्यासाठी तुम्हाला हवं असेल तर तुम्ही चौकटीत दिलेला प्रयोगही करू शकता.

निसर्गात असे अनेक रंजक पदार्थ आहेत की, ज्यांच्या रासायनिक रचनेमुळे ते विशिष्ट रंगाचा प्रकाश न शोषता परावर्तित

## उन्हाचे रंग

एक पसरट भांडे पाण्याने जवळजवळ पूर्ण भरून घ्या. या भांड्यामध्ये कडेवर एक आरसा अशा प्रकारे तिरका करून टेकवा की त्याचा चकाकणारा पृष्ठभाग वरच्या बाजूला असेल.

आता भांडे अशा ठिकाणी ठेवा की जिथे सूर्याची किरणे या आरशावर पडतील. यामुळे निर्माण होणारा कवडसा दूर एखाद्या भिंतीवर अथवा आपल्या वहीवर घ्या. नीट लक्ष देऊन बघा. जर कवडसा स्पष्ट दिसत नसेल तर आरसा किंचित वर किंवा खाली सरकवा.

उन्हाचे हे रंग कसे दिसले बरं ? सूर्यप्रकाशामुळे बनलेल्या रंगांच्या या क्रमाला वर्णक्रम असे म्हणतात. इंद्रधनुष्य तर तुम्ही पाहिलंच असेल. इंद्रधनुष्य कसे तयार होते, हेही तुम्ही शैक्षणिक संदर्भच्या अंक २ मध्ये वाचले असेल.

किंवा संक्रमित (transmit) करतात. आपल्या आजूबाजूला अशा रंजकांचा परिणाम आपण रोजच पहातो. उदा. क्लोरोफिल या रंजकामुळे झाडांची पानं हिरवी दिसतात, तर गाजराचा केशरी रंग कॅरोटिन या रंजकामुळे आलेला असतो. माणसांचे वेगवेगळे वर्णही त्वचेत मेलॅनिन या रंजकाचे प्रमाण कमी-जास्त असण्यावर अवलंबून असतात. फुलपाखराच्या शरीरातही असे काही पदार्थ असतात की जे पांढऱ्या प्रकाशातील काही रंग शोषून घेतात. तेव्हा ते फुलपाखरू आपल्याला 'न शोषल्या गेलेल्या रंगांचे' दिसून येते. असे कितीतरी पदार्थ फुलपाखरांच्या शरीरात असतात. त्यामध्ये मिलेनीन, कॅरोटिनॉइड, टेरीन, ओमोक्रोम, टेट्रापायरोल, क्विनोन तसेच फ्लेबोन गटाचे पदार्थ प्रामुख्याने असतात. प्रत्येक पदार्थ कोणतातरी खास रंग शोषून घेतो. मग तो पदार्थ पंखात उपस्थित असताना फुलपाखरू कसं दिसेल बरं ? बऱ्याच वेळा एकाच स्थानावर एकापेक्षा अधिक रंजक पदार्थसुद्धा

असतात. तेव्हा आपल्याला त्यांचा एकत्रित परिणाम पहायला मिळतो.

हे पदार्थ येतात तरी कोठून? फुलपाखरू आपल्या शरीरात ते बनवत असणार, दुसरं काय? पण काही रंजक असेही असतात की, जे फुलपाखराला त्याच्या खाण्यातून मिळतात. म्हणजे जर त्या फुलपाखराचं खाणं बदललं तर त्याचे रंगसुद्धा बदलतील.

वरती ज्या ज्या रंजक गटांची नावे दिलेली आहेत त्यांची वेगवेगळी मिश्रणे बनवली तर आपल्याला जवळजवळ सर्व रंग बनवता येऊ शकतात. असे कितीतरी रंग फुलपाखरांच्या शरीरापासून बनवले देखील गेले आहेत.

काही फुलपाखरांच्या रंगांबाबत एक आकर्षक गोष्ट समजली आहे. जेव्हा कोशामधून फुलपाखरू बाहेर येतं, तेव्हा त्याचा रंग खूप चमकदार असतो. मात्र हवेच्या संपर्कात येताच तो रंग फिका पडायला लागतो. याचा अर्थ त्याच्या शरीरात ते रंजक एकदाच तयार होते. जेव्हा





हा लेख वाचून फुलपाखरांचे रंग येतात कुठून हे तुम्हाला कळेल. पण मुळात फुलपाखरं रंगीबेरंगी असतात कशासाठी?

फुलपाखरांच्या पंखांवरची रंगीत नक्षी वेगवेगळी कामं करू शकते. फुलपाखरांच्या काही

जातीत ही नक्षी जोडीदाराला आकर्षित करण्याचं काम करते, तर काही जातीत शत्रूला घाबरवणं किंवा फसवणं हा या नक्षीचा उद्देश असतो.

अशा प्रकारे आपल्या शरीराच्या रंगाचा व शरीरावरील विशिष्ट नक्षीचा जीवनावश्यक व्यवहारामध्ये उपयोग अनेक सजीव करून घेताना दिसतात. आपल्या परिसराचे निरीक्षण केले, तर असे कितीतरी प्राणी तुम्हाला दिसून येतील.

हवेतील ऑक्सिजनची त्या रंजकाशी अभिक्रिया होते तेव्हा तो फिकट पडतो. मजेदार गोष्ट अशी की जर अशा बेरंगी फुलपाखरावर क्लोरीनची क्रिया केली गेली तर त्याची चमक पुन्हा परत येते. पण खरं म्हणजे सामान्यतः क्लोरीन तर रंग उडवण्याचे काम करीत असतो.

या रंजकाची आणखी एक मजेदार गोष्ट आहे. कीटक तज्ज असं सांगतात की, हे रंजक म्हणजे बऱ्याचदा फुलपाखराच्या शरीरात तयार झालेले असे पदार्थ असतात की जे शरीरातून बाहेर टाकले गेले पाहिजेत. आपल्या शरीरातून घाम, मल-मूत्र बाहेर टाकावं लागतं अगदी तसंच. अर्थात हे उत्सर्जनशील पदार्थ आहेत. पण फुलपाखरू मात्र ते टाकून देत नाही. तर उलट शरीरात जमा करून ठेवते. अशा प्रकारच्या उत्सर्जनाचे

एक विशिष्ट नाव आहे ते म्हणजे - संग्रह उत्सर्जन. असे बरेचसे पदार्थ शरीरासाठी हानीकारक असतात. पण फुलपाखरू त्यांना थोडे बदलवून शरीरातील काही पेशींमध्ये जमा करत जाते. बऱ्याच फुलपाखरांमध्ये या कारणामुळेच वयाबरोबर रंगदेखील गडद होत जातो.

रंजक असेल तरच रंग दिसून येतो. हे समजणं काही कठीण गोष्ट नाही. म्हणूनच याबाबत उगाच डोकं खाजवून वैतागण्याची अजिबात गरज नाही. प्रमुख प्रश्न असा आहे की, हे रंजक फुलपाखराच्या पंखांवर एका विशिष्ट रचनेतच कसे बरं जमा होतात ? याबद्दल आपण पुढे कधीतरी बघू.

आता आणखी एका मजेशीर गोष्टीकडे वळू या. असं आढळलेलं आहे की काही फुलपाखरांमध्ये रंग तर दिसतात पण रंजक



मात्र शोधूनही सापडत नाहीत. याचा अर्थ असा की लाल रंगाचा कोणताही पदार्थ अस्तित्वात नाही पण वस्तू मात्र लाल रंगाची दिसते.

साबणाचे बुडबुडे तर तुम्ही नक्कीच बनविले असणार. ते बनवताना आपण रंग-बिंग काही घालत नाही. पण पहायला गेलं तर ते रंगीबेरंगी दिसतात.

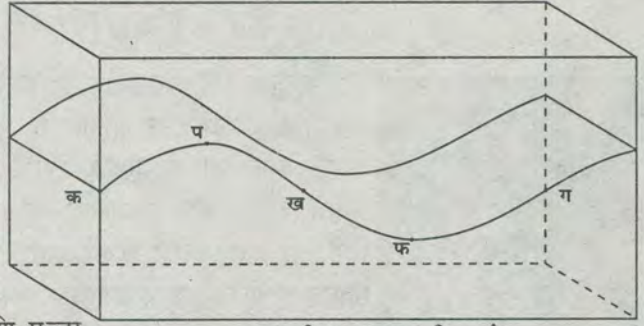
याचप्रकारे कधीकधी पाणी भरलेल्या खड्ड्यात जेव्हा तेल किंवा पेट्रोल पडतं तेव्हा पाण्याच्या पृष्ठभागावर वेगवेगळे रंग दिसून येतात. कोणता रंजक घातला असेल त्यात ? आणि रंजकाशिवाय रंग दिसण्याचे सर्वात उत्तम उदाहरण तर सकाळ-संध्याकाळ आपल्याला पहायला मिळतं. आकाश निळं असतं तर मग काय कोणी हवेमध्ये शाई

मिसळली आहे? आणि तोच सूर्य सकाळ-संध्याकाळ लाल दिसतो तर दुपारी पांढरा सफेद. आणि इंद्रधनुष्यसुद्धा रंगीबेरंगी असतंच की ! उगवत्या आणि मावळत्या सूर्याबरोबरच ढगांचा रंगदेखील बदलत असतो. ही सर्व अशी उदाहरणे आहेत ज्यामध्ये रंजकाचे अस्तित्व सापडत नाही.

असे रंग रंजकापासून बनत नाहीत. त्यांना भौतिक रंग किंवा भौतिक बनावटीचे रंग म्हणतात. रंजक जेव्हा एखादा रंग शोषून घेतो तेव्हा त्याचे श्रेय त्याच्या रासायनिक बनावटीकडे जाते. मात्र जेव्हा रंजक नसेल आणि तरी रंग दिसत असेल तर त्याचे श्रेय वस्तूच्या भौतिक बनावटीकडे जाते. आणि म्हणूनच आपण त्यांना भौतिक बनावटीचे रंग म्हणतो.

भौतिक बनावटीचे रंग समजून घेण्यासाठी प्रकाश आणि रंगांच्या बाबत काही समजून घेणे गरजेचे आहे. प्रकाश वास्तवात तरंगांच्या स्वरूपात असतो. तरंग म्हणजे लाटा, लहर, वेळेनुसार व स्थानानुसार बदलणारी गोष्ट. तरंग याचा अर्थ अशी गोष्ट की जी लहर वेळेच्याबरोबर किंवा स्थानपरिवर्तनाच्या बरोबर कमीजास्त होत असते. जसं की पाण्याचे तरंग. हे तुम्ही करून सुद्धा पाहू शकता. एक बादलीभर पाणी घ्या. पाण्याची पातळी स्थिर झाल्यावर त्यात एक छोटा दगड टाका. लाटा उठल्या ना ? या लाटांमध्ये पाण्याचे कण वर-खाली होत राहतात. म्हणजे जर आपण पाण्याच्या

सुरूवातीच्या स्थिर पातळीला सर्व साधारण स्थान मानले तर पाण्याचा प्रत्येक कण त्या साधारण स्थानापासून दूर जातो, पुन्हा परत येऊन त्या स्थानावर येतो आणि पुन्हा



दुसऱ्या बाजूला थोड्या दूरपर्यंत जाऊन साधारण स्थानावर परत येतो.

आकृती १ मध्ये क, ख आणि ग सर्वसाधारण स्थाने आहेत. म्हणजे यावेळी पाण्याचा कण साधारण स्थानावर आहे. विस्थापन (म्हणजे साधारण स्थानापासूनचे अंतर) शून्य आहे. क पासून तो कण वरच्या बाजूला गेला आणि प पर्यंत पोहोचला. प पर्यंत जाऊन तो पुन्हा परत आला ख पर्यंत. आणि दुसऱ्या बाजूला खाली फ पर्यंत जाऊन पुन्हा साधारण स्थान ग पर्यंत परत आला. हा एक तरंग पुरा झाला.

आकृती १ : पाण्यातील तरंग

यामध्ये कमी-जास्त होत असतं ते विद्युत चुंबकीय क्षेत्र, म्हणजे विद्युत चुंबकीय क्षेत्र शून्याहून अधिक असते, पुन्हा शून्यावर परत येते आणि पुन्हा उलट्या दिशेमध्ये सर्वाधिक होऊन परत शून्य होते. याला एक तरंग असे म्हणतात. दृश्य प्रकाशाच्या वेगवेगळ्या तरंगलांबी आपल्या डोळ्यांना रंगांच्या स्वरूपात दिसतात. तांबड्या रंगांची तरंगलांबी सर्वात जास्त असते. तर जांभळ्या रंगाची सर्वात कमी.

यामध्ये क व ग या दोन बिंदूंच्या दरम्यानच्या अंतराला तरंगाची तरंगलांबी (Wavelength) असे म्हणतात. एका सेकंदात जितके तरंग निर्माण होतात, त्याला तरंगाची वारंवारिता (frequency) असे म्हणतात.

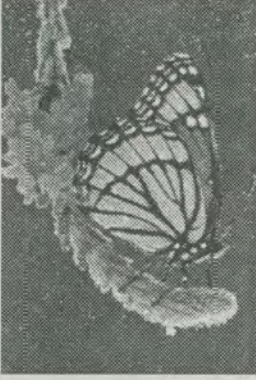
प्रकाशापासून भौतिक बनावटीचे रंग वेगवेगळ्या पध्दतीने बनतात. इथे आपण फक्त फुलपाखरांच्या भौतिक रंगांच्या संदर्भातच विचार करू या.

प्रकाश सुद्धा एक तरंगच आहे. मात्र यामध्ये वर-खाली काय प्रकार असतो वर ? प्रकाशामध्ये कोणतीही चीज वर-खाली होत

प्रकाशतरंग नेहमी सरळ रेषेत प्रवास करतात, हे तुम्हाला माहित आहेच. पण वाटेत एखादा अडथळा आला तर त्यांचा मार्ग बदलतो. यालाच प्रकाशाचे विवर्तन (diffraction) म्हणतात.

विवर्तनाचा पडताळा पहाण्याचा एक सोपा प्रयोग तुम्ही आत्ताही करून पाहू

## खरा रंग कोणता?



एखाद्या वस्तूचा रंग कोणता दिसतो, हे जसे त्या वस्तूच्या प्रकाशातील विशिष्ट रंग शोषण्याच्या गुणधर्मावर अवलंबून असते, तसेच त्या वस्तूवर पडणाऱ्या प्रकाशावरही अवलंबून असते. हल्ली बऱ्याच ठिकाणी रस्त्यांवर पाऱ्याच्या बाष्पाचे दिवे असतात. अशा दिव्याखाली आपल्या नेहमीच्या पहाण्यातल्या वस्तूही वेगळ्याच रंगाच्या दिसतात. हे तुमच्या लक्षात आले आहे का? याचे कारण म्हणजे पाऱ्याच्या बाष्पाच्या दिव्यातून बाहेर पडणारा प्रकाशही पांढराच असला तरी त्यात विविध रंगांचे प्रमाण सूर्यप्रकाशापेक्षा वेगळे असते.

त्यामुळे वस्तूकडून जरी त्याच विशिष्ट रंगाचा प्रकाश शोषला गेला, तरी शोषला न जाता आपल्या डोळ्यांकडे परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशातील रंगांचे प्रमाण सूर्यप्रकाशासाठी व पाऱ्याच्या बाष्पाच्या दिव्याच्या प्रकाशासाठी वेगवेगळे असते. त्यामुळे या परावर्तित प्रकाशाचा एकत्रित परिणाम (जो आपल्याला वस्तूच्या रंगाच्या रूपात जाणवतो) या दोन्ही प्रकाशस्रोतांसाठी वेगळा दिसतो.

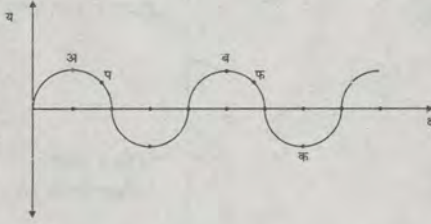
उदाहरणार्थ, पाऱ्याच्या बाष्पाच्या दिव्याच्या प्रकाशात लाल रंग नसतोच. त्यामुळे एरवी सूर्यप्रकाशात लालभडक दिसणारी मिरची या दिव्याच्या प्रकाशात काळी दिसते !

आणखी एक मजेदार गोष्ट म्हणजे, एखादी वस्तू विशिष्ट रंगाची दिसणे आणि एखाद्या दिव्याकडून येणारा प्रकाशस्रोत विशिष्ट रंगाचा दिसणे, यात वेगवेगळ्या प्रक्रिया घडत असतात. उदा. सूर्यप्रकाशात पिकलेली मिरची लाल दिसते, म्हणजे काय होते? तर सूर्यप्रकाशातील लालखेरीज इतर सर्व रंगांचा प्रकाश मिरची शोषून घेते आणि फक्त लाल रंगाचा प्रकाश परावर्तित करते. अशा रितीने मिरचीवर पडलेल्या पांढऱ्या प्रकाशातील काही रंग काढून घेतले गेल्याने मिरची विशिष्ट रंगाची दिसते. याला वजाबाकीने रंग दिसणे (Colour by subtraction) म्हणतात. याउलट, बल्बमधून येणाऱ्या प्रकाशस्रोताचा जो पिवळा रंग दिसतो, तो या दिव्यातून बाहेर पडणाऱ्या प्रकाशाच्या रंगांच्या बेरजेचा परिणाम असतो. याला बेरजेने रंग दिसणे (Colour by addition) म्हणतात.

या मूलभूत फरकाचा एक महत्त्वाचा परिणाम म्हणजे दोन रंगांच्या रंजकांच्या मिश्रणाचा परिणाम हा त्याच रंगांच्या प्रकाशांच्या मिश्रणाच्या परिणामापेक्षा वेगळा दिसतो. यामुळे निळा व पिवळा हे रंग एकत्र केले तर हिरवा रंग तयार होतो. पण निळ्या व पिवळ्या रंगाचे प्रकाशस्रोत एकत्र केले तर पांढऱ्या रंगाचा प्रकाश दिसतो !

## तरंगातील स्थिती (phase)

आकृतीत तरंगावरील बिंदू 'अ' व 'ब' पहा. हे दोन्ही बिंदू तरंगाच्या 'एक स्थिती' आहेत, (in phase) असे म्हणतात. याउलट बिंदू 'अ' व बिंदू 'क' हे 'विरुद्ध स्थिती' (out of phase) आहेत, असे म्हटले जाते. 'प' या बिंदूची स्थिती 'अ', 'ब', 'क' या तिन्ही बिंदूपेक्षा वेगळी आहे. 'फ' व 'प' बिंदूही 'एक स्थिती' आहेत.



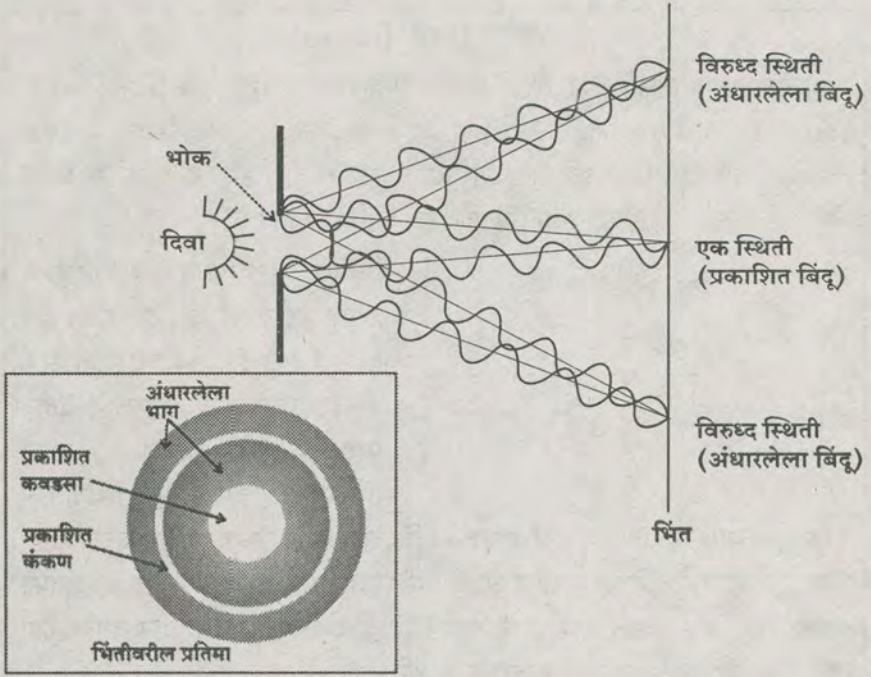
यावरून तुमच्या एक गोष्ट निश्चितच लक्षात येईल. जेव्हा तरंगावरील दोन बिंदूंमध्ये एका तरंगलांबीच्या पटीत फरक असतो, तेव्हा ते बिंदू एकाच स्थितीत आहेत, असे म्हणतात. अशा परिस्थितीत या दोन बिंदूंच्या स्थितीतील

फरक शून्य मानला जातो. याउलट जेव्हा दोन बिंदूतील फरक अर्ध्या तरंगलांबीच्या पटीत असतो, तेव्हा ते बिंदू विरुद्ध स्थितीत आहेत असे म्हणतात व त्यांच्या स्थितीत  $90^\circ$  इतका फरक आहे, असे मानले जाते. याच पध्दतीने एकाच तरंगलांबीच्या दोन वेगवेगळ्या तरंगांतील बिंदूंच्या स्थितींचीही तुलना करता येते.

शकता. आपल्या हाताची दोन बोटे एकाला एक जुळवली, तर मध्ये थोडी फट रहाते. या फटीतून एखाद्या प्रकाशित ट्यूबलाईटकडे किंवा दिव्याकडे पहा. लक्षपूर्वक पाहिल्यास फटीतून दिसणाऱ्या दिव्याच्या भागावर काही काळे पट्टेही दिसतील. बोटांमधील अंतर जरा कमी जास्त केले की या पट्ट्यांचे स्थानही बदलते, हेही तुमच्या लक्षात येईल. हे घडते प्रकाशाच्या विवर्तनामुळे.

यापेक्षा जास्त पद्धतशीर प्रयोगही करून पहा. एक विजेरी घ्या आणि तिच्या तोंडावर एक काळा, अपारदर्शक कागद चिकटवा. टाचणीने कागदाला छोटेसे भोक पाडा. आता

खोलीत अंधार करून विजेरी चालू करा आणि कागदाच्या भोकातून येणारा उजेडाचा कवडसा भिंतीवर सुस्पष्ट दिसेल, अशा रितीने विजेरी भिंतीजवळ धरा. भिंतीवर भोकाच्या बरोबर समोर भोकापेक्षा मोठा असा उजेडाचा ठिपका तर दिसेलच, पण त्याभोवती एक जरा कमी प्रकाशित कंकणही दिसेल. हाही प्रकाशाच्या विवर्तनाचा परिणाम आहे. कागदातील भोकाच्या कडेला स्पर्शून जाताना प्रकाशतरंगांचा मार्ग बदलतो. भिंतीवर एखादा विशिष्ट बिंदू प्रकाशित की अंधारलेला दिसणार, हे त्या बिंदूवर भोकाच्या वेगवेगळ्या भागांतून आलेल्या



### आकृती २ : प्रकाशाचे विकीरण

संकल्पना समजण्याच्या सोयीसाठी भोकाच्या कडेच्या दोन बिंदूतून निघणारे तरंगच फक्त दाखवले आहेत. प्रत्यक्षात भिंतीवर, भोकातील प्रत्येक बिंदूतून तेथे आलेल्या प्रकाश तरंगांचा एकत्रित परिणाम होऊन आपल्याला प्रकाश किंवा अंधार दिसतो.

तरंगांचा एकत्रित परिणाम काय होणार यावर अवलंबून आहे. दोन प्रकाशतरंग जेव्हा एकाच वेळी, एकाच ठिकाणी पोचतात, तेव्हाच्या त्यांच्या स्थितींवर (phases) त्यांच्या एकत्रीकरणाचा परिणाम अवलंबून असतो. हे आकृती २ मधून लक्षात येईल. जर एखाद्या बिंदूवर दोन्ही तरंगांच्या सारख्याच स्थिती एकत्र आल्या, तर तो बिंदू प्रकाशित असल्याचे दिसेल. याउलट विरुद्ध स्थिती एकत्र आल्यास बिंदू अंधारात असल्याचे

दिसेल. या दोन्ही स्थितींच्या मधल्या परिस्थितीत प्रकाशित भागाकडून अंधान्या भागाकडे भिंतीवर पडणाऱ्या प्रकाशाची तीव्रता कमी होत गेलेली दिसेल, तर अंधान्या भागाकडून परत पुढच्या प्रकाशित भागाकडे तीव्रता हळूहळू वाढत गेलेली दिसेल.

थोडा विचार आणि काही प्रयोग करून तुमच्या लक्षात येईल की, भिंतीवरचा एखादा बिंदू प्रकाशात असणार की अंधारात, हे दोन गोष्टींवरून ठरते-भोकाचा आकार आणि

भिंतीवरील बिंदूने भोकाशी केलेला कोन. आकृती नीट पाहिलीत, तर तुमच्या हेही लक्षात येईल, की तरंगलांबी हाही यातला महत्त्वाचा घटक आहे. भिंतीवरच्या एखाद्या बिंदूशी भोकाच्या वेगवेगळ्या भागांतून आलेले प्रकाशतरंग एका स्थितीत एकत्र येणार, की विरुद्ध स्थितीत, की दोन्हींच्या मधल्या स्थितीत, हे प्रकाशाची तरंगलांबी किती आहे याच्यावरही अवलंबून असते. प्रयोगाने याचा पडताळा पहाण्यासाठी मात्र तुम्हाला प्रकाशाच्या तरंगलांबीच्याच मापाचे भोके वापरावे लागेल. आता थोडा विचार केलात, तर अनेक तरंगलांबींचे (रंगाचे) मिश्रण असलेल्या प्रकाशातील वेगवेगळे रंग विवर्तनाने अलग कसे होतात, हे समजू शकेल.

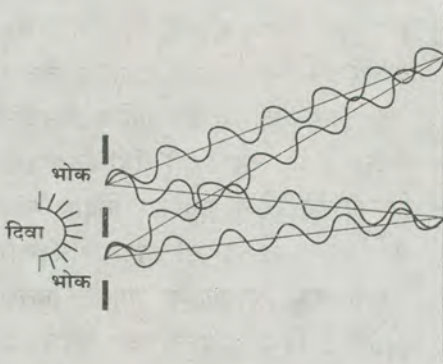
समजा, आपल्या विजेरीतून 'त१' व 'त२' अशा दोन तरंगलांबींचे प्रकाश बाहेर पडत आहेत, भिंतीवरील एक विशिष्ट बिंदू भोकाच्या मध्याशी 'क' हा कोन करत आहे, आणि भोकाचा व्यास 'व' इतका आहे. इथे आपण हे गृहीत धरूया, की 'व' व 'त१' आणि 'त२' यांची मापे जवळजवळ सारखीच आहेत. अशा परिस्थितीत भिंतीवरचा बिंदू 'क' व 'त१' या जोडीसाठी अंधारात तर 'क' व 'त२' या तरंगलांबीच्या प्रकाशासाठी उजेडात असू शकतो. अशावेळी हा बिंदू फक्त 'त२' या तरंगलांबीच्या प्रकाशानेच प्रकाशित होईल व तिथे संबंधित रंगाचा ठिपका दिसेल. याउलट दुसऱ्या एखाद्या 'क१' या कोनावरचा

बिंदू असाही असू शकतो, की जिथे याच्या बरोबर उलट स्थिती असेल. असा बिंदू केवळ 'त१' तरंगलांबीच्या प्रकाशानेच प्रकाशित होईल आणि त्याच्याशी संबंधित रंगाचा ठिपका तिथे दिसेल. इतर काही बिंदूवर 'त१' व 'त२' या दोन्ही तरंगलांबीच्या प्रकाशतरंगांचे वेगवेगळ्या प्रमाणात मिश्रण होऊन विविध रंगछटा तयार झालेल्या दिसतील.

आता आपण आपल्या प्रयोगातल्या काळ्या कागदाला एकाशेजारी एक अशी दोन भोके पाडली, तर काय होईल? आता भिंतीवरचा कोणताही बिंदू अंधारात असणार की प्रकाशात, हे त्या बिंदूवर दोन्ही भोकांतून येणाऱ्या प्रकाशतरंगांचे एकत्रीकरण कसे होते, यावर अवलंबून आहे. यालाच प्रकाशतरंगांचे व्यतीकरण (interference) असे म्हणतात. (आकृती ३ पहा.)

विवर्तनाप्रमाणेच व्यतीकरणही प्रकाशाची तरंगलांबी व भोकांचा आकार यांवर अवलंबून असते, त्याचबरोबर भिंतीवर बिंदूने दोन भोकांच्या मध्याशी केलेला कोन व दोन भोकांमधले अंतर यांवरही अवलंबून असते. इथेही आपण प्रकाशाच्या तरंगलांबीच्या मापाची भोके वापरली, तर व्यतीकरणामुळे भिंतीवर विविधरंगी रचना दिसेल, हे उघडच आहे.

याच्याही पुढे जाऊन आपण एक किंवा दोन भोकांऐवजी जवळ-जवळ अशी अनेक



विरुद्ध स्थिती  
(अंधारलेला बिंदू)

एक स्थिती  
(प्रकाशित बिंदू)

संकल्पना समजण्यासाठी प्रत्येक भोकाकडून आलेला एक एक प्रकाश तरंग दाखविला आहे. प्रत्यक्षात सर्व भोकांच्या सर्व बिंदूतून येणाऱ्या प्रकाशतरंगांचा एकत्रित परिणाम होऊन प्रकाश किंवा अंधार दिसेल.

भित

### आकृती ३ : प्रकाशाचे व्यतीकरण

भोके असलेली चाळणी वापरली, तर प्रत्येक भोकामुळे होणारे विवर्तन व या सर्व भोकांतून आलेल्या प्रकाशतरंगांचे व्यतीकरण यांचा एकत्रित परिणाम होईल. समजा चाळणीतून येणारा प्रकाशच आपण थेट पहात असलो तर? आपण चाळणीकडे वेगवेगळ्या कोनांतून पाहिले, की आपल्याला वेगवेगळे रंग दिसून येतील.

ज्याप्रमाणे पारदर्शक चाळणीमुळे मनोहारी रंगांची नक्षी तयार होते, त्याचप्रमाणे चाळणीच्याच रचनेच्या (भोकांऐवजी अनेक खडे असलेल्या) परावर्तक पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे परावर्तन होतानाही असाच परिणाम होऊन रंगीत नक्षी तयार होते. ही नक्षी नेमकी कशी दिसणार, हे अर्थातच चाळणीतील भोकांच्या किंवा परावर्तक पृष्ठभागावरील खड्यांच्या मांडणीवर अवलंबून असते.

पेट्रोल किंवा साबणाच्या पाण्याच्या

अतिशय पातळ अशा थरावर जेव्हा प्रकाश पडतो, तेव्हा काही प्रकाश थराच्या वरच्या आरशासारख्या गुळगुळीत व परावर्तक पृष्ठभागावरून अंशतः परावर्तित होतो. काही प्रकाश परावर्तित न होता थरामध्ये संक्रमित होतो व थराच्या खालच्या पृष्ठभागावरून अंशतः परावर्तित होतो, परावर्तित झालेला प्रकाश पुन्हा थराच्या वरच्या पृष्ठभागाशी आला, की त्यातला काही भाग पृष्ठभागातून बाहेर पडतो, तर काही पुन्हा उलट्या दिशेने परावर्तित होतो. (आकृती ४ पहा) थराच्या वरच्या पृष्ठभागावरून परावर्तित झालेला प्रकाशतरंग व खालच्या पृष्ठभागावरून परावर्तित होऊन मग वरच्या पृष्ठभागातून बाहेर पडलेला प्रकाशतरंग, हे दोन्ही तरंग एकाच दिशेने प्रवास करतात. जेव्हा हे दोन्ही तरंग एकाच ठिकाणी पोचतात, तेव्हा त्यांच्या स्थिती वेगवेगळ्या असू शकतात, कारण पहिल्या तरंगाच्या तुलनेत दुसरा तरंग जास्त



## विवर्तन, व्यतीकरण व तरंगलांबी

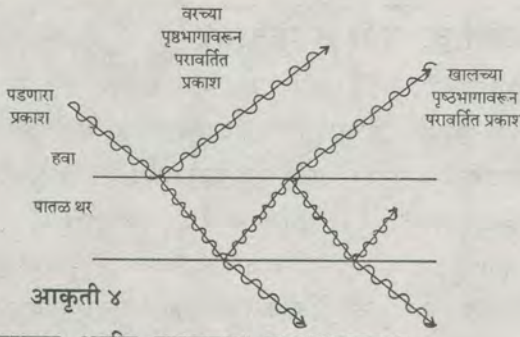
विवर्तन व व्यतीकरण यामुळे प्रकाशातील रंग वेगळे कसे होतात. याचा प्रत्यक्ष पडताळा पहायचा असेल, तर प्रकाशाच्या स्रोतासमोर ठेवलेली भोके प्रकाशाच्या तरंगलांबीशी मिळत्याजुळत्या आकाराची असायला हवी. दृश्य प्रकाशाची तरंगलांबी साधारणतः ३५०० मायक्रॉन ते ७५०० मायक्रॉनच्या दरम्यान असते. (१ मायक्रॉन म्हणजे १ / १००००००००० सेंटीमीटर) ३५०० मायक्रॉन तरंगलांबीचा प्रकाश आपल्याला जांभळा दिसतो, तर ७५०० मायक्रॉनचा प्रकाश तांबडा दिसतो. प्रकाशाच्या रंगावर विवर्तन व व्यतीकरण यांचा परिणाम पहाण्यासाठी आपल्याला काही हजार मायक्रॉनच्या घरात व्यास असलेली भोके वापरावी लागतात. इतका लहान आकार आपल्याला साध्या डोळ्यांनी तर सोडाच, पण प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शकाखालीही मुश्किलीने दिसेल. विवर्तन व व्यतीकरणाचा प्रयोगशाळेत पडताळा पहाण्यासाठी जी चाळणी वापरतात. तिला विवर्तन जालक (diffraction grating) म्हणतात. तुम्ही तुमच्या आसपासच्या एखाद्या विज्ञान किंवा अभियांत्रिकी महाविद्यालयातील पदार्थविज्ञान विभागात गेलात, तर तुम्हाला विवर्तन जालक पहायला मिळेल. तसेच या जालकाचा वापर करून प्रकाशातील रंग वेगळे करण्याचा प्रयोगही पहाता येईल. यासाठी तुमच्या शाळेच्या माध्यमातून तुम्हाला जवळच्या महाविद्यालयाला शैक्षणिक भेट आयोजित करता येईल.

अंतर प्रवास करतो आणि तेही हवा व पेट्रोल किंवा साबणाच्या पाण्याचा थर. असे वेगवेगळे अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमांतून (हवेतून जास्त अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात जाताना प्रकाशाची तरंगलांबी कमी होते, तर परत हवेत येताना पुन्हा वाढून पूर्वीइतकी होते.) अर्थातच वेगवेगळ्या बिंदूशी अशा प्रकारे एकत्र येणाऱ्या तरंगांच्या स्थितीत वेगवेगळे फरक असणार, आणि त्यामुळे व्यतीकरण होऊन रंगीबेरंगी नक्षी दिसणार हे उघडच आहे.

अशा प्रकारे वेगवेगळे अपवर्तनांक असलेले अनेक थर एकाखाली एक असतील

तर? फुलपाखरांच्या पंखांची रचना अगदी अशीच असते. त्यांच्या पंखांवर अगदी बारीक लव असते. ही लव दोन किंवा कधीकधी तीन थरात असते. प्रत्येक थरातील केसांची रचना वेगळी असते, आणि दोन थरांमध्ये अंतर असते. ह्या फटी अर्थातच हवेने भरलेल्या असतात. अशा प्रकारच्या बहुस्तरीय रचनेमुळे फुलपाखरांच्या पंखांवरून परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशाचे व्यतीकरण होते व अशा फुलपाखरांकडे आपण वेगवेगळ्या कोनांतून पाहिले, तर वेगवेगळे रंग दिसतात.

काही फुलपाखरांचे रंग हा रासायनिक



वरच्या आणि खालच्या पृष्ठभागावरून परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशाचे तरंग वेगळ्या स्थितीत असू शकतात.

व भौतिक रंगांचा एकत्रित परिणामही असतो. उदा. समजा फुलपाखराच्या पंखावरील लवीत पिवळा रंजक असेल, आणि या लवीची बहुस्तरीय रचना निळ्या रंगांची नक्षी निर्माण करणारी असेल, तर दोन्हीच्या एकत्रित परिणामुळे फुलपाखराचा रंग हिरवा दिसतो.

शरीराच्या पृष्ठभागावरील विशिष्ट रचनेमुळे रंगीत दिसणे, ही काही फक्त फुलपाखरांचीच मक्तेदारी नाही. इतरही अनेक कीटक, पक्षी, मासे, साप याच प्रकारे 'रंगलेले' दिसतात. मोराच्या पिसाऱ्याच्या मनमोहक रंगांमागेही व्यतीकरणच आहे. तुमच्याजवळ मोरपीस असेल, तर त्यातल्या बारीक पिसाऱ्याच्या रचनेचे निरीक्षण करा, म्हणजे त्याच्या रंगांचे रहस्य तुम्हाला कळेल. मोरपिसाच्या मागून प्रकाश टाकून पाहिलेत, तर तुम्हाला लगेच कळेल, की ते प्रत्यक्षात दिसते, तितके काही रंगीबेरंगी नाही, तर फक्त

जांभळेच आहे. पण त्याच्या रचनेमुळे समोरून पडलेल्या प्रकाशाचे परावर्तनानंतर व्यतीकरण होते आणि त्यात निळ्या-हिरव्या रंगछटा दिसतात.

या ठिकाणी व्यतीकरणाने कोणते रंग दिसणार आणि त्यांची कशी रचना दिसणार हे, हवेचा थर

व फुलपाखरांच्या पंखावरची लव (किंवा मोरपिसातल्या पिसांचा थर) यांच्या अपवर्तनांकातील फरकावरही अवलंबून असते. याचाच अर्थ असा, की हवेऐवजी वेगळ्याच पदार्थाने जर दोन थरांमधल्या फटी भरलेल्या असतील तर व्यतीकरणानंतर वेगळेच रंग व वेगळी नक्षी दिसेल. तुमच्या जवळच्या मोरपिसावर पाण्याचा किंवा पेट्रोलचा ठिपका टाकून काय होते, ते बघा. काळजी करू नका, पाणी किंवा पेट्रोल वाळून गेल्यावर तुमचे मोरपीस पूर्ववत होईल! ❖

**मूळ लेखक :** सुशील जोशी, होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रमात सहभागी. सातत्याने विज्ञान लेखन

**अनुवाद :** अमिता नायगावकर, किसनवीर महाविद्यालय, वाई येथे शिकतात.

**लेख विस्तार :** प्रियदर्शिनी कर्वे, सिंहगड कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग, पुणे, येथे व्याख्याता. ग्रामीण भागासाठी उपयुक्त तंत्रज्ञानावर संशोधन. विज्ञान लेखनात रस.

# गुहेत दडलेला खजिना

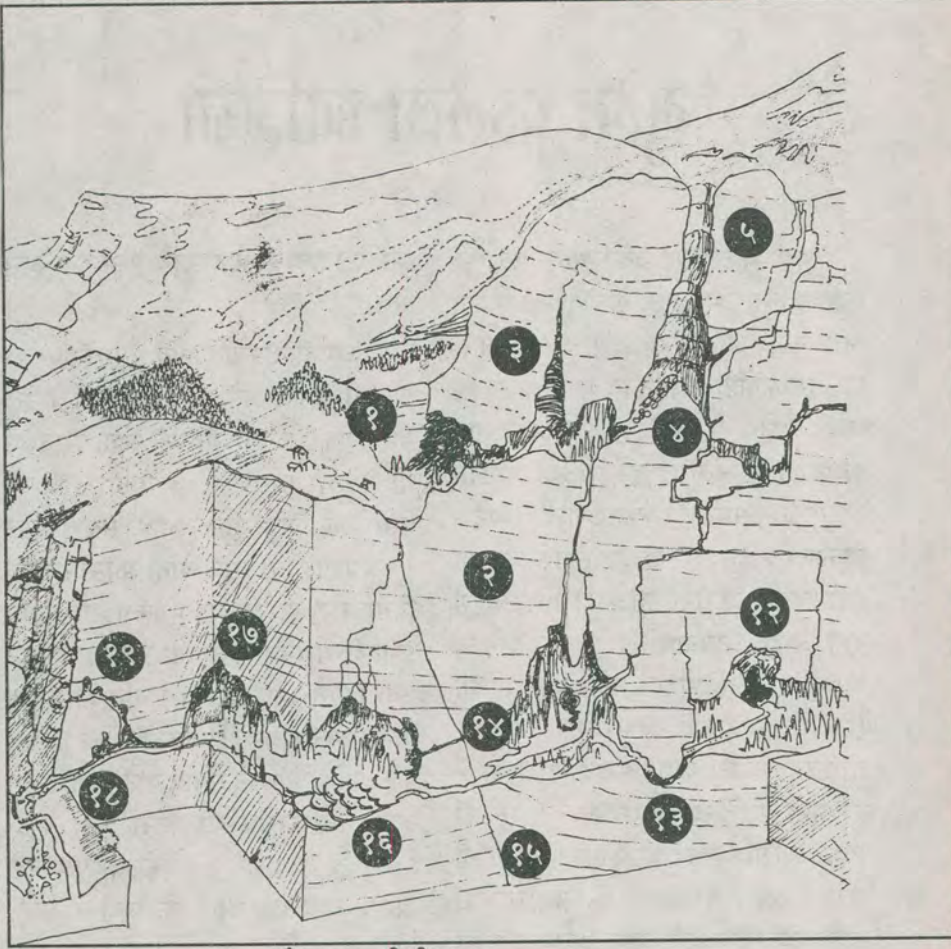
गुहा म्हटले की आपल्या मनात एक गूढरम्य चित्र उभे रहाते. ऐकण्या-वाचण्यात आलेल्या, 'अलिबाबा आणि चाळीस चोर' यासारख्या गोष्टींची आठवण व्हायला लागते. जगात अनेक ठिकाणी पर्वतराजींमध्ये गुहा पहायला मिळतात, डोंगराच्या पोटात दूरदूरपर्यंत पसरलेल्या गुंफा प्रणालीही अनेक ठिकाणी आहेत. अगदी आपल्या जवळच्या सह्याद्रीच्या कपारींमध्येही काही वैशिष्ट्यपूर्ण गुहा आहेत. नवनाथांच्या नावाने प्रसिध्द असलेल्या काही गुहा - लोणावळ्यापाशी रेल्वेमार्गाजवळचं गंभीरनाथ मंदीर, सासवडजवळचं कानिफनाथांचं स्थान - तुम्हीही पाहिल्या असतील. गारगोटी जवळच्या प्रसिध्दगडावरही एक गुंफाप्रणाली आहे. अशा गुहांमध्ये अलिबाबाच्या गोष्टीतल्या गुहेपेक्षाही जास्त अनमोल असा खजिना दडला आहे.

निसर्गाच्या शेकडो हजारो वर्षांच्या कोरीवकामातून गुंफा प्रणाली तयार होतात. या कोरीवकामासाठी वापरले गेलेले हत्यार असते पाणी. गुंफा प्रणाली सर्वसाधारणतः चुन्याच्या खडकांपासून बनलेल्या पर्वतराजींमध्ये सापडतात. सह्याद्रीमध्ये मात्र चुन्याचे खडक फारसे नाहीत. गुहांचे हे जाळे जमिनीच्या पृष्ठभागाच्या शेकडो फूट खाली

आणि कित्येक मैल लांब पसरलेले असू शकते.

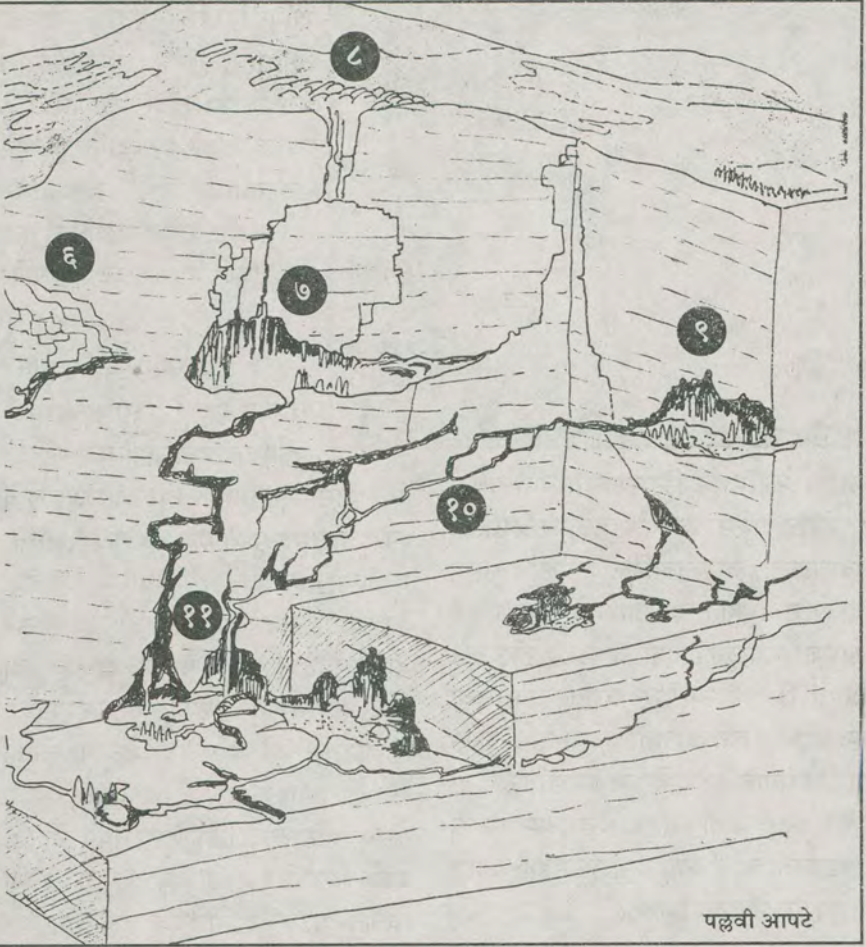
जगातील सर्वात लांब पसरलेली गुंफा प्रणाली म्हणजे अमेरिकेतील केंटुकी येथील मॅमथ गुंफा. आत्तापर्यंतच्या संशोधनावरून या गुंफेचा पसारा २०० मैलांहून जास्त पसरलेला दिसून आला आहे. सर्वात खोल गुंफा प्रणालीचा मान जातो फ्रान्समधल्या पियरे सेंट मार्टिन या गुंफेला. या गुंफा प्रणालीच्या सर्वात वरच्या प्रवेशद्वारापासून आत्तापर्यंत सापडलेल्या सर्वात खालच्या पातळीवरच्या बोगद्यापर्यंतची खोली ४३६४ फूट आहे. जगातले सर्वात मोठे गुंफा दालन आहे ते स्पेनमधल्या कारलिस्टा गुंफा प्रणालीत. हे दालन २० एकरांवर पसरलेले असून त्याचे छत ४०० फूट उंचीवर आहे. अर्थात अजूनही नव्यानव्या गुंफा प्रणालींचे शोध लागत आहेत. तसेच माहित असलेल्या प्रणालींचे नवेनवे भाग समोर येत आहेत. यामुळे गुंफासंबंधी उच्चांकांचे हे आकडेही बदलू शकतात.

चुनखडी म्हणजे कॅल्शियम कार्बोनेट. चुनखडीबरोबर पाण्याची रासायनिक प्रक्रिया होऊन कार्बन डायऑक्साईड वायू तयार होतो. चुन्याच्या खडकांतल्या नैसर्गिक भेगा



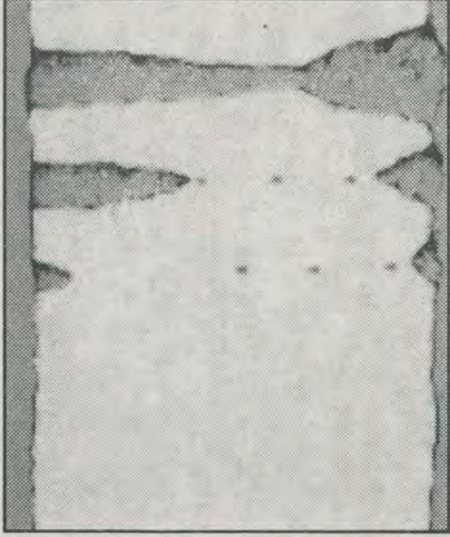
### गुंफा प्रणालीची रचना

१. प्रवेशद्वार
२. फटीच्या जाळ्याने पोखरलेला चुन्याचा खडक
३. छत ढासळून तयार झालेले दालन
४. दगडमातीचा ढिगारा
५. जमिनीवरून दिसणारे खोल व अरूंद विवर
६. आम्लयुक्त पाण्याच्या प्रवाहामुळे रूंद झालेल्या भेगा
७. खांब, चुनखडीचे सूळ, मूळ असलेले दालन
८. झीज झालेला खडकाचा पृष्ठभाग (जवळपास गुंफा प्रणाली असल्याचे एक लक्षण)
९. तळे असलेले दालन
१०. भूमिगत झरा



पल्लवी आपटे

११. मोठ्या दालनात पडणारा धबधबा
१२. क्षाराच्या स्फटिकांच्या विविध वैशिष्ट्यांनी नटलेले एक दालन
१३. पाण्याने भरलेला बोगदा
१४. भूमिगत नदी
१५. खडकाला पडलेली मोठी भेग
१६. ओळीने असलेले लहान बंधारे आणि त्यामुळे तयार झालेला पायऱ्यापायऱ्यांचा पाण्याचा प्रवाह
१७. भूमिगत तळे
१८. जमिनीवर येणारा वाहता झरा
१९. पूर्वी जमिनीवर येत असलेल्या पण आता आटलेल्या झऱ्याच्या खुणा.



रचना निर्माण करते. चुन्याच्या खडकांतल्या गुहांमध्ये सर्वांत मोठ्या प्रमाणावर दिसणारी एक रचना म्हणजे गुहेच्या तळापासून छतापर्यंत असणारे अखंड खांब-लवणस्तंभ. अशाच खांबांचे एक छयाचित्र या अंकाच्या शेवटी पहा.

हे खांब कसे तयार होतात?

पाण्याच्या सान्निध्यामुळे गुहांमधली हवा नेहमीच बऱ्यापैकी दमट असते. छतामधून झिरपणारे आम्ल व क्षारयुक्त पाणी गुहेत थेंब थेंब गळत असते. गुहेतल्या दमट हवेत या पाण्याच्या थेंबातील काही क्षार द्रावणातून स्फटिकीभवन होऊन बाहेर पडतात आणि पाण्याच्या थेंबाच्या जागी क्षाराचे घनरूप स्फटिक तयार होतात. हे स्फटिक जसे जमिनीवर थेंब पडलेल्या ठिकाणी तयार होतात, तसेच छपरातून पाणी झिरपत असलेल्या ठिकाणीही तयार होतात. एक एक स्फटिक गोळा होत होत, शेजारच्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे एक खांब जमिनीवर छताच्या दिशेने सुळासारखा वाढू लागतो, तर दुसरा खांब त्याच्या बरोबर वर, छताकडून जमिनीकडे मुळासारखा वाढू लागतो. या खांबांना अनुक्रमे चुनखडी सूळ (स्टॅलामाईट) व चुनखडी मूळ (स्टॅलाक्टाइट) म्हणतात. कालांतराने हे दोन खांब एकमेकांना भिडतात व एकच अखंड खांब तयार होतो. असे आदी छोट्टेसे स्तंभ (खरं तर लवणकांड्याच) नगर जिल्ह्यातल्या

आणि फर्टीमधून झिरपणाऱ्या पावसाच्या पाण्यात पुरेसा कार्बन डायऑक्साईड विरघळला, तर कार्बोनिक आम्लाचे सौम्य द्रावण तयार होते. या आम्लयुक्त द्रावणात हे खडक विरघळू लागतात. या खडकांतील इतर क्षारही झिरपणाऱ्या पाण्याबरोबर द्रावणाच्या स्वरूपात वाहत जातात. कालांतराने लहान फर्टीचे भेगात आणि भेगाचे बोगद्यांत रूपांतर होते. काही वेळा आतून पोखरल्या गेलेल्या खडकाचा काही भाग ढासळून पडतो आणि उसुंग दालने तयार होतात.

पाणी जसजसे खडकात खाली खाली झिरपत जाते, तसे मागे रिकाम्या गुहा आणि त्यांना जोडणारे बोगद्यांचे जाळे उरते. यालाच गुंफा प्रणाली म्हणतात. गुंफा प्रणालीचे विविध भाग चित्रात दाखवले आहेत.

गुहेच्या जमिनीवरून वाहणारे पाणी, खोल खोल चर निर्माण करत जाते. छपरातून झिरपणारे आणि भिंतीवरून ओघळणारे आम्ल व क्षारमिश्रित पाणी गुहेत वेगवेगळ्या

वडगाव दर्या इथे पाहायला मिळतात. भारत बांगला देश सीमेवर - आसाम सरहद्दीवर मौसुमी इथे आणि मध्यप्रदेशात बस्तर जिल्ह्यातही अशा गुंफा आहेत.

भिंतीवरून ओघळणाऱ्या पाण्यातील क्षारांच्या स्फटिकीभवनातून गुहांच्या भिंतींवरही चित्रविचित्र आकार तयार होतात. छतापासून टांगलेले पारदर्शक पडदे, स्फटिकी तारे, फुले, नागमोडी आकृत्या यांसारख्या रचना अनेक गुहांमध्ये दिसतात. उतारावरून ओघळणाऱ्या पाण्यातील क्षारांच्या स्फटिकीभवनामुळे एकामागोमाग एक छोटे छोटे अर्धचंद्राकार बंधारे तयार होतात. व या प्रत्येक बंधान्यामागे पाणी साठून रहाते. दालने व बोगद्याचे चक्रावून टाकणारे जाळे आणि गुंफामधल्या अशा विविध स्फटिकी रचना या गोष्टींमुळे गुहांभोवती एक गूढ वलय निर्माण

झाले आहे.

चुनखडी सूळ, मूळ, भिंती व छतावरची नक्षी, दालनांतील तळी, असा मनोवेधक खजिना तर गुंफांमध्ये पाहायला मिळतोच. पण काही गुंफांत ऐतिहासिक महत्त्वाचा खजिनाही सापडला आहे. उदा. काही गुंफामध्ये प्राण्यांचे सांगाडे आढळले आहेत. आदिमानवांच्या चित्रकृतींनी नटलेल्या गुहांबद्दल तर तुम्ही ऐकले - वाचले असेलच. काही गुंफामध्ये माणसांनी शेकडो वर्षापूर्वी दडवून ठेवलेल्या वस्तू, तसेच गुहांच्या आश्रयाने जगणाऱ्या प्राचीन मानवी वस्त्यांचे अवशेष सापडले आहेत. गुंफांच्या पोटात दडलेल्या या खजिन्यांमुळे पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचा आणि माणसाचा इतिहास समजण्याच्या दृष्टीनेही मदत झाली आहे. ❖

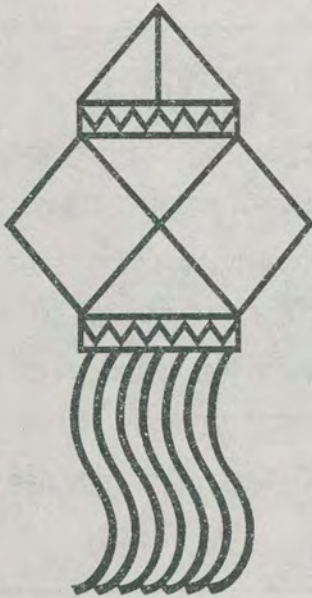
## आपण संदर्भसाठी काय करू शकता?

- ❑ आपल्या वाचनात आलेल्या विज्ञान व शिक्षण विषयक इतर भाषांतील लक्षणीय लेखांचे अनुवाद करून आम्हांला पाठवा.
- ❑ विज्ञान आणि शिक्षण यामध्ये आपला विशेष अभ्यास असेल तर त्या विषयातील शिक्षक विद्यार्थ्यांसाठी समर्पक लेख पाठवा.
- ❑ आपण शिक्षक असाल तर आपल्याकडे अनुभवांचा अमोल साठा असेल. त्यातले वेचक अनुभव आमच्या वाचकांपर्यंत पोचवा.
- ❑ शैक्षणिक संदर्भसाठी हिंदी किंवा इंग्रजी लेखांचे अनुवाद करण्याची इच्छा असल्यास, संपर्क साधा.

# आपला हात जगन्नाथ

## बहुफलक

आपण दिवाळीसाठी वेगवेगळ्या प्रकारचे आकाशकंदील केलेले पाहिले असतील. त्यातला बांबूच्या काड्या वापरून केलेला आकाशकंदील तुम्हाला आठवत असेल. समभुज चौकोन आणि त्रिकोण असे दोन आकार वापरून हा बनविलेला असतो. असेच विविध आकार वापरून आणखीही काही आकृती बनविता येतात.



ज्या आकृत्यांच्या सर्व बाजू आणि सर्व कोन समान आहेत अशा आकृत्यांना सुसम बहुभुज म्हणतात. अशा सुसम त्रिकोण, चौरस, पंचकोन, षट्कोन इ. आकृत्या कंपासपेटी वापरून तुम्हाला काढता येत असतील. कंपासपेटी न वापरता देखील यातील काही आकृत्या काढता येतात. त्याबद्दल पुन्हा कधीतरी.

या प्रकारच्या सुसम बहुभुज आकृत्या या एका पातळीतल्या म्हणजेच द्विमित आहेत. याच प्रकारच्या त्रिमित सुसम आकृत्याही असतात. चौकोनी ठोकळा, वीट किंवा इष्टिकाचिती, लोलक हे आकार अनेक बहुभुजांनी बनलेले बंद त्रिमित आकार आहेत. सरळ रेषानी तयार झालेली द्विमित बंद आकृती म्हणजे बहुभुज. तशा बहुभुजांनी तयार झालेल्या त्रिमित बंद आकृतीला आपण बहुफलक म्हणू.

‘घन’ ही सहा चौरसांनी बनलेली आकृती अनेक अर्थानी सममिती दाखवते. मात्र लोलकाची गोष्ट थोडी वेगळी आहे. त्याचे सगळे पृष्ठभाग सारखे नाहीत. त्रिमित

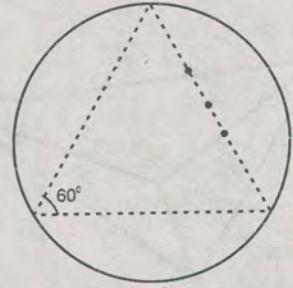


आकारांमध्ये बहुफलक तयार करायचे असतील तर असंख्य आकार बनवता येतील. पण सममिती बहुफलक बनवायचे असतील तर कोणकोणते बनतील?

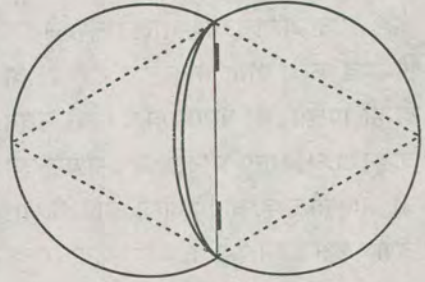
सममिती त्रिकोणांपासून चतुष्फलक, अष्टफलक अशा आकृत्या बनवता येतात. शेजारी दाखवल्याप्रमाणे जाडसर कागदाचे सारख्या आकारांचे अनेक गोल कापून घ्या. परीघावर टोके येतील असा सुसम त्रिकोण काढा. मधल्या त्रिकोणी आकाराच्या कडेने दुमडून घ्या. असे दोन त्रिकोण एकमेकांवर बरोबर ठेवून त्यांची एक बाजू स्टेपलरने जोडून टाका. आता उरलेल्या २ बाजूंपैकी एका बाजूवर आणखी एक त्रिकोण जोडा. आता पहिल्या व तिसऱ्या त्रिकोणाची क्रमांक १ ही बाजू एकमेकांना जोडली तर त्रिकोणी पाया असलेल्या लोलकासारखा आकार तयार होईल. फक्त त्याच्या पायाचा त्रिकोण जोडायचा शिल्लक राहिला आहे. मात्र या आकृतीच्या कडांना बाहेरून एक किनार/झालर राहिलेली आहे.

पायाचा त्रिकोण जोडलात तर चार बाजूंनी बंद असा त्रिकोणी पाया असलेला लोलक / पिरॅमिड तयार होईल. (आकृती ५ पहा.)

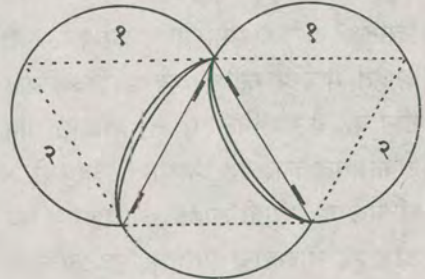
आणखी एक करता येईल. या मोकळ्या जागी त्रिकोण जोडण्याऐवजी अशाच तीन त्रिकोणांचा बनलेला पिरॅमिड किंवा लोलकदेखील जोडता येईल. (आकृती ६ प्रमाणे)



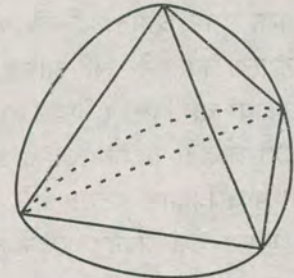
आकृती १



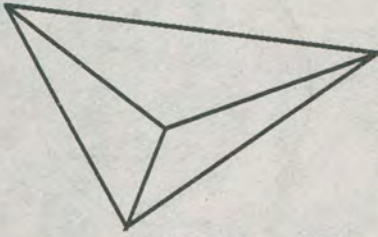
आकृती २



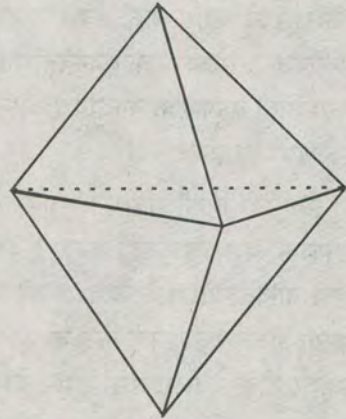
आकृती ३



आकृती ४

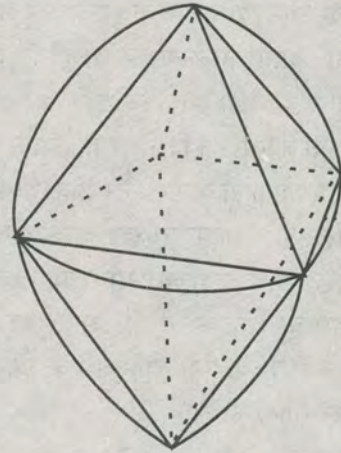


आकृती ५



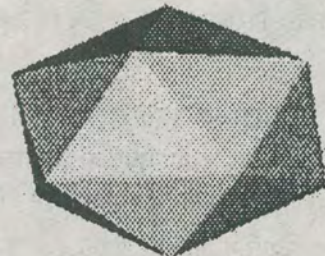
आकृती ६

आता अशाच चार-चार त्रिकोणांचे दोन पिरॅमिड करा. पाया मोकळाच राहू दे. या दोन्ही पिरॅमिडचा पाया एकमेकांवर ठेवून जोडून टाका. आता आठ त्रिकोणांनी बनलेली जी आकृती तुम्हाला मिळाली आहे ती जरा विशेष लक्ष देऊन पहा. त्रिकोणी पायावरच्या सहा पृष्ठांच्या आकृती ६ पेक्षा या आठ पृष्ठांच्या आकृती ७ मध्ये काय विशेष दिसतंय? दोन्हीही सुसम बहुभुजांनी बनलेल्या आहेत. मात्र आकृती ६ मध्ये दोन टोकांजवळ तीन पृष्ठे येऊन मिळतात तर मधल्या तीन टोकांजवळ चार पृष्ठे मिळतात. आकृती ७ ची सर्व पृष्ठे सारखी आहेत. त्याचप्रमाणे सर्व टोकेही सारखीच आहेत. इथे प्रत्येक टोकाजवळ चार पृष्ठे येऊन मिळतात.

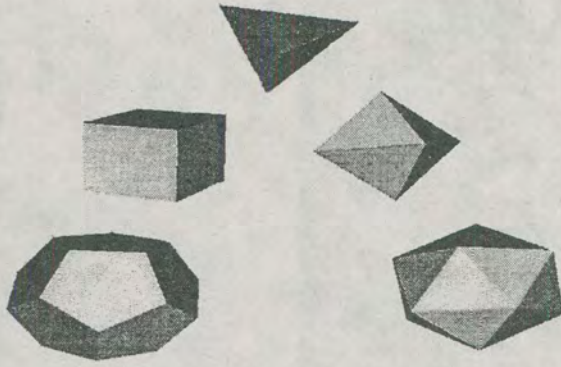


आकृती ७

अशा सुसम त्रिमित आकृती आणखी कोणकोणत्या करता येतील? आपण आता एका टोकावर चार त्रिकोण जोडले तसे पाच त्रिकोणही जोडता येतील. आता प्रत्येक टोकावर पाच त्रिकोण येतील असे जोडत जायचे. एकूण वीस त्रिकोण जोडले की ही त्रिमित आकृती बंद होते.



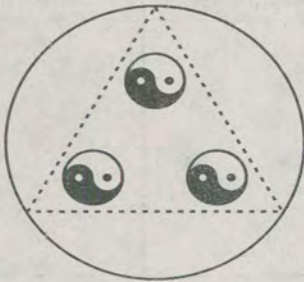
आकृती ८

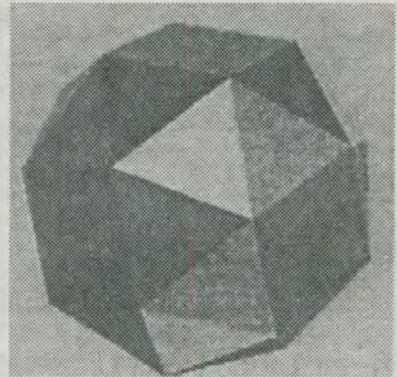
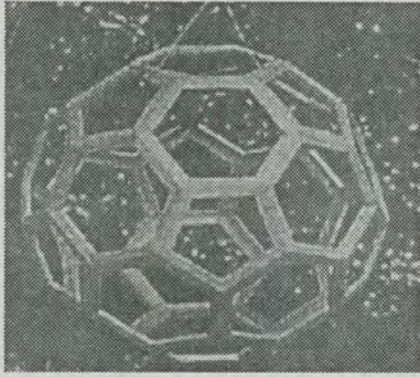


असंख्य प्रकारचे त्रिमित बहुफलक बनवता येतील. पण सुसम बहुभुजांपासून बहुफलक बनवायचे असतील तर फक्त पाचच प्रकार शक्य आहेत. सुसम बहुफलक म्हणजे जी त्रिमित आकृती सुसम बहुभुजांनी बनली आहे आणि जिच्या सर्व कडा सममिती आहेत आणि सर्व टोकेही सममिती आहेत.

याच पद्धतीने सुसम चौकोन म्हणजे चौरस आणि सुसम पंचकोन घेऊन पाहू या. चौरस वापरून त्रिमित आकृती बनवायची तर एका टोकाजवळ तीनच जोडता येतात. (याचे कारण काय असेल शोधून काढा बरं ! ) पंचकोन देखील तीनच. पण चौरस जोडून बंद आकृती करायची तर सहा पृष्ठे पुरतात. आणि पंचकोन जोडून बंद आकृती करायची तर बारा पृष्ठे लागतात.

या बंद आकृतींचा उपयोग तुम्हाला या दिवाळीमध्ये आकाशकंदील करण्यासाठी करता येईल. जाडसर कार्डशीटचे ८, १२ किंवा २० गोल कापून घ्या. ८ किंवा २० कापले तर प्रत्येक गोळामध्ये समभुज त्रिकोण आणि १२ पृष्ठांसाठी पंचकोन काढा. बाजूने किनार सोडून मधल्या भागात छानशी नक्षी कापून घ्या. त्यावर रंगीत पतंगाचा कागद चिकटवा. नंतर सुसम बहुभुजाकृतीवर कागद दुमडून घ्या.





१२ सुसम पंचकोन आणि २० सुसम षट्कोन वापरून बनलेली फुटबॉल कार्बनची प्रतिकृती

सुसम त्रिकोण व चौरस यापासून बनलेला बहुफलक याला 'स्नब क्यूब' म्हणतात.

आधी वाचल्याप्रमाणे या बहुभुजा एकमेकांना जोडून बंद आकृती तयार करा. पण शेवटचे पृष्ठ जोडण्याआधी थोडे थांबा. आकाशकंदील टांगून ठेवायची आणि त्यामध्ये दिवा लावायची व्यवस्था करायला हवी आता.

पद्धतीने तुम्ही आकाशकंदील बनवू शकाल.

असा आकाशकंदील करण्याआधी या अंकातील मधल्या पानावर दिलेल्या आकृती वापरून त्यापासून सुसम बहुपृष्ठांच्या प्रतिकृती बनवा. त्यानंतर गोलामध्ये बहुभुजाकृती काढून स्टेपलरने जोडण्यापेक्षा अधिक सुबक

सुसम बहुपृष्ठांच्या आकृती लक्षात राहाण्यासाठी खाली दिलेला तक्ता तुम्हाला उपयोगी पडेल.

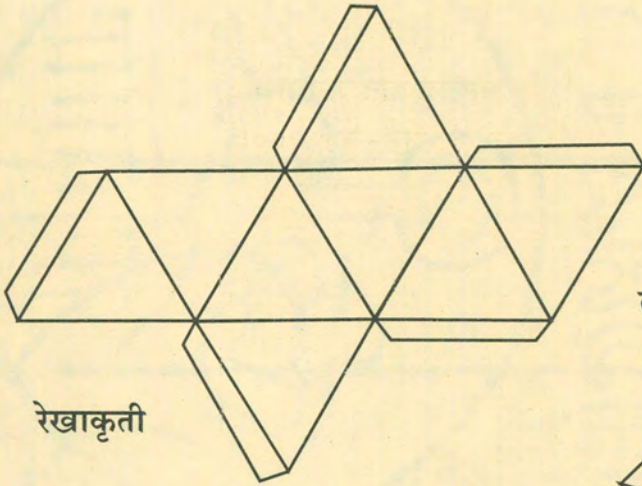
अशा वेगवेगळ्या बहुभुजाकृती वापरून केलेल्या आकृती तुम्ही पाहिल्या असतील. उदा. आपल्याकडचा पारंपरिक आकाशकंदील, पंचकोन व षट्कोन वापरून बनलेला फुटबॉल. ❖

आधार : शैक्षिक संदर्भ अंक २८ मधील अभिषेक धर यांचा लेख.

| सुसम बहुपृष्ठ | सुसम बहुभुज | एकूण पृष्ठे | आकृतीच्या कडा | आकृतीची टोके |
|---------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
| चतुष्फलक      | त्रिकोण     | ४           | ६             | ४            |
| अष्टफलक       | त्रिकोण     | ८           | १२            | ६            |
| विंशफलक       | त्रिकोण     | २०          | ३०            | १२           |
| घन            | चौरस        | ६           | १२            | ८            |
| द्वादशफलक     | पंचकोन      | १२          | ३०            | २०           |

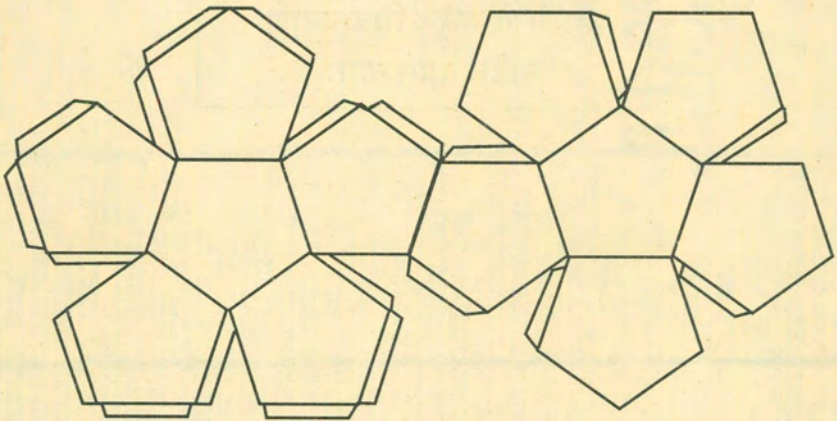
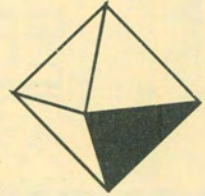
आपला हात जगन्नाथ  
अंक ६, जून-जुलै २०००

आकृतीप्रमाणे कापून घ्या.  
आणि शेजारील चित्राप्रमाणे  
मॉडेल तयार करा.



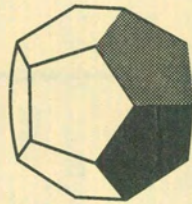
रेखाकृती

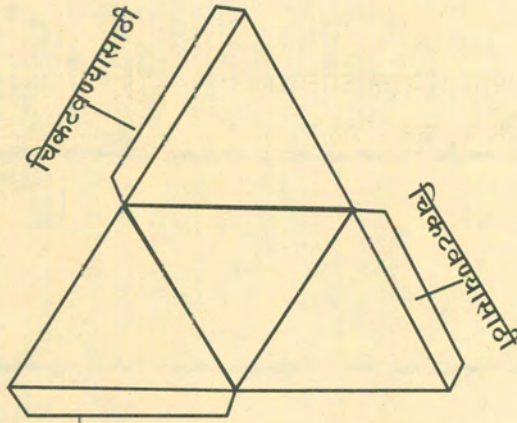
तयार होणारे  
मॉडेल



रेखाकृती

तयार होणारे  
मॉडेल

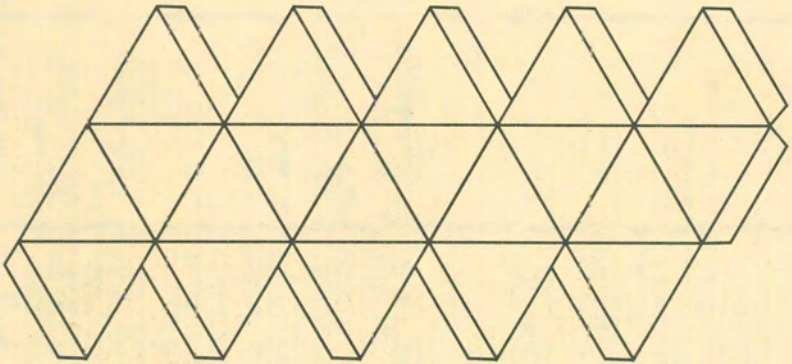




चिकटवण्यासाठी

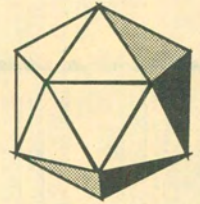
रेखाकृती

तयार होणारे  
मॉडेल



रेखाकृती

तयार होणारे  
मॉडेल



आपला हात जगन्नाथ  
अंक ६, जून-जुलै २०००

आकृतीप्रमाणे कापून घ्या.  
आणि शेजारील चित्राप्रमाणे  
मॉडेल तयार करा.



# भू'गोला'तील नकाशा



भूगोलाचा अभ्यास करताना पृथ्वीगोल, अक्षांश-रेखांश आणि आपल्या देशाचा नकाशा कितीतरी वेळा आपण पहातो. गोलावरचे रेखांश धृवापाशी मिळतात यात नवीन काय? पण जगाचा कागदावरचा नकाशा बघताना हाच ध्रुव जवळ जवळ विषुववृत्ताएवढाच लांब ताणून काढलेला असतो याचा विचार शाळेत फारसा कधी केला नव्हता. खरंच काय काय घडतं यामुळे ?

● लेखक : यमुना सनी ● अनुवाद : राजीव पागे

अगदी प्राचीन काळापासून जेव्हा लिहिण्याची विद्यादेखील माणसाला अवगत नव्हती तेव्हापासून नदी, डोंगर, गावे आणि त्यातील अंतरे दाखविणारे नकाशे माणूस काढत होता. तेव्हा पृथ्वी तबकडीसारखी चपटी असून सर्व बाजूंना समुद्र आहे असे समजले जाई. संदर्भ नमुना अंक २ मध्ये याबद्दल वाचलेलं असेल. पंधराव्या शतकात पोर्तुगाल सारख्या व्यापारी देशातील नाविकांनी समुद्रयात्रेसाठी नकाशे बनविण्यास सुरुवात केली. युरोपीय देशांची साम्राज्ये उभी करण्यात या नकाशांनी मोलाची भूमिका बजावली.

शाळेच्या पुस्तकातील पृथ्वीचा नकाशा व (त्रिमित) पृथ्वीचा गोल हे निरखून

पाहिल्यास त्यात खूप फरक दिसेल. गोलाकार पृथ्वीचा नकाशा सपाट कागदावर कसा बनवत असतील ? तो बनविताना कोणत्या अडचणी येतात ?

चित्र २ मधील नकाशा पुस्तकात किंवा भिंतीवर अनेकदा पाहिला असेल. इयत्ता नववीच्या- भूगोलाच्या पुस्तकातही असलेला हा नकाशा इतका रूढ झाला आहे की आपल्या मनातली पृथ्वीबद्दलची संकल्पना या नकाशाप्रमाणे असते. १५६९ मध्ये, हॉलंडच्या नकाशाकार मर्केटरने काढलेल्या नकाशावर हा आधारित आहे. मर्केटरने हा नकाशा समुद्री प्रवासात दिशा कळण्यासाठी काढला होता. अचूक दिशा हे या नकाशाचे वैशिष्ट्य आहे. परंतु अनेक

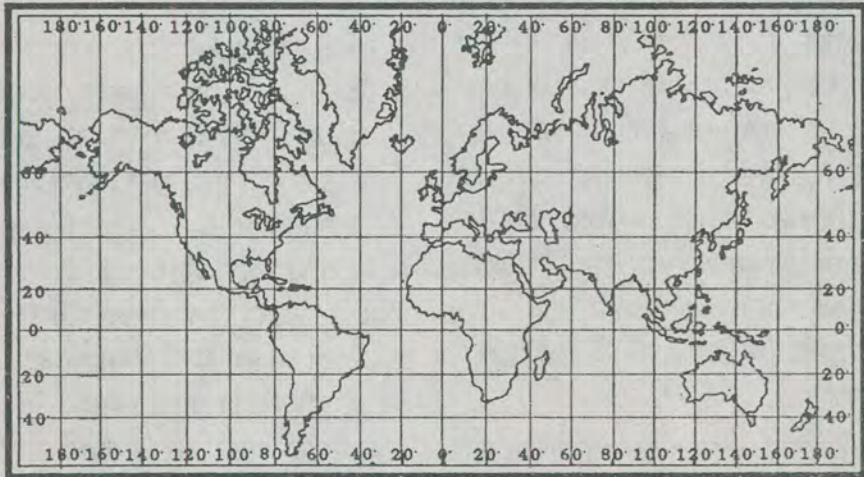


चित्र १, जगाचा नकाशा

भूभागांच्या आकाराच्या बाबतीत मात्र या नकाशात खूप विसंगती आहेत. या नकाशामध्ये उत्तर गोलार्धातील देश आकाराने बरेच मोठे दिसतात. उदा. दक्षिण अमेरिका खंड हा ग्रीनलँडपेक्षा लहान दिसतो. प्रत्यक्षात दक्षिण अमेरिका ग्रीनलँडपेक्षा दहापट मोठा आहे.

मर्केटरने बनविलेल्या नकाशावर

आधारित नकाशे पाहून आपल्याला इतकी सवय झालेली आहे की दुसऱ्या पद्धतीने काढलेले नकाशे आपल्याला बरोबर वाटत नाहीत, पटत नाहीत. उदाहरण म्हणून आपण १९७३ मध्ये पीटरने काढलेला नकाशा पाहू. या नकाशात सर्व देशांचे, भूखंडांचे क्षेत्रफळ अगदी बरोबर प्रमाणात आहे. (चित्र १० पहा.)



चित्र २, मर्केटरने काढलेला नकाशा

## सामान्य नकाशातील विसंगती

१) नकाशात उत्तर अमेरिका आफ्रिकेपेक्षा मोठा दिसतो पण वास्तवात आफ्रिका सव्वापट मोठा आहे.



आफ्रिका - ३०,३३०,००० चौ.कि.मी. उत्तर अमेरिका - २४,२४९,००० चौ.कि.मी.



२) स्कॅन्डिनेवियन देश भारताच्या आकाराचे दिसतात पण भारत स्कॅन्डिनेवियन देशांपेक्षा तिप्पट मोठा आहे.

३) नकाशात दक्षिण अमेरिका युरोपपेक्षा लहान दिसतो. पण प्रत्यक्षात तो युरोपपेक्षा दुप्पट मोठा आहे.



४) अलास्का व ब्राझील जवळपास सारखे दिसतात. ब्राझील अलास्कापेक्षा सहापट मोठा आहे.



५) दक्षिण अमेरिका ग्रीनलँडपेक्षा दहापट मोठा असून नकाशात मात्र ग्रीनलँडपेक्षा छोटा दिसतो.

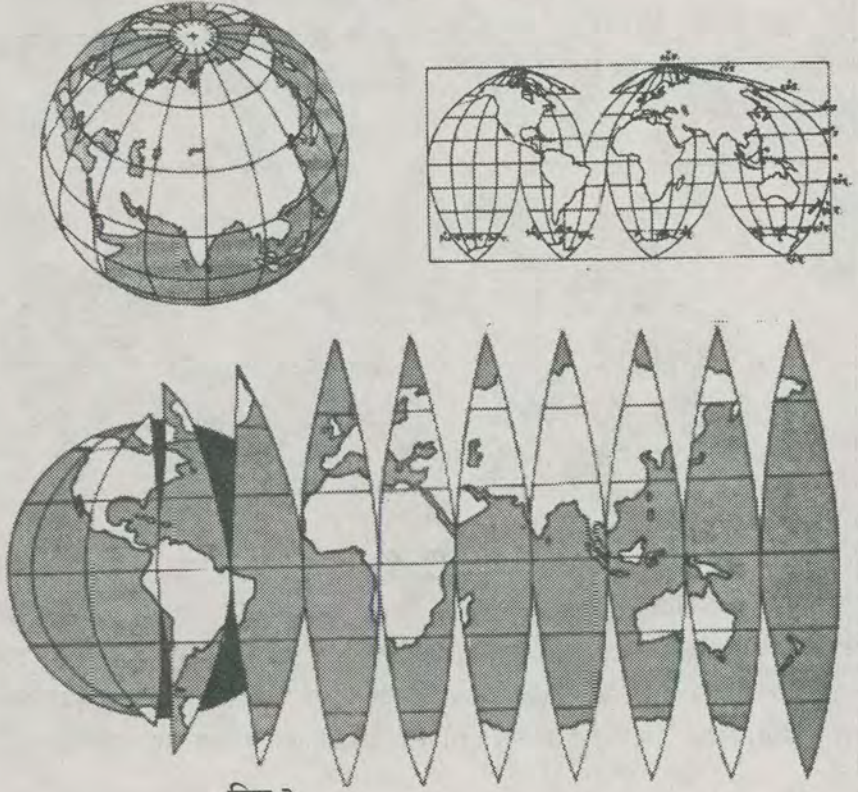
६) रशियाचे पूर्व टोक व अलास्का हे सर्वात लांबचे प्रदेश वाटतात. पण हे दोन प्रदेश एकमेकांस चिकटून आहेत.

## जगाचे नकाशे

जगाचा नकाशा सपाट कागदावर काढताना प्रमुख अडचण म्हणजे पृथ्वी त्रिमित, गोलाकार आहे पण आपल्याला नकाशा तर द्विमित म्हणजे सपाट कागदावर काढायचा असतो. म्हणजेच आपल्याला पृथ्वीचा पृष्ठभाग संत्र्याच्या सालीसारखा काढून सरळ केला पाहिजे, किंवा

कॅलिगडासारख्या पृथ्वीगोलाच्या फोडी करून त्यांच्या सालीचा भाग कागदावर सरळ येईल असा अंधरला पाहिजे. हे करताना आपल्याला कळेल की गोल किंवा अर्धगोल पृष्ठभाग कागदासारखा सपाट करणे अशक्यच आहे. तसे करताना गोल पृष्ठभाग कोठे आकुंचन पावेल तर कोठे ताणावा लागेल. त्यामुळे सर्व भूभाग अचूक, जसा आहे तसा येणे अशक्यच !

चित्र ३ : पृथ्वीगोलावरील नकाशे सरळ कागदावर काढण्यासाठीच्या वेगवेगळ्या पध्दती



चित्र ३

पूर्वीच्या काळी यासाठी काचेच्या गोलाचा वापर केला जात असे. काचेच्या गोलावर पृथ्वीगोलाप्रमाणे भूखंडांचे आकार काढून आत दिवा लावला जाई. बाहेरच्या बाजूला कागद धरल्यावर त्यावर पडणाऱ्या सावलीवरहुकूम नकाशा काढला जाई. यासाठी वेगवेगळ्या आकाराचे कागद वापरले जात.

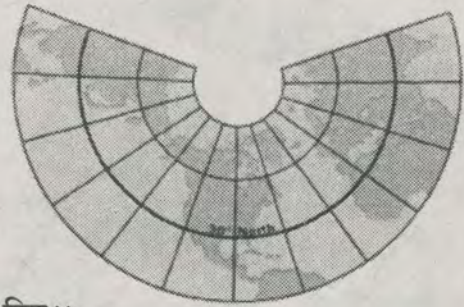
१) दंडगोलाकार

२) शंकूचा आकार

३) सपाट पृष्ठभाग

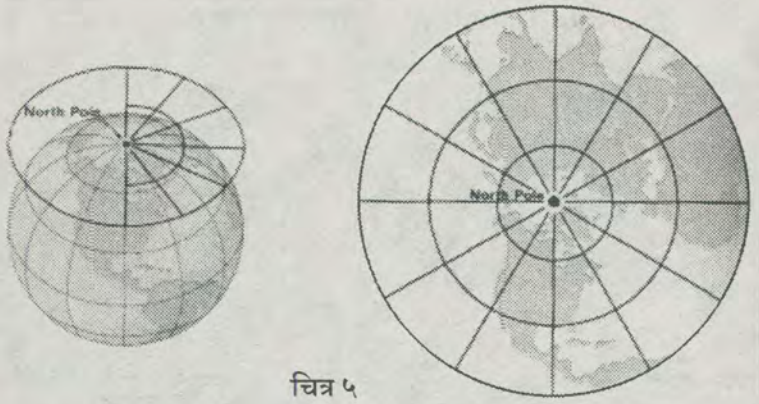
भूखंडांचे आकार काढल्यावर वापरलेला कागद उघडून पसरला की झाला नकाशा तयार !

काचेच्या पृथ्वीगोलात दिवा लावून, भूपृष्ठांची सावली जर गोलाभोवती दंडगोलाप्रमाणे गुंडाळलेल्या कागदावर घेतली, या कागदावर विषुववृत्त, कर्कवृत्त, मकरवृत्त आणि त्यापुढचेही अक्षांश काढून घेतले, तर रेखांशदेखील या कागदावर काढले, ते मात्र पृथ्वीगोलाप्रमाणे ध्रुवापाशी एका बिंदूत मिळण्याऐवजी एकमेकांपासून कितीतरी दूर राहतात. दोन रेखांशामध्ये विषुववृत्तापाशी जितकं अंतर असतं तितकंच या नकाशात ध्रुवाजवळही दाखवलं जातं. ते प्रत्यक्षात कितीतरी कमी असतं. त्यामुळे ध्रुवांजवळचे देश या नकाशात खूपच मोठे, ताणलेले दिसत असतात.



चित्र ४

पृथ्वीगोलाभोवती कागद दंडगोलाकार गुंडाळण्याऐवजी ध्रुवप्रदेशाजवळ टोक ठेवून शंकूप्रमाणे गुंडाळला आणि भूपृष्ठांची सावली काढली तर जिथे हा शंकू गोलाला टेकेल त्या भागातील आकार आणि अंतरे या नकाशावर बरोबर येतील. रशिया खंडासारख्या पूर्व पश्चिम पसरलेल्या व मध्य अक्षांशाजवळच्या भूभागाचा नकाशा काढण्यासाठी ही पद्धत उपयोगी ठरते / वापरली जाते.



चित्र ५

सपाट कागदावर सावली. एखाद्या लहान पृष्ठभागाचा नकाशा काढायला ही पद्धत वापरली जाते. जिथे सपाट कागद टेकतो त्या बिंदूवर नकाशा अचूक येतो. ध्रुव प्रदेशाचे नकाशे या पद्धतीने काढतात.

चित्रात दाखविल्याप्रमाणे तीनही पद्धतीने तयार झालेले नकाशे वेगवेगळे दिसतात. यातील कुठला नकाशा बरोबर हे ठरविणे अवघड आहे. या तीनही नकाशांमध्ये जिथे कागद काचेच्या पृष्ठभागाजवळ असतो, तेथील नकाशा बरोबर येतो. कागद जसजसा काचगोलाच्या पृष्ठभागापासून लांब जातो, तसा त्याच्यावर पडणाऱ्या सावलीचा आकार मोठा होत जातो. त्यामुळे प्रत्यक्ष आकार आणि नकाशा यात विसंगती निर्माण होते.

तीनही प्रकारच्या नकाशात कागद काचेच्या पृथ्वीगोलाला वेगवेगळ्या ठिकाणी टेकतो.

अ) दंडगोलाकार कागद विषुववृत्ताजवळ टेकतो.

ब) शंकूच्या आकाराचा कागद

कर्कवृत्ताजवळ टेकतो.

क) सपाट कागद ध्रुवाजवळ टेकतो.

या कारणामुळे यातील कुठलाच नकाशा संपूर्ण बरोबर येत नाही व त्यामध्ये साम्यही रहात नाही.

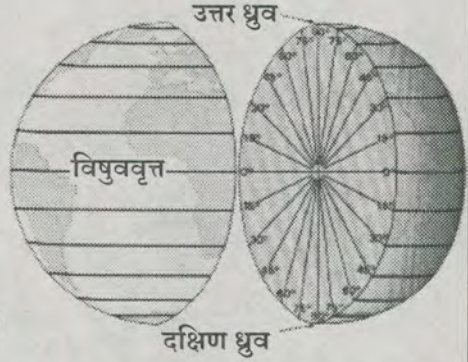
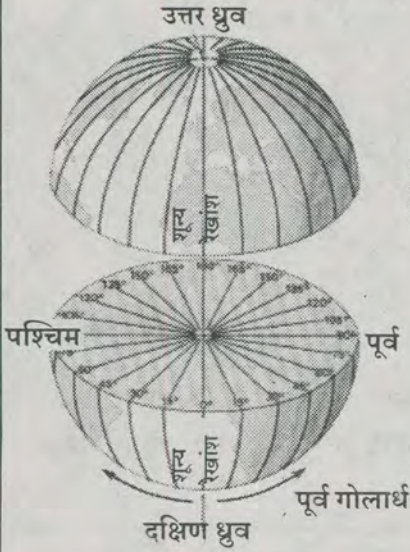
**नकाशांमध्ये अक्षांश रेखांश :**

अक्षांश व रेखांश या वर्तुळाकार रेषा नकाशात पृथ्वीगोलावरहुकूम काढता येत नाहीत. उदा. अक्षांश म्हणून आडव्या व रेखांश म्हणून उभ्या रेषा काढल्यास

१) प्रत्यक्षात ध्रुवाजवळ रेखांशातील अंतर कमी होत जाते, तर कागदावर रेखांशातील अंतर विषुववृत्ताएवढेच राहते.

२) प्रत्यक्षात ध्रुवाजवळ अक्षांशाचा परीघ लहान होत जातो, तर कागदावर अक्षांशाची लांबी विषुववृत्ताएवढीच राहते.

## अक्षांश, रेखांश व त्यांचा नकाशा काढताना उपयोग



काटकोनात पृथ्वीचे दोन सारखे भाग केल्यास पृष्ठभागावर ज्या वर्तुळाने हे भाग होतात त्याला विषुववृत्त म्हणतात.

विषुववृत्ताच्या उत्तरेस व दक्षिणेस प्रत्येक कोनीय अंशावर वर्तुळ काढल्यास त्याला अक्षांश म्हणतात. सर्व अक्षांश एकमेकांस समांतर असतात. विषुववृत्त ( $0^\circ$  अक्षांश) हे सर्वात मोठे वर्तुळ आहे. दक्षिणेस व उत्तरेस जाताना या वर्तुळाचा अक्षांशांचा आकार कमीकमी होत जातो.  $90^\circ$  अंशावर (उत्तर व दक्षिण ध्रुवावर) हे वर्तुळ म्हणजे एक बिंदू राहतो. या झाल्या आलेखावरच्या आडव्या रेषा.

आलेखावरील उभ्या रेषा काढण्यासाठी प्रथम विषुववृत्ताचे  $360^\circ$  भाग करायचे. प्रत्येक भाग व दोन्ही ध्रुवांना जोडणारे अर्धवर्तुळ काढायचे. या  $360^\circ$  अर्धवर्तुळांची लांबी सारखी असते. त्यातील अंतर विषुववृत्तावर सर्वात जास्त असते. उत्तरेस व दक्षिणेस जाताना

छोट्या सपाट प्रदेशाचा नकाशा काढताना आपल्याला आलेखाचा कागद वापरता येतो. आलेख कागदावर ठराविक अंतरावर उभ्या व आडव्या रेषा असतात. नकाशा कितीपट लहान काढायचा हे ठरविल्यावर आलेख कागदावरील दोन रेषातील अंतर म्हणजे प्रत्यक्षातील किती अंतर हे ठरते.

उदा. :  $1$  से.मी. =  $50$  मी.

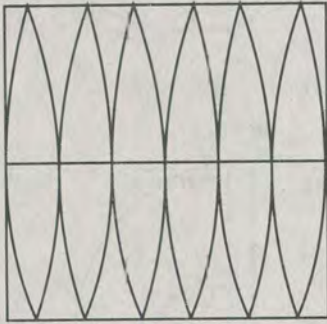
पृथ्वीगोलावर वेगळ्या पद्धतीने आलेखरेषा काढता येतात. आपणास माहित आहे की पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते. या फिरण्याच्या आसाच्या वरच्या टोकाला उत्तर ध्रुव व खालच्या टोकाला दक्षिण ध्रुव म्हणतात. पृथ्वीच्या फिरण्याच्या आसाच्या मध्यभागी



त्यातील अंतर कमी होत जाते. दोन्ही ध्रुवांवर सर्व अर्धवर्तुळे एकत्र मिळतात. या अर्धवर्तुळांना रेखांश म्हणतात. यातील कुठल्याही रेखांशास  $0^\circ$  मानून कोणत्याही बाजूने १, २, ..... असे रेखांश मोजता येतील. लंडन (ग्रिनीच) येथून जाणारा रेखांश  $0^\circ$  मानला जातो. येथून दोन्ही

बाजूंना  $1^\circ$  पूर्व पासून  $180^\circ$  पर्यंत व  $1^\circ$  पश्चिम पासून  $180^\circ$  पर्यंत पूर्ण पृथ्वीगोलावरील रेखांश मोजले जातात.

अक्षांश, रेखांश व विषुववृत्त या सर्व काल्पनिक रेषा आहेत हे लक्षात ठेवणे महत्त्वाचे आहे.



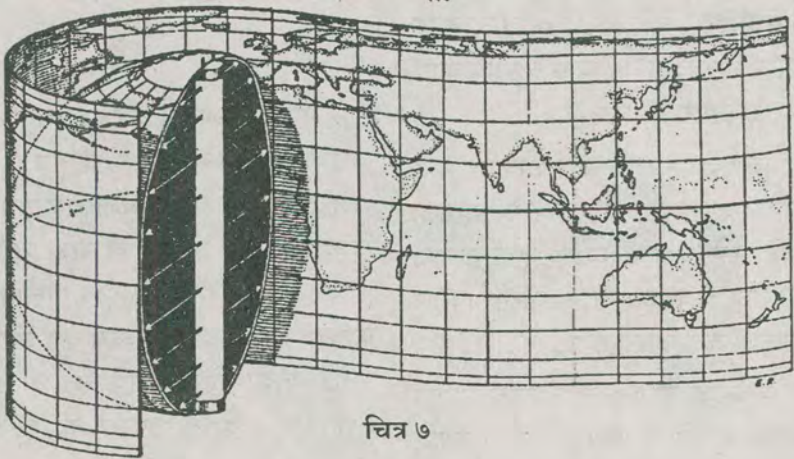
चित्र ६

म्हणजेच आपण ध्रुवबिंदूंना ताणून विषुववृत्ताइतकी लांब ध्रुवरेषा नकाशात काढतो.

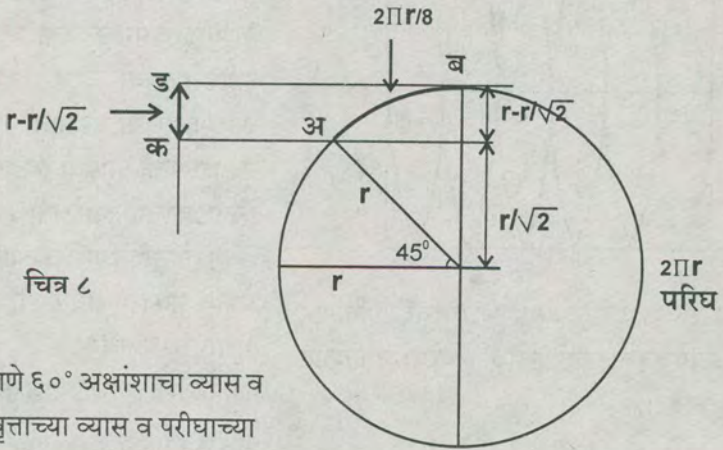
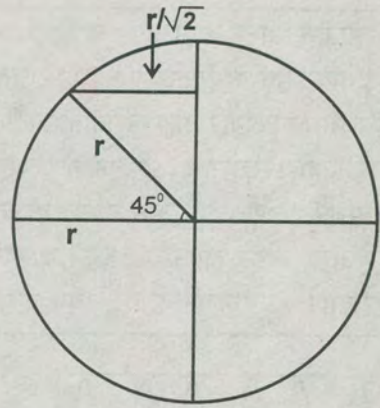
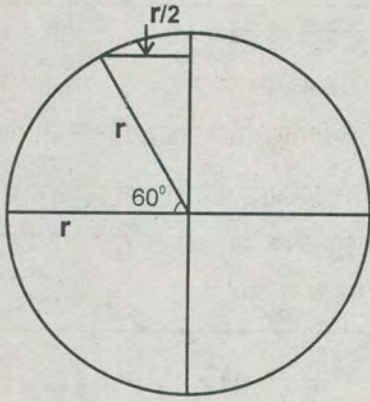
ध्रुव रेखा

विषुववृत्त

काहीसा असाच नकाशा चित्र ७ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे काढता येईल. पृथ्वीच्या आसाइतक्या उंचीचा व विषुववृत्ताच्या परीघाइतक्या लांबीचा कागद घेतला. काचगोलाच्या आसावर उभा दिवा लावून प्रकाश फक्त आडवा जाईल अशी व्यवस्था केली. काचगोलाभोवती कागद दंडगोलाकार ठेवून त्यावर प्रक्षेपण केल्यास खालील चित्रा प्रमाणे नकाशा तयार होईल. या नकाशात भूभागांचे आकार कसे येतील ? प्रत्यक्ष आकारांशी त्यांचं प्रमाण काय असेल ते पाहू या.



चित्र ७



चित्र ८

भूमितीप्रमाणे  $60^\circ$  अक्षांशाचा व्यास व परीघ हा विषुववृत्ताच्या व्यास व परीघाच्या निम्मा असणार आहे.  $45^\circ$  अक्षांशाचा व्यास व परीघ विषुववृत्ताच्या व्यास व परीघाच्या  $\sqrt{2}$  पट लहान असणार आहे.

म्हणजेच आपल्या नकाशात  $45^\circ$  अक्षांश  $\sqrt{2}$  किंवा १.४४ पट ताणला जाणार आहे.  $60^\circ$  अक्षांश तर दुप्पट ताणला जाणार आहे. त्यामुळे  $60^\circ$  अक्षांशावरील भूभागाची रूंदी दुप्पट होणार.

याबरोबर या पद्धतीत विषुववृत्तापासून लांबच्या भूभागाची उंची मात्र कमी होणार

आहे.

समजा एक भूखंड उत्तर ध्रुवापासून  $45^\circ$  अक्षांशापर्यंत पसरला आहे, व अब त्याची दक्षिणोत्तर लांबी आहे. समजा विषुववृत्ताची त्रिज्या  $r$  असेल. तर अब ही लांबी  $2\pi r/8$  म्हणजेच  $\pi r/4$  होईल. दंडगोलाकृती कागदावर मात्र त्याची सावली कड उंचीची होईल. त्रिकोणमिती प्रमाणे कड ची उंची  $r-(r/\sqrt{2})$  होईल. म्हणजेच कड ही उंची

अब या लांबीच्या अडीचपटीने लहान (२.६१८१९) होईल. ४५° अक्षांशावरील रूंदी १.४४ ( $\sqrt{2}$ ) पटीत वाढणार आहे हे आपण पूर्वी पाहिलेच आहे.

म्हणजेच या नकाशात ध्रुवाजवळील भूखंडाची रूंदी प्रमाणापेक्षा वाढत जाणार. ध्रुवबिंदूऐवजी विषुववृत्ताच्या लांबीची रेघ काढावी लागणार. नकाशात विषुववृत्तापासून लांबचे भूखंड विविध प्रमाणात आडवे ताणले जाऊन प्रत्यक्षापेक्षा रूंद दिसणार व त्याची उंची विविध प्रमाणात आकुंचन पावून प्रत्यक्षापेक्षा बुटके दिसणार. यामुळे पृथ्वीगोलावरील भूखंड व नकाशातील भूखंड यात विसंगती दिसणार.

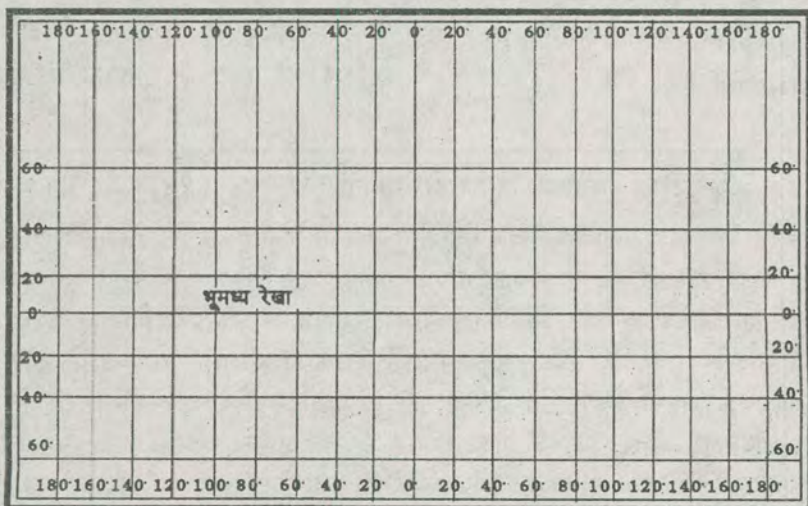
**मर्केटरचा नकाशा :**

आता पुन्हा आपण मर्केटर (व आपल्या पुस्तकातील) नकाशाकडे वळू. प्रथम

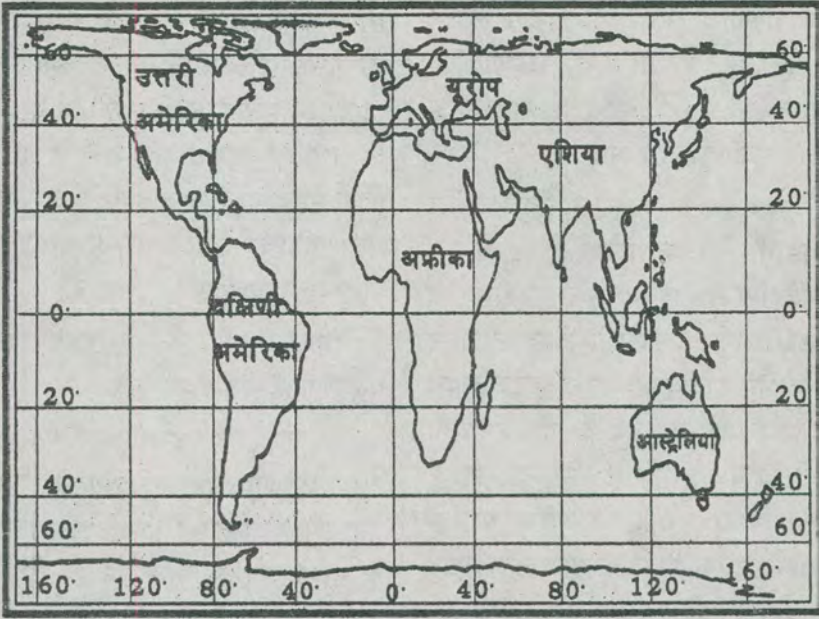
सांगितल्याप्रमाणे मर्केटरला समुद्रयात्रा करणाऱ्या नाविकांसाठी नकाशा बनवायचा होता. त्यामुळे एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी जाण्यासाठी नकाशामध्ये बरोबर दिशा समजण्याची गरज होती. त्याचप्रमाणे सर्व भूखंडांचे आकार प्रत्यक्ष आकाराप्रमाणे दिसण्याची गरज होती.

यासाठी मर्केटरने वरील दंडगोलाकार प्रक्षेपणातच थोडे बदल केले.

दंडगोलाकार प्रक्षेपणामध्ये विषुववृत्तापासून जसजसे लांब जाऊ तसतसे आकार प्रमाणापेक्षा जास्त रूंद व बुटके होत जातात, हे आपण पाहिले. मर्केटरने हा दोष दूर करण्यासाठी विषुववृत्तापासून लांब गेल्यास भूखंडाची रूंदी ज्या प्रमाणात वाढते त्याच प्रमाणात अक्षांशातील अंतर वाढविले. त्यामुळे भूखंडाचे आकार व दिशा यातील



चित्र १ मर्केटरने नकाशासाठी वापरलेले प्रमाण



चित्र १० अर्नो पीटरने काढलेला नकाशा

विसंगती दूर झाल्या. परंतु भूखंडांच्या क्षेत्रफळामध्ये मात्र विसंगती दिसू लागली. (उदा. ग्रीनलँड व दक्षिण अमेरिका).

पीटरचा नकाशा :

अर्नो पीटर या नकाशाकाराने मर्केटरच्या नकाशातील क्षेत्रफळांच्या विसंगती दूर करण्यासाठी वेगळी पध्दत नकाशे वापरून काढले. मर्केटरच्या नकाशाप्रमाणे पीटरच्या

### आद्य नकाशाकार जेर्ार्डस मर्केटर (१५१२-१५९४)

मर्केटर हा पंधराव्या शतकातील कीर्तीवंत भूगोलतज्ज्ञ व श्रेष्ठ नकाशाकार होता. त्याने गोलाकार पृथ्वीचे नकाशे सपाट कागदावर काढण्यासाठी नवीन पद्धती वापरल्या. त्याने २६ व्या वर्षी काढलेल्या जगाच्या नकाशात, अमेरिकेसह त्या काळी सापडलेले नवीन प्रदेश दिसतात. १५६९ मध्ये काढलेल्या जगाच्या नकाशामुळे त्याला दिगंत कीर्ती मिळाली. या नकाशात त्याने दंडगोलाकार प्रक्षेपणाची रूपांतरित पद्धत वापरली. या पद्धतीने तयार केलेला नकाशा नाविकांना दिशादर्शनासाठी अतिशय उपयुक्त होता. ही मर्केटर पद्धत आजही वापरली जाते. मर्केटरने नाविकांसाठी दिशादर्शक साधने बनविली. सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे त्याने अॅटलास नावाने जगाच्या नकाशांचा संच बनविला व त्यामुळेच अॅटलास हा शब्द प्रचलित झाला.

नकाशातही रेखांश समांतर आहेत. त्यामुळे ध्रुवाजवळील भूखंडाचे क्षेत्रफळ वाढते. दुरुस्त करण्यासाठी पीटरने अक्षांशातील अंतर कमी केले. (मर्केटरने हे अंतर वाढविले होते.) त्यामुळे पीटरच्या नकाशातील सर्व भूखंडांचे क्षेत्रफळ प्रत्यक्षाच्या प्रमाणात आहे. या पद्धतीत ध्रुवाजवळचे भूखंड फार बुटके व रूंद झाले. त्याचा आकार प्रमाणात येण्यासाठी पीटरने अक्षांश व रेखांशाचे प्रमाण बदलले. त्यामुळे युरोप व अमेरिकेचे आकार प्रत्यक्षाच्या जवळ आले, पण विषुववृत्ता जवळचे देश उभट व अरूंद झाले आहेत.

### वर्गीकरणाच्या पद्धती

आतापर्यंत आपण नकाशा वर्गीकरणाची एक पद्धत पाहिली. या मध्ये आपण ज्या कागदावर नकाशा प्रक्षेपित करतो त्याच्या भौमितिक मांडणीवरून नकाशाचे वर्गीकरण केले.

नकाशाचे वर्गीकरण करण्याच्या दुसऱ्या पद्धतीत नकाशातील भूखंडांची विविध वैशिष्ट्ये - क्षेत्रफळ, आकार व दिशा बरोबर राहतात किंवा नाही हे पाहिले जाते. या पद्धतीत खालीलप्रमाणे वर्गीकरण केले जाते.

१) समक्षेत्र प्रक्षेपण : यामध्ये भूखंडाचे क्षेत्रफळ प्रमाणात असते. परंतु त्यांचा आकार बदललेला असतो.

२) समरूप प्रक्षेपण : यामध्ये आकार व दिशा प्रमाणात असतात. परंतु क्षेत्रफळ बदललेले असते.

३) तिसऱ्या प्रकारातील नकाशे ना पूर्णतः समक्षेत्र असतात, ना पूर्णतः समरूप असतात. ते या दोन प्रकारांच्या कुठेतरी मध्ये असतात. आकार व क्षेत्रफळ दोन्ही बरोबर नसतात. दोन्हीमध्ये थोडी थोडी तडजोड करून त्यांत कमीत कमी चूक असेल अशी काळजी घेतात. या प्रकारचे नकाशे काढावे लागतात कारण आपल्याला एकाच वेळी समरूप आणि समक्षेत्र दोन्ही असणारे नकाशे काढणे अशक्य आहे.

बहुतेक नकाशात एक किंवा दोन बिंदू किंवा रेषा अशा असतात की तिथे अजिबात विसंगती / चूक नसते. त्यांना प्रमाणित बिंदू किंवा प्रमाणित रेषा म्हणतात. आपण जसजसे प्रमाणित बिंदूपासून लांब जाऊ तसतशी ठराविक प्रमाणात विसंगती वाढत जाते.

दंडगोलाकार प्रक्षेपणात विसंगती नसलेला भाग विषुववृत्ताजवळ असतो व ध्रुवाकडे जाताना विसंगती वाढत जाते. मर्केटर प्रक्षेपण हे सर्वांत महत्त्वाचे दंडगोलाकार प्रक्षेपण आहे कारण त्यावर दिशा अचूक मिळतात.

शंकूवरील प्रक्षेपणात शिरोबिंदू ध्रुवावर असल्यास प्रमाणित रेषा ही शंकू पृथ्वीगोलास जिथे स्पर्श करतो तेथील अक्षांशावर असते. म्हणून हे प्रक्षेपण अमेरिका, रशिया यासारख्या पूर्व पश्चिम आडव्या पसरलेल्या देशांकरिता सोईस्कर आहे. भारताच्या

नकाशासाठी काही वेळा लॅंबर्ट कोनिकल ऑर्थोमॉर्फिक प्रक्षेपण (रूपांतरित शंकू आकारावरील प्रक्षेपण) ही पध्दत वापरलेली दिसते.

सपाट पृष्ठावरील प्रक्षेपणात सपाट पृष्ठभाग जिथे पृथ्वीगोलास स्पर्श करतो तिथे प्रमाणित बिंदू असतो. ही पद्धत ध्रुवीय प्रदेश किंवा अगदी लहान प्रदेशाचा नकाशा काढण्यासाठी सोईस्कर आहे.

कोणताही द्विमित नकाशा अचूक पृथ्वीगोला प्रमाणे अगदी बरोबर येऊ शकणार नाही. तो कमी अधिक जवळपास येऊ शकेल. म्हणूनच आंतरखंडीय गोष्टी शिकताना द्विमित नकाशावरील त्रुटी लक्षात

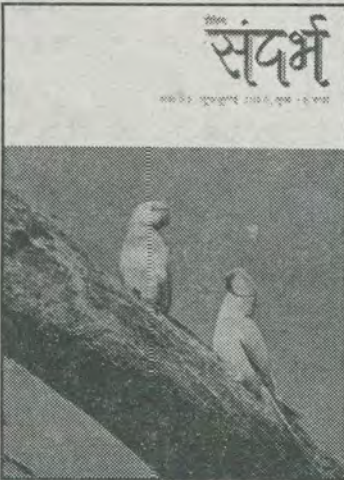
ठेवणे व पृथ्वीगोलावर नकाशा वाचन करणे याला पर्याय नाही. ❖

शैक्षक संदर्भ अंक ३ मधील यमुना सनी यांच्या लेखावर आधारित.

अनुवाद : राजीव पागे, पुणे येथे व्यावसायिक, हौशी अनुवादकार



## हिंदी संदर्भ



‘एकलव्य’ ही मध्यप्रदेशातील शालेय शिक्षणामध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी सतत कार्यरत असणारी संस्था आहे. त्यांच्यातर्फे चालविले जाणारे ‘शैक्षिक संदर्भ’ हे एक शैक्षणिक-विज्ञान आशयाचं हिंदी ‘द्वैमासिक’ आहे. त्याच्या प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञानसाधन! हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ५० आहे. वर्गणी मनिऑर्डर अथवा बँक ड्राफ्टद्वारा (एकलव्यच्या नावे) पुढील पत्त्यावर पाठवावी.

एकलव्य, ई-१/२५, अरेरा कॉलनी, भोपाल, मध्यप्रदेश पिन - ४६२०१६

# क्युरी व बेकरेल

## किरणोत्सर्गाच्या क्षमतेची एकके

१८९५ साली विल्हेल्म व्ह्युंटगेन या जर्मन प्राध्यापकाने क्ष-किरणांचा शोध लावला आणि पदार्थविज्ञानाच्या अभ्यासाचे एक नवीन पर्व सुरू झाले. मांसपेशीतूनही आरपार जाऊ शकणाऱ्या या नवीन प्रारणाच्या (radiation) शोधाला केवळ शास्त्रीय जगतातच नाही तर सर्वसामान्य जनतेतही भरपूर प्रसिद्धी मिळाली. १९०१ साली दिल्या गेलेल्या पहिल्या वहिल्या नोबेल पारितोषिकांमध्ये पदार्थविज्ञानाचे पारितोषिक व्ह्युंटगेनला देण्यात आले.

क्ष-किरणांचा शोध लागलेला असला तरी क्ष-किरण येतात कुठून याचा उलगडा व्हायचाच होता. १८९६ साली आंरी प्वांकारेने एक कल्पना मांडली. क्रुक्सच्या नळीत कॅथोड किरण नळीच्या भिंतीवर आपटले, की एक अनुस्फुरित (फ्लुरोसेंट) ठिपका दिसतो आणि त्या ठिपक्यातून क्ष-किरणही बाहेर पडताना दिसतात. प्वांकारेच्या मते कोणत्याही अनुस्फुरक पदार्थावर प्रखर प्रकाश टाकला तर अनुस्फुरण होऊन त्याबरोबर क्ष-किरणही बाहेर पडतील. बरेच संशोधक याचा पडताळा पहाण्यासाठी प्रयोग करू लागले. त्यातच एक होता पॅरिसमधील 'इकोल पॉलिटेक्निक अँड द म्युझिअम ऑफ नॅचरल हिस्ट्री' येथे प्राध्यापक म्हणून काम करत असलेला आंतवान आंरी बेकरेल.

बेकरेलच्या घराण्यात संशोधनाची दोन पिढ्यांपासूनची परंपरा होती. त्याच्या आजोबांनी विद्युतरसायनाच्या क्षेत्रात महत्त्वाचे संशोधन केलेले होते, तर त्याच्या वडिलांनी अनुस्फुरण व प्रस्फुरण (फॉस्फोरसन्स) यावर संशोधन केलेले होते. त्यामुळे बेकरेलला आपल्या पूर्वजांकडून विज्ञानातील रुचीचा वारसा तर मिळालाच, पण त्याच्या वडिलांनी आपल्या अभ्यासासाठी जमवलेली खनिजे व संयुगेही मिळाली. अशा रीतीने बेकरेलच्या हाती अनुस्फुरण करणारे वेगवेगळे पदार्थ आयते होतेच, आणि वडिलांच्या प्रयोगांत मदत करताना त्याने या पदार्थांचा अभ्यासही केलेला होता.

---

### मोजमापे

आपल्या वापरातील गोष्टी आपण विविध एककांमध्ये मोजतो. बरेचदा या एककांना प्रसिद्ध शास्त्रज्ञांची नावे सन्मानार्थ दिली जातात. या सदरात नेहमी वापरल्या जाणाऱ्या काही एककांची ओळख करून घेऊ.



क्ष-किरण, किरणोत्सर्ग, अशा एकापाठोपाठ एक लागलेल्या शोधांनी सर्वसामान्यांचेही कुतुहल चाळवले गेले होते. यामध्ये सर्वात जास्त प्रसिद्धी मिळाली, ती मारी व पिअरे क्यूरी या जोडप्याला. १९०४ साली प्रसिद्ध झालेल्या एका मासिकाच्या मुखपृष्ठावरील या चित्रात मारी व पिअरे आपल्या प्रयोगशाळेत काम करताना दिसत आहेत.

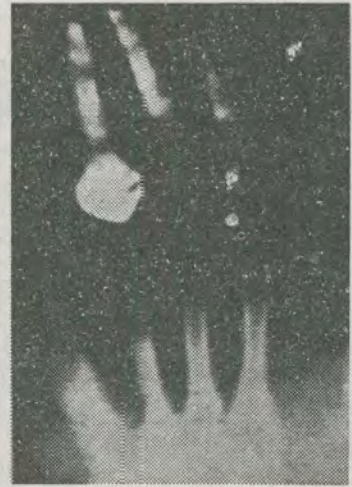
क्ष-किरणांवरील अभ्यासासाठी बेकरेलने पोटॅशियम युरेनिल सल्फेट  $K_2UO_2(SO_4)_2$  हे संयुग निवडले. त्याने अतिशय विचारपूर्वक प्रयोगाची आखणीही केली. संयुगाचे स्फटिक काही वेळ उन्हात ठेवले की, सूर्याची ऊर्जा शोषून अनुस्फुरित होतील, त्याचबरोबर त्यांतून क्ष-किरणही बाहेर पडतील. एक फोटोग्राफिक प्लेट काळ्या कागदात गुंडाळून त्यावर हे स्फटिक ठेवले, तर क्ष-किरण कागदातून आरपार जाऊन प्लेट काळी पडेल. प्लेट काळी करणारे किरण वर ठेवलेल्या संयुगातूनच येत आहेत, हे दाखवण्यासाठी बेकरेलने कागदावर एक धातूचा तुकडाही ठेवायचे ठरवले. या तुकड्यावरील स्फटिकांतून क्ष-किरण बाहेर पडले तरी, हे तुकड्यातून आरपार जाऊ शकणार नाहीत, आणि त्याखालचा प्लेटचा भाग पांढराच राहिल. अशा रितीने या तुकड्याची प्रतिमा प्लेटवर उमटेल, आणि स्फटिकांतून येणाऱ्या क्ष-किरणामुळेच प्लेट काळी पडते आहे, हे सिध्द होईल. असा सगळा विचार बेकरेलने केला होता.

२६ फेब्रुवारी १८९६ रोजी बेकरेलने प्रयोगाची सर्व तयारी केली. पण त्या दिवशी पॅरिसमध्ये ढगाळ हवा होती. प्रयोग सुरू होण्यासाठी स्वच्छ सूर्यप्रकाश हवा होता. त्यामुळे उन्हात ठेवण्यासाठी तयार केलेला, काळ्या कागदात गुंडाळलेली फोटोग्राफिक प्लेट, त्यावरची धातूची पट्टी आणि वर पसरलेले संयुगाचे स्फटिक, हा सर्व जामानिमा जसाच्या तसा उचलून बेकरेलने आपल्या कपाटाच्या खणात ठेवून दिला. तीन दिवस हवा ढगाळच राहिली आणि





अंनी बेकरेल  
(१८५२-१९०८)



च्युटोनेने क्ष-किरणांच्या सहाय्याने काढलेल्या या पहिल्या छायाचित्रात त्यांच्या पत्नीचा हात व तिने बोट्यात घालेली अंगठी दिसते आहे.

शेवटी कंटालून प्रयोग न करताच बेकरेलने फोटोग्राफिक प्लेट डेव्हलप करायला काढली. प्लेटवर काहीतरी अस्पष्ट प्रतिमा उमटलेली दिसेल, आणि सूर्यप्रकाशशिवाय फारसे काही घडत नाही, इतपत तरी निष्कर्ष काढता येईल, असा त्याचा अंदाज होता. पण प्रत्यक्षात प्लेटवर वरच्या धातूच्या पट्टीची अगदी स्पष्ट प्रतिमा उमटलेली दिसली! अर्थातच पूर्ण अंधारातही संयुगाच्या स्फटिकांमधून काही अदृश्य किरण बाहेर पडत होते, त्यासाठी सूर्यप्रकाश किंवा दुसऱ्या कोणत्याही बाह्य ऊर्जेची गरज नव्हती असे लक्षात आले. अनेक काळजीपूर्वक प्रयोग करून बेकरेलने याची खातरजमा करून घेतली. यातूनच त्याच्या असेही लक्षात आले, की हे किरण संयुगातल्या युरेनिअममधून येत आहेत आणि क्ष-किरणांपेक्षा त्यांचे काही गुणधर्म वेगळे आहेत. अशा तऱ्हेने बेकरेलने युरेनिअममधून होणाऱ्या किरणोत्सर्गाचा (रेडिओ ॲक्टिव्हिटी) शोध लावला.

पॅरिसच्याच सॉरबॉन विद्यापीठात काम करणाऱ्या मारी व पिअरे क्यूरी या जोडप्याचे लक्ष बेकरेलच्या संशोधनाने वेधून घेतले.

पिअरे क्यूरी सॉरबॉन विद्यापीठात पदार्थविज्ञानाचा प्राध्यापक होता आणि एक चांगला संशोधक म्हणून त्याने बऱ्यापैकी नावही कमावलेले होते. मान्या (मारी) स्क्लोडोव्स्का, १८९० साली पोलंडमधून सॉरबॉन विद्यापीठात शिक्षणासाठी आली होती. अतिशय हालखीत दिवस

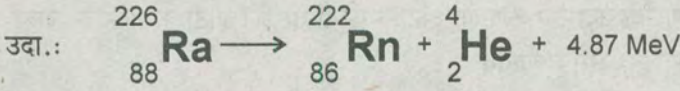
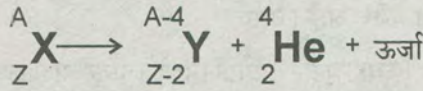
काढलेली मारी शास्त्रज्ञ बनण्याच्या ध्येयाने झपाटलेली होती. शिक्षण घेत असतानाच, तिला उदरनिर्वाहासाठी प्रयोगशाळेतील उपकरणे स्वच्छ करण्याचे तसेच शिकवण्याचे काम करावे लागत होते. तरीही ती विद्यापीठातील सर्वोत्तम विद्यार्थिनी होती. १८९५ साली पदवी मिळवल्यानंतर मारीने पिअरे क्यूरीबरोबर विवाह केला व त्याच्याच हाताखाली डॉक्टरेटसाठी संशोधन सुरू केले. बेकरेलच्या शोधाची वार्ता कानावर आल्यावर मारीलाही या नवीन किरणांमध्ये रस निर्माण झाला व पिअरेनेही आपले लक्ष या विषयावर केंद्रित केले. कोणतीही बाह्य ऊर्जा न वापरता स्वाभाविकपणे युरेनिअममधून होणाऱ्या या किरणांच्या उत्सर्जनाला 'रेडिओअॅक्टिव्हिटी' हे नाव मारी क्यूरीने दिले. मारी व पिअरे क्यूरी यांनी पदार्थातून होणाऱ्या किरणोत्सर्गाचे प्रमाण मोजण्यासाठी एक उपकरण बनवले. या उपकरणाने केलेल्या मोजमापांच्या आधारे मारीने असे दाखवून दिले की, युरेनिअमच्याच खनिजांमध्ये आणखी दोन किरणोत्सर्गी मूलद्रव्ये आहेत. या मूलद्रव्यांना रेडिअम व पोलोनियम अशी नावे देण्यात आली.

१९०३ साली बेकरेल व मारी आणि पिअरे क्यूरी यांना किरणोत्सर्गीच्या शोधाबद्दल पदार्थविज्ञानाचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. १९०६ साली पिअरे क्यूरीच्या अपघाती निधनानंतर सॉरबॉन मधील त्याची जागा मारीला देण्यात आली. या विद्यापीठाच्या ६५० वर्षांच्या इतिहासात एक स्त्री प्राध्यापक बनण्याची ही पहिलीच वेळ होती. रेडिअम व पोलोनियम या दोन किरणोत्सर्गी मूलद्रव्यांच्या शोधाबद्दल १९०७ साली मारीला रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक मिळाले. अशा रितीने दोन नोबेल पारितोषिके मिळवणारी ती पहिली व्यक्ती ठरली.

आज प्राचीन अवशेषांचा काळ ठरवून मानवी संस्कृतीच्या इतिहासाचे कोडे उलगडण्यापासून ते वैद्यकीय निदान व कर्करोगावरील उपचारांपर्यंत वेगवेगळ्या क्षेत्रांत किरणोत्सर्गाचा उपयोग केला जातो.

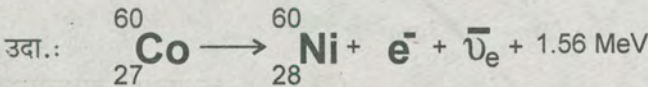
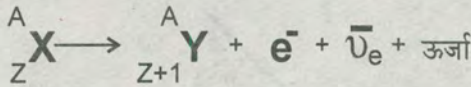
आज आपल्याला माहित आहे, की ८२ पेक्षा जास्त अणुक्रमांक असलेली जड मूलद्रव्ये अस्थिर व त्यामुळे निसर्गतः किरणोत्सर्गी असतात. या मूलद्रव्यांच्या अणुकेंद्रकांतून अल्फा व बीटा कण आणि गामा किरण उत्सर्जित होतात.

प्रत्येक अणूच्या अणुकेंद्रकात प्रोटॉन व न्यूट्रॉन हे मूलभूत कण असतात. अल्फा कण म्हणजे दोन प्रोटॉन व दोन न्यूट्रॉन्सनी बनलेले हेलियमचे अणुकेंद्रक. जड मूलद्रव्याच्या अणुकेंद्रातून एक अल्फा कण बाहेर पडला की त्याचा अणुक्रमांक दोनने व अणुवस्तुमानांक चारने कमी होतो. म्हणजेच मूळचा अणू आवर्तसारणीत दोन घरे मागे असलेल्या मूलद्रव्याच्या एखाद्या समस्थानिकात रूपांतरित होतो.

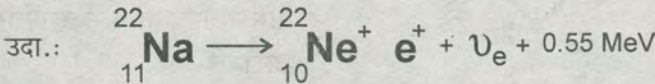
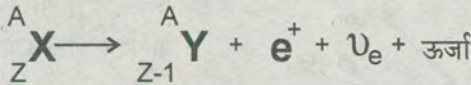


(MeV : मेगा इलेक्ट्रॉन व्होल्ट)

अस्थिरतेमुळे जड मूलद्रव्याच्या अणुकेंद्रकांतील प्रोटॉन व न्यूट्रॉन्स एकमेकांमध्ये रूपांतरित होऊ शकतात. न्यूट्रॉन या विद्युतभारदृष्ट्या उदासीन कणाचे धनभारित प्रोटॉनमध्ये रूपांतर होताना एक इलेक्ट्रॉन बाहेर फेकला जातो. याउलट प्रोटॉनचे न्यूट्रॉनमध्ये रूपांतर होताना एक पॉझिट्रॉन (इलेक्ट्रॉनचेच गुणधर्म असलेला धनभारित कण) बाहेर फेकला जातो. हे इलेक्ट्रॉन व पॉझिट्रॉन म्हणजेच बीटा कण. ऋण बीटा कणाच्या उत्सर्जनाने अणुकेंद्रकातील प्रोटॉन्सची संख्या (म्हणजेच अणुक्रमांक) एकाने वाढते, आणि मूळचा अणू आवर्तसारणीत एक घर पुढे असलेल्या मूलद्रव्याच्या समस्थानिकात रूपांतरित होतो. याउलट धन बीटा कणाच्या (पॉझिट्रॉनच्या) उत्सर्जनाने मूळचा अणू आवर्तसारणीत एक घर मागे असलेल्या मूलद्रव्याच्या समस्थानिकात रूपांतरित होतो. सर्वसाधारणतः ऋण बीटा कणांच्या उत्सर्जनाची संभाव्यता



आणि



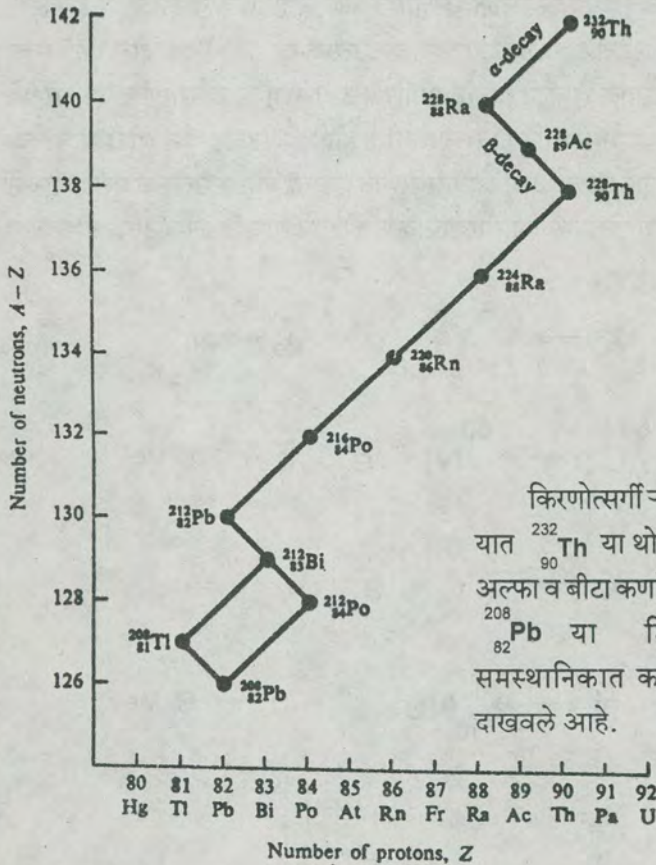
[ $\nu_e$  : न्यूट्रिनो,  $\bar{\nu}_e$  : अँटी न्यूट्रिनो]

धन बीटा कणांच्या तुलनेत बरीच जास्त असते.

प्रोटॉनचे न्यूट्रॉनमध्ये किंवा न्यूट्रॉनचे प्रोटॉनमध्ये रूपांतर होण्याच्या या प्रक्रियेत बीटा कणाच्या जोडीने एक विद्युतभारदृष्ट्या उदासीन कणही बाहेर पडतो. ऋण बीटा कणाबरोबर बाहेर पडणाऱ्या उदासीन कणाला अँटी-न्यूट्रिनो तर धन बीटा कणाबरोबर बाहेर पडणाऱ्या कणाला न्यूट्रिनो असे म्हणतात.

गामा किरण हेही क्ष-किरणांसारखे विद्युतचुंबकीय प्रारण आहे. उच्च ऊर्जावस्थेत असलेला अस्थिर अणू गामा किरणांच्या रूपाने ऊर्जा बाहेर टाकून अधिक स्थिर अशा खालच्या ऊर्जापातळीला येतो.

उदा.  $^{60}_{27}\text{Co}$  या कोबाल्टच्या समस्थानिकांचा अणू एक ऋण बीटा कण बाहेर टाकून  $^{60}_{28}\text{Ni}$  या निकेलच्या समस्थानिक अणूमध्ये रूपांतरीत होतो. तेव्हा  $^{60}_{28}\text{Ni}$  चा अणू उत्तेजित



अवस्थेत असतो. हा अस्थिर अणू 1.17 MeV व 1.33 MeV अशा ऊर्जा असलेले दोन गामा किरण बाहेर टाकून नीचतम ऊर्जापातळीला स्थिर अवस्थेत येतो.

थोडक्यात म्हणजे अस्थिर अणूंच्या स्थैर्य मिळवण्यासाठी होणाऱ्या प्रयत्नांची परिणती किरणोत्सर्गात होते. अल्फा व बीटा कणांच्या उत्सर्जनाने ८२ पेक्षा जास्त अणुक्रमांक असलेले अणू वेगवेगळ्या अणूंत रूपांतरित होत होत शेवटी एखाद्या स्थिर अणूमध्ये रूपांतरित होतात. अशाच रूपांतरणाची एक साखळी आकृतीत दाखवली आहे. अर्थातच यामुळे जड, किरणोत्सर्गी मूलद्रव्याचा एखादा साठा हळूहळू हलक्या व स्थिर मूलद्रव्यांच्या साठ्यात रूपांतरित होतो. यालाच किरणोत्सर्गी न्हास (radioactive decay) असे म्हणतात

किरणोत्सर्गी मूलद्रव्याच्या एखाद्या साठ्यातील एका विशिष्ट अणूचा न्हास कधी होणार, हे सांगणे अशक्य आहे. कारण सांख्यिकीय दृष्ट्या किरणोत्सर्गी न्हासाची प्रक्रिया पूर्णतः योगायोगावर आधारित (random) आहे. यामुळे किरणोत्सर्गी न्हासाची काही वैशिष्ट्ये आहेत. उदा.  $^{209}_{83}\text{Bi}$  हे बिस्मथचे किरणोत्सर्गी समस्थानिक आहे. समजा, आपण १ ग्रॅम हे समस्थानिक घेतले, तर त्यात एकूण  $2.67 \times 10^{23}$  इतके अणू असतात. अल्फा कण उत्सर्जित करून हे अणू  $^{205}_{81}\text{Tl}$  या थॅलियमच्या स्थिर समस्थानिकात रूपांतरित होऊ शकतात. १ ग्रॅ. बिस्मथ अणूंचा न्हास होण्याचा दर मोजला तर तो प्रति सेकंद  $2.33 \times 10^6$  अणू इतका आहे. म्हणजेच दर सेकंदाला  $2.33 \times 10^6$  अणू थॅलियममध्ये रूपांतरित होतात. या दराने १ ग्रॅम किरणोत्सर्गी बिस्मथच्या साठ्याचे  $1/2$  ग्रॅम बिस्मथ व  $1/2$  ग्रॅम थॅलियम अशा मिश्रणात रूपांतरित होण्यासाठी  $2.67 \times 10^6$  वर्षे लागतील. पण मुळात आपल्याकडे  $1/2$  ग्रॅमच बिस्मथ असेल तर?  $1/2$  ग्रॅम बिस्मथचा न्हासाचा दर मोजला तर तो  $1.165 \times 10^6$  अणू/से. म्हणजेच १ ग्रॅमच्या न्हासाच्या दराच्या निम्मा असल्याचे दिसेल. म्हणजेच  $1/2$  ग्रॅम बिस्मथचे,  $1/4$  ग्रॅम बिस्मथ व  $1/4$  ग्रॅम थॅलियममध्ये रूपांतर होण्यासाठीही  $2.67 \times 10^6$  इतकीच वर्षे लागतील. याचाच अर्थ असा की, किरणोत्सर्गी मूलद्रव्याच्या न्हासाचा दर मुळात त्या मूलद्रव्याचे किती अणू उपलब्ध आहेत, यावर अवलंबून असतो. साठ्यातील त्या मूलद्रव्याच्या अणूंची संख्या जसजशी कमी होत जाते, तसतसा हा दरही कमी होत जातो. मात्र साठ्याचा न्हास होत होत त्यातील मूळच्या किरणोत्सर्गी अणूंची संख्या सुरुवातीच्या निम्मी होण्यासाठी लागणारा कालावधी मात्र मुळात त्या मूलद्रव्याचे किती अणू होते, यावर अवलंबून नाही.  $^{209}_{83}\text{Bi}$  चे कितीही अणू घेतले तरी त्यांचा न्हासाचा दर असा राहिल की, निम्मे अणू थॅलियममध्ये रूपांतरित होण्यासाठी  $2.67 \times 10^6$  इतकीच वर्षे लागतील. या ठिकाणी  $2.67 \times 10^6$  हे  $^{209}_{83}\text{Bi}$  चे अर्ध-आयुष्य (half life) आहे असे म्हणतात. प्रत्येक किरणोत्सर्गी मूलद्रव्याचे अर्धआयुष्य वेगवेगळे आहे. उदा.  $^{234}_{90}\text{Th}$  या थोरियमच्या



### ‘रुंटगेन यांच्याकडची बीच पार्टी’

या नावाने १९०० साली प्रसिध्द झालेले हे व्यंग चित्र. क्ष-किरणांच्या शोधाने शास्त्रज्ञांचीच नाही, तर कलावंतांचीही प्रतिभा जागी झाली, याचे हे एक उदाहरण.

समस्थानिकाचे अर्ध-आयुष्य फक्त २४ दिवस आहे. तर  ${}_{92}^{238}\text{U}$  या युरेनिअम समस्थानिकाचे अर्ध-आयुष्य जवळजवळ पृथ्वीच्या वयाइतके म्हणजे  $४.५ \times १०^९$  वर्षे इतके आहे. काही सेकंद किंवा काही मिनिटे इतके अल्प अर्ध-आयुष्य असणारीही काही किरणोत्सर्गी मूलद्रव्ये आहेत.

आता प्रश्न असा येतो की, वेगवेगळ्या किरणोत्सर्गी मूलद्रव्यांच्या किरणोत्सर्गाच्या क्षमतांची तुलना कशी करायची. यासाठी  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  हे रेडिअमचे समस्थानिक प्रमाणीभूत मानले जाते.  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  या रेडिअम समस्थानिका च्या एक ग्रॅम वजनाच्या साठ्याचा ऱ्हासाचा दर, सेकंदाला  $३.७ \times १०^{१०}$  अणू इतका आहे. किरणोत्सर्गाच्या मापनात मारी व पिअरे क्यूरी यांनी केलेल्या महत्त्वपूर्ण संशोधनाचा गौरव म्हणून, रेडिअमच्या या समस्थानिकाची किरणोत्सर्ग क्षमता एक क्यूरी इतकी आहे, असे म्हटले जाते, आणि त्याच्या तुलनेत इतर मूलद्रव्यांच्या ६१ किरणोत्सर्गाच्या क्षमतेचे मापन केले जाते. वेगळ्या शब्दांत सांगायचे तर, एखाद्या मूलद्रव्याचा ऱ्हास  $३.७ \times १०^{१०}$  अणू/सेकंद या दराने होण्यासाठी त्याचा किती ग्रॅम वजनाचा साठा घ्यावा लागेल, तितके क्यूरी त्या पदार्थाची किरणोत्सर्ग क्षमता आहे, असे मानले जाते. किरणोत्सर्गाच्या क्षमतेच्या मापनाचे दुसरे एकक आहे बेकरेल. एक क्यूरी म्हणजे  $३.७ \times १०^{१०}$  बेकरेल, असे समजतात. (१ बेकरेल म्हणजे दर सेकंदाला एक अणूचा ऱ्हास इतकी किरणोत्सर्गाची क्षमता) अशा रितीने किरणोत्सर्गाबाबतच्या बेकरेलच्या संशोधनाचाही उचित गौरव करण्यात आला आहे. ❖

# लस द्या बाळा

संदर्भच्या दुसऱ्या नमुना अंकात आपण लसीकरणाने पोलिओ विरुद्धच्या रोगनिर्मूलन मोहिमेबद्दल वाचलं असेल. लस म्हणजे काय, त्यामुळे प्रतिकारशक्ती कशी वाढते, आणि मुळात हा शोध कसा लागला, याबद्दल या लेखात वाचू या.

खूप सान्या गोष्टी आपण गृहीत धरतो. खरं तर आपलं सगळं जगणं हे पुढचा क्षण जगण्यासाठी नक्की उपलब्ध आहेच या ठाम समजुतीवर आधारलेलं असतं. मग काहीतरी घडतं, आपण काही वाचतो, आपल्याला काही नवीन जाणवतं. एखादा शोध लागतो आणि सर्वच बदलून जातं. लवकरच तो शोध नेहमीचाच असल्यासारखे आपण त्याला सरावतो. हे सर्व ठीक आहे. पण ह्यातील सर्वात महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे 'शोध' लागणं.

आता उदाहरणार्थ- हृदयाद्वारे शरीरात रक्ताभिसरण होते. हे विल्यम हार्वेने शोधून काढले. रोग जंतूमुळे होतात. हा शोध रॉबर्ट कॉख याला लागला. त्यांनी रोगासंबंधी नवी दृष्टी दिली. रोग जंतूमुळे होतात या विधानामध्ये आज काही नवलाई वाटणार नाही, पण १८८० साली ही फार मोठी घटना होती. तसेच लस टोचली की अनेक रोग टाळता येतात हे आता अगदी निरक्षर माणसाला पण ठारूक असते, गृहीत असते.



समन हबीब



एडवर्ड जेन्नर

तसेच 'सुशिक्षित' मंडळींना पण हे गृहीतच असते. वास्तविक लस म्हणजे सुध्दा जंतूच. शरीरात 'जंतू' घुसल्यावर रोग होतो, पण लस, म्हणजे सुध्दा जंतूच, ते घुसवल्या वर मात्र 'रोग प्रतिकार शक्ति' कशी काय बुवा प्राप्त होते ?

### पूर्वेतिहास

इ.स.पू. ४३० मध्ये थुसिडाइडस ह्याने म्हणून ठेवलंय की "जे एखाद्या आजारातून / रोगामधून पूर्णपणे बरे झाले आहेत, ते निर्भय होतात कारण तोच रोग त्यांच्यावर पुन्हा आक्रमण करणार नाही याची त्यांना खात्री असते". त्या काळातसुध्दा लोकांना, रोग होऊन गेल्यावर शरीरात निर्माण होणाऱ्या प्रतिकार शक्तीविषयी ज्ञान होते.

प्राचीन चीन मधील वैद्यांना माहिती होती की देवी या भयानक रोगाला अडथळा आणता येतो. आयुष्यात एकदाच होणारा रोग म्हणून याची ख्याती होती. बहुतेक रुग्ण मरण पावायचे. चिनी वैद्य माणसाला झालेल्या पुटकुळ्यातला द्राव निरोगी माणसाला टोचत. याने सौम्य स्वरूपात रोग होऊन नंतर आयुष्यभर संरक्षण मिळण्याची अपेक्षा असे. १८ व्या शतकाच्या सुरुवातील लेडी मॉटॅग्यूने

ही उपचार पध्दत युरोपमध्ये आणली. मात्र ती फारशी लोकप्रिय झाली नाही.

एडवर्ड जेन्नर ह्या विषयावर काम करत होते. ग्लुसेस्टरशायर नावाच्या गावात ते रहायचे. त्या गावातल्या गवळणींना देवी होत नसे ! मात्र गाईंना होणाऱ्या देवीचा प्रकार त्यांना होई (Cowpox). पुढे त्यांना देवी होत नसे (Smallpox). जेन्नरने सेरा नेल्मस ह्या मुलीच्या हातावर उठलेल्या गायीच्या देवी मधला पू जेम्स फिप्स नावाच्या मुलाला टोचला. मग जेम्सला तिथे छोटी पुटकुळी आली, ताप आला. नंतर तो खडखडीत बरा झाला. जेन्नरने हिम्मत धरून त्याला देवीचे जंतू टोचले. तरी त्याला काहीही झाले नाही. जेम्स आणि जेन्नर खरे बहादर ! जेन्नरच्या घरासमोर टोचून घ्यायला रांगा लागल्या. ही गोष्ट मे १७९६ मधील. ब्लॉसम नावाच्या गाईच्या पुटकुळीमधील द्राव तो वापरत असे. Vacca म्हणजे गाय, म्हणून ह्या रोग प्रतिबंधक उपायाचे नाव पडले Vaccination. जेन्नरने भविष्यात देवीचे निर्मूलन सूचित केले होते. जागतिक आरोग्य संघटनेने जगभर देवीच्या निर्मूलनासाठी प्रयत्न केले. २६ ऑक्टोबर १९७७ ला सोमालियामध्ये दुसऱ्या माणसापासून संसर्ग झालेला देवीचा शेवटचा रुग्ण सापडला. ८ मे १९८० ला पृथ्वी देवी रोग-मुक्त झाली असे जागतिक आरोग्य संघटनेने जाहीर केले. आज जगात फक्त काही प्रयोगशाळात देवीचे जंतू अतिसुरक्षित ठेवलेले आहेत. देवीचे जंतू



नामशेष झाले नसले तरी देवीचे निर्मूलन झाले आहे. त्यानंतर देवीचे लसीकरण थांबवण्यात आले. आज देवी रोगाच्या फक्त “तेव्हा.....” अशी सुरुवात करून गोष्टीच सांगता येतात. जेन्नरनंतर ७५ वर्षांनी लुई पाश्चर नावाचा फ्रेंच शास्त्रज्ञ रोग - जंतू - प्रतिकारशक्ती ह्या विषयावर अमूल्य संशोधन करून गेला. त्या काळातही जंतूविषयी बरीच माहिती होती. दही, दारू हे पदार्थ तयार होण्यातील जंतूंचा सहभाग माहितीचा होता. कॉंबड्यांना होणाऱ्या हगवणीवर पाश्चर संशोधन करित होते. त्यांच्या लक्षात आले की, काही ठराविक पध्दतीने क्षीण असे जंतू निर्माण करता येतात. हे जंतू शरीरात रोग निर्माण करत नाहीत पण प्रतिकारशक्ती मात्र निर्माण करतात. त्यांनी अशा प्रकारे क्षीण केलेल्या जंतूप्रणाली पासून काळपुळी (अँथ्रॅक्स), आणि रेबीज वर लशी निर्माण केल्या.

काही काळानंतर नटॉल, फॉन बेरींग आणि किटासो यांनी दाखवले की जंतू व जंतूंनी निर्माण केलेले विषारी द्रव्य यांच्या विरूद्ध शरीरात प्रतिपिंडे तयार होतात.

ती माणसांच्या रक्तात आढळतात. ही प्रतिपिंडे रक्त अथवा रक्तरसामधून एका जीवामधून दुसऱ्या जीवात जाऊ शकतात, जसे आईकडून मुलाकडे. याच पध्दतीने प्रतिपिंडे तयार करण्याची क्षमता इतर प्राण्यांतही असते. प्राण्यांमध्ये मुद्दाम विशिष्ट जंतू किंवा विषारी पदार्थाविरूद्ध प्रतिपिंडे निर्माण करून, ती शुद्ध करून नंतर विविध आजारांवर वापरली जातात. उदा. रेबीज किंवा सर्पविष. यावरील औषधासाठी घोड्याच्या शरीरात निर्माण केलेल्या प्रतिपिंडाचा वापर केला जातो. धनुर्वातावर देखील जनावराच्या शरीरात प्रतिपिंडे निर्माण करून, ती शुद्ध करून माणसाला देता येतात. या प्रकारच्या प्रतिपिंडांपासून मिळणाऱ्या प्रतिकारशक्तीला द्रव्यघटित प्रतिकारशक्ती





श्वेतचा देवीचा रोगी

(humoral immunity) म्हणतात.

काही वर्षांनंतर असेही लक्षात आले की शरीराच्या प्रतिकारशक्ती रक्षणाच्या कामात काही विशिष्ट पेशीही मदत करतात. या प्रकाराला पेशीघटित प्रतिकारशक्ती (Cell mediated immunity) म्हणतात. लिंफोसाईट ह्या प्रकारच्या श्वेत रक्तपेशी हे काम करतात.

**प्रतिकार शक्तीचे प्रकार :**

प्रतिकार शक्ती अनेक प्रकारची असते. त्याचे वर्गीकरण विशिष्ट आणि अविशिष्ट असे करता येईल. विशिष्ट प्रतिकारशक्ती ही विशिष्ट रोगाविरुद्ध असते. उदा. क्षयरोग, गोवर. ही प्रतिकारशक्ती प्रतिपिंडांमुळे किंवा पेशींमुळे (antibody/humoral & cell mediated immunity) अशा दोन प्रकारची असते. प्रतिपिंडे ही पेशीबाहेरील जंतूवर काम करतात. तर श्वेतपेशी (T & B lymphocytes)पेशींच्या आतील जंतू व

प्रतिजनावर काम करतात. (टी व बी पेशी आणि प्रतिकारशक्तीबद्दल शैक्षणिक संदर्भ अंक ३ मध्ये 'थायमस पुराण' हा लेख तुम्ही वाचला असेलच.)

अविशिष्ट प्रतिकारशक्ती मध्ये (nonspecific immunity) अनेक प्रकार आहेत.

१) शारीरिक रचना : अनेक जंतूंच्या हल्ल्यापासून कातडी आपल्याला वाचवते.

२) शारीरिक यंत्रणा : डोळ्यातले अश्रू डोळ्यांना जंतूंपासून मुक्त ठेवतात, श्वसन संस्थेतील सूक्ष्म केस व द्राव जंतूंचा प्रसार थांबवून ते बाहेर टाकतात.

३) शरीरातील रसायने: शरीरात अनेक रसायने बनतात. ती जंतूंचा नाश करू शकतात. त्यांच्या अवघड नावांची एक लांबलचक यादी बनवता येईल!

४) पेशींद्वारे : श्वेत रक्तपेशी आणि खादाड मोठ्या पेशी. (जेव्हा ताप आल्यावर डॉक्टर रक्त तपासायला सांगतात तेव्हा ह्याच श्वेत रक्तपेशी वाढलेल्या आढळतात. वेगवेगळ्या त्रासांमुळे वेगवेगळ्या पेशींचे प्रमाण वाढते.)

जगण्याच्या दृष्टिकोणातून अविशिष्ट प्रतिकारशक्ती ही फार महत्त्वाची आहे. रोगाचे आक्रमण झाल्यावर हीच बचावाची पहिली फळी असते.

प्रतिकारशक्तीचे वेगळ्या प्रकारेही

वर्गीकरण करता येईल. उदा. १) क्रियाशीलः हल्ला झाल्यावर निर्माण होणारी प्रतिपिंडे किंवा लसीकरणाने निर्माण झालेली प्रतिपिंडे. २) आयतीः उदा. आईने बाळास रक्तातून दिलेली प्रतिकारशक्ती. आईच्या पर्यावरणातले जंतू तिच्यात प्रतिकारशक्ती निर्माण करतात (लस/नैसर्गिक बाधेने) ही विशिष्ट प्रतिपिंडे तिच्या बाळाला रक्ताभिसरणातून मिळतात. त्या पर्यावरणात जन्माला आलेले बाळ पहिले काही महिने सुरक्षित असते. या काळात ते हानीकारक शत्रूशी लढायला शकते.

अशा प्रकारची दुसरी प्रतिकारशक्ती म्हणजे प्राण्यांच्यात प्रतिकार प्रथिने (immuno globulin) निर्माण करून, ती शुद्ध करून माणसात वापरता येतात. घटसर्प, अलर्क (रेबीज), कावीळ याविरुद्धची प्रतिकारप्रथिने आजारात ताबडतोब दिल्याने प्रसंगी जीव वाचतो. हाही आयत्या प्रतिकारशक्तीचाच प्रकार.

याशिवाय मुळातच असलेली अंगभूत प्रतिकारशक्ती आणि रोग/लस या जंतूशी सामना करत आलेली संप्राप्त प्रतिकारशक्ती असते.

काही वेगळ्या प्रतिकारशक्ती म्हणजे

१) एका विशिष्ट प्राणी जातीचे असल्याने असलेली प्रतिकार शक्ती : उदा. माणसालाच गोवर होतो. इतर प्राण्यांना नाही. गोवरापासून ते सुरक्षित आहेत. कुत्र्याला डिस्टेंपर होतो माणसांना नाही.

२) जनुक संस्थेशी निगडीत प्रतिकारशक्ती : जसे A रक्तगट असलेल्या मंडळीना इन्फ्ल्यूएंझा Ar विरुद्ध जास्त प्रतिकारशक्ती असते.

३) समूह प्रतिकारशक्ती : एखाद्या समूहातील बरेच सदस्य एखाद्या रोगाला प्रतिकारक्षम असतील तर त्यातील एखादा अप्रतिकारक्षम सदस्य वाचू शकतो. उदा. पोलिओच्या लशीचा विषाणू एका सदस्याकडून दुसऱ्या सदस्याकडे जाऊन अशा प्रकारची समूह प्रतिकारशक्ती निर्माण करू शकतो. समूह प्रतिकार वाढल्याने एखाद्या रोगाचे निर्मूलन आपण करू शकतो.

### प्रतिकारशक्तीचे तंत्र

कणा असलेल्या प्राण्यांमध्ये एक अद्भुत गोष्ट आहे. पेशींची एक अशी फौज जी स्वतःची आणि परकी अशी प्रथिने मोठ्या सफाईने ओळखण्याचे काम करतात. त्या कोणती रसायने हानीकारक व कोणती रसायने निरुपद्रवी हेही ठरवू शकतात. ह्यालाच म्हणतात प्रतिरक्षा तंत्र. स्तनधारी प्राण्यांच्यात तर हे तंत्र अत्यंत विकसित स्वरूपात आढळते. एकदा का ह्या पेशींना कळले की अमुक प्रथिन, तमुक रसायन हे आपले नाही व आपल्याला हानीकारक आहे, की ह्या पेशी त्याविरुद्ध प्रतिपिंडांचा फौजफाटा निर्माण करतात. आणि सर्वात कमाल म्हणजे त्या हल्लेखोरांची सर्व वैशिष्ट्य लक्षात ठेवतात, पुढे परत मुकाबल्याचा प्रसंग ओढवलाच तर!

## प्रतिकारशक्ती आणि एड्स

संप्राप्त प्रतिकारशक्ती म्हणजेच 'अॅक्यर्ड इम्युनिटी' असं नात्र उच्चरताच आठवतो 'एड्स'! सध्या जगात, मोठ्या वेगाने पसरणारा नवा अ.जा. त्यच्चं पूर्ण नाव आहे अॅक वर्ड इम्युनिटी डेफिशियन्सी सिंड्रोम (AIDS). या नावाच्या इंग्रजी अर्थानुसार असून वनवलेलं संक्षिप्त नाव आहे एड्स.

अॅक्यर्ड किंवा संप्राप्त प्रतिकार शक्ती या आजाराने कमी होते. लेखात आधीच उल्लेखलेल्या 'टी' प्रकारच्या लिम्फोसाईट पेशींचा नाश वा आजाराने विनाश करतात (त्याचं नाव एचआयव्ही किंवा ह्यूमन इम्युनो डेफिशियन्सी विषाणू) आणि न्हणून प्रतिकारशक्ती कमी होते.

आणखी थोडं खोलात जायचं ठरवलं तर..या लिम्फोसाईट प्रकारच्या श्वेतपेशींन्हेही अनेक उपप्रकार असतात. काहीना हेल्पर किंवा मदतकारक तर काहीना सप्रेसर किंवा रोधक पेशी म्हणतात, काही असतात किलर म्हणजे मारक तर काही मेमरी म्हणजे स्मरणक 'टी' पेशी.

यांतल्या मदतकारक पेशी एड्सच्या विषाणूच्या हल्ल्याला बळी पडत त आणि रोधक पेशींची संख्या वाढते. म्हणजे रोगजंतूवर हल्ला करा असं सांगणाऱ्या पेशी गायब आणि हल्ला थांबवा भांडू नका असे सांगून लढाऊ सैन्याला कावूत ठेवणाऱ्या पेशी मात्र जास्त प्रमाणात. असं प्रतिकारशक्तीचं सगळं तंत्रच उलटं पालटं होऊन जात एड्समध्ये.

म्हणजे कल्पना करा कुरुक्षेत्रावर कौरव सैन्य समोर पाहून हतबल झालेल्या अर्जुनला युध्दाला प्रवृत्त करणारा कृष्णच जर गायब झाला आणि त्याची जाग जर शांत रहा, शांत रहा! सगळ्यांची शस्त्र म्याना! अशा आज्ञा देणाऱ्या युधिष्ठिराने घेतली तर कौरव सैन्याच्या हल्ल्यात शस्त्र म्यानात घातलेल्या पांडव सेनेचं जे 'पानिपत' झाले असत-तसंच, आदी तसंच होतं एड्समध्ये आपल्या शरीराच्या प्रतिकारशक्तीचं.

लेखक : डॉ. विनय कुलकर्णी

ह्याला प्रतिकार स्मरणशक्ती म्हणतात. अगदी आयुष्यभर ही स्मरणशक्ती रहाते... जन्माचे वैर! लसीकरणाचा हाच गाभा आहे. नवव्या महिन्यात गोवराची लस बाळाला दिल्यावर फौज तयार होऊन बाळाचे रक्षण होतेच, पण

पेशी गोवराचा जंतू लक्षात ठेवतात. आयुष्यात पुढे पण गोवर भेटायला आलाच तर प्रतिपिंडे तयार नसली तरी ताबडतोब निर्माण होतात. रोग होत नाही. काही रोगांच्या बाबतीत ही स्मरणशक्ती कमी असू शकते,

मग लसीचे डोस जास्त व ठराविक अंतराने घ्यावे लागतात. पुनः पुन्हा आठवण रहावी म्हणून. उदा. विषमज्वर, कावीळ, त्रिगुणी.

प्रतिकारशक्तीच्या कारखान्यातल्या ह्या पेशी वेगळी वेगळी कामे करतात. काही “खादाडपेशी” घुसखोरांना अखखे गिळतात, मग त्यांचे तुकडे करून दुसऱ्या श्वेत पेशींना दाखवतात. जणू “हं.. असा तुकडा दिसला तर काढा ठोकून” काही पेशी मग तुकडा ओळखून घुसखोराचा खात्मा करू शकतात. लहान मुले साच्यांचा खेळ खेळतात. चौकोनात चौकोन, गोलात गोल बसवतात. प्रतिकार तंत्रातील पेशी असेच साचे ओळखतात (receptors). अशा दहा कोटी प्रकारचे साचे शरीर बनवू शकते. काही पेशी साचे ओळखतात, काही रसायने. शत्रू ओळखला की दोन प्रकारची कार्यवाही होते. काही पेशी स्मरणशक्ती निर्माण करतात तर काही स्वतः सारख्या पेशी निर्माण करून फौजा निर्माण करतात. असे अनेक साचे लक्षात आले की अनेक शिपाई पेशींच्या तुकड्या बनतात.

सर्वात शेवटी प्रथिनांची लढाई, गुणसूत्रांनी खेळलेली!

**बाळाचे ६ शत्रू :**

क्षयरोग, पोलिओ, घटसर्प, डांग्या खोकला, धनुर्वात, गोवर हे बाळाचे ६ शत्रू फार प्रसिद्ध. कारण यांची लसीकरण मोहीम. क्षय, पोलिओ व गोवर यांच्या लशीत सौम्य

बदल केलेले जिवंत जंतू असतात. तर त्रिगुणीमध्ये घटसर्प व धनुर्वाताच्या जंतूंचे हल्लेखोर रसायन (Toxoid) असते आणि डांग्या खोकल्याचे मेलेले जंतू असतात. ह्या सर्व लशी फ्रीजमध्ये ४ ते ८ डिग्री सें. या तपमानातच ठेवाव्या लागतात. तयार झाल्यापासून ते लस टोचेपर्यंत ही शीत-साखळी अबाधित ठेवावी लागते. क्षयावर BCG ची लस असते. पोलिओवर थेंब. बाकी सर्व इंजेक्शन असतात. BCG नंतर त्या ठिकाणी ४-६ आठवड्याने टिकली उमटते व व्रण तयार होतो. या लशीचे गंभीर दुष्परिणाम सर्वसामान्यपणे होत नाहीत. पोलिओचे थेंब कडू असतात. ते दिल्यावर बाळास अर्धा तास पाजू नये. जर मूल अर्ध्या तासात ओकले तर डोस परत द्यावा. अन्यथा नाही. पोलिओ लसीकरण सध्या जोरदार चालू आहे कारण पोलिओ निर्मूलनाच्या महत्त्वाच्या टप्प्यावर आपण आहोत. त्रिगुणी इंजेक्शन मात्र विशेष दुखते, तापही येतो. या लशीचा मात्र काही मुलांना त्रास होतो. ह्या विषयी डॉक्टरांकडून निश्चित माहिती घ्यावी, तापावर औषध घ्यावे. गोवराच्या बाबतीतही हेच आहे. या सहा शत्रूंवरुद्ध राबवलेली सरकारी मोहीम हा एक स्तुत्य उपक्रम आहे. ह्या लशी मोफत मिळतात. या सर्व रोगांचे प्रमाण आता हळूहळू कमी होत आहे.

**नवीन काही विशेष -**

नवीन विशेष नेहमीच असते. लशींच्या बाजारात तर महापूर आहे. सध्या MMR



लुई पाश्चर (१८२२ ते १८९५)

(गोवर, गालगुंड व जर्मन गोवर) Hemophilus influenza B (मेन्दुज्वर), कावीळ ए व बी, विषमज्वरावर इंजेक्शन व गोळ्या, कांजण्या, Pneumococcus, Meningococcus हे मेंदुज्वराचे वेगळे जंतू, फ्लू, जुलाबाचे विषाणू या सर्व मंडळींविरुद्ध लशी आहेत. काही स्वस्त, काही महाग. काही उपयोगी, काही कोणास ठाऊक! मुख्य गोष्ट ही की लशीविषयी पूर्ण माहिती घेऊन, गरज लक्षात येऊन, डॉक्टरशी चर्चा करून, तारतम्याने ठरवावे की काय काय व केव्हा टोचावे. आईचे लशीकरण करून, होणाऱ्या बाळास सुरक्षितता देण्याकडे आता संशोधन सरकतंय. जैविक तंत्रज्ञानाने आता ह्या लशींचे एकत्रीकरण करून 'बहुगुणी' लस निर्माण करण्याचे प्रयत्न चालूच आहेत.

पण तरी सुद्धा : पाश्चर म्हणत "मी एखाद्या रोगावर चिंतन करतो तेव्हा मी कधीच रोगावर उपचार शोधत नसतो, तर तो रोग

होणारच कसा नाही ह्याचा शोध घेतो". याचा अर्थ रोग प्रतिबंध म्हणजे फक्त लस असा नकी नव्हे. पुरेसे अन्न, स्वच्छ पाणी, संडास, शिक्षण याही एक प्रकारे अविशिष्ट प्रतिकारशक्तीच आहेत. त्यांचाही विचार हवा. हिमनगाच्या फक्त पाण्याच्या पृष्ठभागावर असणाऱ्या भागाकडे लक्ष देऊन भागणार नाही. पाण्याखालचा प्रचंड, न दिसणारा भाग, दिसत नाही म्हणजे नाही असे नाही. फक्त लसीकरणावर भर देऊन काहीही घडणार नाही.

शेवटी काहीही झालं तरी लसीकरण हा झाला तांत्रिक उपाय. प्रत्येक रोगामागे काही एक सामाजिक कारणही असतंच. बाळ जुलाबावर उत्तम लस निघाली म्हणून स्वच्छ पाणीपुरवठा आणि स्वच्छ अन्नपदार्थ यांचं महत्त्व कमी होत नाही. आजही सर्वांना पिण्यासाठी स्वच्छ पाणी आणि खायला पुरेसं, ताजं, स्वच्छ अन्न का मिळत नाही? ते मिळायला नको का? आरोग्यासाठी किमान आवश्यक गोष्ट मिळणं, उपलब्ध असणं हा सर्वांचा मूलभूत हक्क नाही का? तो न मिळण्यातल्या अडचणी कोणत्या आहेत? त्यातल्या नैसर्गिक किती आणि मानवनिर्मित किती? यांच्याकडेही आपण लक्ष द्यायला हवं. त्यातल्या त्रुटी दूर करायला हव्यात. ❖

**आभार :** हा लेख तयार करण्यासाठी बालरोगतज्ज्ञ डॉ. सुप्रिया कुर्लेकर यांचे सहकार्य लाभले. डॉ. कुर्लेकर तळेगाव येथील वैद्यक महाविद्यालयात व्याख्यात्या आहेत.



## चमत्कार करु शकणारा माणूस

जगप्रसिध्द इंग्लिश विज्ञान कथालेखक एच्. जी. वेल्स यांच्या कथेचा पहिला भाग मागच्या अंकात आपण वाचला. कथेतला हा चमत्कार करणारा माणूस आणखी काय काय चमत्कार करत रहातो आणि त्यामुळे काय घडतं हे या अंकात.

लेखक : एच. जी. वेल्स • अनुवाद : शशि जोशी

फर्नाडिसला प्रथम विंचचा प्रश्न सोडवायचा होता. पण मेडिग त्याला सोडतच नव्हते. जवळजवळ डझनभर छोटे छोटे घरगुती प्रयोग केल्यानंतर त्या दोघांमध्ये आणखीनच उत्साह संचारला. त्यांची कल्पनाशक्ती स्वैर धावायला लागली. त्यांचे पहिले धाडसी कार्य भुकेमुळे सुरु झाले. त्या दोघांना जे जेवण मिळाले होते ते अगदीच बेचव होते. त्याच्याकडे नुसते बघूनच त्यांची खाण्याची इच्छा मरुन गेली. फर्नाडिसने संधी घेतली, “सांगा तुम्हाला काय खायचेय?” त्याने हात नाचवत जोरांत विचारले. मेडिगने आपल्या पसंतीचे अनेक उत्तमोत्तम पदार्थ सांगितले अन् ते ताबडतोब हजर झाले. ते दोघे जण बराच वेळपर्यंत जेवणाचा आस्वाद घेत गप्पा मारत

होते. फर्नाडिसचा चेहरा आता पुढे होणाऱ्या चमत्कारांच्या कल्पनेने झळकू लागला होता. तो म्हणाला, “आता तर मी तुम्हाला घरगुती बाबतीत पण मदत करू शकतो.”

“मला नीटसे कळले नाही,” मेडिग दारुचा ग्लास उचलत म्हणाले. फर्नाडिस म्हणाला, “मी विचार करत होतो की कदाचित माझ्या चमत्काराच्या शक्तीचा उपयोग मिस मेरीला चांगली, जबाबदार नोकर बनवण्यासाठी पण होऊ शकेल.”

मेडिगने ग्लास खाली ठेवला. ते थोडे शंकित दिसत होते. “तिला कुणी लुडबुड केलेली आवडत नाही आणि आता रात्रीचे ११ वाजलेले आहेत. ती झोपली असेल. या दृष्टीनेही विचार कर.”



पण  
मेडिग

फर्नांडिसने या सगळ्याचा विचार केला आणि म्हणाला, “मला नाही वाटत की ती झोपलेली असतांना काही होऊ शकणार नाही.”

मेडिगने त्याला थोडासा विरोध केला पण नंतर मान्यता दिली. फर्नांडिसने तशी आज्ञा दिली आणि ते दोघे बेचैन होऊन काही काळ जेवत राहिले. मेडिग आपल्या कामाच्या घाईमध्ये उद्या काय काय बदल होतील याची लांबलचक यादी करत होते. फर्नांडिसला सुद्धा त्या अपेक्षा जरा जास्तच अतिरंजित वाटल्या. तेवढ्यात वरच्या मजल्यावरून काही विचित्र आवाज यायला लागले. त्या दोघांनी एकमेकांकडे प्रश्नार्थकदृष्टीने पाहिले. नंतर मेडिग घाईने वरच्या मजल्यावर गेले. फर्नांडिसने त्यांना मेरीला हाक मारतांना व तिच्याकडे वर जाणाऱ्या पावलांचा आवाज ऐकला.

एक मिनिटातच मेडिग जेव्हा परत आले,

तेव्हा जणू ते हवेवर स्वार होते. त्यांचा चेहरा चमकत होता. “आश्चर्य!” ते म्हणाले, “मी तर हादरूनच गेलोय”.

ते गालिच्यावर येरझारा घालू लागले. “दरवाज्याच्या फटीतून मी जे दृश्य पाहिले ते अगदी हृदयस्पर्शी होते. बिचारी बाई! तिला इतका पश्चाताप झाला होता. कसा अद्भुत बदल ! ती जागी झाली होती. कदाचित आपल्या टूकेत चोरून ठेवलेली दारूची बाटली फोडण्यासाठी ती अंधरूणावरून उठली असेल. देवाजवळ माफी मागत होती. पण या घटनेमुळे आपल्यासमोर अत्यंत आश्चर्यकारक शक्यतांचे भांडारच खोलले आहे. जर आपण या बाईमध्ये चमत्काराने बदल घडवू शकतो.....”

“वाटतंय खरं तसंच,” फर्नांडिस म्हणाला, “पण विंच?” मग विंचच्या प्रश्नाला बगल मारत मेडिगने अनेक छान छान प्रस्तावांची साखळीच पुढे मांडायला सुरवात



केली. प्रत्येक क्षणाला त्यांच्या डोक्यांत अनेक चमत्कृतिपूर्ण कल्पना येत होत्या. हे सारे प्रस्ताव परोपकाराच्या भावनेतूनच पुढे आले होते. स्वतःचे पोट भालेले असतानाच सुचणारे परोपकार. बिचाऱ्या विंचवा प्रश्न तसाच राहिला. दोघे वाहेर पडले. अंधारात कडाक्याच्या थंडीत ते शहरातील गल्ल्यांमधून हिंडत होते. मेडिगना अक्षरशः हर्षोन्माद झाला होता. त्यामुळे आपल्या हातापायांवर ताबा ठेवणे त्यांना कठिण जात होते आणि फर्नांडिसमध्ये उत्साह भरून वहात होता. आता तो मोकळेपणाने आपल्या शक्तीची वाच्यता करत होता. त्यांनी शहरांतल्या सगळ्या दारुड्यांना सुधारून सगळ्या दारूचे पाण्यात परिवर्तन करून टाकले, आगगाड्यांचे येणेजाणे अगदी नियमित केले, पाद्रीबाबांचा मस नीट करून टाकला, गावांतील एका बाजूच्या जुन्या दलदल असलेल्या भागाला सुकवून कोरडे करून टाकले, डोंगरावरील मातीचा कस वाढवला. आता ते बघायला चालले होते-सऊथ ब्रिजच्या तुटलेल्या भागाला कसे काय नीट करता येईल ते. मेडिग आनंदाने म्हणाले, “या जागेचे तर उद्या सारे रूपच पालटलेले असेल. सगळ्यांना किती आनंद होईल.” त्याचवेळी चर्चच्या घड्याळात तीनचे टोले पडले.

फर्नांडिस म्हणाला, “तीन वाजले आहेत मला परत गेले पाहिजे. सकाळी आठ वाजता कामावर जायचे आहे.”

“आपण आता तर सुरवात केली आहे”,

मेडिगने अतिशय गोड स्वरात म्हटले, “आपण जे सगळ्यांचे भले करतो आहोत त्याचा विचार कर - उद्या लोक जेव्हा जागे होतील....” “पण” फर्नांडिस म्हणाला.

मेडिगने अचानक त्याचा हात धरला त्यांचे डोळे चमकत होते आणि एक प्रकारचा झपाटलेपणा त्यांच्यात नजरेस येत होता. त्यांनी आकाशांत चंद्राकडे बोट दाखवत सांगितले, “असं कर, याला थांबव” फर्नांडिसने चंद्राकडे पाहिले आणि थोडा थांबून म्हणाला, “हे जरा जास्तच होईल.” “का नाही” मेडिग म्हणाले, “हा तर थांबत नाही. तू पृथ्वीचे फिरणेच थांबव. समय थांबेल. असं तर नाहीये की आपण कुणाचे नुकसान करतो आहोत”

“अं अं.....” फर्नांडिस जरा बावचळलाच, “प्रयत्न करतो.”

त्याने आपल्या कोटाची बटणे लावली आणि आपल्या शक्तीत जेवढे जास्तीतजास्त लक्ष केंद्रित करता येईल तेवढे करून विश्वासाने पृथ्वीला संबोधून म्हणाला, “फिरणे बंद कर.”

आता तर त्याचा तोलच गेला. एका मिनिटाला १२ मैल वेगाने तो हवेत उडत होता. प्रत्येक सेकंदाला तो न मोजता येण्याइतक्या चकरा खात होता पण तशाही स्थितीत तो विचार करत होता “काय आश्चर्य आहे, कधी इतका हळू चालतो की जणू गोगलगाय आणि कधी प्रकाशाच्या तीव्र वेगाने”. त्याने एक क्षणभर विचार केला

आणि इच्छा व्यक्त केली.” मला नीटपणे खाली येऊ दे. बाकी काहीही होवो पण मला ठीकपणे खाली सुरक्षित येऊ दे.”

त्याने ही इच्छा पण योग्यवेळी व्यक्त केली होती. इतक्या वेगाने उडण्याच्या घर्षणामुळे त्याचे कपडे जळायला लागले होते. तो प्रबळ शक्तीमुळे खाली येऊन पडला पण त्याला जराही दुखापत झाली नाही. कारण तो अगदी मऊ नुकत्याच खोदलेल्या मातीवर पडला होता. एखादा बाँब फुटून सगळे काही उध्वस्त व्हावे आणि विटा, सिमेंट, लोखंड, लाकूड असे सारे सामान जोरदार वेगाने हवेत उडून पुन्हा सारे जमिनीवर यावे तसे झाले. वेगाने

जाणारी एक गाय एका मोठ्या पत्थराच्या तुकड्याला धडकली. नंतर एक इतका मोठा आवाज झाला की आत्तापर्यंतचे आवाज अगदीच किरकोळ वाटू लागले. नंतर धडाक्यांच्या आवाजांची

एक साखळीच सुरु झाली पण मग त्याची तीव्रता कमी होत गेली. जोरदार हवेचा एक झोत पृथ्वी अन् आकाशाच्या मधून इतक्या भीषण वेगाने जात होता की वर बघण्यासाठी तो मोठ्या मुष्किलीने डोके उचलू शकत होता. काही वेळ त्याला असे वाटले की जणू त्याचा श्वासच थांबला आहे. हे सगळे काय झाले आहे ते बघणे आणि कसे झाले आहे ते समजणे त्याला कठिण झाले. सगळ्यांत पहिल्यांदा त्याने आपल्या डोक्याला हात लावला आणि डोक्यावर अजून केस शिल्लक



आहेत हे बघून स्वतःचे समाधान करून घेतले.

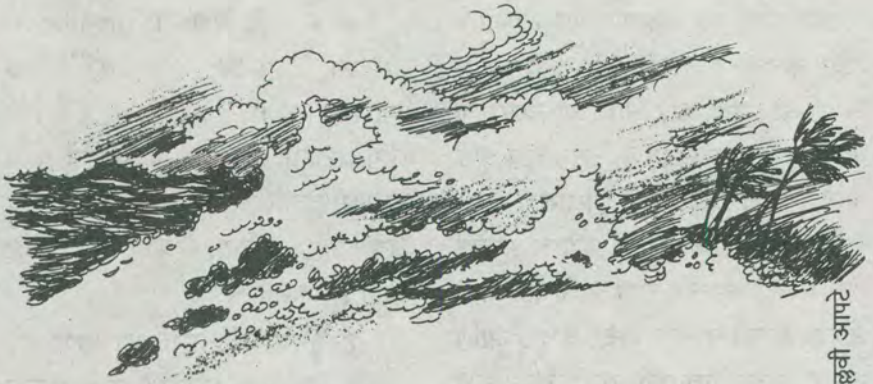
“अरे देवा”, वाऱ्याच्या वेगामुळे त्याचा आवाजच बाहेर पडत नव्हता. “मी तर सहीसलामत बचावलो. काय चूक झाली ? वादळ, वारे आणि उत्पात ! एका क्षणापूर्वी इतकी सुंदर रात्र होती. मेडिंगने माझ्याकडून हे काय करून घेतले ? काय भयंकर हवा आहे. मी जर असाच मूर्खासारखा वागत राहिलो तर नक्कीच काहीतरी भयानक मोठी दुर्घटना घडेल.”

“मेडिंग कुठे आहे ? सगळे कसे अस्ताव्यस्त झाले आहे.” आपला वेडावाकडा उडणारा कोट सावरत त्याने इकडे

तिकडे बघण्याचा प्रयत्न केला. सगळे काही अतिशय विचित्र वाटत होते. “निदान आकाश तरी आता ठीक आहे.” फर्नांडिस म्हणाला, “हेच तेवढं ठीक आहे असे वाटतयं. पण असं वाटतंय की

मोठे वादळ होणार आहे. पण डोक्यावर तर चंद्र उगवला आहे, जसा थोड्या वेळापूर्वी होता तसाच. इतका चमकतोय की जणूदुपार झालीय. पण बाकी सर्व गाव कुठे आहे ? बाकीही सगळे कुठे गेले ? आणि हे इतके जोरात वारे का वाहते आहे ? मी तर अशी आज्ञा दिली नव्हती.”

आपल्या पायांवर उभे रहाण्याचा व्यर्थ प्रयत्न केल्यावर फर्नांडिस आपल्या हातापायांच्या आधारावर घोड्यासारखा टिकून राहिला. त्याने चांदण्या रात्री हवेच्या



पृथ्वी आपट

दिशेने बघण्याचा प्रयत्न केला. त्याचा कोट त्याच्या डोक्यावर उडत होता. “काही तरी भलतंच घडतं आहे. देवाला माहीत काय ते.” तो मनातल्या मनात विचार करत होता.

लांबपर्यंत नुसत्या धुळीच्या लोटांची जोरदार भिंत निर्माण झाली होती. अन् ती जोराने वहात होती. माती, वाळू, वस्तूंचे अन् इमारतींचे तुटलेले तुकडे याशिवाय दुसरे काही दिसतच नव्हते. एखादे झाड, एखादे घर, एखादी ओळखीची आकृति, काहीच दिसत नव्हते. फक्त विनाशाचे तांडव चालले होते. अंधारात जोरदार होणारे तूफान, त्याचा गरजणारा आवाज अन् कडाडणारी वीज यात सारे काही लुप्त होत होते. विजेच्या अचानक चमकलेल्या प्रकाशांत फर्नाडिसला जवळ एक वस्तू दिसली. कदाचित ते कोणेएके काळी लिंबाचे झाड असावे. कारण आता फक्त मुळापासून फांद्यापर्यंत तुकडे तुकडे होऊन काड्या आणि कचऱ्यांचा ढीग बनले होते. त्याच्या समोर लोखंडाच्या तुकड्यांचा एक ढीग होता, तो कदाचित, एके काळी पूल

असेल.

झाले असे की, फर्नाडिसने जेव्हा आपल्या आसावर फिरणाऱ्या पृथ्वीला थांबवले तेव्हा त्याने तिच्यावरील फिरणाऱ्या मामुली वस्तूबाबत काहीच सांगितले नाही. पृथ्वी आपल्या आसावर इतक्या जोरात फिरते की भूमध्य रेषेवर तिची गती एका तासांत हजार मैलांपेक्षाही जास्त असते, तर या अक्षांशावर जिथे हे गांव आहे, ती जवळजवळ त्याच्या निम्मी असते. जेव्हा पृथ्वी थांबली तेव्हा फर्नाडिसला, त्या साऱ्या गावाला, सगळ्या लोकांना, सगळ्या वस्तूंना नऊ मैल प्रत्येक मिनिटाला या वेगाने जोराचा धक्का लागला. या सगळ्यांना तोफेच्या तोंडी दिल्यावर जो धक्का लागला असता तो सुद्धा याच्यापुढे अगदीच मामुली वाटला असता आणि प्रत्येक माणूस, प्रत्येक जिवंत प्राणी, प्रत्येक घर, प्रत्येक झाड, आपल्या सवयीची असलेली प्रत्येक वस्तू या धक्क्यामुळे तुटून चूरचूर होऊन नष्ट झाली. बस हेच झाले.

असो. या सगळ्या घटना फर्नाडिसला

नीटपणे समजल्या नव्हत्या. पण त्याला हे नक्की कळले होते की त्याचा चमत्कार अयशस्वी झाला आहे आणि चमत्कारांच्या बाबतीत त्याच्या मनांत अतिशय तीव्र घृणा निर्माण झाली. आता तो अंधारांत होता. कारण ढगांनी एकत्र येऊन चंद्राला झाकले होते. हवेत पावसाच्या धारा आणि गारा यांचा जोरदार झगडा चालला होता. वादळ आणि पाऊस यांच्या गर्जनांनी पृथ्वी व आकाश हलवून सोडले होते. आपल्या डोळ्यांवर ठेवलेल्या हातांच्या आडून विजेच्या चमकत्या प्रकाशांत त्याने पाहिले की पाण्याची एक प्रचंड मोठी भिंतच त्याच्या दिशेने चालत येत आहे.

“मेडिग”, या प्रलयांकारी वादळांत आपल्या दुर्बल आवाजांत फर्नांडिस ओरडला, “मेडिग तुम्ही कुठे आहात?”

“थांब” पुढे येणाऱ्या पाण्यावर तो ओरडला, “अरे देवा, थांब थांब.” “एक क्षण तरी थांबा.” त्याने वीज आणि गडगडाटाला सांगितले, “म्हणजे मला काहीतरी विचार करता येईल. आता मी काय काय करावे? अरे देवा, मी काय करू? खरंच. मेडिग इथे असते तर.”

“हं समजलो” फर्नांडिस म्हणाला, “आणि आता देवा, माझ्याकडून काही चूक होऊ देऊ नको.”

मन पूर्ण एकाग्र करून सगळे काही व्यवस्थित होण्याची इच्छा करीत तो आपल्या चारी हातापायांवर हवेच्या जोरदार प्रवाहाविरुद्ध टिकून राहिला. मग म्हणाला, “मी जी आज्ञा देईन, जोपर्यंत मी समाप्त म्हणत नाही तोपर्यंत ती पुरी होऊ नये. खरंच मी आधीच विचार करायला हवा होता.”

## ‘पालकनीती’



### पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

■ वार्षिक वर्गणी रु. १००/-

■ आजीव वर्गणी रु. १०००/-

चेक / ड्राफ्ट ‘पालकनीती परिवार’ नावाने काढावेत.

### पालकनीती परिवारचे उपक्रम

- पालकनीती मासिक ■ माहितीघर ■ खेळघर ■ सल्ला केंद्र
- शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिक ■ सामाजिक पालकत्व पुरस्कार

त्या सगळ्या आवाजांच्या गोंधळात आपला आवाज उंचावत स्वतःलाच ऐकू येण्याच्या व्यर्थ आशेने तो किंचाळला, “आता मी पुढे जे काही सांगणार आहे, ते लक्षांत ठेवा. प्रथम हे की मी जे काही सांगेन ते पूर्ण झाल्यावर माझी चमत्कार करण्याची शक्ती नाहीशी व्हावी. माझी इच्छाशक्ती इतर लोकांसारखीच व्हावी आणि हे सर्व धोकादायक चमत्कार थांबावेत. मला ते आवडत नाहीत. मी ते केलेच नसते तर बरे झाले असते. ही पहिली गोष्ट.

दुसरे असे की मी चमत्कार सुरु होण्याच्या पूर्वीच्या स्थितीत जाऊन पोचावे. दिवा उलटा होण्यापूर्वी होती तशीच परिस्थिती पुन्हा व्हावी. हे एक मोठे काम आहे पण शेवटचे आहे. समजले? आता आणखी काही चमत्कार नाही, प्रत्येक गोष्ट पूर्ववत - मी पुन्हा कॅफेटेरियामध्ये, चहाचा कप घेतलेला, बस हेच.”

डोळे मिटून, मूठ बंद करून त्याने सांगितले, “समाप्त” सगळे काही एकदम स्थिर झाले. त्याच्या लक्षांत आले की तो सरळ उभा आहे.

“असं म्हणता तुम्ही” एक आवाज आला.

त्याने आपले डोळे उघडले. तो कॅफेटेरियामध्ये चमत्कारांबद्दल बिमिशशी वाद घालत होता. त्याला असं वाटायला लागलं की काहीतरी अतिशय महत्त्वाची गोष्ट

तो त्या क्षणाला विसरून गेला होता. पण तो भासही क्षणांत गायब झाला.

त्याची चमत्काराची शक्ती सोडता सगळे काही पूर्वीसारखेच होते. त्याचा मेंदू, त्याची आठवण. या गोष्टीच्या सुरवातीला होती तशीच आताही होती. त्यामुळे हे सगळे याआधी जे सांगितले आहे त्याबाबत त्याला काही माहित नाही, आजही त्याला काही माहित नाही आणि त्याचा चमत्कारांवर विश्वास पण नाही.



तो म्हणाला, “मी तुम्हांला सांगतो की चमत्कार होणे अशक्य आहे. तुम्हा लोकांना काहीही वाटो पण मी ही गोष्ट शेवटपर्यंत सिद्ध करायला तयार आहे.”

बिमिश म्हणाले, “तुला असे वाटत असेल आणि जर सिद्ध करू शकत असशील तर कर.”

“बिमिश इकडे बघा” फर्नांडिस म्हणाला, “आपल्याला नीटपणे समजून घेतले पाहिजे की चमत्कार म्हणजे काय असते. एखादी अनैसर्गिक गोष्ट एखाद्याने केवळ आपल्या इच्छाशक्तीच्या जोरावर.....” ❖

लेखक : एच्. जी. वेल्स, जगविख्यात विज्ञान कथालेखक

अनुवाद : शशि जोशी, पुणे. वाचनाची व भाषांतरे करण्याची आवड.



## शैक्षणिक संदर्भचे अंक तुम्ही

इतरांना भेट म्हणूनही देऊ शकता !

ज्ञान आणि आनंद फक्त स्वतःजवळ ठेवू नये, तो सर्वांना वाटावा. तो वाटल्यानं कमी होत नाही, तर आणखी वाढतो. शैक्षणिक संदर्भ तुमच्या स्नेहीसोबत्यांना भेट द्या. पुढील वर्षभरातल्या सहा अंकांनी आनंद शतगुणित करा. शेवटच्या पानावरील नमुना फॉर्मप्रमाणे तुमच्या स्नेही - मित्रांचे पत्ते आणि वर्गणी, ड्राफ्ट किंवा मनीऑर्डरने पाठवा. तुमच्या आठवणींसह वर्षभर आम्ही त्यांना 'शैक्षणिक संदर्भ' द्वैमासिक पाठवू. याखेरीज मागील वर्षातील ६ अंकांचा एकत्रित संचही आपण भेट देऊ शकता.

दिनांक / /

श्री. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

पत्ता

- यांना ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१ मधील सहा अंक भेट म्हणून पाठवावेत.
- यांना ऑगस्ट १९ ते जुलै २००० मधील ६ अंकांचा एकत्रित संच पाठवावा.

ही भेट श्री. \_\_\_\_\_ यांच्याकडून दिली जावी.

पत्ता

त्यासाठी वर्गणी रु. १००/- अथवा मागील ६ अंकांच्या संचासाठी रु. १३०/-  
मनि ऑर्डर /ड्राफ्ट/चेक 'संदर्भ' नावे पाठविली आहे.



# लांडगा आला रे आला

एकदा एक अस्वल मधमाश्यांच्या पोळ्यातला मध खाण्यासाठी झाडावर चढलं, एका मधमाशीनं त्याला पाहिलं. तिनं जोरात त्याच्यावर हल्ला केला. त्याच्या नाकाचा कडकडून चावा घेतला आणि मग तर मधमाश्यांचा सगळा थवाच अस्वलावर तुटून पडला.

हे कधी कधी गोष्टींमधे वाचल्याचं आठवतंय ना?

ही गोष्ट म्हणून केवळ सोडून द्यायची नाहीये. प्रश्न असा आहे की एका माशीने पाहिले ते खरे पण उरलेल्या सगळ्या माशांना तिथे यायचा निरोप कोणी दिला?

गंमत अशी आहे की, पहिल्या मधमाशीने डंखाबरोबरच एक रसायन सोडलं. या रासायनिक संकेतामुळे दुसऱ्या मधमाशांना शत्रूजवळ आकर्षित केलं. मुंग्यांमध्येही असंच होतं. समूहातला कोणी सदस्य रसायनाच्या स्वरूपात धोक्याची घंटा वाजवतो. इतर मुंग्या तो संदेश ग्रहण करून, धोक्याच्या स्थळाकडे पोचायला सुरुवात करतात.

निरनिराळ्या प्राण्यांमध्ये अशा पद्धतीचे धोक्याचे संकेत देण्याचा निरनिराळ्या पद्धती विकसित झाल्या आहेत. निसर्गामध्ये प्रत्येक जीवाला दुसऱ्या जीवापासून धोका ही अगदी साहजिक गोष्ट आहे. जीवो जीवस्य जीवनम् हा निसर्गाचा पहिला नियम आहे.

परंतु या नियमाबरोबरच कधी कधी प्राण्यांची मैत्रीही अनुभवायला मिळते. म्हणजे धोक्याचे संकेत फक्त आपल्या जातीतल्या प्राण्यांनाच नव्हे तर दुसऱ्या जातीच्या प्राण्यांनाही दिले जातात. जसं वानरांच्या ओरडण्याच्या वेगळ्या आवाजावरून चितळ सावध होतात.

या सहजीवनामुळे होतं काय की शत्रूला त्या क्षेत्रात शिकार मिळण्याची शक्यता कमी होते. वारंवार असं झालं तर त्या क्षेत्रापासून शत्रू लांब जाऊ लागतात आणि समूहाचं जीवन सुरक्षित होतं. ❖

शै. संदर्भ : मे - जून १९ मधून साभार  
अनुवाद : चारुता मुळे, अहमदनगर

## मागील अंकांतील हे लेख तुम्ही वाचले आहेत ना ?

### नमुना अंक - १

● कच्चे धागे, पक्के धागे ● प्रयोग का करावेत ? ● प्रकाश आणि कोंबडीचे अंडे ● गणित नको रे बाबा ● ढग उंच उंच का राहतो ● कॅलेंडरमधली जादू ● खोटं साफ खोटं व संख्याशास्त्र ● हत्ती गांडूळ असता तर ? ● कशात प्रथिने तर कशात स्निग्ध ● वृक्षचिंतन हे अनोखे ● 'परिसरा'मध्ये काय असतं आणि काय नसतं ● शुक्राणू आणि अंडाणूची निर्मिती ● करून बघू या इतिहास संशोधन ● शिवु आणि राक्षस ● मेंदूसुद्धा चक्रावला.

### नमुना अंक - २

● तिसरा डोळा ● कधी बहर, कधी शिशिर ● पायथागोरसच्या सिद्धता ● धक्कादायक !! ● आपण आक्रसतोय ? ● पृथ्वी गोल आहे कशावरून ? ● प्रयोगांकडून सिद्धांतांकडे ● जेव्हा गुलाम राजे झाले ● पोलिओची हकालपट्टी ● वर्णाभिलेख ● नेमीशरण शिपायाची अंत्ययात्रा

### ऑगस्ट-सप्टेंबर १९९९

● भूमिका ● बटाटा प्रयोगशाळेत ● धरतीची फिरती ● जलपातळीचा मर्मभेद ● पायथागोरसचा विलक्षण सिद्धांत ● प्राणवायूची देवाणघेवाण ● हवेतून हिरे ! ● आनुवंशिकतेचे नियम शोधणारा धर्मगुरु - मेंडेल ● खोदून काढले एक गाव ● कथा कॅलेंडरची ● छोट्या प्रयोगांकडून मोठ्या उपयोगांकडे ● कुठे आहे माझ्या मित्रांचं घर ?

### ऑक्टोबर-नोव्हेंबर १९९९

● त्या अनाम वीरांना ● सात आश्चर्ये ● रेणूभाराचा गुंता ● श्रावण मासी हर्ष मानसी ● परीघाचे त्रिज्येशी नाते ● डावं-उजवं ● 'मॅन्ग्रोव'नं शिकवला नवा धडा ● शॅमेलिऑन ● हे अमर महाकवी ● चंद्र छाया ● कंप सुटे पृथ्वीला.

### डिसेंबर १९९९-जानेवारी २०००

● रंग माझा वेगळा ! ● बियांचे निःश्वास ● शीतलता देता घेता ● ओळख आवर्तसारणीची ● थायमस पुराण ● माती रंगे खेळताना ● शून्याच्या पाठीमागे ● गुरुनानकांचा दोहा ● कोणे एके काळी ● इलेक्ट्रॉनचा शोध.

### फेब्रुवारी-मार्च २०००

● वसुंधरा दिन ● विश्वाच्या जन्मापासून ● सूक्ष्मजीवशास्त्र आणि पक्षीनिरीक्षण ● मॅगेलानची पृथ्वीप्रदक्षिणा ● गंधज्ञान ● प्राण्यांना चाके का नसतात ● जड मूलद्रव्यांचे नामकरण ● दिसामाशी वाढताना ● बेटांवरील जीवसृष्टी ● लेंझचा नियम.

### एप्रिल-मे २०००

● जांभया का येतात ? ● बहुरूपी, बहुगुणी कार्बन ● समुद्रातील पाण्याचे प्रवाह ● निर्जंतुक ! ● निसर्गातील लयबद्धता ● फाइनमन ब्राझीलमध्ये ● पावलाची कमान ● पापणी लवायच्या आत ● चमत्कार करू शकणारा माणूस.



# प्रश्नावली

शैक्षणिक  
संदर्भ

मराठी द्वैमासिकाचा हा सहावा अंक. आपल्याला हा अंक कसा वाटला, त्यामधील कोणता भाग आवडला, आणखी कोणते विषय त्यात असावेत, यासंबंधी आम्हाला जरूर कळवा. पुढचे अंक अधिक चांगले काढण्यासाठी आपल्या सूचनांची मदत होईल.

अंकातली भाषा आपल्याला कशी वाटली?

- संवादी       चांगली       सोपी       कठीण

अंकातली विषय मांडणी

- चांगली       वाईट       ठीक      .....

अंकामधे खालील विषयांचा अंतर्भाव असावा.

.....

.....

शैक्षणिक संदर्भसाठी इतर काही मदत कराल का? कोणती?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

शैक्षणिक

संदर्भ

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

| अंक   | किंमत     | हवे असतील त्या अंकांपुढे ✓ खूण करा. |
|---|-----------|-------------------------------------|
| अंक १ ते ६ एकत्रित संच<br>(ऑगस्ट १९ ते जुलै २०००) | रु. १३०/- |                                     |
| वार्षिक वर्गणी<br>(ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१)       | रु. १००/- |                                     |
| द्वैमासिकाचा सुटा अंक                             | रु. २०/-  |                                     |
| एकूण  |           |                                     |
| बँक ड्राफ्ट / चेक                                 |           |                                     |
| मनी ऑर्डर   |           |                                     |

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रू.....

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

## गुहेत दडलेला खजिना

गुहेच्या जमिनीवरून वाहणारे पाणी, खोल खोल चर निर्माण करत जाते. छपरांतून झिरपणारे आणि भिंतीवरून ओघळणारे आम्ल व क्षारमिश्रित पाणी गुहेत वेगवेगळ्या रचना निर्माण करते. चुन्याच्या खडकांतल्या गुहांमध्ये सर्वांत मोठ्या प्रमाणावर दिसणारी एक रचना म्हणजे गुहेच्या तळापासून छतापर्यंत असणारे अखंड खांब-लवणस्तंभ.



जर्मनीतील बेरनह्यूल गुंफा प्रणालीतील चुनखडी सूळ, चुनखडी मूळ व लवणस्तंभ असलेले एक दालन या छायाचित्रात दिसते आहे. बेरनह्यूल म्हणजे अस्वलांची गुहा. शीतयुगाच्या काळात अस्वलांचा एक कळप या गुंफांमध्ये शीतनिद्रा (hybernation) घेण्यासाठी येऊन झोपला. शीतयुग कित्येक वर्षे चालू राहिले आणि तापमान न वाढल्यामुळे ही अस्वले झोपेतून जागीच झाली नाहीत. शरीरात साठवलेले अन्न संपून गेल्यावर निद्रिस्त अवस्थेतच ती मरून गेली. या अस्वलांचे सांगाडे या गुंफांमध्ये बघायला मिळतात.

