एप्रिल – मे २०१२

शैक्षणिक

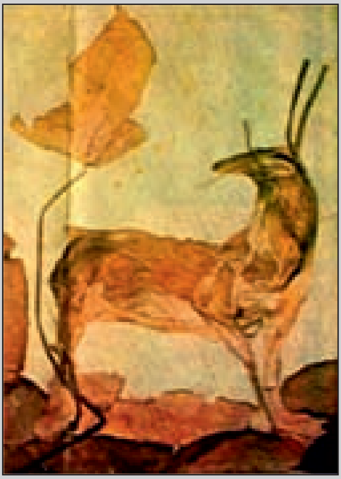
संदर्भ

अंक ७५

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

गुलमोहरातले कुटुंब

पानांचा कोलाज



सरपणातून अस्वल

माझी सुंदर दुनिया
विष्णू चिंचाळकर गुरुजींच्या या कलाकृती.
याबद्दल वाचा पान २६ वर

शैक्षणिक संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

अंक-७५ फेब्रुवारी-मार्च २०१२

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

अक्षरजुळणी :
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

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

व्यवस्थापन : ज्योती देशपांडे

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

पत्ता : द्वारा, समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौ. सो.
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

इतर अंकाची किंमत रु. ३०/-

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

मुखपृष्ठावरच्या लांबट गोलाकार दगडांमधून पावसाळ्यात सुंदर पिवळी गुलाबी रंगाची फुलं येतात आणि फुलं आल्यावरच लक्षात येतं की हे दगड नसून वनस्पती आहे. चक्क दगडाची नक्कल करणारी ही वनस्पती वाळवंटात आढळते. अनेक वनस्पती आणि प्राणी आपला जीव वाचवण्यासाठी इतर विषारी, धोकादायक सजीवांची नक्कल करतात. फक्त जीव वाचवण्यासाठीच नाही तर कधी कधी अशी नक्कल परागीभवनासाठीही केली जाते.

वनस्पतींच्या हिरव्या पानासारखे, वाळलेल्या पानासारखे आणि काटक्यांसारखे दिसणारे कीटक मलपृष्ठावर. अनेकदा हे शिकारी प्राण्यांनाच नाही तर माणसांनाही ओळखू येत नाहीत. अशा नकलांविषयी आणखी वाचा –**'नकलाकार' या लेखात पान क्र. १४ वर.**

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक – ७५

यासोरीनाका — नागेश शंकर मोने ३

- चुकीच्या उत्तराला शाबासकी — मार्क पायन ६
- मुंग्यांचे अद्भुत विश्व — अरविंद गुप्ते १०
- नकलाकार — किशोर पंवार १४
- विविध संख्या लेखन पद्धती (भाग-२) — मधुकर देशपांडे..... २०
- माझी सुंदर दुनिया — विष्णू चिंचाळकर २६

सूर्यमाला शाळेमध्ये! — अमलेंदु सोमण ३६

- वाहते पाणी मोजताना — दिलीप विष्णू आवाळे ४४
- होमी व्यारावाला — प्रज्ञा पिसोळकर ४८

शुक्राचे अधिक्रमण आणि
विज्ञान शिक्षण - (भाग-२) — विवेक मॉंटेरो ५८

वर्षाचक्र — नीतू मालवीय... ६८

- पीटर — इयान मॅक इवान... ७३

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

यासोरीनाका?

लेखक : नागेश मोने

वर्गात विद्यार्थ्यांना गणित विषय शिकविताना शिक्षक काही उदाहरणे फळ्यावर सोडवून दाखवितात. हे करीत असताना आपण असं का करतोय याचं स्पष्टीकरण देत देत ते पुढं जातात. प्रश्न सोडवून झाला की काही वेळेस पडताळा घेऊन दाखवितात. नंतर काही प्रश्न मुलांसाठी ठेवतात; सोडवून दाखवा अथवा आणा म्हणून सांगतात.

परवा वर्गात वर्गसमीकरणावरची इयत्ता 10वी मधील काही प्रश्नांची चर्चा चालू होती. पाठ्यपुस्तकात पृष्ठ क्र. 60-61 वरची सोडवून दिलेली उदाहरणे होती. पाठ्यपुस्तकात सोडवून दिलेली उदाहरणे असल्याने मुलं त्याच अंगाने विचार करीत होती. त्यांना सुरुवातीस मी तसे करू दिले व नंतर 'यासोरीनाका' या जादूचा उपयोग करायला सुचवले.

'यासोरीनाका' म्हणजे 'यापेक्षा सोपी रीत नाही का'? हा विचार. आपण तीन उदाहरणांच्या साह्याने हे पाहूया.

प्र. 1 एका समूहामध्ये असलेल्या हंसांच्या एकूण संख्येच्या वर्गमुळाच्या 7/2 पट हंस तळ्याच्या काठावर खेळत आहेत. उरलेले दोन हंस पाण्यामध्ये भांडत आहेत. तर समूहामध्ये एकूण हंस किती? (भास्कराचार्यांचा प्रश्न)

उत्तर : पाठ्यपुस्तकात एकूण हंसांची संख्या x मानून प्रश्न सोडविला आहे. x चे वर्गमूळ होणार $\sqrt{x}$ आणि त्याच्या $\frac{7}{2}$ पट होणार $\frac{7}{2}\sqrt{x}$. यांच्या साह्याने व प्रश्नातील अधिक माहितीने $x = \frac{7}{2}\sqrt{x} + 2$ असे समीकरण करून व नंतर त्याचे वर्गसमीकरण बनवून

x = 16 आणि x = ¼ अशी उकल काढली आहे. पण हंसांची संख्या ¼ असू शकणार नाही म्हणून x = 16 असे योग्य उत्तर काढले आहे. पण याशिवायही आपण निराळ्या अंगाने विचार करू शकतो.

i) एकूण हंसांची संख्या x^2 मानू या. कारण प्रश्नात वर्गमुळाच्या $\frac{7}{2}$ पट असा शब्दप्रयोग आहे. मग x^2चे वर्गमूळ x होणार व त्याच्या $\frac{7}{2}$ पट होणार $\frac{7x}{2}$. अर्थातच $x^2 = \frac{7x}{2} + 2$ असे समीकरण सोडविले की झाले.

अर्थात उत्तर x चे मिळेल; त्याचा वर्ग करावा लागणार आहे कारण आपण हंसांची संख्या x^2 मानली आहे.

नेहमीच्या पद्धतीत $\sqrt{\ }$ असे चिन्ह आल्याने होणाऱ्या संभाव्य चुका टळतील. आणखीही एका अंगाने या प्रश्नाकडे पाहूया.

ii) 'वर्गमुळाच्या $\frac{7}{2}$ पट' हा शब्दप्रयोग असल्याने $4x^2$ इतकी हंसांची संख्या मानूया. त्यामुळे $4x^2$ चे वर्गमूळ $2x$ आणि त्याच्या $\frac{7}{2}$ पट म्हणजे $7x$ असे मिळतील. त्यामुळे $4x^2 = 7x + 2$ असे समजण्यास साधे-सोपे वर्गसमीकरण मिळेल. अर्थात मिळणाऱ्या xच्या किमतीवरून $4x^2$ ची किंमत काढावयास हवीच हवी हे ध्यानात घ्या.

हे सगळं करण्यापूर्वी, 'येणारं उत्तर पूर्ण वर्ग संख्या असणार' असा अंदाजही आपण करायला शिकायला हवं आहे.

याच धर्तीवर आधारित पुढील प्रश्न सोडवा. हा प्रश्न इयत्ता 10वीच्या बीजगणितात पान क्रमांक 63 वर आहे.

एक नैसर्गिक संख्या, तिच्या वर्गमुळाच्या दुपटीपेक्षा 3 ने मोठी आहे तर ती संख्या काढा.

प्र. 2 पहिल्या n नैसर्गिक संख्यांची बेरीज $s = \frac{n(n+1)}{2}$ या सूत्राने काढतात.

जर $s = 55$ तर n ची किंमत काढा.

पाठ्यपुस्तकात दिलेली रीत योग्य आहे यात शंका नाही. $\frac{n(n+1)}{2} = 55$ यावरून $n^2 + n - 110 = 0$असे वर्गसमीकरण मिळवून ते सोडवून $n = 10$ हे उत्तर काढले आहे ते योग्य आहे.

पण 2 क्रमागत संख्यांच्या गुणाकाराची निमपट 55 दिली आहे याचा अर्थ दोन क्रमागत संख्यांचा गुणाकार 110 असणार असा विचार करायला आपण शिकायला हवं. आणि अर्थातच उत्तर 10 व 11 येणार हे नक्की झालं.

म्हणजे एकदा उत्तर कोणते येणार हे ठाऊक झाले आणि त्याची खात्री पटली की प्रश्न सोडविताना चूक होण्याची शक्यता कमी होणार.

दोन क्रमागत संख्यांचा गुणाकार म्हणजे एका संख्येच्या वर्गात तीच संख्या मिळवणे होय. उदाहरणार्थ $5^2 + 5 = 25 + 5 = 30 = 5 \times 6$ असतात.

$7^2 + 7 = 7 \times 8$ असतात हे पहा. तसेच $n^2 + n = 110$ असे समीकरण आपल्या वरील प्रश्नात आपल्यासमोर लगेचच आले! ते सोडविले की झाले.

याच पाठ्यपुस्तकातील पान क्र. 63 वरचा एक प्रश्न पुढे दिला आहे. तो नवी सोपी रीत वापरून सोडवा.

* पहिल्या n नैसर्गिक संख्यांची बेरीज $\frac{n(n+1)}{2} = S$ या सूत्राने दिली जाते. जर ही बेरीज 276 असेल तर n ची किंमत काढा.

प्र. 3 एका 2 अंकी संख्येतील एकक स्थानचा अंक हा दशक स्थानच्या अंकाच्या वर्गाइतका आहे. त्या संख्येत 54 मिळवले तर संख्येतील अंकांची अदलाबदल होते. तर ती संख्या काढा.

उत्तर : पाठ्यपुस्तकात, दशक स्थानचा अंक x मानून एकक स्थानचा अंक x^2 बनवून $10x + x^2$ ही संख्या तयार केली आहे. दिलेल्या माहितीच्या आधारे $x^2 - x - 6 = 0$ असे समीकरण बनवून ते सोडवून $x = 3$ आणि संख्या = 39 मिळविली आहे. उत्तर बरोबर आहे व रीतही योग्य आहे.

पण प्रश्न वाचल्यावर 11, 24, 39 या तीन संख्यांपैकीच एक संख्या असणार हे लक्षात घ्यायला हवे. 11 हे अग्राह्य कारण अंकांची अदलाबदल करूनही संख्या तीच राहते आहे. म्हणजे उत्तर 24 अथवा 39 असणार. किरकोळ आकडेमोड केल्यावर लगेचच लक्षात येते उत्तर 39.

या प्रश्नात दिलेली माहिती उलट करूनही प्रश्न तयार करता येईल. दशक स्थानचा अंक एकक स्थानच्या अंकाच्या वर्गाइतका करण्यासाठी एक उदाहरण तयार करता येईल. अर्थातच उत्तर 42 अथवा 93 पैकी एक असेल.

तेव्हा प्रश्न सोडवताना, मुलांना शिकवताना निरनिराळ्या अंगांनी त्याचा विचार करणे, करायला लावणे आवश्यक आहे असे वाटते. शिवाय त्यात आनंदही मिळतो.

चार क्रमागत संख्यांच्या गुणाकारात 1 मिळविल्यास 5041 मिळतात तर त्या संख्या शोधा; हा प्रश्न फारशी आकडेमोड न करता, वर्गसमीकरणही न बनवता सहज सुटतो. पहा तर सोडवून.

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

चुकीच्या उत्तराला शाबासकी

लेखक : मार्क पायन

एखाद्या प्रश्नाचं बरोबर उत्तर मिळालं की उत्कंठा संपते अन् दुसरं काही बोलण्यासारखं शिल्लकच राहत नाही, असा तुम्हाला कधी अनुभव आलाय का? ह्यानंतर पुढचे सगळे रस्ते बंद झाल्यासारखंच वाटतं. हेच दुसऱ्या बाजूला, चुकीचं उत्तर मात्र अगदी आकर्षक वाटतं, जणू एखाद्या रहस्यमय कथेसारखं. प्रश्नाच्या उत्तराला अपेक्षित उत्तर न मिळाल्यामुळे आपल्या मनात हरतऱ्हेचे प्रश्न निर्माण होतात. प्रश्नाचं उत्तर शोधताना एखादी अंक-गणितीय किंवा बीज-गणितीय चूक तर झाली नसेल ना? आपण प्रश्नच नीट समजून घेतला नाही का? टिपण तयार करताना त्यात काही कमतरता-त्रुटी राहून गेली होती का? का मग प्रश्नच योग्य प्रकाराने तयार केला नव्हता? कुठे वाचनात तर काही त्रुटी नाही ना राहून गेली?

माझ्या अठ्ठावीस वर्षांच्या शिकवण्याच्या अनुभवात मी चुकीच्या उत्तरांमधून इतकं काही शिकलोय की त्याचं माझं मलाच आश्चर्य वाटतं. माझ्या स्वत:च्या आणि माझ्या विद्यार्थ्यांच्या, आमच्या दोघांच्याही चुकांमधून मी खूप काही शिकलोय. आता जेव्हा कोणी विद्यार्थी चुकीचं उत्तर देतो तेव्हा सगळ्यात आधी मी त्याला विचारतो की असं उत्तर देताना त्याने काय विचार केला होता?

जर आयुष्यात सारं काही सुरळीत चालू असेल तर त्यातली रोमहर्षकता संपुष्टात येते. शिक्षणाच्या क्षेत्रातही हाच नियम लागू पडतो.

कधी कधी शिकवत असताना चूक खरं तर आपली स्वत:ची असते, आणि विद्यार्थ्यांच्या मनात आलेला विचार त्यांच्या

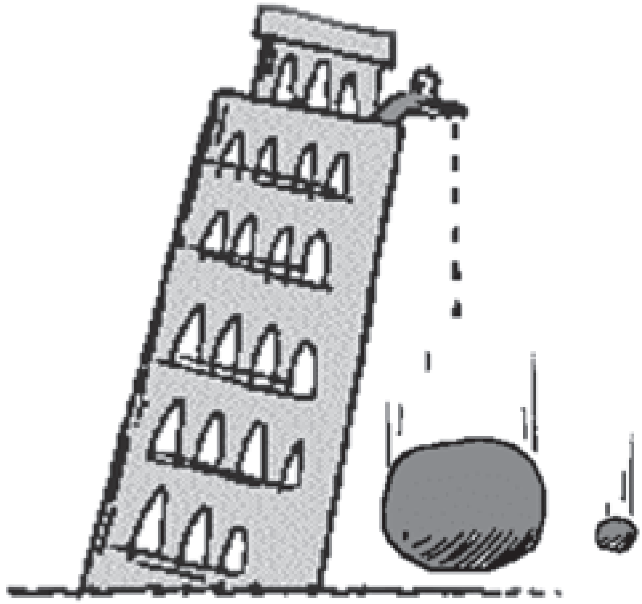
त्यांच्या जागी बरोबरच असतो. अशी स्थिती बऱ्याचदा हास्यास्पद अन् मानभंग झाल्यासारखीच असते. शिक्षकांकडूनसुद्धा एखादं खरं कारण नकळत त्यांच्या नजरेआड होण्याची चूक कधीतरी होते. हे विद्यार्थ्यांच्या लक्षात येणं हीसुद्धा एक प्रकारे मोठी शिकवणच असते.

कलाशाखेचे विद्यार्थी नेहमीच तक्रार करत असतात की विज्ञानशाखेची परीक्षा ही त्यांच्या परीक्षेच्या तुलनेने कौशल्याची नसते. कारण त्यांच्या प्रश्नांची उत्तरं ही नेहमीच ठरलेली असतात. जर एखादा प्रश्न सोडवण्याची पद्धत ही नेहमी ठरावीकच असेल तर तो प्रश्न सोडवण्यात तुमच्यापुढे काहीच आव्हान उरत नाही. भौतिक विज्ञानाचे शिक्षक त्यांच्या विद्यार्थ्यांनी योग्य रीतीने प्रश्न सोडवून त्याच्या उत्तरापर्यंत पोहोचावे ह्यासाठी खूप मेहनत घेतात हे अगदी खरं आहे. कारण त्यांची उपजीविकाच त्यावर अवलंबून असते. पण एखाद्या वेळी विद्यार्थ्याने जर चुकीचे उत्तर दिले तर त्यात चूक असूनही हे उत्तर विचार करायला भाग पाडते, अशी गमतीशीर परिस्थिती भौतिक विज्ञानाच्या शिक्षकांना कधी कधी अनुभवायला मिळते. अशा वेळी लक्षात येते की भौतिक-विज्ञान शिकणाऱ्या विद्यार्थ्यांच्या मेंदूमध्ये काय उलथापालथ चालू आहे.

बऱ्याच चुकीच्या उत्तरांमध्ये काही योग्य तत्त्व आणि विचार करण्याची क्षमता लपलेली असते. उत्तर देणाऱ्याला आपलं म्हणणं योग्य प्रकारे मांडता आलं नसण्याची शक्यता ह्यात असू शकते किंवा शिक्षकांनी दिलेली व्याख्या त्याला नीट समजली नसण्याची शक्यता असते. किंवा कदाचित त्या विद्यार्थ्यासमोर ते तत्त्व ज्यावेळी समजावून सांगण्यात आलं त्यावेळी त्यात काही त्रुटी राहून गेल्या असाव्यात किंवा भौतिक विज्ञानाचे सरळ नियमच मुळी समजून घेण्यात त्याची चूक झालेली असावी.

बऱ्याचदा चुकीचं उत्तर मिळाल्यावर ‘हे उत्तर बरोबर नाहीये’ असं म्हणून शिक्षक पुढचा धडा शिकवायला सुरुवात करतात, किंवा एखाद्या विद्यार्थ्याची विचारशक्ती तिथेच अडून राहते. त्याला कळतच नाही की त्याची काय चूक झाली होती. चुकीच्या उत्तरावर चर्चा करताना एका वेगळ्या विचार पद्धतीबाबत बोलण्याची, स्वत:च्या विचारांचे मूल्यमापन करण्याची आणि दुसऱ्यांबरोबर एकत्र विचारमंथन करण्याची संधी आपल्याला मिळते. चांगले शिक्षक नेहमीच आपल्या विद्यार्थ्यांना विचार करण्याची संधी देण्यावर भर देतात.

चुकीच्या उत्तरावर चर्चा करणे म्हणजे शैक्षणिक क्षेत्रात एखाद्या छोट्याशा प्रकल्पाद्वारे संशोधन करण्यासारखेच आहे. इथे शिक्षकांना दुसऱ्याचे म्हणणे ऐकून त्यातून काही शिकण्याची संधीच मिळते असं म्हणता येईल. भौतिक विज्ञानाच्या दृष्टीने ह्याला संशोधन म्हणणं शक्य नाही, पण



शिक्षण देणं आणि घेणं ह्या मार्गातील ही एक अमूल्य संधी असते. चुकीच्या उत्तरावर सखोल विचार केल्यामुळे विषयाच्या पाठ्यपुस्तकातल्या त्रुटींची शिक्षकाला जाणीव होते व त्या विषयात तो अधिक पारंगत होतो. एखादा विषय शिकताना विद्यार्थ्यांचे काय काय पूर्व ग्रह असू शकतात ह्याची त्याला कल्पना येते. तसेच विषयातल्या कोणत्या मुद्यांवर विद्यार्थ्यांचे अधिक लक्ष जाते व कोणते मुद्दे त्यांना नीट समजू शकत नाहीत हेही त्याच्या लक्षात येते.

उदाहरणच द्यायचं झालं तर भौतिक शास्त्रातील गतीसंबंधी नियम शिकवताना खूपच गोष्टी लक्षात ठेवाव्या लागतात. जसे – विद्यार्थ्यांनी हे लक्षात घेतलंय का की एका वेळी टाकलेले सगळे चेंडू एकाच वेळी जमिनीला स्पर्श करतात, की त्यांना असं वाटतंय की ते चेंडू जमिनीवर पडण्यासाठी वेगवेगळा वेळ लागतो? गाडी निश्चित गतीने पुढे जाते आहे असं त्यांना वाटतं की गाडी पुढे जाताना काही वेळाने तिची गती कमी-कमी होतेय अन् ती आपल्या आपण थांबते आहे, असं वाटतंय.

काही वस्तूंनी सारख्याच वेगाने कापलेले अंतर आणि रसायनशास्त्रातील परिवर्तनाचे परिमाण हे एकसारखेच आहे असं सांगून एकदा एका विद्यार्थ्याने ह्या गोष्टीकडे माझे लक्ष वेधून घेतले. सगळ्यात प्रथम त्याचं हे वक्तव्य मला अगदी बालिश आहे असं वाटलं. हा विद्यार्थी बाकीच्या विद्यार्थ्यांचे लक्ष आपल्याकडे वेधून घेण्याच्या उद्देशाने

हे करतोय असंही मला वाटलं. स्वत:वर नियंत्रण ठेवत मी सौजन्याने त्याला विचारलं की त्याला नक्की कोणता मुद्दा मांडायचाय?

त्यावर त्याने उत्तर दिले की वेग किंवा गती म्हणजे सेकंदाना फक्त मीटर्समध्ये रूपांतरित करण्यासारखेच आहे. त्यादिवशी मला जे काही शिकायला मिळालं ते थरारकच होतं! मी वर्गात विद्यार्थ्यांना सांगितलं की सापेक्षता ह्या विशेष सिद्धांतामध्ये प्रकाशाचा वेग अगदी असंच करतो. प्रकाशवर्ष हे अंतर मोजण्याचं परिमाण आहे.

एकदा एका विद्यार्थ्यानं अगदी ठासून सांगितलं की जर आपण दोरीला बांधलेला चेंडू क्षितिज वृत्ताच्या आकारात जोराने फिरवला तर दोरी एकदम क्षितिज पातळीशी एकरूपच होऊन जाईल.

'मग चेंडूच्या वजनाचं काय होईल? ते वजन नाहीसंच होऊन जाईल की काय?' मी जरा गमतीनेच विचारलं.

त्याने मला उलट प्रश्न विचारला, 'मग हवेचं काय होतं?'

आणि त्या क्षणी मला असं जाणवलं की पंख असलेली वस्तू (उदा. विमानाचं मॉडेल) दोरीला बांधून जोराने फिरवली तर क्षितिज पातळीला फिरू शकते. एवढंच नाही तर क्षितिजपातळीच्या कितीतरी जास्त वरही उचलली जाऊ शकते. आम्ही सगळ्यांनी त्या दिवशी काही आश्चर्यकारक माहिती मिळवली. 'तू असं का म्हणालास?' ह्या प्रश्नाचं अगदी सार्थक झालं असंच आम्हाला कळून चुकलं

भौतिक शास्त्र हा उत्तेजित करणारा विषय आहे - न्यूटनचे गतिविषयक सिद्धान्तही रोमांचक आहेत. लहान मुलांना, हायस्कूलमधील, खालच्या वर्गांमधील विद्यार्थ्यांनाही भौतिक शास्त्र शिकवणे हे रोमहर्षक काम असतं. चुकीच्या उत्तरांनी ते अधिकच रोमांचक होतं. ज्या कोणी सगळ्यात जास्त चुका केलेल्या असतात तोच खरा सगळ्यात जास्त जाणकार असतो. माझ्या वर्गात मीच तो माणूस आहे.

कारण मी चुका करतो आणि त्यातूनच शिकत जातो.

द फिजिक्स टीचर अंक ४२, फेब्रुवारी २००४ मधून साभार.

लेखक : **मार्क एम. पायन,** भौतिकशास्त्र शिकल्यानंतर गेली ३० वर्षे सेंट बेनेडिक्ट शाळेत भौतिकशास्त्र शिकवतात.

हिंदी अनुवाद : **संजयकुमार सक्सेना,** भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई इथे शास्त्रज्ञ आहेत.

मराठी अनुवाद : **मीना कर्वे**

मुंग्यांचे अद्‌भुत विश्व

लेखक : अरविंद गुप्ते ● **अनुवाद** : मीना आगटे

मुंग्या कुणाला माहीत नाहीत? आपल्या जवळपास आढळणाऱ्या सर्व कीटकांमधील सर्वांत जास्त संख्येने सापडणाऱ्या आणि सर्व परिचित म्हणजे मुंग्याच. मुंग्यांच्या जवळपास २०,००० जाती जगात आढळतात. अति थंड प्रदेश सोडला तर जगातील प्रत्येक भागात मुंग्या सुखाने राहतात. जवळ-जवळ १० ते १५ कोटी वर्षांपासून मुंग्या पृथ्वीतलावर वस्ती करीत आहेत. या अवधीत इतर कीटकांच्या अनेक जाती आल्या आणि नष्ट झाल्या पण मुंग्या मात्र टिकून आहेत. मधमाश्या आणि वाळवीप्रमाणेच मुंग्यादेखील समूहाने एका समाजात राहतात. त्या त्यांच्या सामाजिक नियमांचे काटेकोरपणे पालन करतात. त्यामुळे त्यांची सामाजिक व्यवस्था पिढ्यान्‌पिढ्या कायम राहिली आहे.

पावसाळ्याच्या दिवसात प्रजोत्पादन करणाऱ्या नर व मादी मुंग्यांचा जन्म होतो. यांना पंख असतात. वारुळातून बाहेर पडताच ह्या उडायला लागतात. एका मादीबरोबर कित्येक नर असतात. उडत असतानाच त्यातील एका किंवा जास्त नरांबरोबर मादीचे संबंध येतात. नंतर ती अंडी घालू शकते. ह्या उड्डाणाला ‘युगुल उड्डाण’ म्हणतात. ह्या उड्डाणानंतर नर मुंग्यांच्या जीवनाचा अंत होतो. मादी एखाद्या बिळात किंवा दगडाच्या खाली लपते आणि अंडी घालते. आता तिला उडायची आवश्यकता नसल्यामुळे तिचे पंख नष्ट होतात.

जीवनचक्र व कामाचे वाटप

मुंग्यांच्या जीवनचक्राच्या चार अवस्था असतात. अंडे, अळी, कोष आणि प्रौढावस्था. सुरुवातीला अंड्यातून अळ्या बाहेर आल्या की मादी त्यांचा सांभाळ करते. पुरेशा प्रमाणात मुंग्या जन्माला आल्या आणि त्या मोठ्या झाल्या की त्या सामाजिक व्यवस्थेनुसार काम करायला लागतात. त्यांना ‘कष्टकरी मुंग्या’ म्हटले जाते. ह्या सर्व मुंग्या जरी माद्या असल्या तरी त्या वांझ असतात. अर्थात त्या अंडी घालू शकत नाहीत. यांचे आयुष्य ४ ते ७ वर्षांचे असते.

मूळ मादी वारुळात एकाच जागी बसून फक्त अंडी घालायचे काम करते. तिला 'राणी मुंगी' देखील म्हणतात. तिचे शरीर स्वच्छ ठेवणे, तिला जेवण देणे इ. कामे कष्टकरी मुंग्या करतात. याशिवाय कष्टकरी मुंग्या वारुळाबाहेर जाऊन जेवण आणणे व त्याची वारुळात साठवणूक करणे, वाढत्या गोतावळ्यासाठी वारुळ आवश्यकतेनुसार वाढवत जाणे, वारुळाची साफ-सफाई, अंडी व पिल्ले सांभाळणे, त्यांना जेवण देणे इ. कामेही त्या करतात.

मुंगी समाजातील ह्या तीन जाती - अर्थात, राणी, नर व कष्टकरी - मधील फक्त कष्टकरी मुंग्याच आपण पाहतो. राणी तर कायम वारुळात राहून फक्त अंडी घालायचेच काम करते. ती १५ वर्षे जगते. आपल्या हयातीत ७०,००० पर्यंत अंडी घालते. नराचे आयुष्य फारच कमी असते. 'युगुल उड्डाणा'नंतर दोन आठवड्यात ते मरतात.

मुंग्यांच्या विविध वर्गांच्या आकार, रंग, रूप, अन्न आणि वागणुकीत खूप वेगळेपणा सापडतो. तुम्हीदेखील पाहिलं असेल की काळ्या मुंग्यांच्या तुलनेने लाल मुंग्या जास्त आक्रमक असून त्या लगेच चावतात. त्यांच्या विषामुळे (फॉर्मिक ॲसिड) जास्त आग होते. काळ्या आणि लाल मुंग्यांशिवाय करड्या व पिवळ्या रंगाच्या मुंग्यासुद्धा असतात. एका विशिष्ट वर्गाच्या मुंग्या एका इंचाहून जास्त लांब असतात, तर काही इतर प्रकारच्या मुंग्या एका इंचाच्या पंचविसाव्या भागा एवढ्याच (म्हणजे एक मि.मी.) लांब असतात.

आपल्या भारतात तीन-चार जातींच्या मुंग्या घरोघरी दिसतात. यातील सर्वात मोठा प्रकार म्हणजे मुंगळा किंवा डोंगळा.

कीटकाचा रस पिणाऱ्या मुंग्या

(शृंगिका) स्पर्श करणे.

मुंग्यांच्या वेगवेगळ्या जाती शाकाहारी, मांसाहारी किंवा सर्वाहारी असतात. काही मुंग्या तर खूपच मजेदार असतात. एक विशेष प्रकारची बुरशी त्या खातात. त्या बुरशीची 'शेती' सुद्धा करतात. यासाठी झाडांचा पाला चावून त्याचा लगदा बनवतात. त्या लगद्यावर बुरशीची लागवड करतात.

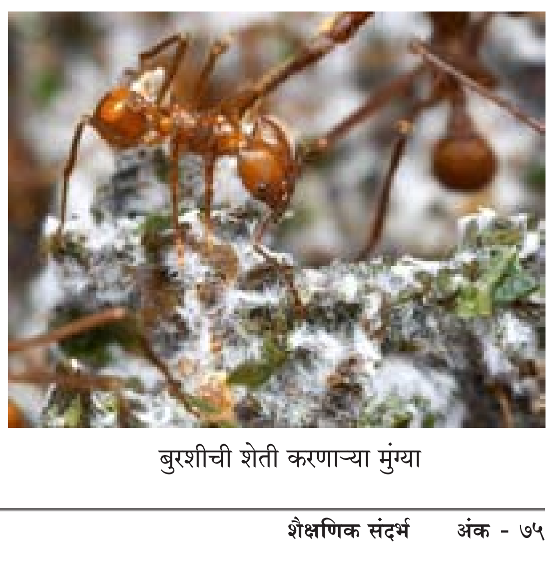
काही जातींच्या मुंग्या एका प्रकारच्या कीटकांच्या शरीरातून निघणारा 'रस' पितात. या कीटकांना पकडून त्या वारुळात गाई-म्हशींसारख्या पाळतात.

झाडांवर राहणाऱ्या लाल रंगाच्या मोठ्या मुंग्यांची जात, मुंगळे किंवा डोंगळे (बरबूटा) पानांना शिवण घालून खोपा, घरटे बनवतात.

लोकांची अशी समजूत आहे की लहान मुंगी मादी असते आणि मोठा नर. पण आपण पाहिलं की वारुळाबाहेर दिसणाऱ्या सर्व मुंग्या वांझ माद्या असतात. खरं तर लहान मुंगी व मुंगळा या मुंग्यांच्या वेगवेगळ्या जाती आहेत.

संपर्क ठेवणे

मुंग्या आपसात दोन तऱ्हांनी संपर्क ठेवतात. त्यांच्या शरीरातून 'फेरोमोन' नावाचे संप्रेरक बाहेर पडते. एकमेकांच्या फेरोमोनचा वास घेऊन त्या संपर्कात राहतात. तुम्ही पाहिलं आहे का - मुंग्यांची रांग जर ओल्या फडक्याने पुसली तर मागून येणाऱ्या मुंग्या भांबावतात, कारण पुढे जाणाऱ्या मुंगीचा वास नष्ट होतो ना! मुंग्यांची संपर्काची दुसरी रीत म्हणजे एकमेकींच्या ॲन्टेनाला



बुरशीची शेती करणाऱ्या मुंग्या

पाने शिवण्यासाठी जो दोरा वापरतात तोही मजेदार असतो. हा दोरा म्हणजे अळीपासून निघणारे रेशीम असते. अळीच्या शरीराचाच सुईसारखा उपयोग करून त्या पाने गुंफून घरटे बनवतात.

मोठं पान उचलून नेणारी मुंगी

आफ्रिका व द. अमेरिकेच्या जंगलात सापडणाऱ्या मुंग्या सैन्यासारख्या लाखोंच्या संख्येने स्थलांतर करताना वाटेतील सर्व सजीवांना खाऊन टाकतात.

काही प्रकारच्या मुंग्या तर दुसऱ्या जातीच्या मुंग्यांच्या वारुळावर हल्ला करून, त्यांच्या अळ्या चोरून आणतात आणि त्यांच्याकडून गुलामासारखे काम करून घेतात.

मुंग्यांच्या अफाट कार्यक्षमतेची आपल्याला कल्पना येत नाही पण त्या सतत कामात असतात. एक मुंगी आपल्या वजनाच्या कितीतरी अधिक वजनाचा अन्नकण किंवा एखादं झुरळ ओढू शकते. त्यांच्यातील कामाची सुसूत्रताही वाखाणण्याजोगी असते. मुंग्यांच्या अजब विश्वाची ही एक छोटीशी झलक.

घरटं विणणाऱ्या मुंग्या

हिंदी संदर्भ अंक ५७ मधून साभार

लेखक : **अरविंद गुप्ते,** एकलव्यच्या होशंगाबादच्या शैक्षणिक कार्यक्रमात अनेक वर्ष सहभागी.

अनुवाद : **मीना आगटे**

नकलाकार

लेखक : किशोर पंवार ● **अनुवाद :** ज्योती देशपांडे

नक्कल करणं हा मनुष्याचा स्वभाव आहे. काही लोक त्यामधे तरबेज असतात. त्यांना नकलाकार म्हटलं जातं. पण ही नक्कल एक मजा किंवा करमणूक म्हणूनच केली जाते.

आपल्या आजूबाजूला असणाऱ्या प्राणी/वनस्पतीसुद्धा अशा प्रकारची नक्कल करतात. पण ती नक्कल एक तर शिकार करण्यासाठी किंवा स्वत:चे प्राण वाचवण्यासाठीच केली जाते. एकमेकांसमोर आल्यानंतर आलेल्या संकटातून तरून जाण्यासाठीच या नकलांचा उपयोग केला जातो. त्यातून नक्कल करणारा जिवानिशी सहीसलामत सुटतो. सामान्यत: असे नकलाकार असतात छोटे जीव, ज्यांची शिकार केली जाते. तेच आजूबाजूला असणाऱ्या विषारी सजीवांसारखे रंग-रूप धारण करून स्वत:चा जीव वाचवण्यात यशस्वी होतात. अशा प्रकारच्या नकलांना शोधून काढणाऱ्या ब्रिटीश शास्त्रज्ञाच्या सन्मानार्थ 'बेटसीयन नक्कल' म्हटलं जातं.

याचं एक उदाहरण आपल्या जवळपासच सापडेल. वाइसरॉय फुलपाखराचा रंग, रूप विषारी मोनार्क फुलपाखरांप्रमाणेच असते. या दोन्ही जातीमधे इतकं साम्य असतं की शिकारी वाइसराय फुलपाखराला विषारी मोनार्क समजून सोडून देतात. त्याचा वाइसरॉय फुलपाखराला फायदा मिळतो.

सर्व मोनार्क जातीच्या फुलपाखरांमधे विषाची मात्रा कमी जास्त असू शकते. काही शिकारी पक्षी मोनार्क जातीतील जास्त विषारी आणि कमी विषारी मधील, कमी विषारी मोनार्कचा काही भाग खाण्यासाठी वापरतात. कधी कधी पक्षी मोनार्कला चोच मारून चव बघतात. विषारी असेल तर सोडून देतात आणि बिनविषारी असेल तर खाऊन टाकतात. त्यामुळे वाइसराय जातीच्या फुलपाखरांना शंभर

बेटसीयन नकल

टक्के सुरक्षितता मिळतेच असे नाही.

प्राण्यामधे नकला करण्याचा अजून एक प्रकार म्हणजे एक प्राणी दुसऱ्या अखाद्य जीवाची नक्कल करतो. त्यांच्या रंग, रूपाच्या समानतेमुळे शिकारी फसतो. अशा नकलेला जर्मन जीवशास्त्रज्ञ फ्रिटज मुलर याच्या नावावरून 'मुलेरीयन नक्कल' म्हटलं जातं.

पण काही जीवजंतूंना दुसऱ्या प्राण्यांपेक्षा वनस्पतीची नक्कल करणं जास्त फायदेशीर ठरतं. काडी कीटक हा वाळलेल्या फांदीवर बसला असेल तर अगदी त्या फांदीच्या रंगामधे झाकला जातो. दुसरा म्हणजे पर्णकीटक तो एखाद्या हिरव्यागार पानासारखा दिसतो. त्याच्या पंखावर पानांप्रमाणेच शिरासुद्धा दिसतात. कधीकधी पानगळीच्या दिवसात जमिनीवर पडलेल्या सुक्या पानांमधे एखादा किडा पानांसारखाच दिसून येतो. त्या पानांमधे त्याला शोधणं खूपच कठीण जातं.

प्राण्यांमधे नकलाकार आपण पाहिले. पण वनस्पती मधेही अशाप्रकारे नकला केल्या जातात का? एका जागेवर उभं राहून वनस्पती कशा प्रकारे नकला करत असतील? कशासाठी करत असतील?

वनस्पतीमधेही नकला करण्याची पद्धत असते पण नेहमीच फक्त जीव वाचवण्याच्या संदर्भात नाही. वनस्पतीमधेही संरक्षण हे प्रमुख कारण असतेच. पण परागीकरणासाठीसुद्धा याचा उपयोग केला जातो. वनस्पतींमधे नक्कल बहुधा पानं, फुलं, डहाळ्या यात असू शकते. यामुळे वनस्पतींना कुरतडून खाणाऱ्या अळ्यांपासून संरक्षण मिळते. वनस्पतींमधे अशी नक्कल रंग, रूप किंवा त्यामधील रासायनिक द्रव्याच्या मदतीने केली जाते.

सुरक्षिततेसाठी नक्कल

अशा प्रकारची नक्कल करण्याचं चांगलं उदाहरण म्हणजे लिथोप्स (stone plant) ही वाळवंटात आढळणारी वनस्पती, जीवजंतूंची नक्कल न करता निर्जीव दगडाची नक्कल करते. लांबट गोलाकार राखाडी रंगाच्या दगडांमधे ही वनस्पती शोधणं सोपी गोष्ट नाही. ही वनस्पती मांसल पण पारदर्शी अशा तीन, चार पानांचीच बनलेली असते. या पानांमधे प्रकाशाच्या साह्याने अन्न तयार केले जाते. पावसाळ्यात या दगडासारख्या दिसणाऱ्या वनस्पतींना सुंदर पिवळी/गुलाबी

एरवी दगडासारखी दिसणारी झाडं पावसाळ्यात मात्र अशी फुलून येतात.

(living stone) जिवंत दगड असेही म्हटले जाते.

कोब्रा प्लांट (नाग वनस्पती) : काही वनस्पतींना धोकादायक प्राण्यांची नक्कल फायदेशीर होते. कॅलिफोर्नियन कोब्रा प्लांट ही एक कीटक भक्षक वनस्पती आहे. ती छोटे छोटे कीटक खाऊन जगते. पण स्वत:च कुणाचे भक्ष्य होऊ नये म्हणून स्वत:च्या संरक्षणासाठी ती नागासारखी फणाकाढून उभी असते.

अशाच प्रकारची एक वनस्पती हिमालयामधे केदारनाथच्या आसपास बघायला मिळते. याला ॲरिसेमा अर्थात snake plant म्हणतात. दुरून बघितलं की एखादा नाग आपला फणा काढून उभा असल्यासारखं दिसतं. त्यावर अगदी हुबेहूब नागासारखा दहाचा आकडा असतो. आणि बाहेर येणारी जीभसुद्धा दिसते. त्यामुळे कोणताच शिकारी त्याच्याजवळ जाण्याची हिंमत करत नाही.

रंगाची फुलं येतात. फुलं आल्यानंतरच लक्षात येतं की हे दगड नसून एक प्रकारची वनस्पती आहे. (छायाचित्र मुखपृष्ठावर)

या दगडी वनस्पतीच्या रूपामुळे शाकाहारी कीटकांपासून त्यांचे संरक्षण होते. वाळवंटामधे उन्हाळ्याच्या दिवसात सर्व वनस्पती वाळून गेल्यानंतर कीटक काहीही खाऊन जिवंत राहण्याचा प्रयत्न करतात. त्यावेळी या वनस्पतीना अशा रूपरंगाचा फायदा मिळतो. पावसाळ्यानंतर त्यावरील फुलं वाळल्यानंतर ती वनस्पती परत दगडासारखं रूप धारण करते. यातील समानतेमुळे त्यांना

डेडनेटल

कुरतडून खाणाऱ्या अळ्यांना फसवून आपले स्वत:चे संरक्षण करणाऱ्या वनस्पती आहेत. याचेच उदाहरण म्हणजे लाजाळूचे झाड. लाजाळूच्या खोडावर आणि फांद्यांवर काटे असतात. या वनस्पतीची पानं हिरवीगार व आकर्षक असतात; पण या पानांना जनावराने तोंड लावले की ही वनस्पती आपली पानं मिटून घेते आणि जनावरांना दिसतात त्या काटेरी काड्या. या वनस्पतीला हलकासा जरी स्पर्श झाला तरी ती आपली पानं मिटून घेते. या अचानक होणाऱ्या हालचालीने कीटक घाबरतात व त्याच्या आसपास फिरकत नाहीत. त्यामुळेच लाजाळूसारख्याच दिसणाऱ्या वनस्पतींनाही कीटकांपासून संरक्षण मिळते. लाजाळूसारखं दिसण्याचा त्यांना फायदा होतो.

बनावट विंचू : अशा काही वनस्पती आहेत ज्या आपल्याच जातीतील वनस्पतींची नक्कल करतात. डेडनेटल आणि घंटी पुष्प नेटल हे डंख मारणाऱ्या नेटल अर्टिकाची नक्कल करतात. अर्टिका ही एक डंख मारणारी वनस्पती आहे. जिच्या पानांवर आणि देठांवर दंश करणारे केश (दंशरोम) असतात. ते टोचल्यावर विंचवाने दंश केल्यासारखे वाटते. डेडनेटलची पानंसुद्धा अशीच दिसतात पण त्यांच्यावर दंशरोम नसतात. डंख मारणाऱ्या या वनस्पती पचमढीमधे बघायला मिळतात. नक्कल करणाऱ्या अशा प्रकारच्या वनस्पतींचे वनस्पतिभक्षकांपासून संरक्षण होते.

लाजाळूची वनस्पती : वनस्पती

नकली अंडी : दक्षिण आणि मध्य अमेरिकेच्या जंगलात आढळणारी फुलपाखरे आपली अंडी कृष्णकमळ या वनस्पतीच्या पानावरच घालतात. कारण ती पानं हेच त्या अळ्यांचे खास भोजन आहे. आपल्या अळ्यांना पुरेसे खाणे मिळण्यासाठी ही फुलपाखरे काळजी घेतात. जर एखाद्या पानावर आधीच दुसऱ्या फुलपाखराने अंडी घातली असतील, तर ते त्या पानावर अंडी घालत नाही.

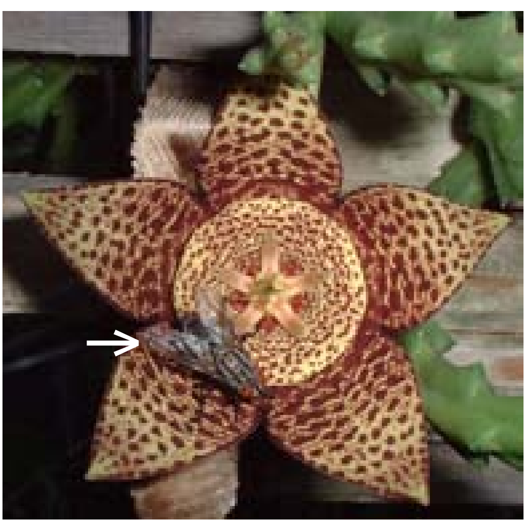
फुलपाखरांचा हा स्वभावधर्म ओळखून त्या वनस्पती आपल्या पानांवर अंड्यांप्रमाणे दिसणाऱ्या खुणा विकसित करतात. दुसऱ्या फुलपाखराने आधीच अंडी घातली आहेत. अशा गैरसमजुतीतून फुलपाखरे त्यावर अंडी घालण्याचे टाळतात. आणि त्यामुळेच त्या पानांचे कुरतडणाऱ्या अळ्यांपासून संरक्षण होते.

परागीभवनासाठी नक्कल

रेफ्लेसिया हे फूल एक मीटर व्यासाचे असते. त्याचे वजन १५ किलोच्या दरम्यान आणि पाकळ्यांची जाडी एक सेंटीमीटर एवढी असते. याच्या पाकळ्यांचे रंग-रूप आणि वास सडलेल्या मांसाप्रमाणे असतो. त्यामुळे त्याच्यावर माशांचा मुक्त संचार असतो. आणि त्यामुळे त्या फुलाचे परागीकरण होते.

स्टेपेलियाची रोपे मांसल असतात आणि फुलं मोठ्या चांदणीच्या आकाराची असतात.

या फुलाचे रंग-रूप, पाकळ्या, गंध सर्वच कुजलेल्या मांसाप्रमाणे तयार झालेले आहे. हे सर्व बघून मांसभक्षक माशा त्या फुलावर घोंघावत असतात. याच्या पाकळ्या सडक्या मांसासारख्या दिसत असल्यामुळे माश्या त्यावर आपली अंडीसुद्धा घालतात. अंडी घालण्याच्या प्रक्रियेवेळीच माश्यांच्या पायांना त्या फुलाचे परागकण चिकटतात आणि जेव्हा माश्या स्टेपेलियाच्या दुसऱ्या फुलावर अंडी घालण्यासाठी बसतात तेव्हा त्यांच्या पायांना चिकटलेले परागकण त्या फुलाला चिकटतात. आणि त्या फुलाचे परागीभवन होते. दुसऱ्या शब्दात सडक्या वासामुळे परागीभवनाला मदतच होते.



प्रश्न असा पडतो की फूल उमलल्याबरोबर अचानक माश्या

कशा यायला लागतात? या फुलांना जो सडका कुजलेला वास येतो तो मिथाईल अमाइन, हेक्साइल अमाइनचा असतो. त्याचं बाष्पीभवन होतं. काही फुलांमधे प्युट्रेसीन आणि कॅडावरीन यासारखे डायअमाइन असतात, जे कुजलेल्या मांसामधे असते. म्हणूनच पाकळ्या फक्त कुजलेल्या मांसाप्रमाणे दिसत नाहीत तर त्याचा गंधही त्याप्रमाणेच असतो.

ऑर्किडची नक्कल

वनस्पतीकडून जीवजंतूची नक्कल करण्याचं एक उत्तम उदाहरण म्हणजे ऑर्किड. बी-ऑर्किड आणि ऑफरीस हे फूल त्याचं उदाहरण. त्याचा आकार, रंग-रूप आणि वाससुद्धा मधमाशीच्या मादीप्रमाणे असते.

या फुलावर दोन चमकदार डाग असतात जे हुबेहुब मादी मधमाशीवर असतात. पाकळ्यासुद्धा आवळलेल्या असतात. त्या मधमाशीच्या अँटेनासारख्या दिसतात. फुलामधे आणि मधमाशीच्या मादीमधे एवढे साम्य असते की नर मधमाश्या मादी समजून त्या फुलावर बसतात आणि तेव्हा त्या फुलावरील परागकण नर मधमाश्याच्या डोक्याला चिकटतात. हीच नर मधमाशी जर पुन्हा तशाच फुलावर मादी समजून बसली तर तिच्या डोक्याला चिकटलेले परागकण ऑर्किडच्या फुलावर पडतात. फुलाचं परागीभवन होऊन जातं. पण नर मधमाशीला काय मिळालं? ना मध, ना मादी. एखादं रोप काही न देता मधमाशीकडून बिनबोभाट आपलं काम करून घेतं!

वनस्पती शास्त्रज्ञांचं असं म्हणणं आहे की जीवसृष्टीमधे अशा प्रकारची नक्कल करणे हे परस्पर अनुकूलनाचे परिणाम आहेत. वनस्पती आणि जीवजंतू वर्षानुवर्षे एकत्र राहिल्यामुळे त्यामधे एकमेकांना पूरक असे छोटे छोटे परिवर्तन होत गेले. आणि हळूहळू इतके एकरूप झाले की एखादं फूल (ऑर्किड) पूर्णपणे मधमाशी मादीप्रमाणे दिसते किंवा एखादी वनस्पती नागाप्रमाणे फणा काढल्यासारखी दिसते. अशी सहविकासाची बरीच उत्तम उदाहरणे आहेत.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ६३ मधून साभार.

लेखक **: किशोर पंवार,** होळकर सायन्स कॉलेज इंदोर येथे वनस्पती शास्त्राचे प्राध्यापक
अनुवाद - **ज्योती देशपांडे.**

मिश्र संख्या लेखन पद्धती

भाग – २

लेखक : मधुकर देशपांडे

गेल्या अंकात आपण वेगवेगळ्या संख्या लेखन पद्धती पाहिल्या. आता आपण त्रिमान पद्धत वापरून तिच्या सहाय्याने आपण एक नवी संकल्पना समजावून घेऊ. आपण त्रिमान पद्धतीत संख्या लेखनासाठी 0, 1, आणि 2 हे तीन अंक आपण वापरतो आणि

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(दशमान)
0	1	2	10	11	12	20	21	22	100	101	102	110	(त्रिमान)

अशा (शून्य ते बारा) या संख्या लिहितो. पुढेही हा क्रम असाच चालू ठेवता येईल. या पद्धतीत 1 आणि 2 या दोन्ही चिन्हांचे मूल्य धन आहे. यापैकी 1 चे मूल्य आहे तेच राखून 2 ऐवजी ऋण मूल्य असलेल्या वजा एक या अर्थाने S हे चिन्ह वापरायचे ठरविले तर पहा काय होईल. 10 ही संख्या त्रिमान पद्धतीत तीन आहे, आणि तीन वजा एक म्हणजेच दोन, म्हणून 2 ही संख्या या सुधारित (किंवा मिश्र) त्रिमान पद्धतीत 1S अशी लिहिता येईल. म्हणजेच 10 ही तीन आणि 1S ही 10 वजा एक किंवा तीन वजा एक म्हणजे दोन. आता वरील शून्य ते बारा या संख्या या मिश्र पद्धतीत 0, 1, 1S 10, 11, 1SS, 1S1, 10S, 100, 101, 11S, 110 अशा लिहाव्या लागतील. प्रत्येक संख्येत S चे मूल्य वजा एक हे लक्षात ठेवा.

त्रिमान मधली संख्या			दशमान मधली किंमत			मिश्र त्रिमान		
0	1	2	0	1	2	0	1	1S
10	11	12	3	4	5	10	11	1SS (सहा–1)
20	21	22	6	7	8	1S0 (नऊ–3)	1S1 (दहा–3)	10S (नऊ–1)
100	101	102	9	10	11	100	101	11S (बारा–1)
110	111	112	12	13	14	110	111	(पंधरा–1)

म्हणजे संख्या लेखनात प्रथम (किंवा एकम) स्थानी असल्यास तो वजा एक, दुसऱ्या किंवा तीनच्या स्थानी S असल्यास त्याचे मूल्य वजा तीन, तिसऱ्या किंवा नऊच्या स्थानी आल्यास त्याचे मूल्य वजा नऊ, इत्यादि. वर अकरा ही संख्या 11S अशी लिहिली आहे कारण अकरा म्हणजे बारा वजा एक. तसेच पाच ही संख्या 1SS अशी लिहिली आहे कारण पाच म्हणजे नऊ वजा चार, किंवा नऊ वजा तीन वजा एक.

आणखी स्पष्टीकरणासाठी S, S0, SS0 यांचे मूल्य अनुक्रमे वजा एक, वजा तीन, वजा बारा असे राहील. पण आपण फक्त नैसर्गिक संख्यांचा सध्या विचार करीत आहोत आणि यापैकी कुठलीच नैसर्गिक संख्या नाही. पण 1S, 1S0, 1SS0 या नैसर्गिक संख्या असून त्या अनुक्रमे तीन वजा एक, नऊ वजा तीन आणि सत्तावीस वजा नऊ वजा तीन म्हणजेच दोन, सहा आणि पंधरा या नैसर्गिक संख्या आहेत. या सुधारित त्रिमान पद्धतीतही बेरीज, वजाबाकी इत्यादि सर्व गणिती प्रक्रिया करता येतात.

यावर असा आक्षेप घेता येईल की या सुधारित मिश्र त्रिमान पद्धतीत सुद्धा 0, 1 आणि S अशी तीन चिन्हे आहेतच. मग यात आणि पूर्वीच्या त्रिमान पद्धतीत काय फरक? फक्त फरक एवढाच की 1 आणि S या दोन्ही चिन्हांचे निखळ मूल्य सारखेच आहे. फक्त एक धन आणि दुसरे ऋण

आता आपण मिश्र त्रिमान पद्धतीत बेरीज आणि गुणाकार करून पाहू. बेरजेसाठीचे कोष्टक पुढीलप्रमाणे असणार आहे.

+	0	1	S
0	0	1	S
1	1	1S	0
S	S	0	S1

1 + S म्हणजे 'एक अधिक वजा एक' म्हणून बेरीज झाली शून्य. तसेच S + S म्हणजे वजा एक अधिक वजा एक म्हणजे वजा दोन. वजा दोन लिहिताना वजा तीन अधिक एक म्हणजे S1 असे लिहावे.

गुणाकाराचे कोष्टक आणखी सोपे आहे. येथे फारशा स्पष्टीकरणाची आवश्यकता नाही. शून्य या संख्येचा गुणाकार कुठल्याही संख्येशी शून्यच येतो. आणि दोन 1 चा किंवा दोन S चा गुणाकार एकच येतो. या उलट एक आणि एक S यांचा गुणाकार येतो.

×	0	1	S
0	0	0	0
1	0	1	S
S	0	S	1

मिश्र पंचमान पद्धती

मिश्र त्रिमान पद्धती प्रमाणेच मिश्र पंचमान पद्धत वापरायची झाल्यास 0, 1, S, T, 4 ऐवजी 0, 1, 2, अशी चिन्हे वापरू ज्यांचे मूल्य अनुक्रमे शून्य. एक, दोन वजा एक आणि वजा दोन असेल. आता शून्य ते वीस या संख्या मिश्र पंचमान पद्धतीत अशा लिहिता येतील - 0, 1, 2, 1T, 1S, 10, 11, 12, 2T, 2S, 20, 21, 22, 1TT, 1TS, 1T0, 1T1, 1T2, 1ST, 1SS, 1S0. हे सर्व प्रथमदर्शनी किचकट वाटेल पण त्यातला क्रम समजला की चटकन संख्या लेखन करता येईल. कुठलीही संख्या आपणासमोर असेल तर त्या पुढची (म्हणजे एक वाढवून) लिहायची संख्या पुढील नियमाने तयार करता येईल. जर एकम स्थानी 0 किंवा 1 असेल तर त्या जागी अनुक्रमे 1 किंवा 2 लिहावेत. पण जर तिथे 2 असेल तर (तीन ऐवजी) पाच वजा दोन लिहायचे म्हणजे तिथे T आणि त्या मागच्या अंकात एक ची वाढ करायची. जर त्या ठिकाणी T किंवा S असेल तर तेथे अनुक्रमे S किंवा 0 लिहावे. थोडक्यात एकमस्थानच्या 0, 1, 2, S, T च्या ठिकाणी अनुक्रमे 1, 2, T, S, 0 लिहावे. यापैकी फक्त 2च्या जागी T लिहिताना मागच्या (म्हणजे दुसऱ्या किंवा पाचव्या) स्थानावर एकाने वाढ करावी आणि या वाढीसाठी हाच नियम लावावा. हा नियम पाळून वरील वीस संख्यांचे लेखन झाले आहे त्या पुढील एकवीस, बावीस... या संख्या 1S1, 1S2, 10T, 10S, 100, 101, 102, 11T,... अशा लिहिता येतील.

कोणत्याही संख्येमधल्या स्थानानुसार अंकाची किंमत विशिष्ट पद्धतीने वाढते. द्विमान, त्रिमान, पंचमान, दशमान पद्धतीत वाढणारी किंमत खाली दिली आहे.

	आकड्यांमधल्या 'एक'ची स्थानिक किंमत			
पद्धत	१	१०	१००	१०००
दशमान	$१०^{०}$	$१०^{१}$	$१०^{२}$	$१०^{३}$
द्विमान	$२^{०}$	$२^{१}$	$२^{२}$	$२^{३}$
त्रिमान	$३^{०}$	$३^{१}$	$३^{२}$	$३^{३}$
पंचमान	$५^{०}$	$५^{१}$	$५^{२}$	$५^{३}$

आता आपण बावीस आणि अकरा या संख्यांची बेरीज तसेच गुणाकार करून पाहू. बावीस म्हणजे सत्तावीस वजा पाच किंवा सत्तावीस वजा नऊ अधिक तीन अधिक एक म्हणजे 1S11 आणि अकरा म्हणजे नऊ अधिक तीन वजा एक म्हणजे 11S. तेव्हा बेरीज अशी होईल.

```
   1S11
+   11S
      1
-------
   11S0
```

या बेरजेचे स्पष्टीकरण असे. एकम स्थानी S + 1 = 0

तीनच्या स्थानी 1 + 1 म्हणजे दोन किंवा 'तीन वजा एक' किंवा 1S त्यापैकी S हा तीनच्या जागी ठेवला आणि हातचा 1 नऊच्या स्थानावरील 1 आणि S मध्ये मिळवायचा.

1 + 1 + S = 1 + 0 = 1 म्हणून नऊच्या स्थानावर आला.

शेवटी सत्तावीस च्या स्थानी 1 आला आणि बेरीज झाली 11S0 किंवा सत्तावीस अधिक नऊ वजा तीन किंवा तेहतीस.

आता याच दोन संख्यांचा गुणाकार पहा.

```
    1S11
×   11S
--------
    S1SS
    1S11 -
    1S11 --
--------
    10000S
```

आपण नेहमी गुणाकार करतो त्याच पद्धतीने वरील गुणाकार केला आहे. फक्त आपले मिश्र त्रिमान पद्धतीचे कोष्टक वापरून. आलेले उत्तर आहे 'दोनशे त्रेचाळीस (3^6) वजा एक' म्हणजे दोनशे बेचाळीस. हेच उत्तर आपल्या सवयीच्या दशमान पद्धतीत आपण अधिक सुलभतेने (अगदी तोंडी) करू शकतो हे उघड आहे.

एक मजेदार कोडे

या सुधारित संख्या लेखन पद्धतीचा उपयोग करून आपण एक मजेदार कोडे सोडवू शकतो. समजा आपल्याजवळ एक तराजू आहे आणि त्यात आपल्याला साखर मोजायची आहे. जर एक ते चाळीस किलो यापैकी कुठलेही वजन करण्यासाठी चारच वजनाचे दगड वापरायचे असतील तर ते दगड प्रत्येकी किती किलो वजनाचे हवेत हा प्रश्न आहे. तसा चटकन सोडवायला हा कठिण प्रश्न आहे याचा मी बरेच वेळा प्रश्न विचारून अनुभव घेतला आहे. उत्तर आहे एक, तीन, नऊ आणि सत्तावीस किलो असे चार वजनाचे दगड आपल्याला पुरतील.

आपण समजा तराजूच्या उजव्या पारड्यात साखर आणि फक्त डाव्या पारड्यातच वजन ठेवायचे ठरविले तर चार दगड पुरणार नाहीत. पण आपण साखरेच्या पारड्यात एखादा दगड ठेवायचे ठरविले तर ते चार दगड नक्कीच पुरू शकतील. कारण मिश्र त्रिमान पद्धतीत एक ते चाळीस या संख्यांचे लेखन करताना एक, तीन, नऊ किंवा सत्तावीसच्या स्थानावरती 1 असेल तर दगड डावीकडे आणि S असेल तर दगड उजवीकडे एवढेच करायचे. उदाहरणार्थ, पंधरा ही संख्या 10 अशी आपण मिश्र त्रिमान पद्धतीत लिहितो. म्हणजेच तराजूच्या डाव्या पारड्यात आपण 27 किलोचा दगड ठेवला आणि साखरेच्या पारड्यात नऊ आणि तीन किलोच्या वजनांचे दगड ठेवून साखरेचे वजन केले तर बरोबर पंधरा किलो साखर गिऱ्हाइकाला देता येईल. तसेच बावीस किलो साखरेसाठी (ज्याचे

जानेवारी २०११ पासून
नव्या स्वरूपात

वार्षिक वर्गणी
रु. २००/-

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४.
फोन : २५४४१२३०

संख्यालेखन आपण नुकतेच 111 असे पाहिले) सत्तावीस, तीन आणि एक किलो चे दगड डाव्या पारड्यात तर नऊ किलोचा दगड उजव्या पारड्यात ठेवून साखर उजव्या पारड्यात घ्यायची. या चार वजनांच्या सहाय्याने आपण जास्तीत जास्त 1 + 3 + 9 + 27 = 40 किलो पर्यंत साखर तोलू शकतो. जर जास्त साखर तोलायची असेल तर अर्थातच 81, 243, इत्यादि वजनांचे दगड वापरात येतील. थोडक्यात, ही मिश्र त्रिमान पद्धत शून्य आणि एक अशी दोनच चिन्हे फक्त अधिक किंवा उणे एवढ्या फरकाने वापरते असे म्हणायला हरकत नाही. वजनाच्या बाजूला अधिक आणि साखरेच्या बाजूला उणे असे तोलताना वजनाचे दगड ठरतात.

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

दैनंदिन संदर्भ
हे पुस्तक पाहिलेत ना ?

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

रोजच्या आयुष्यातल्या ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान माहीत असायला हवं म्हणून !

प्राध्यापक विसरभोळे

थोर भौतिकशास्त्र संशोधक प्रोफेसर वीनर हे एमआयटीच्या परिसरात फार प्रसिद्ध होते. विद्यार्थ्यांना त्यांच्याशी ओळख करून घ्यायची खूप इच्छा असे. एकदा एका विद्यार्थ्याने त्यांचा पोस्ट ऑफिसपर्यंत पाठलाग केला. तेव्हाच ओळख करून घ्यायची त्याची इच्छा होती. परंतु त्याला कळत नव्हतं की त्यांना सामोरं कसं जावं? वीनर तर विचारात येरझारा घालताना दिसत होते. 'त्यांच्याशी बोलायला गेलं तर त्यांच्या मनातली कल्पना हरवणार तर नाही?' अशी भीती वाटत होती. पण तरी त्यानं धाडस केलं, म्हणाला, ''गुडमॉर्निंग, प्रोफेसर वीनर!'' तेव्हा वीनर एकदम आनंदित होऊन म्हणाले, ''वा! वीनर! बरोब्बर. हेच तर मी आठवत होतो.''

एके दिवशी, साधारण दुपारच्या वेळी वीनर सहज चालले होते. तेव्हा एका अभ्यासू विद्यार्थ्याने त्यांना थांबवले व थोडा वेळ आहे का असे विचारले. त्याला पडलेल्या शंकेचे निरसन करून घ्यायचे होते. वीनर यांनी लगेच होकार दिला व त्याला प्रश्नाचे यथायोग्य उत्तर देऊन वीनर परत निघाले. विद्यार्थी निघून गेला व वीनर काहीतरी आठवत तिथेच थांबले. त्यांनी त्या विद्यार्थ्याला जाऊन थांबवले आणि विचारले, ''मी कोणत्या दिशेने चाललो होतो?' त्या विद्यार्थ्याने जरा हसतच त्यांना रस्ता दाखवला. त्यावर वीनर म्हणाले, 'बरं, हां, ठीक आहे. मी तिकडे चाललो होतो म्हणजे माझं जेवण झालं आहे तर!'

वीनर हे नोबेल पुरस्कार विजेते गणिती सैद्धांतिक वैज्ञानिक होते. त्यांनी आईनस्टाइनचे काम पुढे नेले आणि अयुक्लिडियन भूमितीचा उपयोग सैद्धांतिक विज्ञानात नेमकेपणाने व परिणामकारक पद्धतीने केला.

नॉर्बर्ट वीनर १८९४–१९६४

संकलक : आर्या, आभा बर्वे

स्टीवन जी. क्रान्त्झ यांनी सांगितलेले किस्से या पुस्तकातून साभार.

माझी सुंदर दुनिया

लेखक : विष्णू चिंचाळकर
अनुवाद : स्वाती फडके

तुम्ही माझं घर कधी प्रत्यक्ष पाहिलं नसेल. माझं घर म्हणजे एक अजबखाना किंवा पसाऱ्याचा डोंगर आहे, असं मात्र तुम्ही ऐकलेलंच असेल. एकमेकांशी संबंध नसलेल्या किती तरी विचित्र गोष्टी आणि जिकडे-तिकडे पसारा, यात काही खोटं नाही. पण मी तुम्हाला खात्री देतो की याच कचऱ्यातलं काही तुमच्या मनाला नक्की भावणार, तुमचं मनोरंजन करणार. याच गोष्टी उलट-सुलट फिरवून मी तुम्हाला काहीतरी गंमत करून दाखवली की तुम्ही नक्कीच आश्चर्यचकित व्हाल. पण हो, केवळ तुमचं मनोरंजन करणं किंवा तुम्हाला आश्चर्यचकित करणं हा काही माझा हेतू नाही. यामागे जो काही विचार आहे किंवा दृष्टी आहे, तेथपर्यंत तुम्हाला घेऊन जायचं आहे. त्यासाठी हे सगळं रामायण-महाभारत. या पसाऱ्यात कोणीही पाय टाकला की माझे हे सोबती स्वतःचा परिचय स्वतःच करून देतात. आणि त्यांच्यामध्ये दडलेल्या काही खुब्या सविस्तरपणे सांगण्यात मी जराही चुकारपणा करीत नाही. माझ्या या उत्साहाची माझी मित्रमंडळी बरीच चेष्टा करतात. पण मी मात्र त्यांच्या या चेष्टेला अजिबात जुमानत नाही. कारण माझी मनापासून इच्छा असते की मला जी सुखद अनुभूती मिळाली ती माझ्या मित्रांनाही मिळावी, या वस्तूंच्या दुर्लक्षित पैलूंकडे माझ्या मित्रांचं लक्ष जावं, एखाद्या त्रुटीमुळे त्यांचा तिरस्कार होऊ नये.

आता माझ्या या प्रयत्नात मला कितपत यश मिळते याचा अंदाज करणं अवघड आहे. कारण हे यश त्या वस्तूंकडे पाहणाऱ्यांच्या मानसिकतेवर, त्यांच्या संवेदनशीलतेवर आणि त्यांनी त्या वस्तूंचा अर्थ लावण्यावर आहे. हो, माझं आंब्याच्या

कोयीवरील चित्र माणसाने पाहिल्यावर कोणीही आंबा खाल्ल्यावर त्याची कोय फेकताना आधी एक क्षण थांबून त्या कोयीकडे अगदी निरखून पाहिलं तर मला थोडंतरी यश मिळालं असं मी समजेन. पण चप्पलची 'मोनालिसा' पाहिल्यावर जर कोणी मला तुटकी चप्पलच पाठवून देणार असेल, तर दगडावर डोकं आपटण्याचीच वेळ येईल.

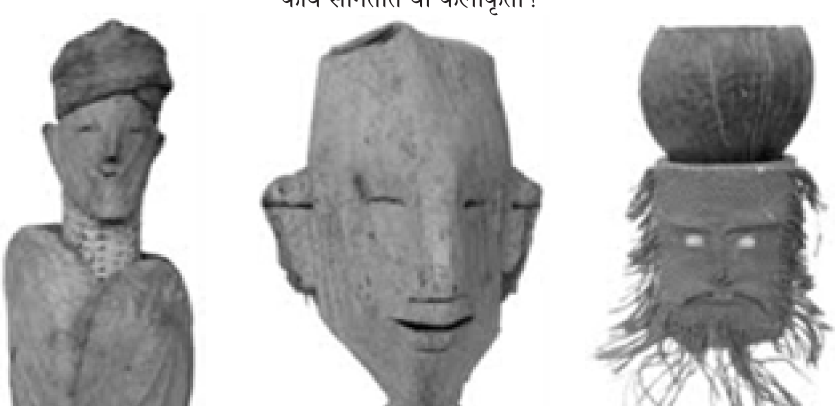
''अरे जनाब, तुमच्यासारखी सौंदर्यदृष्टी आम्हाला कशी मिळणार?'' असलं बोलणं म्हणजे नुसती सारवासारवी करणं आहे.

नजर आणि दृष्टिकोण

मी तर नेहमीच म्हणतो की अशा प्रकारची नजर, पारख ही काही माझी एकट्याचीच मक्तेदारी नाही. प्रत्येक मुलाकडे ती असते. आणि तुमच्याकडेही ती आहे! पण एकतर अशी 'नजर' असते हे तुम्हाला माहीत तरी नाही, किंवा ती आजमावून पहाण्याचा प्रयत्नच तुमच्याकडून केला जात नाही. लहानपणी एखादे मूल जे करते तेच तर मी करतो. एखाद्या लहान मुलाने भज्यामध्ये कोंबडा किंवा बदक दाखवले तर आईकडून एक 'चापटपोळी' मिळते, पण तेच मी जेव्हा एखाद्या कोयीवर डुक्कर किंवा साधूचा चेहरा दाखवण्याचा प्रयत्न करतो तेव्हा लगेच स्तुती होते; हा काय न्याय झाला?

रस्त्यावर किंवा बागेत फिरत असताना विचित्र दिसणाऱ्या वस्तू एखादा मुलगा गोळा करीत असतो आणि मी पण. मग फरक काय? तर त्याच वस्तू अशा तऱ्हेने (युक्तीने) मोठ्यांना दाखवायच्या की त्यातलं गम्य मोठ्या लोकांच्या लक्षात येईल. मी वयाने मोठा असल्याने लहान मुलांना जसं बक्षीस मिळतं तसं मला नाही मिळत. पण या पोरपणाची टर मात्र हमखास उडवली जाते. मुलालाच काय, प्रत्येक व्यक्तिला ही एक विशिष्ट दृष्टी निसर्गानेच बहाल केली आहे. पण याची जाणीव त्यांना नसते आणि

काय सांगतात या कलाकृती?



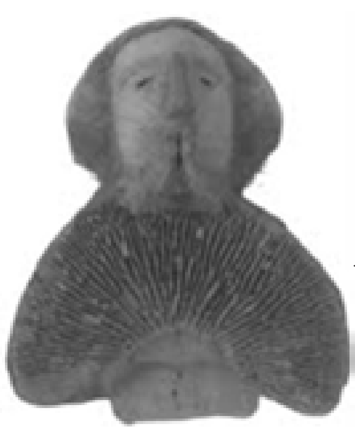
त्यासाठी कष्टही कुणी घेत नाहीत. एक छोटंसं उदाहरण घेऊ या.

चित्रकार कोण आहे?

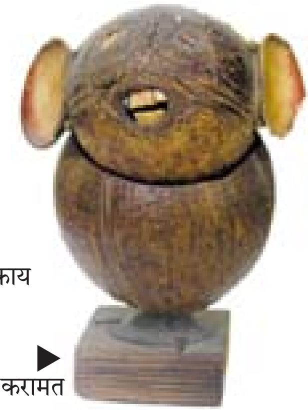
जेव्हा मी लोकांना माझ्या कलाकृती दाखवतो तेव्हा सर्वसाधारणपणे त्यांची एकाच प्रकारची प्रतिक्रिया मला पहायला मिळते. जशी ढगांमध्ये किंवा भिंतीवर पाण्याचे शिंतोंडे उडून किंवा भिंतीच्या रंगाचे पोपडे उडाल्यावर काही चित्रे दिसतात, त्यांची आठवण. आता जरा विचार करा हं, खरंच आकाशात किंवा भिंतीवर ती चित्रे रेखाटलेली असतात का? तिथे तर असतात केवळ ढग, किंवा काही डाग. पण प्रत्येक व्यक्ती स्वत:च्या कल्पनाशक्तीप्रमाणे त्या डागांमधून स्वत:ला भावतील तशी चित्रे पाहत असते. प्रत्येक व्यक्तीमध्ये एक चित्रकार दडलेला असतो. तो मनातले चित्र त्या भिंतीवर पाहत असतो. या दडलेल्या कलाकाराला मनातल्या मनात चित्रे रेखाटायला आकाशातले ढग किंवा भिंतीवरील डाग निमित्त म्हणून लागतात.

आपल्या सगळ्यांना माहिती आहे की एक वस्तू दुसऱ्या वस्तूवर आपटली की एक आवाज निर्माण होतो. जर वस्तू भरीव असेल तर एक प्रकारचा आवाज होईल. ती वस्तू पोकळ असेल तर वेगळ्या प्रकारचा आवाज होईल. म्हणजे निसर्गाने ज्या प्रकारचा ध्वनी, आवाज निघण्याची देणगी त्या वस्तूला दिली असेल तसा ध्वनी त्यातून निघेल. म्हणजेच तो नाद किंवा ध्वनी सुप्त रूपात त्या वस्तूत असतो. आणि तो नाद प्रकट होण्यासाठी त्या वस्तूला दुसऱ्या वस्तूची टक्कर आवश्यक असते.

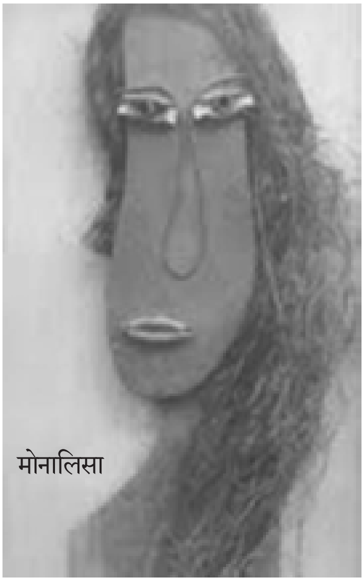
अशा प्रकारची टक्कर होण्यासाठी आपल्या आसपासची प्रत्येक गोष्ट तय्यार आहे. त्या गोष्टीला प्रतिसाद देण्यासाठी, त्या गोष्टीशी संवाद साधण्यासाठी आपल्याकडे तशी संवेदनक्षमता आवश्यक आहे. ही संवेदनक्षमता अनेकदा काही प्रभावांमुळे दबलेली असते.



मशरुममध्ये काय शोधलं?



करवंटीची करामत



मोनालिसा

आई आणि मूल

मुक्त विकास

लहान मुलं मात्र या दृष्टीने पूर्ण संवेदनक्षम असतात. कारण त्यांच्या बुद्धीवर अजून कसलेही सावट पडलेले नसते. पण हळूहळू मोठ्या माणसांच्या अकारण दबावांमुळे ही संवेदनशीलता कमी होत जाते. असे बऱ्याच वेळा घडते. वयस्कर मंडळी, पालक, शिक्षक स्वत:ची मते, ज्ञान, शिक्षणाच्या रूपात लहान मुलांवर लादत असतात. स्वत:च्या इच्छा किंवा महत्त्वकांक्षांना अनुसरून मुलांना घडवायचा प्रयत्न करतात. यामुळे मुलांच्या प्रवृत्ती छान बहरून किंवा फुलून येण्याऐवजी आतल्या आत दबून जातात. त्या प्रवृत्तींना प्रकट व्हायला संधीच मिळत नाही. त्यामुळे त्या मुलाचा नैसर्गिक विकास व्हायला हवा, तसा होत नाही. विकासाची गती थांबते.

आपली अशी पक्की समजूत असते की लहान मुलाच्या रूपाने निसर्गाने आपल्या हाती एक अज्ञानी गोळा दिलेला आहे आणि आपणच त्याला आकार द्यायचा आहे. अगदी सुरुवातीपासूनच त्या गोळ्याला विशिष्ट आकारच द्यायचा असतो, अशा धारणेने आपण त्या मुलाला घडवायला पाहतो. मी तर असं पाहिलंय की शिकवण्याच्या प्रयत्नातून कोणीही शिकत नाही. मूलं स्वत:च्या प्रयत्नानेच शिकत असते. त्या मुलाच्या अंत:प्रेरणेला, किंवा त्याच्या स्वत:च्या प्रयत्नांना जर आपण मदत करू शकलो तर खऱ्या अर्थाने त्या मुलाचा विकास होण्याची शक्यता जास्त आहे.

लहान मुलाची संवेदनक्षमता जागृत ठेवणे, त्याची कल्पना शक्ती वाढण्यासाठी त्याला पूर्ण वाव देणे आणि अशा संधी

आपणच त्याच्यासाठी निर्माण करणे हे आपले खरे काम आहे. आपल्या आसपासच्या वातावरणाबद्दल त्याच्या मनात जागरूकता निर्माण करणं ही गोष्ट फार महत्त्वाची आहे असे मी मानतो. आणि म्हणूनच मुलांना शिकवण्याची चूक मी जन्मात करणार नाही. हां, मी त्यांच्याशी खेळेन जरूर. त्यांच्याबरोबर खेळताखेळताच त्यांच्या कुवतीप्रमाणे त्यांना जे शिकायचे ते ते नक्की शिकतील.

निसर्ग, निसर्ग आणि निसर्ग

शिकवण्याची खरी गरज मोठ्या माणसांना (प्रौढांनाच) आहे. म्हणजे मोठी माणसे मुलांच्या सहजपणे शिकण्याच्या प्रक्रियेत उगीच नाक खुपसणार नाहीत तर मदत करतील. मी तरी हसत खेळतच शिकलो. माझ्या एका गुरूंनी सांगितले होते, 'टीचिंग इज चीटिंग, रियल टीचर इज नेचर'. (शिकवणे हीच एक फसवणूक आहे. निसर्ग हाच आपला खरा गुरू आहे.) ही गोष्ट मला पटली आणि मी निसर्गाला शरण गेलो. हळूहळू मला समजू लागले.

निसर्गाच्या या शाळेत ना कसली भाषणबाजी ना काही जबरदस्ती. प्रत्येक गोष्ट आपापल्या स्वभावानुसार काम करत राहते. आपण फक्त त्या गोष्टीचं निरीक्षण करीत रहायचं. ती गोष्ट समजून घेण्याचा प्रयत्न करायचा. त्याच्याशी एकरूप होण्याचा प्रयत्न करायचा.

मग आपली विचार करण्याची प्रक्रिया चालू होते. आपण निसर्गाशी खेळले पाहिजे. त्याच्याशी संवाद साधला पाहिजे. त्याच्याशी नाते जोडले पाहिजे. मग तो निसर्ग आपल्यावर सगळे काही ओवाळून टाकतो. आपण आपल्या कुवतीप्रमाणे सगळं वेचून घ्यायचं, निसर्गाचं भांडार कधीच रिकामं होणार नाही. निसर्गाला समजून घेण्यामुळेच तर ही मानवजात प्रगतीच्या शिखरावर आरूढ झाली आहे. वैज्ञानिक त्यांच्या तऱ्हेने, चित्रकार त्यांच्या पद्धतीनुसार तर इतर अनेक शाखांचे जाणकार त्यांच्या त्यांच्या जाणिवांनुसार निसर्गाला समजून घेण्याचा प्रयत्न करीत आहेत. आणि निसर्गही त्या सर्वांना साथ देतो आहे.

कणसाचं बघा
काय झालंय?

निसर्ग व मानव यांच्या सहकार्यामधूनच तर एका सुंदर स्वस्थ विकासाची शक्यता आहे.

'खेळाच्या वेळी खेळ व कामाच्या

वेळी काम' ही जुनी म्हण मला अजिबात आवडत नाही. म्हणजे खेळ आणि काम या जणू काही परस्परविरोधी गोष्टी आहेत. जणू एकीचा दुसरीशी काही संबंध नाही. प्रत्येक गोष्टीत तुटकपणा. या उलट या दोन्ही गोष्टींचा छानसा मेळ घातला तर? त्यामुळे कामामधील कंटाळवाणेपणा निघून जाईल, त्या कामाचे एक प्रकारचे ओझे वाटते, तसे न वाटता कामं हसत-खेळत पटापट पार पडतील.

अमर्याद शक्यता

मी तर माझे काम अशा प्रकारेच करतो. घरासमोरील अंगण झाडण्याचे काम असो की कपडे धुणे असो. खूप लोकांना या कामांची भीती वाटते, पण मला मात्र अशी कामे करताना खूप मजा येते. प्रत्येक कामाची स्वत:ची एक खासियत असते, स्वत:चा एक धर्म, एक लय असते. तो धर्म समजून घेतला, त्या लयीशी स्वत:ची लय जुळवली तर ते काम सोपे होऊन जाते. काम करता करता इतके सगळे अनुभव मिळतात, आणि खूप काही शिकायला मिळतं. माझी सारी चित्रं हसत खेळत कामं करता करता तयार झाली. मी खेळत राहिलो आणि चित्रं आपोआप बनत गेली. माझं काम म्हणजे चित्रं शोधत राहणं आणि ती सापडल्यावर इतरांनाही त्याची अनुभूती घेता यावी म्हणून जराशी नीटनेटकी करून मांडणं. त्या चित्रांचे मूळ स्वरूप जसंच्या तसंच राहिलं पाहिजे. रसिकांना केवळ थोडासा इशारा फक्त मिळावा, म्हणजे स्वत:च्या कल्पनाशक्तीनं त्यांना चित्रामधील इतर अनेक गोष्टीसुद्धा दिसू लागतील.

अंगणात साफसफाई करताना वाळलेल्या काटक्या, वाळलेली पाने, शेंगा, बिया किंवा तण अशा गोष्टी माझे लक्ष वेधून घ्यायच्या. या सगळ्यांना न्याहाळताना, गोंजारताना एक प्रकारची जवळीक निर्माण व्हायची. त्या गोष्टीसुद्धा त्यांची वैशिष्ट्यं, त्यांचा आकार, जडण-घडण, रंगांच्या छटा स्वत:च प्रकट करायला लागल्या. हीच तर त्यांची भाषा. आणि त्यांची भाषा समजून घेतानाच तर त्यांच्यात व माझ्यात संवाद सुरू झाला आणि मग पाण्याची बाटली साफ करताना त्यातील शेवाळाचा रंग, रंगांची ताटली व ब्रश किंवा टेबलावरची धूळ साफ करताना त्या साफ करण्याचा कापडावर पडलेले डाग यातही मला चित्रं दिसू लागली.

झाडूमध्ये मला 'घागरा पसरवून

नाचणाऱ्या बाहुलीचा' भास झाला. भिंतीवर कोळ्याचे जाळे चिकटले, त्यातूनच एक चित्र बनले. तुटलेल्या चपलेमध्ये मला 'मोनालिसा' सापडली. तर दुसरीमध्ये पाणी भरणारी बाई दिसली. आंब्याच्या कोयीमध्ये कधी डुक्कर तर कधी चक्क साधू - महात्मा दिसले. आणखी एकीत रविंद्रनाथ, कार्ल मार्क्स तसेच आईनस्टाईनची आठवण झाली. खुर्चीच्या तुटलेल्या पाठीमध्ये एखादा ध्यानस्थ योगी, भगवान महावीर, कधी बुद्ध, विनोबाजी किंवा रामकृष्ट परमहंस यांचेपण दर्शन होई. मुंबईच्या प्रदर्शनात जुन्या फाटलेल्या बनियनचा 'येशू ख्रिस्त' पाहून एका प्रेक्षकाने वाखाणण्याजोगी प्रतिक्रिया दिली. येशू ख्रिस्ताचे एक वाक्य 'मी तर फक्त एक चिंधी आहे, यापेक्षा अधिक काही नाही' त्यांना आठवले. या वाक्याला सार्थ करण्याचे श्रेय त्या गृहस्थांनी मला दिले.

जळलेल्या पोळीमध्ये जर मला 'बाळाला दूध पाजणारी आई दिसली' तर कुणाला तो माझा पोरकटपणा, बालिशपणा वाटण्याची शक्यता आहे. आणि ते बरोबर पण आहे. फरक फक्त त्या गोष्टीला तुम्ही कशा रितीने लोकांपर्यंत पोचवता त्यामध्ये आहे. आता अशा चित्रांची आणि त्या मागच्या प्रेरणांची कशी म्हणून मोजदाद करणार?

आपल्या आसपास निसर्गाने एवढे मोठे

कोयीमधले डुक्कर

भांडार पसरले आहे की ते निरखण्याची आपली क्षमताच कमी आहे. त्यामुळेच काही गोष्टी आपल्याला निरर्थक, बेकार, कुचकामी वाटतात. प्रत्यक्षात त्या तशा निर्हेतुक नसतात. एक तर त्या गोष्टींचा अर्थ आपल्याला कळत नाही किंवा त्यांना अर्थ देण्याची पात्रता आपल्यात नाही.

तेव्हा ही कमतरता दूर करण्यासाठी जर प्रयत्न केले तर कोणतीच गोष्ट आपल्याला कुचकामी वाटणार नाही. उलट त्या गोष्टीबरोबर एक नवं नातं निर्माण होईल. आणि अशा निर्जीव गोष्टींबरोबर आपले नातं जुळू शकतं, तर सजीव प्राण्यांबरोबर तर नक्कीच जुळेल.

सजीव सौंदर्याचा शोध

निर्जीव जगापलीकडेही काहीतरी सौंदर्य आहे, याची जाणीव जेव्हा मी बाबा आमट्यांना भेटलो तेव्हा मला झाली. निर्जीव वस्तूंशी खेळणे सोपे असते कारण त्यांची प्रतिकारशक्ती कमी असते. त्यामुळे आपल्या मनाला येईल त्याप्रमाणे आपण त्यांना घडवत असतो. पण मानवाबरोबर हीच गोष्ट इतकी

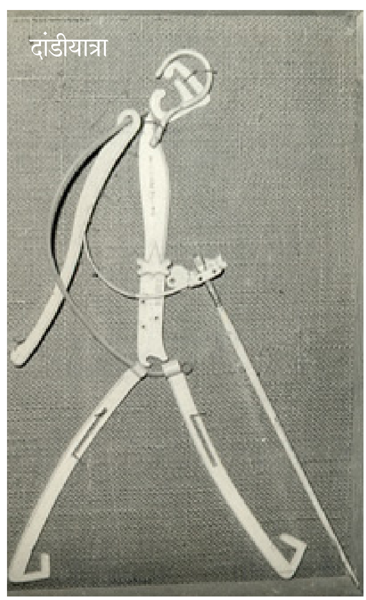
स्टॅच्यू ऑफ लिबर्टी

सोपी नाही. पण बाबांनी मात्र हे करून दाखवले. कुष्ठरुग्णांच्या मानसिकतेमध्ये बदल घडवून आणि त्यांच्यामधील सुप्त अस्मिता, स्वाभिमान जागवून त्यांच्याकडून मोठमोठी कामे करवून घेतली. आणि ते सुद्धा हसत खेळत, सहजपणे.

पंधरा वर्षांपूर्वी जेव्हा मी पहिल्यांदा बाबांना भेटलो, त्यावेळी त्यांनी मला एक प्रश्न विचारला 'आपण अजंठा-वेरुळला जातो आणि तिथे भग्न शिल्पे, चित्रे पाहून त्यांची मोठी स्तुती करतो. त्यात आपण अजिबात काचकूच करत नाही. दिलखुलासपणे त्यांची प्रशंसा करतो. भग्न कलाकृतींमधील सौंदर्य शोधणारी आमची वृत्ती, जाणीव केवळ चित्रे व शिल्पे यांच्यापर्यंतच मर्यादित राहणार का?

काहीही अपराध नसताना ज्याचे अवयव झडले, जो स्वत:चे रूप सौंदर्य हरवून बसलाआहे, अशा जित्या-जागत्या हाडामासाच्या मनुष्याला मात्र आपण तिरस्काराने पाहतो. तेव्हा आपली सौंदर्याबद्दलची जाणीव कुठे लुप्त होते? चित्र व शिल्पामधील उणिवा आपण आपल्या कल्पनेने भरून काढतो.त्यांच्या सुंदर, छान दिसण्याबद्दल आपण पूर्ण काळजी घेतो. त्याचवेळी विद्रूप, अपंग, कुष्ठरोग्यांपासून मात्र भिऊन आपण दूर पळत जातो. त्यांची हरपलेली गोष्ट भरून काढण्यासाठी आपल्याकडे आपली कल्पना शक्ती नाही का?'

हाच प्रश्न माझ्यासाठी एक आव्हान ठरला. मनुष्याकडे किती तरी पैलू असतात. केवळ एखादीच गोष्ट विचारात घेऊन त्याची पारख करणे म्हणजे त्याच्यावर अन्याय केल्यासारखेच होईल. आपल्याला न आवडणाऱ्या, वाईट गोष्टींकडे दुर्लक्ष करून



दांडीयात्रा

आपण त्याच्या चांगल्या गोष्टींचा स्वीकार का करायचा नाही? केवळ त्या मनुष्याचे काही अवयव झडले म्हणून त्याच्यातील गुण, मोठेपणा, श्रेष्ठत्व संपते थोडेच? त्याच्याकडे अन्य कितीतरी गुण असतील. ते आपण पाहू शकणार नाही? मला निर्जीव फाटक्या बनियनमध्ये 'येशू ख्रिस्त' दिसला तर बाबांच्या नजरेला पहा काय दिसले? खांद्यावर नांगर घेऊन तो ओढणाऱ्या शेतकऱ्यामध्ये बाबांना आपला क्रूस ओढणारा 'येशू ख्रिस्त' दिसतो. श्रम करणाऱ्या मजुराच्या पाठीवरील घामाच्या धारांमध्ये बाबांना 'येशू ख्रिस्ताचा' 'क्रॉस' दिसतो. माझ्या नजरेने जी गोष्ट शोधली ती कलाकृती ठरते. मग बाबांच्या त्या नजरेला काय म्हणायचं?

आपण कला, सौंदर्य किंवा अशाच कितीतरी गोष्टींना परिभाषित करून चौकटबंद करतो. त्या परिघाबाहेर, व्यापकपणे आपण विचारही करीत नाही. त्यामुळे आमची सौंदर्याबद्दलची जाणीव किंवा त्या

कलाकृतीबद्दलची आपली समज त्या परिघातच मिटून जाते.

मला तर माझ्या कलाकृतींपेक्षा बाबांनी ज्या कलाकृती निर्माण केल्या आहेत त्या जास्त श्रेष्ठ वाटतात. माझी स्वत:ची सीमा फारच लहान, मर्यादित. पण बाबांच्या कर्तृत्वाचा परीघ... कितीतरी विशाल आणि व्यापक!

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ६३ मधून साभार. हा लेख 'नई दुनिया 1984' मधून घेतला होता.
सर्व चित्रे म्हणजे गुरुजींच्या कलाकृती आहेत.

लेखक : विष्णू चिंचाळकर – प्रेमाने त्यांना 'गुरुजी' म्हटले जाते. ते एक प्रख्यात चित्रकार तर होतेच. पण त्याहीपेक्षा एक अनौपचारिक गुरू होते. वयाच्या चाळिशीत त्यांना कलाजगतातील पुष्कळसे पुरस्कार मिळाले होते, तेव्हाच त्यांनी कलेचे माध्यम म्हणून निसर्गाची निवड केली आणि रंगांचा त्याग केला होता. पुढचे पूर्ण आयुष्य त्यांनी निसर्गाच्या कॅनव्हासवर चित्रांचा शोध घेत घालवले, तसेच लहान मुले व त्यांचे पालक-शिक्षक यांच्यामध्ये आपल्या कला-दृष्टीचा प्रचार-प्रसार केला.

अनुवाद – **स्वाती फडके,** संगीत नृत्यादि कलांची आवड.

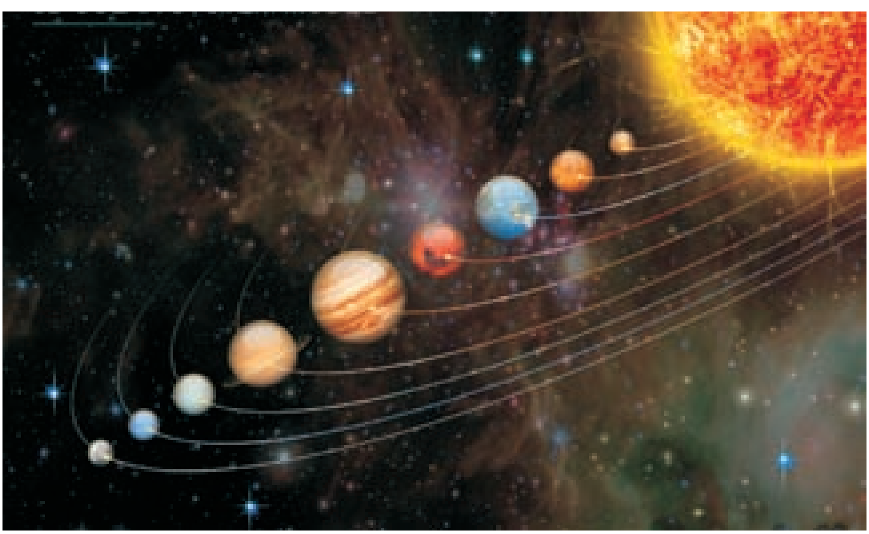
सूर्यमाला शाळेमध्ये!

लेखक : अमलेंदु सोमण

आपल्या पुस्तकांमध्ये आपण जेव्हा सूर्यमालेचं चित्र पाहतो तेव्हा पुष्कळदा सूर्याचं ग्रहांच्या आकाराशी प्रमाण ठीक असतं, पण त्यांमधील अंतराचं प्रमाण मात्र अगदी वेगळंच असतं. त्यामुळे आपल्याला अंतराचा खरा अंदाज येतच नाही. थोडक्यात आकाशाची पोकळी म्हणजे काय त्याबद्दलची कल्पना आपल्याला नीट करताच येत नाही. त्यासाठी आपण स्वत: एक मॉडेल करून पाहणं हाच एक खरा मार्ग आहे. चला, तसा प्रयत्न तर करू.

अगदी जुजबी प्रमाणात सूर्यमालेची आणि या विश्वाच्या रचनेची थोडीशी माहिती पुढे तक्त्यात दिली आहे.

सूर्यमालेचे एक प्रमाणबद्ध मॉडेल करायला घेतलं तर काय होतं ते पाहू. सूर्याचा व्यास आपल्या मॉडेलसाठी आपण धरला आहे ३०५ मिमी. म्हणजे एखाद्या फुटबॉलएवढा. आता एका जाडशा कागदावर त्या व्यासाचा एक गोल काढून त्याला 'सूर्य' म्हणू. सगळ्या ग्रहांच्या व्यासांची आणि अंतरांची मापं आपण त्याच प्रमाणात



घेऊ. (ती मापं तक्त्यात आहेतच.) ग्रहांचे गोल देखील एकेका तशाच जाड कागदावर काढायला हरकत नाही. सूर्यापासून ग्रहांची अंतरं इतकी जास्त आहेत की ती टेपने न मोजता पावलं टाकून मोजली तरीही चालतील. त्या त्या अंतरावर एखादा खांब उभा करून तिथे त्या त्या ग्रहाचा कागद लावून टाकला की आपल्याला जरा जरा अंदाज येईल!

आता कसं विलक्षण चित्र उभं राहतं ते पहा.

- ३०५ मिमी. व्यासाचा सूर्य काढला की १ मिमी व्यासाचा पहिला ग्रह बुध हा सूर्यापासून १२.७ मीटर्स अंतरावर.
- २.७ मिमी व्यासाचा दुसरा ग्रह शुक्र येतो २३.७ मीटर्सवर.
- नंतर आपली २.८ मिमी व्यासाची आहे ३२.८ मीटर्स अंतरावर.
- पाऊण मिमी. व्यासाचा चंद्र पृथ्वीभोवती फिरतो ८४ मिमी अंतरावरून!
- दीड मिमी. व्यासाचा मंगळ सूर्याभोवती सुमारे ५० मीटर अंतरावरून फिरतो.
- ३० मिमी व्यासाचा (एखाद्या मोठ्या लिंबाएवढा) गुरु १७० मीटर वर, पृथ्वी ते सूर्याच्या सात पट अंतरावर दिसेल.
- आणि २५.५ मिमी व्यासाचा मध्यम आकाराच्या लिंबाएवढा शनी ३१२.५ मीटरवर म्हणजे सूर्य ते गुरु या अंतराच्या जवळ जवळ दुप्पट अंतरावर.
- १० मिमी व्यासाचा युरेनस फिरतो ६२८.५ मीटर म्हणजे शनी-सूर्य अंतराच्या दुप्पट अंतरावरून.
- तसाच १० मिमी व्यासाचा नेपच्यून फिरतो ९८५ मीटरवरून.
- सर्वात दूरचा पाउण मिमी. व्यासाचा प्लुटो दूर १,२९४ मीटरवरून म्हणजे सूर्य-शनी अंतराच्या चौपट किंवा सूर्य-युरेनस अंतराच्या दुप्पट अंतरावरून सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालेल.

गुरुत्वाकर्षणाची अदृश्य शक्ती आता आपल्या नीटपणे ध्यानात येईल. केवळ ३०० मिमी व्यासाचा सूर्य सव्वा किमी पेक्षाही दूर असलेल्या, अवघ्या पाउण मिमी. व्यासाच्या प्लुटोला स्वत:भोवती नियमितपणे फिरायला लावतो - किती विलक्षण आहे हे! नाही का? प्रत्येक ग्रहाची कक्षा वेगळी तसा सूर्याभोवतालच्या प्रदक्षिणेचा कालही वेगळा. मध्ये काहीही नाही म्हणजे अक्षरश: निर्वात पोकळी! कोणत्याही क्षणी वरून पाहिलं तर ग्रह कसेतरी विखुरल्यासारखे दिसतील. ते सोडले तर काहीही नाही!

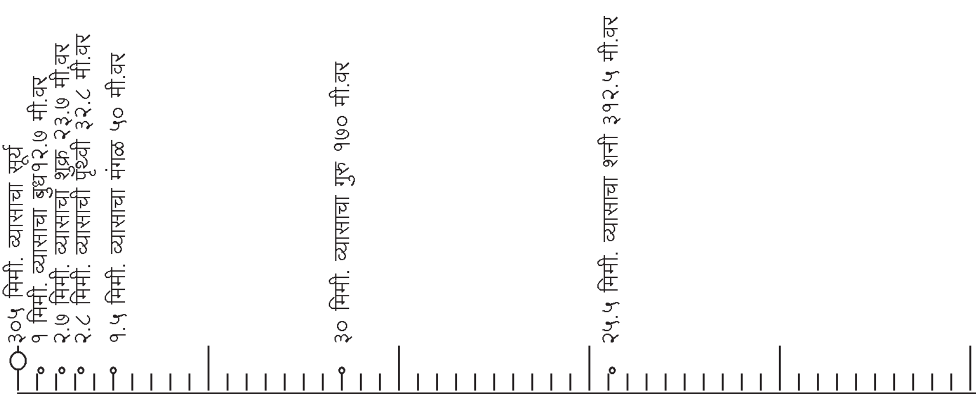
आपल्या नेहेमीच्या व्यवहारातली उदाहरणं घेऊन पाहू या? ३०० मिमी म्हणजे आपल्या फूटपट्टीच्या व्यासाचा गोळा. सायकलमध्ये जी बेअरींग्ज असतात त्यातल्या गोळ्या साधारणपणे ३ मिमी. व्यासाच्या असतात. रुपयाच्या नाण्याची जाडी साधारण १ मिमी असते. माझी उंची जर ५ फूटाच्या जवळ (१५२ सें.मी.) असेल तर माझी एक ढांग (एक पाउल) सुमारे

५०० मिमी किंवा अर्धा मीटर असते. सूर्याच्या गोळ्यापासून बुध येईल २५ पावलांवर, शुक्र ४७ पावलांवर, पृथ्वी ६६ पावलांवर आणि प्लुटो जवळ जवळ २६०० पावलांवर.

क्रिकेटच्या 'पिच'ची लांबी (दोन विकेट्सच्या मधलं अंतर) असते ६६ फूट किंवा २० मीटर. तर पीचच्या एका बाजूला जर सूर्याचा गोळा ठेवला तर पहिला बुध ग्रह १२.७ मीटरवर म्हणजे अर्ध्या पीचच्या पुढे, दुसरा शुक्र २३.७ मीटरवर म्हणजे विकेटकीपरच्या मागे चांगली आठ पावलं, पृथ्वी येईल ३२.२ मीटरवर म्हणजे बुधापासून पुढे १ पीच अंतरावर. १२९४ मीटरवर असलेला पाऊण मिमी. व्यासाचा प्लुटो तर कदाचित दिसणारही नाही कारण त्याची जागा असेल एकापुढे एक ठेवलेल्या ६५ पिचेसच्या शेवटी.

तुमचं मॉडेल आता तयार होत आलं – म्हणजे सूर्य आणि ग्रहांचे गोल जाड कागदावर योग्य प्रमाणात काढून झाले की एकेका मित्राला एकेका ग्रहाच्या जागेवर जाऊन तो ग्रह हातात घेऊन उभे राहायला सांगा आणि मग एकेक जण आळीपाळीने संपूर्ण ग्रहमालेचा फेरफटका मारून या. आणि आता तुमचा अनुभव आणि तुम्हाला काय वाटलं ते जरूर लिहून पाठवा, आपण ते अनुभव 'संदर्भ' मध्ये अवश्य प्रसिद्ध करू.

मी स्वत: हा प्रयोग पुण्यामध्ये कर्वे रस्त्यावर केला. आपल्या पालक–नीतीच्या कचेरीच्या पुढे, संभाजी पुलापाशी कर्वे रस्त्यावर सूर्य ठेवला आणि कोथरूडच्या दिशेने चालायला लागलो. पहिली इमारत



सूर्य आणि ग्रहांचे मॉडेलमध्ये वापरायचे व्यास.

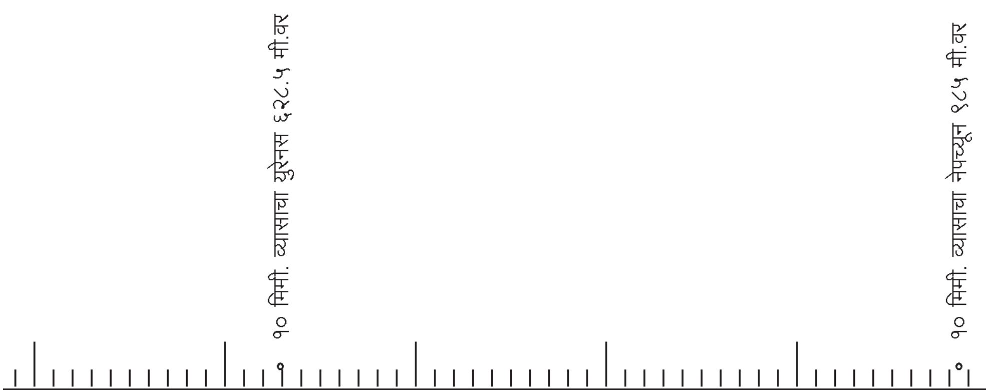
संपेपर्यंत बुध आणि शुक्राची जागा मिळाली. थोडी पुढे पृथ्वी. मग प्रभात रस्ता सुरू होतो तिथे मंगळ आणि चव्हाण पूल सुरू होतो तिथे गुरु. जनता सहकारी बँकेच्या अलीकडे शनी. अष्टेकर ज्वेलर्स समोर युरेनस, कासटच्या दुकानासमोर नेपच्यून आणि प्लुटो कर्वे रस्त्यावरच्या दूरध्वनी केंद्राजवळ.

पुन्हा एकदा सांगतो, १०-१५ मित्रांनी मिळून निदान सूर्यमालेचं मॉडेल करून पहा, आणि तुमचे अनुभव शब्दबद्ध करून पाठवा. ते 'संदर्भ' मध्ये प्रसिद्ध करायला आम्हाला खूप आनंद होईल.

आपल्या मॉडेलच्या प्रमाणात खगोलातली आणखी काही अंतरे पाहू :

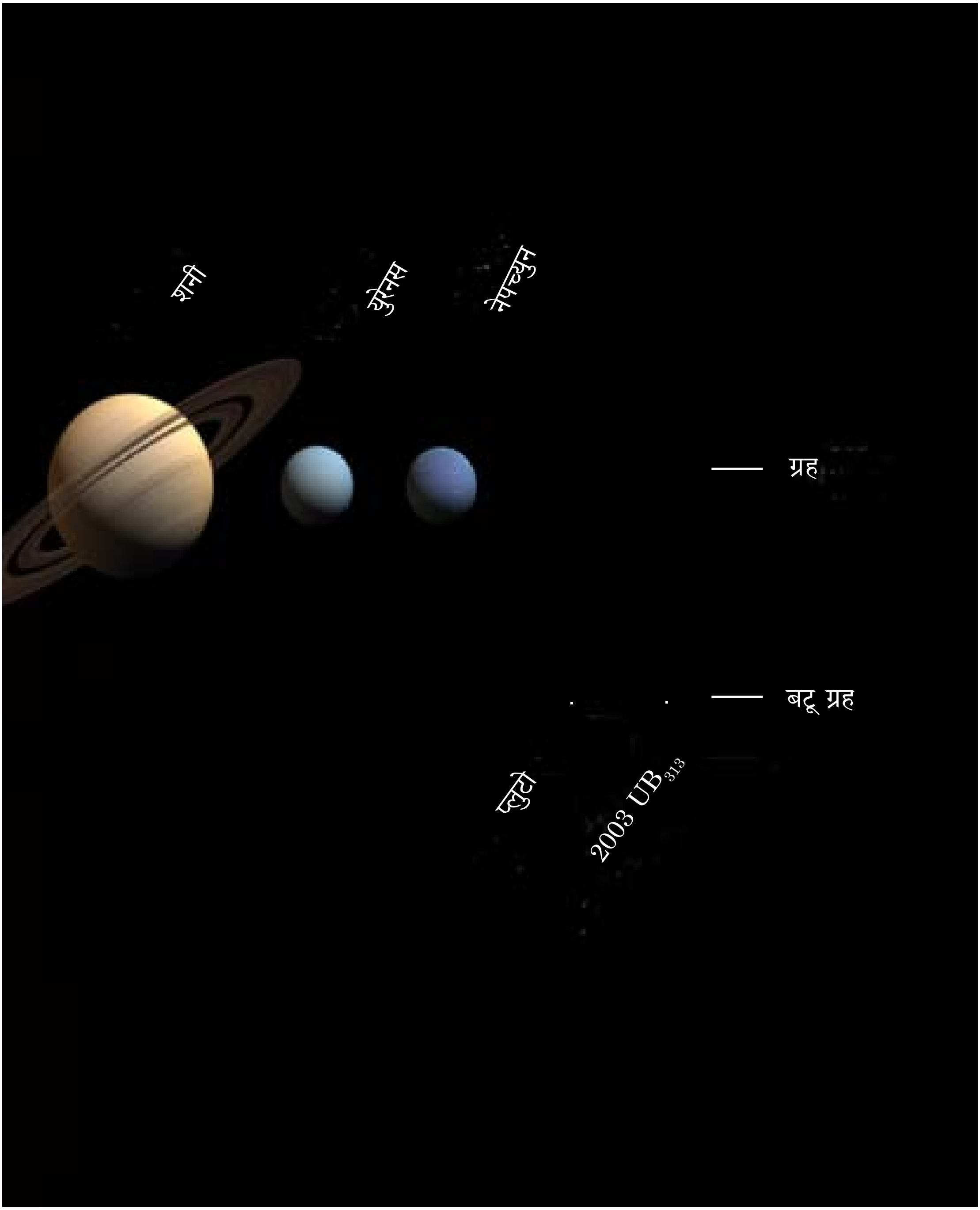
	प्रत्यक्ष अंतर	मॉडेलमधील अंतर
प्रकाशाचा वेग	३,००,००० किमी/से.	६६मिमी/से
प्रकाश वर्ष	९,४६१ अब्ज किमी	२०७२ किमी.
अल्फा सेन्टॉरी (आपला सर्वांत नजीकचा तारा)	४०,३९७ अब्ज किमी.	८,८४६ किमी.

खरं तर आपल्या मॉडेलचे प्रमाण असे असूनसुद्धा याच्या पुढची अंतरे कल्पनेच्याही पलीकडे वाढत जातात. उदा. आपल्या आकाश गंगेचे केंद्र २६२१ कोटी कोटी किमी आहे. ते आपल्या मॉडेलमध्ये दिसेल पावणेसहा कोटी किमी अंतरावर (खरा सूर्य आहे १५ कोटी किमी अंतरावर) !



अंतरे मात्र मॉडेलमधील साधारण १ मीटर = १ इंच या प्रमाणात दाखविली आहेत.

बुध
शुक्र
पृथ्वी
मंगळ
गुरु


शनी
युरेनस
नेपच्युन
ग्रह
बटू ग्रह
प्लुटो
2003 UB313

तारा/ग्रह/ उपग्रह	खरा व्यास किमी	प्रमाणानुसार व्यास मिमी	खरी त्रिज्या किमी	प्रमाणानुसार कक्षेची त्रिज्या (मिटर्स)
सूर्य	1,391,900	305		
बुध	4,866	1.066	57,950,000	12.690
शुक्र	12,106	2.651	108,110,000	23.674
पृथ्वी	12,742	2.790	149,570,000	32.753
(चंद्र)	3,476	.761	384.403	0.084
मंगल	6.760	1.480	227,840,000	49.893
फोबोस	20	.004	9,408	0.002
देईमोस	10	.002	23,457	0.005
गुरु	139,516	30,551	778,140,000	170.398
(गुरुचे चंद्र)				
Metis (XVI)	40	.009	128,000	0.028
Adrastea (XIV)	40	.009	129,000	0.028
Amalthea (V)	260	.057	181,400	0.040
Thebe (XV)	80	.018	222,000	0.049
Io (I)	3,640	.797	421,900	0.092
Europa (II)	3,000	.657	671,200	0.147
Ganymede (III)	5,280	1.156	1,071,000	0.235
Callisto (IV)	5,000	1.095	1,880,000	0.412
Leda (XIII)	8	.002	11,110,000	2.433
Himalia (VI)	170	.037	11,470,000	2.512
Lysithea (X)	20	.004	11,710,000	2.564
Elara (VII)	60	.013	11,740,000	2.571
Ananke (XII)	16	.004	20,700,000	4.533
Carme (XI)	24	.005	22,350,000	4.894
Pasiphae (VIII)	28	.006	23,300,000	5.102
Sinope (IX)	24	.005	23,700,000	5.190
शनी	116,438	25.498	1,427000,000	312.486
(शनीचे चंद्र)				
Pan (XVIII)	20	.004	133,583	
Atlas (XV)	40	.009	137,670	0.030
Prometheus (XVI)	91	.020	139,350	0.031
Pandora (XVII)	84	.018	141,700	0.031
Epimetheus (XI)	140	.031	151,420	0.033
Janus (X)	220	.048	151,470	0.033
Mimas (I)	390	.085	185,540	0.041
Enceladus(II)	500	.109	239,040	0.052
Tethys(III)	1,060	.232	294,670	0.065
Telesto (XIII)	34	.007	294,870	0.065
Calypso (XIV)	34	.007	294,870	0.065
Helene (XII)	36	.008	377,420	0.083
Dione (IV)	1,120	.245	377,420	0.083
Rhea (V)	1,530	.335	527,070	0.115

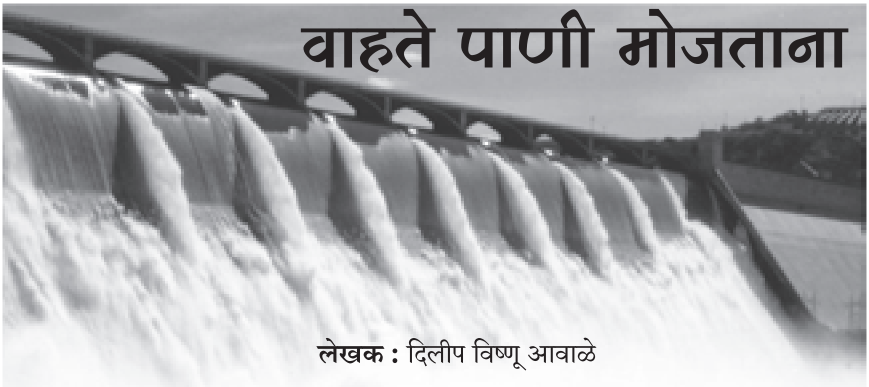
Titan (VI)	5,120	1.121	1,221,860	0.268
Hyperion (VII)	410	.090	1,481,000	0.324
Iapetus (VIII)	1,460	.320	3,560,800	0.780
Phoebe (IX)	220	.048	12,954,000	2.837
युरेनस	46,940	10.279	2,870,300,000	628.542
(युरेनसचे चंद्र)				
Cordelia (VI)	26	.006	49,752	0.011
Ophelia (VII)	32	.007	53,764	0.012
Bianca (VIII)	44	.010	59,165	0.013
Cressida (IX)	66	.014	61,767	0.014
Desdemona (X)	58	.013	62,659	0.014
Juliet (XI)	84	.018	64,358	0.014
Portia (XII)	110	.024	66,097	0.014
Rosalind (XIII)	54	.012	69,927	0.015
Belinda (XIV)	68	.015	75,255	0.016
Puck (XV)	154	.034	86,006	0.019
Miranda (V)	242	.053	129,400	0.028
Ariel (I)	622	.136	191,800	0.042
Umbriel (II)	402	.088	267,200	0.059
Titania (III)	1,000	.219	438,600	0.096
Oberon (VI)	802	.176	586,100	0.128
नेपच्यून	45,432	9.949	4,499,900,000	985.39
(नेपच्यूनचे चंद्र)				
Naiad (III)	58	.013	48,200	0.011
Thalassa (IV)	80	.018	50,000	0.011
Despina (V)	148	.032	52,600	0.012
Galatea (VI)	158	.035	62,000	0.014
Larissa (VII)	193	.042	73,600	0.016
Proteus (VIII)	418	.092	117,600	0.026
Triton (I)	4,016	.879	353,100	0.077
Nereid (II)	272	.060	5,900,000	1.292

प्रकाशाचा वेग (किमी/से)	299,792	66 mm/sec...
प्रकाश वर्ष (किमी)	9,460,513,959,392	2,072 km
आपल्या आकाशगंगेचे केंद्र (किमी)	262,150,841,814,752,000	57,406,119 km
To Andromeda Galaxy (km)	21,759,182,106,601,600,000	4,764,852,867 km
Hottest star (Type 05)	25,054,200	5 m
Coolest star (Type M5)	445,408	10 cm
Red giant (Betelgeuse)	1,043,925,000	229 m
White dwarf (Sirius B)	27,838	6 mm

टीप : वरील तक्ता आणि लेखातील चित्रे इंटरनेटवरून साभार.

लेखक : **अमलेंदु सोमण,** फोन : ९४२३००५६८१

वाहते पाणी मोजताना



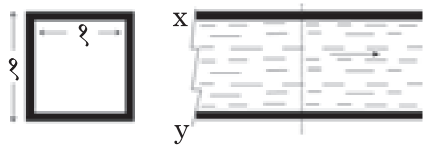
लेखक : दिलीप विष्णू आवाळे

नानाच्या हौदात ५० बादल्या पाणी, तर गंगा नदीमधे किती पाणी? अशी विनोदी गणिती कोडी आपण लहानपणी ऐकली असतील. यातील विनोदाचा भाग सोडून द्या पण एरव्हीसुद्धा नदीमधून अगर कालव्यातून वाहणारे पाणी कसे मोजतात ही शंका आपल्याला येत असेल. आपण वर्तमानपत्रात बातम्या वाचतो, 'कर्नाटक आणि तामिळनाडूमधील कावेरी नदीच्या पाणी वाटपावरून होणारे वाद, अगर मुठा उजव्या कालव्यातून पुणे शहराला किती पाणी दिले आणि पुढच्या तालुक्यांना शेतीसाठी किती दिले? धरणातून कालव्यात किती पाणी सोडले? त्यातील किती इच्छित स्थळी पोचले? उरलेले पाणी कुठे मुरले?' मग आपल्याला प्रश्न पडत असेल की हे पाणी मोजतात तरी कसे? म्हणूनच प्रवाहातील वाहणारे पाणी म्हणजेच पाण्याचा उत्सर्ग कसा मोजतात हे आपण थोडक्यात माहिती करून घेऊ.

आपणास माहितीच आहे की द्रव पदार्थ त्याच्या आकारमानात मोजतात. थोडक्यात म्हणजे त्याचे घनफळ मोजतात. उदा. १० सें.मी. × १० सें.मी. × १० सें.मी. = १००० घनसेंटीमीटर इतक्या (आतील) आकारमानाच्या भांड्यात अगर मोजपात्रात जो द्रव बसतो तो १००० घन सें.मी. किंवा १ लिटर द्रव असतो. जास्त मोठ्या आकारमानासाठी आपण 'घनमीटर' किंवा ब्रिटिश मापनपद्धतीत (जी अजूनही पाणी मोजमापासाठी वापरली जाते) 'घनफूट' ही मापे वापरतो. एखाद्या धरणामधे असलेला पाण्याचा साठा टी.एम.सी. (TMC) मधे सांगतात. (टी.एम.सी. म्हणजे थाऊजंड मिलीयन क्युबिक फीट = १००००००००० घनफूट). आता वाहणारे पाणी मोजताना आपण 'अमुक इतके घनफूट अगर घनमीटर पाणी एका सेकंदात एका विशिष्ट ठिकाणाहून पुढे वाहिले' म्हणजे घनफूट प्रति सेकंद असे परिमाण वापरतो. जसे १ फूट × १ फूट इतक्या क्षेत्रफळाच्या चौरस पाईपमधून पाणी प्रतिसेकंद एक फूट इतक्या वेगाने वाहत

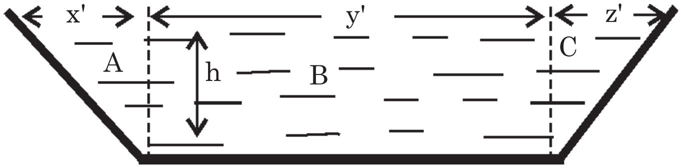
असेल तर त्या पाईपच्या कुठल्याही एका विशिष्ट ठिकाणापासून एक घनफूट प्रति सेकंद पाणी पुढे जाते. एक घनफूट प्रति सेकंद यालाच एक क्युसेक्स (Cusecs) असे म्हणतात. म्हणजे एखाद्या कालव्यातून २०००० क्युसेक्स पाणी सोडले याचा अर्थ त्या कालव्याच्या कुठल्याही एका विशिष्ठ ठिकाणापासून एका सेकंदात २०००० घनफूट पाणी पुढे गेले.

आता आपण पाहू की एखाद्या कालव्यातून अमुक इतके क्युसेक्स पाणी जाते हे कसे मोजतात. यासाठी अनेक पद्धती आहेत. परंतु सर्वसाधारणपणे वापरली जाणारी पद्धत म्हणजे क्षेत्रफळ वेग पद्धती (Area velocity method). आपण आताच पाहिले की १ फूट × १ फूट = १ चौ.फूट अंतर्गत क्षेत्रफळाच्या पाईप मधून x-y या एका छेदपातळीपासून पुढे जाणारे पाणी जर एक फूट प्रतिसेकंद या वेगाने जात असेल तर १ वर्गफूट क्षेत्रफळाइतके पाणी १ फूट प्रतिसेकंद वेग = एक घनफूट प्रतिसेकंद इतके पाणी x-y या विशिष्ट छेदपातळीपासून वाहिले. याच पद्धतीने जर एखाद्या कालव्याचे क्षेत्रफळ आणि त्यातून वाहणाऱ्या पाण्याचा वेग हे मोजले तर त्या कालव्यातून



किती घनफूट/सेकंद म्हणजेच किती क्युसेक्स पाणी सोडले हे मोजता येईल.

आपण एक कालवा पाहू. खालील चित्रात एक सर्वसाधारण कालव्याचा आकार दाखवला आहे. या कालव्यातून पाणी वाहत आहे. पाण्याच्या पृष्ठभागापासून तळापर्यंतची खोली h फूट आहे. कालव्याची तळाची रुंदी y' फूट आहे तर पाण्याच्या पृष्ठभागापाशी ही रुंदी x'+y'+z' इतकी आहे. आपण सोईसाठी या वरच्या रुंदीचे तीन भाग केले. म्हणजे या ठिकाणच्या क्रॉस सेक्शनमधे आपल्याला A व C हे दोन त्रिकोण व B हा आयत दिसतो व A + B + C यांचे मिळून क्षेत्रफळ म्हणजे कालव्याचे (किंवा कालव्यातून वाहणाऱ्या पाण्याचे) या ठिकाणचे क्षेत्रफळ = $\left(\frac{x' \times h}{2} + y' \times h + \frac{z' \times h}{2}\right)$ हे समजा m चौरसफूट इतके आले. आणि त्या ठिकाणी मोजलेला पाण्याचा सर्वसाधारण (mean) वेग हा n फूट प्रतिसेकंद असेल



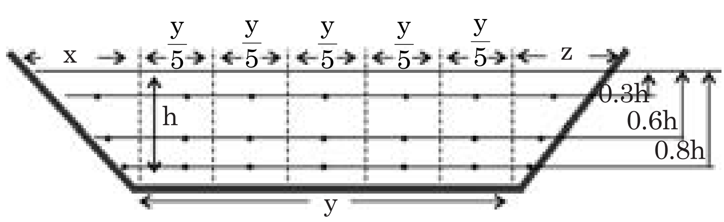
तर m.n cuses पाणी त्या कालव्यातून या ठिकाणी वाहत आहे हे स्पष्ट होईल.

पाण्याची खोली h मोजण्यासाठी Echosounder किंवा तत्सम यंत्रांचा वापर करता येतो. यात पाण्याच्या पृष्ठभागापासून अल्ट्रासाऊंड ध्वनीच्या लहरी (आपल्याला ऐकू न येणाऱ्या), तळाकडे पाठवतात. त्या तळावरून परावर्तित होऊन पुन्हा पृष्ठभागापर्यंत येण्याचा वेळ मोजतात. यावरून पाण्याची खोली मोजण्याच्या तंत्राचा वापर इथे केलेला असतो. इतर मापे ही मोजणीच्या साधनांनी मोजता येतात. त्यामुळे या ठिकाणचे क्षेत्रफळ काढणे ही तुलनेने सोपी गोष्ट आहे परंतु पाण्याच्या प्रवाहाचा वेग कसा मोजतात? तो सर्वत्र एकसारखा असतो का? हे आता पाहू.

सर्वसाधारणपणे अशा प्रकारच्या उघड्या चॅनेलच्या प्रवाहात प्रवाहाचा वेग एका छेदात सर्व पातळ्यांवर सारखा नसतो. तो पृष्ठभागापाशी जास्त व तळाकडे कमी होत जातो. म्हणून आपल्या गणनेसाठी सरासरी किंवा सर्वसाधारण वेग (mean velocity) घ्यावा लागतो. हा सर्वसाधारण वेग पृष्ठभागाजवळील वेगाच्या सुमारे ०.८ इतका असतो. म्हणजे आपण पाण्याच्या पृष्ठभागावर एक तरंगता तुकडा टाकला व तो एका सेकंदात पाण्याबरोबर १० फूट इतका पुढे वाहत गेला तर त्या एकूण प्रवाहाचा सर्वसाधारण वेग ८ फूट प्रति सेकंद समजता येईल. पाण्याच्या पृष्ठभागापासून ०.६h इतक्या खोलीवर जर आपण हा वेग मोजला तर तेथे हा सर्वसाधारण वेग असतो. म्हणून वेगाचे ढोबळमानाने मोजमाप घेताना पाण्याच्या पृष्ठभागापासून ०.६h इतक्या खोलीवर हा वेग मोजतात व त्याला क्षेत्रफळाने गुणल्यावर किती पाणी वाहिले ते सांगता येते. याहून थोडी अधिक अचूकता हवी असेल, तर पृष्ठभागापासून ०.३, ०.६ व ०.८ इतक्या खोलीवर म्हणजे तीन ठिकाणी वेग मोजून सर्वसाधारण वेग काढला जातो.

$$\text{सर्वसाधारण वेग} = \frac{\frac{0.3v_1 + 0.8v_2}{2} + 0.6\, v_3}{2}$$

याहून जास्तीत जास्त अचूकता आणण्यासाठी, ही क्षेत्रफळाची व वेगाची मोजमापे घेताना कालव्याच्या रुंदीनुसार त्याचे प्रभाग पाडले जातात व प्रत्येक प्रभागात वर सांगितल्याप्रमाणे ३ ठिकाणच्या खोलीवर वेगमापन करून त्या प्रत्येक प्रभागातील



प्रवाहाचा सर्वसाधारण वेग काढला जातो व त्या प्रभागाचे क्षेत्र गुणिले त्या प्रभागातील सर्वसाधारण वेग = त्या प्रभागातील पाण्याचा उत्सर्ग. अशा रितीने सर्व प्रभागांतील मिळून एकूण कालव्यातील जलउत्सर्ग काढला जातो.

या पद्धतीने एखाद्या कालव्यातून जाणारा पाण्याचा उत्सर्ग काढताना ज्या ठिकाणी कालवा सुरू होतो, त्या जवळपास पाण्यात कुठलाही अडथळा, वळण नाही अशा जागी शक्यतो ही मोजमापे घेतली जातात व कालवा जेथे पाणी पुरवतो त्या जवळपासही अशीच मोजमापे घेतात. जर सोडलेला उत्सर्ग आणि पोचलेला उत्सर्ग यात फरक असेल तर ती कालव्यातील गळती समजून ती वाजवीपेक्षा जास्त असेल तर तिची कारणे व उपाय शोधता येतात. याच पद्धतीने कालव्यातून उपकालव्यांमधे जाणारे पाणी त्या पाण्याचे वाटप इ. गोष्टी मोजता व ठरवता येतात. नदी अगर कालव्यांसाठी सर्वसाधारणपणे ही पद्धत वापरली जाते.

आता फक्त आपण प्रवाहाचा वेग मोजण्याची यंत्रणा पाहू.

हा वेग मोजण्यासाठी प्रवाह वेग मापक यंत्रे वापरतात. यामध्ये वेगवेगळ्या शास्त्रीय तत्त्वांचा वापर करून बनवलेली विविध प्रकारची वेगमापक यंत्रे असतात. यातील एक सोपे यंत्र आपण पाहू. यात प्रवाहाबरोबर प्रवाहाच्या जोरामुळे फिरणारा इंपेलर, साध्या शब्दात म्हणजे एक भिरभिरे बसवलेले असते. जितका प्रवाहाचा वेग जास्त तितके हे भिरभिरे जास्त वेगाने आपल्या आसाभोवती फिरते. याच्या या गिरक्या किती होतात हे मोजणारा एक संवेदक बसवलेला असतो. ठरावीक वेळात किती गिरक्या या भिरभिऱ्याने मारल्या हे यांत्रिक अगर इलेक्ट्रॉनिक काऊंटरवर मोजले जाते. प्रति सेकंदात अमुक गिरक्या असतील तर पाण्याचा वेग किती असेल याचे प्रमाणीकरण केलेले असते. त्यानुसार हे यंत्र जिथे पाण्यात सोडले असेल त्या ठिकाणच्या पाण्याचा वेग दाखवते. पातळ दोरीच्या साह्याने हे प्रवाहमापक आवश्यक त्या ठरावीक खोलीपर्यंत सोडून त्या खोलीवरचा पाण्याचा वेग मोजता येतो. या वेगावरून पाण्याचा उत्सर्ग काढता येतो.

आता जेव्हा आपण वर्तमानपत्रात उत्सर्गाबद्दलच्या बातम्या वाचू तेव्हा आपल्याला त्याचा थोडासा अंदाज येईल.

लेखक : **दिलीप विष्णू आवाळे,**
CWPRS येथे कार्यरत. कामगार संघटनेचे कार्यकर्ते. मो. ९७६६४६४७०५

उत्तुंग कर्तृत्व असलेली होमी व्यारावाला

लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर

फोटोग्राफी ही एक वैश्विक भाषा आहे. वास्तवता दाखवणारं, संदेश देणारं एक माध्यम आहे. खरं तर फोटोग्राफी ही उपकरण व तंत्राच्या पलीकडची गोष्ट आहे. फोटो-ग्राफरची जीवनाकडे पाहण्याची दृष्टी अनिवार्यपणे फोटोंमध्ये प्रतिबिंबित होत असते.

भारतात फोटोग्राफी आली ती १८४०च्या सुमारास. ईस्ट इंडिया कंपनीने सर्व्हे करण्यास काही फोटोग्राफर्स आपल्या पदरी बाळगले होते. भारतीय स्त्रियांना या क्षेत्रात पदार्पण करण्यास १९१० साल उजाडलं. फोटोग्राफी हा व्यवसाय म्हणून जोपासणारी 'होमी व्यारावाला' ही पहिली भारतीय स्त्री. छायाचित्रपत्रकार (फोटो जर्नालिस्ट) म्हणून तिनं १९३८ पासून ३५ वर्षं असंख्य फोटो काढले.

लहानपण व शिक्षण

होमीचा जन्म ९ डिसेंबर १९१३ ला गुजराथमध्ये नवसारीला झाला. तिचे वडील उर्दू पारशी रंगमंचावरील नट होते. तिच्या आईने, सुनामाईने, गांधीजींच्या आचार विचारांचा वारसा होमीमध्ये संक्रमित केला. त्या मध्यमवर्गीय आईवडिलांनी होमीच्या शिक्षणाकडे विशेष लक्ष दिलं. शिक्षणासाठी होमी मुंबईला आली. तिने मुंबई विद्यापीठाची 'ऑनर्स' मध्ये पदवी घेतली आणि जे.जे. स्कूल ऑफ आर्टस्‌ची पदविकाही घेतली. त्या काळी फारशा मुली शिकत नसत. मॅट्रिकच्या वर्गातली होमी एकमेव मुलगी होती. बाहेरगावी तरुण मुलीला एकटं शिकायला ठेवणारे होमीचे आईवडील धाडशीच म्हणायला हवेत.

प्रेम व लग्न

किशोरवयीन होमी मुंबईत तेराव्या वर्षी माणेकशा नावाच्या तरुणाच्या प्रेमात पडली. माणेकशा व्यवसायाने अकाऊंटंट होता. फोटोग्राफी हा त्याचा छंद होता. होमीला फोटोग्राफीतील प्राथमिक धडे माणेकशाने दिले. होमीने १९३०च्या सुमारास फोटो काढायला सुरुवात केली. पण तिने काढलेल्या सुरुवातीच्या फोटोंवर माणेकशाचं नाव असे. कारण निगेटिव्हज्‌वर माणेकशा प्रक्रिया करत असे. हळूहळू होमीने डेव्हलपिंग व प्रिंटिंगची कलाही आत्मसात केली.

होमी व माणेकशानं यथावकाश लग्न केलं. ते एक अपूर्व जोडपं होतं. ते परस्परपूरक तर होतेच, पण त्यांच्यातलं सहकार्य वाखाणण्यासारखं होतं. लवकरच होमीने एका गोड छोकऱ्याला जन्म दिला. फारूक त्याचं नाव. होमीला पेंटिंगची आवड होती. पण चित्रं काढून पोट भरत नाही याचीही जाण तिला होती. जागतिक मंदीच्या काळात तिनं अर्थार्जन करणं गरजेचं होतं. लहानगा फारूक व होमीची वृद्ध आई यांची जबाबदारी या दांपत्यावर होती. त्यामुळे उदरनिर्वाहासाठी होमीने कॅमेरा हाती धरला.

१९३८ मध्ये होमीने पहिला व्यावसायिक फोटो काढला. मुंबईतील उच्चभ्रू स्त्रियांचा एक गट सहलीसाठी गेला होता. त्यांचे फोटो तिने काढले. हळूहळू 'बॉम्बे क्रॉनिकल' मध्ये तिने काढलेले फोटो प्रकाशित होऊ लागले. दर फोटोमागे तिला त्या काळी एक रुपया मानधन मिळे.

पुरुषांचा प्रांत

पूर्वीचे कॅमेरे फार जड असत. निगेटिव्हज म्हणून काचेच्या जड प्लेटस्‌ त्यांच्यात असत. त्यांचे सुमारे ६ ते ८ पौंड वजन असे. पण नाजूकशी होमी लीलया कॅमरा पेलत, फोटो काढण्यासाठी धावपळ करत असे. ती सांगते, ''एक स्त्री म्हणून माझ्या कामात मी कधी सवलत घेतली नाही. महिन्यातले सारेच्या सारे दिवस, मी भरपूर काम करत असे. पुरुष फोटोग्राफर ज्या ज्या गोष्टी करत, त्या त्या साऱ्या मी करत असे. मग ते रात्री बेरात्री साईटवर जाऊन फोटो काढणं असो, उंचावर चढून फोटो घेणं असो किंवा निगेटिव्हजवर प्रक्रिया करणं असो. १९३० च्या दशकात फोटोग्राफी हा पुरुषांसाठीही अवघड व्यवसाय होता.

फोटोग्राफीचे शास्त्रशुद्ध प्रशिक्षण देण्यासाठी तज्ज्ञ उपलब्ध नव्हते. कॅमेऱ्याबरोबर जी माहितीपत्रकं येत, ती अभ्यासून मी फोटोग्राफीची काही तंत्रं आत्मसात केली. त्यांचा सराव केला. माझ्या प्रबळ इच्छाशक्तीच्या जोरावरच मी पुरुषांच्या या क्षेत्रात तग धरला.''

पुरुष फोटोग्राफर्सच्या भाऊगर्दीत साडी नेसलेली लहान चणीची होमी उठून दिसे.

कामाचे घबाड

होमीच्या कामाची धडाडी व गुणवत्ता यांच्यामुळे तिचा नावलौकिक पसरला. तिला धडाधड कामं मिळू लागली. 'बॉम्बे क्रॉनिकल' ते 'इलस्ट्रेटेड वीकली', पारशी प्रकाशन 'जान ए जमशेद' ते 'ब्रिटीश इन्फर्मेशन सर्व्हिस' हा तिचा प्रगतिपथावरचा प्रवास झपाट्याने झाला. या संपूर्ण प्रवासात तिला तिच्या कुटुंबियांनी पूर्ण सहकार्य केलं.

मुंबई

'इलस्ट्रेटेड विकली' साठी होमी पूर्ण वेळ काम करत होती. महायुद्धाच्या काळात होमीने फायर बिग्रेड, हॉस्पिटल्स, अँब्युलन्स यांचे फोटो टिपले. वर्सोवा येथे अनेक किनारे होते. तिथल्या कोळ्यांचे दैनंदिन जीवन होमीने टिपले. त्या फोटोंना आकर्षक शीर्षके दिली. कोळिणी, कापूस वेचणाऱ्या स्त्रिया यांची बोलकी प्रकाशचित्रे तिने काढली. अशा पद्धतीने फोटो काढण्याचा दृष्टिकोण त्या काळी नवा होता.

चलो दिल्ली

१९४० नंतर तिला दिल्लीला 'फार ईस्टर्न ब्यूरो ऑफ ब्रिटिश इन्फर्मेशन सर्व्हिसेस' (BIS) मध्ये नोकरी मिळाली. तिचे अनुभवविश्व विस्तारले. कारण दिल्लीच्या राजकीय विश्वात फोटोग्राफर म्हणून तिला प्रवेश मिळाला. अनेक राजकारणी, परदेशी मुत्सद्दी, धार्मिक किंवा सामाजिक क्षेत्रातील महत्त्वाच्या व्यक्तींना जवळून पाहता आले. ब्रिटिशांची वसाहत ते स्वतंत्र भारत या कालखंडातील अनेक भले बुरे क्षण तिने कॅमेऱ्यात बंदिस्त केले. या अर्थाने ती या कालखंडाचा इतिहास लिहिणारी (chronicler) ठरते.

असे क्षण टिपण्यास केवळ थोरामोठ्यांच्या संपर्कात असणं पुरेसं नसतं. लागते ती चाणाक्ष व संवेदनाक्षम नजर आणि

होमीने टिपलेला
गेट वे ऑफ इंडियाजवळील पाऊस

इंदिरा गांधी, पती फिरोज गांधींसह

नेमका क्षण टिपण्याची तत्परता. त्याचबरोबर अचूक अंदाज बांधणंही आवश्यक असतं. विनम्र होमी ही संधी मिळाल्याबद्दल देवाचेच आभार मानते, ''योग्य वेळी योग्य ठिकाणी असल्यामुळेच मला हे शक्य झालं.''

विसाव्या शतकाच्या जागतिक इतिहासाला ज्यांनी वळण दिलं अशा थोर व सुप्रसिद्ध व्यक्ती तिने कॅमेऱ्यामधे टिपल्या. त्यामध्ये गांधीजी, नेहरू, लाल बहादूर शास्त्री, राजेंद्रप्रसाद, इंदिरा गांधी इत्यादि भारतीय नेते तर होतेच. पण लॉर्ड माऊंटबॅटन, मार्शल टिटो, क्रुश्चेव्ह, कोसिजीन, आईसेनहॉव्हर, निक्सन, ॲटली, नासर, चाऊ एन लाय, आयूबखान यांसारखे विदेशी नेतेही होते.

नेहरू

राजकारण्यांच्या गर्दीत होमीचे आवडते लक्ष्य होते पंडित नेहरू. तिच्या मते ते फार फोटोजेनिक होते. फोटो काढताना ते पूर्ण सहकार्यही करत. शिवाय ते सर्वोच्च पदावर होते. शांतीदूत कबूतर दिल्लीच्या आकाशात सोडताना होमीने काढलेला नेहरूंचा फोटो तिचा सर्वात आवडता होता. आपल्या दोन गोंडस नातवंडांबरोबर असताना नेहरूंच्या चेहऱ्यावरील वात्सल्यही तिने अचूक टिपले. ती त्यांच्या बहुतांशी कार्यक्रमांना हजर असे. इतकी की पंडितजी तिला बघून म्हणत, ''अरेच्चा ! इथेपण तू आहेसच का?''

होमी सांगते, ''नेहरूंच्या शवयात्रेत मी इतरांपासून माझा चेहरा लपवून रडत होते. एखाद्या लहान मुलाचं आवडतं खेळणं गमविल्याप्रमाणे माझ्या भावना होत्या.''

गांधीजी

होमीची आई गांधीवादी होती. होमीलाही महात्मा गांधींबद्दल कमालीचा आदर होता; पण गांधीजींना फोटो काढवून घ्यायला आवडत नसे. त्यामुळे त्यांचे जास्त फोटो होमीने काढले नाहीत.

पण गांधीजींच्या शवयात्रेचे फोटो काढण्यास होमीने जीवाचा आटापिटा केला. गर्दीचा टॉप ॲंगल मिळविण्यासाठी ती ड्रेन पाईपवरही चढली.

गांधीजींची रक्षा विसर्जनासाठी रेल्वेने अलाहाबादला नेण्यात आली. गर्दीचा महापूर लोटला होता. होमीही त्या रेल्वेत होती. माणसं लगडलेल्या त्या रेल्वेचा फोटो काढण्यासाठी ती अलिगढला स्टेशनवर

उतरली. ती फोटो काढत असतानाच रेल्वे सुटली. होमी रेल्वे पकडण्यासाठी तिची साडी आणि अवजड कॅमेरा सावरत धावत निघाली. महत्प्रयासाने तिने रेल्वेचे दार पकडले. रेल्वेतील लोकांनी तिला डब्यात ओढून घेतले. त्या प्रवासातील किती तरी क्षण होमीने टिपले. पण त्रिवेणी संगमात रक्षाविसर्जनाचा शेवटचा ऐतिहासिक क्षण मात्र कोणाही फोटोग्राफरला पकडता आला नाही. कारण त्यांना घेऊन जाणारी होडी ऐनवेळी वाळूत फसली.

अजून काही अविस्मरणीय

सर्वपल्ली राधाकृष्णन् सारख्या पारंपरिक विचारांच्या विद्वानाला होमीचे विशेष कौतुक होते. ते तिला ‘रॉयल फोटोग्राफर’ म्हणत. भेटीच्या प्रत्येक प्रसंगी ते तिच्याशी एखाद दुसरं वाक्य तरी बोलल्याखेरीज राहत नसत.

चांगली फोटोग्राफर फोटोविषयाच्या प्रतिष्ठेची बूज राखते. कोणत्याही प्रकारे त्याची मानहानी होऊ नये म्हणून दक्ष असते. एखाद्या व्यक्तीचं न्यून फोटोत दिसू नये म्हणून होमी आटोकाट प्रयत्न करत असे.

नेहरू व पाकिस्तानचे राष्ट्राध्यक्ष जनरल आयूबखान यांच्या भेटीची गोष्ट. नेहरू आपले मध्यम बांध्याचे तर आयूबखान धिप्पाड व ताडमाड उंचीचे. नेहरू आयूबखान यांच्या बरोबरीने फोटोत दिसावेत अशी होमीची इच्छा होती. त्यासाठी तिने लो अँगलने फोटो घेण्याचे ठरविले. त्यासाठी तिने जमिनीवर अक्षरश: लोळण घेऊन फोटो

होमीला पोझ देणारे मिश्कील नेहरू

काढला. इतर फोटोग्राफरही तेव्हा फोटो काढण्यासाठी धडपडत होतेच. त्यांच्या पायांमधून उठण्याच्या धांदलीत तिच्या साडीच्या निऱ्या सुटल्या. प्रसंगावधान ठेवून तिने त्या तत्परतेने खोचल्या ही गोष्ट अलहिदा.

असाच एक प्रसंग तिच्यावर ओढवला होता. होमी स्वत:चे ब्लाऊज स्वत: शिवत असे. एकदा राष्ट्रपती भवनातील एका महत्त्वाच्या प्रसंगाचे होमी फोटो काढत होती. फोटो हाय अँगलने काढण्याच्या प्रयत्नात होमीने कॅमेरा उंचावला. त्यावेळी हातशिलाई घातलेल्या तिच्या ब्लाऊजची शिलाई काखेत उसवली. ते पाहून आजूबाजूच्या प्रतिष्ठितांमध्ये खसखस पिकली. होमीने शांतपणे ब्लाऊजच्या दोन्ही बाह्या उपसून काढल्या व आपल्या बॅगेत टाकल्या. अविचलपणे तिने आपलं काम पुढे चालू ठेवलं.

पुढे पुढे तिनं साडीसारखा गैरसोईचा

महात्मा गांधी व बॅ. जीना

पोषाख टाकून, सुटसुटीत सलवार-खमीज वापरायला सुरुवात केली.

त्या काळात शक्तिमान टेलिफोटो लेन्स, वाईड अँगल लेन्सेस उपलब्ध नव्हती. त्यामुळे दुरून किंवा उंचावरून फोटो घेऊन रचना/मांडणी करावी लागे. बॅ. जीनांच्या शेवटच्या वार्ताहर बैठकीला होमी हजर होती. देशाची फाळणी होण्यापूर्वीची बैठक होती ती. होमीने उंचावरून फोटो घेण्याचे ठरविले. तिला तेथे काही खोकी दिसली. ती तिने एकावर एक रचली. त्यावर ती कॅमेरा घेऊन चढली. पण खोक्यांना तिचं वजन झेपलं नाही. होमी धाडदिशी बॅ. जीनांच्या पायांपाशीच कोसळली. अनपेक्षित घडलेल्या ह्या प्रसंगामुळे बॅ. जीनाही बावचळले. ''तुम्हांला लागलं नसेल अशी आशा करतो'' इतकंच ते तिला कसंबसं म्हणू शकले.

या विविध प्रसंगांमधून परिपूर्णतेचा ध्यास घेतलेली, बिनधास्त, सृजनशील, साधी होमी आपल्या समोर साकारते. तिची कार्यनिष्ठा, प्रसंगी जोखीम घेण्याची वृत्ती आपल्याला अवाक् करते. स्त्री पुरुष भेदांपलीकडे जाऊन कामात झोकून देण्याची तिची वृत्ती आपल्याला मोहविते.

लहान मुलांचे लाडके 'चाचा नेहरू'

राजकीय नेत्यांच्या मेजवानीचा टॉप अँगल फोटो

कॅमेऱ्यात नेमका क्षण पकडण्यास दक्ष असलेली होमी

दिल्लीतील इतर फोटोग्राफी

होमी दिल्लीतील गजबजलेल्या कॅनॉट प्लेसमध्ये राहत असे. तिचा दिवस पहाटे ४.३० लाच सुरू होत असे. BIS मधील ऑफिस अवर्स खेरीज ती दिल्लीत सायकलवरून भटकत असे. या भटकंतीत तिने दिल्लीकरांचे, दिल्लीतील इमारतींचे अनेक फोटो काढले आहेत. काळाच्या उदरात गडप झालेले किती तरी क्लब्स, जिमखाने, चर्चेस होमीच्या फोटोंमध्ये आपलं अस्तित्व टिकवून आहेत. तिने काढलेले फोटो ऑनलूकर, टाईम्स, लाईफ सारख्या देशीविदेशी मासिकांमध्ये झळकले आहेत.

फोटो काढतांना ती तिनेच आखलेली आचारसंहिता कटाक्षाने पाळे. अवजड कॅमेरे, त्यांचे फ्लॅश, लेन्सेस ती लीलया पेले. लोकांच्या नजरेत न भरता काम करण्याचा तिचा प्रयत्न असे. निर्विकार चेहऱ्याने ती वावरे. एखाद्या कोपऱ्यात निमूटपणे पण दक्षपणे ती उभी असे. संधी मिळताच ती 'क्लिक्' करे. असाधारण फोटो मिळण्यासाठी तासन्तास थांबण्याची तिची तयारी असे.

होमीच्या फोटोग्राफीचे वैशिष्ट्य म्हणजे लो अँगल शॉटस्, दिवसा फ्लॅशचा वापर, बॅक लाईटचा वापर करून फोटोतील व्यक्तीला उठाव देणे. व्यक्ती तिच्या पार्श्वभूमीवर उठून दिसण्यासाठी लो अँगलचा उपयोग होई. रंगीत फोटोंऐवजी होमी कृष्ण धवल फोटो काढण्यासच प्राधान्य देई. त्या

आधुनिक कॅमेरा हाताळताना वृद्ध होमी

काळी सध्यासारखे फोटो एडिटिंग प्रोग्रॅम्स उपलब्ध नव्हते. त्यामुळे फिल्म असलेला कॅमेरा वापरणाऱ्या व्यक्तीला प्रत्येक फोटोच्या वेळी कॅमेऱ्याचं नेमकं सेटिंग करावं लागे. कारण प्रिंट केलेल्या फोटोंमध्ये फारसे फेरफार करता येत नसत. होमीने काढलेले फोटो पाहिले की तिच्या कसबाला, आत्मविश्वासाला आपण दाद देतो.

निवृत्ती

इंदिरा गांधी पंतप्रधान झाल्यानंतर कडक सुरक्षा व्यवस्था फोटोग्राफरांसाठी जाचक ठरू लागली. ज्या होमीने थोर व्यक्तींचे फोटो अक्षरश: ५ फुटांवरून काढले होते तिला आता त्यांच्यापासून १५-२० फुटांवर उभे रहावे लागे.

फोटोग्राफरांमध्येही वाईट प्रवृत्ती शिरल्या. फोटोग्राफर झटपट पैसे कमावण्याच्या मागे लागले. आपापसांतील ईर्षा, स्पर्धा विकोपाला गेली. होमी सांगते, ''फोटोग्राफीतील मजाच निघून गेली. आमच्या काळात आम्ही फोटोग्राफर काही अलिखित संकेत पाळत होतो. एकमेकांना आदराने वागवत होतो. (होमीला तिच्यापेक्षा तरुण फोटोग्राफर्स 'मम्मी' म्हणून हाक मारत.) पण नंतर फोटोग्राफर एकमेकांचे पाय खेचू लागले, भ्रष्टाचार करू लागले. मला त्या झुंडीत सामील होण्यात मुळीच स्वारस्य नव्हते.'' ती पुढे कडवटपणे म्हणते, ''हल्लीच्या राजकारण्यांमध्ये फोटो काढण्यासारखं राहिलंच काय आहे? त्यांच्यात डिग्नीटी व शिस्त हे सद्गुण समजले जात नाहीत.''

दरम्यान माणेकशा होमीला पृथ्वीवरच ठेवून स्वत: अनंताचे फोटो काढायला निघून गेला. मग होमीनेही तिच्या कॅमेऱ्याचा डोळा कायमसाठी बंद केला. आपला कॅमेरा बासनात गुंडाळला. राजकारणी व फोटोग्राफी यांना कायमचा रामराम केला. तिनं दिल्ली सोडली. तिच्या लेकाबरोबर ती पिलानीला, राजस्थानात निघून गेली.

पुढे काही वर्षांनी तिचा एकुलता एक लेक फारूक, कॅन्सरने अकाली मृत्यू पावला. तिला हा अनपेक्षित व जबरदस्त मानसिक धक्का होता. पण तिनं कोलमडून जायचं नाकारलं. वडोदरा येथे ती एकटीच राहू

लागली. पुत्रवियोगाचं दु:ख ती बागकामात जिरवू लागली.

पुढची जवळजवळ ३५-४० वर्षे ती जणू अज्ञातवासातच राहिली. ती फोटोग्राफी विसरली व लोकही तिला विसरले.

अज्ञातवासातून बाहेर

PARZOR फाऊंडेशन हे पारशी झोरॅष्ट्रियन समाजातील कर्तबगार व्यक्तींची दखल घेते. फाऊंडेशनने सबिना गादीहोकला होमीची माहिती घेण्यासाठी नेमलं. सबिनाने होमीला हुडकलं. तिच्या मुलाखती घेतल्या. होमीच्या कर्तबगारीने सबिना प्रभावित झाली. तिनं होमीचं 'Camera chronicles of Homai Vyarawalla' हे चरित्र लिहिलं. होमीवर तिने २ डॉक्युमेंटरी फिल्म्सही काढल्या. त्यांमध्ये होमीने अनेक आठवणींना उजाळा दिला आहे. होमीने काढलेले उत्तमोत्तम फोटो National Gallary of Modern Arts (NGMA) व अल्काझी फाऊंडेशनने जतन केले, प्रदर्शित केले. हे फोटो म्हणजे सामाजिक, सांस्कृतिक व राजकीय इतिहासाचे दस्तऐवज आहेत याची जाणीव लोकांना झाली.

मान सन्मान

तिचं अफाट काम पाहून मग भारत सरकारला जाग आली. माहिती व दूरसंचार खात्याकडून तिला National Award for Life time achievement मिळालं. तिच्या फोटोग्राफीतील निवृत्तीनंतर ४० वर्षांनंतर, २५.१.११ रोजी, तिच्या वयाच्या ९७ व्या वर्षी, तिला 'पद्मविभूषण' पुरस्कार मिळाला. ती दीर्घायुषी होती हे आपलं नशीब म्हणायचं.

होमीला जेव्हा सांगितलं गेलं की तिच्या फोटोग्राफीने राष्ट्राच्या इतिहासात अमिट ठसा उमटवलाय, तर ती मिश्कीलपणे हसली. प्रांजळपणे म्हणाली, ''मी फोटोग्राफीकडे

हिंदी संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी
रुपये १५०/- आहे.

पत्ता : एकलव्य, ई-१०, बीडीए कॉलनी,
शंकर नगर, शिवाजी नगर,
भोपाळ ४६२०१६ (म.प्र.)

उपजीविकेचा व्यवसाय म्हणून पाहिले. पुढील पिढ्यांसाठी ऐतिहासिक ठेवा जतन करण्याचा वगैरे माझा उदात्त हेतू अजिबातच नव्हता.'' त्याच वेळी ती फोटो वार्ताहरांना संदेश देते. ''आपलं काम आपण प्रामाणिकपणे करावं. जीवनातील असलियत वस्तुनिष्ठरित्या टिपावी. मग लोकांना ते फोटो पाहून त्यांच्या निर्णयाप्रत येऊ द्यावं.''

दैवी देणगी

मानव भले होमीला काहीही बक्षीसं देवो, पण देवानेच जणू होमीला अतिरिक्त ऊर्जा बहाल केली होती. त्या ऊर्जेमुळे ती फोटोग्राफीत इतकं उत्तुंग काम करू शकली.

गांधीवादी विचारांचं बाळकडू तिला आईकडून मिळाले होते. होमीची राहणी साधी, शिस्तबद्ध व कमीत कमी गरजा असलेली होती. होमीकडे सुरुवातीला फक्त ६ साड्या होत्या. ती व तिची आई दोघी मिळून त्या वापरत. होमी आपले कपडे हातशिलाईने स्वत: शिवत असे. तिच्या घरी ना भपकेबाज फर्निचर होतं ना फोन. स्वत:चे फर्निचर स्वत: बनविण्याची हुन्नरही तिच्यात होती. तिच्या चपला तीच घडवित असे.

वयाच्या नव्वदीनंतरही तिचं सारं घरकाम तीच करत असे. स्वयंपाक, घराची साफसफाई तर ती करत असेच. पण गरज पडली तर नळजोडणी, वीजजोडणीचं कामही ती करीत असे. घराच्या गच्चीवर तिने सुंदर बाग फुलविली होती. बागकामाची हत्यारे घेऊन ती तासन्तास बागकामात रमत असे. वृद्धापकाळीही तिची कार ती चालवत असे.

ती प्रसिद्धी पराङ्मुख होती. फोटोजर्नलिझमचे जुने दफ्तर धुंडाळले तर 'होमी व्यारावाला' या नावाची कुठेही नोंद आढळणार नाही. कारण तिनं व्यावसायिक टोपणनाव घेतलं होतं, 'डालडा १३'. त्याच्या मागचं कारण गंमतशीर आहे. तिचा जन्म १९१३ सालचा. तिचं व माणेकशाचं प्रेम जमलं ते ती १३ वर्षांची असताना आणि तिच्या फियाटचा नंबर होता 'DLD 13'

अशी ही होमी. तिच्या घरी जाणाऱ्यांचं आदरातिथ्य मात्र ती उत्तम करे. तिची श्रवणशक्ती वयोमानानुसार मंदावली होती. पण स्मृती मात्र तल्लख होती. तिचं बोलणं मिश्कील पण रोखठोक असे. आत्मसन्मानाच्या बाबतीत तिने कधी तडजोड केली नाही. ती कोणाच्या आश्रयाला गेली नाही. शेवटपर्यंत एकटी व स्वतंत्र राहिली.

१५ जानेवारी २०१२ ला होमी वयाच्या ९८व्या वर्षी जीवनाच्या फोटोतून दिसेनाशी झाली. तिने काढलेले फोटो तिची कर्तबगारी पुढील पिढ्यांना सांगत राहतील.

लेखक : **प्रज्ञा पिसोळकर,** एम.एस्सी. फिटनेस एक्सपर्ट. चिंचवड व निगडी येथे फिटनेस सेंटर चालवतात. ट्रेकिंग, वाचन लेखनाची आवड. E-mail : pradnya17@gmail.com

शुक्राचे अधिक्रमण आणि विज्ञान शिक्षण

भाग - २

लेखक : विवेक माँटेरो

सूरज जमीन पर

मागच्या अंकात मी तुम्हाला एक प्रयोग करायला सांगितला होता. आठवतं? जादूई आरशाचा प्रयोग. तुम्ही तो करून पाहिला का? तुम्हाला एक कोड्यात टाकणारी गोष्ट दिसली असेल आणि बहुधा आत्तापर्यंत 'असं का' ते शोधण्याच्या मागावरही तुम्ही असाल!

१. परावर्तित प्रतिमा जवळ उभ्या असलेल्या मित्राच्या शर्टावर घेतली, तेव्हा आरशाच्याच आकाराची प्रतिमा मिळाली. त्रिकोणी आरशाने त्रिकोणी प्रतिमा दिली.

२. जरा दूरच्या भिंतीवर घेतलेली प्रतिमा मात्र गोलाकारच होती. आरसा कोणत्याही आकाराचा असला तरी प्रतिमा गोलच!

असं का झालं? ते शोधायला आपण आणखी एक प्रयोग करू. तुमच्या जवळ उभ्या असलेल्या मित्राच्या शर्टावर त्रिकोणी किंवा चौकोनी आरशाने कवडसा पाडा. आता मित्राला हळूहळू लांब जायला सांगा. शर्टावरचा कवडसा पहात रहा. त्रिकोणी किंवा चौकोनी कवडशांचा हळूहळू गोल होत जातो.

ही गोल तबकडी कशाची आहे?

आपण जर खूप छोटा आरसा वापरला तर काय होईल? आरशावर एक लहानसर भोक असलेला कागद लावून करून पहा. तुम्ही जर आधीच्याच जागेवर आरसा धरून आधी ज्यावर कवडसा पाडला होता त्याच भिंतीवर कवडसा पाडलात तर प्रतिमा त्याच मापाची मिळेल. म्हणजे आरसा लहान झाला म्हणून प्रतिमा लहान झाली नाही. ती फक्त थोडीशी अंधुक झाली. तसेच, मोठा आरसा वापरून त्याच अंतरावर प्रतिमा घेतली तर ती मोठी होत नाही, फक्त थोडीशी प्रखर होते, असे तुमच्या लक्षात येईल.

आरशाच्या आकारानुसार प्रतिमेचा आकार बदलत का नाही?

आपण आणखी एक प्रयोग करू. एका पोस्टकार्डाच्या मध्यावर एक छोटे त्रिकोणी भोक पाडा. उन्हात जाऊन ते कार्ड

जमिनीच्या जवळ धरा. जमिनीवर प्रकाशाचा छोटा त्रिकोण दिसेल. आता ते कार्ड सूर्याच्या दिशेने हळूहळू वर न्या. प्रतिमा गोल होते!

आता आपल्याला समजतंय नेमकं काय घडतंय ते. भोक पाडलेलं पोस्टकार्ड म्हणजे 'पिनहोल प्रोजेक्टर' आहे. भोक जेव्हा लहान असतं तेव्हा आपण त्याला 'पिनहोल' किंवा 'सूचीछिद्र' म्हणतो. छिद्र आणि पडदा (जमीन) यांच्यातलं अंतर वाढवलं की प्रतिमा गोलाकार होते. कारण जास्त अंतरावरची प्रतिमा ही स्रोताच्या आकाराची असते. प्रकाशाचा स्रोत (सूर्य) गोल आहे म्हणून प्रतिमा गोल होते.

एक मोठं खोकं घ्या. त्याच्या आतून एका भिंतीला पांढरा कागद लावा. आणि बाकी सगळ्या बाजूंना आतून काळा कागद लावा. सर्व बाजूंनी खोकं सीलबंद करा. पांढरा कागद लावलेल्या बाजूच्या समोरच्या बाजूला एक पिनहोल पाडा. आणि बाजूच्या भिंतीला प्रतिमा पाहण्यासाठी छोटीशी खिडकी. आता हे पिनहोल सूर्यासमोर धराल, तर आतल्या पडद्यावर गोलाकार प्रतिमा दिसेल. हे पिनहोल ट्यूबलाईटसमोर धरून पहा. आतल्या पडद्यावर ट्यूबलाईटची प्रतिमा पडेल. पिनहोलमुळे स्रोताची प्रतिमा मिळते हे आता पटलं का?

आता आपल्याला जादूई आरशाच्या प्रयोगाचाही अर्थ समजतो. आरसा आणि पडदा यातलं अंतर वाढलं की आरसा पिनहोल प्रोजेक्टरचं काम करतो. आपला आरसा म्हणजे सूर्याची प्रतिमा घेणारा सूर्यदर्शक आहे. सूर्य गोल आहे म्हणून त्याची प्रतिमा गोल आहे.

आरसा आणि पडदा यांतलं अंतर वाढवत गेलं तर प्रतिमेचा आकार वाढत जातो. पडद्याचं आरशापासूनचं अंतर आणि प्रतिमेचा व्यास जर आपण मोजला तर असं दिसतं की अंतराच्या साधारणपणे १०० पटीने कमी इतक्या व्यासाची प्रतिमा आपल्याला मिळते. म्हणजे आपण जर १०० मीटरवर आरसा ठेवला तर साधारणपणे १ मीटर व्यासाची प्रतिमा मिळेल. ही कल्पना वापरून

विज्ञान प्रसार, बेकन टेलिव्हिजन, भारत ज्ञान विज्ञान समिती कर्नाटक आणि नवनिर्मिती यांनी मिळून 'सूरज जमीन पर' नावाची डी.व्ही.डी. तयार केली आहे. भारतभरातील शिक्षण विद्यार्थ्यांना ती लवकरच उपलब्ध होणार आहे. दिवसाउजेडीच्या खगोलशास्त्राचे १७ प्रयोग त्यात आहेत.

आपल्याला शक्तिशाली सूर्य दूरदर्शक तयार करता येईल. सूर्याच्या पृष्ठभागावर काय घडतंय ते पाहता येईल. सूर्यडाग पाहता येतील.

सूर्यडाग पाहण्यासाठी ज्या खोलीत तुम्ही प्रतिमा घेणार आहात तेथे तुम्हाला जास्तीत जास्त अंधार करावा लागेल. तुम्हाला आरशासाठी एक स्थिर पाया – माऊंटही लागेल. आरसा कोणत्याही दिशेने, कोणत्याही कोनात, अगदी बारीकसाही फिरविता येईल असा हा माऊंट हवा. तुमचा आरसाही योग्य मापाचा आणि चांगल्या दर्जाचा हवा. चांगला आणि स्थिर माऊंट नसेल तर कोणताही दूरदर्शक निरुपयोगी असतो. अंतर जास्त असल्यामुळे आरसा किंचितसा जरी हालला तरी तुमची प्रतिमा खूपच हलेल.

थोडासा मोठा आणि कडक प्लॅस्टिकचा बॉल वाळूने भरून एक छान माऊंट तयार होतो. या जड बॉलवर तुमचा छोटा आरसा चिकटवा. एखाद्या स्थिर बुडाच्या जड वाटीवर किंवा रिंगवर हा बॉल ठेवा. आता तुमचा आरसा एकदम स्थिर होईल. लांब अंतरावरच्या पडद्यावर अगदी मधोमध प्रतिमा घेण्यासाठी तुम्हाला तो कोणत्या दिशेने, कोणत्याही कोनात फिरविता येईल. अंधारी खोली कशी करायची, बॉलवर आरसा कसा लावायचा, कोणती रिंग वापरायची, यासारख्या सर्व प्रश्नांची उत्तरं तुम्ही प्रयोग करून शोधा.

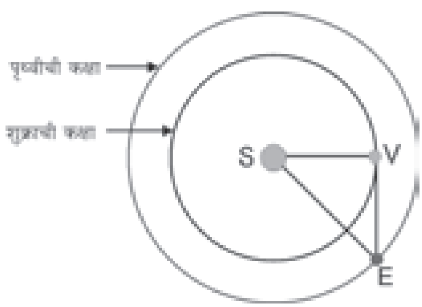
www.sunderstanding.net या किंवा www.daytimeastronomy.com या वेबसाईटवर तुम्हाला सर्व माहिती मिळेल. आता तुम्ही एक शक्तिशाली सूर्यदर्शक बनविलेला आहे. इथल्या प्रतिमेवर सूर्यडाग पाहण्यासाठी तुम्हाला जास्तीत जास्त रेखीव प्रतिमा मिळवावी लागेल. आरसा लहान घेतला, तर प्रतिमा रेखीव होते. पण किती लहान आरसा घ्यायचा? हे प्रयोग करत शोधा. २ सेमी व्यासाच्या आरशाने साधारणपणे ३० मीटर अंतरावरच्या खूप अंधाऱ्या खोलीत अत्यंत रेखीव आणि सुस्पष्ट प्रतिमा मिळाली होती.

जानेवारीच्या शेवटच्या आठवड्यात खूप मोठे सूर्यडाग दिसले होते. फारसा अंधार नसलेल्या खोलीतही मुलांनी अशाच सूर्यदर्शकाच्या सहाय्याने प्रतिमा घेऊन सुस्पष्ट सूर्यडाग पाहिले. काही महिन्यांमध्ये मात्र अजिबातच सूर्यडाग नसतात. सध्याचा काळ त्यासाठी चांगला आहे. चांगल्या प्रतीचा आणि अगदी सपाट आरसा चांगल्या प्रतिमा देतो. तुमच्या जवळच्या आरसेवाल्यांकडे असा आरसा नक्की मिळेल.

तुमची निरीक्षणे आम्हाला जरूर कळवा.

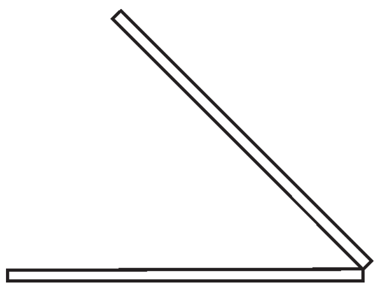
शुक्र अधिक्रमण

मार्च २०१२ मध्ये रोज बरोबर सूर्यास्ताच्या वेळी तुम्ही शुक्र पाहिला असेल. मार्चमध्ये दिवसागणिक शुक्र आकाशात आणखी उंचावर दिसत होता. २७ मार्च २०१२ रोजी सूर्यास्ताच्या वेळी शुक्र आकाशात त्याच्या स्वतःच्या सर्वोच्च स्थानी पोचला होता. त्यावेळी त्याने जमिनीच्या प्रतलाशी ४६ अंशाचा कोन केला होता. हा कोन सुमारे ४५ अंशाचा आहे असे आपण मानून चालू म्हणजे आपली गणितं सोपी होतील.



वरील आकृती पहा. सूर्य केंद्रस्थानी स्थिर आहे. त्याच्याभोवतीच्या कक्षेत शुक्र फिरत आहे. त्याच्याही बाहेरील कक्षेत पृथ्वी फिरत आहे. पृथ्वी आणि शुक्र त्यांच्या कक्षांवर निरनिराळ्या जागी काढून कोन EVS चे माप काय येते ते पहा. तुम्हाला लक्षात येईल की आकृतीत दाखवलेल्या स्थितीतच शुक्र-पृथ्वी-सूर्य हा कोन सर्वाधिक असतो. कल्पना करा, की या आकृतीतल्या पृथ्वीच्या जागी तुम्ही आहात. तुमच्याकडे सूर्यास्त होत आहे. तुमचा डावा हात ताठ करून जर तुम्ही सूर्याकडे दाखविलात तर तो पश्चिमेकडे आणि क्षितीजाला समांतर राहील. कारण सूर्य मावळत आहे. तुमचा डावा हात आकृतीतली ES ही रेष दाखवीत आहे. त्यावेळी तुमचा उजवा हात आकाशात शुक्राकडे दाखवा. उजवा हात आकृतीतली ही EV ही रेष दाखवीत आहे. तुमच्या दोन हातांमधला कोन म्हणजे आकृतीतला SEV हा कोन आहे. २७ मार्च रोजी हा कोन ४५ अंश इतका होता. या स्थितीत पृथ्वी-शुक्र-सूर्य हे काटकोन त्रिकोण तयार करतात. त्या त्रिकोणाचा काटकोन हा शुक्रापाशी असतो. काटकोन त्रिकोणातला एक कोन ९० अंशाचा आणि दुसरा ४५ अंशाचा असला तर उरलेला कोनही ४५ अंशाचा असणार. म्हणजेच हा समद्विभुज त्रिकोण झाला. म्हणजे या दिवशी सूर्य आणि पृथ्वी दोघांपासूनही शुक्र साधारणपणे सारख्या अंतरावर होता. पण हा कोन मोजायचा कसा? एक तर दोन स्ट्रॉ अशा रीतीने जोडा की तुम्हाला त्यातला कोन बदलता येईल आणि एकाचवेळी टोकाशी डोळा लावून दोन्हीमधून पाहता येईल. आडव्या स्ट्रॉमधून सूर्य पहायचा, आणि तिरक्या स्ट्रॉचा असा कोन करायचा की त्यातून शुक्र दिसेल. मग हा कोन मोजायचा.

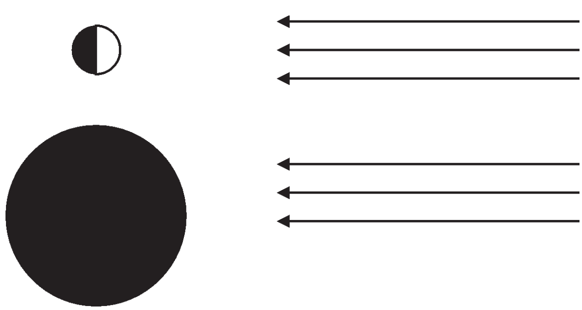
असे आकाशातले किंवा इमारतींचे उभे कोन मोजण्यासाठी तुम्हाला तुमचा स्वतःचा दगड दोरीचा कोनमापकही बनवता येईल. हा कसा बनवायचा आणि कसा वापरायचा ते www.sunderstanding.net व www.daytimeastronomy.com . या वेबसाईटस्‌वर मिळेल. विज्ञान प्रसार, कर्नाटक भारत ज्ञान विज्ञान समिती आणि नवनिर्मिती यांनी 'सूरज जमीन पर' नावाची



एक डी. व्ही. डी. तयार केली आहे. त्यात सर्व प्रयोग पहायला मिळतील. ही डी.व्ही.डी. डाऊनलोडही करता येणार आहे.

संपूर्ण मार्च महिनाभर शुक्र अर्धचंद्रासारख्या कलेमध्ये दिसत होता. ३० मार्चला चंद्र आणि शुक्र दोघंही अर्धे दिसत होते. सूर्यास्ताच्या वेळी शुक्र ४५ अंशावर आणि चंद्र डोक्यावर म्हणजे ९० अंशावर दिसणार आहे. ही फार गमतीशीर स्थिती आहे. अष्टमीला चंद्र अर्धा दिसतो आणि त्या दिवशी सूर्यास्ताच्या वेळी तो बरोबर डोक्यावर असतो हे तुम्हाला माहीत आहे. चंद्र अर्धा केव्हा दिसतो? जेव्हा पृथ्वीशी आणि सूर्याशी तो काटकोन करतो तेव्हाच. चंद्र डोक्यावर केव्हा दिसतो? जेव्हा चंद्राशी आणि सूर्याशी पृथ्वी काटकोन करते तेव्हा.

याचा अर्थ असा की सूर्य आपल्यापासून फार फार दूर आहे. सूर्य-पृथ्वी अंतर आणि सूर्य-चंद्र अंतर ही दोन्हीही अंतरे पृथ्वी-चंद्र अंतराच्या मानाने खूपच जास्त आहेत. चंद्र अर्धा दिसतो याचा अर्थ पृथ्वी-चंद्र-सूर्य हा कोन काटकोन असला पाहिजे. सूर्यास्ताच्या वेळी चंद्र डोक्यावर दिसतो म्हणजे चंद्र-पृथ्वी-सूर्य हा कोनही काटकोन असला पाहिजे. चंद्र आणि पृथ्वी दोघांवरही



या आकृतीत पाहणारा कोठे आहे? तर आकृतीत दाखविलेल्या पृथ्वीच्या मागील बाजूला. त्याचे डोके चंद्राकडे आहे.

येणारे सूर्याचे किरण समांतर असतील (म्हणजेच पृथ्वी-सूर्य-चंद्र हा कोन जर जवळजवळ शून्य असेल) तरच हे शक्य आहे. सूर्य-पृथ्वी अंतर आणि सूर्य-चंद्र अंतर ही दोन्हीही अंतरे पृथ्वी-चंद्र अंतराच्या मानाने खूपच जास्त असतील तरच हे शक्य आहे.

सूर्य आपल्यापासून किती दूर आहे?

या प्रश्नाचं उत्तर हजारो वर्षे कोणालाच माहीत नव्हतं. मानवाच्या इतिहासात फार फार पूर्वीपासून अनेक खगोलशास्त्रज्ञांनी या प्रश्नाचं उत्तर शोधण्याचा प्रयत्न केला. थोर वैज्ञानिक गॅलिलिओ यालासुद्धा या प्रश्नाचं उत्तर माहीत नव्हतं. सर्व वैज्ञानिकांमध्ये आणि खगोलशास्त्रज्ञांमध्ये थोर म्हणून इतिहासात ज्याला वाखाणलं जातं, सूर्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहांच्या कक्षांची गणितं ज्यानं शोधली, त्या न्यूटनलादेखील सूर्य आपल्यापासून किती दूर आहे ते माहीत नव्हतं. पृथ्वीचा व्यास सर्वात पहिल्यांदा कोणी मोजला ते आपल्या सर्वांना माहीत आहे. इरॅटोस्थेनिस नावाच्या ग्रीक वैज्ञानिकाची ही ऐतिहासिक उपलब्धी होती. परंतु इरॅटोस्थेनिसच्या २०० वर्षे आधी ॲनॅक्सागोरस या ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञाने त्याचे भूमितीचे ज्ञान वापरून सूर्य-पृथ्वी अंतर मोजायचा प्रयत्न केला होता. सूर्य पृथ्वी अंतराला ॲस्ट्रॉनॉमिकल युनिट (AU) म्हणतात. हे अंतर किती आहे ते शोधणे हा विज्ञानाच्या इतिहासातल्या दहा सर्वात महत्त्वाच्या शोधांमधील एक शोध आहे.

विलक्षण गोष्ट अशी आहे, की तुम्ही ६ जून २०१२ साठी पूर्वतयारी केलेली असेल तर हे अंतर म्हणजे AU तुम्ही स्वतः मोजू शकाल. शुक्राचे अधिक्रमण ही अत्यंत दुर्मिळ घटना त्या दिवशी घडणार आहे. त्या दिवशी सूर्याच्या तबकडीवरून शुक्राचा काळा ठिपका सरकत जाताना दिसेल. काही प्रयोग आणि सोपी गणिते मांडून तुम्हाला सूर्य-पृथ्वी अंतर मोजता येईल. शाळेत जाणारी मुलं हे करू शकतील. 'इतकं जर हे सोपं आहे तर ते याआधी का बरं नाही केलं गेलं?' हा सर्वात कोड्यात पाडणारा प्रश्न आहे. शुक्राचं अधिक्रमण ही एक अत्यंत दुर्मिळ घटना असते हे याचं उत्तर असू शकेल. ही घटना ८ वर्षांच्या अंतरानं एकदा जोडीनं घडते; मग एका शतकाहून जास्त काळ थांबायचं, आणि त्यानंतर ८ वर्षांच्या फरकाची दुसरी जोडी, अशा चक्रात ती घडते. काय घडलं असावं इतिहासात? कोपर्निकस आणि गॅलिलिओच्या आधीच्या काळात लोकांना सूर्यकेंद्री विश्वाची कल्पना नव्हती. (केरळा स्कूल ऑफ ॲस्ट्रॉनॉमी या शोधाच्या अर्ध्या रस्त्यात येऊन ठेपले खरे, पण तेव्हा त्यांना असं वाटत होतं की इतर ग्रह सूर्याभोवती फिरतात पण सूर्य मात्र पृथ्वीभोवती फिरतो).

कोपर्निकसच्या हयातीत २३ मे १५२६ ला शुक्राचं अधिक्रमण झालं होतं. परंतु टेलिस्कोपचा शोध तोपर्यंत लागलेला

नव्हता. आणि कदाचित सूर्याच्या प्रतिमा घेण्याच्या पद्धती कोपर्निकसला माहीत नसाव्यात. त्यानं शुक्राचं अधिक्रमण पाहिल्याची कोणतीही नोंद त्याच्या लिखाणांमध्ये सापडत नाही.

१६३१ आणि १६३९ मध्ये शुक्राच्या अधिक्रमणांची नंतरची जोडी आली. गॅलिलिओला कदाचित अधिक्रमणांबद्दल माहीत असावं परंतु तोपर्यंत त्याची दृष्टी गेलेली होती. केप्लरने १६३१ च्या अधिक्रमणाचा अंदाज बांधला होता परंतु त्याच्या मोजमापांच्या पद्धती व गणिते बिनचूक नव्हती. १६३१ चं अधिक्रमण युरोपातून दिसणार नाही याचा अंदाज त्याला आला नाही. या साऱ्यामुळे जेरेमाय हॉरॉक्सचं नाव शुक्राचं अधिक्रमण पाहणारा पहिला वैज्ञानिक म्हणून इतिहासात नोंदलं गेलं.

४ डिसेंबर १६३९ चं शुक्राचं अधिक्रमण त्यानं आणि त्याचा मित्र क्रॅबट्री यानं सूर्याची प्रतिमा घेऊन पाहिलं. हॉरॉक्सनं AU मोजण्याचाही प्रयत्न केला. इरॅटोस्थेनिसनंतर त्याचं नाव इतिहासात नोंदलं गेलं असतं पण ते थोडक्यात चुकलं. त्यानं जे गृहीतक मानलं ते चुकीचं होतं. हे समजून घेण्यासाठी आपण जरा इतिहासात डोकावून पाहू.

जरा इतिहासात...

पृथ्वीचा व्यास बिनचूक मोजणारा इरॅटोस्थेनिस हा पहिला वैज्ञानिक होता हे आपल्याला माहीत आहे. २१ जूनच्या अयनदिनी सायीन या ठिकाणी दुपारी १२ वाजता सूर्य बरोब्बर डोक्यावर होता. परंतु अलेक्झांड्रिया या गावाच्या डोक्यावर असण्याच्या वेळी मात्र त्याने त्याच्या सर्वोच्च स्थानाला जमिनीपासून जोडणाऱ्या रेषेशी ७ अंशाचा कोन केला होता. ही माहिती

◀ २००४ च्या शुक्राच्या अधिक्रमणाच्या वेळी केदार भट्ट यांनी काढलेला फोटो

वापरून इरॅटोस्थेनिसने पृथ्वीची त्रिज्या मोजली.

सायीन आणि अलेक्झांड्रिया या गावांवरील २१ जूनच्या सूर्याच्या स्थितीची ही माहिती इरॅटोस्थेनिसच्या २०० वर्षे आधी ॲनॅक्सागोरस या ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञालाही होती, हे मात्र फारसे ज्ञात नाही. ही माहिती वापरून त्याने सूर्य-पृथ्वी अंतर काढण्याचा प्रयत्नही केला होता. त्याचं उत्तर आलं होतं ६४०० किलोमीटर.

ॲनॅक्सागोरसची गणितं बिनचूक होती, पण उत्तर मात्र चुकीचं होतं. असं का? तर, त्याचं गृहीतक चुकीचं होतं. पृथ्वी गोल आहे हे त्याला माहीत नव्हतं. पृथ्वी सपाट आहे असं मानून त्याने भूमिती वापरली आणि बिनचूक उत्तर काढलं ६४०० किमी. सूर्य किती दूर आहे या प्रश्नासाठी हे उत्तर चुकीचं आहे परंतु पृथ्वीची त्रिज्या किती आहे या प्रश्नाचं ते अचूक उत्तर आहे. पृथ्वी गोल आहे हे जर ॲनाक्सागोरसला माहीत असतं तर पृथ्वीचा व्यास मोजण्याचं श्रेय इरॅटोस्थेनिसच्या २०० वर्षं आधी ॲनाक्सागोरसला मिळालं असतं. 'सूर्य हा देव नाही आणि चंद्राचा प्रकाश हा त्याचा स्वतःचा नसून सूर्याकडून येणारा परावर्तित प्रकाश आहे' असे ठामपणे मांडल्याबद्दल ॲनॅक्सागोरसला तुरूंगवास भोगावा लागला होता. प्रचलित सामाजिक अंधश्रद्धांना धक्का देणाऱ्या ठाम वैज्ञानिक भूमिका घेऊनच विज्ञानाची प्रगती झालेली आहे.

सूर्य-पृथ्वी अंतर बिनचूक मोजणारा पहिला माणूस कोण? गंमत म्हणजे या प्रश्नाला उत्तर नाही. AU च्या बिनचूक अंदाजाशी कोणतंही एक नाव जोडलेलं नाही. परंतु १६३९ मध्ये जेरेमाय हॉरॉक्स नावाच्या तरूण खगोलशास्त्रज्ञाने काही साधे पण विलक्षण प्रयोग केले होते आणि सूर्य-पृथ्वी अंतर बिनचूक मोजण्याचा सन्मान मिळविण्याच्या अगदी जवळ तो येऊन ठेपला होता.

हॉरॉक्स हा बुद्धिमान खगोलशास्त्रज्ञ होता. ४ डिसेंबर १६३९ ला शुक्राचे अधिक्रमण होणार असं भाकीत त्याने गणिताच्या आधारे केलं होतं. १६३९ पर्यंत टेलिस्कोपचा शोध लागलेला होता. सूर्याच्या प्रतिमा घेण्यासाठी टेलिस्कोप कसा वापरायचा ते गॅलिलिओने दाखविलेलं होतं. हॉरॉक्सने बिनचूक गणितं मांडून शुक्र केव्हा सूर्यासमोर येणार याचा अंदाज बांधला. सूर्यासमोरून जाणाऱ्या शुक्राची प्रतिमा पटलावर घेणारा पहिला माणूस ठरण्यासाठी आपला टेलिस्कोप योग्य पद्धतीने लावून ठेवून तो तयारीत बसला. त्यानंतर शुक्र हेच मोजमाप वापरून त्याने सूर्याचा व्यास काढला. सूर्याचे अंतर मोजणं आता फारच सोपं होतं. शुक्राचा व्यास हे सूर्याचा व्यास मोजण्याचे माप म्हणून वापरायचं तर शुक्राच्या व्यासाबद्दल काही गृहीतक धरावं लागणार होतं. हॉरॉक्सने चुकीचं गृहीतक मानलं आणि त्यामुळे ॲनॅक्सागोरसच्या

बाबतीत जे २००० वर्षांपूर्वी घडलं तसंच हॉरॉक्सच्या बाबतीत घडले. विज्ञानाच्या इतिहासातलं हॉरॉक्सचं स्थान थोडक्यात चुकलं. बुध, शुक्र आणि पृथ्वी यांचा व्यास त्यांच्या सूर्यापासूनच्या अंतरांच्या प्रमाणात आहे असं त्याने गृहीत धरले. त्यांचा सूर्यापाशीचा संमुख कोन (subtended angle) सारखाच आहे असं त्याने मानलं. हे गृहीतक चुकीचं होतं. सूर्याचं अंतर १० कोटी किलोमीटर आहे असं उत्तर त्याने काढलं. ते सुमारे एक तृतीयांशाने कमी आहे.

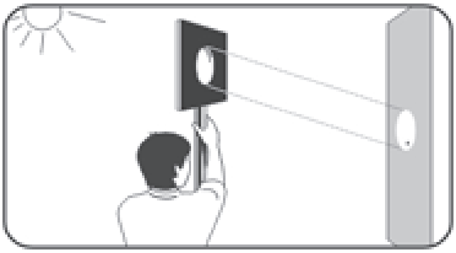
२००४ चे अधिक्रमण पुण्यात शनिवारवाड्यावर हजारो लोकांनी पाहिले.

हॉरॉक्सला एक वेगळं गृहीतक मांडता आलं असतं. शुक्र आणि पृथ्वी साधारणपणे एकाच मापाचे आहेत असं तो मानू शकला असता. (हे गृहीतक ५% च्या आत आहे.) या गृहीतकाने हॉरॉक्सचं सूर्य-पृथ्वी अंतराचं उत्तर १५ कोटी किलोमीटर इतकं आलं असतं. आणि मग इरॅटोस्थेनिसच्या बरोबरीने हॉरॉक्सचं नाव सूर्याचं अंतर मोजणारा पहिला माणूस म्हणून इतिहासात कोरलं गेलं असतं.

ॲनॅक्सागोरसप्रमाणेच त्याच्यानंतर २००० वर्षांनी एका प्रश्नाचं चुकीचं उत्तर हे दुसऱ्या प्रश्नाचं बरोबर उत्तर होतं. हॉरॉक्सचं १० कोटी किलोमीटर हे उत्तर 'सूर्य पृथ्वीपासून किती दूर आहे' या प्रश्नासाठी चुकीचं उत्तर होतं, परंतु 'सूर्य शुक्रापासून किती दूर आहे?' या प्रश्नाचं ते बरोबर उत्तर होतं. हॉरॉक्सला सूर्य-पृथ्वी अंतर शोधताना जे मिळालं ते शुक्र-सूर्य अंतर होतं.

तुमचा प्रयोग

६ जून २०१२ साठी जर तुम्ही पूर्वतयारी करून सज्ज बसलात, तर तुम्ही हॉरॉक्सचा प्रयोग करू शकाल आणि सूर्याचं अंतर (AU) स्वतः मोजू शकाल. हॉरॉक्सनंतर ४०० वर्षांनी भारतातल्या लाखो मुलांनी त्याचा प्रयोग पुन्हा केल्याची नोंदही विज्ञानाच्या इतिहासात होईल. विज्ञानाच्या इतिहासाचा तुम्हीही एक भाग व्हाल. आणि सर्वात महत्त्वाचं म्हणजे आपल्या सर्वांच्या हयातीतली ही शेवटची संधी आहे! २०१२ चं शुक्राचं अधिक्रमण पाहिलेली एकही व्यक्ती



पुढील अधिक्रमण पाहण्यासाठी जिवंत असणार नाही!

हॉरॉक्सचा प्रयोग करण्यासाठी तुम्हाला शुक्र सूर्यासमोरून जात असतानाची सूर्याची रेखीव प्रतिमा घ्यावी लागेल. सूर्याच्या प्रतिमा घेण्याच्या अनेक पद्धती आहेत. टेलिस्कोपच्या सहाय्याने पटलावर प्रतिमा घेणं, चेंडू-आरशाचा सूर्यदर्शक तयार करून त्याआधारे प्रतिमा घेणं किंवा मोठ्या नाभीय अंतराचं बहिर्वक्र भिंग वापरून त्याआधारे प्रतिमा घेणं. या सर्व पद्धतींची सविस्तर माहिती वर उल्लेख केलेल्या वेबसाइटवर आहे. त्या प्रतिमा घेतल्यानंतर करावयाची गणितंही त्यात दिलेली आहेत. ही गणितं सोपी आहेत. आठवीपर्यंतचंच गणित त्यात वापरलेलं आहे. एप्रिल आणि मे या सुट्टीच्या काळात तुम्ही करू शकाल असे अनेक रोमहर्षक प्रयोग त्यात आहेत. 'सूरज जमीन पर' या डाउनलोड करण्यासारख्या डी.व्ही.डी. मध्येही ते प्रयोग आहेत. किंवा vivekmonteiro@yahoo.com या पत्त्यावर इमेल पाठवू शकाल. हे सगळं आधी माहीत करून घेणं, सूर्याच्या प्रतिमा घेण्याचा सराव करणं, सूर्य उगवत असताना प्रतिमा कोठे घेता येतील त्याची जागा ठरविणं, अंधारी खोली तयार करणं अशी पूर्वतयारी मात्र करून ठेवा.

आपल्याला माहीत आहे की सूर्योदयाच्या वेळी काही सेकंद आपण सूर्याकडे नुसत्या डोळ्यांनी पाहू शकतो. ६ जून २०१२ रोजी पहाटे जेव्हा सूर्य उगवेल तेव्हा काही सेकंद तुम्हाला शुक्राचं अधिक्रमण नुसत्या डोळ्यांनी थेट पाहता येईल. पण फक्त काही सेकंदच. त्यानंतर मात्र सुरक्षित सूर्यचष्मे वापरा. लाल सूर्यबिंबावर काळं कुंकू लावल्यासारखा शुक्र दिसेल. हे एकमेवाद्वितीय दृश्य पाहण्याची ही शेवटची संधी सोडू नका.

सूर्य उगवल्यानंतर त्याच्या प्रतिमा घेऊन सूर्यबिंबाचा व्यास आणि शुक्राचा व्यास तुम्हाला मोजायचा आहे. त्यानंतर थोडीशी सोपी आकडेमोड आणि मग.... तुम्ही स्वतः बनवलेल्या साधनांनी, विज्ञानाच्या इतिहासातला एक महत्त्वाचा प्रयोग स्वतः केल्याच्या विलक्षण आनंदाची चव तुम्हाला चाखता येईल! तुम्ही केलेल्या प्रयोगांचे वर्णन आणि फोटो आम्हाला जरूर पाठवा.

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

अनुवाद : **गीता महाशब्दे,** नवनिर्मिती संस्थेच्या सदस्य.

वर्षाचक्र

लेखक : नीतू मालवीय ● **अनुवाद :** प्रीती केतकर

वर्गात शिक्षक शिकवत असताना मुलांना विचार करायला व त्यांच्या मनातले विचार मांडायला पुरेशी संधी मिळाली पाहिजे असं बऱ्याच शिक्षकांना वाटतं. पण ती संधी मुलांना कशा प्रकारे उपलब्ध करून देता येईल हे त्यांना सुचत नाही. होशंगाबाद जिल्ह्यातील हिरनखेडा गावातल्या शाळेतील एका शिक्षिकेने चौथीच्या मुलांना वर्षाचक्र एका वेगळ्या पद्धतीनं शिकवायचा प्रयत्न केला. त्यात त्यांना किती यश आलं ते त्यांनी या अनुभवकथनातून मांडलं आहे.

प्राथमिक शाळेतल्या मुलांना अजून अक्षर ओळखही नीट पक्की झालेली नसते. आणि त्यात भर म्हणजे पुस्तकातले सगळे धडे शिकवले पाहिजेत ही शिक्षण व्यवस्थेनं घातलेली भीती! मग मुलांना त्यात रस असो वा नसो! शिक्षक म्हणून आम्ही सगळी व्यवस्था तर बदलू शकत नाही. पण अभ्यासाचं ओझं वाटणार नाही यादृष्टीनं काहीतरी मार्ग नक्कीच काढू शकतो. म्हणजे पुस्तकातील धडे मुलांची समज वाढेल अशा मनोरंजक पद्धतीनं शिकवण्याचा प्रयत्न करणं.

एक शिक्षिका म्हणून कोणताही धडा जास्तीत जास्त मनोरंजक पद्धतीनं कसा शिकवता येईल याचाच विचार सतत माझ्या मनात घोळत असतो. तशातच एकदा मुलांना वर्षाचक्र शिकवायची संधी मिळाली. मी विचार केला की 'कसं शिकवावं बरं पहिल्यांदा पाणी, वाफ, ढग आणि मग परत पाऊस असं चक्र फळ्यावर काढावं. बाणांच्या साहाय्यानं त्याचा क्रम दाखवावा. आणि मग – 'मुलांनो... असं म्हणून सुरुवात करावी...

पण मग असं जाणवलं की या सगळ्यामधे मुलांचा सहभाग कुठे आला? तुम्ही चित्र काढलंत. मुलांनी पाहिलं. तुम्ही समजावून सांगितलंत, मुलांनी ऐकलं. भले मुलांना काहीही समजलं नसो. पण विचारलं तर ती समजलं असंच म्हणणार. बास, झाला धडा शिकवून! आता बाईंनी सांगितलंय, पुस्तकातही लिहिलंय म्हणजे ते चुकीचं तर असणार नाही ना! पण ही पद्धत कुठे तरी मुलांच्या विचारक्षमतेला पांगळं बनवते. या प्रक्रियेत मुलं प्रश्न विचारत नाहीत कारण त्यांना प्रश्न पडतच नाहीत. आणि जरी गुरुजींनी प्रश्न विचारले तरी एक दोन हुशार विद्यार्थी सोडले तर कोणीही उत्तरं देत नाही.

असो. मी वर्षाचक्र ज्या पद्धतीनं शिकवायचा प्रयत्न केला आणि मला जो

अनुभव आला त्याबद्दल मी तुम्हाला सांगते.

वर्ग सुरू होताच मी मुलांना म्हटलं, ''आधी मला कोणीतरी प्यायला पाणी आणून द्या बरं'' मुलं – ''बाई मी... बाई मी.'' मी – ''ठीक आहे, प्रीती तू आण बरं'' प्रीती पाणी आणेपर्यंत मी गप्प बसले आणि मला गप्प बसलेलं बघून मुलं आपसात गप्पा मारायला लागली.

मी – वाऽऽ, आणलंस पाणी? कुठून आणलंस?

प्रीती – बाई, नळाचं आणलं.

मी – खरं सांग बरं, कुठून आणलंस?

प्रीती – बाई खरंच सांगत्येय, नळाचंच आणलंय.

मी – परत खोटं बोललीस. खरं सांग बघू. एव्हाना सगळी मुलं माझ्याकडे बघायला लागली होती. त्यांना वाटत होतं की आज बाई पाण्याच्या का मागे लागल्या आहेत?

प्रीती – बाई, देवाशप्पथ, नळाचंच आणलंय,

मी – ठीक आहे. नळाला पाणी कुठून आलं?

तिनं उत्तर देण्यापूर्वीच सगळी मुलं ओरडू लागली – आम्ही सांगतो – आम्ही सांगतो.

मी – अरे, कोणीतरी एकानं सांगा. अमित तू सांग बरं

अमित – बाई, जमिनीतून येतं.

मी – नक्की?

सर्व मुलं – हो, जमिनीतून येतं.

मी – ठीक आहे. जमिनीतून कसं येतं?

रजत – बाई, नळ सोडला की जमिनीतून पाणी वर येतं.

संदीप – असं नाही काही. बाई मी सांगू?

मी – सांग बरं.

संदीप – बाई, एक लांब पाइप जमिनीत पुरलेला असतो. आणि त्याला वरती नळ बसवलेला असतो. वर जेव्हा आपण हँडल चालवतो तेव्हा पाइपमधून पाणी वर येतं.

मी – पाणी वर कसं येतं हे तू सांगतोयस. मी विचारलं की कुठून येतं?

सर्व मुलं – बाई, जमिनीतूनच तर येतं.

मी – पण जमिनीत कुठून येतं?

भारत – बाई, जमिनीत पाणी साठलेलं असतं.

मी – अच्छा, कसं साठतं?

उर्वशी – पाऊस पडतो तेव्हा ते सगळं पाणी जमिनीत जातं आणि साठून राहतं.

मी – अगदी बरोबर. याचा अर्थ पाणी कुठून आलं?

सर्वजण – वरून.

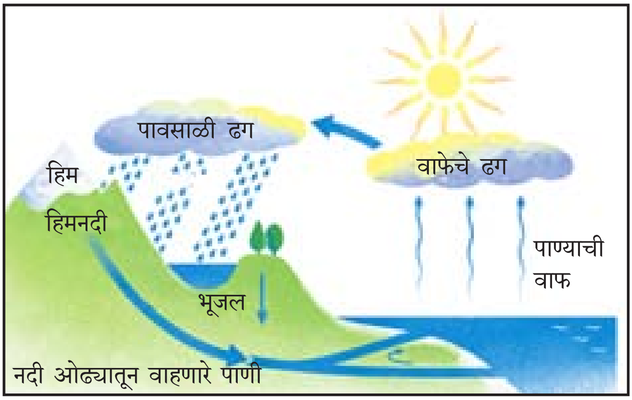
मी – वरून, म्हणजे आकाशातून?

सर्वजण – नाही. ढगातून.

मी – अरे, तुम्ही तर ढगांसारखेच गर्जायला लागतात. आता बरसू नका म्हणजे झालं. सगळे हसायला लागले.

चला, हे नक्की ना की पाणी ढगांमधून येतं?''

मोहिनी – हो बाई, पावसाळ्यात ढग



येतात आणि पाऊस पाडून जातात.

मी – ठीक आहे. पण जरा विचार करा बरं. की ढग तरी पाणी कुठून आणतात? सगळे गप्प झाले.

मी – ढगसुद्धा कुठून ना कुठून तरी पाणी आणतच असतील ना?

रजत – बाई मी सांगू, ढग ना देवाकडून पाणी आणत असतील. माझी आजी सांगते की देवच पाऊस पाडतो.

मी – बाबा रे, देवाकडे एकेका ढगाला पाणी वाटत बसण्याएवढा वेळच कुठे असतो? आणि जरा विचार करा, देव जर पाऊस पाडत असेल तर तो कुठे जास्त कुठे कमी कशाला पाडेल? सगळीकडे सारखा नाही का पाडणार?

संदीप – हो बाई, कुठे पूर येतो तर कुठे दुष्काळ पडतो. जर देव पाऊस पाडत असता तर त्यानं सगळीकडे वेळेवर आणि सारखा पाऊस पाडला असता.

मी – मग? आता गाडी कुठे अडकल्येय?

सर्वजण – बाई तुम्हीच सांगा ना ढगांमधे पाणी कुठून येतं?

मी – बरं ठीक आहे. सांगते. आधी मला हे सांगा की तुम्ही पाणी गरम होत असताना पाहिलंय?

सगळे – हो हो, पाहिलंय.

मी – त्यातून वाफ येते ना?

सगळे– हो हो.

मी – बरं. मग जर त्या वाफेवर थोडा वेळ हात धरला तर काय होतं?

प्रियंका – बाई, हात ओला होतो.

मी – अच्छा. आणि त्याच्यावर झाकण ठेवतो तेव्हा?

अमिता – बाई, आपण झाकण काढतो तेव्हा त्याच्यावर पाण्याचे थेंब दिसतात.

मी – हो, पाऊसही असाच पडतो. जरा विचार करा बरं, उन्हाळ्यात सगळं

---

*प्राथमिक वर्गातल्या मुलांना समजावून सांगण्यासाठी लेखिकेनं ही घटना सरळ, सोपी करून मांडली आहे. ह्या विषयाची सविस्तर माहिती हिंदी संदर्भच्या १९व्या अंकात पंधरा पानावरील 'सवालीरामका जवाब' बादल ऊपर क्यों लटका?'' ह्या लेखात वाचा. याच लेखाचा मराठी अनुवाद संदर्भच्या पहिल्या अंकात तुम्ही वाचला असेल.

पाणी वाळून का जातं?

सगळे – उन्हामुळे.

मी – याचा अर्थ पाणी गरम होऊन त्याची वाफ बनते आणि उडून जाते. वाफ माहित्येय ना?

सर्व मुलं – हो.

मी – ही वाफ हळूहळू वर जाते आणि त्याचे ढग बनतात. म्हणजे याचा अर्थ असा नाही की इकडे गरम झाली, वर गेली, तिचे ढग बनले आणि लगेच पाऊस पडला. हे सगळं सावकाशपणे होत असतं. अशा तऱ्हेनं पाण्याचे ढग बनतात. मग वारा त्या ढगांना इकडे तिकडे फिरवतो. आपल्या देशात कोणत्या वाऱ्यांमुळे पाऊस पडतो. हे तुम्हाला माहित्येय ना?

सर्व मुलं – हो. मोसमी वाऱ्यांमुळे.

मी – छान.

प्रीती – पण बाई, जर ढगांमधे पाणी असतंच तर मग त्या ढगांमधून सतत पाणी का गळत नाही? वाऱ्यानं हलवल्यावरच त्यातून पाऊस का पडतो?

मी – हे बघा, सगळ्याच ढगांमध्ये पाणी असत नाही. वाफ मात्र असते. पण जेव्हा बरेच ढग एकत्र येतात तेव्हा त्यातील पाण्याचे थेंब मोठे व्हायला लागतात. आकाशात तरंगत राहू शकणार नाहीत इतके ते थेंब मोठे आणि जड होतात तेव्हा ते जमिनीवर पडायला लागतात. ढगातून पाऊस पडण्याची कारणं खूप गुंतागुंतीची आहेत. ती तुम्हाला पुढच्या वर्गात हळूहळू समजत जातील.*

आता तरी समजलं का पाणी कुठून येतं ते?''

काही मुलं – थोडं थोडं समजलं.

मी – थोडं थोडं का?

काही मुलांना प्रश्न विचारायला संकोच वाटत होता.

मोहिनी – ढगातून पाणी जमिनीवर पडलं, मग जमिनीवर साठलं, त्याचीच वाफ बनून उडून गेलं, त्याचेच पुन्हा ढग बनले आणि खाली कोसळले. म्हणजे हे पाणी तर फिरत राहतं.

मी – हो, म्हणजे हे चक्र चालू राहतं.

संदीप – हो बाई, पाण्याचं चक्र.

मी – ह्या चक्राला वर्षाचक्र म्हणतात. ह्या वर्षाचक्राचं चित्र काढता येईल का? आत्ता आपण जे काही शिकलो – पाणी कुठून आलं, कुठे गेलं – ते सगळं.

सगळे – हो बाई, येईल. आणि मग सुरुवातीला जे चित्र फळ्यावर काढायचा मी विचार करत होते तेच चित्र आता मुलं पूर्णपणे समजून, आवडीनं काढत होती.

शैक्षणिक संदर्भ अंक ५१ मधून साभार.

लेखक : **नीतू मालवीय,** होशंगाबाद जिल्ह्यातील हिरनखेडा गावातील शिक्षिका,
अनुवाद : **प्रीती केतकर,** पालकनीती गटात सहभागी.

जरूर वाचा

वर्षाचक्र लेख वाचताना गो.नी. दांडेकरांच्या एका अप्रतिम लेखाची आठवण आली. 'शपथ आकाशाची'. त्रिपदी नावाच्या त्यांच्या पुस्तकात हा लेख आहे. समुद्रापासून सुरू होणारा पाण्याचा प्रवास गोनीदांनी असा मांडला आहे की आपणही त्यात नकळत सहभागी होतो. मृण्मयी प्रकाशनाच्या या पुस्तकातून हा लेख जरूर वाचा. त्यातील काही अंश –

मेघांचा हा समुदाय संपतच नाही. मागचं असीम आकाश मेघभारानं गच्च दाटलं आहे. तें मेघांच्या तुकड्यांवर तुकड्या धरतीवर धाडतं आहे. पावसधारा वर्षतातच आहेत. तें अविरत झरणं.

जळभार पर्वतशिखरांवर उतरतो आहे. तिथं पाऊल टेकतांच तो खालते वाहूं लागतो आहे. लहान लहान पाणलोटांचं रूप धारण करतो आहे. ते पाणलोट एकत्र येतात. त्यांचा प्रचण्ड प्रवाह होतो. खळाळत तो खडकांतून वाट काढीत पुढं धांवतो. एका कड्याशीं येतो. कडा पाताळावेरीं पोंचला आहे. त्याच्या माथ्यावरून तो प्रवाह फुंफाटत उडी घेतो. अक्षरश: त्याच्या चिंध्या फाटून दशदिशा होतात. खालते कोसळतात. खालच्या खडकांवर जणूं त्यांचा अभिषेक चालतो. खालीं आदळतांनाच त्यांचं गर्जन हा रुद्रघोष. तो थांबतच नाहीं. सतत ते रुद्रगान सुरूच असतं.

येंणेंप्रमाणे अभिषेक चालू असतांच तें जळ भुईवर उतरतं. कुण्या बारकुल्या नदीच्या रूपानं वाहू लागतं. आतां पहिला वेग उरला नाहीं. थोडकं संथपण आलं आहे.

धो धो आवाज करीत ती नदी तिजपेक्षां मोठ्या प्रवाहाला जाऊन मिळते. ती पुन: मोठ्याला. शेवटी दुथडी भरलेल्या महानदींत ती एकरस होते.

शेवटीं मूळपीठाचा प्रवास सुरू झाला आहे. जिथं लाटांच्या रूपानं हेलावत होतो, त्या दिशेकडे धावणं होत आहे, या जाणिवेनं ते जळ थिरकतं. प्रमुदित होतं. कल्लोळतं.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhsociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

दहा वर्षांच्या पीटरला नेहमी आश्चर्य वाटत असे की मोठे (झालेले) लोक त्याला आगाऊ का समजतात? तो काही हट्टी, अडेलतट्टू मुलगा नाही. त्यानं कधीही काचेच्या बाटल्या भिंतीवर फोडल्या नाहीत, कधी टोमॅटो सॉस कपाळाला लावून खोक पडल्याचं नाटक केलं नाही की कधी आजीला त्रास दिला नाही. हो, असं करावंसं त्याला कधीतरी वाटायचं, मात्र तो करत नसे.

बटाटे, मासे, अंडी आणि पनीर सोडून कोणत्याही गोष्टीला तो नाक मुरडत नाही. आणि ज्या ज्या मुलांना तो ओळखतो त्यांच्यापेक्षा जास्त आरडाओरडा तो करत नाही, जास्त अस्वच्छ राहत नाही इतकंच काय तर जास्त मूर्खपणाही करत नाही. तरी

पीऽऽ टऽऽ रऽऽ

लेखक : इयान मॅक इवान ● **अनुवाद :** यशश्री पुणेकर

‘डे ड्रीमर’ हे पीटरच्या कल्पनेच्या भराऱ्यांबद्दल सांगणारं पुस्तक आहे. या पुस्तकातलं मुख्य पात्र पीटर-त्याच्याबद्दल सांगत असतानाच लेखकाने बालमानसशास्त्राचा धांडोळा घ्यायचा प्रयत्न केला आहे.

देखील हे मोठे लोक असं का म्हणतात?

तो इतर मुलांसारखी काही कारणं न देता, हट्ट न करता रोजच्या रोज शाळेत जात होता. बहिणीशी तो जास्त भांडतही नसे. फक्त ती जेवढं भांडेल तेवढंच भांडत असे. त्याच्याबद्दल कोणी पोलिसांकडे तक्रारही केली नाही की त्याला डॉक्टर काकांनी वेड्यांच्या दवाखान्यात पाठवण्याची धमकीही दिली नाही.

एकूण काय पीटर एक चांगला, व्यवस्थित मुलगा होता. पण मग विचित्र, आगाऊ अशी विशेषणं त्याला का बरं लावली जात? मोठा झाल्यावर सगळा प्रकार पीटरच्या लक्षात आला. लोकांना त्याचं गप्प राहणं विचित्रपणाचं वाटे. तो स्वत:तच मश्गुल रहायचा. नेहमी नाही... रोज रोजपण नाही पण कधीतरी एखादा तास कुठेतरी निघून जाणं त्याला आवडायचं. म्हणजे त्याच्या खोलीत, एखाद्या बागेत कुठेही जाऊन एकट्याने विचार करत बसणं ही त्याची आवडती सवय होती.

सगळी गडबड इथंच होत होती. मोठ्या लोकांना दहा वर्षाच्या मुलांच्या मनात काय चाललंय हे जाणून घेण्यात फार रस असतो पण जर मुलं बोललीच नाहीत तर कसं कळेल की ती काय विचार करतायत? लोकांना फक्त गवताची काडी तोंडात धरून आकाशाकडे एकटक बघत पडलेला पीटर दिसायचा. जवळ जाऊन त्याला हाका मारल्या आणि विचारलं 'काय करतोस?' तर तो एकदम दचकून उठून बसायचा आणि 'काही नाही... काहीच नाही' असं बडबडायचा. मोठ्यांना त्याच्या डोक्यात काहीतरी चालू आहे हे कळायचं पण ते काय आहे हे ना कधी ऐकू आलं, ना दिसलं आणि ना कधी जाणवलं. ते पीटरला असंही सांगू शकत नसत की असं करू नकोस. कारण तो काय करतोय हेच त्यांना समजत नसे. मनातल्या मनात तो काहीही करत असेल; शाळेला आग लावत असेल, बहिणीला मगरीच्या तोंडी देत असेल किंवा गरम हवा भरलेल्या फुग्यात बसून जगप्रवासाला निघाला असेल... पण दिसायचं इतकंच की एक मुलगा आकाशाकडे एकटक बघत बसलाय, त्याला दहा हाका मारल्या तरी ऐकूच येत नाहीए.

त्याचं हे असं स्वत:तच मश्गुल राहणं मोठ्या लोकांना आवडत नसे. त्याचंच काय पण कोणाचंही असं वागणं लोकांना रुचत नाही. दुसऱ्याच्या मनात काय चाललंय हे जाणून घ्यायची उत्सुकता तर प्रत्येकालाच असते. असंच तर एकमेकांना समजून घेता येतं. लोकांना इतर काय करतायत किंवा त्यांचं काय चाललंय त्यात भागही घ्यायचा असतो. जर त्यांना भाग घेता नाही आला तर त्यात खोडा तरी घालायचाच असतो.

पीटरला वाटायचं हे समजून घेणं वगैरे ठीक आहे पण इतरांच्या कामात अडथळा का आणता? जेवढा वेळ ते अशा गोष्टींसाठी घालवतात त्या वेळात जरा विचार केला

तर – की आपण कोण आहोत, कोण बनू शकतो इ. – मग तर हे जग म्हणजे एक आनंदगृहच होईल. भांडणतंटे संपून जातील.

शाळेत तो बहुतेक वेळा त्याचं शरीर एका जागी ठेवून स्वत: मात्र उडून जायचा. घरातही बऱ्याचदा असंच असे. एकदा बाबा ख्रिसमसच्या झिरमिळ्या लावत होते. पीटर एका कोपऱ्यात खुर्चीवर बसला होता. बाबा म्हणाले ''पीटर मी तुझ्या खुर्चीवर चढलोय. उठू नकोस'' पीटर लगेच म्हणाला – ''चढा बाबा. बिनधास्त.'' तिकडे बाबा खुर्चीवर चढले आणि इकडे पीटर कल्पनेच्या घोड्यावर! बघितलं तर तो काहीच करत नव्हता पण अगदी व्यस्त होता. तो कपडे टांगण्याचा हँगर आणि झाडाला बांधलेल्या तारेच्या साहाय्याने डोंगर उतरण्याचा मजेदार उपाय शोधत होता. कदाचित यामुळे सरळ घसरत खाली येता येईल आणि अधल्यामधल्या झाडांवर आदळणार नाही... डोंगरातल्या हवेमधे अचानक भूक लागल्यामुळे पीटर उठून पटकन स्वयंपाकघराकडे जाऊ लागला. 'धडामऽऽ' काहीतरी पडलं आणि किंचाळण्याचाही आवाज आला तेव्हा त्याला बाबांची आठवण आली. त्यांचे डोळे खुर्चीच्या पाठीमागून पीटरला 'खाऊ का गिळू' अशा आविर्भावात बघत होते. आई खोलीत आली होती. मोठ्या मुष्किलीने हसू दाबण्याचा प्रयत्न करत होती.

''सॉरी बाबा. मी विसरूनच गेलो'' पीटर शरमून म्हणाला.

पीटर दहा वर्षांचा झाला आणि त्याच्यावर आणखी एक जबाबदारी आली. केट – त्याची सात वर्षाची बहीण – तिला शाळेत नेण्याआणण्याचं काम त्याला करावं लागे. ते दोघं एकाच शाळेत होते. चालत गेलं तर शाळा पंधरा मिनिटांच्या अंतरावरच होती. बसने गेलं तर घरापासून दोन स्टॉप पुढेच होती पण आईबाबांच्या बोलण्यावरून असं वाटत असे की जणू काही केटला उत्तर ध्रुवावर घेऊन जायचंय!

आदल्या रात्रीच सूचनांचा भडिमार सुरू व्हायचा. सकाळी नाष्ट्याच्या वेळेस पुन्हा सगळा पाढा वाचला जायचा. जसजसे ते दाराकडे जाऊ लागत तसे आई सगळे नियम पटापट पुन्हा पुन्हा सांगू लागे. पीटरला वाटे 'मी काय इतका बुद्धू आहे का?'

त्याला पुन्हा पुन्हा सगळा वेळ केटचा हात धरून ठेवायची आठवण केली जायची. त्यांनी बसमध्ये मधल्या सीटवर बसायचं, केट खिडकीत बसेल, घाणेरड्या–मवाली लोकांशी बोलायचं नाही. कंडक्टरला स्टॉपचं नाव मोठ्या आवाजात सांगायचं आणि हो त्याच्याआधी कृपया म्हणायला विसरायचं नाही. रस्त्यावर लक्ष ठेवायचं. एक ना दोन शंभर सूचना.

पीटरने आईसमोर सगळी उजळणी केली. केटचा हात धरला आणि निघाला. त्याला हे आवडायचं कारण केट त्याला आवडत होती. बसमधे त्याला फक्त इतकंच

दोघंच असतील आणि समोरून लांडग्यांचा कळप आला तर त्याला माहिती होतं काय करायचं ते...

अजिबात घाई गडबड करायची नाही हे लक्षात ठेवून, केटचा हात धरून हळूहळू एकेक पाऊल मागं टाकत जायचं, अगदी खडकाला पाठ लागेपर्यंत म्हणजे लांडगे त्यांना घेराव घालू शकणार नाहीत. मग खिशातून एकेक आवश्यक गोष्टी काढायच्या. शिकारी चाकू आणि काडेपेटी. चाकू म्यानातून काढून तयार ठेवायचा म्हणजे लांडगे आले की लगेच हल्ला करता येईल.

लांडगे आता जवळ येतायत. ते इतके भुकेले आहेत की त्यांच्या तोंडातून लाळ टपकतेय. ते गुरगुरतायत. पण त्यांना गप्प करायचं नाहीए. त्याला त्याच्या योजनेवरच लक्ष द्यायचंय. त्याच्या पायापाशीच वाळक्या काटक्या, पालापाचोळा पडलाय. पीटर पटपट तो गोळा करतोय. लांडगे जवळ यायला लागलेत. काही चूक व्हायला नको. काडेपेटीत एकच काडी शिल्लक आहे.

लांडगे जवळच आलेत. त्यांच्या

वाटायचं की शाळेतल्या कोणा मित्राने पाहू नये की तो एका मुलीचा हात धरून चालला आहे. बस आली, ते दोघंही बसमध्ये चढले. आता बसमध्ये बसल्यावरही हात कशाला धरून ठेवायचा? त्यात भोवती शाळेतल्या मुलांची गर्दी. त्यांनी हात सोडले. पीटरला खूप अभिमान वाटत होता. तो त्याच्या बहिणीची काळजी घेत होता, अगदी प्रत्येक ठिकाणी. आणि केटही त्याच्यावर विश्वास ठेवू शकते. ते जर कधी डोंगराळ भागात

सुळ्यांना सडक्या मांसाचा घाणेरडा वास येतोय. पीटर खाली वाकून हाताचा गोल करून काडी पेटवतो. वाऱ्यामुळे ज्योत कापतेय. पटकन तो पेटती काडी काटक्यांच्या ढिगापाशी ठेवतो. पहिली काटकी, दुसरं पान, तिसरी काडी... एकेक करत सगळा ढीग धूं-धूं करत जळू लागतो. त्यात पीटर अजून पाचोळा, काटक्या, ढलप्या टाकतो. आता केटलाही त्याची आयडिया कळलीय. तीपण पानं गोळा करून त्यात टाकतेय. त्याला मदत करतेय.

आता लांडगे मागे सरकतायत. जंगली जनावरं आगीला घाबरतात. वाऱ्याने धूर त्यांच्या नाकात जातोय. आता पीटर शिकारी चाकू घेऊन पुढे सरकतो आणि...

उफ्.... तो थोडा सावध होता म्हणून बरं. नाहीतर या स्वप्नात गुंगून तो बसमधून वेळेवर उतरूच शकला नसता. बस थांबली होती. शाळेतली मुलं उतरत होती. तो पटकन उठला. तोपर्यंत बस सुरू झाली होती. त्याने कशीबशी बसमधून उडी मारली.

बस २०-२५ पावलं पुढं गेली असेल तेवढ्यात त्याला जाणवलं की तो काहीतरी विसरलाय. दप्तर तर नाही? नाही... नाही... ओऽऽ माझी बहीण... केट... तिला लांडग्यांपासून तर वाचवलं पण बसमध्येच सोडून दिलं.

त्याला एक क्षण काही उमगेच ना. तो दूर जाणाऱ्या बसकडे बघत बसला. मग पुटपुटला - परत ये. शाळेतल्या मित्राने त्याच्या पाठीवर धपाटा देत विचारलं - ''काय रे? काही विसरलायस का?''

''नाही, काही नाही. मी बसमध्ये काही तरी विसरलोय.''

'परत ये' म्हणत तो बसच्या मागे पळत सुटला. बस बरीच पुढे गेली होती. पुढच्या स्टॉपपाशी जरा तिचा वेग कमी झाला. पीटर पळतच होता. तो इतका जोरात पळत होता की दोन्ही हात पसरले असते तर उडायलाच लागला असता. मग झाडांवरून उडत उडत तो... नाही नाही... परत स्वप्न नको. त्याला केटला आणायचंय. किती घाबरली असेल ती! आरडाओरडा करत असेल.

स्टॉपवर काही लोक उतरले आणि बस पुढे सरकू लागली. पीटर खूपच जवळ पोचला होता. बस एका लॉरीच्या मागे रेंगाळत चालली होती. त्याची छाती भरून आली होती, पाय दुखायला लागले होते. पण तरीही तो हाशहुश करत स्टॉपपर्यंत पोचला. तो तिथं गेला तर बस थोडी (अर्धा फर्लांग) पुढे गेली होती. पळ... लवकर पळ... तो स्वत:शीच म्हणाला.

स्टॉप जवळून पळताना त्याला एका छोट्या मुलाचा आवाज आला. ''पीटर... पीटर'' पीटरला मान वळवूनही बघायची हिंमत नव्हती. तो दम खात म्हणाला ''नाही. नाही. मी नाही थांबणार.''

''पीटर थांब.... अरे थांब. मी केट''

छाती आवळून धरत पीटर केटजवळ

गवतावर धाडकन पडला.

''नीट लक्ष दे रे. इथं सकाळी सकाळी कुत्र्यानं काहीतरी केलंय.'' केट म्हणाली.

''चल, चल लवकर. नाही तर उशीर होईल. आता तुला काही घोळ घालायचा नसेल तर माझा हात धरून ठेव'' दोघंही हात धरून शाळेकडे निघाले.

त्यांच्यात एक करार झाला. या घटनेबद्दल घरी काहीही न सांगण्याच्या बोलीवर केटला पीटरचा एका आठवड्याचा पॉकेटमनी मिळणार होता.

दिवसा स्वप्न बघणाऱ्या, कमी बोलणाऱ्या लोकांना खरं तर शिक्षक मूर्खच समजतात. शिक्षक तुम्हाला नीट ओळखत नसतील तर मूर्ख नाहीतर अजागळ, वेंधळा अशी विशेषणं तुम्हाला नक्कीच मिळतात. तुमच्या डोक्यातल्या आश्चर्यकारक जगात ते डोकवू शकत नाहीत. खिडकीतून बाहेर बघणाऱ्या किंवा कोऱ्या कागदावर एकटक नजर लावून बसलेल्या पीटरला बघून शिक्षकांना तर असं वाटे की हा बहुधा कंटाळलाय किंवा उत्तर शोधण्याच्या नादात हरवलाय. पण खरी गोष्ट तर वेगळीच असायची.

त्या दिवशी सकाळीपण असंच झालं. पीटरचा गणिताचा पेपर होता. त्याला खूप मोठमोठ्या संख्यांची बेरीज करायची होती आणि वेळ होता फक्त वीस मिनिटं. पीटरने पस्तीस लाख दोनशे पंच्याण्णव मध्ये दुसरी अशीच मोठी संख्या मिळवायला सुरुवात केली तर त्याला वाटलं की बहुधा जगातली सर्वात मोठी संख्या तो शोधतोय. मागच्याच आठवड्यात त्याने एक वेगळंच नाव असलेल्या संख्येबद्दल वाचलं होतं – गूगल.

गूगल म्हणजे $१०^{१००}$ म्हणजे १० च्या

नंतर १०० वेळा शून्य. यापेक्षाही एक विशाल संख्या म्हणजे गूगल प्लेक्स – $१०^{१०^{१००}}$. वा... काय संख्या आह!

पीटरने आपले विचार मुक्त सोडले. मग काय? शून्यांची एक माळच पक्ष्यांसारखी उडत आकाशाकडे जाऊ लागली. बाबा म्हणायचे अंतराळवीरांच्या गणनेनुसार एका प्रचंड मोठ्या टेलिस्कोपमधून दिसणाऱ्या ताऱ्यांच्या सगळ्या अणूंना जोडून जी संख्या होईल ती $१०^{९८}$ म्हणजे १ गूगलपेक्षाही कमी. आणि १ गूगल तर १ गूगल प्लेक्स समोर एक धुळीचा कण आहे. जर तुम्ही चॉकलेटवाली एक गूगल टॉफी मागाल तर त्याला बनवायला संपूर्ण ब्रह्मांडातील समस्त परमाणूही पुरणार नाहीत.

हातावर डोकं ठेवून पीटरने एक दीर्घ श्वास घेतला. तेवढ्यात मॅडमनी वेळ संपल्याची टाळी वाजवली. पीटरने तर तोपर्यंत फक्त प्रश्नातल्या पहिल्या संख्येतील पहिला आकडाच लिहिला होता. पण सगळ्या वर्गाने गणित सोडवून बराच वेळ झाला होता. कागदाकडे नजर लावून बसलेल्या, काहीच न लिहिणाऱ्या आणि मोठमोठे उच्छ्वास सोडणाऱ्या पीटरकडे मॅडमचं पहिल्यापासूनच लक्ष होतं.

त्यांनी पीटरला ४, ६ अशा छोट्या संख्यांची बेरीजही न करू शकणाऱ्या मुलांमध्ये बसवलं. पीटर अधिकच कंटाळला. लक्ष देणं अजूनच अवघड होऊन बसलं. शिक्षकांना वाटलं त्याचं गणित इतकं कच्चं आहे की या विशेष मुलांच्या तुकडीतही तो बसू शकणार नाही. आता काय करायचं?

पण त्याच्या आईबाबांना, बहिणीला माहिती होतं की पीटर मूर्ख तर नाहीच आहे पण आळशी आणि उबगलेलाही नाही. काही शिक्षकांनाही हे जाणवलं होतं की या मुलाच्या डोक्यात सतत काहीतरी मजेदार घटना घडत असतात. स्वत: पीटरला मोठं होताना जाणवत होतं की लोक तुमच्या डोक्यातलं दृश्य बघू शकत नाहीत पण तुम्ही त्यांना सांगितलं तर त्यांना ते नक्की समजू शकतं. मग पीटरने सगळं लिहायला सुरुवात केली. जे जे खिडकीतून बाहेर बघताना किंवा गवतावर पडून आकाशाकडे बघताना त्याच्या मनात येई ते सगळं तो एखाद्या गोष्टीच्या रूपात लिहीत असे. मोठा झाल्यावर तो एक कथालेखक बनला. त्याचे मनोरंजक किस्से 'डे ड्रीमर' नावाच्या प्रसिद्ध पुस्तकात प्रकाशित केलेले आहेत.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ ४१ मधून साभार.

लेखक : **इयान मॅक इवान,** इंग्रजी कथालेखक
हिंदी अनुवाद : शशी सबलोक, स्रोत फीचरशी संलग्न
मराठी अनुवाद : **यशश्री पुणेकर** सर्व चित्रे : **स्मृती सिन्हा**

शैक्षणिक

संदर्भ

● वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

संदर्भ सोसायटीच्या नावे बँक ड्राफ्ट / मनिऑर्डरने पाठवावेत.

● आधीच्या वर्षाचे निवडक अंक उपलब्ध.

शाळा, ग्रंथालये आणि विज्ञान शिक्षकांसाठी

सवलतीच्या किंमतीत पाठवू.

● अंक १ ते २० यातील निवडक

दहा अंकांचा संच रु. १५०/-

● अंक २१ ते ४० यातील निवडक

दहा अंकांचा संच रु. २००/-

● अंक ४१ ते ६० यातील प्रत्येक वर्षीचा

सहा अंकाचा संच प्रत्येकी रु. १५०/-

हे संच पोस्टाने पाठवण्याचा खर्च संदर्भ सोसायटी करेल.
त्वरित मागणी नोंदवावी.

नमुना अंकांसाठी संदर्भची वेबसाईट पहावी.
www.sandarbhsociety.org

संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

२) द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौसिंग सोसायटी, निर्मिती शोरूमच्या मागे,
अभिनव शाळेशेजारी, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४
फोन : २५४६०१३८ वेळ : १२.३० ते ४.

भारतातील पहिली महिला छायाचित्रकार होमी व्यारावाला यांनी काढलेली छायाचित्रे

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