

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१५

अंक ९६

शैक्षणिक

# संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



# अनुक्रमणिका

## शैक्षणिक संदर्भ अंक - ९६

- स्थलांतर अमूर फाल्कनचे - आर. सुरेशकुमार,  
अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे - फडके..... ४
- संशोधनाची एकस्पायरी डेट - सुशील जोशी, अनुवाद : यशश्री पुणेकर..... १०
- उष्मगतिकीचा दुसरा नियम ! भाग -१ - फ्रँक लँबर्ट  
रूपांतर : नीलिमा सहस्त्रबुद्धे ..... १५
- तिखट मिरची - आ. दि. कर्वे ..... १९
- 📖 अंकपाश - किरण बर्वे ..... २२
- टेसू राजा बीच बाजार - रवी कांत, अनुवाद : यशश्री पुणेकर..... २८
- विज्ञान महर्षि कलाम सर- सुरेश नाईक ..... ३६
- पृथ्वीचे हिमवैभव - विनीता विश्वनाथ, अनुवाद : गो. ल. लोंढे..... ४३
- शोध जगजाहीर पण शोधाचा जनक पडद्याआड - मंगेश नाबर..... ४९
- 📖 पानं पाणी बाहेर टाकतात... - अलका तिवारी,  
अनुवाद : ज्योती देशपांडे ..... ५५
- 📖 अरेच्चा ! हे असं आहे तर ! - या. इ. पेरैलमन, रूपांतर : शशी बेडेकर..... ६०
- बाटलीतलं पाणी सूर्यपिशाही आधीचं? - संकलन : अमलेंदु सोमण ..... ६४
- 📖 फुली गोळा आणि धमाल खेळ - प्रकल्प - किरण बर्वे ..... ६८
- रेवड्या - सर्वेश्वरदल सक्सेना, अनुवाद : मीना कर्वे ..... ७१
- 📖 भास्कराचार्य गणित प्रज्ञा शोध स्पर्धा - ..... ७६

📖 हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# स्थलांतर अमूर फाल्कनचे



लेखक : आर. सुरेशकुमार  
अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे - फडके

अनुकूल हवामान असणाऱ्या प्रदेशात दरवर्षी होणारे पक्ष्यांचे स्थलांतर, हा माणसाच्या कुतूहलाचा विषय आहे. ठरावीक जातीचे पक्षी, ठरावीक देशात, ठरावीक काळात कसे स्थलांतर करतात, त्यांच्या प्रवासाचा मार्ग कसा ठरवतात अशा अनेक गोष्टींचा अभ्यास जगभरातील शास्त्रज्ञ करत असतात.

अमूर फाल्कन हे असेच मोठ्या संख्येने स्थलांतर करणारे पक्षी. सैबेरियातून सोमालिया, केनिया मार्गे दक्षिण आफ्रिका ह्या त्यांच्या प्रवासाच्या अंतिम ठिकाणी जाताना अमूर फाल्कन काही काळ ईशान्य भारतात विसावा घेतात. त्यांच्या स्थलांतराचे वैशिष्ट्य म्हणजे स्थलांतराचा बराचसा प्रवास ते समुद्रावरून करतात आणि रात्रीसुद्धा हा प्रवास चालूच ठेवतात. अमूर फाल्कन वर्षभरात सुमारे २२,००० कि. मी. चा प्रवास करतात. पक्ष्यांच्या जगात सर्वात जास्त अंतर

प्रवास करणाऱ्या पक्ष्यांपैकी ते आहेत.

ऑक्टोबर महिन्यामध्ये अमूर फाल्कनचे थवेच्या थवे ईशान्य भारतात येतात. त्यांची रातथान्याची एक महत्त्वाची जागा म्हणजे नागालँडमधील दोंयांग धरण.

भारतामध्ये आढळणाऱ्या शिकारी पक्ष्यांपैकी अगदी हल्लीपर्यंत सर्वात कमी माहिती असणारी प्रजाती म्हणजे अमूर फाल्कन. ईशान्य भारत सोडून भारताच्या इतर भागात क्वचितच आढळणारा हा पक्षी दुर्मिळ समजला जात असे. पण २०१२ मध्ये, नागालँडमध्ये त्यांच्या मोठ्या प्रमाणावर होत असलेल्या शिकारीच्या वृत्ताने हे सगळेच बदलले.

ह्या बातमीची शहानिशा करण्यासाठी दोंयांगला पोहोचलेल्या कन्झर्वेशन ऑफ इंडियाच्या टीमने हजारो फाल्कन पाहिले आणि ते आश्चर्यचकीत झाले. पण आकाशात

विहार करणारे हजारो पक्षी दिसण्याआधी, त्यांच्या दृष्टीस पडले- पक्ष्यांना मारून विकण्यासाठी घेऊन जाणारे कित्येक शिकारी. स्थलांतराच्या काळात सुमारे १,२०,००० ते १,४०,००० पक्षी मारले जात असावेत, असा धक्कादायक निष्कर्ष ह्या टीमने काढला. हा पक्षी भारतात दुर्मिळ होण्याचे



कारण त्याची मोठ्या प्रमाणात होणारी शिकार आहे, हे लक्षात आल्यावर त्यांच्या संरक्षणाचे प्रयत्न करण्याचे त्यांनी ठरवले.

ह्या शिकारीची माहिती वोखा जिल्ह्याच्या उपजिल्हाधिकाऱ्यांना देण्यात आल्यावर त्यांनी फाल्कनच्या शिकारीवर बंदीचे आदेश नव्याने काढले. जिल्ह्याच्या पोलीस-प्रमुखांना ह्या आदेशाची तातडीने अंमलबजावणी करण्यास आणि शिकार्यांना दंड करण्यास सांगितले.

वन्य जीवांच्या किंवा पक्ष्यांच्या संरक्षणाच्या कोणत्याही कार्यक्रमात स्थानिक जनतेचा सहभाग सर्वात महत्त्वाचा असतो, त्याशिवाय हे प्रयत्न यशस्वी होत नाहीत. त्यातून ईशान्य भारतातील आदिवासी जमातींमध्ये पक्ष्यांची शिकार आणि अन्न म्हणून त्यांचा वापर परंपरेने होत असल्यामुळे

शिकारी रोखण्याचे आव्हान मोठे होते. त्यासाठी आसपासच्या गावातील सरपंच, विद्यार्थी-संघटना ह्यांच्या बैठका घेण्यात आल्या. ही शिकार अवैध असून शिकार्याला कठोर शिक्षा होऊ शकते, हे समजावून सांगण्यात आले. हा संदेश गावागावात पोचवण्याचे त्यांनी मान्य केले, पण काही लोकांसाठी शिकार हे उपजीविकेचे साधन असल्यामुळे दुसरा काही पर्याय उपलब्ध करून दिल्याशिवाय हे प्रकार पूर्णपणे थांबवणे शक्य नसल्याचा मुद्दाही मांडला.

नागालँड सरकार, विशेषतःसरकारचा वन विभाग, स्वयंसेवी संस्था, स्थानिक चर्च आणि स्थानिक रहिवाश्यांच्या अथक प्रयत्नांनंतर २०१३ साली अमूर फाल्कनची शिकार थांबवण्यात यश आले. नागालँड वार्डलड लाईफ बायोडायव्हर्सिटी कन्झर्वेशन

ट्रस्ट (NWBCT) ह्या दिमापूरच्या स्वयंसेवी संस्थेने ह्या प्रकल्पाचे नेतृत्व केले. वोखा जिल्ह्यातील महत्त्वाच्या गावांमध्ये 'फ्रेंड्स ऑफ अमूर फाल्कन' हा संवर्धन शिक्षणाचा प्रकल्प सुरू केला. गावागावात विद्यार्थ्यांचे इको क्लब स्थापन करून जनजागृती करण्यात आली. नागालँडचे मुख्यमंत्री निफियू रिओ ह्यांनी ह्या प्रयत्नांना पाठिंबा दिला आणि आपण ह्या पक्ष्यांना सन्माननीय अतिथींची वागणूक दिली पाहिजे असे सांगितले.

संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या पर्यावरण प्रकल्पाच्या स्थलांतरित प्रजातींचे संवर्धन (Conservation of Migratory Species: CMS) करारावर भारताने सही केलेली आहे. ज्या देशांमधून स्थलांतरित पक्षी प्रवास करतात, त्या देशांनी प्रवासाच्या पूर्ण मार्गात ह्या प्रजातींचे संरक्षण करणे, ह्या करारात अपेक्षित आहे. ह्या पक्ष्यांना सुरक्षितरीत्या पुढे जाऊ देणे, ह्या देशांचे कर्तव्य आहे.

भारत सरकार आणि नागालँडचे सरकार ह्यांनी ह्या संवर्धन प्रयत्नांना मोठा पाठिंबा दिला.

ह्या संवर्धन प्रकल्पातील दीर्घ मुदतीच्या उपायांचा भाग म्हणून अमूर फाल्कनचा नागालँडमधील प्रवास, स्थलांतर आणि आफ्रिकेतील वास्तव्य यातील त्यांची वर्तणूक उपग्रहाच्या साहाय्याने समजून घेण्यासाठी आणि स्थानिक लोकांमध्ये जनजागृती करण्यासाठी ह्या संपूर्ण प्रवासाचा अभ्यास करण्याचे ठरले.

९ ते १३ नोव्हेंबर, २०१३ ह्या कालावधीत वाईल्डलाईफ ट्रस्ट ऑफ इंडिया, हंगेरियन पक्षी शास्त्रज्ञ आणि नागालँड वन खाते ह्यांनी हा संयुक्त प्रकल्प सुरू केला. हंगेरियन शास्त्रज्ञांना अमूर फाल्कनच्या जवळची प्रजाती रेड फुटेड फाल्कनचा युरोप ते दक्षिण आफ्रिका ह्या स्थलांतराचा अभ्यास करण्याचा बऱ्याच वर्षांचा अनुभव होता.



पक्ष्यांच्या  
पाठीवर  
प्लॅटफॉर्म  
ट्रान्समिटिंग  
टर्मिनल  
बसवताना



दोयांगला तीन दिवसात अनेक प्रयत्नानंतर ३ अमूर ६ नोव्हेंबरच्या रात्री जाळ्यात पकडले गेले. त्यातील निरोगी आणि चांगले पंख असलेले तीन पक्षी उपग्रह टॅगिंगसाठी निवडले गेले. एका नर पक्ष्याचे नाव 'नागा' ठेवण्यात गेले. दुसऱ्या मादी पक्ष्याचे नाव रातथाऱ्याची महत्त्वाची जागा असलेल्या 'वोखा' जिल्ह्यावरून 'वोखा' असे ठेवण्यात गेले आणि तिसऱ्या मादी पक्ष्याचे नाव पंगटी गावातील लोकांनी ह्या संरक्षण कार्यक्रमात बजावलेल्या मोठ्या कामगिरीची आठवण म्हणून 'पंगटी' असे ठेवले गेले. ह्या पक्ष्यांच्या पाठीवर एखाद्या सॅकप्रमाणे ५ ग्रॅम वजनाचे, सौर उर्जेवर चालणारे PT (प्लॅटफॉर्म ट्रान्समिटिंग टर्मिनल) बसवले गेले.

सर्व पक्ष्यांच्या डाव्या पायात बी. एन. एच. एस.चे धातूचे कडे आणि उजव्या पायात रंगीत संकेतांक (cd) असलेले प्लास्टिकचे कडे घालण्यात आले.

१ नोव्हेंबरच्या सकाळी ८ वाजता, पंगटीने सर्वात प्रथम दक्षिण दिशेत आसाम - मणिपूर - नागालँड सीमेच्या दिशेने उडायला सुरुवात केली. नागाने ११ नोव्हेंबरला सकाळी १ वाजता तर वोखाने १३ नोव्हेंबरला सकाळी ५ वाजता पुढच्या प्रवासाला सुरुवात केली. नागा आणि वोखा दोघांनी मिझोराम - त्रिपुरा सीमेवरच्या टेकड्यांमध्ये रात्री विश्रांती घेतली. तीनही पक्षी सुरुवातीला बांगलादेशाच्या दिशेने दक्षिण पूर्व दिशेत आणि नंतर बंगालच्या



वोखा, नागा, पंगटी या तिघांच्या प्रवासाचा संपूर्ण मार्ग

उपसागरावर न थांबता उडाले, ते दुसऱ्या दिवशी आंध्र प्रदेशाच्या किनाऱ्यावर पोहोचले. त्यांनी ६०० ते १३०० किमी अंतर समुद्रावरून पार केले होते. पंगटी आणि वोखा आंध्र प्रदेशात विशाखापट्टणमजवळ पोहोचले तर नागा मच्छलीपट्टणमजवळ. दुसऱ्या दिवशी भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावर पोहोचण्यासाठी सगळे पक्षी पश्चिम दिशेत उडाले. या प्रवासात, पंगटी एक रात्र महाराष्ट्रातील सातान्याच्या दक्षिणेला थांबली. तर वोखा आंध्र प्रदेश कर्नाटकच्या सीमेवर रायचूर जवळ थांबली. नागा मात्र न थांबता अथकपणे उडत राहिला आणि पणजीच्या दक्षिणेला २ किमी अंतरावर त्याने अरबी समुद्रात प्रवेश केला. तो १६ नोव्हेंबरला आफ्रिकेतील सोमालियाच्या किनाऱ्यावर पोहोचला. नागाने ईशान्य भारतातून उडायला सुरुवात केली आणि न थांबता ५६०० किमी अंतर ५ दिवस आणि १ तासात, ताशी ४ किमीच्या गतीने काटले. पंगटीने मुंबईच्या दक्षिणेला १० किमी अंतरावर अरबी समुद्रावर प्रवेश केला आणि १६ नोव्हेंबरच्या संध्याकाळी सोमालियाच्या किनाऱ्यावर पोहोचली. वोखा, जी सगळ्यात उशिरा प्रवासाला निघाली होती, तिने समुद्रावरचा लांबचा मार्ग निवडला आणि 'गल्फ ऑफ एडन' येथे सोमालियाच्या किनाऱ्यावर पोहोचली. अरबी समुद्र पार करताना पंगटी - वोखा आणि नागा ह्यांनी अनुक्रमे २८००,

३००० आणि ३०६० किमी अंतर ८, २७, ७७२ तासात पूर्ण केले. सर्व पक्ष्यांना ताशी २० किमी वेगाने वाहणाऱ्या नैऋत्येकडून येणाऱ्या व्यापारी वाऱ्यांच्या पिछाडीचा टेल विंडचा फायदा झाला.

आफ्रिकेत आल्यावर पक्ष्यांचे वागणे बदलले आणि बरेच थांबत थांबत २५ डिसेंबरला तीनही पक्षी त्यांच्या हिवाळ्यातील निवासस्थानी म्हणजे दक्षिण आफ्रिकेत पोहोचले. सोमालिया, केनिया, टांझानिया, मलावी, झाम्बिया, बोटस्वाना असा प्रवास करत ते दक्षिण आफ्रिकेला आले होते. दक्षिण केनियातील सावो पूर्व आणि पश्चिम राष्ट्रीय उद्यान हे सर्वच पक्ष्यांच्या विसाव्याचे ठिकाण होते. सावो पूर्व राष्ट्रीय उद्यानाच्या ७००० किमी परिघात नागा जवळजवळ एक महिना राहिला. पंगटी सर्वात आधी दक्षिण आफ्रिकेत पोहोचली. आधी ट्रान्सवाल भागात फिरून नंतर ती जोहान्सबर्ग जवळ ७५ दिवस राहिली. वोखा नंतर पोहोचली आणि दक्षिण आफ्रिका आणि लेसोथोच्या सीमेजवळील भागात राहिली. तिथे ती ६८ दिवस राहिली, त्यानंतर ट्रान्समीटरचे प्रसारण बंद पडले, म्हणजे तिचा मृत्यू झाला असावा किंवा ट्रान्समीटर पडून गेला असावा.

नागाने त्याचा परतीचा प्रवास बोटस्वानाहून २१ मार्चला सुरू केला आणि पंगटीने ३ एप्रिलला दक्षिण आफ्रिकेतून प्रवास सुरू केला. १६ आणि २० दिवसांच्या

प्रवासानंतर दोन्ही पक्षी सोमालियाला ज्या ठिकाणी आधी आले होते, नेमक्या त्याच ठिकाणी पोहोचले. तिथे काही दिवस राहून १८ एप्रिलला नागाने समुद्रावरून उड्डाण केले आणि न थांबता अरबी समुद्र ओलांडून, भारतातून प्रवास करून एका रात्री उत्तर म्यानमारमध्ये विश्रांतीसाठी थांबला. पंगटी २२ दिवस उशिरा निघाली होती तरीसुद्धा तिने नागाचाच मार्ग अनुसरला. दोन्ही पक्षी दोयांगला न येता मणिपूर मार्गे म्यानमारला पोचले.

नंतर दोन्ही पक्षी पूर्व आणि आग्नेयेला म्यानमार - चीन सीमेकडे गेले. दक्षिण चीन आणि चीन व्हिएतनाम सीमाभागात काही वेळा थांबून नागाने पूर्व दिशा पकडली आणि बीजिंगच्या वायव्येला ५०० किमीवर अंडी घालण्याच्या ठिकाणी पोहोचला. पंगटी लाओसच्या दिशेत उडाली आणि व्हिएतनाम मध्ये काही दिवस राहून तीसुद्धा बीजिंगच्या पश्चिमेला ३५० किमी अंतरावर पोहोचली.

भारतामधील फाल्कनचे प्रवासाचे मार्ग आणि ह्या पूर्वी फाल्कन आढळलेल्या ठिकाणांच्या नोंदी मिळत्या जुळत्या आहेत.

एक वर्षानंतर नागा आणि वोखा नागालँडला परत आले. त्यांच्या आगमनाप्रीत्यर्थ एक छोटा समारंभ करण्यात आला.

मंगोलिया - नागालँड - आफ्रिका आणि परत मंगोलिया ह्या त्यांच्या

स्थलांतराच्या प्रवासाचा पूर्ण मार्ग पहिल्यांदाच ह्या अभ्यासामुळे शास्त्रज्ञांना समजला, ह्याआधी अर्धवट माहिती उपलब्ध होती.

नागा आणि वोखाच्या ह्या सुखरूप प्रवासाचा आनंद दोयांग परिसरातील नागरिकांनासुद्धा तितकाच झाला. अमूर फाल्कनची शिकार रोखण्यात त्यांचाच महत्त्वाचा वाटा आहे. ह्या संवर्धन कार्यक्रमात शालेय मुलांना मोठ्या प्रमाणावर सहभागी करून घेतल्यामुळेच हे यश मिळाले, असे ह्या प्रकल्पावर काम करणाऱ्यांचे म्हणणे आहे.

पूर्वीचे शिकारी आता संवर्धन प्रकल्पात प्रशिक्षक म्हणून काम करतात. पर्यावरणाला कमीत कमी धोका पोचेल, अशा प्रकारे पर्यटकांसाठी ह्या भागात स्थानिक लोक राहण्याची सोय करतात. अभ्यासकांसाठी निरीक्षण मनोरेसुद्धा उभे करण्यात आले आहेत. अमूर फाल्कन संवर्धनाच्या ह्या प्रकल्पामुळे दोयांग आता जागतिक नकाशावर आले आहे.

स्थलांतराच्या मौसमात, दोयांगचे आकाश आता पुन्हा एकदा अमूरच्या थव्यांनी भरून जाते आहे.

■ ■

संदर्भ : <http://www.conservationindia.org/articles/tracking-the-incredible-journey-of-the-amur-falcon>

लेखक : आर. सुरेशकुमार

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे - फडके

सॉफ्टवेअर इंजिनियर, भाषांतराची आवड



# संशोधनाची एवस्पायरी डेट

लेखक : सुशील जोशी • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

आज जी गोष्ट तुम्ही सत्य मानत असाल ती गोष्ट चुकीची आहे असं कुणी उद्या सांगितलं तर तुम्हाला काय वाटेल? तुम्हाला जरी काहीही वाटले तरी विज्ञानातील माहिती सतत बदलत असते हेच वास्तव आहे. नवनव्या शोधांमुळे जुनी माहिती चुकीची ठरते किंवा निरर्थक होते. उदाहरणार्थ १९५६ च्या आधी शालेय विज्ञानात 'मानवी पेशीत ४८ गुणसूत्रे असतात' असेच शिकवले असेल पण १९५६ मध्ये गुणसूत्रांची संख्या ४६च असल्याचे सिद्ध झाले. आता ते कोणत्या प्रयोगाने सिद्ध झाले त्याबद्दल आपण इथे पाहणार नाही. पण गुणसूत्रे ४६ असतात हे मात्र तेव्हापासून सत्य मानलं गेलं.

गुणसूत्रे आनुवंशिक माहितीची वाहक असतात. ही सर्व माहिती डीएनए नावाच्या रसायनात सामाविष्ट असते. गंमतीची गोष्ट अशी की या डीएनएच्या आण्विक संरचनेचा

उलगाडा १९५३ मध्येच झाला होता. म्हणजे डीएनएची रचना दुहेरी पिळासारख्या आकारात असते हे माहिती झालं होतं पण गुणसूत्रांची संख्या मात्र पुढे तीन वर्षांनी माहिती झाली.

हार्वर्ड विद्यापीठाचे फेलो आणि एविंग मेरिअन काऊफमॅन फाऊंडेशनचे वरिष्ठ संशोधक सॅम्युअल आर्वेसमॅन यांच्या 'द हाफ लाइफ ऑफ फॅक्ट्स' या पुस्तकाचं प्रकाशन मध्यंतरी झालं. हा लेख त्याच पुस्तकातल्या माहितीवर आधारित आहे.

## नवी माहिती आणि पाठ्यपुस्तके

गुणसूत्रांच्या संख्येत बदल झाल्याचे नव्याने समजले याबद्दल शास्त्रज्ञांना अजिबात आश्चर्य वाटले नाही कारण विज्ञानाचे उद्दिष्ट सत्याच्या जास्तीत जास्त जवळ जाणे हेच असते. त्यामुळे त्यातली माहिती, व्याख्या बदलत



जाणं अपरिहार्य आहे हे शास्त्रज्ञांना माहितीच असतं. विज्ञान संशोधनातली नवी माहिती पाठ्यपुस्तकात समाविष्ट करताना खरी गडबड होते.

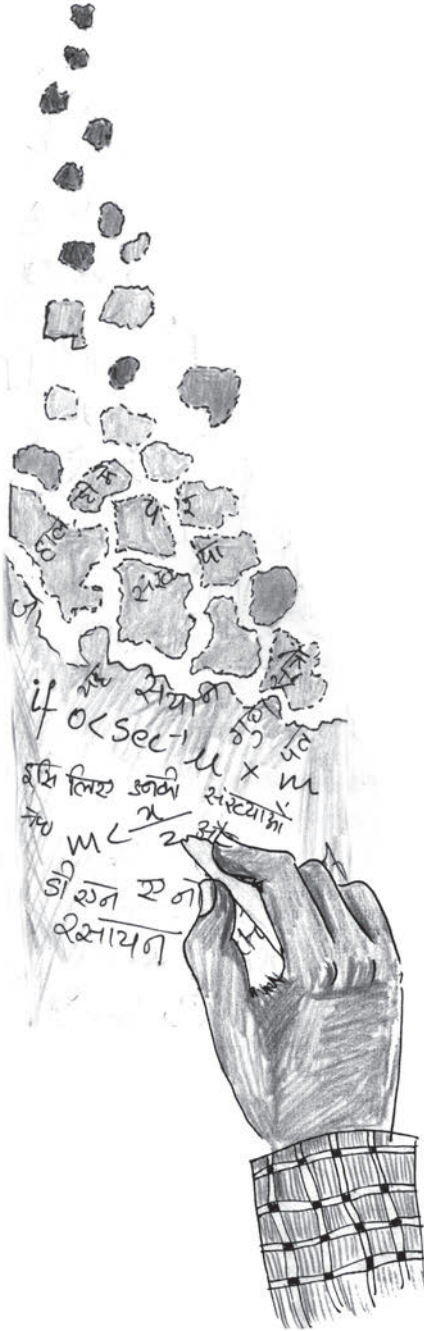
प्रस्थापित संशोधनाबद्दल विद्यार्थ्यांना सांगणं हे तर गरजेचं आहे पण पुस्तकातून वैज्ञानिक माहिती अशा रितीने सांगितली जाते की जणू काही हेच अंतिम सत्य आहे. दिलेल्या विज्ञान संकल्पनेत बदल होऊ शकतो, ती चुकीची ठरू शकते किंवा बदलू शकते याबद्दल मुलांना कल्पनाच दिलेली नसते. पाठ्यपुस्तकात माहिती ठासून भरण्यामागे एक उद्देश असा असतो की, विद्यार्थी अनभिज्ञ राहून मागे पडायला नकोत. विज्ञान जगतात रोज नवनवे संशोधन पुढे येत आहे. त्यामुळे आज पाठ्यपुस्तकात दिलेली माहिती काही वर्षात किंवा काही दिवसातच कालबाह्य होण्याची शक्यता असते. त्यामुळे विद्यार्थ्यांना नवनवी माहिती

जाणून घेण्यासाठी समर्थ बनवण्याचा प्रयत्न करायला हवा. आजची माहिती हेच अंतिम सत्य मानून पाठ करून घेणे चूक आहे.

### विज्ञान सत्यांचे वय

अलिकडेच झालेल्या एका अभ्यासात या बदलणाऱ्या संशोधनांचा एका संपूर्णपणे नव्या दृष्टिकोनातून विचार केला गेला. विज्ञानातील एखादी संकल्पना, सत्य किती दिवसात चुकीचं ठरतं किंवा जुनं होतं, याबाबत हा अभ्यास केला गेला. पॅरीस मधल्या पीटीए हॉस्पिटलमध्ये थिएरी पोयनार्ड आणि सहकाऱ्यांनी या अभ्यासात यकृताच्या दोन आजारांवर लक्ष केंद्रित केलं. सिरॉसिस आणि हिपॅटायटिस. त्यांनी गेल्या ५० वर्षात या विषयावर प्रकाशित जवळजवळ पाचशे अहवाल गोळा केले हे अहवाल त्यांनी एका तज्ज्ञांच्या समितीला तपासायला दिले. प्रत्येकानं त्या अहवालांचं वर्गीकरण करणं अपेक्षित होतं - त्या अहवालातील निष्कर्ष आता जुना झालाय, चूक ठरलाय की आजही योग्य आहे असं वर्गीकरण करायचं होतं.

या सर्व अभ्यासाचे अनुमान 'एनल्स ऑफ इंटरनल मेडिसीन' मध्ये प्रकाशित झालंय. कोणती तथ्ये किंवा निष्कर्ष एक दशक टिकून राहिले हे दाखवलंय. त्यातील एक लक्षणीय बाब म्हणजे जे निष्कर्ष आजही योग्य आहेत त्यांची संख्या हळूहळू कमी होत गेलेली दिसतेय. तक्त्याच्या साहाय्याने निष्कर्षांचे



अर्धआयुष्य त्यांनी मोजले. म्हणजे किती अवधीत अर्धे निष्कर्ष चुकीचे ठरतात हे त्यांनी पाहिलं. हा अवधी '४५ वर्षे' असा आला. म्हणजे सिरॉसिस आणि हिपॅटायटिसबाबतच्या वैद्यकीय माहितीपैकी अर्धी माहिती ४५ वर्षात जुनी होऊन जाते.

अजून एक गोष्ट म्हणजे जसजसं त्या विषयातील संशोधन वाढेल, त्याच्या ज्ञानात परिपक्वता येईल तसतसं अर्धआयुष्य बदलत जाईल. निष्कर्ष कदाचित जास्त काळ टिकून राहतील किंवा लवकर, नजीकच्या काळात बदलले जातील. यावरून हे लक्षात येईल की आज सत्य मानल्या गेलेल्या ज्ञानात घट होते हे नक्की.

या तक्त्यावरून कोणता निष्कर्ष कधी, किती काळात जुना झाला हे सांगता येत नाही पण संपूर्ण माहितीवरून काहीएक अनुमान लावता येते.

याच प्रकारचं संशोधन या आधी शस्त्रक्रियेबद्दल झालं होतं. लॅन्सेटमध्ये प्रकाशित झालेल्या या अभ्यासात ऑस्ट्रेलियातील दोन शल्यविशारदांनी हाच निष्कर्ष काढला होता की शस्त्रक्रियेबाबतची जवळजवळ अर्धी माहिती ४५ वर्षात चुकीची ठरते.

### संदर्भासाठी केलेला उल्लेख

विज्ञान क्षेत्रातील भूतकाळातल्या सगळ्याच निष्कर्षांचा तक्ता बनवून अभ्यास करणं तर

शक्यच नाही. त्यामुळे याचा एक वेगळा विचार केला गेला. जेव्हा एखादा शोधनिबंध प्रकाशित होतो तेव्हा त्याचा उल्लेख त्याच्या महत्त्वानुसार इतर शोधनिबंधातही केला जातो. असा उल्लेख जितक्या जास्त शोधनिबंधात येईल तितका त्याचा प्रभाव जास्त असं समजलं जातं. म्हणजेच इतरांनी संदर्भासाठी केलेला उल्लेख हे शोधनिबंधाचा प्रभाव मोजण्याचं एक साधन आहे.

एखाद्या शोधनिबंधाच्या निष्कर्षाबाबत उल्लेख होणं किती दिवसांत बंद होतंय, त्यावरही त्याची सत्यता पडताळता येते. उल्लेख न होण्याची विविध कारणे असू शकतात. एक तर त्या शोधाबद्दल कोणाला

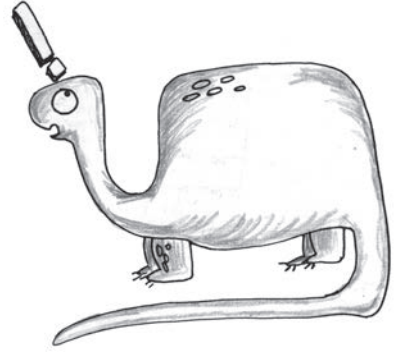
फारशी आवड नसेल किंवा नव्या संशोधनामुळे त्यातील मतांचे खंडन होऊन तो अर्थहीन झाला असेल किंवा तो इतका सर्वमान्य झाला असेल की त्याच्या वारंवार उल्लेखाची गरज वाटत नसेल.

उल्लेखांवर आधारित कितीतरी क्षेत्रातल्या निष्कर्षांचे अर्धेआयुष्य काढता येईल. उदाहरणार्थ फिजीकल रिव्ह्यू पत्रिकेत प्रकाशित झालेल्या सगळ्या शोधनिबंधांचा अभ्यास करता भौतिकशास्त्रीय निष्कर्षांचे अर्धेआयुष्य फक्त १० वर्ष आहे असे लक्षात आले. फिजीकल रिव्ह्यू हे एक महत्त्वाचे प्रकाशन आहे.

२००८ मध्ये सिमन्स कॉलेजच्या राँग

### काल्पनिक सत्य (तथ्य)

याबाबतीत आर्बेसमॅन यांनी डायनासॉरचं एक छान उदाहरण दिलंय. ते म्हणतात, लहानपणापासून डायनासॉरच्या बाबतीत जी काही माहिती ते खरी मानत होते ती वास्तविक चुकीची होती. ती म्हणजे - ब्रांटोसॉरस नावाचा एक लांब मानेचा आणि छोट्या डोक्याचा डायनासॉर आहे. नंतर कळलं की ते फक्त एक चित्र आहे. आणि त्याचं नाव अपेटॉसॉरस आहे. चित्रात दाखवलेलं छोटं डोकं ब्रांटोसॉरसचं आहे पण बाकी शरीर अपेटॉसॉरसचं आहे असं १९७८ मध्ये पुराजीवशास्त्रज्ञांनी शोधून काढलं. जैवविकासाच्या इतिहासात ब्रांटोसॉरस नामक प्राण्याचं कुठेही अस्तित्व नाही पण त्याचं काल्पनिक चित्र इतकं लोकप्रिय झालं की त्याची एक्सपायरी उलटूनही ते अजून जिवंत आहे.



टॅग यांनी प्रसिद्ध पुस्तकांचे परीक्षण केले. त्यांना भौतिक शास्त्रीय निष्कर्षांचे अर्धायू १३.७ वर्ष इतके आढळले. अर्थशास्त्र, गणित, मनोविज्ञान आणि इतिहास या विषयांपेक्षा हे अर्धे आयुष्य जास्त आहे.

एक लक्षात घ्या की हे सगळे आकडे सरासरी दर्शवतात. काही निष्कर्ष काही काळातच निरर्थक ठरतात तर काही खूप काळपर्यंत उपयुक्त राहतात. त्यामुळेच कोणते निष्कर्ष जास्तकाळ तग धरू शकतील हे जाणून घेण्याचा काहीतरी उपाय असायला हवा.

### रोज बदलणारे निष्कर्ष

रोजच्या जीवनात जगताना लोक ज्या धारणा घेऊन वावरतात, त्यांच्या बाबतीत ही गोष्ट महत्त्वाची ठरते. उदाहरणार्थ आहारासंबंधी माहिती - संतुलित आहार म्हणजे काय,

किती मीठ खाणं योग्य आहे, स्निग्ध पदार्थांचा आहारात समावेश किती असावा इ. पण गेल्या काही वर्षात अशा तऱ्हेच्या माहितीतही सातत्याने बदल होताना दिसतोय. आणि त्या आधारवर डॉक्टरांचा सल्लाही बदलतोय. वैद्यकीय शिक्षणात आता बऱ्याच ठिकाणी हे सांगितलंही जातंय की आज जे तुम्ही शिकताय त्यावर पुनर्विचार आणि संशोधन चालूच राहणार आहे. त्यामुळे तुम्हालाही सतत नवनव्या गोष्टी शिकायला हव्यात.

हिंदी संदर्भ अंक ९० मधून साभार



लेखक : सुनील जोशी, एकलव्य द्वारा स्रोत फिचर मध्ये कार्यरत. विज्ञान शिक्षण व लेखनात रुची.  
चित्र : वॉस्की जैन, सिंबायोसिस ग्राफिक अँड डिझाइन कॉलेज पुणे येथील विद्यार्थिनी, भोपाळ मध्ये राहते.  
अनुवाद : यशश्री पुणेकर

## संदर्भची नवी वेबसाईट

## पाहिलीत का?

[sandarbhsociety.org](http://sandarbhsociety.org)

आता यावर भरपूर अंक वाचायला उपलब्ध आहेत.  
तुम्ही तुमच्या आवडीच्या विषयानुरूप लेख शोधू शकता.

# उष्मगतिकीचा दुसरा नियम

भाग 9

लेखक : फ्रँक लँबर्ट • रूपांतर : नीलिमा सहस्रबुद्धे

या पृथ्वीतलावर ज्या घटना घडतात, त्या मुळातच का घडतात?

उदाहरणार्थ: कागद, कोळसा, झाडे, काही वायू वगैरे जळतात, वाळू आणि ड्राय आईस अगदी ऑक्सिजनमध्ये ठेवला, तरी पेटतसुद्धा नाही, लोखंडाला गंज चढतो, वादळामध्ये घरे ढासळतात, वस्तू मोडतात, वादळे होतात वगैरे...

यामागची कारणे जाणून घेण्यासाठी विज्ञानातले काही सोपे नियम समजावून घ्यायला हवेत.

आपल्या भोवती घडणाऱ्या असंख्य घटना का घडतात, हे समजावून घेण्यासाठी उष्मगतिकीचा दुसरा नियम समजावून घेणे आवश्यक आहे.

एकदम दुसरा नियम? पहिला पण असेल ना?

आहे ना. साधाच आहे तो. तुम्ही ऊर्जा निर्माण करू शकत नाही आणि नष्टही करू शकत नाही. मात्र एका प्रकारच्या ऊर्जेचं दुसऱ्या प्रकारात रूपांतर करू शकता. उदा. वीज वापरून पाणी उकळू शकता, वाफ

वापरून इंजिन चालवू शकता, पाण्याच्या जोराने टर्बाईन फिरवून वीजनिर्मिती करू शकता वगैरे.

पण दुसरा नियम साधा दिसला तरी त्यात बऱ्याचशा गुंतागुंतीच्या घटनांचे स्पष्टीकरण आहे. याने बऱ्याच विद्यार्थ्यांना घाम फोडलेला आहे हे त्यांना आठवेल.

आपल्याभोवती ज्या घटना घडतात, प्रक्रिया चालू असतात, त्यातल्या ऊर्जेच्या दिशेकडे लक्ष ठेवा. ती पहिली पायरी आहे. जेथे जास्त जमा झालेली असेल तिथून जिथे ती कमी असेल त्या दिशेकडे वाहण्याचा प्रयत्न करते. तत्क्षणी वाहू बघते. उदा. गरम तवा चुलीवरून काढला की गार होऊ लागतो. उष्णता आजूबाजूला वाहून जाते. कधीच उलट होत नाही. सर्वच प्रकारच्या ऊर्जा त्यांना काही अडथळे नसतील तेव्हा अशाच वागतात. वीज पडते तेव्हा किंवा वाहते तेव्हा हेच करते. जास्त दाबाकडून वारे कमी दाबाकडे वाहतात. टायरमधली हवा संधी मिळताच बाहेर पडते, गरम वस्तू थंड होतात, आवाज सर्वदूर पसरतो, पाणी किंवा दगड-



उतारावरून जातात, वेगाने पळणाऱ्या गोष्टी ऊर्जा देत देत हळूच थांबतात. संधी असेल तेव्हा तेव्हा ऊर्जा इतरत्र पसरते.

वेगवेगळ्या प्रकारच्या घटनांमागचे कारण एक असू शकते-ते कोणते ते हा नियम सांगतो. बॅटरी शॉर्ट झाली किंवा नाही झाली तरी उतरते. याचे कारण वेगळे काय सांगणार?

हे जग कसं चालतं ते समजावून घ्यायचं म्हणजे भोवती घडणाऱ्या बहुसंख्य घटनांच्या मागचे मोजकेच नियम शोधून काढायचे. अर्थात ते नियम तपासून मात्र बघता आले पाहिजेत.

उष्मगतिकीचा दुसरा नियम हे काम उत्तम करतो. उर्जा वाहण्याची दिशा हे त्या हिमनगाचे फक्त टोक आहे. आता तुम्हाला टायटॅनिक आठवले की काय? बरं थोडा

विचार करा, त्या बोटीच्या बाजूचा तो जाडजूड स्टीलचा पत्रा फाटून बोट बुडायला लागते, अगदी खरोखर आपल्या समोर बुडते आहे असे वाटले होते ना? उलट घडते आहे अशी कल्पना तरी करता येईल का? बोट पाण्यावर येते आहे, बाजूचा पत्रा जुळून येतो आहे, ती पाण्यावर तरंगू लागली आहे. .

काय हा मूर्खपणा... चित्रफीत उलट दिशेने फिरवली तरच असे दिसू शकेल. आपला अनुभव हेच सांगतो. आणि वैज्ञानिक नियम हे आपल्या सामान्य अनुभवाचेही स्पष्टीकरण देतच असतात.

आपल्या मनातली काळाची संकल्पना या उष्मगतिकीच्या दुसऱ्या नियमावर, म्हणजे अर्थातच आपल्या अनुभवावर, तर्कावर आधारलेली असते.

बुडणारी जहाजे आणि कोसळणारे

## मनोपनिषद



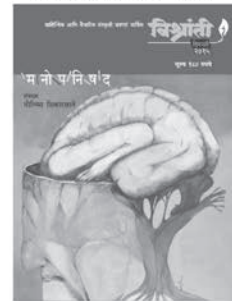
मानसिक आजाव हा आपल्याकडे आलेला आगंतुक पाहुणा. त्याचा योग्य आदर-सत्कार करून आपल्याला त्याची खोळखण करायची आहे. ह्या सत्कारात्मक विचारांच्या 'मनोपनिषद'चे कीप यदा दिवाळीत घनोघवी लाबायचे आहेत. यासाठी लेखन सहकार्य लाभले आहे, सुजला वाटये, डॉ. बानुदेख पवलीकर, डॉ. हिमानी कुलकर्णी, श्यामला खनावणे, डॉ. अनिल वर्तक, अंजली जोशी, चंद्रशेखर देशपांडे, गुरुदत्त कुंदापूरकर, शिवीषा साठे, हविश सदानि, मधू नेने, प्रकीप गोखले, वाजीब खाने, प्राची खर्वे, कादंबरी कुलकर्णी, सुषमा दाताव, नीलम ओसावाल इ.

८१४, शुक्रवार पेठ, गाडीखाना दवाखान्याजवळ, पुणे २.  
 प्रमणधनी : ९८९०९०८०९१  
 ई मेल - vishrantimagazine24@yahoo.com

## विश्रांती

साहित्यिक आणि वैचारिक संस्कृती वगणारे वार्षिक

दिवाळी विशेषांक २०१५



संपादक : नीलिमा शिंकारखाने  
 अतिथी संपादक : नीलिमा बापट

डोंगरकडे एका अर्थाने सारखेच असतात. त्यांच्याजवळची स्थितीऊर्जा ते जवळच्या पाण्याला / दगडामातीला देत जातात. त्यात थोडी यांत्रिक ऊर्जा असते, त्यामुळे पाण्याची / दगडामातीची जागा बदलते; थोडी ऊर्जा घर्षणामुळे उष्णतेत रूपांतरित होते.

एखाद्या व्हिडीओमध्ये तुम्हाला जर पाण्यातून उसळून दहा मीटर उंचीवर येणारा पाणबुड्या दिसला, तर तुम्हाला हसायला येईल आणि लगेच कळेल की ही फीत उलट फिरवली आहे. तुम्हाला अशी घटना घडली असे चुकूनही वाटणार नाही. तुम्ही तुमच्या अनुभवाशी सतत ताडून बघत असल्याने तसे फसवता येत नाही. ऊर्जा ही जास्त उंचीकडून कमी उंचीकडेच वाहते हे कळण्यासाठी नियम पाठ असण्याची काही गरज नसते. ऊर्जा आपली आपण संपृक्त होऊ शकत नाही, पण ती आपण होऊन पसरू मात्र शकते. त्यामुळे काळाची दिशा आपल्या मनात पक्की माहीत असते.

एक लक्षात घ्यायला हवे की गरम तव्यामधून उष्णता पसरायला ताबडतोब सुरुवात होते, किंवा ढोल बडवल्याक्षणी आवाज पसरू लागतो, त्यांना काहीच अडथळा नसतो. पण अशा कितीतरी घटना असतात, तिथे पसरण्याचा वेग अगदी कमी असतो. त्या वाटेत काही अडथळे असतात. एक पाहूया - समजा मी एखादा दगड हातात उचलून धरलेला आहे. त्याच्यात स्थितिऊर्जा

साठवलेली आहे. मग उष्मगतिकीच्या दुसऱ्या नियमानुसार तो खाली पडून ऊर्जेचे भोवतालात वितरण का होत नाही? कारण सरळ आहे - तो तसे करू शकत नाही म्हणून. मी ज्या क्षणी तो सोडून देईन त्या क्षणी तो पडणार आहे. ऊर्जा वाहू बघतेच आहे, ज्या क्षणी ती वाहू शकेल त्या क्षणी ती पसरू लागणार आहे. नियम मोडलेला नाही.

ऊर्जा वाहू बघते हे लक्षात ठेवायला हवे. वाहते असे म्हणणे अचूक ठरणार नाही.

आपल्या दुनियेत या नियमाला असणारे असंख्य अडथळे कार्यरत आहेत, गेली कोट्यवधी वर्षे ते तिथे आहेत. डोंगरकडे त्याच्या जागीच उभे आहेत, बाजूच्या अणुरेणूशी भौतिक किंवा रासायनिक बंधांनी बांधलेले आहेत. बाह्य ऊर्जा त्यांच्यापर्यंत पोचून हे बंध सैल करण्यासाठी अनेक वेळा त्या प्रक्रिया घडव्या लागतात. पावसाचे पाणी शिरणे, ते गोठणे, वितळणे, वादळे, भूकंप यांच्या जोराने काही बंध सुटे होतात, डोंगराला भेगा पडतात, सुटे झालेले दगड खाली पडू लागतात. त्यांना मधेच अडवणाऱ्या झाडा-टेकड्यांची कमी नसतेच. थोडक्यात असे अडथळे भरपूर असतात. आणि या अडथळ्यांमुळेच आपण जिवंत आहोत!

■ ■

<http://secondlaw.oxy.edu/two.html#time>  
वरून साभार

लेखक : फ्रँक लॅबर्ट, रूपांतर : नीलिमा सहस्त्रबुद्धे





# तिखट मिरची

लेखक : आ. दि. कर्वे

वांगे, बटाटा, टोमॅटो आणि मिरची या सर्व वनस्पती एकाच कुळातल्या. त्यांपैकी वांगे ही वनस्पती भारतातली, तर इतर तीन वनस्पतींचे मूळ अमेरिका खंडातले. सोळाव्या आणि सतराव्या शतकात युरोपियनांनी या तीन वनस्पती भारतात आणल्या, पण आज त्या आपल्या आहाराचा एक अविभाज्य भागच बनल्या आहेत. भारतात मिरची येण्यापूर्वी तिखट चवीसाठी खाद्यपदार्थांमध्ये आले, लसूण, लवंग, मिरे, ओवा, मोहरी वगैरे पदार्थ वापरले जात, पण मिरचीइतका तिखटपणा यांपैकी कोणत्याच पदार्थात नसल्याने मिरचीने या सर्वांना मागे टाकले आहे.

मिरचीच्या कॅप्सिकम या शास्त्रीय नावावरून मिरचीमधील तिखट तत्त्वाला कॅप्सायसिन असे नाव देण्यात आले. मिरचीच्या फळामध्ये ज्या बिया चिकटलेल्या असतात त्यात कॅप्सायसिन हे रसायन प्रामुख्याने आढळते. आपण आपल्या

आहारात मिरचीचे संपूर्ण फळ वापरत असल्याने, आणि कॅप्सायसिन हा पदार्थ मात्र मुख्यतः बियांशी निगडित अशा असल्याने मिरचीच्या फळाचा आकार जेवढा मोठा तेवढा तिचा तिखटपणा कमी असतो. त्यामुळे ढोबळी मिरची कमी तिखट तर लवंगी मिरची अधिक तिखट असते. मिरचीची भुकटी नाकाडोळ्यात किंवा घशात गेली की आपली काय अवस्था होते हे प्रत्येकाने कधी ना कधी अनुभवलेले असणारच. मिरचीच्या याच गुणधर्माचा फायदा घेऊन लूटमार करणारे चोर मिरचीची भुकटी लोकांच्या चेहऱ्यावर टाकून त्यांना हतबल करतात आणि अशा अवस्थेत त्यांच्याकडील पैसे किंवा अंगावरील दागिने लुटतात, हे तर सर्वज्ञात आहेच, पण जगातली पोलीसदलेसुद्धा दंगेखोर जमावांना पांगविण्यासाठी हल्ली कॅप्सायसिनच्या फवाऱ्यांचा वापर करू लागली आहेत. काश्मीरमध्ये एका गुहेत लपलेल्या अतिरेक्याला जिवंत पकडण्यासाठी आपल्या

सैनिकांनी याच कॅप्सायसिनच्या फवाऱ्यांचा उपयोग केला होता अशी वार्ताही नुकतीच प्रसिद्ध झाली होती. स्त्रियांना आपल्या संरक्षणासाठी सेंटच्या स्प्रेसारखी दिसणारी आणि पर्समध्ये ठेवता येईल अशी कॅप्सायसिनच्या फवाऱ्याची कुपीसुद्धा आता निघाली आहे.

आपले अन्न मसालेदार असेल तर ते रुचकर तर लागतेच पण या मसालेदार पदार्थांमध्ये असणाऱ्या तिखटपणामुळे जिभेची व तोंडाच्या अंतस्त्वचेची किंचित जळजळ होते. असे पदार्थ खाताना तोंडात लाळ सुटते व तिच्यामुळे अन्नाचा घास गिळणे सोपे जाते. गोडी, खारटपणा, कटुता किंवा आंबटपणा या चर्वींसाठी आपल्या जिभेवर विशिष्ट असे संवेदनशील भाग असतात, पण तशी खास संवेदनशील केंद्रे तिखटपणासाठी नसतात, गोड, खारट किंवा कडू पदार्थ जर जिभेऐवजी शरीराच्या अन्य कोणत्याही भागावर पडले तर त्यांची चव आपणांस समजणार नाही. पण तिखट पदार्थांमुळे आपल्या त्वचेतील मज्जासंस्थेतले वेदनासंवेदक जागृत केले जातात आणि त्यांद्वारे मेंदूला वेदनेचा संदेश मिळतो, आणि त्यामुळे तिखट पदार्थ शरीराच्या कोणत्याही नाजूक भागाला लागला तरी तिथे भाजल्यासारख्या वेदना निर्माण होतात, त्यामुळे अन्न फार तिखट असल्यास ते खाणे हे सर्वसामान्य व्यक्तींना अवघडच जाते. खाताना तोंडाची आग होणे,

नाकाडोळ्यातून पाणी येणे, घाम फुटणे, प्रत्येक घास पाण्याच्या घोटाबरोबर गिळला तरीही पुढे पोटात आग पडणे आणि दुसऱ्या दिवशी मलविसर्जनाचे वेळी गुदद्वाराचा दाह होणे, हा अनुभव प्रत्येकाने केव्हा ना केव्हा घेतलेला असणारच. त्यामुळे प्रश्न असा पडतो की लोक इतके तिखट अन्न का खातात?

मिरची ही वनस्पती मुख्यतः उष्ण कटिबंधात वाढत असल्याने तिचा वापरही प्रामुख्याने उष्ण कटिबंधातच केला जातो. त्यामुळे आहारात मिरची वापरण्याचे एक कारण असे दिले जाते की उष्ण हवामानात घामावाटे शरीरातले मीठ (क्लोराइड) निघून जाते. मीठ कमी झाल्याने शरीरातले क्लोरीनचे प्रमाण कमी होते. जठरातील हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे प्रमाणही कमी होते. यामुळे पचनशक्ती तर कमी होतेच, पण हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे प्रमाण कमी झाल्याने अन्नाबरोबर पोटात जाणाऱ्या रोगजंतूंचा जो नायनाट व्हावयास हवा तोही योग्य प्रकारे होत नाही. पण तिखट खाल्ल्याने जठराच्या अंतस्त्वचेचा दाह होऊन जठराला होणारा रक्तपुरवठा वाढतो, रक्ताबरोबरच मिठाचा पुरवठाही वाढला जातो. जठरातील हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे प्रमाण वाढते आणि त्यामुळे अन्नपचन सुधारते.

सर्वसाधारणतः समाजातल्या सुस्थितीतल्या लोकांपेक्षा गरीब लोकच अधिक प्रमाणात तिखट अन्न खातात. या

वास्तवाचा आधार घेऊन मिरचीचा वापर अन्नात केला जाण्याचे आणखी एक अगदी व्यावहारिक स्वरूपाचे कारणही पुढे केले जाते. ते असे की भाकरी, चपाती किंवा भात यांच्याबरोबर तोंडीलावणे म्हणून भाज्या, कोशिंबिरी, कडधान्ये किंवा वरण खाणे गरिबांना परवडत नाही, त्यामुळे त्यांच्याबरोबर खायला अशा महाग पदार्थांचे तोंडीलावणे चांगले तिखटजाळ केल्यास ते कमी केले तरी पुरवठ्यास पडते. मासे आणि मांस हे तर भाज्यांपेक्षाही महाग असल्याने त्यांचे कालवण तर मुद्दाम ज्यादा तिखट केले जाते.

परंतु गरिबीशी संबंधित असणारे आणखी एक तिसरेही कारण आता नव्या संशोधनाद्वारे पुढे आले आहे. मेंदूवरील संशोधनात असे आढळून आले आहे की कोणत्याही प्रकारचे शारीरिक कष्ट, क्लेश, किंवा वेदना झाल्यास मेंदूमध्ये एंडॉर्फिन नामक वेदनाशामक पदार्थ तयार होतात. रासायनिकदृष्ट्या ते अफूमधील मॉर्फिनशी साम्य दाखवतात आणि मेंदूच्या ज्या भागावर मॉर्फिनचा अंमल दिसून येतो त्याच भागावर एंडॉर्फिनचाही परिणाम होतो. त्यामुळे ज्याप्रमाणे अफू खाल्ल्यावर वेदनांची जाणीव कमी होते त्याचप्रमाणे एंडॉर्फिनमुळेही वेदनांची जाणीव कमी होऊन जीवन अधिक सुसह्य वाटू लागते. अंगमेहनत, उपासमार, उन्हाचे आणि गरिबीचे चटके असे अनेक प्रकारचे क्लेश गरिबांना सहन करावे लागतात. ते

सहन करण्याची ताकद त्यांना मिरची देते, कारण मिरचीमुळे होणाऱ्या वेदनांमुळे ती खाणाऱ्यांच्या मेंदूमध्ये एंडॉर्फिन निर्माण केले जाते व त्यांची सहनशीलता वाढते.

मिरचीच्या बाबतीतली एक कायद्याची त्रुटीही प्रस्तुत लेखकाच्या लक्षात आली आहे. बाजारात विकल्या जाणाऱ्यां सर्व खाद्यपदार्थांचे गुणधर्म काय असावेत याबद्दल आपल्या देशात कायदे आहेत आणि विक्रेत्यांकडून त्यांचे पालन केले जाते की नाही हे पाहण्यासाठी अन्न आणि औषध प्रशासन नामक एक व्यवस्थाही शासनाने निर्माण केलेली आहे. हल्लीच्या काळात गृहिणींमध्ये मिरचीची तयार भुकटी विकत घेण्याचे वाढते प्रमाण दिसून येते आणि ही गरज पूर्ण करण्यासाठी विविध कंपन्या हा माल पॅकबंद स्वरूपात बाजारात आणतात. आपण मिरचीची भुकटी तिच्या तिखटपणासाठी घेतो. मिरचीचा तिखटपणा तिच्यातील कॅप्सायसिनच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो पण आपण खरेदी करित असलेल्या मिरची-पुडीवर तिच्यातल्या कॅप्सायसिनचे प्रमाण किती हे कधीच छापलेले दिसत नाही. खरे म्हणजे हे प्रमाण कायद्याने ठरविले गेले पाहिजे आणि ते पॅकिंगवर छापणे हेही कायद्याने बंधनकारक केले पाहिजे. ■■

लेखक : आ. दि. कर्वे,  
ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ, शेती तज्ञ, अप्रोप्रिएट रुरल टेक्नोलॉजी



# अंकपाश

लेखक : किरण बर्वे

भास्कराचार्यांनी त्यांच्या लीलावती आणि बीजगणित ह्या पुस्तकातील वेगवेगळ्या प्रकारची गणिते मुलांनी समजावून घेतली होती, तरीही किंवा त्या मुळेच कदाचित असे अधिक गणिती प्रकार शिकायची त्यांची भूक वाढली.

आज ते काकांकडे आले आणि म्हणाले, 'आम्ही आमच्या एका १० वी पास मित्राला आपण काय काय भास्कराचार्यांचे शिकलो असं सांगितलं तर तो म्हणाला अरे आजच्या चांगल्या शाळांतही अशी उदाहरणे शिकवली जातात निदान जास्तीची म्हणून दिली जातात. आम्हाला काही तरी भन्नाट वेगळे सांगा'. नेहाने पुस्ती जोडली 'आणि त्यात आकडेमोड कमी हवी'. काका हसले. एवढ्यात शेखर दादाही आलाच होता. शेखर दादा मिशकीलपणे म्हणाला 'अहो काका ही भास्कर पोतडी ह्या मुलांच्या दप्तरामधील विविध गोष्टींपेक्षा कितीतरी पटीने अधिक गमतीजमती साठवून आहे, मुले दमतील पण पोतडी भरलेलीच राहिल'.

'अतुल शेठ आज तुम्ही शाळेतून घरी कुठल्या रस्त्याने आलात?'

'आज मी रेमंड वरून आलो'

'आणि तू सुहृद? तुझी आणि अतुलची शाळा तीच. नेहाची पण. मग तुम्हीसुद्धा तसेच आला असाल ना?'

सुहृद म्हणाला 'छे ! आम्ही रेमंडच्या आधीच वळून मधल्या रस्त्याने आलो. (धावत)'

नेहाने सांगितले, 'मी जरा स्नेहाला सोडून आले पण अंतर तेवढेच पडते बरे.' 'ठीक. ठीक. तर तुमच्या शाळेपासून आपल्या सोसायटीला यायला तीन रस्ते आहेत. समजा मी सुहृदला विचारले 'आज शाळेत जायला तू रस्ता निवड' तर तो किती वेगवेगळे रस्ते निवडू शकतो?'

'तीन.'

'आता बघा मी काल साताऱ्याला जाऊन आलो. मला एक तर एसटीने जाता आले असते किंवा विना वाहक विना थांबा गाडीने जाता आले असते, एक मित्र मोटार सायकलने नेईन म्हणाला होता, तर

संयोजकांनी 'फोन केलात तर गाडीची व्यवस्था करू' सांगितले होते. मी जरा बुचकळ्यातच पडलो, एकंदर किती पद्धतीतून मला एक पद्धत निवडायची होती?'

'चार' तिघेही एकदम.

'बरोबर.'

'मोटरसायकलने नाही न गेलास?'

काकुंनी विचारले.

'नाही', दादाने तोंड फिरवत उत्तर दिले

'नाही म्हणजे थोडेसेच गेलो'

'मग परत कसा आलास?' मित्रांची चौकशी.

'अरे बापरे' दादा म्हणाला,

'प्रश्न तर बरोबरच आहे. परत कसा आलास? विना वाहक, विना थांबा.' लगेचच दादा तिघांकडे वळून म्हणाला 'तरी बरे का आलास विचारले नाहीत ! भोचकच तुम्ही' सगळे हसले. अर्थात सर्वांना माहीतच आहे की ह्या भोचकपणामुळे म्हणजे उतावीळ कुतूहलामुळेच त्यांच्याशी गप्पा मारायला काका आणि दादा उत्सुक असतात. 'पण मी परत कसा आलो ह्या प्रश्नापेक्षाही 'मला परत यायला पर्याय किती होते' तर परत एकदा - चार हे अधिक महत्त्वाचे.' दादाने गाडी पुढे सरकवली.

सुहृद म्हणाला 'मी ज्या मार्गाने गेलो त्यांनी कधीच परत आलो नसतो. detective असे कधीच करत नाहीत.'

'हो पण असे काहीच ठरवले नाही तर

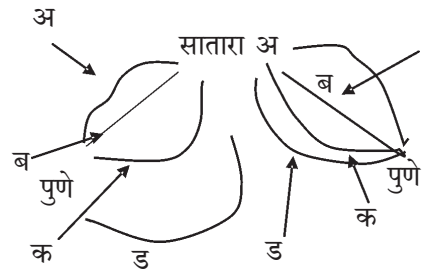
मग जायला चार आणि यायला चार मार्ग आहेत खरे की नाही? त्यांना आपण अ, ब, क, ड अशी नावे देऊ. आणि जातानाचा मार्ग आणि येतानाचा मार्ग अशा जोड्या लावू.

अ अ	अ ब	अ क	अ ड
ब अ	ब ब	ब क	ब ड
क अ	क ब	क क	क ड
ड अ	ड ब	ड क	ड ड

एकंदर पर्याय झाले  $१६ = ४ \times ४$ .

जायच्या प्रत्येक मार्गाला परत यायला चार पद्धती. कोणतीही घेता येईल. जायचे पर्याय चार, त्या प्रत्येक पर्यायासाठी चार पद्धती, एकूण पर्याय झाले १६. समजा येताना संयोजकांच्या गाडी शिवाय अजून एका नातेवाईकांची गाडीसुद्धा येऊ शकली असती तर जायचे पर्याय चार तर यायचे पाच. जाणे आणि येणे मिळूनसाठी एकूण पर्याय  $४ \times ५ = २०$ .

हेच आपण आकृती काढून बघू सोपे जाईल.





हाकि अभिच्छा



## कुंभार सुधीर दिनकर

ऋतुगंध

समता नगर, स.नं. २३/२/४, आंबेगाव बु.

पुणे - ४११ ०४६



निर्मळ

## रानवारा

रानवारा महिन्यातून एकदा मुलांना भेटायला येतो. मुलं फक्त उद्याची नागरिक नाहीत, आजचं मूल म्हणून आनंदानं जगण्याचा त्यांना हक्क आहे. मुलांचं मनोरंजन करावं, त्यांना खूप खूप माहिती द्यावी, भरपूर आनंद द्यावा - यासाठी रानवारा आहे.

अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/-

द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-

वंचित विकास संचलित - रानवारा

४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.

फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

म्हणजे  $4 \times 4$  कसे आले ते स्पष्ट झाले. आता समजा माझ्याकडे फराळाला पाहुणे येणार आहेत. तीन ताटे, तीन वाट्या आणि तीन पेल्यांचा संच हवा आहे. आमच्याकडे 4 प्रकारची ताटे, पाच वेगवेगळ्या आकारांच्या वाट्या आहेत आणि पेल्लेसुद्धा 5 पद्धतीचे आहेत. समजा, कुठल्याही ताटावर, कोणतीही वाटी आणि कोणतेही भांडे चालेल तर एकंदर किती वेगवेगळ्या पद्धतीने हा संच जमवता येईल. प्रत्येक ताटासाठी, कोणतीही वाटी. ताटे 4 आणि वाट्या 5 म्हणजे ताटे आणि वाट्यांचे एकंदर संच  $20$  होतील.  $4 \times 4 = 20$ . बरोबर. मग ह्या प्रत्येक संचाबरोबर पाच वेगवेगळ्या प्रकारचे पेल्ले ठेवता येतील खरे ना? म्हणजे एकूण  $20 \times 5 = 100$ . गोष्ट किती साधी पण प्रकार, पर्याय किती विविध!

भास्कराचार्यांनी अशा प्रकारचे वेगवेगळे प्रश्न लीलावतीत विचारले आहेत. त्यातला एक वेगळा प्रश्न असा आहे,

विष्णूला 4 हात आहेत. गदा, चक्र, कमळ आणि शंख ही 4 आयुधे विष्णूने हातात एक एक करून धारण केली, अर्थात आलटून पालटून निरनिराळ्या हातात, तर मूर्तीचे किती वेगवेगळे प्रकार होतील?

हाच प्रश्न शंकराच्या मूर्तीबद्दल विचारला तर अधिकच मनोरंजक होतो. पाश, अंकुश, सर्प, डमरू, कपाल, शूल, खट्वांग शक्ती, धनुष्य आणि बाण ही 10 आयुधे

पंचानन, पाच मुखे असलेल्या शंकराने आपल्या निरनिराळ्या हातात घेतली तर, सर्व प्रकारांनी विविध शिवाच्या मूर्ती किती?

काही वस्तूंच्या वेगवेगळ्या पद्धतीने केलेल्या मांडण्यांची, रचनांची संख्या काढणे हे अंकपाश (सध्याचे Combinatorics) ह्या गणितातील शाखेचे काम आहे असे ढोबळ मानाने म्हणता येईल. त्यातले हे सुरुवातीचे प्रश्न आहेत, भास्कराचार्य अशा प्रश्नाच्या पुढे गेले होते तरीही हे सुद्धा आपल्याला नवीन आणि छान वाटेल. परत एकदा वर वर्णन केलेली पद्धत थोडी वेगळ्या स्वरूपात समजावून घेऊ आणि ह्या प्रश्नांना भिडू.

समजा तीन खुर्च्या मांडल्या आहेत आणि त्यांच्यावर विवेक, सायली आणि स्नेहा बसणार आहेत. मग त्यांचा फोटो काढायचा आहे. विवेकने सगळ्यात डावीकडेची खुर्ची घेतली तर उरलेल्या खुर्च्यांवर सायली आणि स्नेहा आलटून पालटून बसू शकतील म्हणजे सगळ्यात डावीकडे जर विवेक असेल तर 2 प्रकाराने रचना होईल. तसेच सायली सगळ्यात डावीकडे बसली तर 2 आणि स्नेहा तिथे बसली तर अजून 2 अशा एकूण 6 रचना होतील. हेच अधिक स्पष्ट करून सांगितले तर व्यक्ती आणि खुर्च्यांची संख्या वाढली तरी एकूण रचनांची संख्या काढणे सोपे होऊ शकेल. डावीकडून पहिल्या खुर्चीवर विवेक, सायली, स्नेहा ह्यातील कोणीही बसू शकेल.

म्हणजे पहिल्या खुर्चीवर एकूण तीन पद्धतीनी बसता येते. जो कोणी बसला असेल तो सोडून उरलेल्या दोघांपैकी कोणीही बसू शकेल म्हणजे मधल्या खुर्चीवर दोन पद्धतीने बसू शकतील शेवटच्या खुर्चीसाठी एकच पर्याय असेल. पहिल्या खुर्चीच्या प्रत्येक शक्यते साठी पुढील खुर्चीचे दोन शक्यता म्हणून एकंदरीत ६ शक्यता. पहिल्या खुर्चीच्या शक्यता गुणिले दुसऱ्या खुर्चीसाठी असलेल्या शक्यता गुणिले तिसऱ्या खुर्चीसाठी असणारी एकच शक्यता अशा एकूण ६ शक्यता आपण काढल्या. समजा चार जण आणि चार खुर्च्या असतील तर पहिल्या खुर्चीसाठी ४ शक्यता, दुसऱ्या खुर्चीसाठी ३, तिसऱ्या खुर्चीसाठी २ आणि अखेर १ अशा शक्यता आहेत. पहिल्या खुर्चीसाठीच्या प्रत्येक शक्यतेसाठी २, ३, ४ जागांवरील सर्व योग्य रचना होऊ शकतात म्हणून पहिल्या जागेच्या शक्यता गुणिले तीन जागा आणि तीन व्यक्तींसाठी असणाऱ्या शक्यता अशा ह्या एकूण शक्यता होतात. म्हणजेच एकूण शक्यता = पहिल्या खुर्चीच्या ४ गुणिले दुसऱ्याच्या ३ गुणिले तिसऱ्याच्या २ आणि शेवटच्या खुर्चीसाठी १ च शक्यता =  $४ \times ३ \times २ \times १ = २४$ . जागा आणि शक्यतांची सारणी दिली आहे.

$$\text{एकूण शक्यता} = ४ \times ३ \times २ \times १ = २४.$$

४	३	२	१
---	---	---	---

हे लक्षात आलेच असेल की विष्णूच्या चार हातातील चार आयुधांसाठी हे गणित तंतोतंत लागू आहे. जागा म्हणजे हात आणि वरील उदाहरणातील व्यक्ती म्हणजे आयुधे. उत्तर विष्णूच्या एकंदरीत २४ प्रकारच्या मूर्ती शक्य आहेत.

शंकराच्या मूर्तीविषयी कोड्यात १० हात म्हणजे १० जागा आणि १० आयुधे १० व्यक्ती किंवा वस्तू तर

१०	९	८	७	६
५	४	३	२	१

प्रत्येक जागेच्या शक्यता मांडल्या आहेत त्यांच्या गुणाकाराने एकंदर शक्यता मिळतील =  $३६२८८००$

अरे, बाप रे.!

$$१० \times ९ \times ८ \times ७ \times ६ \times ५ \times ४ \times ३ \times २ \times १ = १०! (\text{दहा फॅक्टोरियल})$$

१० पासून एकाने संख्या कमी करत नेत त्यांच्या अगोदर आलेल्या गुणाकाराशी गुणत १०, ९, ८, .... ते १ पर्यंत जायचे. आलेल्या गुणाकाराला १०! (दहा फॅक्टोरियल) संबोधतात. इथे ! (फॅक्टोरियल) एक गणिती चिन्ह आहे. १०! ही एक फार मोठी संख्या आहे. जमली तर काढा नाहीतर ! ह्या चिन्हाने लिहिली तरी चालेल. आणि  $n \times (n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times \dots \times ३ \times २ \times १ = n!$  असे सुटसुटीत

लिहितात. अर्थात न जागा आणि न वस्तूंच्या सर्व रचनांच्या शक्यता (न!)

अतुल म्हणाला, 'ताट, वाटी, भांड्यांनंतर काही तरी बरे येईल असे वाटले होते.' काकू आत गेल्या.

काकांनी अभिमानाने सांगितले 'भास्कराचार्य फार कनवाळू शिक्षक होते. त्यांनी त्या वेळच्या पदार्थांचे पर्याय सांगत न्याहारी किती पद्धतीने करता येईल असेही गणित विचारले होते. तुम्हाला समजावे म्हणून ब्रेकफास्टला एक तर सॅडविच, पोहे किंवा उप्पीट आणि त्यासोबत खोबरे कोथिंबीर चटणी किंवा डाळ्याची दह्यातील चटणी, पुदिन्याची चटणी किंवा हो सॉस असे आणि शेवटी चहा / कॉफी / दूध किंवा सरबत असे मिळू शकले, तर किती प्रकारची न्याहारी मिळेल?'  $३ \times ४ \times ४ = ४८$ . थोड्या पदार्थात जर ढोकळा व कोथिंबीर वडी, खरं म्हणजे बाकरवडी सुद्धा चालेल की! आता वैविध्य वाढले. पर्यायांची संख्या  $४८ \times ३ = १४४$ . 'एक गंमत करून बघा - असेच आपल्या घरी जेवायला कधीना कधी केलेल्या भाजीच्या, आमटीच्या, रस भाजीच्या, मटणाच्या, माशांच्या, पोळी/ भाकरी, पुरी इ., भाताचे प्रकार, चटणी, लोणची, कोशिंबीर आणि गोड पदार्थ असे

केलेत न तर किमान हो किमान ही संख्या  $२५$  (भाज्या)  $\times ३०$  (आमट्या)  $\times ३०$  (रस भाज्या)  $\times १० \times १० \times ३५ \times ३० \times १५ \times १५ \times १५ \times २०$  इतके प्रकार होतील. नीट विचार केला तर हे  $१०^{१४}$  इतके जेवणाचे प्रकार जेवणाच्या ताटात होतील. रोज रोज तेच का असे आता म्हणता येईल का? हे वैविध्य, तऱ्हा, वळणे, प्रथा ह्यांनीच तर संस्कृती बनत असते. होय की नाही.'

अजून एक विचार करू या. समजा नजीकच्या भविष्यात सर्व  $१००$  कोटी भारतीयांना रोज ४ वेळा जेवण, हो पूर्ण जेवण मिळाले (तो सोन्याचा दिन येवो), आणि कोणाचेही जेवणाचे ताट दुसऱ्यासारखे नाही तर, एकदाही दुसऱ्या कोणीही आधी जेवलेले नाही तर,  $१००,००,००,०००$  ( $१००$  कोटी)  $\times ४ \times ३६५$ . वर्षात अशी  $१०^{१४}$  ताटे लागतील, आणि आपला किमान आकडा आहे  $१०^{१४}$ . मित्रांनो  $१०००$  वर्षात कोणालाही एक ताट दुसऱ्या कोणीही एकदा सुद्धा जेवलेल्या ताटासारखे येणार नाही. तर हे असे आहे, सोप्या सोप्या परिस्थितीत असे तर...!

आपण आपले भास्कराचार्यांनी सुचविलेल्या वाटेवरून जाऊ मग हे सर्व सोपेच होऊन जाईल !



लेखक : किरण बर्वे, गणित शिकवण्याची आवड,  
मो. ९४२३०१२०३४



# टेसू राजा बीच बाजार

लेखक : रवी कांत • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

शाळेत मुलं जोरजोरात कविता म्हणतात. सगळ्या त्यांना अगदी तोंडपाठ असतात. त्यावरून कविता शिकवणं सोपं आहे असं जर तुम्हाला वाटत असेल तर जरा विचार करायला हवा. कविता शिकवणं म्हणजे मुलांनी ती पोपटासारखी घडाघडा म्हणून दाखवणं, मुलांना अर्थ वगैरे सांगण्याची गरज नसतेच, त्यांना तो पुढे आपोआपच कळतो असं वाटत असेल तर खरंच कविता शिकवणं सोपं आहे. भले मुलांसाठी कविता पाठ करणं कितीही कंटाळवाणं असलं तरीही! पण तुम्हाला जर असं वाटत असेल की कोणतीही कविता किंवा धडा मुलांना समजेल अशा भाषेत शिकवला जावा, त्यांना त्याचा अर्थ कळावा, ती कविता ऐकून त्यांच्या मनात चित्र तयार व्हावं, त्यांच्या कल्पनेला पंख फुटून त्यांनी सुचलेल्या गोष्टींबद्दल बोलावं, कवितेतल्या भाषेचा आनंद घ्यावा, शब्दांशी खेळावं इतकं च नाही तर अभ्यासाच्या एखाद्या क्षेत्राची तोंडओळख

करून घ्यावी तर मात्र टेसू राजा बीच बाजार ही कविता शिकवणं सोपं नाही. कोणत्याही विचारी शिक्षकाच्या समोर ही कविता अनेक आव्हानं उभी करते.

## अर्थ समजावणे

या कवितेतलं पहिलं आव्हान आहे अर्थ समजण्याचं. यात गणितातली गणना आहे आणि शाब्दिक खेळही आहे. ही कविता सिद्ध करते की, ज्ञानाच्या सर्व प्रकारांचे मूळ हे भाषेतच आहे. इथे शाब्दिक खेळात गणिती संकल्पनेची मोडतोड केलेली नाही, तर त्याची वैशिष्ट्ये आणि मर्यादा दाखवली आहे. वस्तू न मोजण्याची हजार कारणं देता देताच, न मोजताही कसं मोजता येईल असे उपाय सुचवणं ही यातली मूळ संकल्पना आहे. यातली गंमत अशी की एक गोष्ट मोजावी लागू नये म्हणून दुसऱ्या वस्तूच्या संख्येशी त्याची तुलना केली आहे. पूर्ण कवितेत मोजणं कसं टाळता येईल याची कारण शोधण्याचे

## 11. टेसू राजा बीच बाज़ार

टेसू राजा बीच बाज़ार,  
खड़े हुए ले रहे अनार।

इस अनार में कितने दाने?  
जितने हों कंबल में खाने।

कितने हैं कंबल में खाने?  
भेड़ भला क्यूँ लगी बताने!

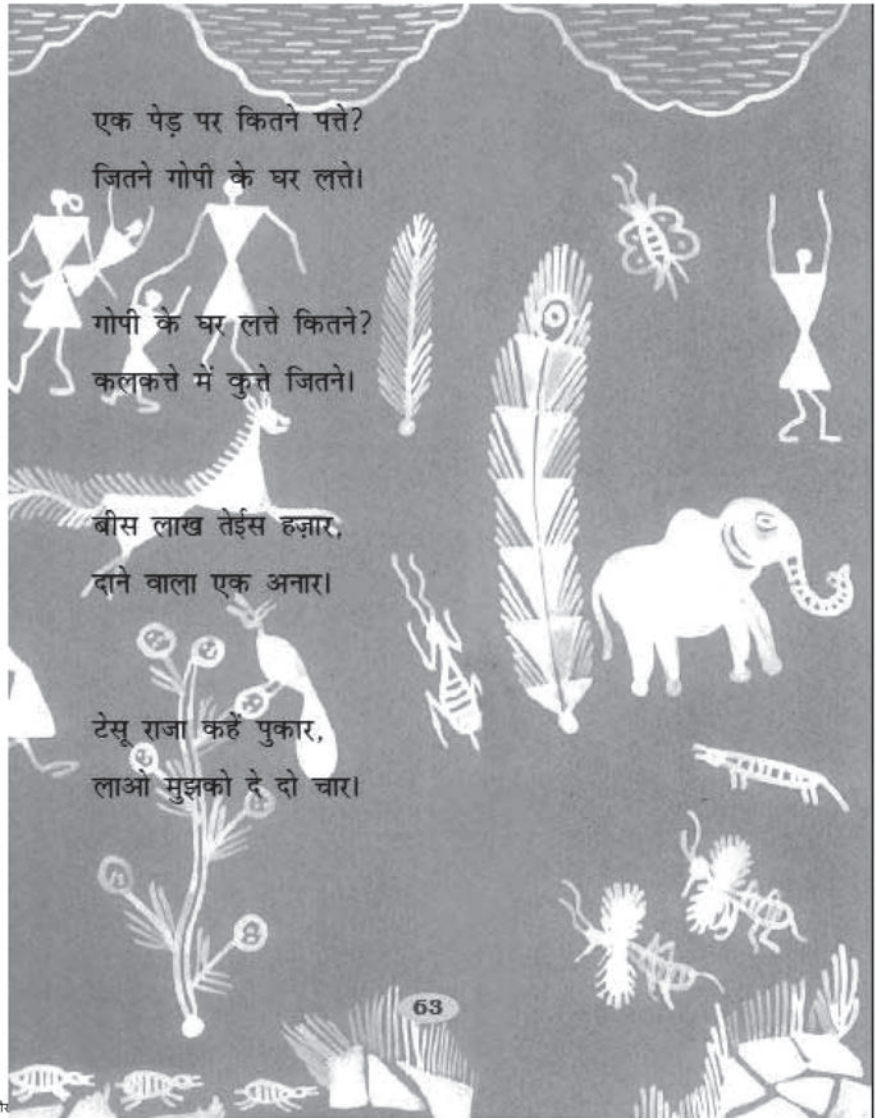
एक झुंड में भेड़ें कितनी?  
एक पेड़ पर पत्ती जितनी।

टेसू राजा बीच बाज़ार  
खड़े हुए ले रहे अनार।

इस अनारमें कितने दाने?  
जितने हो कंबल में खाने।

कितने है कंबलमें खाने?  
भेड़ भला क्यूँ लगी बताने!

एक झुंडमें भेड़ें कितनी?  
एक पेडपर पत्ती जितनी!



एक पेड़ पर कितने पत्ते?  
जितने गोपी के घर लत्ते।

गोपी के घर लत्ते कितने?  
कलकत्ते में कुत्ते जितने।

बीस लाख तेईस हज़ार,  
दाने वाला एक अनार।

टेसू राजा कहें पुकार,  
लाओ मुझको दे दो चार।

63

एक पेड़ पर कितने पत्ते?  
जितने गोपीके घर लत्ते।

गोपीके घर लत्ते कितने?  
कलकत्ते में कुत्ते जितने।

बीस लाख तेईस हजार  
दाने वाला एक अनार।

टेसू राजा कहें पुकार  
लाओ मुझको दे दो चार।

बहाणे शोधले आहेत. शेवटी या सगळ्यात इतकी मोठी संख्या तयार होते की दुसरीच्या मुलांसाठी तर ती कल्पनेपलीकडचीच आहे. पण संख्या किती हे न सांगताही, मोठ्या गणना आणि संख्यांची संकल्पना मुलांना समजावणं शक्य आहे. यासाठी काही संख्यांची नाव सांगणं मात्र गरजेचं आहे. कवितेच्या शेवटी त्या संख्येचं चित्र मुलांच्या मनात उभं राहिल यासाठी काय करता येईल हे आव्हान शिक्षकापुढे आहे. पण जोपर्यंत असं चित्र शिक्षकाच्या मनात स्पष्ट होत नाही तोपर्यंत मुलांना समजावून सांगणं कठीण आहे.

### भाषा

या कवितेतली भाषा वैशिष्ट्यपूर्ण आहे. यात यमक अलंकाराची गंमत आहे. जोड शब्दाच्या यमकातून कविता पुढे पुढे जाते. पण ते नुसते र ट फ करत जुळवलेले शब्द नाहीत तर त्याला अर्थही आहे. यमक जुळवताना त्यामागे एक तर्कसंगती आहे. न मोजताही मोजण्याचा बहाणा करण्याचा मजेशीर तर्क ! या यमकामुळे कवितेला एक लय मिळते आणि त्या लयीतच कविता पुढे जाते. या लयीमुळे कविता म्हणता म्हणताच पाठ होते. पहिल्या एक दोन कडव्यातच यातली शाब्दिक गंमत लक्षात येते. दर कडव्याला यमक बदलत जातं, त्यामुळे पहिल्या कडव्याच्या शेवटच्या शब्दावरून

पुढच्या कडव्याच्या यमकाचा अंदाज करता येतो. म्हणूनच ही कविता ऐकायला आणि पाठ करायला मुलांना मज्जा येते. पण यासाठी पूर्ण ओळीचा अर्थ समजायला हवा. एका वस्तूची दुसऱ्या वस्तूशी संख्येची तुलना करत करत पुढे जात असल्याने शब्द नेमक्या जागी असणं महत्त्वाचं आहे.

### शिकवण्यातली अडचण

ही कविता नुसती वाचून समजेल अशी नाहीच मुळी. यातला अर्थ मुलांना कसा समजावून द्यावा हे शिक्षकापुढचे खरे आव्हान आहे. आपल्या देशात इतकी सांस्कृतिक विविधता आहे की एका प्रदेशातली कविता दुसऱ्या ठिकाणच्या मुलांना नुसती वाचून कळेल ही अपेक्षाच चुकीची आहे. नुसतं ऐकून समजून घेण्यात काय अडचणी येतात ते पाहू म्हणजे त्यावर उपाय शोधता येईल.


एक म्हणजे ज्या प्रदेशात ही कविता प्रचलित आहे तिथल्या मुलांना कदाचित तिचा अर्थ वाचून कळेल. अशा कविता त्यांनी सणा-उत्सवाच्या गाण्यांमध्ये ऐकल्या असतील शिवाय ती त्यांच्याच भाषेत असल्याने समजायला सोपं जात असेल. पण दुसऱ्या ठिकाणच्या मुलांना हे कठीणच जाईल. आपल्या देशात हिंदी भाषिक राज्यातही कित्येक घरात हिंदी बोलली जात नाही पण त्या मुलांना शाळेत हिंदी भाषा, शिकावी लागते. म्हणजे त्या मुलांना हिंदी

भाषा नीट समजत असेलच असंही नाही.  
मग नुसती वाचून कविता कशी कळणार ?

दुसरी या कवितेची शैली. ही एक  
वैशिष्ट्यपूर्ण कविता आहे. ही कविता  
वाचल्यावर एखादा प्रसंग किंवा चित्र  
डोळ्यापुढे उभं राहत नाही. पहिल्या दोन  
ओळीत कवितेचा संदर्भ दिलाय की नक्की  
काय आहे पण पुढे प्रत्येक कडव्यात नव्या  
नव्या गोष्टी समोर येतात आणि शेवटच्या  
कडव्यात पुन्हा सुरुवातीच्या प्रसंगाशी जोडून  
घेतलेलं आहे. मध्ये मध्ये येणाऱ्या  
कडव्यातल्या गोष्टींचा एकमेकींशी तसा काही  
संबंध दिसत नाही. इथे कविता यमक आणि  
तर्काच्या मदतीनेच पुढे जाते.

छोट्या मुलांना कविता शिकवताना  
हावभाव करून शिकवायची पद्धत हमखास  
वापरली जाते. इथेही तसं करता येईल का ?  
या कवितेसाठी कोणते हावभाव निवडावे हे  
वाटतं तितकं सोपं नाही. प्रत्येक कडव्यात  
न मोजलेली वस्तू कशी दाखवणार ? म्हणजे  
ही अभिनयाची पद्धत इथे चालणार नाही.  
यासाठी काहीतरी वेगळा उपाय करायला  
पाहिजे. कवितेबद्दल बोलणं, ओळीचा अर्थ  
समजावताना चित्रांचा वापर करणं, कवितेवर  
कठपुतली बाहुल्यांचा खेळ दाखवणं, प्रत्येक  
कडव्यासाठी मुलांना चित्र काढायला सांगणं  
इत्यादी.

कवितेची एकेक ओळ वाचून त्यावर



शिक्षणाचा ध्यास घेऊन गेली ३० वर्षे  
शास्त्रशुद्ध शिक्षणाचा प्रसार करणाऱ्या  
ग्राममंगल या संस्थेचे वैशिष्ट्यपूर्ण मासिक

**ग्राममंगल**  
**शिक्षणवेध**

संपादक : प्रा. रमेश पानसे  
मूल्य : रु. ८० मात्र

## दिवाळी २०१५


# वैद्यकीय शिक्षण : संधी आणि आव्हाने

अतिथी संपादक : डॉ. रवी बापट

वैद्यकीय क्षेत्राला पूरक ठरणाऱ्या शैक्षणिक व व्यावसायिक संधी आणि वैद्यक शास्त्राचे शिक्षणक्षेत्रात होणारे  
उपयोजन या दोन्ही दृष्टिकोनातून विचार मांडणार आहेत. डॉ. अविनाश भोंडवे, डॉ. संजय ओक,  
डॉ. अविनाश सुपे, डॉ. विकास आवनावे, डॉ. प्रमोद लेले, डॉ. प्राची साठे  
आणि इतर मान्यवर... अवश्य वाचा !

वार्षिक वर्गणी  
रु. ४००/-  
त्रैवार्षिक वर्गणी  
रु. १०००/-

ग्राममंगलला देणगी देऊन सामाजिक परिवर्तनात सामील होऊ या!  
आपण दिलेल्या सर्व देणग्यांमधून ८० जी कलमान्वये सूट मिळेल.



गप्पा मारल्या तर मुलांना स्वतःच अर्थ समजून घ्यायला मदत होईल. यासाठीही चित्रांचा वापर करता येईल. एका मोठ्या तक्त्यावर बकऱ्यांचा कळप, झाडाची असंख्य पाने अशी चित्र काढता येतील. प्रत्येक कडव्याच्या सुरुवातीला त्यात दिलेली गोष्ट मोजणं कसं कठीण आहे, हे सांगताना पुढच्या गोष्टीशी तुलना करून सांगितलं तर समजायला सोपं जाईल. पुन्हा ती पुढची गोष्टही मोजणं कसं अवघड आहे हे सांगता येईल.

या कवितेच्या शेवटी वीस लाख तेवीस हजार दाणे असलेल्या डाळिंबाची कल्पना करणं मुलांना खूप रोमांचकारी वाटतं. विचार करा त्या छोट्या छोट्या मुलांच्या चिमुकल्या मुठीत मावणाऱ्या डाळिंबात किती दाणे असतील? पन्नास किंवा फार तर शंभर. शंभर दाण्याचे डाळिंब मुठीत मावत असेल तर त्याच्या दस पट म्हणजे हजार दाणेवाल्या डाळिंबाचा आकार केवढा असेल? हजार दाण्याचं डाळिंब इतकं मोठं तर दहा हजार दाणे असलेलं किती मोठं असेल आणि त्याच्या दस पट म्हणजे एक लाख दाण्याचं डाळिंब... अबब ! किती तरी मोठुं ! यावरून दहा लाख आणि वीस लाख दाण्याच्या डाळिंबाची कल्पना करता येईल. प्रत्येक टप्प्यावर मुलांना हातांनी मोठा मोठा होत गेलेला आकार दाखवता येईल. जेव्हा लाखो दाणे मोजले जातात तेव्हा हजार वेगळे मोजण्याची गरज नाही, ते त्या लाख

दाण्यांमध्येच येतात हे मुलांना समजून घ्यायला हवं. आणि असं एक नाही तर चार चार डाळिंब घेऊन टेसू राजा घरी येतोय याचीही आठवण घ्यायला हवी.

इतकं करूनही जर तुम्हाला असं वाटत असेल की डाळिंबाचं चित्र अजून नीट झालेलं नाही तर इतक्या मोठ्या संख्येचं चित्ररूप करण्यासाठी काही कल्पना लढवाव्या लागतील. मुलांना सांगता येईल की, कल्पना करा की डाळिंबाचे किती दाणे खाऊन एका मुलाचं पोट भरेल? असं मोठुं होत जाणारं डाळिंब खाऊन तो किती दिवस राहू शकेल? 'एक अनार सौ बिमार' या म्हणीकडे दुर्लक्ष केलं तर, वीसलाख तेवीस हजार दाण्यांचं डाळिंब - आजारीच काय पण कितीतरी धडधाकट लोकांनाही पुरेल.

एक मजेशीर कल्पना सांगता येईल. इतकं मोठं डाळिंब त्याच्या आत जाऊन खाल्लं तर? किती मज्जा येईल! तुमच्या मित्रांनाही नेता येईल खायला डाळिंबामध्ये. डाळिंबाच्या एकेका भागातले दाणे खाऊन संपले की बाहेर येऊन बघा तुम्ही किती मोठ्या इमारतीतल्या कितीतरी खोल्यांमधले दाणे खाऊन फस्त केलेत ते !

दोन तीन ओळीत सांगितलेली आणि थोड्या शब्दात सामावलेली ही संख्या, अर्थाच्या दृष्टीने एवढं विशाल डाळिंब होऊन नजरेसमोर येते, हीच या कवितेची जादू आहे. लालचुटुक रंगाची गोलाकार इमारत, त्यात







पिवळ्या रंगाच्या असंख्य खोल्या त्याही लाल चमकदार रसभरीत दाण्यांनी ठासून भरलेल्या, असं छान दृश्य मुलांच्या मनात निर्माण व्हायला लागतं. या चित्रात अजून भर घालायला तुम्ही मुलांना सांगू शकता बघा इतकं मोठं वीस लाख तेवीस हजार दाण्याचं एक अशी चार चार डाळिंब हातात घेऊन टेसू राजा येत होते म्हणजे त्यांचा हात किती मोठा असेल! असा मोठा हात असलेले टेसूराजा स्वतः किती प्रचंड असतील. झालं, लागली ना मुलांच्या मेंदूची वाट.

कवितेच्या अर्थात केलेल्या या घुसखोरीमुळे शब्दात चार इंच लांब लिहिली जाणारी संख्या कल्पनेत एक विशालकाय डाळिंब झाली. एखादा शिक्षक जर या

कवितेचा अर्थ मुलांना असाच नीट सांगू शकला तर मुलांचे फुललेले चेहेरे पाहून त्याला नक्कीच आनंद होईल. भाषेतून उलगाडणाऱ्या अर्थापलीकडे जाऊन एखाद्या गोष्टीचा आनंद स्वतः घेणं आणि त्यातला बऱ्यापैकी अंश मुलांपर्यंत पोचवता येणं - एखाद्या शिक्षकासाठी यासारखा दुसरा आनंद नाही.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ९८ मधून साभार



लेखक : रवी कांत, - विविध संस्था आणि शिक्षकांबरोबर शैक्षणिक सल्लागार म्हणून काम. पुस्तके, पुस्तिका, शैक्षणिक साहित्य निर्मितीत सहभाग, शोध निबंध आणि अनुवाद प्रसिद्ध, शिकवण्यात रुची.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

# विज्ञान महर्षि कलाम शर

लेखक : सुरेश नाईक

४०-४५ वर्षापूर्वीचा काळ-मी त्यावेळी इस्त्रोच्या अहमदाबाद येथील केंद्रात नुकताच नोकरीला लागलो होतो. श्रीहरीकोटा येथे अवकाश तळ प्रस्थापित करण्याच्या कामाला सुरवात झाली होती. एका मिटींगला श्रीहरीकोटा येथून मला बोलावणं आलं.

अहमदाबादहून श्रीहरीकोटा येथे जायचं म्हणजे आधी चेन्नईपर्यंत विमानाने जायचे आणि तेथून ९० कि.मी. कारने प्रवास करायचा. मी चेन्नईला पोचलो. इस्त्रोची कार माझी वाट पाहत होती. ड्रायवरनं मला सांगितलं, एक शास्त्रज्ञ त्रिवेंद्रमहून लवकरच येणार आहेत. तुम्हाला दोघांना घेऊन जायचंय. थोड्याच वेळेत त्रिवेंद्रमची फ्लाईट आली आणि एक गृहस्थ आमच्या कारच्या दिशेने झपाझप पावले टाकीत येताना दिसले. ते कारजवळ आले आणि मी आपली ओळख करून द्यायच्या आधीच त्यांनी आपला हात पुढे केला आणि म्हणाले, अब्दुल कलाम!

त्यावेळीही त्यांच्या नावामागे प्रसिद्धीचे वलय होते. कल्पना करा. एवढा मोठा शास्त्रज्ञ आणि केवढी विनम्रता! नंतर ३ तासांच्या प्रवासात ते एस.एल.व्ही.३ प्रकल्पाबद्दल बोलले. माझ्या कामाची विचारपूस केली. त्यांनी दिलेला सल्ला - गुरुमंत्रच होता तो -

मला माझ्या आयुष्यात वेळोवेळी उपयोगी पडला - ते म्हणाले,

सर्वांनी जे काम हाती घेतले आहे त्याचे तंत्रज्ञान मुळात अतिशय आव्हानात्मक आहे आणि आपल्याला त्याचा विकास सुरुवातीपासून करायचा आहे. समस्या या येणारच. पण प्रत्येक समस्येकडे आपण देशाच्या विकासाला हातभार लावण्याची संधी आणि त्याचबरोबर आपलं कर्तृत्व सिद्ध करायची एक संधी म्हणून पाहायला पाहिजे. मग आपल्याला ती समस्या सोडवायला हरूप येतो. त्यातून खूप शिकायला मिळते आणि जेव्हा आपण तिच्यावर मात करतो तेव्हा आपला आत्मविश्वास वाढतो.

त्यानंतरही कामानिमित्ताने त्यांना भेटण्याची संधी मला अनेकवेळा मिळाली. कामाला कसे वाहून घ्यायचे याचे ते मूर्तिमंत उदाहरण होते. पण ती पहिली भेट माझ्या मनात कोरलेली आहे.

डॉ. कलामसरांचं व्यक्तिमत्त्व, हे विविध झगमगत्या पैलूंनी समृद्ध आणि बहुआयामी होतं. भारताला एक महासत्ता बनविण्याचं त्यांचं स्वप्न साकार करण्याच्या प्रयत्नात त्यांचं वेगवेगळ्या क्षेत्रातलं योगदान अतिशय मोलाचं आहे. त्यापैकी अवकाश तंत्रज्ञान

या प्रांतात भारतामध्ये जी क्रांती घडली, तिची पायाभरणी करणारे एक प्रमुख शिल्पकार, या भूमिकेतील त्यांचं कर्तृत्व फार मोठं आहे

एस.एल.व्ही.३ हे पहिले सॅटेलाइट लॉचिंग रॉकेट बनविण्याचा प्रकल्प मंजूर झाला - तेव्हा इतर अनेक अनुभवी वैज्ञानिक असतानाही प्रो. सतीश धवन यांनी या अत्यंत महत्त्वाच्या प्रकल्पासाठी कलामसरांची निवड केली. कारण कलामसर हे एक प्रतिभाशाली शास्त्रज्ञ तर होतेच; पण त्यांचे संघटनकौशल्यही उच्च दर्जाचे होते.

जेव्हा एखादी गोष्ट फारशी अवघड नाही असं सांगताना आपण म्हणतो, 'हे काही रॉकेट सायन्स नाही' म्हणजे रॉकेट सायन्स खूपच अवघड आहे. खरंच आहे, रॉकेट सायन्स ही एक अतिशय कठीण ज्ञानशाखा आहे. जेव्हा कलामसरांनी एस.एल.व्ही.३ चे काम सुरू केलं तेव्हा जगात भारताखेरीज फक्त पाचच देश यात प्राविण्य मिळवू शकले होते. यासाठी अनेक गोष्टींचं ज्ञान आवश्यक आहे. शिवाय चुका होण्याच्या भरपूर संधी आहेत. गणित करताना, आराखडा करताना, निर्मिती करताना इ. शिवाय रॉकेट पाठवताना ते काही टप्प्यात पाठवायचे असते. त्यामुळे आधीच्या टप्प्याचा शेवट आणि पुढच्या टप्प्याची सुरुवात यांच्या वेळा अगदी अचूक जुळाव्या लागतात अन्यथा रॉकेटचा विक्षेपमार्ग बदलू शकतो. दुसऱ्या बाजूला

अवकाश क्षेत्रात काम करणाऱ्या कोणत्याही साधनाला (ते रॉकेट असो वा उपग्रह) एकदा आदेश देऊन झाला की त्यात दुरुस्ती शक्य नसते. त्यात चूक आढळून आली तर ते साधन नष्ट करण्यावाचून पर्यायच नसतो.

एस.एल.व्ही.३ तयार करण्यासाठी ३०० लहानसहान कारखान्यातून काम वाटून दिले होते, वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळे भाग बनविले जात होते. माणसे नेमून त्यांना प्रशिक्षित करायचे होते. वेळेचे, घटनांचे नियोजन आवश्यक होते. ७ वर्षांच्या कालावधीचा प्रकल्प होता. प्रत्येक दिवसाचे नियोजन करण्यात आले होते. उड्डाणात देखील अनेक गुंतागुंतीच्या प्रक्रिया होत्या. यानाची पृथ्वीपासूनची उंची कमी जास्त करणे, ठरवलेल्या मार्गावरून ठरवलेली वळणे

कलामसरांनी लिहिलेली एक आठवण : मद्रासच्या एमआयटीमधून त्यांनी एअरोस्पेस इंजिनीअरिंगची पदवी घेतली आणि एअरडीइ बेंगलोर येथे रुजू झाले. तेथे त्यांनी एक हॉवर क्राफ्ट बनवले. त्याचं समर्पक नाव होते नंदी, शंकराचं वाहन. त्यावेळचे संरक्षणमंत्री व्ही. कृष्ण मेनन आणि दुसरे टीआयएफआरचे संचालक प्रो. जी. मेनन यांना नंदीयानाची १०मिनीटांची सफर कलामसरांनी घडवली. त्यावेळी त्यांची तंत्रज्ञानविषयक चर्चा झाली आणि त्यानंतर लगेचच विक्रम साराभाई आणि मेनन यांनी त्यांची मुलाखत घेतली व लगेच रॉकेट इंजिनीअर म्हणून त्यांची नेमणूकही झाली.



घेत पुढे जाणे (auto piloting), यानाचा वेग - तोल आदींचे नियंत्रण, इ. हे काम म्हणजे प्रत्यक्ष आगीशी खेळ कारण इंधन हे अत्यंत ज्वालाग्राही रसायन असते. कुठेही बारीक चूक झाली तरी अपयशाची जोखीम.

१९८० साली एस.एल.व्ही.३ चे यशस्वी उड्डाण झाले आणि सान्या देशात उत्साहाचे वारे संचारले. उपग्रह प्रक्षेपणाची क्षमता असलेल्या जगातील काही मोजक्या देशांच्या पंगतीत भारताने मानाचे स्थान मिळवले होते.

एस.एल.व्ही.३ च्या यशानंतर Polar Satellite Launch Vehicle (पी.एस.एल.व्ही.) या जास्ती क्षमतेच्या यानासाठी त्यांनी केलेलं योगदानही लक्षणीय आहे. सुरवातीला आपले उपग्रह सोडण्यासाठी भारत प्रगत देशांची मदत घेत होता. आता परिस्थिती पालटत आहे. आता फ्रान्स, जर्मनी, कॅनडा व अमेरिकेसारखे प्रगत देशही

आपल्या PSLV या उपग्रह प्रक्षेपकाचा उपयोग करीत आहेत.

कलामसरांशी शेवटची भेट होण्याचा योग आला तो मे २०१३ मध्ये अमेरिकेत. येथे अमेरिकेच्या स्पेस सोसायटीचे आंतरराष्ट्रीय संमेलन होते. सात वेगवेगळ्या देशातून ३००च्यावर अवकाश शास्त्रज्ञ गोळा झाले होते. एका सत्रात बोलण्यासाठी मलाही निमंत्रण होते. तेथे कलामसरांचं मुख्य भाषण झालं आणि 'ब्रोन व्होन' हे अत्यंत मानाचं सुवर्ण पदक देऊन त्यांचा मोठा सत्कार करण्यात आला. हा सर्व सोहळा प्रत्यक्ष पाहण्याचं सौभाग्य मला लाभलं. नंतर भेटीमध्ये माझी त्यांनी विचारपूस केली. त्यांच्या आवडीच्या विषयात अवकाश विज्ञान लोकप्रिय करण्याच्या क्षेत्रात मी काम करतो आहे हे ऐकल्यावर त्यांनी समाधान व्यक्त केलं.

मित्रांनो, कलाम सरांनी सांगितल्याप्रमाणे ज्ञान मिळविण्यासाठी व्यस्त राहा - आपण क्रियाशील राहून त्याद्वारे देशाच्या विकासासाठी थोडातरी हातभार लावला, तर ती त्यांना दिलेली सर्वात चांगली श्रद्धांजली होईल.

लेखक : सुरेश नाईक

ज्येष्ठ अवकाश शास्त्रज्ञ, देशाच्या १५ हून अधिक उपग्रह मोहिमांत मोलाची कामगिरी.

माजी समूह संचालक, इस्रो. निवृत्तीनंतर विद्यार्थ्यांमध्ये अवकाश संशोधनाबद्दल आस्था उत्पन्न होण्यासाठी भरपूर लेखन आणि व्याख्याने.











# पृथ्वीचे हिमवैभव

लेखक : विनीता विश्वनाथन • अनुवाद : गो. ल. लोंढे

आमच्या शंकासुर मित्राने आज एक प्रश्न विचारला :

पृथ्वीवरील उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवावरच हिमसंचय का असतो?

उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवावरच हिमसंचय असतो हे खरे आहे. पण त्याशिवाय हिमालयाच्या रांगांमध्ये पर्वतशिखरांवरही हिमसंचय आढळतो तसेच विषुववृत्तावरही आफ्रिका खंडातील टांगानिका (टांझानिया) प्रांतातील किलीमांजारोच्या उंच पर्वतांवर सुद्धा हिमसंचय आढळतो. म्हणजे बहुतेक करून पृथ्वीवरील जास्त अक्षांशावर (७० ते ९० अक्षांश) आणि अतिउंच पहाडांवरच हिमसंचय झालेला दिसतो. याचे कारण असे आहे की पृथ्वीवरील इतर जागांपेक्षा अति उंचावर थंडी जास्त असते, साहजिकच तेथील तापमान जागतिक सरासरी तापमानापेक्षा इतके कमी असते की तेथे जितक्या प्रमाणात हिम तयार होते ते तितक्याच प्रमाणात वितळत नाही (म्हणजे हिमलोप होत नाही).

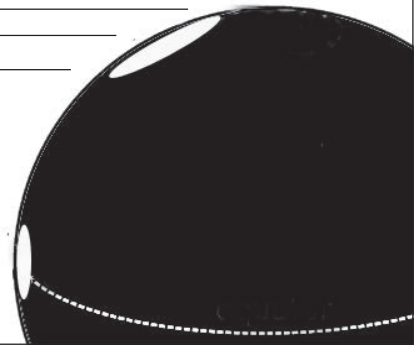
पण पृथ्वीवरील हिमव्याप्त प्रदेशावरही जागतिक सरासरी तापमानाचा परिणाम होतो. फार फार वर्षांपूर्वी जागतिक सरासरी तापमान आजच्या जागतिक सरासरी तापमानापेक्षा कमी होते व पृथ्वीवरील इतर जागीसुद्धा हिमसंचय झालेला होता. पृथ्वीवरील तापमानवाढीमुळे पुष्कळशा ठिकाणी असलेले हिम वितळून गेले. मात्र कमी अक्षांश (विषुववृत्ताच्या जवळपास) असलेल्या उंच ठिकाणी आणि ध्रुवावर (जेथील तापमान तुलनेने कमी असते.) थंडी जास्त असते व तेथे आजही हिमसंचय झालेला आढळतो.

**ध्रुवप्रदेशावर जादा थंडी का असते?**

पृथ्वीवरील भूमध्य रेषेपासून ध्रुवाकडे जाताना सरासरी तापमान कमी होत जाते. उंच (चढत्या) अक्षांशावर पृथ्वीची वक्रता जास्त असल्यामुळे तेथे सूर्याचे किरण विषुववृत्ताइतकेच असले तरी ते तुलनेने जास्त पृष्ठभाग व्यापतात. त्यामुळे त्या पृष्ठभागाला सूर्याची उष्णता कमी मिळते. त्यामुळे तेथील

तिरपी किरणे

लंबरूप किरणे



तापमानही कमी असते (तिरप्या किरणांमुळे).

इतकेच काय तर वर्षातील काही महिने पृथ्वीच्या एका ध्रुवावरसूर्य उगवतच नाही व तेथे चोवीस तास अंधार असतो. पृथ्वीचा एक गोलार्ध सूर्याच्या विरूद्ध बाजूला असतो तेव्हा सूर्याची किरणे या गोलार्धातील ध्रुवावर

अजिबात पडत नाहीत. हे सर्व पृथ्वीचा आस तिच्या कक्षेच्या पातळीशी कललेला असल्यामुळे होते. त्या ध्रुवावर थंडी असते. या काही महिन्यात हिम पडत असते, साचत असते, ते वितळत नाही. जेव्हा हाच ध्रुव सूर्याकडे झुकलेला असतो तेव्हा तेथे पुष्कळ

## आईस कोर वरून पृथ्वीच्या जलवायूचा इतिहास

अंटार्क्टिका, ग्रीनलंड आणि तिबेटसारख्या उंच, बर्फाच्छादित प्रदेशात लाखो वर्षांपासून हिमनद्या अस्तित्वात आहेत आणि तिथे बर्फ सातून राहिला आहे. इथे दरवर्षीच हिमवृष्टी होते आणि बर्फाचे थरावर थर साचत राहतात. या बर्फासोबत हवेतील धूळ, विविध वायू, प्रदूषित घटक सातत्याने त्यात मिसळत राहतात. बर्फाच्या सगळ्यात खालच्या थरात सर्वात जुने पदार्थ साचलेले असतात. खोलवरच्या बर्फाच्या थरात जिथे तोडफोड झालेली नाही अशा बर्फाच्या गाभ्यात भूतकाळातील पर्यावरणाच्या माहितीचा खजिना दडला आहे. तिथे अनेक गोष्टींची माहिती आपल्याला मिळू शकते. त्यासाठी बर्फाचा एक दंडगोलाकार (लाटण्याच्या आकाराचा) मोठा खंड (आईस कोर) तपासाला घेतला जातो. त्याच्या रासायनिक परीक्षणातून बऱ्याच गोष्टींचा उलगडा होतो. संशोधक आईस कोरचा मोठा तुकडा घेऊन त्याची विभागणी करतात. प्रत्येक भागात अडकलेल्या धूळ, वायू, इतर घटक याचं निरीक्षण करतात. त्यावरून त्या आईस कोरचे वय ठरवतात. त्यावरून पृथ्वीच्या इतिहासातील तापमान, पाऊस, जंगलाचे स्वरूप, समुद्रातील जैवविविधता इत्यादी बाबत अनुमान करतात. या अभ्यासामुळे पृथ्वीच्या आठ लाख वर्षांपूर्वीच्या हवामानाबद्दल माहिती मिळाली आहे. उथळ थरातील (१००-२००मीटर)

महिने सूर्यास्त होत नाही. तेथे उन्हाळा असतो व तेथील हिम वितळत राहते.

जेव्हा पृथ्वीवरील सरासरी तापमान इतके उतरतं की त्या थंडीत हिमवर्षाव होतो. तो नंतर येणाऱ्या उन्हाळ्यात पूर्णपणे वितळत नाही तेव्हा थंडीच्या पुढच्या मौसमात या न वितळलेल्या बर्फामुळे तेथील तापमान गेल्या मौसमातील तापमानापेक्षा कमी झालेले आढळते. याचे कारण असे आहे की (हिमाच्या) सफेत रंगामुळे सूर्यकिरणे पुष्कळ प्रमाणात परावर्तित होतात. यास 'एल्बिडो इफेक्ट' असे म्हणतात. (समुद्राच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावरून सूर्यकिरणांचे सहा टक्के परावर्तन होते आणि हिमाच्या पृष्ठभागावरून

सूर्यकिरणांचे पन्नास टक्के ते सत्तर टक्के परावर्तन होते) या इफेक्टमुळे गेल्या मौसमातील उरलेल्या हिमसंचयावरच नव्या हंगामात पडणारे हिम साचू लागते. अशा रीतीने दरवर्षी हिमसंचय वाढत जातो. पॉझिटीव्ह फीडबॅक चक्राचे हे ठळक उदाहरण आहे.

**जास्त उंचावरील वातावरणात जास्त थंडी का असते?**

समुद्रसपाटीपासून आकाशाच्या दिशेने जितके उंच जावे तितका हवेचा दाब कमी होतो. हवा विरळ होत जाते. हवा जितकी विरळ होते तितके तेथील पदार्थाचे वस्तुमान कमी होते. उष्णतेचे प्रमाण व पदार्थाचे वस्तुमान यांचा परस्पर संबंध असतो. उंचावरील

आईस कोरच्या परीक्षणातून गेल्या काही शतकातील हवामानाबद्दल माहिती समजली आहे. सर्वात लांब आईस कोर ३ कि.मी. खोलवरून घेतले आहेत. त्याला खणून काढायला एका वर्षापेक्षा अधिक काळ लागला आहे. त्याचं रासायनिक परीक्षणही किचकट असतं कारण त्यातील पदार्थ दुर्मिळ असतात.



हवेच्या थरांमध्ये कमी वस्तुमान आणि कमी उष्णता असते. कमी उष्णता असल्याने (थंडीमुळे) तेथे हिमवर्षाव होत रहातो व हिम साचत रहाते (असेच ध्रुवावर होत असते) यामुळेच हिमालय आणि किलीमांजारो या उंच पर्वतरांगांवर हिम साचलेला आढळतो.

यावरून असे दिसते की कोणत्याही अक्षांशावर हिम साचू शकते, स्नो लाईन (हिमरेषा) मुळे अशी ठिकाणे समजू शकतात.

स्नो लाईन ही एक काल्पनिक रेषा आहे. त्या रेषेमुळे आपल्याला टिकाऊ (बारा महीने) हिमाची हद्द समजू शकते. जगाच्या नकाशावर अशी ठिकाणे रेषेरेषांनी जोडून स्नो लाईन बनवता येते. स्नो लाईनवरील ठिकाणांवर वर्षभरातून जितके हिम साचते तितकेच हिम बाष्परूपाने निघूनही जाते. जमीन असो की समुद्र, हिमसंचयाची तीच हद्द असते. स्नो लाईनवर असलेल्या प्रत्येक

ठिकाणी वर्षभर जमिनीवर तेथे थोडातरी बर्फ असतोच.

स्नो लाईन प्रत्येक अक्षांशावर बनू शकते भूमध्य रेषेवर स्नो लाईन पुष्कळ उंचीवर असते आणि ध्रुवावर ती कमी उंचीवर असते, म्हणजेच भूपृष्ठानजीक असते.

### हिमयुग आणि हिमलोपाची वाढघट

पृथ्वीचे सरासरी तापमान आपल्या आयुष्यभराच्या काळात फार कमी प्रमाणात बदलते, मात्र अगदी थोड्या अंशानी तापमान बदलले तरी वातावरण पुष्कळच बदलते. पण हजारो लाखो वर्षांपासून पृथ्वीचे सरासरी तापमान बदलत गेले आहे आणि पृथ्वीवर हिमसंचय व हिमलोप होत आला आहे.

पृथ्वीच्या इतिहासाचा मागोवा घेतला तर असे लक्षात येते की पृथ्वी या आपल्या ग्रहावर गेल्या पंचवीस लाख वर्षांपासून आत्तापर्यंत पाच हिमयुगे होऊन गेली आहेत.

## हार्दिक शुभेच्छा

# निर्मिती इंजिनिअरिंग वर्क्स



राजेंद्र सीताराम कोडे

स.नं. ३४, शॉप नं. ४, इंगळे वस्ती, नऱ्हे, पुणे

कोणत्याही हिमयुगात काही काळापर्यंत थंडीचा कडाका असतो तर पुढच्या काही काळापर्यंत उष्णतेचा चटका असतो. याला हिमाच्छादन व आंतर हिमानी काल (संधिकाल) म्हणजेच हिमयुग असे म्हटले जाते. या हिमयुगाच्या सुरुवातीच्या १५ लाख वर्षांच्या काळात दर ४१,००० वर्षांनी हवामान कमालीचे बदलत होते. हिमानी हिमाच्छादनावर बर्फाचे लेप साठत असत व सर्व बाजूंनी पसरत असत. नंतर ४३,००० वर्षांनी हिमलोप सुरू होत असे. पण गेल्या दहा लाख वर्षांपासून या आवर्तनापेक्षा खूप मोठ्या कालखंडानंतर दर एक लाख वर्षांनी बदल घडत आहे म्हणजे सुरुवातीच्या एक लाख वर्षापर्यंत हिमलेप वाढतात व पुढच्या एक लाख वर्षापर्यंत हिमलोप होतो. तसेच दर ४१,००० वर्षांनी पृथ्वीचा आस २१.५ अंशा पासून २४.५ अंश होतो. व पुढच्या ४१,००० वर्षांनी तो पुन्हा २१.५ अंश होतो प्रत्येक लाख वर्षांनी पृथ्वीची सूर्याभोवती फिरण्याची अंडाकार कक्षा पाच टक्के कमी किंवा जास्त अंडाकार होत असते. म्हणून असे वाटते की तापमानातील बदल काही अंशी खगोलीय चक्रावर अवलंबून असतात.

गेल्या सुमारे १२,००० वर्षांपासून आता आंतर हिमानी काल सुरू आहे. पृथ्वीच्या तापमानात आणि ध्रुवावर हिमसंचय व हिमलोप होण्याचे हेही एक कारण असेल, संशोधनाने आपल्याला असे समजते की मानवाकडून हवा पाण्याचे प्रदूषण होत असून

### हिमाच्छादन



५० लाख वर्षापूर्वी

### आंतर हिमानी काल



२-३ कोटी वर्षापूर्वी

### उत्तर ध्रुवावर बर्फ जवळजवळ नाहीच



४-५ कोटी वर्षापूर्वी

सुद्धा आंतर हिमानी काल संपेल व पृथ्वीवर नवे हिमयुग सुरू होईल म्हणजेच हल्ली अस्तित्वात असलेला हिमसंचय भविष्यकाळात नक्कीच बदलेल. ■■

लेखक : विनीता विश्वनाथन, हिंदी संदर्भमध्ये कार्यरत. मराठी अनुवाद - गो. ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य.



# **SHRI G N ENGINEERING**

(COMMITTED TO ACCURACY)

**Vikash G Yadav**  
PROPRIETOR

**Job Work of Precision Components  
On Vmc, Cnc Turning Lathe**

Sr. No. 30/8, 30/9, saraswati nawle ind estate, shop no. 13,  
near prabhat press, narhe, wadgaon Khurd, Pune - 411041, India.

**M. - +91 9766826797; 8412074517; O. - 020 - 65115168**

**E.- shrignengg@gmail.com**

# शोध जगजाहीर पण शोधाचा जनक पडद्याआड !

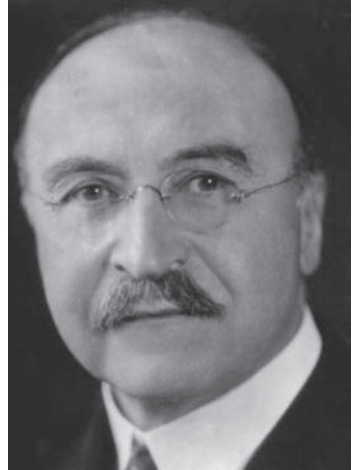
लेखक : मंगेश नाबर

**एकोणीसाव्या शतकाचे वैशिष्ट्य काय ?**

याचे उत्तर देताना हे शतक म्हणजे आपापल्या क्षेत्रातील अनुभवामुळे आणि विचारांमुळे, ते मोटारीचे युग, विजेचे युग, अणुयुग आणि अखेरीस संगणकयुग या शब्दात वर्णन करण्याचा मोह कुणालाही होईल. या प्रत्येक विज्ञान तंत्रज्ञानाने जगभरात सर्वत्र आणि आपल्या दैनंदिन जीवनात नाट्यमय बदल घडून आले, यात शंका नाही. या दिशेने विचार केला तर हे शतक कृत्रिम प्लॅस्टिकचेही मानावे लागेल. जगातल्या संशोधक आणि उद्योजकांना या संयुगाच्या उपयोगातून कितीतरी टिकाउ तसेच वापरून, फेकून देण्यासारख्या चीजा बनवणे सहज शक्य झाले. आज एकट्या अमेरिकेत वर्षागणिक १०० कोटी वजनाच्या कृत्रिम प्लॅस्टिकची निर्मिती होत असते.

या प्लॅस्टिक उद्योगाचा जन्म मात्र काहीसा अपघाताने व्हावा हे आज विचित्र वाटले, तरी ते कटू नव्हे मधुर सत्य आहे.

प्लॅस्टिकचा शोध जगजाहीर झाला, परंतु त्याचा जनक कोण हे आज कुणाला विचारले तर ते सहजगत्या सांगता येणार नाही. एडिसन किंवा ईस्टमन या जगप्रसिद्ध सर्जनशील संशोधकांचे नाव जसे आज लोकांच्या तोंडात रुळले आहे, तसे या प्लॅस्टिक युगाच्या



लिओ हेन्रिक्स बेकलँड  
(१४ नोव्हें. १८६३ - २३ फेब्रु. १९४४)



जनकाचे नाव कायम पडद्यामागे राहिले आहे. शोध मात्र इतका गाजला की काही विचारू नका.

वाचकहो, तुम्हाला आणखी कोड्यात टाकण्यापेक्षा मी विषयाकडे वळतो. १९०७ मध्ये लिओ हॅरिक्स बेकलँड (Leo Henricus Baekeland) हा रसायनशास्त्रातील तज्ञ योन्कार्स, न्यू यॉर्क येथील आपल्या खासगी रासायनिक प्रयोगशाळेत काम करत होता. त्या काळात विद्युत उद्योग अगदी जोरदार चालला होता. त्यात शेलॅक (shellak) हे विद्युत निरोधक (insulating) मटेरीअल वापरले जात असे. त्याला पर्यायी मटेरीअल शोधून काढण्यात लिओ मग्न होता. शेलॅक हे मटेरीअल बनवण्यासाठी दक्षिण मध्य आशियातील झाडांवर परोपजीवी म्हणून राहणाऱ्या कीटकांच्या स्त्रावावर प्रक्रिया करावी लागे. आणि अमेरिकन लोक वर्षाकाठी पाच कोटी पौंड शेलॅक आयात करत असत.

बेकलँड या संशोधनात पुरता बुडून गेला होता. त्याने त्यासाठी एक उच्च दाबाचे द्रव पदार्थ ठेवण्याचे पात्र बनवले होते. त्यात तो फिनॉल ( $C_6H_5OH$ ) व फॉर्मलडिहाइड ( $CH_2O$ ) यांचे मिश्रण गरम करत होता. त्यातून एक असा कृत्रिम द्रवपदार्थ तयार झाला होता, की त्याला हवा तसा आकार देणे शक्य होत होते, तसेच त्याचे तपमान वाढवले आणि विशिष्ट दाब दिला तर तो

कायम स्वरूपाचा कठीण असा पदार्थ बनू शकत होता. हे सापडलेले संयुग असे प्लॉस्टिक (Poly oxybenzyl methylen glycol anhydride) होते, की ते मोल्डिंग करण्यास अत्यंत सुलभ होते आणि त्याचा विशेष गुणधर्म असा होता, की अति उच्च तपमानातही त्याचा आकार तसाच्या तसा टिकून राहत असे. ते वितळत नसे, किंवा त्याचा आकार वेडा वाकडा होत नसे.

एकोणीसाव्या शतकाच्या अखेरीस आणि विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीच्या काळात उदयाला आलेल्या धडाडीच्या काही उद्योजकांपैकी बेकलँड हा असून व्यवसाय आणि विक्री यांचा समन्वय साधण्याची शोधकता उपजतच त्याच्या अंगी होती. त्याला या नव्या संयुगाचे पेटंट क्र. १४२६९९ उष्णता आणि दाब (heat pressure) या संदिग्ध शीर्षकाखाली मिळाले. त्याचे नामकरण बॅकेलाईट असे करण्यात आले.

शोधकाच्या नावावरून आणि उत्पादनाच्या मटेरिअलच्या गुणधर्मावरून हे व्यावसायिक नाव दिले गेले होते. या नवीन क्रांतीकारक मटेरिअलची निर्मिती व विक्री करण्यासाठी बेकलँडने जनरल बॅकेलाईट कंपनी स्थापन केली. व्यावसायिक तत्त्वावर उत्पादन करण्यासाठी जे दाबाचे पात्र वापरणार होते, त्याला बॅकेलायझर असे म्हणू लागले. आजही अमेरिकेच्या ऐतिहासिक राष्ट्रीय संग्रहालयाच्या स्मिथ्सोनियन इन्स्टिट्यूटमध्ये

बेकलॅडच्या प्रयोगशाळेतिल किमान दोन तरी पात्रे आपल्याला पाहायला मिळतात.

या नवीन मटेरियलचा उपयोग करून फोनोग्राफच्या तबकड्या बनविण्याचा सुरुवातीस बेकलॅडचा विचार होता. पण त्याचे बहुविध उपयोग त्याच्या लक्षात आले आणि त्याची हजारो उपयोगांसाठी असलेले मटेरीअल अशी जाहिरात करण्यात आली. वास्तविक पाहता ती जाहिरात या अभिनव मटेरियलला कमी लेखणारी होती, हजारो हा शब्द बॅकेलाईटच्या दृष्टीने चुकीचा होता, त्याचे उपयोग असंख्य, अनंत आहेत, हे थोड्याच काळात कळून चुकले. त्यामुळे कालांतराने कंपनीच्या बोधचिन्हातील बी या अक्षरावर अनंततेची (infinity) खूप ठेवण्यात आली. हे नवीन उत्पादन अनंत उपयोगांसाठी वापरले जाऊ शकते, हे सांगण्याचा त्यामागे हेतू होता. असे दर्शविणे थोडेसे अतिरंजित वाटले, तरी प्लॅस्टिकचा आजवरचा एकूण प्रवास पाहता यासंबंधी योग्य काय, हे अजूनही सजमलेले नाही.



बॅकेलाईटची बटणे

बॅकेलाईट हे सुरुवातीस दूरध्वनीच्या उपकरणात वापरले जात होते, मग जॉर्ज ईस्टमन आपल्या कोडॅक कॅमेऱ्यासाठी त्याचा उपयोग करू लागला. त्यानंतर टोस्टर, सिगारेटची रक्षापात्रे, घड्याळे, विजेची फिटिंग्ज, खेळणी ते छत्र्यांच्या मुठी येथपर्यंत त्याचा संचार सुरू झाला. पुढे पुढे गिटार व इतर वाद्ये यांच्या तोंडाशी धरण्याच्या गुंड्यासाठी त्याचा वापर होऊ लागला. हार्मोनियमच्या पट्ट्या बॅकेलाईटच्या बनवू लागले.

विविध रंगात मोल्डिंग करण्यास बॅकेलाईट हे सोयीचे मटेरियल आहे असे आढळून आले आणि मग कलात्मक सजावटीच्या क्षेत्रातले लोकही ते पसंत करू लागले. यापूर्वी आपल्या घरातील रेडियो संच बनवण्यासाठी उत्तम प्रतीचे लाकूड वापरले जात होते, आता त्याची जागा बॅकेलाईटने घेतली, हे सांगायला नकोच. अनेक प्रकारच्या बाह्यरचना आणि विविध रंगातल्या बॅकेलाईटचे रेडियो संच बाजारात आले, हे आजही पूर्वीच्या जमान्यातले रेडियो रसिक सांगू शकतील.

दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात बॅकेलाईटच्या कठीणपणा आणि दीर्घ काळ टिकाउपणा या गुणांमुळे त्याला खूप महत्त्व आले. रशियन लोकांनी बंदुकीतल्या गोळ्या भरण्याच्या जागेसाठी (magazine) तसेच लढाउ विमानांच्या संरचनात्मक बांधणीत



बॅकेलाईटचा रेडियो (बॅकेलाईट संग्रहालय)

आणि त्याची आई एक मोलकरीण म्हणून काम करत असे. बेकलँडला तरुणपणी बेन्जामिन फ्रँकलिनचे आत्मचरित्र वाचून आपण काही करावे अशी प्रेरणा निर्माण झाली. एक यशस्वी व्यावसायिक, शास्त्रज्ञ आणि थोर नेता अशी बेन्जामिनची उदात्त प्रतिमा होती.

बॅकेलाईट या मटेरियलला प्राधान्य दिले.

होता होता बॅकेलाईटचे लोण कुठे पोचले असेल, याचे भाकीत करणे कठीण झाले. जडजवाहिराच्या निर्मात्यांना हे मटेरियल इतके आवडले, की विविध आकाराच्या आणि विशेषतः मंदीच्या काळात स्वस्त किमतीच्या दागिन्यांसाठी मोल्डिंगसाठी या मटेरियलचा सर्रास वापर सुरू झाला.

हे सारे ज्या संशोधकाने लावलेल्या शोधामुळे घडत होते, त्या लिओ हॅरिक बेकलँडची आणखी माहिती आपण पाहिली पाहिजे. लिओचा जन्म बेल्जियम देशातील घेंट (Ghent) या शहरात १४ नोव्हेंबर १८६३ रोजी एका सामान्य कुटुंबात झाला. मोटार उद्योगात क्रांती घडवून आणणाऱ्या हेन्री फोर्डचा जन्मही याच वर्षातला. बेकलँडचा पिता अशिक्षित आणि पादत्राणे बनवत असे

त्याचा युवा लिओवर मोठा परिणाम झाला. लिओच्या आईने आपल्या बुद्धीमान आणि कष्टाळू पुत्राला आपले स्वप्न पूर्ण करण्यास उत्तेजन दिले. घेन्त विद्यापीठात उच्च शिक्षणासाठी प्रवेश घेतल्यावर लिओ बेकलँडला रसायनशास्त्र व छायाचित्रण यांविषयी कमालीची आवड निर्माण झाली. त्याने आपल्या आवडीच्या विषयाचा इतका कसोशीने अभ्यास केला, की वयाच्या अवघ्या २१ व्या वर्षी त्याला डॉक्टरेट मिळाली.

मग त्याने बुजेस विद्यापीठात अध्यापनाच्या कार्याची सुरुवात केली आणि शिक्षण क्षेत्रातील एक अगवता तारा म्हणून त्याचे सर्वत्र नाव झाले. त्याचे रसायनशास्त्राचे वरिष्ठ प्राध्यापक आणि मार्गदर्शक यांच्या कन्येशी, सेलीन स्वात्र्स, हिच्याशी त्याचा

विवाह झाला. कुटुंबात आणखी आर्थिक सुबत्ता यावी या उद्देशाने लिओने आपले संशोधन सांभाळून छायाचित्रणाच्या व्यवसायास प्रारंभ केला आणि छायाचित्रे छापण्यासाठी सुलभ अशा छोट्या छोट्या चीजांचा शोध लावला.

१८८९ साली लिओला वयाच्या २६ व्या वर्षी बाहेरील देशातील प्रवास-शिष्यवृत्ती देण्यात आली. प्रथम एकट्याने इंग्लंड आणि नंतर पत्नीसह अमेरिकेचा प्रवास केला. छायाचित्रणातील रसायन शास्त्राच्या क्षेत्रात त्याचे संशोधन अविरत चालू होते. या सुमारास जॉर्ज ईस्टमनच्या कोडॅक कंपनीचे कॅमेरे, फिल्म आणि छायाचित्रांच्या मुद्रणाच्या वैश्विक क्षेत्रात पदार्पण झाले होते. ईस्टमन हा स्वतःच्या बुद्धीने शिकलेला असा रसायनतज्ञ होता. त्याने छायाचित्रांच्या मुद्रणाच्या कलेत अनेक सुधारणा घडवून आणल्या होत्या. पेन्सिलीने एखादे चित्र रेखाटावे इतक्या सहजतेने छायाचित्र काढणे ईस्टमनने सुलभ करून टाकले होते. आता अंतिम प्रत बनवण्यासाठी उत्तम दर्जाचा फोटोग्राफिक कागद ही एकच महत्त्वाची बाब शिल्लक उरली होती. ते एक मोठे आव्हान होते. सूर्यप्रकाशासारखा प्रखर प्रकाश नसेल, तर छायाचित्र घेणे अशक्य असे.

बेकलॅंडने हे आव्हान स्वीकारले. आणि असा संवेदनशील फोटोग्राफिक कागद बनविण्याच्या कामाला तो लागला. काही

काळातच त्याने व्हेलॉक्स या नावाच्या फोटोग्राफिक कागदाचा शोध लावला. आता या कागदावर अगदी केरोसीनच्या दिव्याच्या प्रकाशात किंवा विद्युत दिव्याच्या प्रकाशात छायाचित्र काढणे आणि त्याची प्रत बनवणे शक्य झाले. जॉर्ज ईस्टमनने व्हेलॉक्स कागदाचे महत्त्व बरोबबर हेरले ते होते १८९९ साल. त्याने व्हेलॉक्स कागदाचे सर्व हक्क बेकलॅंडकडून ७ लक्ष ५० हजार डॉलर्सच्या मोबदल्यात विकत घेतले.

व्हेलॉक्सच्या या शोधामुळे बेकलॅंडला वयाच्या ३६ व्या वर्षी अमाप संपत्ती मिळाली. त्याला त्यातून आपल्या कुटुंबासाठी योन्कार्समध्ये प्रशस्त अशी जमीन घेणे शक्य झाले. तेथे त्याने आपली रासायनिक प्रयोगशाळा स्थापली. तेथेच त्याने आपल्या कृत्रिम शेलॅकचे स्वप्न तडीस नेले. काहीशा अपघाताने गवसलेल्या त्याच्या या कृत्रिम प्लॅस्टिकला नंतर बॅकेलाईट हे नाव मिळाले.

बेकलॅंड यानंतरच्या काळात आपल्या संशोधनात कार्यरत राहिला. त्याबरोबर तो सार्वजनिक जीवनातही सहभाग घेऊ लागला. अमेरिकन केमिकल सोसायटीचा अध्यक्ष म्हणून काही काळ त्याने सोसायटीची धुरा वाहिली. सर थॉमस एडिसनच्यासमवेत त्याने अनेक सरकारी समित्यांवर काम केले. दैनंदिन ग्राहकोपयोगी वस्तूंमधील बॅकेलाईटच्या वाढत्या मागणीमुळे बेकलॅंडला सेलिब्रिटीचे स्थान अल्प काळ मिळाले होते. १९२४



च्या टाईम मासिकाच्या मुखपृष्ठावर त्याचे छायाचित्र झळकले होते. परंतु त्यानंतर त्याने लोकांसमोर येऊन स्वतःला मिरवण्याचा प्रयत्न काही केला नाही. बेकलँडचे निधन १९४४ मध्ये त्याच्या वयाच्या ८० व्या वर्षी निधन झाले. पण त्या बातमीकडे कुणाचे फारसे लक्षही गेले नाही.

त्यानंतर तब्बल चौतीस वर्षांनी म्हणजे १९७७ साली अमेरिकेतील ओहायो राज्यात राष्ट्रीय संशोधकांचे स्मारक (Hall of Fame) स्थापन झाले. त्यात एडिसन हा पहिला मानकरी ठरला. त्यानंतर चार्ल्स गुडईयर, ज्याने रबराचा औद्योगिक उपयोग करण्यात मोठी आघाडी मारली होती, त्याला आणि त्याच्या मागोमाग लिओ बेकलँड अशा दोन रसायन तज्ञांना हे मान मिळाले. अमेरिकन केमिकल सोसायटीने १९९३ मध्ये ऐतिहासिक मानचिन्हावर आधारित असा एक उपक्रम जाहीर केला, त्यात बॅकेलायझर या बॅकेलाईट बनवणाऱ्या उपकरणाचा समावेश करण्यात आला. १९९९ मध्ये टाईम मासिकाने आयोजित केलेल्या विसाव्या शतकातील थोर

शास्त्रज्ञांच्या मालिकेत लिओ बेकलँडचा नामनिर्देश करण्यात आला.

बेकलँड अखेरपर्यंत पडद्याआड कसा व का राहिला याचे कारण असे, की त्याचा उतारवयातील विक्षिप्त स्वभाव. त्याने अनेक नवनवीन छंद जोपासले होते. तो फ्लोरिडा येथे जाऊन राहिला आणि तिथे त्याने सिंह पाळले, भव्य अशा उद्यानाचा विकास करण्यात आपला पैसा व वेळ वेचला. १०० वर्षांनंतर प्लॅस्टिकच्या युगाला ज्याने चालना दिली, त्या लिओ बेकलँडच्या थडग्यावर वॉशिंग्टन आर्थर्विनची वचने कोरण्यात आली. यालाच म्हणावे, की ज्याने लावलेला शोध जगजाहीर पण त्या शोधाचा जनक जगाच्या विस्मृतीत !

लेखक : मंगेश नाबर,  
mangeshnabar@gmail.com  
संदर्भ व साभार मुक्त अनुवाद : Frank Wicks -  
Mechanical Engineering Magazine  
लेखातील छायाचित्रे विकिपीडियावरून साभार  
पूर्वप्रसिद्धी : दैनिक नवप्रभा, पणजी, गोवा

# पानं पाणी बाहेर टाकतात...

लेखक : अलका तिवारी

अनुवाद : ज्योती देशपांडे

राजस्थानच्या टोक जिल्ह्यात अजीम प्रेमजी फौंडेशनची एक शाळा आहे. या शाळेमध्ये बम्बोर गावातील वंचित मुले येतात. तिथल्या चौथीच्या विद्यार्थ्यांनी पर्यावरण - अध्ययन विषयाच्या तासाला केलेले हे निरीक्षण.

पर्यावरण - अध्ययन करताना साहजिकच मुलांबरोबर चर्चा व्हायला हवी. पण वंचित वर्गातील, ग्रामीण भागातील

मुलांचा विचार केला, तर असं वाटेल की 'या मुलांकडे सांगण्यासारखं फारसं काय असणार? त्यामुळे ही मुले शिक्षकांशी संवादच करू शकणार नाहीत.'

ह्या मुलांनी त्यांचे विचार मोकळेपणाने आपल्यासमोर मांडावेत यासाठी एक शिक्षक म्हणून आपण काही करायला हवं. त्यांचं म्हणणं चूक किंवा बरोबर ठरवण्यापेक्षा ते



व्यवस्थित ऐकून घेणं आवश्यक आहे. त्या मुलांना असं वाटलं पाहिजे की आपलं बोलणंदेखील तितकंच महत्त्वाचं आहे. आणि ते ऐकणारं कोणीतरी आहे. यामुळे त्यांना तर्क करता येतील, कल्पना करता येतील आणि विचार मांडावेत असं वाटेल. काही करण्याकडे यांचा कल राहिल.

म्हणूनच इयत्ता चौथीच्या मुलांबरोबर पानांवर केलेल्या कामाचा अनुभव माझ्यासाठी विशेष होता. तोच इथे देत आहे.

एक दिवस शिक्षकांबरोबर बोलताबोलता असं ठरलं की चौथीच्या मुलांबरोबर झाडांच्या पानांबद्दल गप्पा माराव्यात. ग्रामीण भागात राहत असल्याने

शेतं आणि पिकं हा त्यांच्या आयुष्यातील महत्त्वाचा भाग आहे. पाठ्यपुस्तकातही हा भाग आहेच.

## पहिला दिवस

झाडांची पानं काय करतात? यावर चर्चेला सुरुवात झाली. मुलांनी सांगितलं की-

पानं हिरवी असतात,

जनावरं पानं खातात,

काही पानं माणसंही खातात. जसे मेथी,

पालक भाजी करून खातात. तुळशीची पानंही खातात.

पानांपासून सावली मिळते.

कडूनिंबाची पान उकळून त्याने आंघोळ केल्याने त्वचेची खाज कमी होते.

कडूनिंबाची पानं जाळली

तर डोस निघून जातात.

उष्णता आणि हवामान, ऊन याबद्दल बोलल्यावर मुलांनी सांगितलं की पानं रोपातील पाणी बाहेर टाकण्याचं काम करतात.

एका शिक्षकांनी विचारलं की हे कसं तपासून बघता येईल? तेव्हा वर्गामध्ये एकदम शांतता पसरली. थोड्या वेळाने काही मुलांनी यासाठीचा उपाय सांगितला. (त्यांनी याआधी त्याबद्दल काही ऐकलं, वाचलं असेल) छोट्या रोपांवर किंवा





फांदीवर प्लॅस्टिकची पिशवी बांधावी. त्यामुळे पानांमधून जे पाणी, बाष्प बाहेर पडेल ते त्या पिशवीमध्ये जमा होईल. काही मुलांचं म्हणणं होतं की त्या रोपाला पाणी दिलं तर काही वेगळं घडेल का? यावर पाणी घातलेल्या आणि पाणी न घातलेल्या रोपांमधला फरक कसा कळणार, असा प्रश्न आला. तेव्हा असं ठरलं की आपण दोन सारख्या रोपांवर पिशवी बांधूया म्हणजे गोष्टी नीट समजतील. कारण वेगवेगळी रोपं असली तर पानांचा आकारही वेगळा असेल आणि त्यामुळे पाणी कमी जास्त जमा होईल.

मग दोन अंजीराची रोपं घेऊन त्यावर पिशवी बांधली आणि एका रोपाला पुरेसं पाणीही घातलं. काही मुलांचं म्हणणं होतं की ज्या रोपाला पाणी घातलंय त्याची पानं जास्त प्रमाणात बाष्प सोडतील. प्लॅस्टिक पिशवी बांधल्यानंतर १० ते १५ मिनीटांनी नोंदवलेली निरीक्षणं.

१) रोपांवर बांधलेल्या पिशव्यांमध्ये बाष्प जमा होऊ लागले आणि छोटे छोटे थेंबही दिसायला लागले.

२) दुसरी पिशवी थोड्या उशीरा बांधल्यामुळे थेंब जमा होण्यास उशीर होतोय.

३) पहिल्या बांधलेल्या पिशवीत जास्त थेंब जमा झाले.

कारण रोपांचा जास्त हिस्सा पिशवीमध्ये बांधला होता.

त्या दिवशीचा प्रयोग इथेच थांबला.

## दुसरा दिवस

दुसऱ्या दिवशी चर्चा सुरू झाली.

१) काही मुलं म्हणाली की ज्या रोपाला पाणी दिलं होतं त्यामध्ये अस्वच्छ पाणी जमा झालं.

२) काही म्हणाली की रोपाच्या पानांमधूनच अस्वच्छ (गढूळ) पाणी आलं आहे.

३) काही मुलं म्हणाली की आपण पिशवीच स्वच्छ घेतली नव्हती. त्याला कणिक लागली होती.





४) दुसऱ्या रोपाच्या पिशवीत पाणी कमी जमा झालं कारण पिशवीत बांधलेल्या पानांची संख्या कमी होती.

५) ज्या रोपाला पाणी घातलं नव्हतं तरी पाणी जास्त जमा झालं याचं कारण त्या पिशवीत पानांची संख्या जास्त होती.

आता मुलांचं असं म्हणणं होतं की आपण प्रयोगच व्यवस्थित केला नाही. आपल्याला हा प्रयोग परत केला पाहिजे. आणि तेव्हा खालील गोष्टी लक्षात ठेवल्या पाहिजेत.

१) पिशव्या सारख्याच आकाराच्या हव्यात आणि स्वच्छ हव्यात. कुठेही फाटलेल्या नकोत.

२) दोन्ही पिशव्यांमधील पानांची संख्या सारखी पाहिजे.

३) एकाच रोपाच्या वेगवेगळ्या फांद्यासुद्धा प्रयोगासाठी वापरता येतील.

४) जी रोपं आपण निवडू ती एकमेकांपासून दूर अंतरावर असावीत म्हणजे एका रोपाचं पाणी दुसरं रोप पळवणार नाही.

५) पिशवी घट्ट बांधली पाहिजे जेणेकरून जमा झालेले पाणी वाहून जाणार नाही.

मग परत एक प्रश्न

पडला की रोप सावलीमध्ये ठेवलं तर काय होईल? आणि समजा रोप उन्हातच आहे पण बांधलेल्या पिशवीमध्ये एकही पान नसेल तर? तेव्हा काही मुलं म्हणाली की या दोन्ही परिस्थितीमध्ये पाणी जमा होणार नाही. पण काही मुलांची प्रतिक्रिया वेगळी होती. या सगळ्या चर्चेनंतर असं ठरलं की एकाच प्रकारची चार रोपं घ्यावीत. दोन उन्हात आणि दोन सावलीत ठेवावीत आणि एक रोप असं घ्यावं की ज्याच्या फांदीला एकही पान नसेल. याप्रमाणे मुलांनी प्रयोग केला आणि निरीक्षण केलं.

### प्रयोगानंतरचे निष्कर्ष

दुसऱ्यांदा प्रयोग केल्यानंतर त्या दोन्ही प्रयोगांबद्दल मुलांमध्ये चर्चा झाली. मुलांनी खालीलप्रमाणे निरीक्षणं नोंदवली -



१) रोपाला पाणी दिले किंवा नाही दिले तरी पाणी जमा होण्यामध्ये काही फरक पडत नाही.

२) जर पानांची संख्या सारखी असेल तर जमा होणारे पाणीही सारखेच असेल.

३) ज्या फांदीला पानं नव्हती त्या पिशवीत पण २/३ थेंब पाणी जमा झालं होतं. पण फांदीचं निरीक्षण केलं तर फांदीला अंकुर फुटले होते. म्हणजे ते पाणी त्या अंकुरलेल्या छोट्या पानांमुळे जमा झालं होतं म्हणजेच केवळ पानांतूनच पाणी बाहेर टाकलं जातं फांदीतून नाही.

४) काही मुलं म्हणाली की मुळातून पाणी फांदीत येते. फांदीतून पानापर्यंत पोहोचते.

या प्रयोगादरम्यान मला हे जाणवलं की मुलं आपल्या आसपासच्या वस्तूंचे खूप बारकाईने निरीक्षण करतात आणि त्याविषयी विचारपण करतात. मोठ्या माणसांच्या तुलनेत लहान मुलं त्यांच्या विचारांची कक्षा विस्तारण्याचा प्रयत्न करतात. पण मुलांचे विचार मोठी माणसं तितक्या गंभीरपणे घेत नाहीत. जर त्यांच्याशी मोकळेपणाने चर्चा केली तर मुलं आपली निरीक्षणं व्यवस्थित मोठ्यांपर्यंत पोचवण्याचा प्रयत्न करतात. वेळोवेळी केलेले प्रयोग आणि चर्चेमधून त्यांच्या विचार करण्याच्या प्रक्रियेला योग्य दिशा मिळते आणि त्यातून काही चांगलं

निष्पन्न होण्याची शक्यता असते.

या प्रयोगादरम्यान त्या मुलांशी बाष्पोत्सर्जनाबद्दल काहीही बोलणं झालं नव्हतं. या प्रयोगाचा उद्देश केवळ मुलांबरोबर मोकळेपणे संवाद साधणे हाच होता आणि तो शिक्षकाच्या मोकळेपणामुळे साध्य झाला. ही चर्चा नक्कीच पुढे बाष्पोत्सर्जनाबद्दल समजून घेताना मुलांना उपयोगी पडेल. यातून मुलांना हेही समजलं की पहिल्याचवेळी बरोबर अनुमान येण्याची आवश्यकता नाही. या मुलांनी आपल्याच एका प्रश्नाचे उत्तर प्रयोगातून समजून घेण्याचा प्रयत्न केला. प्रयोग करताना मुलांनी टप्प्याटप्प्याने निरीक्षण, विश्लेषण व नंतर निष्कर्षापर्यंतचा टप्पा पार केला, ते फारच उत्साहपूर्ण होते.

यातून हे प्रतीत होतं की मुलांना जर मोकळेपणा दिला, प्रश्न विचारण्याची मुभा दिली आणि उत्तर देण्याचे स्वातंत्र्य दिले तर त्या मुलांमध्ये आत्मविश्वासही येतो. दुसऱ्या मुलांचं ऐकायलाही शिकतात. मुलं आणि शिक्षक यांच्यात मोकळा संवाद असेल आणि मुलांना बोलण्याची मुभा असेल तर ती चर्चा रंगतदार होऊ शकते. पण यासाठी पुढाकार घेणं शिक्षकांच्याच हातात आहे. ■■

लेखक : अलका तिवारी

राजस्थानातील अजीम प्रेमजी फाऊंडेशनमध्ये कार्यरत, विज्ञान शिक्षिका.

अनुवाद : ज्योती देशपांडे

लेखातील सर्व चित्र : तनुश्री, आयडीसी आयआयटी मुंबई येथून अनिमेशनमधील उच्चपदवीधर.

# अरेच्या ! हे असं आहे तर !

भाग - १५

लेखक : या. इ. पेरेलमन • रूपांतर : शशी बेडेकर

मित्रांनो भौतिकशास्त्रात 'ध्वनी'चं एक वेगळं स्थान आहे. ध्वनी हे ऊर्जेचे एक रूप आहे. ऊर्जेची अनेक रूपं तुमच्या अभ्यासात आली असतील. कोणती ती तुमच्या लक्षात आहेत... नाही? ठीक आहे, सांगतो. प्रकाश उष्णता, विद्युत, आण्विक ध्वनी इत्यादी. संपूर्ण विश्वातील ऊर्जा स्थिर असून ती नष्ट करता येत नाही किंवा उत्पन्नही करता येत नाही, असा ऊर्जा अक्षय्यतेचा नियम हा भौतिकशास्त्रातल्या मूलभूत नियमांपैकी एक आहे. ऊर्जा नष्ट करता येत नाही, उत्पन्नही करता येत नाही पण एका प्रकारच्या ऊर्जेचे रूपांतर दुसऱ्या ऊर्जेत करता येते. ऊर्जा कधीही दिसत नाही पण तिचे परिणाम मात्र जाणवतात, दिसतात. आपल्याला आलेला ताप (उष्णता ऊर्जा) बाहेरून दिसत नाही पण आईने हात लावला की आईला जाणवते. प्रकाश आपल्याला दिसत नाही पण प्रकाश ज्या वस्तूवर पडेल ती वस्तू मात्र आपल्याला

दिसू शकते. तसंच ध्वनी ह्या ऊर्जेबाबत म्हणता येईल. तोंडातून उच्चारलेले आपल्या नावाचे शब्द दिसत नाहीत त्यामुळे तयार झालेल्या ध्वनिलहरी कानात शिरल्या, तरच आपल्या तो शब्द ऐकू येतो.

ध्वनीचा हवेतील वेग ३४० मीटर प्रति सेकंद असा आहे. प्रकाशकिरण जसे एखाद्या पृष्ठभागावर पडले की परावर्तित होतात, परत फिरतात, त्याच प्रमाणे ध्वनिलहरी सुद्धा पृष्ठभागावर आपटून परावर्तित होतात आणि आपण योग्य जागी असलो, तर आपल्याला असा परत आपटून आलेला ध्वनी ऐकू येतो. याला प्रतिध्वनी असं म्हणतात. साधारणपणे प्रतिध्वनी स्पष्ट ऐकू येण्यासाठी ध्वनी आणि अडथळा ह्यात किमान १७ (सतरा) मीटर अंतर असणे आवश्यक असते. काही वेळा एका पेक्षा जास्त वेळाही प्रतिध्वनी ऐकू येऊ शकतो.

मार्क ट्वेन हा जगप्रसिद्ध विनोदी कथा

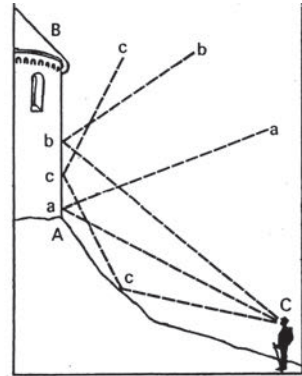
- कादंबऱ्या लिहिणारा लेखक. (त्याची हकलबेरी फिन, टॉम सॉयर ह्या कादंबऱ्या बहुतेकांनी अनेक वेळा वाचल्या असतील). त्याने एका माणसाची कथा लिहिली आहे त्यात त्या माणसाला जगावेगळी धाडसी कृत्यं करायची असतात पण त्याचे प्रत्येक धाडस फसते. ह्या माणसाला निरनिराळ्या ठिकाणचे प्रतिध्वनी विकत घ्यायचा छंद असतो. तो जॉर्जियात चार वेळा प्रतिध्वनी होणारं ठिकाण, मेरीलँडमधून सहा वेळा प्रतिध्वनी येणारी जागा, माईनमध्ये तेरावेळा प्रतिध्वनी येणारा वाडा, कानसासमधे नऊ वेळा ऐकू येणारा प्रतिध्वनी विकत घेतो. टेनेसिसीमध्ये बारा वेळा प्रतिध्वनी ऐकू येईल असे ठिकाण त्याला स्वस्तात मिळते कारण त्या वास्तूतला एक ध्वनी आपटून पुढे पाठवणारा दगड तुटलेला होता. त्या माणसाला वाटले की एखाद्या वास्तुतंत्रज्ञाला तो दुरुस्त करायला सांगितला तर पुन्हा प्रतिध्वनी ऐकू येईल. पण त्या वास्तुतंत्रज्ञाने प्रतिध्वनी कधीच बांधला नव्हता त्यामुळे सगळ्या गोष्टी पुढे कशा फसत जातात याचं वर्णन मार्क ट्वेन यांनी पुढे केलं आहे.

जगात अनेक डोंगर दर्यांमधे गुणित प्रतिध्वनी ऐकू येतो. काही वास्तू खास अशा बांधलेल्या आहेत त्या ठिकाणीही गुणित प्रतिध्वनी ऐकू येतो.

इंग्लंडमधील वुडस्टॉक किल्ल्यात सतरा शब्दांचा स्पष्ट प्रतिध्वनी ऐकू येतो.

झेकोस्लोवाकियातील आडरशाबाक जवळील दगडी रचनांमधे सात शब्दांचा प्रतिध्वनी स्पष्टपणे तीन वेळा ऐकू येतो. हे प्रतिध्वनी एका विशिष्ट ठिकाणीच उभं राहिल्यावर ऐकू येतात. त्या जागेपासून एक पाऊल जरी दूर गेलं तरी प्रतिध्वनी ऐकू येत नाहीत. भारतात विजापूरच्या गोलघुमटात गुणित प्रतिध्वनी ऐकू येतो. महाराष्ट्रात माथेरान येथे एको पॉईंट म्हणून एक खास जागा आहे, तिथे तीन वेळा प्रतिध्वनी ऐकू येतो.

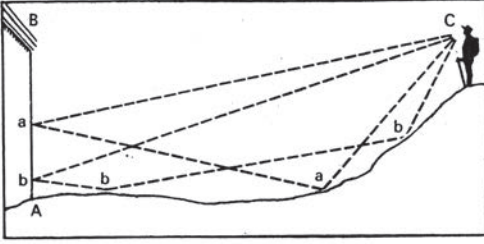
प्रतिध्वनी ऐकू येण्यासाठी परावर्तित झालेल्या ध्वनिलहरी पुन्हा आपल्या कानात शिरणे आवश्यक असते. आपण जर डोंगराच्या पायथ्याशी उभं असलो तर आपल्याला प्रतिध्वनी ऐकू येऊ शकणार नाही.



### आकृती १

ह्या आकृतीत व्यक्ती पायथ्याशी उभी आहे आणि ध्वनी लहरी आपटून aa, bb,

CC ह्या मागानि व्यक्तीपासून दूर जात आहेत त्यामुळे त्याला प्रतिध्वनी ऐकू येणार नाही.



आकृती - २

ह्या आकृतीत व्यक्ती उंचावर आहे त्यामुळे ध्वनी लहरी आपटून aac, bbcb ह्या मागानि पुन्हा त्या व्यक्तीकडे येऊ शकतात आणि त्या व्यक्तीला प्रतिध्वनी ऐकू येऊ शकतो.

मित्रांनो जर तुम्हाला ध्वनीचा वेग माहित असेल तर तुम्ही ध्वनी तुमच्यापर्यंत पोहचलेल्या वेळेनुसार अंदाजे अंतर सांगू शकता. ह्याचे अतिशय सुंदर वर्णन ज्यूलस व्हर्न ह्याने 'जर्नी टू द सेंटर ऑफ द अर्थ' ह्या कादंबरीत केले आहे. (ह्याच नावाचा सिनेमाही आहे) हवेमध्ये ध्वनीचा वेग ३४० मी/से. असा आहे. ह्याचा उपयोग करून तुम्ही पावसाळ्यात आकाशात असलेले ढग किती उंचीवर आहेत ह्याचा अंदाज बांधू शकता. आकाशात जेव्हा विजा चमकत असतात तेव्हाच हे करता येईल.

समजा तुम्ही गॅलरीत/अंगणात उभे आहात. तुमच्या हाताला घड्याळ आहे, त्यात सेकंद काटा आहे. आकाशात वीज

चमकल्याबरोबर तुम्ही घड्याळात सेकंद मोजायला सुरुवात करायची आणि ढगांचा गडगडाट ऐकू येईपर्यंत मोजायचे. समजा वीज चमकल्यावर पाच सेकंदांनी तुम्हाला गडगडाट ऐकू आला. आता एवढ्या माहितीवरून आकाशातले ढग किती उंचीवर आहेत हे तुम्ही सहज सांगू शकाल.

(येथे आपण एक गोष्ट गृहीत धरली आहे. ती कोणती?) ध्वनीचा वेग ३४० मी/से. ढगांपासून आपल्यापर्यंत ध्वनीला यायला पाच सेकंद लागले.

म्हणून ढगांचे आपल्यापासून अंतर =  $340 \times 5$  मी. ढगांचे आपल्या पासूनचे अंतर = १७०० मी = १.७ किमी ढगापासून विजेचा आवाज एकदम आणि सरळ आपल्या कानावर पडत असल्याने वरचे उदाहरण आपण सोडवले. आता थोडे वेगळे उदाहरण.

डोंगरावर उभे राहून बंदुकीचा बार काढल्यावर समोरील डोंगरातून सोळा सेकंदांनी स्पष्ट प्रतिध्वनी ऐकू आला, तर समोरील डोंगर किती अंतरावर असेल?

चाणाक्ष मित्रांच्या हे लक्षात आलं असेल की ह्या उदाहरणात ध्वनी जाऊन परत आलेला आहे. त्यामुळे आलेल्या उत्तराच्या निम्मे हे खरे अंतर असणार आहे.

ध्वनीचा हवेतील वेग = एका सेकंदात ३४० मीटर प्रतिध्वनी ऐकू येण्यासाठी लागलेला कालावधी = १६ सेकंद

१६ सेकंदात ध्वनीने पार केलेले अंतर  
= ३४० X १६ = ५४४० मीटर

फक्त जाण्यासाठी असलेले अंतर =  
५४४०/२ = २७२० मी.

समोरील डोंगर हा २७२० मीटर किंवा  
२.७२० कि.मी. अंतरावर असेल.

ज्या प्रमाणे 'प्रकाशाचे' आरसे  
असतात तसेच ध्वनीचेही आरसे असतात.  
डोंगर, दऱ्या, विशिष्ट प्रकारे बांधलेल्या भिंती  
किंवा प्रतिध्वनी निर्माण करणारा कोणताही  
अडथळा हा ध्वनीचा आरसा असतो. आणि  
सपाट आरश्यावरून जसे प्रकाशाचे परावर्तन  
होते त्याच प्रमाणे ध्वनीचे परावर्तन होते. हे  
आपण 'ऐकू' शकतो.

ह्या आकृतीचे नीट निरीक्षण करा  
म्हणजे ह्या प्रयोगासाठी कोणते साहित्य  
लागेल हे लक्षात येईल. दोन खोलगट बाऊल  
(सूप बाऊल चांगले), घड्याळ, इ. (माझ्या  
एका विद्यार्थ्याने एक 'कान' हे साहित्यात  
लिहिलेले आठवले.)

टेबलावर ठेवलेल्या बाऊलमध्ये घड्याळ  
(चालू) ठेवा. घड्याळाच्या एका सरळ रेषेत  
चेहरा ठेवून जवळ उभे राहून, दुसरा बाऊल  
कानामागे असा धरायचा की टेबलावरील  
घड्याळाची टिकटिक कानाजवळ स्पष्ट ऐकू  
येईल. (पुन्हा पुन्हा प्रयत्न करूनच हा प्रयोग  
चांगला होऊ शकतो) तुम्ही डोळे बंद केलेले  
असल्यास कोणीतरी दुसऱ्याने घड्याळ  
कानाशी धरले आहे असेच वाटते. (इयत्ता



आकृती - ३

दहावीच्या बोर्डाच्या प्रात्यक्षिक परीक्षेत  
ध्वनीच्या परावर्तनाचा एक प्रयोग आहेच.)

काही प्रत्यक्ष वेग. (वैज्ञानिक वेगवेगळे  
वेग शोधताना इतर घटक - तापमान, घनता,  
माध्यम स्थिर ठेवून वेग शोधतात) ध्वनीचा  
वेगवेगळ्या माध्यमात वेग, (प्रत्यक्ष)

**वायू** : हेलीयम  $0^{\circ} \text{c} = 972 \text{ m/s}$

हैड्रोजन  $0^{\circ} \text{c} = 1286 \text{ m/s}$

हवा  $0^{\circ} \text{c} = 331 \text{ m/s}$

हवा  $20^{\circ} \text{c} = 343 \text{ m/s}$

**द्रव** : पाणी  $0^{\circ} \text{c} = 1493 \text{ m/s}$

समुद्राचे पाणी  $0^{\circ} \text{c} = 1533 \text{ m/s}$

**घन** : हिरा  $0^{\circ} \text{c} = 12000 \text{ m/s}$

लोखंड  $0^{\circ} \text{c} = 5130 \text{ m/s}$

सोने  $0^{\circ} \text{c} = 3240 \text{ m/s}$

रबर  $0^{\circ} \text{c} = 1600 \text{ m/s}$

या. इ. पेरलमन यांच्या 'फिजिक्स कॅन बी फन'  
या पुस्तकातून साभार.

अनुवाद : शशी बेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक.



# बाटलीतलं पाणी सूर्यपेक्षाही आधीचं?

रूपांतर : अमलेंदु सोमण

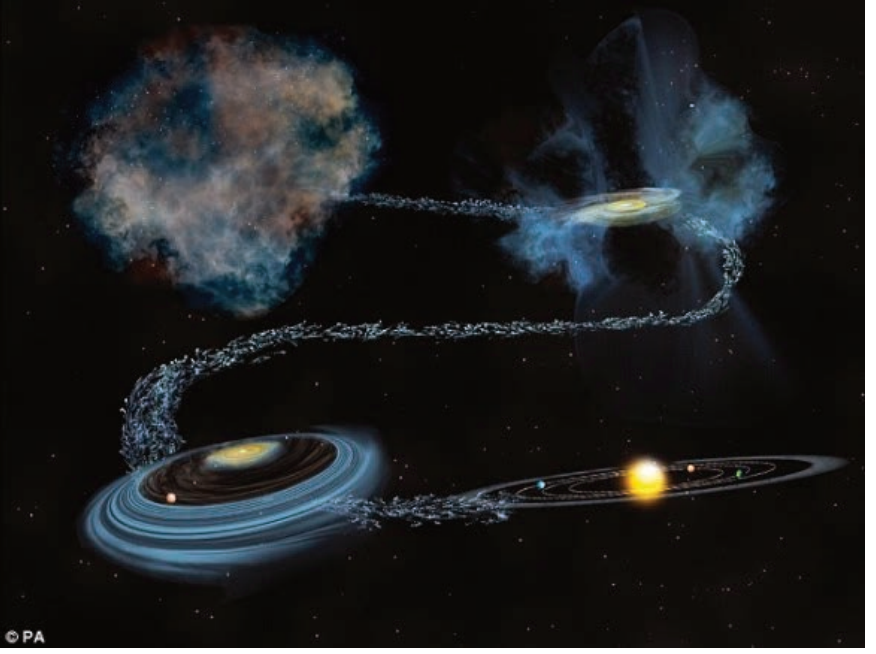
गेल्या २५ सप्टेंबर २०१४ ला 'नेचर' या नियतकालिकात प्रसिद्ध झालेल्या संशोधनानुसार पृथ्वीवर आणि एकूणच सूर्यमालेत असलेल्या पाण्यातलं निम्मं पाणी अंतराळातल्या अवकाशात तयार झालेल्या बर्फापासून निर्माण झालं आहे असा अंदाज आहे. याचा अर्थ असाही होतो की सूर्यमालेत आपल्या आजवरच्या अंदाजापेक्षा कितीतरी जास्त पाणी सामावलेलं आहे.

संशोधकांच्या अभ्यासाचा विषय होता की आपल्या आकाशगंगेच्या, सूर्यमालेच्या आणि पृथ्वीच्या इतिहासात कोणत्या वेळी पाणी तयार झालं? धूमकेतूवर आढळणारं बर्फ आणि पृथ्वीवरच्या समुद्रांत सापडणारं पाणी ४.६ अब्ज वर्षांपूर्वी तरुण सूर्याभोवती

फिरणाऱ्या धूळ आणि वायूच्या तबकडीतून जन्माला आलं की त्याहीपूर्वी - परमाणूंच्या ज्या ढगातून सूर्य आणि ग्रहमाला उत्पन्न झाली त्यावेळी?

ताजं संशोधन असं सांगतं की निदान ३०% ते ५०% पाणी त्या परमाणूंच्या ढगातूनच जन्माला आलं - म्हणजे सूर्यमालेच्या किमान १० लक्ष वर्षे अगोदर.

मिशिंगन विद्यापीठाच्या इसेदोर क्लीवज या संशोधिकेच्या नेतृत्वाखाली या गटाने काम केलं. हा अंदाज त्यांनी कसा बांधला? पाण्याचे २ प्रकार असतात. पहिला म्हणजे साधे पाणी आणि दुसरा 'जड पाणी' - दुप्पट वजनाच्या हायड्रोजन (ड्यूटेरियम) पासून झालेलं. सूर्यामध्ये या दोन मूलद्रव्यांचं



सूर्याचा जन्मदाता परमाणू ढग, ताच्याच्या जन्माच्या विविध अवस्था आणि शेवटी सूर्यमालेत सामावून जातानाच्या बर्फ / पाण्याच्या प्रवासाचं चित्रकाराच्या मनातलं कल्पना चित्र.  
Image credit: Bill Saxton/NSF/AUI/NRAO

(हायड्रोजन व ड्यूटेरियमचं) एक विशिष्ट प्रमाण आहे, पृथ्वीवर आणि धूमकेतूंमध्ये सापडणाऱ्या पाण्यात हे प्रमाण वेगळंच आहे म्हणजे जड पाण्याचं प्रमाण जास्त आहे, असं का? हे इतके दिवस खगोलशास्त्रातलं गूढ होतं. हे जड पाणी मग आलं कुठून?

साधं पाणी आणि जड पाणी यांच्या वस्तुमानात किंचित फरक आहे. त्यामुळे रासायनिक क्रियांमध्ये त्यांच्यात थोडासा फरक पडतो. कोणत्या परिस्थितीत हे परमाणू तयार झाले ते समजण्यासाठी या फरकाचा शास्त्रज्ञ उपयोग करून घेतात. क्लीव्हज

यांच्या गटाने सूर्यमाला तयार होण्यापूर्वी जो परमाणूंचा ढग होता त्यात रासायनिक क्रियांची प्रगती कशी होत असेल याचा विचार करून त्या रासायनिक क्रियांचे एक सूक्ष्म आणि तपशीलवार प्रारूप तयार केले, तेव्हा असं लक्षात आलं की पृथ्वीवरच्या समुद्रात आणि धूमकेतूंमध्ये जड पाण्याचं जे अधिक प्रमाण आढळून येतं त्याचं स्पष्टीकरण या क्रियांमधून देता येत नाही. त्यामुळे त्यांनी असा निष्कर्ष काढला की पृथ्वीवरचं पाणी अवकाशातूनच आलेलं असणार.

पृथ्वीवरचं जीवन पूर्णपणे पाण्याच्या



उपलब्धतेवर अवलंबून आहे. पृथ्वीवरचं पाणी केव्हा उत्पन्न झालं आणि कोठून आलं ते समजलं तर आपल्या आकाशगंगेत पाण्याचं प्रमाण किती असेल आणि ते कसं पसरलेलं असेल त्याचा अंदाज करता येईल. या गटाचा सभासद असलेले एक संशोधक - 'कार्नेगी इन्स्टिट्यूशन ऑफ सायन्स'चे कोनेल अलेक्झांडर म्हणाले, "आमच्या संशोधनात असं आढळलं की सूर्यमालेतील पाण्याच्या मोठ्या हिश्याचं वय सूर्यापेक्षा जास्त आहे. याचा अर्थ असा की सगळ्या बाल्यावस्थेत असलेल्या उपग्रह प्रणालींमध्ये सेंद्रीय तत्वांनी भरपूर अशा अवकाशीय बर्फाचे साठे मुबलक प्रमाणात असायला हवेत."

विश्वात पृथ्वीखेरीज इतरत्र सजीव सृष्टीचा शोध घेणाऱ्यांसाठी ही नक्कीच आनंदाची बातमी आहे की पूर्वी आपल्याला वाटत होतं त्यापेक्षा कितीतरी अधिक पाणी सूर्यमालांमध्ये उपलब्ध असणार. जर तारे आणि ग्रहमाला उत्पन्न होण्यापूर्वी परमाणूंच्या



डॉनियल क्लेरी

ढगातून पाणी अस्तित्वात आलं असेल तर ते या विश्वात सर्वत्रच मुबलक प्रमाणात असणार !

आपल्या सूर्यमालेत तर पाणी चिक्कार आहेच. पृथ्वी सोडून पाण्याचं अस्तित्व चंद्र, मंगळ, बुध, धूमकेतू आणि जंगी ग्रहांच्या गोठलेल्या उपग्रहांवर सापडलेलं आहेच. आता ९ ऑक्टोबर २०१५ चीच बातमी आहे की प्लूटोवर देखील घनरूप बर्फाचे साठे 'नासा'ला सापडले आहेत. (मात्र ते पाणी केव्हा तयार झालं त्याचा मात्र अजून शोध लागलेला नाही.) हे पाणी आलं कोठून? आंतरतारकीय माध्यमात म्हणजे आकाशगंगांच्या मधल्या पोकळीत अगदी विरळ अशा प्रमाणात धुलीकण, आयनीय हायड्रोजन, प्राणवायू असे असतात. त्यांच्यात रासायनिक क्रिया होऊन पाणी तयार होते. पण नव्या सूर्याची उत्पत्ती होते तेव्हा निर्माण होणाऱ्या उष्णतेमुळे त्याचा काही भाग कधी नष्ट होतो आणि ग्रहमाला तयार होताना पाणी पुनः नव्याने जन्म घेते असा अंदाज करता येईल का ?

या प्रश्नाचं उत्तर शोधण्यासाठी इसेडोर क्लीव्हज यांच्या नेतृत्वाखाली शास्त्रज्ञांच्या गटातील अँन आर्बर यांनी ड्युटेरीयमवर (अधिक वजनाचा किंवा जड हायड्रोजन) लक्ष केंद्रित करण्याचं ठरवलं. महास्फोटात दर १० लक्ष हायड्रोजन अणूंबरोबर २६ ड्युटेरीयमचे अणू तयार झाले. पण

ड्युटेरीयमचे प्रमाण पृथ्वीवरच्या पाण्यात अधिक आहे असं दिसतं.

मात्र काही विशिष्ट परिस्थितीतच ही प्रक्रिया होते. तिथलं तापमान अगदी कमी म्हणजे केवळ १०-२०० केल्विन (-२५३ ते -२६३ अंश सेल्सियस) पाहिजे, प्राणवायू उपलब्ध पाहिजे आणि या सर्व अणूंचे आयन तयार होण्यासाठी पुरेशा शक्तीच्या विद्युतचुंबकीय लहरी पाहिजेत. आंतरतारकीय माध्यमामध्ये या सर्व गोष्टी असतातच. दूरवरच्या स्रोतावरून निघणारे प्रचंड शक्तीचे आणि वेगाने प्रवास करणारे कॉस्मिक किरण आयनीकरणासाठी असतातच. खगोलशास्त्रज्ञांना आंतरतारकीय अवकाशात ड्युटेरीयमचं खूप जास्त प्रमाण असलेलं पाणी आढळलं आहे. सूर्यमालेत मिळणाऱ्या पाण्याचा तोच स्रोत असू शकेल, नाही का?

तरीही, एक प्रश्न राहतोच! सूर्य आणि सूर्यमालेच्या जन्माच्या वेळी जी खळबळ असते, वेणा असतात त्यावेळी हे पाणी नष्ट नाही होणार? आणि दुसरं म्हणजे सूर्यमालेच्या जन्माच्या वेळी असंच जड पाणी निर्माण होत नसेल? याचं उत्तर शोधण्यासाठी ग्रहमाला निर्माण होताना ज्या रासायनिक क्रिया घडतात त्यांचं एक तपशीलवार मॉडेल तयार केलं. येणारे सर्व कॉस्मिक किरण नवजात सूर्याच्या चुंबकक्षेत्रामुळे आणि सूर्यापासून फेकल्या जाणाऱ्या सूक्ष्म कणांमुळे त्या ग्रहमाला निर्माण होत असलेल्या

तबकडीवजा क्षेत्रात येऊ शकत नाहीत. पण त्याच सूर्यापासून बाहेर पडणाऱ्या 'क्ष' किरणात जवळजवळ तशीच ऊर्जा असते. मात्र संशोधकांना असं दिसलं की लाखो वर्षात या तबकडीत 'जड' पाणी निर्माण होऊ शकलं नाही.

या गटाच्या संशोधनातून असं लक्षात आलं की सूर्यमालेतल्या ५०% पाण्याचा स्रोत आंतरतारकीय अवकाशातच आहे. म्हणजे ५०% पाणी सूर्यमालेच्या जन्माअगोदरच म्हणजे ४.५ अब्ज वर्षांपेक्षाही अगोदर उत्पन्न झालं आहे. ही तर ग्रहमालांसाठी फारच चांगली बातमी आहे. कारण ग्रहमाला जन्माला घालणाऱ्या परिस्थितीपेक्षा आंतरतारकीय अवकाशातली परिस्थिती खूपच एकसारखी असते. म्हणजे असं म्हणता येईल का की आंतरतारकीय अवकाशात पाणी सर्वत्र आहे आणि ते ग्रहमाला निर्माण होण्याची वाट पहातं आहे? आपल्याला सापडणाऱ्या ग्रहमालांची संख्या वाढते आहे त्यावेळी पाणी उपलब्ध आहे ही माहिती किती दिलासा देणारी आहे, नाही का?

■ ■

अधिक तपशीलासाठी पहा- <http://news.sciencemag.org/earth/2014/09/half-earths-water-formed-sun-was-born>  
<http://earthsky.org/space/the-water-in-your-bottle-might-be-older-than-the-sun/>

रूपांतर : अमलेंदु सोमण

# फुली गोळा आणि धमाल खेळ

लेखक : किरण बर्वे

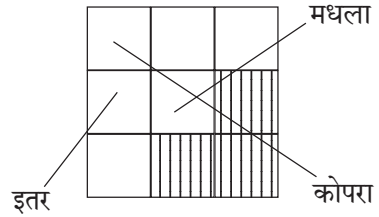
हा प्रकल्प घरी बसून मजेत कागद, पेन, पेन्सिल एवढेच साहित्य वापरून करायचा आहे. खेळत खेळत मजेत करायचा हा प्रकल्प तुम्हाला नक्कीच आवडेल.

३ x ३ असा चौरस घेऊन त्यात एका भिडूने एका घरात फुली काढायची, दुसऱ्याने मोकळ्या घरात गोळा काढायचा आणि जो पहिल्यांदा एका रेषेतील सर्व घरात आपले चिन्ह काढू शकेल, तो जिंकला. रेषा म्हणजे आडव्या, उभ्या आणि कर्णसुद्धा! वर्गात मागे बसून खेळायचा हा खेळ आपण सर्वच खेळलो आहोत. खाली काही प्रश्न विचारतोय, ह्यांचा विचार खेळताना कळत नकळत केलेलाच असतो, पण जरा परत जाणीवपूर्वक करा.

१. गोळा मधल्या चौकोनात आपण ठेवला, तर ज्या रेषेत सर्व घरात भिडू आपले चिन्ह ठेवू शकणार नाही अशा किती रेषा असतील ? थोडक्यात किती रेषांवर आपण बचाव केला आहे?

२. जर गोळा कोपऱ्यात ठेवला तर किती रेषांचा बचाव होईल ?

३. ह्यापेक्षा वेगळ्या ठिकाणी ठेवल्यास किती रेषा भिडू ताब्यात घेऊ शकणार नाही ? खेळात ह्या प्रश्नांचे काय महत्त्व आहे ?



आपण असाही विचार करू शकतो : वरील कोपऱ्यातील एक चौकोन आणि त्याला जोडून असणारे दोन चौकोन (रंगवलेले) अशा चार रचना आहेत. त्यातील एकातल्या सर्व चौकोनात जर आपले चिन्ह ठेवले तर जिंकलो. बघा हा खेळ खेळून.

खरा प्रकल्प ह्यानंतर सुरु होतो. हा प्रकल्प ५ वी पासून पदव्युत्तर विद्यार्थीबरोबर मी खेळलो आहे, आणि सर्वांनाच धमाल

मजा आलीय. (सर्वात जास्त अर्थातच मला).

३ X ३ चौरसांपेक्षा अधिक मोठे ४ X ४ व ५ X ५ असे चौरस घेऊन त्यातील विविध रचनांसाठी हा खेळ खेळणे, त्यात नवनवीन नियम बनवणे आणि ह्या खेळाचे विश्लेषण करणे हे ह्या प्रकल्पाचे स्वरूप आहे.

खेळ ४ X ४ चौरसात खेळणार तर काही प्रश्नांवर विचार करायला हवा. पुढचे काम सोपे होण्यासाठी आपण उभे अ, ब, क, ड प्रत्येक रांगेसाठी लिहिले आहेत, तसेच ओळीसाठी खाली १, २, ३, ४ लिहिले आहेत.

अच्या ओळीतील आणि २ च्या रांगेतील चौकोनाचे नाव अ २ अशा पद्धतीने आपण छोट्या चौकोनांना नावे देऊ शकतो आणि मग एकमेकांनी केलेल्या खेळी नेमक्या लिहिता येतील.

१.) कर्ण किती आहेत?

कर्ण दोनच आहेत पण त्यांची रचना बदलली आहे का?

अ				
ब				
क				
ड				
	१	२	३	४

आकृतीत कर्ण काढले आहेत, जरा निरीक्षण करा. ड१, क२, ब३, अ१ असा एक कर्ण आहे.

२. ह्या आकृतीत २ X २ असे किती चौरस आहेत? ३ X ३ चौरस किती आहेत?

३. मग २ X २ चौरस पूर्ण केले की जिंकलात असा नियम केला तर जिंकणे सोपे होईल का? खेळून बघा. विचार करा. परत खेळा. एक गोळा ठेवला तर तो कुठे ठेवला की असे किती चौरस दुसऱ्यासाठी बाद होतात?

खेळ असा लिहिता येतो.

भिडू १ भिडू २

अ १ ड१ पहिली खेळी

अ ४ अ २ दुसरी खेळी

सरळ रेषा, चौरस आणि अजून वेगळे आकार पूर्ण करणे हा जिंकण्याचा निकष ठेवला तर? खूप खूप काही करता येईल, आणि हे सर्व तुम्ही तयार करणार आहात, खरे ना. खेळाचे नियम आपणच ठरवून खेळ खेळण्यात मजा तर आहेच त्याचबरोबर बुद्धीला चालनासुद्धा आहे.

आम्ही एकदा वेळ कमी असताना, 'किती वेळ खेळायचे' नक्की करून खेळलो. तीन सलग चौकोन पूर्ण केले तर ५ गुण, २ X २ चौरस पूर्ण करण्यासाठी ८ गुण, असे वेगवेगळे आकार पूर्ण करण्यासाठी वेगवेगळे गुण ठरवून, तो तो आकार पूर्ण झाला की तेवढे गुण खात्यात मिळवा असे खेळलो तर

प्रत्येकाला काही ना काही गुण मिळालेच.

५ X ५ चौरसात हा खेळ खेळला  
आणि त्यातील विविधता अनुभवली तर,  
तुमच्या भाषेत 'वेड पळते'.

अशा तऱ्हेतऱ्हेने खेळलात आणि तेच  
सगळे लिहून काढले व्यवस्थित, झाला मस्त  
प्रकल्प.

कोणता खेळ अवघड आहे, कोणता  
सोपा, एखादा खेळ अजून अवघड / सोपा  
- कमीतकमी नियम बदलून कसा करता  
येईल- हे नोंदवले तर अधिक सखोल प्रकल्प

होईल. खरे तर हा प्रकल्प कधी संपणारच  
नाही.

तुम्हाला येणारी धमाल तुमच्या मित्र,  
मैत्रिणींनाही तुम्ही सांगणारच, जरूर सांगा  
आणि काय काय नवीन करता ते आम्हालाही  
सांगा.

Disclaimer Note : ह्यात गणित  
आहे बरे. उगीच आनंद वाटतोय, मजा येतेय  
असे वाटले तर त्याची जबाबदारी आमची  
नाही.

लेखक : किरण बर्वे, मो. - ९४२३० १२०३४



दि  
वा  
ळी  
अं  
क  
२  
०  
१  
५



# पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

## मुलांचे वंश व भाषा

### शंभराचं आहे मूल...आहेत मुलाकडे शंभर, भाषा हात आणि विचार

वेगवेगळ्या मूर्त, अमूर्त गोष्टींची प्रतीके, ठरलेल्या शब्दांना विशिष्टरित्या वाक्यांच्या साखळ्यांमध्ये बांधून सभोवतीच्या माणसांशी विचारांची देवाणघेवाण करण्याची माणसाला सुचलेली कल्पना म्हणजे भाषा. जन्माला येणारे प्रत्येक मूल आपल्या अवतीभवतीच्या जगाशी सतत संपर्क करण्याच्या प्रयत्नात असते. पण त्याची भाषा जरा हटके असते. किंबहुना ती एक नसतेच मुळी! त्याच्या इतरांना सांगण्याच्या, समजून घेण्याच्या स्वतःच्या अशा अनेकविध भाषा असतात. त्याच्या भाषांमध्ये दडलेले असतात त्याचे खेळ, मजा करण्याच्या, ऐकण्याच्या, विचार करण्याच्या पद्धती, भावना आणि सृजनशीलता. या साऱ्यांचाच वेध घेणारा अंक म्हणजे पालकनीतीचा यंदाचा दिवाळी अंक.

हा अंक १६ नोव्हेंबर २०१५ रोजी प्रकाशित होईल. किंमत ८०/- रु.

जानेवारी ते डिसेंबर २०१६ साठी वर्गणी रु. २००/-



पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

पालकनीती परिवार

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रस्ता, पुणे-४११००४

२५४४१२३०, २५६७३५९६, २५४३७९१९

Web. <http://palakneeti.org> Email : [palakneeti@gmail.com](mailto:palakneeti@gmail.com)



दि  
वा  
ळी  
अं  
क  
२  
०  
१  
५



# रेवड्या

लेखक : सर्वेश्वरदयाल सक्सेना • अनुवाद : मीना कर्वे

दुकानात रेवड्या ठेवल्या होत्या. विकत घेणं अवघड होतं, तरी त्या रेवड्या बघून तोंडाला नुसतं पाणी सुटत होतं. लालचावलेल्या नजरेनं

तो येता-जाता त्या रेवड्यांकडे बघायचा, अन् हिरमुसला व्हायचा.

शेवटी त्यानं सगळा धीर एकवटला

आणि घरी जाऊन आईला विचारलं. आई फाटलेले कपडे शिवत बसली होती. तिने नजर वर उचलली अन् करूण नजरेनं त्याच्याकडे बघितलं, नंतर ती वर आकाशाकडे बघायला लागली अन् खूप वेळ तशीच बघत राहिली. बोलली काहीच नाही! तो चुपचाप आईजवळून निघून गेला. जेव्हा आईकडे पैसे नसतात तेव्हा ती अशीच बघत बसते, हे त्याला माहीत होतं.

तो बराच वेळ तसाच चिडीचूप बसून



राहिला. त्याच्या मित्रांचं त्याला चिडवून चिडवून रेवड्या खात राहणं त्याला आठवत होतं. जसजशा त्याला त्या आठवणी येत होत्या तसतशी रेवड्या खाण्याची इच्छा अजूनच तीव्र होत होती. एकदा तर आईच्या बटव्यातून पैसे चोरून घेण्याचा विचारही त्याच्या मनात डोकावला. मात्र हा विचार मनात येताच तो स्वतःलाच धिक्कारायला लागला आणि असा वाईट विचार मनात आल्याबद्दल देवाची क्षमा मागू लागला.

तो अकरा वर्षांचा होता. घरी आईशिवाय दुसरं कुणी नव्हतं. पण आई मात्र नेहमी म्हणायची की ते दोघं एकटे नाहीयेत, तर देवपण त्यांच्याबरोबर आहे. त्याचा आपल्या आईच्या बोलण्यावर विश्वास होताच. त्यामुळे आईचं हे म्हणणंही तो खरंच मानत होता. पण देव आपल्याबरोबर आहे

असं त्याला खरंच जाणवत नव्हतं. आई मात्र त्याला वेगवेगळ्या प्रकारांनी देवाच्या अस्तित्वाची जाणीव करून देत असे. जेव्हा ती आजारी असे, वेदनांनी तळमळत असे तेव्हा ती देवाचं नाव घ्यायची. आणि जेव्हा बरी होत असे तेव्हा देवाचे आभार मानायची. दोघंही कित्येक तास डोळे बंद करून बसत. पूजा केल्याशिवाय ते जेवायचे पण नाहीत. तो रोज सकाळ-संध्याकाळ मांडी घालून आपली छोटीशी घंटी घेऊन संध्या करत असे. तो बोबडा बोलायचा तेव्हापासून त्याचे संध्येचे सगळे मंत्र पाठ होते, आता तर काय तो चांगलं स्पष्टच बोलतो.

ते एका छोट्या गावात राहत होते. आई एका शाळेत शिक्षिका होती. देव आपल्या भक्तांची किती काळजी घेतो - असं दाखवून देणाऱ्या गोष्टी तो आईकडून



नेहमीच ऐकत आला होता. प्रत्येक वेळी अशी गोष्ट ऐकल्यावर देवाचा खराखुरा भक्त होण्याच्या इच्छेने त्याचे मन भारून जायचे. लोकही त्याची पाठ थोपटून नेहमीच म्हणत, “किती गुणी मुलगा आहे, देव त्याला नक्कीच मदतीचा हात देईल!” देव त्याला मदत करेल हे त्यालाही माहीत होते, पण त्याला असा अनुभव प्रत्यक्ष कधीच आला नव्हता.

त्या दिवशी रेवड्या खाण्याच्या इच्छेने तो बचैन होता, तेव्हा त्याला देवाची आठवण झाली. आईकडे पैसे मागून आपण तिला दुखवायला नको होतं. असं मनात येऊन तो स्वतःलाच दोष द्यायला लागला. कारण मग देव कशासाठी आहे? देवाचा विचार मनात आल्यावर तो अगदी खूप झाला. त्याच्यामध्ये एक चमत्कारिक असा उत्साह भरला, कारण त्याला माहीत होतं की देव सर्वांपेक्षा अधिक शक्तिमान आहे, तो सर्व ठिकाणी आहे अन् तो काहीही करू शकतो. त्याला अशक्य असं काहीच नसेल, तर मग तो काय मला थोड्याशा रेवड्याही देऊ शकणार नाही? मी तर लहानपणापासून त्याची पूजा करत आलोय आणि मी कुठलंही वाईट काम कधीही केलेलं नाही. कधी चोरी केली नाही, कधी कुणाला त्रास दिला नाही... असे विचार मनात आल्याबरोबर देव आपल्याला नक्कीच रेवड्या देणार अशी नक्कीच रेवड्या देणार अशी त्याला मनोमन खात्री वाटू लागली.

तो पटकन् उठला अन् देवघराच्या शांत

कोपऱ्यात पूजा करायला बसला. तेवढ्यात आईनं त्याला हाक मारून सांगितलं, “बाळा, तुझी पूजा झाली की बाजारातून मीठ घेऊन ये.”

त्याला वाटलं की जणूकाही देवानंच त्याची हाक ऐकलीय! नाहीतर पूजेला बसल्या बसल्या आईनं लगेच बाजारात जायला सांगितलं असतं? त्यानं मनापासून पूजा केली, नंतर पैसे अन् पिशवी घेऊन तो बाजाराच्या वाटेला लागला.

घरातून बाहेर पडल्यावर पहिल्यांदा त्याला शेतं पार करावी लागत, नंतर फरश्या बसवलेली गावातली गल्ली पार केल्यावर बाजार लागत असे. त्या दिशेने तो चालायला लागला.

संध्याकाळ झाली होती. सूर्य मावळत होता. तो शेतातून चालला होता, डोळे अर्धे मिटले होते, देवाचे ध्यान करत संध्येच्या मंत्रांचे तो परत परत पारायण करत चालला होता. किती वेळात त्यानं शेत ओलांडलं हे त्याला आठवत नव्हतं, पण तो गावातल्या फरश्यांच्या गल्लीत पोहोचला तेव्हा सूर्य मावळला होता, हळूहळू अंधार पसरायला लागला होता. लोक आपापल्या घरात परतले होते. धूर पसरायला लागला होता. गुरं मुक्यानं उभी होती. अर्धवट थंडीचे दिवस होते.

त्यानं डोळे उघडून बाहेरचं काही बघण्याचा प्रयत्नही केला नाही. तो आपल्या आतच बघत होता, तिथं त्याला अंधारात



एक झगमगता प्रकाश दिसत होता. देवाचा प्रकाश ! त्या प्रकाशासमोर तो डोळे मिटून मंत्रपठण करत होता.

अचानक त्याला अजानचा आवाज ऐकू आला. गावाच्या सीमेवर एक लहानशी मशीद होती. त्यानं हळूच डोळे किलकिले करून पाहिलं. अंधार आता चांगलाच दाटून आला होता. मशिदीच्या एका खोलीएवढ्या दालनात आता नमाज पढण्यासाठी लोक गोळा होऊ लागले होते. त्याच्या अंतःकरणात एक लहर चमकून गेली. त्याचे पाय थबकले. डोळे पूर्ण बंद झाले. त्याच्या मनात आवाज

उमटला, “देवा, जर तू खरोखरच असशील आणि जर मी तुझी मनापासून पूजा केली असेल तर तू मला पैसे दे, अगदी इथेच अन् अत्ताच्याआता!”

तो तिथेच गल्लीमध्ये बसला. त्याने जमिनीवर हात ठेवला. जमीन थंडगार होती. हाताच्याखाली त्याला काहीतरी गुळगुळीत लागलं. उत्साहाची वीजच जणू त्याच्या साऱ्या शरीरात चमकली. त्यानं डोळे उघडून बघितलं. अंधारात त्याच्या हातात आठ आपऱ्याचं नाणं चमकत होतं. मनातल्या मनातच त्यानं देवाच्या पायावर लोटांगण



घातलं. तो आनंदाच्या सागरात डुबायला लागला. ते नाणं तो निरखून बघायला लागला, त्यानं त्या नाण्याचा मुका घेतला, ते कपाळाला लावलं. ते काही साधंसुधं नाणं नव्हतं, तर एका गरीबावर झालेली परमेश्वराची कृपा होती. त्याच्या पूजेला आणि सच्चाईला देवानं दिलेलं ते बक्षीसच होतं. देव नक्की अस्तित्वात आहे असं त्याचं मन ओरडून सांगायला लागलं. देवा, मी तुझा लहानसा सेवक आहे, मी आयुष्यभर तुझी भक्ती करेन, मला कधीच विसरू नकोस, तो भक्तिभावानं म्हणाला. तो बाजाराच्या दिशेनं पळत सुटला. अधेली त्यानं मुठीत घट्ट पकडून ठेवली होती.

जेव्हा तो दुकानात पोहोचला तेव्हा दिवेलगण झाली होती. दुकानदार दिव्यासमोर हात जोडून बसला होता. थोड्या वेळानं त्यानं डोळे उघडले अन् विचारलं, “काय पाहिजे तुला?”

त्यानं हातातल्या चमकत्या अधेलीकडे पाहिलं अन् म्हणाला, ‘आठ आण्याच्या रेवड्या.’

असं बोलून त्याने अधेली दुकानदाराच्या गादीकडे फेकली. पण ती गादीवर न पडता समोर असलेल्या धण्याच्या डब्यात पडली. दुकानदाराने डब्यात हात घालून चाचपून बघितले, पण अधेली काही मिळाली नाही. एक छोट्यासा गुळगुळीत चपटा, दगडाचा तुकडा मात्र हाती लागला. त्यानं तो बाहेर काढून फेकून दिला.

मुलाचा चेहरा एकदम काळवंडला, डोकं गरगरलं. जणू शरीरातून सगळं रक्तच नाहीसं झालं! डोळे पाण्याने डबडबले.

‘कुठे गेली अधेली?’ दुकानदारही हळहळला. मुलाला वाटलं की त्याला आता रडू कोसळणार. बघता बघता सर्वशक्तिमान परमेश्वराचा त्याच्यासमोर मृत्यू झाला. लुळ्या पडलेल्या हातानं त्यानं खिशातून पैसे काढले, मीठ घेतलं अन् तो निघाला.

दुकानदारानं त्याला हाक मारली, म्हणाला, ‘रेवड्या घेऊन जा, पैसे तुला नंतरही देता येतील.’ “नाही” आणि तो रडायला लागला. “बरं, बरं, नको देऊस पैसे. माझ्याकडून तुला रेवड्या फुकट.” दुकानदार प्रेमानं म्हणाला आणि बरणीतून थोड्या रेवड्या काढून त्याला द्यायला लागला. मुलानं तोंड फिरवलं अन् तो निघून गेला. त्यानं देवाकडे मागितले होते, दुकानदाराकडे नाही. दुसऱ्यांची दया त्याला नको होती.

हल्ली मात्र तो देवाकडून काहीही मागत नाही...



#### सर्वेश्वरदयाल सक्सेना

(१९२७-१९८३) : हिंदीतील प्रसिद्ध लेखक, कवि, कथाकार, समीक्षक होते. त्यांच्या ‘खूटियोंपर टंगे लोग’ नावाच्या कविता संग्रहाला साहित्य अकादमीचा पुरस्कार मिळाला होता.

चित्रे : तनुश्री : आय.डी.सी., आय.आय.टी. मुंबई इथून ॲनिमेशनची पदवी. ॲनिमेशन चित्रपट तयार करतात.

# भास्कराचार्य गणित प्रज्ञा शोध स्पर्धा

भास्कराचार्य प्रतिष्ठान, पुणे. गणितातील संशोधन आणि शिक्षण या क्षेत्रात गेली ३० वर्षे काम करणारी अग्रगण्य संस्था आहे. माध्यमिक विद्यार्थ्यांना गणिताचे शिक्षण, तसेच आंतरराष्ट्रीय गणित ऑलिम्पियाडसाठी मार्गदर्शन दिले जाते. हे शिक्षण घेतलेल्या ३० पेक्षा अधिक विद्यार्थ्यांना आंतरराष्ट्रीय स्तरावर पदके मिळाली आहेत.

भास्कराचार्य प्रतिष्ठान, पुणे तर्फे, महान भारतीय गणिती भास्कराचार्य द्वितीय यांची ९०० वी जयंती साजरी करण्यासाठी गेल्यावर्षी पासून एक स्पर्धा परीक्षा सुरू केली आहे. महाराष्ट्र आणि गोव्यामधील ६ वी आणि त्याखालील इयत्तेतील विद्यार्थी सहभागी होऊ शकतात.

## उद्देश :

१. गणितात रुची आणि क्षमता असणारे विद्यार्थी निवडणे आणि त्यांना प्रोत्साहन देणे.
२. सर्व विद्यार्थ्यांना पुढील स्पर्धा परीक्षांसाठी उपयुक्त अशी चाचणी लहान वयात उपलब्ध करणे.
३. तर्क सुसंगत विचार करण्यास चालना देणे .
४. अतुलनीय गणिती भास्कराचार्य यांच्या स्मरणार्थ अर्थपूर्ण उपक्रम करणे.

## परीक्षेची संक्षिप्त माहिती;

नाव : भास्कराचार्य गणित प्रज्ञा शोध स्पर्धा

पात्रता : ६ वी किंवा खालील इयत्तेतील विद्यार्थी

अभ्यासक्रम : ६ वी पर्यंतचा

माध्यम : मराठी / इंग्रजी (प्रश्नपत्रिका मराठी आणि इंग्रजीत असेल, कोणत्याही एका भाषेत उत्तरे लिहिता येतील.)

१. स्पर्धा परीक्षा ऑलिम्पिक पूर्व स्तरावरील ६ वी च्या अभ्यासक्रमावर आधारित परीक्षा आहे.
२. तर्कावर आधारित आणि गणितातील बुद्धिमत्ता तपासणारे प्रश्न विचारले जातील.

दिवस आणि तारीख : रविवार १० जानेवारी २०१६.

वेळ : दु. ११ ते २.

१० डिसेंबर नंतर परीक्षा केंद्रे [www. bprim.org](http://www.bprim.org) या संकेत स्थळावर जाहीर होतील.

एकूण गुण : १००

वेळ मर्यादा : ३ तास.

बहुपर्यायी	दोन गुणांचे	१५ प्रश्न	३० गुण
थोडक्यात उत्तरे द्या	दोन गुणांचे	१० प्रश्न	२० गुण
	तीन गुणांचे	१० प्रश्न	३० गुण
	पाच गुणांचे	४ प्रश्न	२० गुण

-----

१०० गुण

परीक्षा शुल्क : रु. १५० /- प्रत्येक विद्यार्थ्यासाठी

नोंदणी : २३ नोव्हेंबर २०१५ पासून. (शाळांमार्फत)

फेब्रुवारीच्या दुसऱ्या आठवड्यात केंद्रांवर त्या त्या केंद्राचा निकाल जाहीर होईल.

सर्व सहभागी विद्यार्थ्यांना सर्टिफिकेट दिले जाईल.

बक्षिसे : प्रथम पुरस्कार रु. ३०००/-

द्वितीय पुरस्कार रु. २०००/-

तृतीय पुरस्कार रु. १०००/-

पुस्तक स्वरूपात प्रोत्साहनपर पुरस्कार निवडक विद्यार्थ्यांना दिले जातील.

यशस्वी विद्यार्थ्यांना त्यांच्या क्षमतेच्या विकासासाठी मार्गदर्शन केले जाईल.

अधिक माहिती साठी संपर्क :

भास्कराचार्य प्रतिष्ठान,

५६/१४, दामले पथ, इंड सर्च जवळ,

लाँ कॉलेज रस्त्या जवळ, एरंडवणे, पुणे ४११००४.

दूरध्वनी : ०२० - २५४३४५४७, ०२० - २५४१०७२४

कार्यालयीन वेळ : ११.३० ते १.३०, २.०० ते ५.००

समन्वयक : किरण बर्वे



# अभिनंदन !

**एकलव्य संस्थेच्या शैक्षणिक संदर्भ (हिंदी)  
द्वैमासिकाच्या टीमचे हार्दिक अभिनंदन !**

होशंगाबाद जिल्ह्यातील विज्ञान शिक्षण – कार्यक्रमाचा भाग म्हणून सुरु झालेल्या या द्वैमासिकाचा **शंभरावा अंक**

**एक शाम संदर्भ के नाम** या समारंभामध्ये नुकताच प्रकाशित झाला. भोपाळच्या भारत भवन मध्ये हा समारंभ २ नोव्हेंबर २०१५ रोजी पार पडला. या निमित्ताने डॉ. चयनिका शाह यांचे **स्त्रीवादी विज्ञान शिक्षण व अध्ययन** या विषयावर, तसेच श्री.अनुपम मिश्र यांचे **समाजात आणि शिक्षणामध्ये लोक परंपरांची – भूमिका** या विषयावर भाषण झाले.

विज्ञान शिक्षणाच्या क्षेत्रात संदर्भ आणि एकलव्य करीत असलेले काम ही आमच्यासाठी सदैव प्रेरणा देणारी गोष्ट ठरली आहे.

**या स्वरुवात पुढील शंभर अंकांसाठी  
मराठी संदर्भकडून शुभेच्छा !**

शैक्षणिक संदर्भ: ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१५ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्त्रबुद्धे यांनी  
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

