

फेब्रुवारी-मार्च २०१५

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ९२

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

गंध

स्पर्श

प्रकाश

गुरुत्वाकर्षण

शब्द

स्पर्श

रूप

रस

गंध

गुरुत्वाकर्षण



संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, सजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंदु सोमण, यशश्री पुणेकर.

विश्वस्त :

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

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे.

अक्षरजुळणी :

यदिश ग्राफिक्स

मुखपृष्ठ: विनय धनोकर

मांडणी, छपाई : ग्रीन ग्राफिक्स

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ९२

फेब्रुवारी-मार्च २०१५

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.

फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को.ऑप.हौ.सोसा.

निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,

लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

फोन : २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : sandarbhssociety.org

पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ ३००/-

अंकाची किंमत : ₹ ५०/-

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

मुखपृष्ठाविषयी -

माणसासारख्या जाणिव्या झाडांना नाहीत अशी आपली समजूत. पण ती काही पूर्णतः खरी नाही. त्या वनस्पतींची ज्ञानेन्द्रिये जरी आपण ओळखू शकत नसलो, तरी त्यांना जाणिव्या असतात हे नक्की. प्रकाशाकडे वळणारी फुले, आकाशाकडे वाढणारी रोपे, जमिनीकडे वाढणारी मुळे आपल्याला हे दाखवतात. कीटकभक्षी वनस्पती, लाजाळूचे झुडूप जसे स्पर्शजाणीव दर्शवते, तसे लिमा बीनचे रोप गंधसंवेदनशील असते. विशिष्ट वर्षांनी बहरणारी बांबूची बेटे काळाची जाणिव ठेवून असतात हे नक्की. या सगळ्याबद्दल वाचा...जाणती झाडे या लेखात.

माणसांची गुरुत्वाकर्षणाची जाणिव त्यांना अंतर्कणातील ओटालिथ स्फटिकांमुळे होते. त्याच धर्तीवर वनस्पतींमध्ये सिस्टोलिथ स्फटिक सापडतात. याची आकृती मागच्या कव्हरवर पहा.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ९२

- द मॅजिक ऑफ यू - ऋतु खोडा
अनुवाद : अम्बरीश सोनी, प्रीती केतकर५
- पूर्व नियोजित कचरा The Light Bulb Conspiracy - प्रियदर्शिनी कर्वे११
- वाघांची शिरगणती - मुरारी तपस्वी१५
- 📖 गणिती रूपकांची अद्भुत दुनिया - भाग २ - किरण बर्वे२१
- 📖 बोलीभाषा आणि म्हणी - अनिल सिंह, रूपांतर : यशश्री पुणेकर२८
- एक 'सद्भावी' प्रयोगाची गोष्ट - पद्माकर राजाराम भूत३३
- 📖 मानवनिर्मित उपग्रहाचे अंतरंग - लेखांक - ६ - सुरेश नाईक४३
- जाणती झाडे - अंजली नाईक४७
- धरणफुटी - लेखांक - ६ - वैजयंती शेंडे५४
- 📖 अरेच्चा ! हे असं आहे तर ! भाग - १२ - या. इ. पेरेलमन
रूपांतर : शशी बेडेकर५८
- चूक म्हणजे किती चूक?- आयझॅक असिमोव६१
- 📖 कसोट्या वापरण्याची 'कसोटी' - नागेश मोने६८
- शिकवणे किती नियोजित असावे? - कॅरन हॅडॉक७१
- एकावर एक-दोन(?) - विनता विश्वनाथ, अनुवाद : गो. ल. लोंढे८१



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

द मॅजिक ऑफ यू

कला ही फक्त कलाकार होण्यासाठी, कलाकृती निर्माण करण्यासाठी शिकायची नसून आपल्या जीवनात तिचे याहून मोठे स्थान आहे. लहान मुलांच्या विकासात तर ते जास्तच महत्त्वाचे आहे. अभिव्यक्तीमधून आणि त्या निमित्ताने संवाद साधण्यामधून खूप काही साध्य होऊ शकते. अशाच एका प्रयोगाबद्दल.

पान ५

पूर्व नियोजित कचरा

आजकालच्या वस्तू मुळी टिकतच नाहीत. मागच्या पिढीत टीव्ही, फ्रिज तर सोडा, छत्रीदेखील एकदा घेतली की आयुष्यभर तीच वापरात असे. हे काही आपोआप घडलेले बदल नाहीत, याची सुरुवात कधी, कुठे, का झाली ते जाणून घेऊया.

पान ११

जाणती झाडे

दृष्टी, श्रुती, स्पर्श, स्मृती आणि गंधसंवेदना या सर्व जाणिवे ही प्राणीसृष्टीची वैशिष्ट्ये. याचा सर्वात जास्त उपयोग माणसाने केलेला आपल्याला सभोवती दिसतो. माग वनस्पतीसृष्टीचे काय? या जाणिवेपासून ती वंचित आहे का? याबद्दलचे अनेक अभ्यास झाले आहेत, पुस्तके प्रसिद्ध झाली आहेत. त्यातील एका पुस्तकाबद्दल...

पान ४७

धरणफुटी

धरणफुटी हे एक भयंकर संकट. पुणेकरांना पानशेतच्या, गुजराथेत मोर्वीच्या अशा भयंकर आठवणी असतील. कशामुळे फुटली ही धरणे? हे टाळता येईल का?

पान ५४

चूक म्हणजे किती चूक?

चूक म्हणजे चूक आणि बरोबर म्हणजे बरोबर. १०० टक्के. ही शालेय व्यवहारातली समजूत काही सदैव पुरणार नाही. विज्ञान क्षेत्रात होणाऱ्या संशोधनाच्या संदर्भात याचा विचार कसा करायचा ते सांगितले आहे अयझाक असिमोव यांनी.

पान ६१

आवर्जून वाचा

भास्कराचार्य गणित प्रज्ञाशोध परीक्षा (पान ६०) व विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१५ (पान ७७)



द मॉजिक ऑफ यू

मूळ लेखिका : ऋतु खोडा
हिंदी अनुवाद : अम्बरीश सोनी
मराठी रूपांतर : प्रीती केतकर

‘आर्ट फर्स्ट फौंडेशन’ ही संस्था मुंबईतील सहा म्युनिसिपल शाळांमध्ये श्रवण आणि बौद्धिक अक्षमता असलेल्या मुलांसाठी कला याविषयी कार्यशाळा घेते. ह्या कार्यशाळेत फक्त मुलांनाच नाही तर शिक्षकांनाही खूप मजा येते आणि बरंच काही शिकायला मिळतं. प्राथमिक व पूर्व प्राथमिक स्तरावरील मुलांबरोबर कार्यशाळेत कलाकारांना/कलाशिक्षकांना जे अनुभव आले ते ह्या लेखात दिले आहेत.

आपल्या आजूबाजूच्या लोकांकडे पाहताना प्रामुख्याने आपलं लक्ष जातं ते त्यांच्या चेहऱ्याकडे. चेहरा - म्हणजे दोन डोळे, एक नाक आणि एक तोंड खूप काही सांगून जातं! चेहरा हा माणसाचे विचार, व्यक्तित्व आणि अर्थातच अगदी त्याच्या आत्म्याचासुद्धा आरसा असतो असं मानलं जातं. प्रसिद्ध फ्रेंच चित्रकार पॉल गॉगं यानं त्याचा मित्र व्हॅन गॉगचं (प्रसिद्ध डच चित्रकार) त्यानं काढलेलं चित्र दाखवलं तेव्हा व्हॅन गॉगनं दिलेला अभिप्राय होता:

हा मीच आहे हे नक्की पण हा वेडा झालेला मी आहे.

चित्रकलेच्या दिशेनं पाहिलं पाऊल

स्वतःचं चित्र काढणं ही कलेच्या गाभ्यातील गोष्ट आहे. कारण हे करताना तुम्ही स्वतःच्या अंतरंगात खोलवर शिरून निरीक्षण करता आणि आपलं स्वतःबद्दलचं मत दुसऱ्या पुढे ठेवता. एनएनएमसी ईटीसी (नवी मुंबई म्युनिसिपल कॉर्पोरेशन) मार्फत अन्यथा सक्षम मुलांसाठी चालवल्या जाणाऱ्या शिक्षण-



प्रशिक्षण केंद्रात मुलांबरोबर आम्ही हाच प्रयोग केला.

जसे दोन हिमकण सारखे नसतात, दोन व्यक्तींच्या बोटाचे ठसे सारखे नसतात तसंच जगात दुसरं कोणीही ह्या मुलांसारखं नाही. ही मुलं खूप उत्साही, सुंदर आणि गोड आहेत. त्यांच्या विचार करण्याच्या पद्धतीमुळे आणि त्यांच्या आवडीच्या गोष्टींमुळे ती अशी बनली आहेत. ही एक विशेष, अनुपम अशी देणगी आहे.

आम्ही मुलांबरोबर 'मॅजिक ऑफ यू'चं एक सत्र घेण्याचं ठरवलं. अनेक कलाकार स्वतःची छबी रेखाटायला आतुर असतात तशीच ही मुलांही स्वतःचं चित्र काढायला उत्सुक होती. जसं प्रसिद्ध आणि विक्षिप्त स्पॅनिश कलावंत डाली ह्यांच्या वरच्या बाजूला वळलेल्या वैशिष्ट्यपूर्ण मिशा हीच

त्यांची ओळख होती. तसं ज्यामुळे ही मुलं इतरांपेक्षा वेगळी उठून दिसतात अशी त्यांची वैशिष्ट्य आणि त्यांना स्वतःमधल्या आवडणाऱ्या गोष्टी शोधायला सांगितलं.

सुरुवातीला एका कलावंतानं मुलांना त्याचं वेडंवाकडं नाक आणि वरच्या बाजूला वळलेल्या मिशांबद्दल सांगितलं. तसंच त्यांना स्वतःबद्दल काय वाटतं हेही सांगितलं. त्यांनी आरशात बघून स्वतःचं चित्रही काढलं. गंभीर चेहरा, रागीट चेहरा, चित्रविचित्र भाव दाखवणारे चेहरे आणि ते बघून हसणारा चेहराही काढला. ते बघून मुलांच्या हसण्यानं वर्ग अगदी दुमदुमून गेला. एवढंच नाही तर त्यांनी प्रेमानं त्या कलावंताला मिठीही मारली.

चित्र काढण्याची कला अवगत आहे

मुलांना स्वतःकडे एकटक बघता यावं, वेगवेगळे चेहरे करून बघता यावं, स्वतःचं हसणं, ती बोलताना कशी दिसतात, तिरळे डोळे करून ती कशी दिसतात हे सगळं बघता यावं म्हणून प्रत्येक मुलाला आरसा दिला. त्यांना ज्या पद्धतीनं स्वतःला पहायचंय आणि दाखवायचंय, मनातलं सगळं त्यांना करून बघता यावं हा त्यामागचा हेतू होता.

सुरुवातीला आम्हाला जरा भीती वाटत होती. कारण पोर्ट्रेट ह्या शब्दात हुबेहूब हा अर्थ अध्याहृत आहे. पण आम्हाला मुलांच्या उत्स्फूर्ततेत, स्वाभाविकतेत अडथळा



प्रशिक्षण केंद्रात मुलांबरोबर आम्ही हाच प्रयोग केला.

जसे दोन हिमकण सारखे नसतात, दोन व्यक्तींच्या बोटाचे ठसे सारखे नसतात तसंच जगात दुसरं कोणीही ह्या मुलांसारखं नाही. ही मुलं खूप उत्साही, सुंदर आणि गोड आहेत. त्यांच्या विचार करण्याच्या पद्धतीमुळे आणि त्यांच्या आवडीच्या गोष्टींमुळे ती अशी बनली आहेत. ही एक विशेष, अनुपम अशी देणगी आहे.

आम्ही मुलांबरोबर 'मॅजिक ऑफ यू'चं एक सत्र घेण्याचं ठरवलं. अनेक कलाकार स्वतःची छबी रेखाटायला आतुर असतात तशीच ही मुलांही स्वतःचं चित्र काढायला उत्सुक होती. जसं प्रसिद्ध आणि विक्षिप्त स्पॅनिश कलावंत डाली ह्यांच्या वरच्या बाजूला वळलेल्या वैशिष्ट्यपूर्ण मिशा हीच

त्यांची ओळख होती. तसं ज्यामुळे ही मुलं इतरापेक्षा वेगळी उठून दिसतात अशी त्यांची वैशिष्ट्य आणि त्यांना स्वतःमधल्या आवडणाऱ्या गोष्टी शोधायला सांगितलं.

सुरुवातीला एका कलावंतानं मुलांना त्याचं वेडंवाकडं नाक आणि वरच्या बाजूला वळलेल्या मिशांबद्दल सांगितलं. तसंच त्यांना स्वतःबद्दल काय वाटतं हेही सांगितलं. त्यांनी आरशात बघून स्वतःचं चित्रही काढलं. गंभीर चेहरा, रागीट चेहरा, चित्रविचित्र भाव दाखवणारे चेहरे आणि ते बघून हसणारा चेहराही काढला. ते बघून मुलांच्या हसण्यानं वर्ग अगदी दुमदुमून गेला. एवढंच नाही तर त्यांनी प्रेमानं त्या कलावंताला मिठीही मारली.

चित्र काढण्याची कला अवगत आहे

मुलांना स्वतःकडे एकटक बघता यावं, वेगवेगळे चेहरे करून बघता यावं, स्वतःचं हसणं, ती बोलताना कशी दिसतात, तिरळे डोळे करून ती कशी दिसतात हे सगळं बघता यावं म्हणून प्रत्येक मुलाला आरसा दिला. त्यांना ज्या पद्धतीनं स्वतःला पहायचंय आणि दाखवायचंय, मनातलं सगळं त्यांना करून बघता यावं हा त्यामागचा हेतू होता.

सुरुवातीला आम्हाला जरा भीती वाटत होती. कारण पोर्ट्रेट ह्या शब्दात हुबेहूब हा अर्थ अध्याहृत आहे. पण आम्हाला मुलांच्या उत्स्फूर्ततेत, स्वाभाविकतेत अडथळा

आणायचा नव्हता. चित्र काढायला सुरुवात केल्यावर मुलं कसल्याही दडपणाशिवाय बिनधास्तपणे, साधेपणानं, निरागसपणे गप्पागोष्टी करत होती ते बघून आम्ही आश्चर्यचकित झालो आणि आम्हाला बरंही वाटलं.

एक मुलगा वीस मिनिटं आरशात स्वतःच्या चेहेऱ्याकडे निरखून पाहत होता. मला अशी भीती वाटली की बहुतेक त्याला त्याच्याकडून काय अपेक्षित आहे हे कळलं नसावं. पण तेवढ्यात माझ्या लक्षात आलं की तो स्वतःच्या मिशांकडे लक्षपूर्वक पाहतोय. मग हळूहळू त्यानं कागदावर ते उतरवायला सुरुवात केली. त्यानं पेन्सिल खूपच हलक्या हातानं धरली होती. शिक्षक कलावंतानं त्याला पेन्सिल थोडी घट्ट पकड असं सुचवलं आणि म्हटलं की रेषा ठळक येण्यासाठी ते गरजेचं आहे. त्यावर त्यानं ताबडतोब उत्तर दिलं सर, मला तर नुकत्याच मिशा यायला लागल्येत. त्यामुळे त्या अजून अस्पष्ट आहेत. मी जर पेन्सिल घट्ट धरली तर ह्या रेषा जाड येतील आणि मला जशा आहेत तशा मिशा काढता येणार नाहीत. म्हणून मी पेन्सिल जरा मागेच धरतोय. एरवी हा मुलगा अजिबात बोलत नसे. कलेनं या मुलांना त्यांच्या मनातले विचार व्यक्त करायचा मार्ग दाखवला.

अभिव्यक्तीचं स्वातंत्र्य

नवी मुंबई म्युनिसिपल कॉर्पोरेशनच्या अन्यथा सक्षम मुलांच्या एज्युकेशन अँड ट्रेनिंग सेंटरमध्ये (ईटीसी) शिकवणाऱ्या बिंदिया कांबळे ह्यांना मुलांची तत्परता बघून आश्चर्याचा सुखद धक्का बसला. त्यांच्या लक्षात आलं की मुलांना जास्त चांगल्या तऱ्हेनं समजून घेण्यासाठी त्यांना स्वतःला व्यक्त करण्याची मुद्दाम वेगळी संधी द्यायला हवी. म्हणजे ती त्यांच्या भोवतालचं त्यांचं जग समजून घेऊ शकतील. स्वतःचं वेगळेपण कलेच्याद्वारे व्यक्त करण्यासाठी ही एक संधी होती. आनंदानं आणि अभिमानानं स्वतःला व्यक्त करण्याचं स्वातंत्र्य होतं.

मुलं गंभीरपणे कामाला लागली. त्यांनी आपण होऊन स्वतःचं, स्वतःच्या हावभावाचं





बराचवेळ निरीक्षण केलं. आणि आता ती जादू कागदावर उतरवायला ती सज्ज झाली. आता ती फारशी आमच्यावर अवलंबून नव्हती. त्यांना आत्मविश्वास वाटत होता. सत्रामध्ये आत्तापर्यंत एकूणच त्यांनी क्वचितच आमची मदत घेतली होती.



भास्करला असं जाणवलं की मुलांना त्यांचे विचार, त्यांच्यातील कलात्मकता फुलून येण्यासाठी स्वातंत्र्य दिलं गेलं पाहिजे. आणि त्यासाठी आपल्याला आपल्या शिक्षणाच्या साचेबद्ध चौकटीतून बाहेर पडण्याची गरज आहे. चूक बरोबरच्या निकषात न अडकून पडता मुलांना कलाप्रक्रियेतला आनंद लुटता यावा यासाठी त्यांना स्वातंत्र्य हवं असतं. आम्हाला त्यांच्यातील कलाप्रतिभा फुलवायची होती. आणि त्यांचा स्वतःच्या क्षमतांवरचा विश्वास कायम राखायचा होता. ईटीसी शिक्षिका बिंदिया यांचंही, अशा तऱ्हेचा संवाद हे मुलांच्या भाषाविकासाचं महत्त्वाचं साधन ठरू शकेल असंच काहीसं मत आहे. मुलांना एखादी गोष्ट सांगून त्यावर चित्र काढायला सांगितलं तर त्यांना त्यांची भाषा तयार करायला मदत होईल.



आम्हाला असं वाटतं की कलाकारांच्या विकासासाठी कलाशिक्षणाची गरज नाही. ह्याची आणखी काही महत्त्वाची कारणं आहेत. ईटीसी शिक्षिका मनीषा गामे ह्यांचं असं म्हणणं आहे की कलेच्या माध्यमातून मुलं आपल्या भावना आणि विचार व्यक्त करू शकतील. त्याचबरोबर आपले विचार भाषेतही आणू शकतील.

साध्या शब्दात सांगायचं तर कलेच्या माध्यमातून व्यक्ती स्वतःशी तसंच एकमेकांशी बोलू शकते. ही आमची सांस्कृतिक भाषा आहे तिच्यामार्फत आम्ही आमची भीती, चिंता, जिज्ञासा, भूक, शोध आणि आमच्या आशा व्यक्त करू शकतो.





याचसाठी मुक्त कलाविष्काराचा मुख्य अभ्यासक्रमात समावेश करण्याची गरज आहे. म्हणजे प्रत्येक मुलातील, भले ते सक्षम असो वा नसो, त्याचं रचनात्मक

विचारकौशल्य विकसित करता येईल. कलेच्या भाषेतून आपलेपणा निर्माण करण्याची आणि कलेच्या जगात प्रवेश करून स्वतःसाठीचा मार्ग ठरवण्याची सगळ्याच मुलांना पुरेशी संधी मिळाली पाहिजे.

Art : the basis of Education

हे श्री. देवी प्रसाद या प्रसिद्ध कलाकार व शिक्षणतज्ज्ञांनी लिहिलेले पुस्तक आपल्याला या विषयातील सखोल जाणीव करून देते.

हे पुस्तक प्रत्येक शिक्षकाने जरूर वाचावे.

पाठ्यक्रमात बांधलेले कलाशिक्षण आणि मुक्त आविष्कार ह्या पूर्ण वेगळ्या गोष्टी आहेत. माणसाचे व्यक्तिमत्व फुलवण्यासाठी कलाशिक्षणापेक्षा मुक्त आविष्काराच्या संधी अत्यंत महत्त्वाच्या असतात.

शैक्षणिक संदर्भ अंक ३१,
(मूळ अंक ८८) मधून साभार

मूळ लेखिका : ऋतु खोडा, 'आर्ट फर्स्ट फौंडेशन'च्या संस्थापक आहेत. त्यांना असं वाटतं की कलेमुळे मुलं आणि मोठी माणसं दोघांना उत्साह मिळतो. त्या आर्थिकदृष्ट्या कमकुवत असलेल्या शाळांमध्ये मुलांना विचार व कृती स्वातंत्र्य मिळवून देण्यासाठी मदत करतात.

हिंदी अनुवाद : अम्बरीश सोनी, संदर्भ मासिकाशी संबंधित आहेत.

मराठी रुपांतर : प्रीती केतकर, पुणे

पूर्वनियोजित कचरानिर्मिती!

The Light Bulb Conspiracy

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

आजकाल पूर्वीइतक्या टिकाऊ वस्तू बनत नाहीत, ही तक्रार आपण अनेकदा ऐकतो, आणि बरेचदा स्वतःही करतो. पूर्वीपेक्षा उत्पादनाचे तंत्रज्ञान कितीतरी जास्त प्रगत झाले आहे, तरीही उत्पादित वस्तूंचा दर्जा मात्र घसरलेला दिसतो. उत्पादकांमध्ये, कामगारांमध्ये आपल्या कामाप्रती निष्ठा राहिली नाही, निष्काळजीपणा, बेजबाबदारपणा, इ. अनेक दोषांच्या नावाने आपण खडे फोडतो. पण वस्तूंचा दर्जा जाणीवपूर्वक, कित्येक दशकांच्या सुनियोजित महत्प्रसायाने कमी केलेला आहे, असे जर कोणी आपल्याला सांगितले, तर आपण विश्वास ठेवाल का?

पण ही कवीकल्पना नाही. उत्पादित वस्तू विशिष्ट काळानंतर टाकाऊ कशा बनतील, यासाठी संशोधन करून तशी तरतूद वस्तूंच्या रचनेतच केली जाते. कारखानदारीच्या क्षेत्रातली ही एक सर्वमान्य प्रथा आहे. या संकल्पनेचे नाव आहे, प्लॅन्ड

ऑब्सेलसन्स किंवा पूर्वनियोजित कचरानिर्मिती. ही कचरानिर्मिती कशी होते, त्यामागचा इतिहास, अर्थकारण आणि राजकारण, यांवर एक ५३ मिनिटांचा माहितीपट यूट्यूबवर पाहाण्यात आला. पर्यावरण, अर्थशास्त्र, इतिहास, आणि विज्ञान-तंत्रज्ञान इ. च्या अभ्यासकांनी जरूर पहावा असा हा माहितीपट आहे. द लाइटबल्ब कॉन्सपिरसी हे नाव असलेल्या या माहितीपटाचा पत्ता आहे - <https://www.youtube.com/watch?v=vfbbF3oxf-E>

उपयुक्त असलेल्या वस्तूंचे नियोजनबद्ध पध्दतीने विशिष्ट कालावधीत कचऱ्यात रूपांतर करण्याची ही संकल्पना पहिल्या महायुध्दानंतर अमेरिकेतील बर्नार्ड लंडन या जागा खरेदी-विक्री करणाऱ्या मध्यस्थाने मांडली व अमेरिका आणि युरोपातील धुरीणांनी आणि मोठ्या उद्योजकांनी तिला दृश्य स्वरूप दिले. त्यामागे

उद्दिष्ट होते, मंदावलेल्या अर्थव्यवस्थेला चालना देणे.

अर्थव्यवस्था सुधारायची असेल, तर सातत्याने पैशांचे हस्तांतरण होत राहिले पाहिजे, आणि त्यासाठी लोकांना सतत काही ना काही खरेदी करणे भाग पाडले पाहिजे, हा त्यामागचा उद्देश होता. दैनंदिन वापराची कोणतीही वस्तू पन्नास-साठ वर्षे किंवा त्याहीपेक्षा जास्त टिकाऊ असेल, तर लोक आयुष्यात एकदाच या वस्तूची खरेदी करतील. मग एकदा जनतेची ही गरज भागली, की त्या उत्पादकांचा व्यवसाय कसा वाढावा? युरोपीय देशांनी औद्योगिक क्रांतीनंतर ही समस्या सोडवण्यासाठी वसाहतवादाच्या माध्यमातून बाजारपेठच विस्तारण्याचे धोरण ठेवले होते. पण पहिल्या महायुध्दानंतर जगभर पसरलेली साम्राज्ये सांभाळणे दिवसेंदिवस महागडे, आणि राजकीयदृष्ट्याही धोक्याचे ठरू लागले होते. मग आपल्या हातात असलेल्या बाजारपेठेतूनच पुन्हा पुन्हा पैसा कसा मिळवता येईल, या विचारातून ही कल्पना पुढे आली कारखान्यात वस्तू उत्पादित करताना तिचे आयुष्य विशिष्ट मर्यादेतच राहिल,

अशीच रचना करायची. अर्थात हे अत्यंत हुशारीने केले पाहिजे, ग्राहकालाही ही कालमर्यादा स्वीकाराई असायला हवी. किती किमतीच्या वस्तूसाठी किती आयुष्य लोक विनातक्रार मान्य करतील ह्याचे ठोकताळे संशोधनातून बनवले गेले. वस्तूंच्या जाहिरातीत त्यांचे आयुष्य ठळकपणे आणि दर्जाचा पुरावा म्हणून मांडले जातील, असे पाहिले गेले. लोकांचीही मानसिकता एकदा अशी बनली, की आपण आज विकत घेतलेली वस्तू अमुक इतकाच काळ सेवा देणार आहे, तर ती वस्तू निरूपयोगी बनल्यावरही ग्राहक पुन्हा तुमच्याचकडे दुसरी वस्तू घेण्यासाठी येईल, याचे हे पध्दतशीर नियोजन होते. ग्राहकाचे समाधान म्हणजे ग्राहकाची गरज पूर्ण भागवणे नाही तर ग्राहकाला आपण देऊ त्यातच समाधान मानायला शिकवणे ही या संकल्पनेमागची प्रेरणा आहे.

ही संकल्पना दृश्य स्वरूपात पहिल्यांदा



उतरली ती बल्बच्या दिव्यामध्ये. माहितीपटात दाखवले आहे, की अमेरिकेतील एका अग्निशमन दलाच्या केंद्रात एक दिव्याचा बल्ब शंभरहून अधिक वर्षे तेवतो आहे. शंभर वर्षे फिलामेंट टिकू शकेल, असे संशोधन बल्बच्या शोधानंतरच्या काही वर्षांत झाले होते. पण पहिल्या महायुद्धानंतर जगभरातील दिव्यांचे उत्पादक एकत्र आले. त्यांनी एक गुप्त समिती स्थापन केली. या समितीच्या कामकाजाच्या नोंदीचे दस्तऐवज अलिकडेच समोर आले आहेत. यानुसार या समितीने जगभराची बाजारपेठ या मोठ्या उत्पादकांमध्ये वाटून दिली. म्हणजेच ग्राहकाचा निवड करण्याचा अधिकार संकुचित करून मोठ्या उत्पादकांना स्पर्धा न करता नफा कमावणे शक्य झाले. त्याहीपुढे जाऊन या समितीने बल्बच्या उत्पादनाच्या अर्थकारणाच्या अभ्यासाच्या आधारे असे ठरवले की जगातला कोणताही बल्ब १००० तासांपेक्षा जास्त काळ चालला नाही पाहिजे. म्हणजे बल्बची पुन्हा पुन्हा विक्री होत राहिल,

आणि मर्यादित बाजारपेठेतूनही प्रचंड नफा कमावता येईल. सर्व कंपन्यांनी एका सुरात बल्बचे आयुष्य कमी करायला हवे, म्हणून ह्या समितीने तगडे नियोजन आणि व्यवस्थापन केले. सर्व कंपन्यांच्या बल्बच्या नमुन्यांचे सतत परीक्षण केले जात असे. या परीक्षणांच्या नोंदी आणि अहवालही आता उपलब्ध आहेत. या अहवालांनुसार ज्या कंपनीच्या बल्बचे आयुष्य जास्त असेल, तिला दंड केला जाई. बल्ब १००० तासांपेक्षा जितका जास्त जळेल, तितका दंड जास्त होत असे. पहिले महायुद्ध संपले तेव्हा बाजारात उपलब्ध असलेल्या कोणत्याही लाइट बल्बचे आयुष्य २५०० तास होते. सर्व कंपन्यांनी या समितीच्या रेट्याखाली संशोधन करून दोन वर्षांच्या कालावधीत ते १५०० तासांपेक्षा खाली आणले गेले. १९४० च्या दशकापर्यंत १००० तासांचे उद्दिष्ट साध्य झाले होते, आणि बल्बच्या जाहिराती अशा पध्दतीने रचल्या जात होत्या की ग्राहकाला वाटावे अरे वा, १०००

The average life of lamps
Lighting Service must not be guaranteed, published or offered for another value than
1000 hours
The 1000 hour life in this definition
means average life/burn-out on normal laboratory
test conditions at rated voltage.



तर आपल्याला सांगितले जाते आता हे मॉडेल बंद झाले त्यामुळे स्पेअर पार्ट मिळणार नाही, आता नव्या सॉफ्टवेअरला हा चालणारही नाही, कशाला दुरुस्तीच्या भानगडीत पडता, दुरुस्तीपेक्षा थोडा जास्त

तासांच्या आयुष्याची हमी देऊन ही कंपनी माझ्या हिताची किती काळजी घेते आहे! गंमत म्हणजे जी भांडवलशाही लोकांना विकासाची आणि सुखसमृद्धीची हमी देते त्या भांडवलशाहीचे पाईक असलेल्या अमेरिका व पश्चिम युरोपात ग्राहकहिताचे असे धिंडवडे निघत असताना, साम्यवादी रशियाच्या अखत्यारीत असलेल्या पूर्व युरोपात मात्र २५०० तास आयुष्य असलेले बल्ब १९८०च्या दशकात बर्लिनची भिंत कोसळोपर्यंत विकले जात होते.

पुढे हीच संकल्पना इतक्या पध्दतशीरपणे जरी नाही, तरी इतक्याच परिणामकारक रित्या इतरही उत्पादनांमध्ये वापरली गेली, अजूनही वापरली जात आहे. विशेषतः इलेक्ट्रॉनिक उत्पादनांच्या बाबतीत आपण आज हा अनुभव घेत आहोत. ४-५ वर्षे काम दिलेला संगणक, किंवा प्रिंटर किंवा सेलफोन बिघडला, आणि आपण उत्पादक कंपनीच्या सर्विस सेंटरकडे गेलो,

खर्च करून नवीनच का घेत नाही, इ. इ. आपणही नव्याच्या आकर्षणामागे आणि आपली आत्ता होत असलेली गैरसोय लवकरात लवकर दूर करण्याच्या विवंचनेमुळे फार विचार किंवा चौकशा करत नाही, नवीन वस्तू घेऊन मोकळे होतो. पण मग जुन्या वस्तूचे काय होते? प्रचंड प्रमाणावर ऊर्जा आणि संसाधनांचा वापर करून उत्पादित केलेल्या वस्तू जर आपण ४-५ वर्षांमध्ये कचऱ्यात टाकून देऊ लागलो, तर सात अब्ज लोकांच्या कचऱ्याखाली पृथ्वी बुडून जाईल.

आपल्या दैनंदिन अनुभवात असलेल्या आणि तरीही आपल्याला ज्याची पार्श्वभूमी माहित नाही, अशा पूर्वनियोजित कचरानिर्मितीबद्दल विचार करायला भाग पाडणारा हा माहितीपट आपण पहा, आणि इतरांनाही दाखवा.

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे,
समुचित एन्व्हायरोटेक संस्थेच्या संस्थापक संचालक.
priyadarshini.karve@gmail.com

वाघांची शिरगाणती

लेखक : मुरारी तपस्वी

‘बंगाली वाऱऱऱ... , दखनचा नाऱऱऱ...
दुडड-दुडड दुडडड... दुडड-दुडड दुडडड’ अशा
गाण्याच्या ओळी लहानपणी म्हटल्याच्या
आठवतात. २०व्या शतकाच्या सुरुवातीला
भारतात वाघांची संख्या सुडडारे २० ते ३०
हजाराच्या घरात होती असं म्हणतात. एकूणच
निसर्गसंपन्न देश होता. गेल्या काही वर्षांपर्यंत
भारताची ओळख बऱ्याच जणांना एक
जंगलांचा, हत्तींचा प्रदेश म्हणून होती त्या
वेळी हे गाणं बालक मंदिरात जाणाऱ्या मुलांना
शिकवलां जाणं सडुक्तिकच म्हणावं लागेल.

पण गेल्या शतकभरात ही संख्या झपाट्यां
खाली आली. १९७२ साली प्रथडड वाघांची
गणती करायचा प्रयत्न झाला. त्यांच्या पंजांचे
ठसे घेऊन ही केली गेली. त्यात काही त्रुटी
असतीलही. पण त्यातून सुडडारे १ॢ०० वाघच
उरलेत असा अंदाज काढला गेला. या खंडात,
विशेषतः भारतात आढळणाऱ्या या प्राण्याचं
अस्तित्व नष्ट होण्यापासून बचाव आणि
संवर्धन करण्यासाठी म्हणून भारत सरकारनं
‘प्रॉजेक्ट टायगर’ नावानं एक डोहीडड आखली.
संवर्धन करायचं म्हणजे नेडकं काय करायचं,



वाघांची गणना कशी करायची असेही प्रश्न सुरुवातीला होतेच. जनगणना करायला शिक्षकांना आणि इतर सरकारी कर्मचाऱ्यांना कामाला लावण्याइतकं सोपं काम नव्हतं ते! काहीही असो, तेव्हापासून वाघांच्या संवर्धनासाठी अथक प्रयत्न केले गेले. प्राणीमित्र संघटना, इतर जागरूक व्यक्ती यांनी वेळोवेळी सरकारवर दबाब आणून अनेक कायदे केले आणि सावकाश का होईना पण त्या प्रयत्नांना यश येतंय असंच म्हणावं लागेल.

जानेवारी २०१५ च्या वर्तमानपत्रात भारतातील वाघांची संख्या वाढल्याचे मथळे वाचायला मिळाले. वर्षाच्या सुरुवातीला ही चांगली बातमी आली. वाघांच्या २०१४ साली झालेल्या गणनेतून हा निष्कर्ष काढला गेला. सुमारे २००६ साली झालेल्या गणनेपासून वाघांची गणना करण्याच्या पध्दतीत आमूलाग्र बदल केला गेलाय. दर चार वर्षांनी ही गणना केली जात आहे.



म्हणजेच २००६ नंतर २०१० आणि आता २०१४ ची ही गणना. या गणना करताना क्लिष्ट पण आवश्यक अशा सांख्यिकी पध्दती, प्रारूपं आणि प्रणालींचा काटेकोरपणे वापर केला गेला आहे आणि म्हणून त्याच्या निष्कर्षात तथ्य असावं असं म्हणायला आधार आहे. कशी करतात ही गणना? भारत सरकारच्या पर्यावरण मंत्रालयानं २०१४ सालच्या गणनेनंतर एक पुस्तिका प्रकाशित केली आहे. त्यात याबद्दल छान माहिती दिलेली आहे.

देशभरात किती वाघ आहेत याचा आढावा दोन टप्प्यात घेतला गेला. यातून किती वाघ आहेत हेच फक्त कळलं नाही तर ते कसे, कुठे विखुरले आहेत हेही लक्षात आलं. भारतात एकूण १८ राज्यांत वाघांचा वावर आहे. या राज्यांच्या वनखात्यांतर्फे प्राथमिक माहिती गोळा केली गेली. नंतर राज्याचे वनखात्यातील प्रशिक्षित कर्मचारी, प्राणीमित्र संघटना आणि भारतीय वन्यजीव संस्थेतील तज्ज्ञांनी एकत्रित येऊन कामं केली. पहिल्या टप्प्यात जिथं वाघ आढळण्याची शक्यता आहे अशा प्रत्येक भूभागाची (beat) बारकाईनं पाहाणी केली. भारतभर असे सुमारे तीस हजार भूभाग पिंजून काढले. त्यातून सुमारे सव्वातीन हजार भूभागात त्यांचा वावर असल्याचं लक्षात आलं. याकरता

लाईन-इंटरसेप्ट पध्दत वापरली गेली. या पध्दतीत ज्याची (उदा. वाघांची, विशिष्ट झाडांची, त्याच्याशी पूरक अशा इतर बाबी, वगैरे) गणना करायची असे भूभाग जिथं आहेत अशा परिसरातून जाईल अशी एक रेषा (transect) आखली जाते. या रेषेवरून मग चालत जाऊन हव्या असलेल्या घटकांचा शोध घेतला जातो. ही पध्दत अतिशय भरवशाची समजली जाते. आढावा घेताना अशा सुमारे ९० हजार रेषांवरून दोन लाख तेरा हजार कि.मी. इतकं अंतर चाललं गेलं. केवळ महाराष्ट्रातच १८ हजारावर रेषा आखल्या गेल्या आणि सुमारे ४७ हजार कि.मी. अंतर चाललं गेलं. यातून तेथील परिसरात वाघांचं भक्ष्य किती प्रमाणात आहे (भक्ष्याच्या विष्टेच्या प्रमाणावरून), कशा प्रकारचं जंगल आहे, मानवाचा हस्तक्षेप किती प्रमाणात त्या भागात होतोय, याची माहिती गोळा केली. याला पूरक म्हणून त्या भूभागाचे उपग्रहाद्वारे भूमिस्वरूप (landscape) स्पष्ट करणारे, मानवाच्या अस्तित्वाची आणि एकूणच परिसराच्या इतर गुणवैशिष्ट्यांची माहिती देणारे नकाशे मिळवून अभ्यासले गेले, भूभागावरून फिरून गोळा केलेल्या माहितीशी मेळ साधला आणि वाघाच्या अधिवासाची ठिकाणं निश्चित केली गेली.

गणनेच्या दुसऱ्या टप्प्यावर

जिथं वाघांचा अधिवास असण्याची शक्यता आहे अशा ठिकाणी विशिष्ट कॅमेरे बसवले गेले आणि छायाचित्रं मिळवली गेली. गणनेसाठी कॅमेऱ्यांचा वापर प्राण्यांची किमान संख्या तरी अचूक दर्शवितो. या विशिष्ट प्रकारच्या कॅमेऱ्यावर संवेदक (sensor) बसवलेले असतात. त्यामुळे कॅमेऱ्याच्या ग्रहणमर्यादित काहीही हालचाल झाली की त्याच्याद्वारे लगेच ती छायाचित्रबध्द केली जाते. या प्रकाराला 'camera trapping' असं म्हणतात. पूर्वी प्राणी पकडण्यासाठी सापळे/ जाळी लावली जायची आणि त्यांना 'traps' असं म्हणलं जायचं. कदाचित या संकल्पनेवरून त्या प्राण्यांना कॅमेऱ्यात 'बध्द' (trap) केलं असं म्हणण्याची प्रथा पडली असावी. आता तर अंधारातही हे कॅमेरे छायाचित्र काढू शकतात. तसंच छायाचित्र काढताना त्यांचा आवाजही अत्यंत सूक्ष्म होतो. त्यामुळं प्राणी सजग होत नाही आणि तो त्याच्या सहज-सुलभ, निर्भय अवस्थेत



टिपता येतो. अशा तंत्रज्ञानामुळे आता वन्य प्राण्यांचं सर्वेक्षण करणं, विशिष्ट वेळेत त्यांचा वावर कुठे असतो वगैरेचा अभ्यास करणं खूपच सुलभ झालं आहे. काही कॅमेऱ्यांवर तर ध्वनिमुद्रणाची आणि चलतचित्रणाची सोयही असते. त्यामुळे वेगवेगळ्या स्थितीतील पक्ष्यांचे, प्राण्यांचे आवाज आणि त्यांच्या हालचाली टिपण्ही आता शक्य झालं आहे.

या टप्प्यावर गोळा केलेल्या माहितीचंही पृथःकरण केलं गेलं. एखाद्या ठिकाणच्या वाघाची अधिसत्ता किती अंतरापर्यंत चालते, त्याला पुरेसं भक्ष्य उपलब्ध आहे की नाही, त्या भागात माणसाचा वावर किती प्रमाणात आहे, तेथील परिसर अभ्यास याचा एकत्रित विचार करण्यासाठी भौगोलिक माहिती तंत्राचा (geographic information system)

वापर केला गेला. या अभ्यासातून वाघांच्या अधिवासासाठी आवश्यक अशा गरजांची तसंच त्यांच्या वसाहतींची आणि त्यात कशा प्रकारचं संधान साधलं जातं याची माहिती मिळू शकली.

यानंतर कॅमेऱ्यातून टिपलेल्या छायाचित्रांचं पृथःकरण एका प्रणालीच्या साहाय्याने केलं गेलं. वाघांच्या शरीरावरच्या पट्ट्यांवरून एकाच वाघाची अनेक छायाचित्रं या प्रणालीद्वारे ओळखता येतात. यातून नेमके किती वाघ टिपले गेले हे कळतं. तक्ता क्र. १ मध्ये शेवटच्या रकान्यात २०१४च्या सर्वेक्षणात विभागवार टिपलेल्या एकूण १५४० वाघांची माहिती दिली आहे. भूभागाच्या सर्वेक्षणात नोंदलेली परिसराची वैशिष्ट्ये, भक्ष्याच्या उपलब्धतेचं प्रमाण, मानवाचा त्या भागातला वावर, तसंच उपग्रहाकडून मिळवलेल्या माहितीचा आणि



कॅमेच्यातून टिपलेल्या वाघांचा एकत्रित अभ्यास करून विशिष्ट परिसरातील वाघांच्या अस्तित्वाची माहिती प्रारूपात पडताळली गेली. या प्रारूपातून विशिष्ट भूभागात किती वाघ असण्याची शक्यता आहे याचा अचूक

अंदाज बांधता येतो म्हणून त्याचा वापर केला गेला.

अरुणाचल प्रदेश, मिझोरामसारख्या राज्यांच्या काही भागात, जिथं दाट जंगलं आहेत तिथं मोठ्या प्रमाणात भूभाग पिंजून

तक्ता १: तीन सर्वेक्षणात वाघांच्या गणनेचे केलेले अंदाज

भारताचे प्राकृतिक प्रदेश	वर्ष २००६	वर्ष २०१०	वर्ष २०१४	२०१४ च्या सर्वेक्षणात कॅमेच्यात टिपलेले वाघ
शिवालिक पर्वताच्या	२९७	३५३	४८५	३८७
रांगा आणि गंगेचा सखल प्रदेश	(२५९-३३५)	(३२०-३८८)	(४२७-५४३)	
मध्य भारत	६०१ (४८६-७१८)	६०१ (५१८-६८५)	६८८ (५९६-७८०)	४९१
पश्चिम घाट आणि दक्षिणेकडील राज्ये	४०२ (३३६-४८७)	५३४ (५००-५६८)	७७६ (६८५-८६१)	४६४
पूर्वेकडील राज्ये आणि ब्रह्मपुत्रेचा सखल प्रदेश	१११ (०८४-११८)	१४८ (११८-१७८)	२०१ (१७४-२१२)	१३६
सुंदरबन	-	७० (०६४-०९०)	७६ (०६२-०९६)	६२
एकूण	१४११ (११६५-१६५७)	१७०६ (१५२०-१९०९)	२२२६ (१९४५-२४९१)	१५४०



अस्तित्व मुख्यत्वेकरून विदर्भात (मेळघाट, ताडोबा-अंधारी, पेंच, नवेगांव-नागझिरा आणि बोर) आणि तुरळक ठिकाणी सह्याद्रीच्या कुशीत दिसून आलं आहे. गोव्याच्या जंगलातही ३-५ वाघ असल्याची नोंद प्रथमच झाली आहे. दक्षिणेच्या

काढणं आणि कॅमेऱ्यांचा वापर करणं अशक्य आहे तिथं वेगळीच पध्दत अवलंबिली. शक्य त्या ठिकाणाहून वाघाच्या विष्टा गोळा केल्या, त्यातून डीएनए वेगळे केले आणि प्रत्येक वाघाच्या डीएनएची रचना वेगवेगळी असल्यानं तिथं किती वाघांचं अस्तित्व आहे याचा अंदाज या जनुकीय अभ्यासातून बांधला. हा अंदाज आणि जिथं कॅमेरे ठेवता आले अशा भागात किती वाघ आहेत या माहितीचं एकत्रीकरण करून तेथील वाघांच्या संख्येचा अदमास बांधण्यात आला.

वाघांच्या गणनेची ही अभिनव पध्दत त्यांच्या संख्येचा अचूक अंदाज बांधण्यासाठी खूपच उपयोगी असल्याचं लक्षात आलं आहे. हीच पध्दत वापरून तीन वेळा केलेल्या सर्वेक्षणातून भारतात वेगवेगळ्या भूभागात (तक्ता क्र. १) वाघांची उत्तरोत्तर वाढ होत असल्याचं दिसून येत आहे. महाराष्ट्रात वाघांचं

राज्यांत, पश्चिम घाट प्रदेशात वाघांची मोठ्या प्रमाणात झालेली वाढ या सर्वेक्षणातून दिसून येते. निसर्गात अन्नसाखळीच्या सर्वात वरच्या टोकाला वाघ हा प्राणी येतो. यांची वाढ म्हणजे निसर्ग सुदृढ असल्याचं लक्षण. सरकारी संस्था, प्राणीमित्र वाढ, वगैरेच्या एकत्रित प्रयत्नातून हे सावकाश का होईना साधता येत आहे हे लक्षात आल्यावर मनाला उभारी येते.



टीप: लेख वाचल्यावर तो आवडला का कसे, काही प्रश्न आहेत का हे tapaswimurari@gmail.com या पत्त्यावर लिहिल्यास लेखकाला ते आवडेल.

लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी

इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ ओशनोग्राफी, पणजी येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त.

ग्रंथालयशास्त्रात विद्यावाचस्पती (डॉक्टरेट).

गणिती रूपकांची अद्भुत दुनिया

भाग - २

लेखक : किरण बर्वे

आपण मागच्या वेळी काय काय केले त्याचा एकदा आढावा घेऊ. आपण प्रथम व्यवहाराचे गणितात रूपांतर केले. त्यावरून समीकरणे तयार केली आणि गणितातील समीकरणे सोडवण्याची पद्धत वापरून क्ष व य च्या किंमती काढल्या. उत्तर धन पूर्णांक आहे ना हे तपासले. जेव्हा तसे नव्हते तेव्हा व्यवहारात हे उत्तर अयोग्य ठरेल म्हणून आलेखाच्या साहाय्याने एकापेक्षा अधिक योग्य उत्तरेही ठरवली.

यावेळी आपण अजून एक पुढचा टप्पा गाठू या. बाजारातून पेन आणायला बऱ्याचजणांना वेगवेगळ्या वेळी जावे लागते. आणावयाच्या पेनांची संख्या व उपलब्ध रक्कम हीसुद्धा बदलती असेल. हरकत नाही. 'क्ष' आणि 'य' चल संख्या आहेत. कोणताही

व्यवहार सुरू होताना त्यांच्या किंमती आपल्याला माहीत असत नाहीत. किंबहुना त्याच ठरवायच्या असतात. मात्र आणावयाच्या एकूण पेनांची संख्या व एकंदरीत पैसे हे दर व्यवहाराच्या, खरेदीच्या अगोदर नक्की माहीत असते. ह्या संख्या त्या व्यवहारासाठी स्थिरांक (कॉन्स्टंट) असतात. एकूण पेनांची संख्या = ६ ह्या साठी आपण अक्षर धरू a , एकूण उपलब्ध रु. = b रु. $b = ६०, ६५, ७२$ ही होते. अगोदरच्या उदाहरणात, a ६ व ७ होते. आता समीकरणे बनली.

$$\text{क्ष} + \text{य} = a$$

$$१५\text{क्ष} + १०\text{य} = b$$

आपण आता एकाच वेळेला वेगवेगळ्या पेनांच्या खरेदीसंबंधी बोलू शकतो. जर $a = ८$, $b = १००$ असेल तर $\text{क्ष} + \text{य} = ८$, $१५\text{क्ष} + १०\text{य} = १००$ आणि $\text{क्ष} = ४$, $\text{य} = ४$. कोणीतरी मला अगदी योग्य असा प्रश्न केला की सर्व दुकानांत एका फौंटन पेनाची किंमत १५ रु. आणि बॉल पेनाची किंमत १० रु.च असेल असे कशावरून? तसेच एकाच दुकानात अजून ६ महिन्यांनी पेनांच्या किंमती वाढलेल्या असू शकतात. पण दर व्यवहाराच्या अगोदर त्या माहीत असतात आणि निश्चित असतात. मग त्यांनाही आपण इंग्रजी अक्षरे धरू. १ फौंटन पेनाची किंमत $= f$ रु. आणि बॉल पेनाची p रु. असे समजू. अब दिल थाम के बैठिये आपण आपले पहिले गणिती रूपक तयार करत आहोत.

एकूण पेन a , $\text{क्ष} + \text{य} = a$.

फौंटन पेने क्ष , क्ष फौंटन पेनांची किंमत f क्ष रु. आणि बॉल पेन संख्या य , य बॉल पेनांची किंमत p य रु. एकूण खर्च $f\text{क्ष} + p\text{य} = b$ समीकरण झाली.

$\text{क्ष} + \text{य} = a$

$f\text{क्ष} + p\text{य} = b$

गणिती रूपक तयार झाले. समजा एकूण पेनांची संख्या १५ , एकूण रक्कम २५० रु., फौंटन पेनची किंमत २० रु. बॉल पेनची किंमत १५ रु. तर a, b, f, p ह्या $a = १५$,

$b = २५०$, $f = २०$, $p = १५$.

ह्या विशिष्ट व्यवहारासाठी आपण फक्त ह्या चार किंमती गणिती रूपकात घातल्या तर $\text{क्ष} + \text{य} = १५$, $२०\text{क्ष} + १५\text{य} = २५०$ असे गणित मिळते आणि ५ , १० असे उत्तर मिळते. समजा किंमती अजून वाढल्या २३ रु. फौंटन, $f = २३$, बॉल पेन १७ रु. झाले. एकूण रक्कम २७० झाली.

$f = २३$, $p = १७$,

$a = १५$, $b = २७०$

$२३\text{क्ष} + १७\text{य} = २७०$

तर २ फौंटन पेने व १३ बॉल पेने हे उत्तर देता येईल. $२३ \times २ + १७ \times १३ = ४६ + २२१ = २६७$ रु.

१ फौंटन पेन व १४ बॉल पेने किंवा सर्व १५ बॉल पेने हे सुद्धा शक्य आहे. (हे उदाहरण लेखाच्या शेवटीही आपण बघणार आहोत.)

आजचा व्यवहार असो की अजून ६ महिने, १ वर्ष, २ वर्षांनंतरचा व्यवहार असो. हे गणिती रूपक पेन खरेदी व्यवहारासाठी वापरता येईल. तसेच फौंटन पेन व बॉल पेना ऐवजी दुसऱ्या कोणत्या वस्तूसाठी वापरले तरी चालेल.

आपले हे गणिती रूपक खूप काळापर्यंत वापरता येईल आणि कोणत्याही दोन वस्तूंच्या खरेदी संबंधाने वापरता येईल. गणिती रूपके याच कारणाने अतिशय सोयीस्कर व ताकदवान ठरतात.

वर्ग समीकरणे वा वर्ग पदावली आपल्याला माहीत असतात.

$$उदा \quad x^2 + 2x + 3 = 0$$

(समीकरण)

$$x^2 - 3x + 4$$

तसेच $x^2 - 4x + 1$ ह्या वर्ग पदावली आहेत. वर्ग समीकरणाची दोन उत्तरे येतात. ती जर वास्तव असतील तर आपल्याला सूत्रानुसार काढता येतात. सर्व साधारण वर्ग समीकरण

$$ax^2 + bx + c = 0 \text{ असेल तर}$$

$$\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

आणि

$$\frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

ही त्याची उत्तरे असतात. मात्र कधी कधी थोड्याफार फरकाने, जवळजवळ इतकेच असे approximate, अंदाजे उत्तर काढून चालणार असते. समजा,

$x^2 - 4x + 1 = 0$ चे अंदाजे एक उत्तर काढायचे आहे. $y = x^2 - 4x + 1$ असे मानू या व वेगवेगळ्या x साठी, y ची किंमत काढू यात.

$$\text{जर } x = 0.$$

$$y = (0)^2 - 4(0) + 1, y = 1$$

$$x = -1,$$

$$y = (-1)^2 - 4(-1) + 1 = 6$$

$x = 1, y = (1)^2 - 4(1) + 1 = -2.$
जेव्हा $x = 0$ असते तेव्हा $y = 1$ धन आहे. तर $x = 0$ असेल तर $y = -2$ ही ऋण किंमत आली आहे. आपल्याला x ची किंमत काढायची आहे की जिच्यासाठी y ची किंमत शून्य 0 असेल. $x = 0, y > 0, x = +1, y < 0$ म्हणजेच 0 व 1 ह्या मधल्या एका x च्या किंमतीसाठी y ची किंमत शून्य येईल. उत्तर 0 आणि 1 च्या मध्ये आहे. कधी कधी इतकी माहितीसुद्धा पुरेशी ठरते. मात्र उत्तराच्या अजून जास्त जवळ जायचे असेल तर 0 आणि 1 च्या मधील $x = 0.5$ ह्या किंमतीसाठी y ची किंमत काढू या.

$$x = 0.5,$$

$$y = (0.5)^2 - 4(0.5) + 1$$

$$= 0.75$$

$x = 0$ ला y धन, आणि $x = 0.5$ ला y ऋण म्हणजे. $y = 0$ येण्यासाठी असलेली x ची किंमत 0, 0.5 च्या मध्ये आहे. 0 आणि 1 च्या मध्ये उत्तर आहे च्या जागी आपण 0 आणि 0.5 मध्ये उत्तर असे खात्रीने सांगू शकतो. अजून बारकाईने बघायचे असेल,

$$\text{तर } x = \frac{0 + 0.5}{2} \text{ घेऊ } x = 0.25.$$

$x = 0.25, y = (0.25)^2 - 4(0.25) + 1$
 $= 0.0625$ उत्तर 0.25 आणि 0.5 च्या मध्ये पण 0.25 च्या अधिक जवळ, सी. आय. डी. मध्ये जसा गुन्हेगाराभोवतालचा

फास आवळत जातो तसे काहीसे आपण टप्प्याटप्प्याने उत्तराजवळ जात आहोत. अशाच प्रकारे अजून एक दोनदा हीच क्रिया केली तर आपण उत्तराच्या अगदी जवळ जाऊन पोचतो 0.27 ह्या x च्या किंमतीसाठी y ची - 0.0071 किंमत इतकी कमी येते. म्हणजे 0.27 हे दोन दशांश स्थानांपर्यंतचे अचूक उत्तर आले. त्यांच प्रमाणे हीच पद्धत वेगळ्या वर्गसमीकरणांसाठी वा जास्त घातांकांच्या समीकरणांसाठी सुद्धाही पद्धत वापरता येते.

समजा समीकरण,

$$4x^3 + x^2 + x - 3 = 0 \text{ आहे.}$$

$$\text{जर, } x = 0, \text{ तर } y = 4x^3 + x^2 + x - 3 =$$

$$0 = 4(0)^3 + (0)^2 + (0) - 3 = -3$$

$$x = 1 \quad y = 4(1)^3 + 1^2 + 1 - 3 = 3$$

म्हणजे समीकरणाचे एक उत्तर $x = 0$, $x = 1$ च्या मध्ये आहे.

$$\text{पुढचा } x = \frac{0 + 1}{2} = 0.5$$

$$y = 4(0.125) + (.25) + .5 - 3$$

$$= -1.75$$

म्हणजेच उत्तर 0.5 आणि 1 च्या मध्ये आहे.

$$\text{पुढचा } x = \frac{0.5 + 1}{2} = 0.75$$

$$y = 4(.75)^3 + (.75)^2 + .75 - 3$$

$$= 1.6875 + 0.5625 + .75 - 3$$

$$= 2.25 + 0.75 - 3$$

$$= 0$$

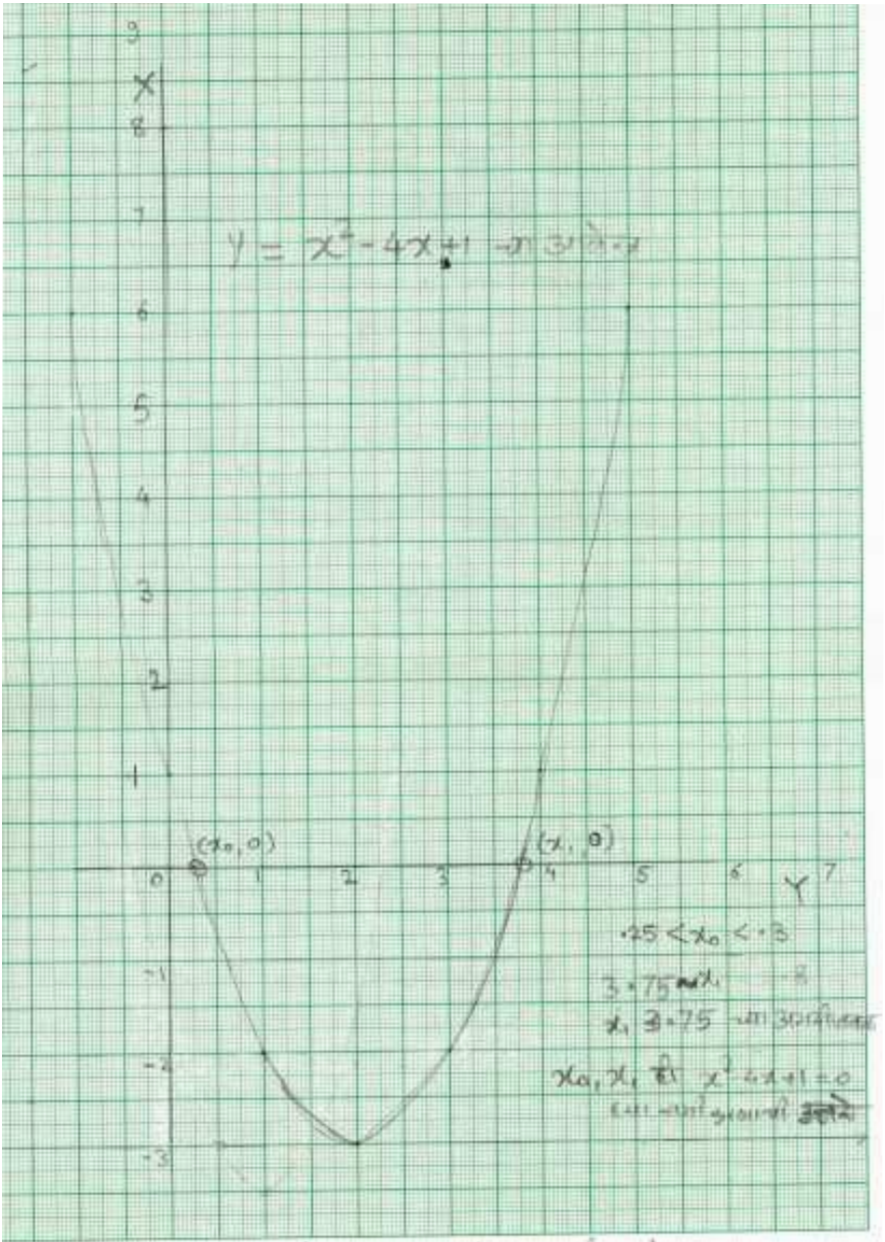
$$x = 0.75 \text{ हे } 4x^3 + x^2 + x - 3 = 0$$

ह्या समीकरणाचे उत्तर आहे.

आपल्याला तिसऱ्या घातांकाची समीकरणे सोडवण्याचे सूत्र माहित नसताना आपण हे उत्तर काढू शकतो. ह्या वेळेस अचूक उत्तर मिळाले पण नेहमी अचूक उत्तराच्या जवळचे उत्तर काढू शकू.

y_+ धन असेल त्यासाठीची x_+ किंमत आणि y_- ऋण साठीची x_- किंमत घ्या. x च्या दोन किंमतींच्या बरोबर मधली x साठी किंमत घ्या. त्यासाठी y काढा. आता ही किंमत धन असेल किंवा ऋण असेल. (शून्यच आली तर प्रश्नच मिटला) आपल्याला परत एकदा, एकदा y धन व y ऋण मिळाला व परत आपण आपली क्रिया करू या आणि x ची उत्तरापासून अधिक जवळची किंमत काढू. ही क्रिया वारंवार करून अधिक चांगले उत्तर काढता येते. ह्या पद्धतीला iterative पद्धत म्हणतात. तीच गोष्ट थोडी थोडी सुधारून त्याच क्रिया परत करून अधिक चांगले उत्तर काढणे ही प्रक्रिया कॅल्क्युलेटरच्या साहाय्याने आणि मग संगणकाच्या साहाय्याने करून अवघड व गुंतागुंतीच्या गणिती रूपकांचे उत्तर काढले जाते.

अर्थात वर्ग समीकरणांसाठी आलेख काढून ही गोष्ट सहजी करता येते.



आलेख क्र. ३ : वर्ग पदावलीचा आलेख समीकरणाचे उत्तर

सुमारे दोन हजार वर्षापूर्वी माणसाने वापरलेले गणिती रूपक आता बघू या. भारतीय गणिती व खगोलशास्त्रज्ञांना पृथ्वी गोल आहे हे माहीत होते. त्यामुळे तिची त्रिज्या आणि परीघ काढायची त्यांची इच्छा होती.

सारख्या रेखांशावरील दोन गावे 'अ' 'ब' त्यांनी निवडली. ज्या वेळेला 'अ' या ठिकाणी सूर्याची किरणे बरोबर डोक्यावर असतील (सावली पडत नसेल) त्याच वेळेला सूर्याची किरणे 'ब' या ठिकाणी किती कोन करून पडतात हे त्यांनी मोजले. समजा तो कोन ' θ ' अंशाचा आहे. तर साधे गुणोत्तर मांडता येते. अ व ब मधील अंतर ' d ' कि.मी. परीघ = 360° अंश

$$\text{परीघ} = 2 \pi \times \text{पृथ्वीची त्रिज्या} \\ (\text{समजा } r)$$

$$\text{परीघ} = 2 \pi r$$

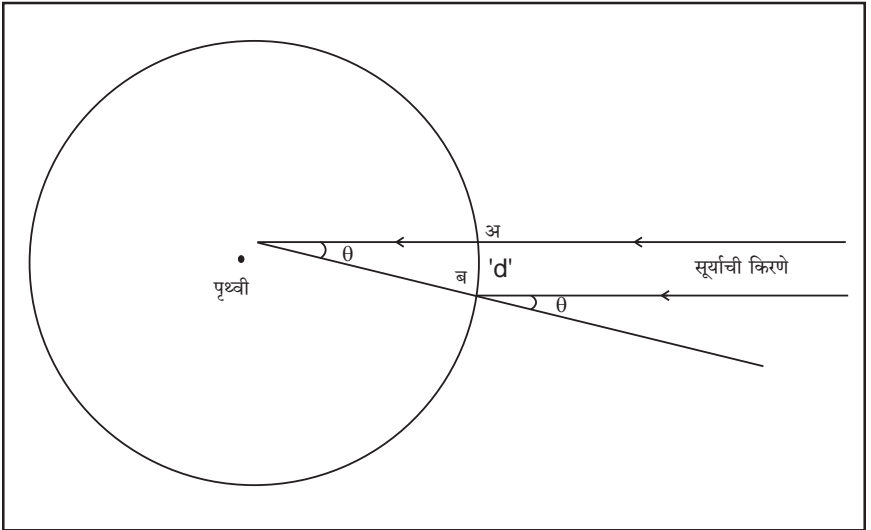
$$\text{म्हणून } 2 \pi r : 360$$

$$d = \theta$$

$$r = \frac{360d}{2 \pi \theta}$$

इतक्या साध्या पण कल्पक निरीक्षणाने आणि गणिताने पृथ्वीची त्रिज्या आणि परीघ मोजला गेला. हे गणिती रूपक थोडे बदलून चंद्राचे पृथ्वीपर्यंतचे अंतरही 'अंदाजे' काढता आले. पृथ्वीवरील निरीक्षकाच्या डोळ्यापाशी 32 मिनिटांचा कोन पूर्ण चंद्राने केला आणि चंद्राची त्रिज्या 1800 कि.मी. आहे असे मानले तर हे अंतर अंदाजे $3,86,900$ कि.मी. येते. आहे ना गणिती रूपकांची कमाल ! पृथ्वीपर्यटन करायला नको वा चंद्रापर्यंत टेपने मोजायलाही नको !

गणिती रूपकांच्या साहाय्याने



गुंतागुंतीच्या आणि अवघड प्रश्नांची उत्तरे सोडवण्याचे यशस्वी प्रयत्न माणसाने सातत्याने केले आहेत. विशाल वास्तूंची निर्मिती, जलाशय, बांध, ध्वनिशास्त्राच्या दृष्टीने बांधलेली विशाल भवने. जगातील आश्चर्य अशी पिरॅमिडस् हे सारे काही ना काही गणिती रूपके वापरूनच उभारले असणार. गणिताच्या साहाय्याने प्रमाणबद्ध आकृत्या, नकाशे बनवून, लागणाऱ्या सामुग्रीचा अंदाज घेऊन कुशल कामगारांची किती व कधी, आवश्यकता भासेल हे सर्व ठरवले असणार कागद, लेखणी आणि मेंदू वापरून ग्रहांच्या भ्रमणांचा कालावधी मोजणे, साधारण कक्षा ठरवणे म्हणजे सूर्य केंद्र असलेल्या ग्रहमालेचे गणिती रूपकच होते. प्राथमिक पण अत्यंत उपयोगी.

कागद, पेनच्या साहाय्याने सोडवायच्या रूपकांमध्ये आकडेमोड वेगाने

व सुलभपणे करणाऱ्या यंत्रामुळे मोठाच बदल झाला. वापरता येणाऱ्या गणिताच्या आणि कराव्या लागणाऱ्या आकडेमोडींच्या मर्यादा विस्तारल्या. त्याचबरोबर खास करून numerical analysis व गणितातील इतरही शाखांमधील संशोधनांचा उपयोग गणिती रूपकांत करता येऊ लागला. महायुद्धांच्या काळात गणिती रूपकांचे महत्त्व फार वाढले. गणिती रूपकांवाचून शांततेत जगणेही शक्य राहिले नाही वा परिणामकारक युद्ध करणेही शक्य झाले नाही. पाठोपाठ संगणकांचा विकास झाला. संगणकांमुळे चित्र बघणे, खूप मोठ्या प्रमाणात आकडेमोडीकरणे शक्य झाले. जास्तीत जास्त क्षेत्रात विविध कारणांसाठी गणिती रूपकांचा वापर होऊ लागला. आता तर व्यक्तिगत पातळीवरही संगणक प्रणाली विकत घेऊन वा तयार करून गणिती रूपकांचा उपयोग केला जात आहे.



लेखक : किरण बर्वे, गणित शिकवण्याची आवड, मो. - ९४२३० १२०३४

हिंदी संदर्भ

वार्षिक वर्गणी रुपये १५०/-.

पत्ता : एकलव्य, इ-१०, बी.डी.ए. कॉलनी,
शंकर नगर, शिवाजीनगर, भोपाळ - ४३२०१६.

www.sandarbh eklavya.in



बोलीभाषा आणि म्हणी

लेखक : अनिल सिंह

रूपांतर : यशश्री पुणेकर

शिष्यवृत्तीची परीक्षा जवळ आली होती. मी वर्गात भाषेचा सराव घेत होते. म्हणी आणि वाक्प्रचारांचं पाठांतर झालंय की नाही, हे पाहात होते. मी म्हणीचा अर्धा भाग म्हटल्यावर मुलं पुढे म्हण पूर्ण करत होती. काही शब्द गाळून म्हण सांगितली तर गाळलेले शब्द बरोबर सांगत होती. मला वाटलं छान तयारी झालीय मुलांची. त्यांना वहीतला स्वाध्याय करायला सांगून मी माझं काम करायला लागले. काही मुलांचं आधी लिहून झालं. ती बडबड करत होती. जसाजसा वेळ जायला लागला तसा दंगा वाढू लागला. राकेश आणि अल्पेश दोघंही भांडायला लागले. मी दोनदा त्यांना शांत बसायला सांगितलं पण कोणीही ऐकेना. अगदी मारामारीची वेळ आली. मी पुढे

जाऊन दोघांनाही बाजूला केलं. “तुमचं ना अगदी विळ्याभोपळ्याचं नातं आहे. किती भांडता सारखे!” असं मी म्हटल्यावर वर्ग गप्प झाला, पण ऋचाने विचारले, “ताई विळ्याभोपळ्याचं नातं म्हणजे काय?” आणि इथेच माझा भ्रमाचा भोपळा फुटला. माझ्या लक्षात आलं की पुस्तकाच्या बाहेरच्या म्हणी किंवा वाक्प्रचार मुलांना माहिती नाहीत. मग मी ‘विळ्याभोपळ्याचं नातं’ चा अर्थ सांगून, “या अर्थाची कोणती म्हण तुम्हाला माहिती आहे” असं विचारलं तर विक्रम म्हणाला, “छत्तीसचा आकडा. माझी आजी मला आणि दादाला नेहमी म्हणते की या दोघांचा अगदी छत्तीसचा आकडा आहे.” मग मी इतर म्हणींचा, वाक्प्रचाराचा अर्थ विचारू लागले तेव्हा

माझ्या लक्षात आलं की घडाघडा पाठ म्हणत असले, तरी त्या म्हणींचा अर्थ मुलांना माहितीच नाही. मला अगदी निराश वाटलं.

हा सगळा किस्सा मी शिक्षक खोलीत सांगितला. इतर शिक्षकांचाही हाच अनुभव होता. याच्यावर आमची चर्चा चांगलीच रंगली. खरंतर म्हणी आणि वाक्प्रचार आपल्या बोलीभाषेचे अलंकार आहेत. कितीतरी मोठा अर्थ पाच-सहा शब्दांच्या म्हणीत, वाक्प्रचारात अगदी चपखल सांगितलेला असतो. त्यांच्यामुळे भाषेचं सौंदर्य वाढतं. ह्यावर सगळ्यांचं एकमत होतं पण तरी कित्येक मुलांना कितीतरी म्हणी, वाक्प्रचार यांचे अर्थ माहितीच नव्हते, हेही खरं होतं.

एकतर आपल्याकडे मोठी माणसं, वयस्कर माणसंच म्हणी वापरताना दिसतात. रोजच्या व्यवहारात अशा किती म्हणी कानावर पडतात? दुसरी गोष्ट भाषा शिक्षण आणि बोलीभाषा यांचा तसा काही संबंध येत नाही. भाषा शिकणे म्हणजे वाचणे, लिहिणे, धड्यांची उत्तरे तयार करणे असाच समज असतो. मुलांना शाळेत सर्वासमोर बोलण्याचे प्रसंग तरी कितीसे असतात! वर्गात उभं राहून गैरहजर राहण्याचं, गृहपाठ न केल्याचं कारण सांगणं इतकंच बोललं जातं. हे सांगताना मुलं जरासा शरमिंदा भाव मनात घेऊन बोलतात. धडा वाचताना किंवा प्रश्नाचं उत्तर देताना बोलीभाषेचा फारसा वापर होत

नाही. काही मुलं वक्तृत्व स्पर्धेत भाग घेतात पण तेही लिहीलेलं (किंवा कोणीतरी लिहून दिलेलं) भाषण तोंडपाठ म्हणणं इतपतच असतं. खरं तर बोलीभाषेची जाण भाषा शिक्षणासाठी किती आवश्यक आहे, पण तसा प्रयत्न होताना दिसत नाही.

या सगळ्या चर्चेनंतर आम्ही वर्गात काही उपक्रम घ्यायचं ठरवलं. म्हणी आणि वाक्प्रचाराचा नुसता अर्थ न सांगता त्याचे काही किस्से, काही कहाण्या सांगणं, त्या कथांचं नाट्यीकरण करणं अशी रूपरेषा ठरवली.

त्यादिवशी मुलांना जेव्हा मी सांगितलं की आज पुन्हा आपण म्हणी आणि वाक्प्रचार घेऊ तेव्हा मुलांना समजत नव्हतं की घेऊ म्हणजे लिहायचं, वाचायचं का ऐकायचं? काही मुलं तर वैतागली. त्यांना वाटलं आता पुन्हा पाठांतर!

सुरुवातीला मी सांगितलं, “एखादी घटना, प्रसंग पूर्णपणे न सांगता, अगदी कमी आणि नेमक्या शब्दात सांगायचा प्रयत्न करायचा. हे शब्द एखाद्या बडबडगीतासारखे यमक असलेले, ठेक्यात म्हणता येत असतील तर उत्तमच.”

हे ऐकून मुलं एकदम खुश झाली. आपसात बोलू लागली. त्यांना गंमत वाटत होती. मी पुढे म्हणाले, “आपण ज्या म्हणी, वाक्प्रचार वापरतो ते हेच काम करतात. मोठ्या प्रसंगाचं वर्णन नेमक्या शब्दात



सांगतात. फक्त योग्य ठिकाणी योग्य म्हण वापरता यायला हवी. आणि यासाठी म्हणीचा अर्थ समजायला हवा, हो ना?” मुलांनी हो हो असा गलका केला. मग मी विचारलं, “अर्थ समजून घ्यायला काय करावं लागेल?” मुलं म्हणाली ताई तूच अर्थ सांग. मी त्यांना म्हणाले, “आपण अर्थ शोधून काढू. बघा बरं तुम्हाला समजतोय का?” “आपण परवाचंच उदाहरण घेऊ.” असं म्हणून मी फळ्यावर ३६ आकडा लिहिला. मी विचारलं ‘हे काय आहे?’ मुलं म्हणाली ‘छत्तीस’ ‘आता समजा ही दोन माणसं आहेत. तर ते कसे दिसतात?’ मुलं म्हणाली, “दोघं दोन बाजूला तोंड करून झोपलेत” “आणि उभे असले तर?” “दोघं विरुद्ध बाजूला तोंड करून काहीतरी पाहतायत.”

“कदाचित ते एकमेकांवर रागवले असतील.” “त्यांचं भांडण झालंय का?” “बहुतेक त्यांना एकमेकांचं तोंडही पाहायचं नाहीए”. “त्यांना एकमेकांशी बोलायचं नाहीए” कितीतरी तर्क लढवले गेले. विक्रम म्हणाला, “माझं आणि दादाचं भांडण झालं की आम्हीपण बोलत नाही. समोर आलोच तर पाठ करून उभे राहतो.” मुलांना छत्तीसचा आकडा अगदी पूर्णपणे समजला. दोन माणसांमध्ये भांडण असणं, त्यांचं पटत नसणं, त्यांचं वागणं परस्परांविरुद्ध असणं म्हणजे छत्तीसचा आकडा.

‘आता अजून एक म्हण - उंट सगळ्यांनी पाहिलाय ना?’ मुलं म्हणाली ‘होSS’ सिनेमात असतो. रस्त्यावर उंटाची फेरी मारता येते. कितीतरी गोष्टी बोलल्या गेल्या. ‘आणि जिरे कोणी पाहिलेत?’ सगळ्यांनी पाहिले असं सांगितले.

मी फळ्यावर उंटाचं मोठं चित्र काढलं. “उंट इतका मोठा असेल ना?” “नाही नाही याच्यापेक्षाही खूप मोठा” “अरे आपला फळा एवढाच आहे ना म्हणून आपला उंटही एवढाच” मग मी जिऱ्याचा दाणा काढला. मुलं म्हणाली, “किती मोठा काढलाय. जिरातर खूप छोटा असतो” “खूप छोटा काढला तर दिसणार नाही.” मग मी विचारलं “उंट काय काय खातो?” बऱ्याच जणांनी बऱ्याच गोष्टी सांगितल्या. मग मी

एक गोष्ट सांगितली, “एकदा एका उंटाला खूप भूक लागली. वाळवंटात कुठे झाड, गवत काही दिसत नव्हतं. त्याच्या मालकाकडेही काही नव्हतं. त्यांनी पिशवी पार उलटी करून पाहिली पण काही मिळालं नाही. शेवटी एक जिऱ्याचा दाणा मिळाला. तोच त्याने उंट्याच्या तोंडात घातला. उंट आपला जिभेने दाणा शोधत राहिला.”

“मग तर तो उपाशीच राहिला असेल.” “एवढासा दाणा त्याच्या दातात अडकला असेल.” “नाहीतर जिभेखाली गेला असेल” मुलांनी अंदाज केले. उंट्याची भूक आणि जिऱ्याचा दाणा यातली तफावत मुलांच्या लक्षात आली. “जेव्हा एखाद्या गोष्टीची खूप गरज असेल आणि त्या मानाने ती अगदी कमी मिळाली असेल तेव्हा म्हणतात, उंटके मुहमें जिऱा.”

मुलांना यामध्ये खूप मजा येत होती. म्हणीचा अर्थ कळत्यावर कोणी कोणी त्याबद्दलचा एखादा किस्सा सांगत होते. मग मी पुढची म्हण सांगितली - ‘आ बैल मुझे मार’ - एकदा एक खोडकर मुलगा एका बैलाला सारखा डिवचत होता. त्याची शेपटीच ओढ, त्याची शिंगच हालव, त्याला



दगडच मार असा सारखा त्रास देत होता. एका काकांनी त्याला सांगितलं, “अरे बैल शिंग मारेल. असा त्रास देऊ नको” पण त्याने ऐकलं नाही. तो पुन्हा पुन्हा तेच करत राहिला. शेवटी बैल अंगावर आला आणि त्याला शिंगाने ठोसून खाली पाडलं. मुलाला चांगलंच लागलं. तो रडायला लागला. काका म्हणाले, “तूच त्याला उचकवलंस ना, बघ काय झालं ते!” यावरूनच “आ बैल मुझे मार ही म्हण पडली.” मी वर्गाचे दोन गट केले. त्यांना या म्हणीचं नाटक करायला सांगितलं, एका गटाने बैलाच्या ऐवजी कुत्रा घेतला. मुलगा कुत्र्याला चिडवतो आणि शेवटी कुत्रा त्याला चावायला धावतो असं



राईचा पर्वत करणे, हातावर हात धरून बसणे, डोळ्यात तेल घालून लक्ष ठेवणे असे कितीतरी वाक्प्रचार आणि त्यांच्या कथा करून मुलांनी सांगितल्या.

नाव सोनुबाई हाती कथलाचा वाळा, अंगापेक्षा बोंगा मोठा, रात्र थोडी सोंगं फार या म्हणी कुठे कुठे वापरता येतील हे सांगण्याची जणूकाही चढाओढच लागली. हवेत किल्ले बांधणं किंवा मनात मांडे खाणं यावर सातवीच्या मुलांनी शेखचिल्लीची गोष्ट

त्यांनी केलं. दुसऱ्या गटाने एक मोठ्या पहिलवानाला एक लुकडा माणूस डिवचतो असं केलं. विक्रमने विचारलं “ताई, खाजवून खरूज काढणे म्हणजे आ बैल मुझे मार सारखंच आहे ना?” “हो अगदी बरोबर पण तुला इतक्या म्हणी कशा माहिती रे?” असं मी विचारताच तो म्हणाला “माझी आजी येता जाता म्हणी वापरत असते. तिच्या कडूनच ऐकल्या मी म्हणी.”

मी मग एकदा विक्रमच्या आर्जीना शाळेत बोलावलं. पाचवी सातवीच्या वर्गासमोर त्यांचा ‘म्हणी आणि किस्से’ असा कार्यक्रमच केला. डोळ्यापुढे तारे चमकणे,

सादर केली. ती सगळ्यांना आवडली. मुलांना म्हणी आणि किश्यांचा हा कार्यक्रम खूप काही देऊन गेला. नवी म्हण किंवा वाक्प्रचार कळला की त्याचा अर्थ शोधण्याचा, त्याचा किस्सा किंवा कथा शोधण्याचा छंदच मुलांना लागला. येता जाता त्याचा वापर करण्याची आवड त्यांच्यात निर्माण झाली.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ९४ मधील
‘बोल चाल की भाषा और मुहावरे’
या लेखावर आधारित आहे.

लेखक : अनिल सिंह
रूपांतर : यशश्री पुणेकर

एका 'सद्भावी' प्रयोगाची गोष्ट

लेखक : पद्माकर राजाराम भूत

ग्रामीण भागातील मुलांनी चांगलं आणि अर्थपूर्ण शिकावं यासाठी शिक्षणक्षेत्राच्या बाहेरचे म्हटले जाणारेही अनेक जण धडपडत असतात. वर्षानुवर्ष. असेच प्रयत्न करताना आलेल्या अनुभवांचा लेखाजोखा इथे मांडला आहे. याचा पहिला भाग या अंकात.

यू हॅव टु नो जाॅनी!

एका शिबिरातली रात्रीची जेवणावळ. पन्नासेक आठवी-नववीची मुले आणि सहासात शिक्षक. त्यांच्यातला मीच एकटा हौशी कलाकार. इतर सारे पेशेवर, पण धंदेवाईक नसलेले. सतरंज्यांच्या घड्यांच्या पट्ट्यांवर बसायचं. मुलांपैकी एका गटाकडे वाढण्याचं काम. मी एक कोपरा गाठला, कारण मला मांडी घालता येत नाही. पण माझ्या 'बाहेर'च्या दीड वीत जागेत एक मुलगी येऊन बसली, माझी पंचाईत करत. वर सहास्य प्रश्न, "सर ! माझं नाव काय?"

हात जोडले. म्हटले, "तू आठवीतली आहेस, पण नाव नाही आठवत. शरण!"

"काय सर, तुम्हाला माझ्यासारखी नाही आठवत!" ढालगजपणासोबत

फलर्टेशियसनेस. "मला घरी सोनू म्हणतात, पण शाळेत प्रणाली नाव आहे." गोंधळात गोंधळ.

आता मी शिक्षणेतर पेशा-धंद्यातून निवृत्ती घेऊन स्वतःला वानप्रस्थाश्रमी समजत आठवी-नववीला शिकवायच्या प्रयत्नात. दुसरंच वर्ष, या उपक्रमाचं. वय 'साठी, बुद्धी नाठी' जवळचं. सफाई नाही वागण्यात. आठवड्यातून एकेक तास प्रत्येक वर्गाला 'विचारतं' करायचा प्रयत्न. दिवाळीनंतरच्या शिबिरापर्यंत आठवीची मुलं फारतर दहाबारा वेळा भेटलेली, तीही पंचवीसतीसच्या गड्ठ्यात. नववीतल्या मुलांशी ओळख झालेली, तर आठवीशी होत असलेली. सूत्र माहीत, की 'टु टीच जाॅनी मॅथमॅटिक्स, यू हॅव टु नो मॅथमॅटिक्स, अँड यू हॅव टु नो

जॉनी!’ पण अजून ‘जॉनी’ नीटसे न समजलेले. विषय ‘पृथ्वी आणि पर्यावरण’. (इंग्रजीतही ‘अर्थ अँड एन्व्हायर्नमेंट’ नावानं प्रास साधलेला.) तो ढीलाढाला विषय माझ्या ओळखीतला. जॉनी मात्र अनोळखी.

हे बरोबर नव्हतं. मला भेटलेले सर्वांत चांगले शिक्षक नववी-दहावीतले भौतिकीचे शर्मा सर. ते प्रत्येक विद्यार्थी ‘सातापैकी कोणतेही पाच प्रश्न सोडवा’ म्हटलं तर कोणते सोडवेल, कोणते टाळेल, हे ओळखायचे. सोबतच कोणी लवकर उठला तर “क्यों, बाकी के दो नहीं आते? बैठो और कोशिश करो!” म्हणायचे. तसलं शिक्षण जमायला हवं. पण हे पूर्णवेळ शिकवणाऱ्याला जसं जमतं तसं आठवड्यात एक तास शिकवणाऱ्याला कसं जमणार? प्रयत्न तर हवा.

आडात आहे!

सगळे कामं करणारे जाणतात, की कामं नीट करण्यात, वाढवण्यात, परिणामकारक करण्यात खरी अडचण असते ती माणसांची. योग्य, जाणकार, जबाबदार माणसांच्या तुटवड्यातून वाट काढत संस्था चालत



असतात. यांत व्यापारी तत्त्वावर कामं करणाऱ्या कंपन्या-कॉर्पोरेशन्सही आल्या, शासन-प्रशासनही आलं आणि गैरसरकारी सेवाभावी संस्थाही आल्या. म्हणूनच चाळीस-पन्नास वर्षांपूर्वीचे ‘लेबर ऑफिसर्स’ आज मानवी संसाधनवाले, HRD वाले झाले आहेत.

हा तुटवडा दूर करण्यात औपचारिक शिक्षणयंत्रणा अपुरी पडते आहे, असं माझं निरीक्षण आहे. आज दहावी-बारावीची प्रमाणपत्रं असणाऱ्यांमध्ये सुशिक्षण गृहीत धरता येत नाही. अनेक पिढ्या साक्षर असलेल्या घरांमधून येणारी काही मुलं, काही मूठभर प्रायोगिक शाळांचे विद्यार्थी, काही ‘in spite of शिक्षणव्यवस्था’ सुशिक्षित होणारे लोक, असे अपवाद सोडले तर बरेच जण अगदी अज्ञ, अकार्यक्षम सांगकाम्ये असतात. बरं, हा आडात नाही, तर पोहऱ्यात कुठून येणार असा प्रकार मुळीच नाही.

ज्या मुलांसोबतच्या शिबिराच्या कहाणीनं सुरुवात केली, त्यांचं काही मानसशास्त्रीय मूल्यमापन आम्ही करवून घेतलं. एक तर्क मांडण्याचं कौशल्य मोजणारी चाचणी घेतली, SPM (स्टॅंडर्ड प्रोग्रेसिव्ह मॉड्युलर टेस्ट) नावाची. मला या चाचणीवरची मानसशास्त्रीय टीकाटिप्पणी माहीत नाही, पण बरेच उघड दोष टाळण्याचा प्रयत्न ती चाचणी आखण्यात केलेला दिसला. दोन वेगवेगळ्या वर्षी दोन

वेगवेगळ्या गटांची चाचणी घेतली. या चाचणीत उत्तर 'पर्सॅटॉईल रँक'च्या रूपात येते म्हणजे 'मूल ९० पर्सॅटॉईल' याचा अर्थ ते मूल एकूण त्या वर्गाच्या, प्रकारच्या मुलांपैकी ९० टक्के मुलांपेक्षा जास्त तर्कसंगत विचार करतं.

तर दोन नमुने मिळून नव्वदेक मुलांपैकी अठरा जण ९३ पर्सॅटॉईलचे होते, आणि सरासरी ८० पर्सॅटॉईलजवळ होती.

गाव तालुक्याचा. वीसेक हजार वस्ती. सर्व शाळा मिळून दर इयत्तेत सव्वाचारशे, साडेचारशे मुलं. आम्ही मुले 'निवडत' नसू. शक्यतो जे येतील त्यांना घ्यायचं. जर नव्वदात अठरा, तर साडेचारशेत नव्वद मुलं ९३ पर्सॅट होती, गेला बाजार पंचेचाळीस तरी. म्हणजे ही निमशहरी - निमग्रामीण मुलं खरोखरीची सरासरी गाठत - ओलांडत होती. आमचं चांपानेर बुद्धीच्या हिशोबात न्यूयॉर्क - नवी दिल्लीसारखंच होतं. पण यांतली बहुतेक मुलं नायब तहसिलदार, वेल्डर, शेतकरी, किराणा दुकानदार यांपेक्षा वरच्या पदांची स्वप्नं पाहू शकणार नाहीत. दोनचार जण डॉक्टर, इंजिनियर, वकील, एम्पीएस्सी पार करतीलही; पण त्यासाठी चांपानेर सोडावं लागेल.

तेही मान्य, की जग जास्तजास्त शहरी - महानगरी होत आहे. मग प्रश्न पैशांचा. आज गावच्या विज्ञान महाविद्यालयात रसायनशास्त्र शिकवणारा मोहिते बारावीनंतर

महिना चारशे रुपयांत बीएस्सी, एमेस्सी झाला होता. चार मित्र एका झोपडपट्टीतल्या चारशे रुपयांच्या खोलीत रहायचे. क्लास-गाईडांशिवाय, स्वतःचं अन्न रांधत आपलं ९०-९५ पर्सॅटॉईल डोकं सत्कारणी लावायला धडपडत सारं शिक्षण घ्यायचे. आणि मुंबईपुण्यातील, नागपूर - नाशकातली ह्यूमन रिसोर्स डिपार्टमेंट "चांगलं स्टफ मिळत नाही!" म्हणणार. तेही सहन करायचं.

पाण्यावर रेघोट्या

हे सारं पाहत, जाणवत, अनुभवत पस्तीसेक वर्षे पेशा केला. तेजतर्रार मुलांना 'ऑन द जॉब ट्रेनिंग' देत स्थानिक अभियांत्रिकी महाविद्यालयाचे स्पर्धक असल्याची कीर्ती कमावली. पण मेहेनत फार. बीकॉम-एमकॉम मुलांना चारफूट लांब, चार इंच जाड रूंद लाकडांचे घनफूट काढता येत नसत. त्यांना 'कूझिनेअर रॉडस' वापरून गुणाकार शिकवावा लागे.

मग एक हाडाचे शिक्षक भेटले, एका विद्यापीठातून गणिताचे विभाग - प्रमुख म्हणून निवृत्त झालेले. त्यांना एमेस्सीच्या मुलांचे प्राथमिक ज्ञान कच्चे वाटल्याने ते बीएस्सीला शिकवू लागले. असे मागे जात ते बिगरी - पहिलीला पोचले ! त्यांनी लहान - मोठे, (संख्येने) कमी - जास्त अशा संकल्पना शिकवायला एक खूप उदाहरणांचं सचित्र पुस्तक रचलं. शासनानं आकार व



उदाहरणं कमी करून पुस्तकाचा जीव कसा घेतला, हे ते खिन्नपणे सांगत.

आम्हाला

(६१ साली अकरावी पास) विज्ञान शंभर टक्के प्रात्यक्षिकांमधून (Demonstrations) शिकवले जाई. भौतिकी - रसायनशास्त्रांत पंचवीस टक्के गुण स्वतः प्रयोग करून कमवावे लागत. माझ्या मुलांच्या वेळी (८८-८९ मध्ये बारावी पास) स्वतः करण्याचे सर्व प्रयोग फक्त दाखवले जात. आज बहुधा केवळ पुस्तकांतून वाचूनच प्रयोग केल्याचं पुण्य लाभतं.

तर एका विज्ञान प्रसारासाठी घडलेल्या संस्थेच्या नावे कुंकू लावून शाळकरी मुलांसाठी प्रत्यक्ष प्रयोगांच्या 'विज्ञान जत्रा' भरवणाऱ्या एका गटात सामील झालो.

८४-८५ मध्ये अशा आठवडा जत्रा भरवल्या. शालेय अभ्यासक्रमांतले प्रयोग घेत नसू. फुलांचे भाग, मोबियस पट्ट्या, कॅमेरे व (फिल्मच्या) फोटोग्राफीची भौतिकी व रसायनशास्त्र, रक्तदाब मोजणे, रक्तगट तपासणे, असे 'मार्केटिंग' करत असू. यावर सुरुवातीलाच चांपानेरेच्या काही शिक्षकांनी नाराजी दाखवली, विशेषतः फोटोग्राफीबाबत. "श्रीमंती षौक करता, आम्हा गरीब लोकांपुढे." आता आमचे कॅमेरे, रसायने,

सारे देणग्यांमधूनचे. पण हे सांगून फरक पडत नाही.

तेव्हा पायी चालायची तयारी, डोळे-डोकं वापरायला मार्गदर्शन, दोनचार संदर्भग्रंथ, भरपूर उत्साह, येवढीच संसाधनं वापरून निसर्ग-विज्ञान शिकवायला लागलो.

८६-९२ अशी सहा चारचार दिवसांची शिबिरं घेतली. चाळीस टक्के मुलं शहरी, साठ टक्के चांपानेरी. शहरी मुलांसाठी पंधरा दिवसांतून एकदा दोनेक तासांच्या मिनि-जत्रा, आणि दिवाळीनंतरच्या आठवड्यात चांपानेरी मुलांसकट शिबिरं, असं सहा वर्षे केलं.

भूशास्त्री उत्साहाने सहभाग घ्यायचे. मारुती चितमपल्ली, माधवराव पाटील असे तज्ज्ञ मार्गदर्शक उत्साहानं सोबत यायचे. ९१ सालचं शिबिर तर मुंबईत भरवलं. बालमोहन शाळा, सिल्क अँड आर्ट सिल्क रीसर्च संस्था, आय.आय.टी. मुंबई आणि (मुख्य आधार!) बाँबे नॅचरल हिस्ट्री सोसायटी, यांच्या मदतीनं मुंबई - समुद्र दाखवले. खर्च नागपुरीयांसाठी सव्वाशे, चांपानेरींसाठी 'अनुदानित' शंभर रुपये. पण हे सारं बहुतांशी पाण्यावर रेघोट्या मारणं होतं.

या साऱ्यांत खरा आधार होता 'चांपानेरे विज्ञान लोकशिक्षण संस्थे'चा. शिक्षक, दुकानदार, मध्यम निम्न सरकारी नोकरदार, अशांच्या जिवावर चालणारी संस्था. हुंडाविरोधापासून रक्तगट तपासण्या, शेतकरी

मेळाव्यांपासून निर्धूर चुलींची प्रात्यक्षिकं, असे रंगपट रेखणारी जोमदार संस्था. त्यातही माळी सर, शुभम पवार (अध्यक्ष), असे उत्साही लोक महत्वाचे; साऱ्या चां.वि.लो. संस्थेला सोबत ओढत-ढकलत नेणारे.

नव्वदीचे दशक सुरू होताना (ते जागतिकीकरण, उदारीकरण, खाजगीकरण) चांपानेरकर गावात विज्ञान महाविद्यालय काढण्यामागे लागले. मी, माझे सहकारी आपापल्या धंद्या-पेशांमध्ये व्यग्र झालो. आमचा विज्ञान-प्रसार, आमचे शैक्षणिक प्रयोग, सारं बंद पडलं.

त्याच काळाच्या आसपास आमच्या उत्तरेला, मध्यप्रदेशातला 'होशंगाबाद सायन्स टीचिंग प्रोजेक्ट' बंद पडला. मेहेनतीच्या मानाने परिणाम नगण्य होतो, हा आमचा अनुभव त्या जास्त बांधील, जास्त डेडिकेटेड माणसांना होताच. तर जसा 'एचएसटीपी' बंद पडला तशीच आमची पंधरवड्यात - वर्ग - वर्षाकाठी - शिबिर मालिकाही बंद पडली.

वानप्रस्थ

माझ्या धंद्या - पेशातही जागतिकीकरण - उदारीकरण - खाजगीकरण होतेच. माझा धंद्या - पेशातल्या पाव शतकाचा अनुभवही असंबद्ध होत होताच. मी स्वतः भरपूर अशमीभूत, फॉसिलाईड्ड झालो होतोच. प्रयत्नाने एका खाजगीकरण प्रकल्पात

शिरलो. तेव्हा पारंपरिक पक्ष जोरात असूनही एरवी दुबळा विरोधी पक्ष सत्तेत होता. तर आमच्या खाजगीकृत, थेट जनतेकडून प्रकल्पखर्च घेण्याला तीव्र विरोध उपजला, आणि तोही खाजगीकरणाचं समर्थन करणाऱ्या, तेव्हा विरोधी बाकांवर बसणाऱ्या पक्षाकडून. आडवळणं टाळून सांगतो, आमची काही प्रकल्पांची वसुली दंगा होऊन बंद पडली.

कोर्टकचेऱ्या करून वसुलीचा हक्क नव्यानं प्रस्थापित होईतो पाचसहा महिने गेले. त्या काळात मी व्यक्तिशः धंदा-पेशा सोडण्याचा निर्णय घेतला. माझे भागीदार, सहकारी हा पलायनवाद मानत असत. पण मी निर्लज्ज झालो होतो. सामान्य निवृत्तिवयाच्या पाचसहा वर्ष आधी मी निवृत्तीचा निर्णय घेतला, आणि एकूण धंद्यातल्यांचं 'आश्चर्य'सहन करत तो निर्णय अंमलात आणला. हे झालं २००१ च्या मध्यावर.

अशा निवृत्तीनंतरच्या आठदहा दिवसांत चां.वि.लो.शि. संस्थेसोबत 'पृथ्वी आणि पर्यावरण' कार्यशाळा सुरू केली, हा वानप्रस्थाश्रम. हे सारं नोंदतो आहे, की माझा अडाणीपणाही ठसावा, आणि 'सद्भावना' ही जाणवावी.

सुरुवात

जर योग्य, जाणकार, जबाबदार माणसांच्या

तुटवड्याने समस्या उद्भवतात, तर औपचारिक शिक्षण देण्याची जाणकारी नसलेल्यानं त्या क्षेत्रात का पडावं? पण चांपानेरी शिक्षक - स्नेही, इतर शिक्षक - स्नेही यांची मदत होती. पहिली तीनचार वर्षं दर कार्यशाळा - वर्गानंतर आम्ही चारसहा जण एका उपाहारगृहात बसून झालेल्या तासाची चिरफाड करत असू. आज अकराव्या वर्षात यात नियमितता नाही. (पण 'पूजा' मध्ये थांबून 'चाराचे सहा कम - शक्कर' आजही घडतात.)

दुसऱ्या वर्षानंतर इतर तिघे साथीला आल्यानं एक वेगळीच रचना घडली. सहावी व सातवीला भाषा शिकवणं, सातवी व आठवीला सामान्य विज्ञान, आठवी व नववीला पृथ्वी आणि पर्यावरण, आणि नववीला खगोलशास्त्र. सहावीसाठी आठवड्यातून एकच दिवस, एकच तास; तर इतर सर्व वर्गासाठी दोन दिवसांत वाटलेले तीन तास. प्रत्येक वर्गासोबत दोघे दोघे जण काम करत. सहावीसोबत मात्र एकच जण असे.

विद्यार्थ्यांची गर्दी वाढत होती. पंचवीस - तिसापेक्षा जास्तची 'तुकडी' नको, हा आमचा आग्रह होता. एका वर्षी तर 'ईश्वरचिठ्ठी'नं मुले निवडावी लागली.

पण औपचारिक शिक्षणयंत्रणेमुळे 'जनमानसा' त आलेल्या विकृतीही जाणवू लागल्या. जसं, भाषा शिकायला मुलं पाठवायला पालक उत्सुक नसत. पालक

म्हणत, "फक्त इंग्लिश घ्या!" मातृभाषा नीट न येणाऱ्यांना परभाषाही येऊ शकत नाहीत, हा आमच्या माहितीतल्या सर्व शिक्षणतज्ज्ञांचा निष्कर्ष.

मुलांना 'स्वयंपाकघरात वापरली जाणारी नामं/क्रियापदं शोधा', चित्रवाचन, पाच(तरी) वाक्यांचं भाषण देणं, गोष्टी रचणं, सारं खूप आवडायचं. हे मराठीसाठी जितकं खरं होतं, तितकंच इंग्रजीसाठीही. पण पालकांना परीक्षेतल्या मार्कांमध्ये रूपांतरित न होणारे हे सारे प्रकार आहेत, असं वाटत असावं. आणि अर्थातच अशा 'टाईम-पास'साठी मुलांना पाठवायचा उत्साह नगण्य असे. पालकांना आमंत्रणं देऊनही ते हे काय चाललं आहे ते पाहायला येत नसत. दरवर्षीच्या समारोपाच्या कार्यक्रमातही शंभरेक मुलांचे चारपाच पालकच येत.

एक पालक तर स्वतः शिक्षक होते. एकामागून एक त्यांचे दोन मुलगे प्रत्येकी तीन वर्षं आमच्यासोबत होते. 'पप्पा' शिकवणीवर्ग चालवत. त्यांच्या "आमच्याकडे टेस्ट पेपरची कन्सेप्ट नाही का?" या प्रश्नावर आम्ही नकार दिला. नंतरही त्यांचे गुणी मुलगे उत्साहानं येत राहिले. आज दोघंही एकेक वर्ष आय. आय. टी. प्रवेशपरीक्षेसाठी कोटा येथे जाऊन शेवटी दुय्यम - तिय्यम इंजिनीअरिंग कॉलेजांत चाराची सहा वर्षं करत आहेत. या मनं पराभूत करणाऱ्या प्रकारात त्यांची भाषा अगदी कच्ची

असण्याचा भाग आहे, हे त्यांच्या 'पप्पांना' आजही उमजलेलं, पटलेलं नाही. आमच्या भाषा शिकवणाऱ्या 'मॅडम'ची मुलं आठवण काढतात, पण तो वर्ग आज बंद पडला आहे.

खचणं / मार्केटिंग

आमच्यातला सामान्य विज्ञान शिकवणारा 'छप्पर फाड के' देणारा. त्यातही क्रमिक पुस्तकं पाहून त्यांच्यात उल्लेखलेलं दाखवणारा, (जसं, मेगॅलिथिक शिलावर्तुळं, सगळं अत्यंत हसत खेळत होणार. आज चांपानेरमधील काही मुलं फ्रेंचमध्ये (!) "आय वॉच अ वॉच, अँड यू वॉच अ वॉच, बट द वॉच आय वॉच इज नॉट द वॉच यू वॉच." म्हणू शकतात, ते 'सामान्य विज्ञाना'मुळे! पण इथेही सर्व आनंद, भरघोस दैनंदिन विज्ञान, यानं मार्क सुधारत नाहीतच.)

आणि हे खरं आतपर्यंत पोचणारं विज्ञान आहे; तेच भावी ज्ञानाचा आधार आहे; स्वतः न करता फक्त पुस्तकांतून "दोन समान आकाराची काचपात्रे घ्या" असले प्रयोग वाचणं फारतर मार्क देतं, ज्ञान नाही; यातलं काहीही पालकांपर्यंत पोचलेलं नाही.

आमच्यातली भाषा शिकवणारी, सामान्य विज्ञान शिकवणारा, दोघेही आचार्यपदं (Ph. D.) घेऊन विद्यापीठांत शिकवण्याचा अनुभव असलेले. दोघांनीही एमे - एमेस्सी - पीएच. डी. ते सहावी - सातवी ही प्रगतीही मनापासून साधलेली.



दोघेही मुलांचे लाडके. पण प्रत्यक्ष प्रतिसाद संख्येत कमी; कारण पालकांना पाया कच्चा

राहिलेला चालतो, तर 'घोका आणि ओका' चं 'कोर्चिंग' महत्त्वाचं वाटतं.

दोघा शिक्षकांचे प्रतिसाद मात्र वेगवेगळे. भाषा शिकवणारीनं खचून जाऊन माघार घेतली. सामान्य विज्ञानवाला सहा आणि सात मुलांपुढेही समोर शिवाजीपार्क-रामलीला मैदान असावं अशा जोमानं बोलत राहिला. एक दिवशी सहलीचे अमिष दाखवून मुलं गोळा करणं हा उपाय तो वापरतो. (मला मात्र तो 'मार्केटिंग'चा अतिरेक वाटतो.)

खर्च आणि वृत्ती

सुरुवातीच्या फोटोग्राफीवरच्या टीकेनंतर खर्चात न टाकणं, हे एक प्रमुख सूत्र ठरवलं. पण यानंही काही चित्रविचित्र प्रकार घडले. पहिली दोनतीन वर्षे कार्यशाळेची वर्गणी शंभर रुपये दर सत्राला. इथे हा आकडा चांपानेरकर ठरवतात, आजही. दुसऱ्या वर्षाच्या शेवटी खर्च फार कमी होतो हे जाणवलं, आणि वर्गणी पन्नास केली गेली. आजवर ती तशीच आहे. पुरते, ती!

(खर्च होतो तो शिबिरांमध्ये. त्यांतही

आजवर आमची पत वापरत जेवणखाण - राहणं फुकट करवून घेतलं जातं. राहता राहिला प्रवासखर्च. कार्यक्रमांत लवचीकपणा आणण्यासाठी 'ट्रॅव्हल'च्या खाजगी बसेस चांगल्या, पण महाग. पण बस भरण्यासाठी कार्यशाळेत नसलेली मुलंही घ्यायचं ठरलं. आता प्रश्न या 'उपन्या' मुलांच्या वर्गणीचा. तर त्यांची वर्गणी कार्यशाळेतल्यांच्या वर्गणीपेक्षा पन्नास रुपये जास्त! यानं कार्यशाळेचे अवमूल्यन पुरेपूर ठसतं. खर्च - वर्गणी हा आमचा विषय नाही. तो शुद्ध 'चांपानेर लिस्ट' मधला, हे मोडून आज उपन्यांकडून दीडदोनशे जास्त घेण्याचा आग्रह धरतो आहोत.)

पण खर्च कमी ठेवल्याने पालक एकीकडे खूषही होतात आणि दुसरीकडे आमच्याकडे तुच्छतेनेही पाहतात. याचा मला सर्वांत आवडलेला अनुभव एका शिबिरातला आहे.

पश्चिम महाराष्ट्रातला एका ख्यातनाम शाळेशी संबद्ध महिला - मुलींचा एक गट विदर्भात 'चाऱ्ही धामयात्रे'ला आला होता ;



आनंदवन - हेमलकसा - मेंढा लेखा - शोधग्राम अशा 'सदसद्विवेकी पर्यटना'साठी. एका जागी आमचं शिबिर, त्यांची भेट, हे एकाच वेळी घडलं. पहिल्या रात्रीच्या जेवणाच्या वेळी आम्ही संवाद साधायचा प्रयत्न केला. त्या राज्यकर्ते घडवू पाहणाऱ्यांना आमच्या प्रयत्नांना एकदोन शब्दांत उत्तर देत संवाद टाळला गेला. दुसऱ्या पहाटे पाचला मी फिरायला जाऊन आलो तर दोन महिला बाहेर पडत होत्या. माझ्या 'गुड मॉर्निंग'ला जेमतेम प्रत्युत्तर देत त्यांनी प्रश्न टाकला, "तुमच्या कार्यक्रमाचा खर्च किती?" (Ah! Money, the Great Leveller!). मी "चार दिवसांचं शिबिर तीनशे रुपयांत, वर्षाभराची कार्यशाळा पन्नासात", असं सांगताच एक "आँ!" निघाला. त्यांची आठवड्याभराची फेरी माणशी पाचसहा हजारांची होती! आमचा शेवटचा संपर्क, तो.

बरं, आम्ही तीनचारशेही एका दमात मागत नाही. बरीच मुलं दोन, तीन, चार हप्त्यांत दोनचार महिने पैसे देतात. माझे काही स्नेही "कमी पडले कोणाला, तर यातून दे." म्हणून हजार - दोन हजार देऊन ठेवतात. चांपानेरकरांच्या सल्ल्यांनं आम्ही तेही वापरतो. त्यातही गंमती घडतात. "तो xxx चा मुलगा 'जमत नाही' म्हणतो का? त्याच्या बापानं xxxनं आत्ता 'स्विफ्ट' कार घेतली!" दुसरीकडे, "त्याला मीच म्हटलं,

उशीरा दे. त्याचा बाप दोन वर्षे बेकार आहे, ती xxx फॅक्टरी बंद पडल्यापासून”.

यातली मला ‘दुखलेली’ कहाणी तृषाली मानेकरची. आमच्या शिबिराची यजमान - संस्था वैद्यकीय. सर्व मुलांची तपशीलवार वैद्यकीय तपासणी फुकट करून घेते, ‘बेस - लाईन डेटा’ हवा म्हणून. तर तृषालीच्या केस पेपरवर नोंद होती, “ईसीजी काढून, रक्त तपासून घेणे”.

आठवीतली, तेराव्या वर्षातली मुलगी. खूप म्हणजे खूपच घाबरली. माळी सर माझ्याकडे घेऊन आले तेव्हा रडतच होती. तिला, माळी सरांना शांत केलं. म्हटलं, “विचारू ना, का ईसीजी सांगताहेत ते”. डॉक्टरीणबाईचं म्हणणं, की मुलगी ‘अॅनिमिक’ आहे. जर हा प्रश्न फार जुना असेल तर हृदयावरही परिणाम झाला असेल. हे घडलं आहे का, ते तपासायला ईसीजी.

एरवी तीनचारशे रुपयांची तपासणी फुकटात करत आहेत, वगैरे सांगत ईसीजी काढवून घेतला. हृदयावर परिणाम नव्हता! आता रक्त - तपासणी, की ‘सिकल् - सेल अॅनिमिया’ आहे का ते पाहायचं. मेहेनतीने शांत केलेली तृषाली नव्याने घाबरली, की ‘टोचतात’! “‘फार दुखत नाही.’ हे दाखवायला माझाही रक्तगट तपासून घेतला, माहीत असलेला. तृषालीनं मात्र दमछाक केली, आणि मगच ‘सिकल् सेल’ नाही, हे ठरवू दिलं.

पुढची समस्या, “सर! माझ्या मम्मी-पप्पांना सांगा, की माझी चूक नाही आहे.” आमच्या शिबिराच्या यजमान संस्थेनं तीन महिने पुरेल इतक्या ‘लोहा’च्या गोळ्या दिल्या. अन्नात काय हवं, ते कसं, कसल्या भांड्यांत शिजवावं, यावर सूचना दिल्या. तीन महिन्यांनी स्थानिक वैद्यांना दाखवायला निष्कर्ष दिले. पण या साऱ्यांत तृषालीची ‘चूक’ नाही, हे सांगायची जबाबदारी माझ्यावरच.

शिबिरानंतर आठवड्याभरानं तृषालीकडे गेलो. दोन वर्षे बेकार राहण्याआधीच्या ‘बऱ्या’ पगारातून बांधलेलं दीडशे चौरस फूट ‘प्लिंथ एरिया’चं घर. बाहेर-बाहेर मापांत दहा बाय दहाची मुख्य खोली, पाच बाय दहाचं स्वयंपाकघर. आंधोळीसाठी चार बांबूवर चट्या ताणलेल्या, आणि संडासासाठी लोटा घेऊन शेजारच्या शेतात जाणं. पिण्याचं पाणी वर्षभर पाव किलोमीटर दुरून भरणं, उन्हाळ्यात अर्ध्या किलोमीटरावरून.

आई, बाप, दोन मुली असं कुटुंब. आज ‘पप्पा’ दीड हजाराची चौकीदारी करत, तर आई जमेल तेव्हा शेतांत रोजगार शोधत नऊशे कमावणार (हे २००२-०३ चे वर्णन). तरी तृषाली, तिची धाकटी बहीण टापटिपीने वागत, कार्यशाळा, शिबिरं करत दलदलीबाहेर पडू पाहणाऱ्या.

तृषालीच्या आईने चहापोहे दिले.

‘पप्पा’ मात्र मान खाली घालून, गुडघ्यांमध्ये हात बांधून बसलेला. उठताना मोह झाला, की त्याला म्हणावं, “तुझी चूक नाही!” पण त्यानं त्याची परिस्थिती अधिकच कठोरपणे ठसली असती.

माफ करा, पण मला पश्चिम महाराष्ट्रातली, राज्यकर्ते घडवणारी संस्था दुखली. त्यांच्या मुलींनी शुद्धातिशुद्ध रूपात ‘अथर्वशीर्ष’ म्हणणं दुखलं. त्यांच्या well groomed जोपासलेल्या रूपानं दुखलं. म्या साध्यासाध्यांना माणसांत धरण्यावर आग्रह धरणाऱ्यावर तुम्ही वाटेल ते आरोप करा, पण हे लक्षात ठेवा, की ‘भारतीय-प्रतिनिधिक’ या वर्णनात तृषाली आहे. तुमच्या मुली नाहीत. चांपानेर आहे, शिवाजी पार्क नाही.

सॉरी ! माझा डावेपणा उफाळून आला. जशी तृषालीच्या पप्पाची चूक नाही तशीच तुम्हा ‘ज्ञानसंवर्धिनी’ वाल्यांचीही व्यक्तिगत चूक नाही. पण तुम्ही; उच्चवर्णी, उच्चवर्गी तुम्ही; ज्या समाजातले आहात, त्यातच माझी तृषाली मानेकरही आहे, हे कृपा करून विसरू नका. तितपत बंधुभाव - भगिनीभाव जागृत ठेवा. जर तुम्ही हे विसरलात, तर विदर्भ तर सध्याच्या महाराष्ट्रापासून वेगळा होईलच, सोबत माणुसकीचे तुकडे तुकडे होतील. नंतरच्या गदारोळात तुमची माणसं, तुमची अपत्यं वाचतीलही. पण माझ्या तृषालीची अपत्यंही वाचतील. तीही त्र्याणव

- पंच्याणव पर्सेटाईल आहेत. आणि त्या वाचण्यात, त्या पुढे जाण्यात, जर तुम्ही ‘मजबूत’ असाल, तर तृषालीही संख्येने जास्त असल्याने मजबूत आहे. शेवटी कोण उरेल, कोण नाहीसे होईल, ‘खुदा गवाह’!

तर काय, पैशाचे प्रश्न नेहेमीच दुय्यम; आणि वृत्तीचे नेहेमीच कळीचे असतात.

जसा सोनल रांभियाचा किस्सा. मुलगी सज्जन, उत्साही. एक जरा जवळचं शिबिर होते, मूळ वर्गणी अडीचशे रुपये. मुलं देत होती, पण सोनलचं म्हणणं, “पप्पा नाही म्हणतात.” जरा वेळाने आली, “सर, पप्पा रोडवरून जाऊन राहिले. बोलता का?” तर बोलावून घेतलं. वेलडर, सर्टिफिकेटवाला, महिना सहाएक हजार कमावणारा.

“तुमचे हाय - फाय प्रोग्राम नाही झेपत. दोनशेत नेता, तर पाहतो.” (माळी सरांनी तोंडी हिशोब केला. मला म्हणाले, “पन्नास कमी केले तर दोन हजाराचं शॉर्टेज आहे. मी हजार आणतो. जमेल आणखी हजार?” तर आणखी एक सिम्पथायझर शोधला. सगळं शिबिर पन्नासानं स्वस्त केलं.)

आणि सोनलच्या पप्पानं सांस्कृतिक कार्यक्रमात पेहेरायला तिला सहाशेचा ड्रेस घेतला आणि तरी बक्षीस न मिळाल्याने रडारड झाली.

लेखक : पद्माकर राजाराम भूत

१०८, अंबापेठ, अमरावती.

मानवनिर्मित उपग्रहाचे अंतरंग

लेखक : सुरेश नाईक

उपग्रह बाहेरून कसा दिसतो हे तुमच्यापैकी बऱ्याच जणांनी त्याच्या छायाचित्रात तरी पाहिलेले असेल; परंतु बाहेरून दिसणाऱ्या घटकांचे कार्य काय आणि त्याच्या अंतर्भागात काय असते याबद्दल जाणून घेण्याची उत्सुकता तुम्हाला निश्चितच असेल.

उपग्रह एकमेकांपासून, त्यांचा आकार, त्यांची ठेवण (shape) आणि त्यांच्यावरील उपकरणे याबाबतीत वेगवेगळे असू शकतात. उपग्रह मोहिमेची उद्दिष्ट्ये व तिच्यापासून अपेक्षित असणाऱ्या सेवा यावर वरील गोष्टी अवलंबून असतात. त्यामुळे लेखामधील आकृत्यामध्ये दाखविलेले उपग्रहाचे अंतरंग आणि त्याचे बाह्य स्वरूप हे प्रातिनिधिक स्वरूपाचे आहे. त्याचबरोबर हे लक्षात ठेवणे जरूरीचे आहे की विषय समजावा म्हणून

या आकृत्या खूपच सोप्या करून सादर केल्या आहेत. प्रत्यक्ष उपग्रहाचे अंतरंग खूपच गुंतागुंतीचे असते.

उपग्रह त्यांच्या प्रकारानुरूप आणि अपेक्षित उपयोगानुसार वेगवेगळे असले तरी प्रत्येक उपग्रहामध्ये काही प्रणाली आवश्यक असतातच. या प्रणालींच्याबद्दल या लेखात थोडक्यात माहिती देण्याचा प्रयत्न केला आहे.

ऊर्जा प्रणाली

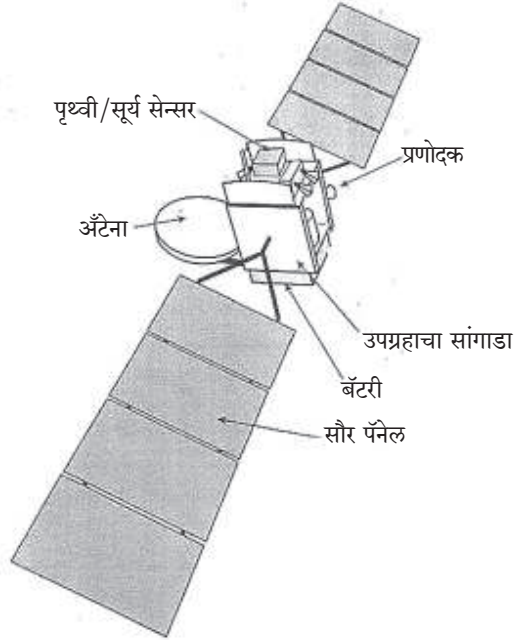
अवकाशात सूर्याच्या ऊर्जेपासून विद्युत ऊर्जा मिळविण्यासाठी सौर पॅनेल्सचा वापर करतात. त्या पॅनेल्सवर यासाठी सौर विद्युतघटक (solar cells) बसविलेले असतात. एका विशिष्ट यंत्रावलीच्या (mechanism)

साह्याने या सौर पॅनेल्सची दिशा नेहमी सूर्याभिमुख ठेवली जाते. पृथ्वीच्या कक्षेत भ्रमण करताना जेव्हा जेव्हा उपग्रह आणि सूर्य यांच्यामध्ये पृथ्वी येते (उपग्रहाचा ग्रहणकाल किंवा eclipse) त्यावेळेस सूर्यप्रकाश मिळू शकत नाही. त्या अवधीत वीज पुरवठा करण्यासाठी बॅटरीची योजना केलेली असते. ग्रहणकाल संपल्यानंतर या बॅटरी रीचार्ज करण्यात येतात.

संदेश दळणवळण प्रणाली

भूषृष्ठावरील नियंत्रण केंद्राचा उपग्रहाशी कायम संपर्क राखणे आवश्यक असते. भूकेंद्राकडून आलेली माहिती पाठविण्यासाठी उपग्रहावर त्यासंबंधित उपकरणे तसेच अँटेनाची गरज

असते. उपग्रहावरील काम शास्त्रीय उपकरणांना कार्यान्वित करण्याचे तसेच उपग्रहाच्या अन्य प्रणालींचे काम भूकेंद्राद्वारे आदेश पाठवून अंमलात आणून करावे लागते. हे आदेश पकडून त्यांच्या योग्य अंमलबजावणीचे कार्य उपग्रहाची दूरादेश (telecommand) प्रणाली करते. (शिवाय उपग्रहाच्या सुस्थितीची माहिती वेगवेगळ्या भागांचे तापमान, व्होल्टेजिस, इंधन टाकीतील दाब इ.) भूकेंद्राकडे पाठविण्याचे काम उपग्रहाची दूरमिती (telemetry) प्रणाली करते. निरनिराळ्या कामासाठी उपग्रहावर निरनिराळ्या अँटेना बसविलेल्या असतात.

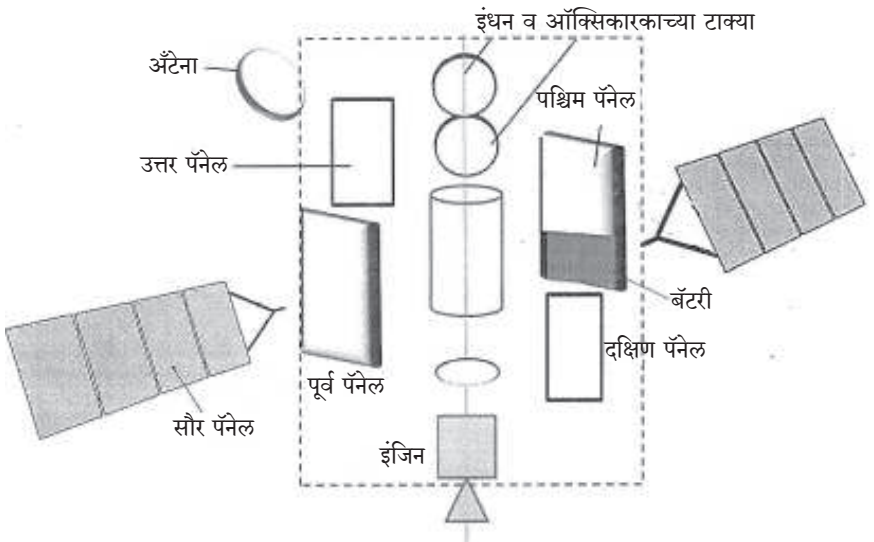


नोदन (Propulsion) प्रणाली

या प्रणालीमध्ये इंधन व ऑक्सिकारकाच्या (इंधनाचे ज्वलन घडून येण्यासाठी ऑक्सिजन पुरविणारे रसायन) टाक्या व निरनिराळ्या शक्तीचे प्रणोदक (thrusters) यांचा समावेश होतो. सर्वसाधारणपणे प्रक्षेपण याने (Launch Vehicle) उपग्रहाला थेट भूस्थिर कक्षेत (३६००० कि.मी. उंच) पाठवू शकत नाहीत. अधल्या मधल्या अंडाकृती कक्षेतच पाठवू शकतात. तेथून जोर पुरवून उपग्रहाला वर्तुळाकार भूस्थिर कक्षेत नेण्याचे काम नोदन प्रणालीतील मुख्य इंजिनाचे असते. नोदन प्रणालीचे दुसरे काम म्हणजे कमी शक्तीचे थ्रस्टर्स वापरून उपग्रहाला त्याची कक्षेपासून भरकटण्याच्या वृत्ती दुरुस्त करणे हे होय.

उपग्रहाचे जीवितकार्य करणारे उपकरण (payload)

उपग्रहाचे मुख्य कार्य दोन प्रकारचे असते. एक संदेशवहन आणि दुसरे दूरसंवेदन. संदेशवहन करण्यासाठी जे उपकरण असते, (transponder), ते पृथ्वीवरून आलेले संदेश घेते, त्यांचे ठरलेल्या योजनेनुसार परिवर्तन करते, त्यांची शक्ती वाढवते आणि पृथ्वीवर योग्य ठिकाणी पुन्हा पाठवून देते. दूरसंवेदनाच्या कामासाठी (remote sensing) कॅमेरे लागतात. ह्या उपकरणांना त्या त्या उपग्रहाचे payload म्हणतात. ती वेगवेगळ्या पॅनेलवर बसवलेली असतात.



उपग्रहाच्या स्थितीची माहिती मिळविणे सूर्य, पृथ्वी, तारे अशा पिंडांचा खूण (reference) म्हणून वापर करून त्यांच्याशी तुलना करून उपग्रह स्वतःची स्थिती ठरवू शकतो. यासाठी सूर्य / पृथ्वी / तारे संवेदक (sensors) उपग्रहाच्या अंगावर (बाहेरच्या बाजूला) बसविलेले असतात.

मिळाल्यानंतर जरूर पडल्यास स्थितीची दुरुस्ती करणे आणि उपग्रहावरच्या पृथ्वीशी संपर्क करणाऱ्या अँटेनाला पृथ्वीकडील निर्धारित बिंदूकडे सतत अचूकपणे रोखून ठेवणे हे या प्रणालीचे काम असते.

उपग्रह स्थिती व कक्षा यांचे नियंत्रण करणारी प्रणाली (Attitude and Orbit Control System - AOCS)

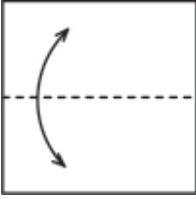
उपग्रहाच्या अवकाशातील स्थितीची माहिती

लेखक : सुरेश नाईक

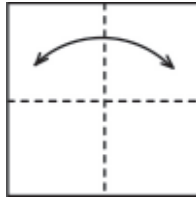
ज्येष्ठ अवकाश शास्त्रज्ञ, देशाच्या १५ हून अधिक उपग्रह मोहिमांत मोलाची कामगिरी.

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

कागदाचे भिरभिरे तयार करण्याची कृती



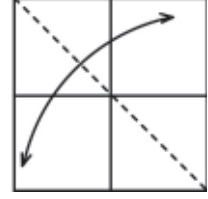
मधोमध दुमडा



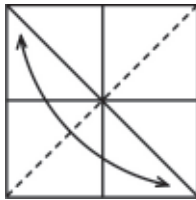
मधोमध दुमडा



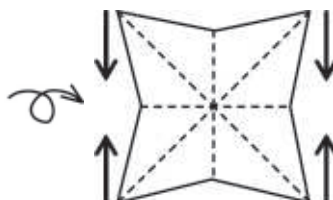
पलटी करा



कर्णावर दुमडा



कर्णावर दुमडा



पलटी करा

कोपरे हातात धरून मध्यरेषा एकमेकांजवळ आणा.



पेन्सिलवर ठेवून फुंकर घालून फिरवा.

जाणती झाडे

लेखक : अंजली नाईक

जीवशास्त्राने सजीवांचे पाच साम्राज्यामध्ये, विभाजन केलेय - एकपेशीय अप्रगत जीव मोनेरा (उदा. जीवाणू) एक / बहुपेशीय अप्रगत जीव, प्रोटोस्टा, बहुपेशीय प्रगत - बुरशी, बहुपेशीय प्रगत वनस्पती व बहुपेशीय प्रगत - प्राणी या



प्रत्येक साम्राज्यामध्ये सुद्धा आदिम - प्रगत - अतिप्रगत असे वर्गीकरण आहेच आणि हे वर्गीकरण सजीवांचे रंग, रूप, आकार, पेशीसंख्या, निरनिराळी कामे करणाऱ्या पेशींचे समूहांची उपस्थिती / अनुपस्थिती, अन्न तयार करणे व मिळवण्याच्या, पचवायच्या पध्दती, पुनरुत्पादन पध्दती, हालचाल / संचाराच्या पध्दती वगैरेनुसार केलेले आहे.

कोणताही सजीव प्रगत ठरण्याचा सर्वात महत्त्वाचा मुद्दा आहे तो असा की, सभोवतालच्या वातावरणाचे, परिसराचे

(ज्यात इतर सर्व सजीव व निर्जीव घटकांचा समावेश असतो) ज्ञान करून घेत त्याच्याशी जुळवून घेण्याची आणि स्वतःचे जीवनचक्र यशस्वीरित्यापूर्ण करण्याची त्याची क्षमता, आणि याच कसोटीवर मानव हा सर्व सजीवांमध्ये श्रेष्ठ समजला

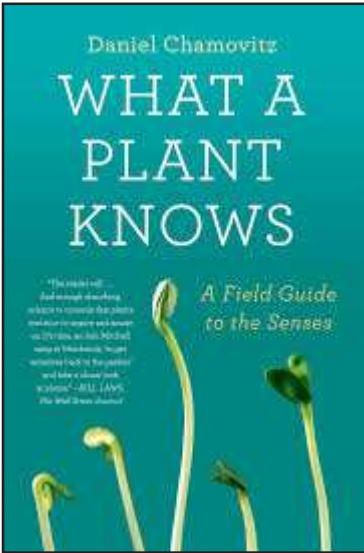
जायला लागला. स्वतःच्या शारीरिक मर्यादांवर बुद्धीच्या, ज्ञानेंद्रियांच्या मदतीने तो मात करू शकतो, परिसरातील ज्या - ज्या गोष्टी त्याला पूरक नाहीत त्यात तो बदल घडवू शकतो किंवा स्वतःचा बचाव करू शकतो. स्पर्श, चव, वास, दृष्टी, श्रुती व स्मृती इ. ज्ञानेंद्रियांद्वारा प्राप्त माहितीचे तो पृथःकरण करतो, योग्य निर्णय घेतो, सगळे भले बुरे अनुभव स्मृतीत साठवून ठेवतो आणि भविष्यात पुन्हा प्रतिकूल परिस्थिती समोर आली तर त्यावर मात करू शकतो. या

अर्थाने मनुष्य हा सर्वश्रेष्ठ असतो असे मानले जाते. पण म्हणून फक्त मनुष्यच तेवढा ज्ञानी व जाणता असतो, असं जर आपण समजलो तर ते मात्र पूर्ण सत्य नाही.

सर्वच सजीवांमध्ये आपल्या परिसराशी कमी अधिक प्रमाणात जुळवून घेण्याची क्षमता असते. बाह्य जगातील चांगल्या वाईट घटकांची जाणीव करून घेण्याची यंत्रणा कार्यान्वित असते. एवढंच नाही तर प्रत्येक सजीवाची स्वतःची एक संरक्षण व्यवस्थाही असतेच.

जीवशास्त्रामध्ये यातील प्रत्येक गोष्टीवर अतिशय व्यापक संशोधन झालेले असून प्रयोगांती हे सगळं सिद्ध झालेलं आहे.

अशाच प्रकारचे प्रयोग अनेक वर्षांपासून वनस्पतीवरही करण्यात येत आहेत.



वनस्पतीनांही सभोवतालचे आकलन होते एवढेच नव्हे, तर काही बाबतीत त्या मानवापेक्षाही श्रेष्ठ असल्याचा निष्कर्ष या प्रयोगांतून समोर आला आहे.

या संशोधनाचा गोषवारा व मनोरंजक निष्कर्ष डॅनिअल कॅमोविट्झ नावाच्या संशोधकाने एका सुंदर पुस्तकाद्वारे मांडलेत. मुळात हे पुस्तकच त्याने सर्व सामान्य वाचकांसाठी लिहीलेले आहे.

“व्हॉट अ प्लँट नोज - ए फिल्ड गाईड टू सेन्सेस” असं या पुस्तकाचं नाव असून विविध प्रकरणांमधून एक एक करून मानव व वनस्पतींच्या दृष्टी, श्रुती, स्पर्श, स्मृती व अवकाशातील स्वतःच्या स्थानाचे भान या सर्व जाणिवांची टप्प्या - टप्प्याने व अतिशय मनोरंजक पद्धतीने तुलना केलीय.

प्रकाशाला प्रतिसाद देण्याची क्षमता म्हणजेच दृष्टिज्ञान मानवी डोळा प्रकाशाचा रंग आणि तीव्रता ग्रहण करून “पाहू शकतो.” यासाठी त्याच्या डोळ्यातील दृष्टिपटल नावाच्या भागात प्रकाशग्राहक प्रथिने असतात. त्यापैकी न्होडॉप्सीन नावाचे प्रथिन मानवी डोळ्याला प्रकाशाची तीव्रता जाणवून देते, तर फोटॉप्सीन प्रथिन प्रकाशाचे रंग. मानवी डोळा साधारणपणे दहाहजार रंगछटा पाहू शकतो. या, डोळ्यात प्रकाशरूपाने शिरलेल्या माहितीचे विश्लेषण आपला मेंदू करतो, आणि आपण काय पाहतोय याचे दृष्टिज्ञान आपल्याला होते.

वनस्पतीसुद्धा प्रकाशाला प्रतिसाद देतात. मात्र वेगळ्या यंत्रणेद्वारे, याचा पुरावा म्हणजे अन्न तयार करण्यासाठी प्रकाशाचा वापर (प्रकाश संश्लेषण), वेगवेगळ्या मोसमांत, प्रकाशाच्या कमी - अधिक उपलब्धतेनुसार झाडांचे फुलणे (फोटो-पिरीऑडीझम) इत्यादी. वनस्पतींमध्ये देखील प्रकाशग्राही रंगद्रव्ये असतात त्यांना फायटोक्रोमस असे म्हणतात. क्रिप्टोक्रोमस नावाची अजून काही प्रकाशग्राहके वनस्पतींमध्ये दैनंदिन लय विषयक हालचाली नियंत्रित करतात. चार्लस डार्विन, अँलर्ड, ज्युलीयस साक्स, गार्नर, हॅरी बोर्थविक, वॉरन बटलर, मार्टिन कॉर्निफ वगैरे वनस्पतीशास्त्रज्ञांनी हे सप्रयोग सिध्द केलं की, वनस्पतींमध्ये सुध्दा प्रकाशाला प्रतिसाद देणारी प्रथिन - यंत्रणा कार्यान्वित असते. या मर्यादित अर्थानेच वनस्पती 'पाहू' शकतात. माहितीचे पृथःकरण करण्यासाठी त्यांच्याकडे मेंदू नाही हे सत्य उरतेच.

वासांची जाणीव होण्यासाठीच्या वनस्पती व माणूस आणि इतर पशूंच्या यंत्रणांची तुलना पुढच्या प्रकरणात करतांना लेखकाने असे म्हटले आहे की, हवेमध्ये मिसळलेल्या वेगवेगळ्या रसायनांच्या वासांना झाडं संवेदनशील असतात. फळं कृत्रिमरित्या पिकवण्यासाठी वापरण्यात येणारा इथिलीन वायू हे याचंच एक उत्तम उदाहरण ! डेव्हिड व्होडस् आणि गॉर्डन ओरायन्स यांनी

प्रयोगातून असं सिध्द केलं की विलो नावाच्या झाडांवर जेव्हा पानं खाणाऱ्या सुरवंटांचा उपद्रव होतो, तेव्हा ही झाडं आपल्या शेजारच्या निरोगी सुरवंटरहित झाडांना, हवेत फेरोमोन्स सारखी रसायनं सोडून धोक्याची जाणीव करून देतात.

वनस्पती वासांना संवेदनशील असतात याचं आणखी एक उदाहरण म्हणजे बांडगूळ वनस्पती (डॉडर किंवा अमरवेल). ही बांडगूळं हवेतील बीटा मीरसीन हुंगू शकतात. ज्या झाडांतून हे रसायन हवेत सोडलं जातं, अशा झाडांनाच बांडगूळं आपलं भक्ष्य बनवून त्यावर हल्ला चढवतात आणि त्यांच्यातला जीवनरस शोषून घेत स्वतः परभक्षी जीवनक्रम सुरू करतात. शेवटी यजमान झाडांच्या मृत्यूने ही लढाई संपते.

मार्टीन हेल आणि त्याच्या सहकाऱ्यांनी लीमा बीन्स या वनस्पतीवर काही प्रयोग करून वनस्पतींमधील रासायनिक संदेशांच्या देवाणघेवाणीवर एक निष्कर्ष मांडला. गॅस क्रोमॅटोग्राफी आणि मास स्पेक्ट्रोस्कोपी ही तंत्रे वापरून त्यांनी कीटकांचा प्रार्दुभाव असलेल्या लिमा बीन्सच्या झाडातून मिथाईल सॅलीसिलेट हे रसायन हवेत सोडले जाते, याचा शोध लावला. एवढंच नाही, तर या मिथाईल सॅलीसिलेटचा वास आजूबाजूच्या निरोगी लिमा बीन्सच्या झाडांना धोक्याचा इशारा देत असतो हेही त्यांनी दाखवून दिले. मानव आणि पशूंच्या घ्राणेंद्रियात अथवा



मधील विद्युतभारित कणांचे पेशीद्रव्यातील प्रमाण (कॉन्सन्ट्रेशन) वाढले की हा विद्युतप्रवाह मेंदूकडे जाणाऱ्या संदेशात रूपांतरित होतो.

अगदी तंतोतंत अशाच पद्धतीने वनस्पतींना स्पर्श झाल्याबरोबर त्यांच्या पेशीद्रव्यात देखील

नाकात गंध ग्रहण करणारी संवेदके असतात (Olfactory Receptors). २०११ पर्यंत जेवढं संशोधन वनस्पतीसंदर्भात झालंय त्यानुसार फक्त इथिलीन रसायनासाठीचं गंधग्राहक वनस्पतीमध्ये असते एवढेच दिसून आले आहे. मात्र असे असले तरी झाडे हवेतली उडनशील रसायने शोधू शकतात आणि त्या रासायनिक संदेशांना प्रतिसाद देतात.

आता स्पर्शज्ञानाविषयी. माणसाच्या त्वचेत असलेल्या मज्जातंतूंच्या टोकांमुळे थंड वा गरम स्पर्शाची जाणीव आपल्याला होते. स्पर्शाचे संदेश हे मज्जातंतू मेंदूला पाठवतात आणि नेमका कशाचा स्पर्श झाला? वाऱ्याची थंड झुळुक की आगीचा चटका? हे पृथःकरण मेंदूत होऊन निमिषार्धात आपल्याला स्पर्शज्ञान होते. या मानवी स्पर्श पृथःकरणातली महत्त्वाची प्रक्रिया म्हणजे स्पर्श होताक्षणी आपल्या त्वचेतील मज्जातंतूमधून विद्युत लहरी वाहणे सुरू होते. मज्जातंतूंच्या पेशीं

विद्युतभारित कणांचे (आयन्स) प्रमाण वाढून विद्युतसंदेश प्रवाहित होतात. याकरीता “बर्डन - सँडरसन” या जोडीने ‘व्हीनस फ्लाय ट्रॅप’ नावाच्या कीटकभक्षी वनस्पतीवर संशोधन केले.

सर जगदीशचंद्र बोसांनी १९०१ मध्ये प्रथम सिद्ध केले की, लाजाळूच्या झाडाची पाने बाह्यस्पर्श होताच विद्युतभारामुळे मिटून जातात. लाजाळूच्या पानाच्या बुडाशी असलेल्या विशिष्ट पल्ह्वीनस पेशी पानांची उघडझाप होण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतात. बाह्यस्पर्श झाल्याबरोबर पोटॅशियमची पेशी द्रव्यातली पातळी वाढते.

पेशीमधल्या विद्युतभाराचे नियमन कॅल्शियमच्या विद्युतभारित कणांच्या विशिष्ट पातळीमुळे होते. टी. सी. एच. नावाचे जीन्स कॅल्शियम पातळीचे नियमन करणाऱ्या प्रथिनांची निर्मिती करतात आणि स्पर्श होताच हे जीन्स कामाला लागतात. अॅरिबिडॉपसीस नावाच्या एका झाडावर संशोधन करून जॅनेट

ब्रामने हा निष्कर्ष काढला आहे. पशू आणि वनस्पतींमधील स्पर्शज्ञान विषयक यंत्रणा समान असल्याचेच यातून सिद्ध होते. वातावरणातील प्रतिकूल घटक किंवा तणाव यापासून वनस्पतींना दूर पळता येत नाही मात्र स्वतःच्या शरीर प्रक्रियेमध्ये बदल करत करत त्यांच्याशी जुळवून घेणे हे वनस्पतींना जमते.

प्राण्यांमध्ये ऐकू येणे - अर्थात श्रवण यंत्रणेचा उत्क्रांतीजन्य विकास म्हणजे एक प्रकारे धोक्याची जाणीव आणि त्याला दिलेला तातडीचा प्रतिसादच. वनस्पतींमध्ये श्रवणक्षमतेची प्रगती झालेली आढळत नाही. ध्वनीला झाडे प्रतिसाद देतात का हे शोधण्यासाठी जे प्रयोग केले गेले त्यातून कोणतेही सबळ पुरावे - झाडांना ऐकू येतं हे सिद्ध करण्यायोग्य मिळालेले नाहीत. त्स्वैफेल आणि त्स्वॉयगिन (Zweifel-Zeugin) या शास्त्रज्ञांनी असे शोधले की, झाडांमध्ये पाणी वाहून नेणाऱ्या जल वाहक 'झायलेम' नावाच्या ज्या नळ्या असतात त्यांच्यातली पाण्याची पातळी घटली असता पार्ईन आणि ओक वृक्षांमध्ये अल्ट्रासोनिक कंपने निर्माण होतात. मात्र ही कंपने म्हणजे या झाडांनी इतर झाडांशी दुष्काळ विषयक केलेला संवाद असतो का - हवा या विषयी शंकाच आहे.

एक गंमतीची गोष्ट म्हणजे माणसांमध्ये बहिरेपणासाठी कारणाभूती असलेले 'बिघाड' घडून आलेले जे 'डेफ' जीन्स असतात त्यांचे

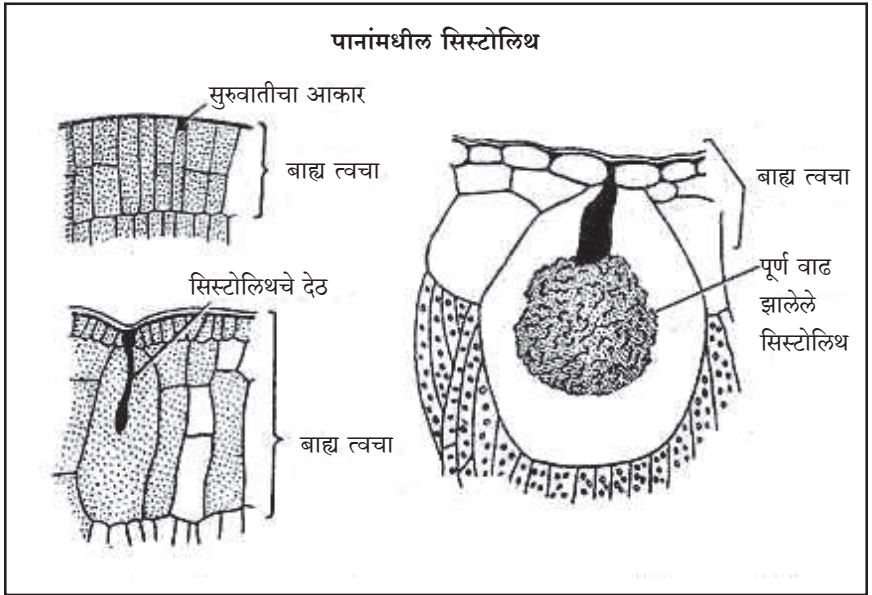
अस्तित्व, अॅरॅबिडॉप्सीस उर्फ रानटी मोहरीच्या जनुक समूहांमध्ये सुध्दा आढळून आले आहे. या निष्कर्षामुळे सदर पुस्तकाच्या लेखकाला असे वाटते की वनस्पती अचल असल्यामुळे त्यांच्यात श्रवणजाणिवेचा विकास झाला नसावा. आजूबाजूचे धोके टाळण्याच्या कामी त्यांना ऐकू येण्याचा काही उपयोगही नाही.

आणखी एका बाबतीत प्राणी आणि वनस्पतींमध्ये साधर्म्य आहे. आपण जमिनीवर सरळ उभे आहोत, का बसलेले आहोत, का शीर्षासनाच्या अवस्थेत, हे जसे आपल्याला 'कळते' त्याचप्रमाणे वनस्पतींना देखील अंतराळातील त्यांच्या शारिरीक स्थितीची जाणीव होते. याच्यामागे एक समान वैज्ञानिक तत्व आहे. प्राण्यांना - त्यांच्या शरीरातील विशिष्ट नसा आणि कानाच्या अंतर्भागातून येणाऱ्या इशान्यांमध्ये असणाऱ्या परस्पर सुसंवादांमुळे शरीराचा तोल राखला जाण्यासाठी मदत होते. याला (इंग्रजीत) Proprioception अथवा शरीरस्थितीची जाणीव असा शब्द आहे. प्राण्यांवर गुरुत्वाकर्षणाचा असणारा प्रभाव हाही घटक यात अंतर्भूत आहे. शरीराचा तोल राखण्यासाठी आंतरकर्णातल्या द्रव्यात बुडलेले ओटोलिथ (otolith) नावाचे स्फटिक मदत करतात. शरीराची स्थिती बदलली की हे खडे त्या द्रव्याच्या तळाशी बुडतात आणि डोकं सध्या वर आहे का खाली उलट्या

अवस्थेत आहे याची आपल्याला जाणीव होते.

चार्ल्स डार्विन आणि थॉमस नाईट यांनी सर्वप्रथम झाडांवरही पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव असतो हे दाखवून दिले होते. गुरुत्वाकर्षणामुळे झाडांची जमिनीच्या आत आणि वर अशी दोन्ही प्रकारची दिशात्मक वाढ प्रभावित होते. नंतरच्या काळात झालेल्या प्रयोगातून असे सिद्ध झाले की झाडांच्या मुळांमध्ये आणि खोडामध्ये शरीरस्थितीची जाणीव करून देणाऱ्या दोन स्वतंत्र यंत्रणा एकाच वेळी काम करत असतात. इतकेच नव्हे तर या वनस्पतींमधील यंत्रणा मानवी यंत्रणासारख्याच काम करतात. वनस्पतींच्या पेशीद्रव्यात माणसांमधल्या आंतर्कर्ण द्रव्यातील

‘ओटोलिथ’ सारखेच ‘सिस्टोलिथ’ नावाचे स्फटिक असतात. जमिनीच्या खाली मुळाच्या वाढीच्या ठिकाणी जी संक्षक टोपी असते तिथे तसेच खोडाच्या बाह्य सालीखालील आतल्या पेशींच्या थरात हे सिस्टोलिथ खडे असतात. हे खडे गुरुत्वाकर्षणाच्या बलाचा प्रभाव ग्रहण करू शकतात. या सिस्टोलिथ खड्यांची पेशीमधली जागा बदलल्या बरोबर झाडांच्या वाढीची दिशा बदलते. उच्च स्तराच्या चुंबकीय क्षेत्राचा गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाचा उगम म्हणून वापर करून जॉन किस नावाच्या शास्त्रज्ञांने दाखवून दिले की या चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावामुळे वनस्पतींच्या मुळांमधल्या पेशीतले तसेच खोडांच्या पेशींमधले सिस्टोलिथ खडे जागा बदलतात



आणि त्यामुळे मुळांची वाढीदरम्यान वाकण्याची दिशा बदलते. अंतराळात गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव नसल्यामुळे फक्त पृथ्वीवरच चुंबकीय क्षेत्राचा प्रभाव झाडांवर दिसेल असे भाकीत जॉन किस याने केले आणि ते तंतोतंत खरेही ठरले. पृथ्वीवर सफल झालेला हाच प्रयोग अंतराळयानात केला असता, झाडांच्या मुळांवर गुरुत्वाकर्षणामुळे वाकण्याचा प्रभाव अंतराळात दिसलाच नाही.

सरते शेवटी स्मृतीच्या क्षमतेविषयी. मानवीप्राणी आणि वनस्पतींची तुलना आणि त्यासाठी केलेल्या प्रयोगांचा आढावा या पुस्तकात घेतला आहे. मेंदूत स्मृती तयार होणे, त्या साठवल्या जाणे आणि गरजेच्या वेळी त्या वापरल्या जाणे या तीन गोष्टींचा समावेश प्राण्यांच्या स्मृतींच्या बाबतीत होतो. थोड्याफार फरकाने आणि वेगळ्या यंत्रणेद्वारा, वनस्पतींमध्ये देखील स्मृती तयार होतात, साठवल्या जातात आणि योग्यवेळी त्यांचा वापरही केला जातो. पुन्हा एकदा या संदर्भात ज्या झाडावर हे प्रयोग झाले ते झाड रानमोहरीचं म्हणजेच 'अरॅबिडॉप्सिस थॅलिआना' हेच होते. अनेक इतर झाडांप्रमाणेच याही झाडामध्ये फुलणं सुरू होण्यासाठी एक थंडीचा काळ मध्ये यावा लागतो. वैज्ञानिक परिभाषेत याला व्हर्नलायझेशन असं म्हणतात. थंडीचा काळ येण्यापूर्वी झाडामध्ये एफ. एल. सी. नावाचे जनुक एका रोधक प्रथिनाची निर्मिती करते.

या प्रथिनांच्या उपस्थितीमुळे झाडाला फुले येण्याच्या क्रियेला मज्जाव केला जातो. पण एकदा का थंडीचा हंगाम या झाडाच्या आयुष्यात आला की, या एफ. एल. सी. जनुकाचा स्विक बंद होतो. रोधक प्रथिनांची निर्मिती बंद होते आणि झाडाला फुले येऊ लागतात. हा थंडीचा काळ त्या झाडाच्या जीवनात फुलण्यापूर्वी आला होता अथवा नाही याची स्मृती वनस्पतींमध्ये तयार होऊन साठवली जाते, आणि फुलण्याच्या प्रक्रियेकरीता वापरलीही जाते. वनस्पतींना मेंदू नसल्याने स्मृती वरील प्रक्रिया पेशीस्तरावरच होते. एफ. एल. सी. जनुकाद्वारे रोधक प्रथिने तयार होण्याची प्रक्रिया ही जनुकबाह्य वा एपिजेनेटिक स्वरूपाची व संपूर्ण जनुकसमूहामध्ये (आनुवंशिकतेचे गुणधर्म असलेल्या) पुनर्रचनेमुळे होत असे मानण्यात येते. असे असले तरी त्याची यंत्रणा नेमकी कशाप्रकारे चालते हे अजून पूर्णपणे उलगडलेले नाही.

वनस्पतींच्या संवेदनशील, ज्ञानी, जाणतेपणाचे हे विवेचन समाप्त करत असताना लेखकाने असे म्हटले आहे की, वनस्पती कदाचित मानवाप्रमाणे ज्ञानी नसतीलही, परंतु त्यांना आपल्या परिसराची सजग जाणीव आहे, हे नक्की.

लेखक : डॉ. अंजली नाईक, विभागप्रमुख, वनस्पती शोध विभाग, स.भु.विज्ञान महाविद्यालय, औरंगाबाद. anjali.naik360@gmail.com

धरणाफुटी

लेखांक - ६

लेखक : वैजयंती शेंडे

धरणाफुटीनंतर धरणामागे साठलेला प्रचंड जलसाठा राक्षसी वेगाने जो हाहाकार करू शकतो त्याची कल्पनाही भयावह असते. यासाठी धरणाच्या जागेची योग्य निवड, अभिकल्प करताना पर्जन्यमान, भूकंप, जलाशयाची क्षमता अशा अनेक बाबींचा सखोल अभ्यास, काळजीपूर्वक केलेली धरण बांधणी ह्या गोष्टी धरणाच्या सुरक्षिततेच्या दृष्टीने किती आवश्यक आहेत हे मागील लेखांतून पाहिले. ह्या लेखात धरणफुटीची कारणे पाहू या.

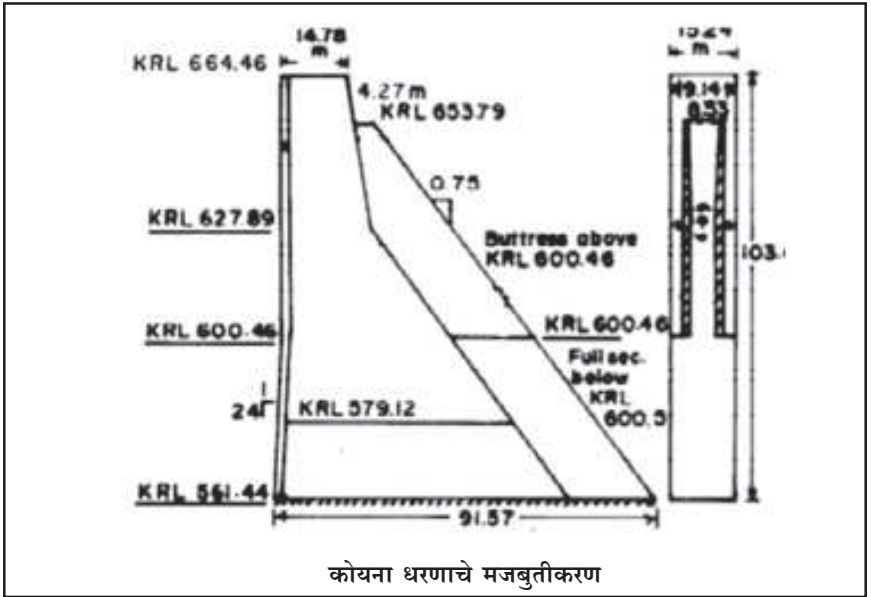
काँक्रीटच्या भारस्थायी किंवा कमानी धरणाच्याबाबतीत जर धरणाचे अभिकल्प आणि बांधणी काळजीपूर्वक केली असेल तर फुटण्याची उदाहरणे खूपच कमी आहेत. ११ डिसेंबर १९६७ ला कोयना धरणाच्या अगदी जवळ भूकंप होऊनसुद्धा धरण कार्यरत राहिले. भूकंपामुळे धरणाला तडे जाऊन

धरणाची हानी झाली. पण ती दुरुस्त करण्यासारखी होती. धरणाला पडलेल्या भेगांमध्ये इपॉक्सी रेझिन भरून गाराभराई केली गेली. ह्या तातडीच्या उपायानंतर धरणाच्या अनुप्रवाह बाजूस नदीपात्रापासून २१.३ मी. उंचीपर्यंत संपूर्ण धरणासाठी आणि त्यावरच्या उंचीसाठी ७.६२ मी. रुंदीचे नवीन काँक्रीट ओतून मजबुतीकरण केले गेले. काँक्रीट धरणांच्या मानाने मातीची धरणे पडण्याचे प्रमाण जास्त आहे. मातीचे धरण पडण्याचे सर्वसाधारण कारण म्हणजे पुराचे पाणी वाहून नेण्याची पुरेशी व्यवस्था नसल्यामुळे पुराचे पाणी धरणाच्या भिंतीवरून वाहू लागते आणि धरणे कोसळतात. आंध्र प्रदेशातील संयुक्त प्रकारचे कदम धरण १९५८ च्या पुरात धरणावरून ४६ सेमी पाण्याचा लोंढा वाहत गेल्यामुळे फुटले.

पुराचे पाणी किती येईल ह्याचा योग्य

अदमास न घेता पाण्याला वाट करून देणारी पुरेशा क्षमतेची आणि सामर्थ्याची द्वारे किंवा सांडव्यांची योजना केलेली नसेल किंवा बाहेर पाणी वाहून नेण्यासाठी तळाशी जे मार्ग ठेवलेले असतात त्यामध्येच गळती असणे आणि द्वारांच्या उघडझापीचे संचलन बिघडणे हेही मातीच्या धरणफुटीचे कारण असू शकते. तमिळनाडूतील कावेरी नदीच्या उपनदीवर बांधलेले कोडानगर हे मातीचे धरण पुराचे पाणी वाहून नेण्यासाठी योजलेल्या सांडव्याचे दरवाजे पूर्णपणाने उघडता न आल्यामुळे धरणावरून पाणी वाहिले आणि धरण फुटले. याव्यतिरिक्त भूकंपामुळेही मातीच्या धरणांची हानी होऊ शकते. २००१ च्या भूज भूकंपामुळे चंग, फतेगढ आणि कासवती धरणांची खूप हानी झाली.

पानशेत धरण : १२ जुलै १९६१ रोजी पुण्याजवळचे पानशेत धरण फुटले आणि एकच हाहाकार माजला. पानशेत धरण फुटण्याला ज्या गोष्टी कारणीभूत ठरल्या त्या पाहूया. ह्या मातीच्या धरणाच्या ५६.५ मी अंतिम उंचीपैकी ५१.३ मी उंचीचा पाहिला टप्पा पार पडला होता. जानेवारी १९६२ पर्यंत धरण पूर्ण बांधायचे अशी योजना असताना १९६१ च्या मान्सूनचे पाणी शेतीला मिळावे ह्या हेतूने जून १९६१ च्या आतच धरण बांधणी पूर्ण व्हायला हवी असा गडबडीत निर्णय घेतला गेला. खरेतर शेतीला पाणी देण्यासाठी लागणाऱ्या कालव्यांचे काम अजून अपुरेच होते. ह्या परिस्थितीत धरण पूर्ण होऊनही शेतीला फार काही फायदा होण्यासारखा नव्हता. वीजनिर्मितीसाठी पाणी





वाहून नेणाच्या पाईपसाठी (penstocks) धरणाच्या तळाशी बोगद्याची योजना केली

होती. पण त्याचेही काम अपुरे होते. त्या बोगद्याच्या दरवाज्याची व्यवस्था अर्धवट



होती म्हणून तात्पुरते दरवाजे लावले गेले होते. त्यातही ०.६० मी.ची फट ठेवली होती. १९६१ साली मान्सून थोडा आधीच पोचला. मुसळधार पावसामुळे २५ ते २६ जून या एका दिवसात ९ मीटरने तर १ जुलैपासून १२ दिवसात २३.९ मीटरने पाण्याची पातळी वाढली. ९ जुलैपासून तर सतत कोसळणाऱ्या पावसामुळे जलाशय तुडुंब भरू लागले. ह्या पुराच्या पाण्याला वाट होती फक्त ०.६० मी. फटीची. त्यामुळे पुराचे पाणी बोगद्यात उसळी मारू लागले. बोगद्याचे सबलीकरण आणि बोगद्याच्या बाजू आणि छताला काँक्रीटचे अस्तर (concrete lining) लावायचे कामही अपुरे होते. त्यामुळे भिंती आणि छतात फटी पडून पाणी बांध्यात झिरपू लागले. जलाशयाची पातळी भरभर वाढू लागली आणि १० जुलैला सांडव्यावरून पाणी वाहू लागले. वादळाच्या आणि पाण्याच्या तडाख्याने धरणाच्या वरच्या बाजूस मातीचे नवीन बांधकाम ढासळू लागले. ह्या सगळ्याचा परिणाम म्हणून हे मातीचे धरण फुटले आणि पाण्याच्या लोंढ्याने आडव्या आलेल्या ३२.५ मी उंचीच्या खडकवासला धरणाला फोडत पाणी रोरावत पुणे शहरात घुसले.

माचू धरण, गुजरात : ऑगस्ट १९७२ मध्ये गुजरातेतील राजकोट जवळ माचू नदीवर हे धरण बांधले गेले. नदीच्या पात्रात दगडी भरावाचा सांडवा आणि दोन्ही

बाजूस मातीचे बांधारे असे संयुक्त प्रकारातले हे धरण सिंचन ह्या प्रमुख हेतूने बांधले गेले. ऑगस्ट १९७९ मध्ये कोसळणाऱ्या पावसामुळे जलाशयात अपेक्षेपेक्षा जास्त पाणी आले. धरणाच्या शिखराच्या वर ६.१ मी. उंचीचा पाण्याचा लोट आल्याने काही तासातच धरण कोसळले. झालेल्या मनुष्यहानी, वित्तहानीमुळे 'सर्वात भयंकर पूर' अशा गिनीज वर्ल्ड रेकॉर्डमध्ये नोंद झाली. ह्या धरणफुटीसाठी बांधकामापेक्षा अभिकल्पातील त्रुटी कारणीभूत ठरल्या. धरणाच्या अभिकल्पात जलाशयात येणाऱ्या पाण्याचा अंदाज चुकला. अभिकल्पात धरलेल्या क्षमतेपेक्षा तिप्पट पाणी जलाशयात आले आणि ते पाणी वाहून नेण्यासाठी सांडव्याची अपुरी क्षमता ह्या कारणामुळे धरण फुटले. फुटीनंतर जलाशयाची क्षमता चौपट करून धरणाची पुनर्बांधणी करण्यात आली.

मातीच्या धरणफुटीची काही उदाहरणे आणि कारणमीमांसा पाहिली परंतु अलीकडच्या काळात आधुनिक तंत्रज्ञान आणि अभिकल्प वापरून बांधलेली मातीची धरणे फुटण्याची उदाहरणे जवळजवळ नाहीत.



लेखक : वैजयंती शेंडे, केंद्रीय जलविद्युत अनुसंधान शाला येथून मुख्य अनुसंधान अधिकारी म्हणून निवृत्त, धरणाच्या बांधकामाच्या स्थैर्यासंबंधीच्या विविध अभ्यासात संशोधन.

vjshende@yahoo.co.in

अरेच्या ! हे असं आहे तर !

भाग - १२

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

काही दिवसांपूर्वी अचानक थंडीची लाट आली. मी आमच्या घराच्या काचेच्या खिडक्या घट्ट बंद करून घेतल्या आणि खिडकी जवळ खुर्ची घेऊन पुस्तक वाचायला बसलो.

थोडा वेळ झाला असेल... माझ्या पायावर थंडगार हवेचा झोत येतोय असं जाणवू लागलं. मी उठून खिडकी लावायची राहिली आहे का, थोडी कुठे फट राहिली आहे का हे पाहिलं. सर्व खिडक्या घट्ट बंद केलेल्या होत्या. कुठंही लहानशी फटही राहिली नव्हती तरी थंड हवेचा झोत माझ्या पायावर येत होता.

आता काचेची खिडकी बंद असतानाही थंड हवेचा झोत कसा काय येत होता? आणि तोही पायाशी का येत होता?

विचार करण्यासारखा प्रश्न आहे. पण

जर तुम्हाला विज्ञानातील काही गोष्टी माहिती असतील तर या घटनेचं सहज स्पष्टीकरण मिळेल.

आवश्यक गोष्टींचा नुसता उल्लेख करतो. हवा सर्व ठिकाणी आहे. हवेतील कणांची सतत हालचाल होत असते (ब्राऊनिअन मोशन) गरम हवा हलकी असते, थंड हवा तुलनेने जड असते, उष्णतेचे अभिसरण चक्र.

खोलीत हवा आहे. खोलीच्या खिडकी बाहेरील हवा थंड आहे. थंड हवेचा काचेशी संपर्क येऊन काच थंड होते. काचेच्या जवळची खोलीच्या आतली हवा थंड होते. थंड झाल्याने खोलीतील इतर हवेच्या तुलनेत जड होते आणि जमिनीकडे येते. त्या जागी खोलीतील तुलनेने हलकी हवा येते. पुन्हा हवा काचेच्या संपर्कात थंड होऊन खाली

जाते. अशा तऱ्हेने हवेचे अभिसरण चक्र खोलीत तयार होते.

ह्या चक्रातली थंड झालेली हवा आपल्या पायाला लागते आणि आपल्याला थंड हवेचा झोत जाणवतो.

खोलीतील अभिसरण चक्राचं निरीक्षण करायचं असेल तर बाजारात मिळणारा हायड्रोजन भरलेला फुगा आणायचा आणि दोऱ्याला एक लहान दगड बांधायचा, म्हणजे तो फुगा सोडल्यावर छताकडे न जाता खोलीत तरंगू लागेल.

ह्या निरीक्षणासाठी अतिशय कमी आकारमान असलेली खोली निवडायची. सर्व काचेच्या खिडक्या घट्ट बंद करून घ्यायच्या. दगड बांधलेला हायड्रोजनचा फुगा काचेच्या जवळ सोडायचा आणि निरीक्षण करायचे. तो फुगा हवेच्या प्रवाहाबरोबर जमिनीकडे येऊन छताकडे जाईल तिथून पुन्हा काचेकडे येईल.

---o---

आता मी तुम्हाला एका खूप जुन्या म्हणजे साधारण १८७०च्या सुमारास केलेल्या प्रयोगाची माहिती सांगतो. तुम्हीही हा प्रयोग करू शकता.

यासाठी साहित्य : अतिशय हलक्या कागदाचा आयताकृती तुकडा, एक लांब सुई किंवा दाभण.

कृती : आयताकृती कागदाला लांबी आणि रुंदी वर एकएकदा अर्ध्यावर घडी

घालून तो उघडा म्हणजे कागदावर घडीच्या रूपात अधिकचे चिन्ह दिसेल. त्या चिन्हाचा छेदनबिंदू म्हणजे कागदाचा गुरुत्वमध्य.

दाभण किंवा लांब सुई एखाद्या ठोकळ्याला रोवून सरळ उभी करा. आणि त्या सुईच्या टोकावर तो आयताकृती कागद बरोबर गुरुत्वमध्य बिंदूवर ठेवा, अगदी हलकेच.

ही कृती अगदी सावकाश करावी कारण कागद पातळ आणि हलका असल्याने लहानशा हवेच्या धक्यानेही खाली पडेल.

नंतर सावकाश आपला उजवा हात त्या कागदाच्या खूप जवळ न्या, स्पर्श करू नका.

कागद हळूहळू फिरू लागेल आणि थोड्यावेळात चांगला वेगही घेईल. हात बाजूला करा... कागद फिरायचा थांबेल. आता डावा हात कागदाच्या जवळ न्या. पुन्हा कागद फिरू लागेल. कागद कसा फिरतो ह्याचे नीट निरीक्षण करा. प्रत्येकवळी कागद फिरण्याची दिशा मनगटाकडून बोटांकडे अशीच असल्याचे तुमच्या ध्यानात येईल.

हा प्रयोग जेव्हा दीडशे वर्षापूर्वी केला गेला तेव्हा विज्ञानाची आजच्या इतकी प्रगती झाली नव्हती. त्यावेळच्या समाजावर जादूटोणा करणारे मान्त्रिक हा प्रयोग करून आपल्यात अतिंद्रिय शक्ती आहे असं भासवायचे.

पण हवेच्या थरांची हालचाल आणि

अभिसरण लक्षात आले तर ह्यात लपलेले विज्ञान सहज कळून येईल.

जेव्हा तुम्ही तुमचा हात कागदाजवळ नेता तेव्हा शरीरातील उष्णतेमुळे तळव्याजवळची हवा गरम होते आणि त्यामुळे हलकी होऊन वर जाऊ लागते, मधे हलका कागद असल्याने तो हवेमुळे फिरू लागतो.

कागद नेहमी मनगटापासून बोटांकडे अशा दिशेतच फिरतो कारण बोटांच्या तुलनेत तळवा जास्त गरम असल्याने तळव्यापासून बोटांकडे असा प्रवाह निर्माण होतो.

दोन्ही हात एकमेकांवर जोरात घासून किंवा अंगात ताप असेल आणि हात



कागदाजवळ नेला तर गरम हवेचा प्रवाह जास्त जोरात तयार होईल आणि कागद गरगरा फिरू लागेल.

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

अनुवाद : शशी बेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक.

भास्कराचार्य गणित प्रज्ञाशोध स्पर्धा

भास्कराचार्यांच्या ९०० व्या जयंतीनिमित्ताने.

इयत्ता ५ वी, ६ वीच्या विद्यार्थ्यांसाठी, ही स्पर्धा सहावीच्या अभ्यासक्रमावर आधारित असेल. या वर्षी ही परीक्षा पुणे व पिंपरी-चिंचवड या भागातील विद्यार्थ्यांसाठी घेतली जाईल. अर्ज आपापल्या शाळेमधून करायचे आहेत.

परीक्षा फी : रु. १५०/-, जिल्हा परिषद शाळेतील विद्यार्थ्यांसाठी रु. ७५/-

स्पर्धेची वेळ : ८ मार्च, रविवार ११.०० ते २.००

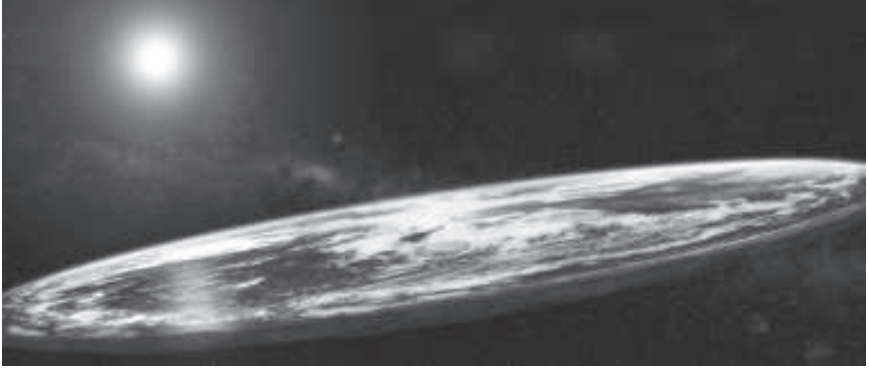
समन्वयक : किरण बर्वे, ९४२३०१२०३४ (सायं. ८ ते ९ सोम. ते शुक्र.)

संपर्क पत्ता : भास्कराचार्य प्रतिष्ठान, ५६/१४, ऑफ लॉ कॉलेज रोड, दामले रस्ता, एरंडवण, पुणे - ४११ ०२९.

दूरध्वनी : ०२० - २५४३४५४७, २५४१०७२४.

११.३० ते २.०० व २.३० ते ५.००

चूक म्हणजे किती चूक?



लेखक : आयझॅक असिमोव

मी एका लेखात असं लिहिलं होतं, की या विश्वाचे पायाभूत नियम ज्या काळात आपल्या हाती आले, त्या काळात मी जन्माला आलो, याचा मला आनंद आहे. माझा रोख सापेक्षतेच्या सिद्धांताने १९०५ ते १९१६ मध्ये स्पष्ट केलेल्या स्थूल विश्वातील गुरुत्वाच्या संकल्पनेकडे होता. शिवाय सबअॅटॉमिक क्षेत्रातल्या नियमांबद्दल १९०० ते १९३० या काळात मांडल्या गेलेल्या पुंजयामिकी सिद्धांतानेही आपल्याला काही नियम स्पष्ट केलेले आहेत. १९२० ते १९३० या काळात आपल्याला हेदेखील समजलेले आहे की आपले विश्व हे

आकशगंगा आणि त्यांचे समूह यांनी बनलेले आहे.

सगळे विसाव्या शतकातले सिद्धांत आहेत.

मला 'हे सारे सिद्धांत आपल्याला पायाभूत नियम सांगतात' असे म्हटल्याबद्दल माझी सणसणीत कान उघाडणी करणारे एक पत्र आले. त्यात म्हटलं होतं की प्रत्येक शतकात विज्ञानात काही शोध लागतात. आपल्याला वाटतं की आपल्याला सगळं समजू लागलं आणि पुढच्या शतकात ते सगळं चूक असल्याचं दाखवून दिलं जातं.

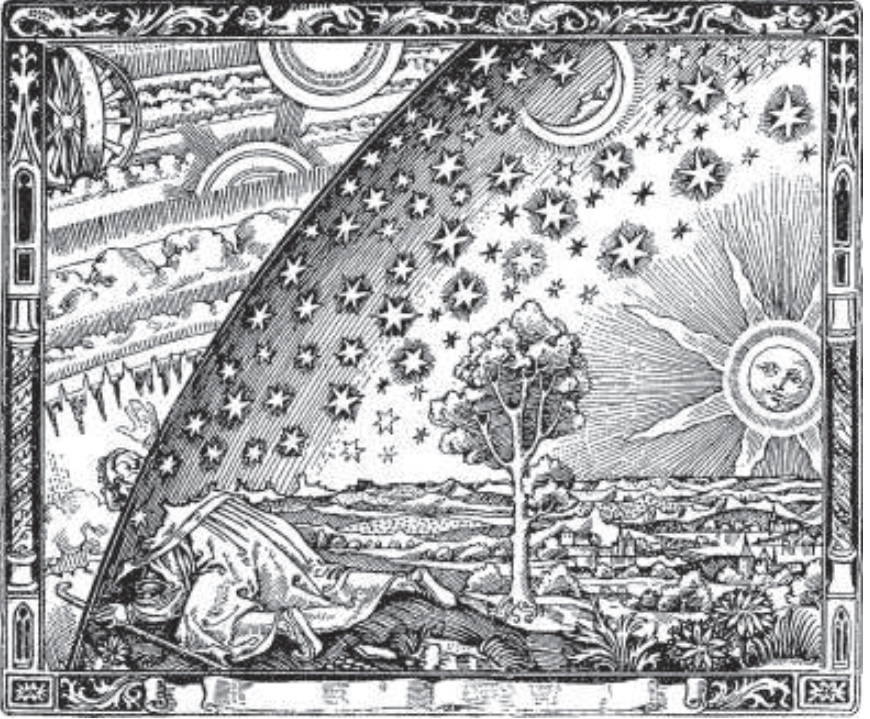
खरंच आहे. पूर्वी पृथ्वी सपाट

असल्याची समजूत होती ती चुकीची निघाली. पृथ्वी गोल असल्याचं म्हटलं गेलं, त्यातही चूक निघाली. पण पृथ्वी सपाट समजण्याची चूक ही पृथ्वी गोल समजण्याच्या चुकीएवढी नाही. त्यात बराच फरक आहे हे ध्यानात घ्यायला हवं.

मुळामधे बरोबर आणि चूक यांचे अर्थ नीट समजून घ्यायला हवेत. बरोबर हे १०० टक्के बरोबर नसतं आणि चूक हे १०० टक्के

संपूर्ण चूकही नसतं. बरोबर आणि चूक ह्या जरा धूसर संकल्पना आहेत. आपण त्या समजावून घेऊ या. जेव्हा एखाद्या नवीन शोधामुळे आधीचे सिद्धांत चूक ठरवले जातात, तेव्हा नक्की काय होतं? ते किती चूक असतात? पाहू या.

एक उदाहरण घेऊ. पृथ्वी सपाट आहे असा पूर्वीच्या मानवी संस्कृतींचा समज होता. पृथ्वी सपाट आहे असं समजायला ते



पृथ्वी सपाट आहे या समजुतीसोबत असेही म्हटले जायचे की आकाशाच्या पोकळ अर्धगोलावर सूर्य चंद्र तारे जडवलेले असून, ते पृथ्वीभोवती फिरते. हे फिरवण्याचे काम करणारे यंत्र क्षितिजापलीकडे आहे. क्षितिजापलीकडे डोकावून ते यंत्र पाहणारा कोणी जिज्ञासू माणूस या चित्रात दिसतो आहे.

काही मूर्ख नव्हते. तसं समजण्याचं कारण होतं - सुस्पष्ट पुरावा. 'ती तशी दिसते' एवढंच त्याचं कारण नव्हतं. ती तशी सपाट दिसत नाहीच. टेकड्या-दऱ्याखोरी-कडे यामुळे ती उंचसखलच दिसते. अर्थात काही विशिष्ट ठिकाणी मात्र ती सपाट दिसते. विशेषतः जिथे पहिल्या ऐतिहासिक संस्कृतीच्या नोंदी झाल्या त्या सुमेर संस्कृतीच्या क्षेत्रात. टायग्रीस-युफ्रेटिसच्या खोऱ्यात. सगळ्या टेकड्या आणि दऱ्या सपाट केल्या तर जमीन सपाट होणार ह्या अंदाजवरून त्यांनी पृथ्वी सपाट आहे असे मानले असेल. किंवा मोठमोठी तळी दिसतात त्यावरून त्यांनी तसे मान्य केले असेल.

या प्रश्नाकडे पाहण्याचा दुसरा मार्ग आहे, तो पृथ्वीचा वक्रपणा मोजण्याचा, म्हणजे मैलभर अंतरात पृथ्वीचा 'सपाटपणा' कितपत बदलतो ते पाहण्याचा. आता सपाट पृथ्वी सिद्धांतानुसार मैलभर अंतरात पृथ्वीचा सपाटपणा बदलतच नाही. बदल शून्यच असतो.

आपल्याला आज जे शिकवलं जातं, त्यानुसार सपाट पृथ्वी हा सिद्धांत चूक आहे - संपूर्ण चूक - अत्यंत चूक - नक्कीच! पण खरं तसं नाहीये. पृथ्वीची वक्रता मोजली तर ती जवळजवळ शून्य/मैल येते. म्हणजे पृथ्वी सपाट नसली तरी ती 'जवळजवळ' सपाट असते. त्यामुळेच हा सिद्धांत इतका मोठा काळा टिकून राहिला.

अर्थात 'सपाट पृथ्वी' सिद्धांत अमान्य करायला कारणं होतीच. इ.स.पू. ३५० वर्ष ग्रीक तत्त्वज्ञ अॅरिस्टॉटलने ती मांडली. उत्तरेकडे प्रवास करत असताना विशिष्ट तारे दक्षिण क्षितिजाखाली जात. दक्षिणेकडे प्रवास करत असताना काही वेगळे तारे उत्तर क्षितिजामागे दिसेनासे होत. दुसरं कारण म्हणजे चंद्रग्रहणाच्या वेळी जी पृथ्वीची सावली चंद्रावर दिसे, ती वक्राकार असे. तिसरं म्हणजे समुद्रात दूर जाणारी जहाजं जेव्हा दिसेनाशी होत, तेव्हा नेहमीच त्यांचा तळाचा भाग आधी क्षितिजाखाली जाई.

पृथ्वी सपाट असेल तर या तीनही निरीक्षणांचं स्पष्टीकरण देता येत नसे. ते घायचं तर पृथ्वी गोलच असायला हवी होती.

आणखी एक होतं, सर्व घन पदार्थ केंद्राकडे जात राहतात असा अॅरिस्टॉटलचा विश्वास होता. हे जर खरं असेल तर सर्व घन पदार्थ शेवटी गोलाकार होणार हे स्पष्ट होतं.

अॅरिस्टॉटलनंतर शतकभरानं ग्रीसमध्येच इॅरटोस्थेनिस नावाचा तत्त्वज्ञ झाला. त्याला दिसून आलं की, वेगवेगळ्या अक्षांशावरच्या गावी वेगवेगळ्या लांबीची सावली पडते. सावलीच्या लांबीतल्या फरकावरून त्याने पृथ्वीच्या गोलाचा परीघ २५,००० मैल असावा असा अंदाज काढला.

या गोलाच्या आकारावरून जमिनीची वक्रता येईल ०.०००१२६/मैल. म्हणजे ०/मैलाच्या अगदी जवळची! हा एवढासा

फरक मोजणं, त्या काळच्या साधनांनी, फारच अवघड होतं. आणि त्यामुळेच तो 'सपाट पृथ्वी' सिद्धांत एवढा काळ टिकून राहिला असणार.

लक्षात घ्या शून्य आणि ०.०००१२६ यातला एवढासा फरकसुद्धा फार महत्त्वाचा ठरू शकतो. कारण त्याची बेरीज होत होत तो वाढत जातो. असे बारीक फरक लक्षात घेतले नाहीत, तर मोठमोठ्या भूभागांचे नकाशे काढणं अशक्य होईल. पृथ्वीची वक्रता ध्यानात घेतली नाही, तरी नकाशे चुकतात, समुद्रप्रवासात जहाजाचं स्थान ठरवणं जमत नाही मोठमोठ्या समुद्री सफरी करणंही अशक्य होतं.

पृथ्वी सपाट आहे असं समजण्याचाच एक अर्थ असाही होतो, की पृथ्वी अनंत,

अमर्याद आहे; किंवा मग तिचा 'शेवट' तरी सापडायला हवा. ह्या दोन्ही अडचणी 'पृथ्वीगोला'वर येत नाहीत. गोलाचा शेवट नसला, तरी त्याचा आकार मर्यादित असतो.

थोडक्यात काय, सपाट पृथ्वीची संकल्पना जरी जवळजवळ बरोबर असली, तरी सर्व निरीक्षणे पाहता, ती सोडून द्यायला हवी आणि पृथ्वी गोल आहे हेच खरं मानायला हवं.

पृथ्वी खरोखर गोल आहे का?

खरोखरच गणिताच्या दृष्टीनं पाहिलं, तर ती काही गोल नाही. गोलाच्या सर्व व्यासांची लांबी सारखीच असते.

पृथ्वीचा व्यास सर्व ठिकाणी सारखा नाहीये.



समुद्रापार जाणारी जहाजे दिसेनाशी झाली, तरी त्यांची शिडे दिसतात, चंद्रग्रहणाच्या वेळी पृथ्वीची सावली वक्राकार दिसते, अशा निरीक्षणानंतर 'पृथ्वी सपाट आहे' ही कल्पना बदलायला लागली.



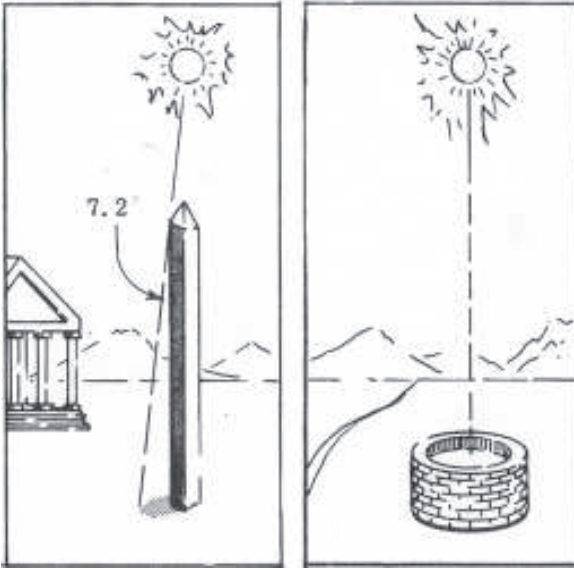
हे लोकांना समजलं तरी कसं ?

अगदी सुरुवातीच्या दुर्बिणींमधून जेवढं मोजणं शक्य होतं, त्यानुसार सूर्य अन् चंद्र हे अगदी गोल होते. पण जेव्हा त्या दुर्बिणींमधून गुरू आणि शनीचं निरीक्षण केलं तेव्हा लक्षात आलं की हे काही अगदी गोल नाहीत, जरा बसके आहेत.

सतराव्या शतकाच्या शेवटी आयझॅक न्यूटन यांनी दाखवून दिलं की एखाद्या प्रचंड वस्तुमानाचा पदार्थ गुरूत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली गोल आकाराचा होईल. हेच ॲरिस्टॉटलचं ही म्हणणं होतं. पण हीच वस्तू जर स्वतःभोवती फिरत असेल तर मात्र त्यावर केंद्रोत्सारी बलाचाही परिणाम दिसून येईल. अर्थात हा परिणाम विषुववृत्तापाशी जास्त दिसणार आणि जितका फिरण्याचा वेग

जास्त, तितका जास्त परिणाम! गुरू आणि शनी खरोखरच वेगाने फिरतात. पृथ्वीचा वेग त्यामानाने कमी असतो. पण तरी परिणाम असणारच.

अठराव्या शतकात जेव्हा पृथ्वीच्या वक्रतेची प्रत्यक्ष मोजमापे घेता आली तेव्हा न्यूटनचे हे म्हणणे बरोबर सिद्ध झाले. पृथ्वीला विषुववृत्तापाशी फुगवटा आहे. म्हणजे पृथ्वीगोल हा गणिताच्या दृष्टीने गोल नाही. बसका गोल आहे. विषुववृत्ताशी याचा व्यास ७९२७ मैल (१२७५५ कि.मी.) आहे. तर धृवीय व्यास ७९०० मैल (१२७११ कि.मी.) आहे. हा बसकेपणा किती आहे, तर (४४/१२७५५) म्हणजे ०.००३४. एक टक्क्याच्या एक तृतियांश.

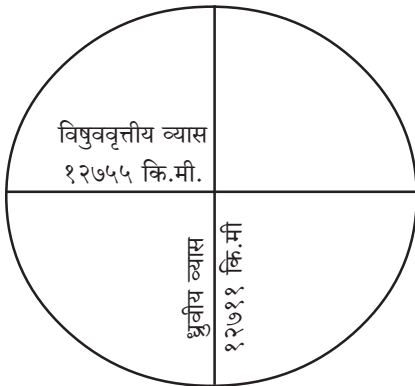


२१ जूनला अस्वानच्या विहिरीत सावली पडत नाही, पण अलेक्झान्द्रिया गावात मात्र खांबाची सावली दिसते. असे का होत असावे ?

वेगळ्या शब्दात म्हणायचं, तर सपाट पृथ्वी म्हणजे वक्रता = ०. पृथ्वीगोलाची वक्रता आहे ०.०००१२६/ मैल (८ इंच/ मैल). बसक्या पृथ्वीगोलावर ही वक्रता येते ७.९७३ इंच/मैल ते ८.०२७ इंच/मैल.

सपाट पृथ्वी ते गोलाकार पृथ्वी यांच्यातला फरक हा पृथ्वीगोल ते बसका गोल यांच्यापेक्षा जास्त आहे. म्हणजे 'पृथ्वी गोल आहे' या म्हणण्यात जितकी चूक आहे, त्यापेक्षा खूप जास्त चूक 'पृथ्वी सपाट आहे' असे म्हणण्यात आहे.

अगदी नेमकं सांगायचं, तर पृथ्वीचा गोल बसका आहे हे म्हणणंदेखील चुकीचं आहे. १९५८साली पृथ्वीभोवती फिरणाऱ्या व्हॅनगार्ड या उपग्रहाकडून त्या त्या ठिकाणाचे गुरुत्वाकर्षण मोजले गेले. त्यावरून त्या त्या ठिकाणाची त्रिज्या अत्यंत अचूक अशी



मिळाली. तेव्हा लक्षात आलं की विषुववृत्ताच्या दक्षिणेकडे तो जास्त बसका आहे. दक्षिणध्रुवावरची समुद्रपातळी विषुववृत्ताच्या जास्त जवळ आहे. त्या मानाने उत्तरध्रुवाची समुद्रपातळी जराशी लांब आहे.

आता हा आकार पेअर सारखा म्हणायला हवा. पण बसक्या आकारापासून या आकाराचा फरक हा मैलातसुद्धा नाही. यार्डातच मोजता येईल. आणि वक्रतेमधला फरक तर एका मैलामधे फक्त इंचाच्या दहा लाखाव्या भागाइतका कमी आहे.

आता त्या लेखात जे लिहिलं होतं - आपल्याला सगळं समजू लागलं असं जे वाटतं, ते सगळं चूक असल्याचं पुढच्या शतकात दाखवून दिलं जातं. त्यावरून कुणाला असं वाटेल की सगळे सिद्धांत चुकीचे निघतात - याचा अर्थ : आता पृथ्वी गोल आहे असं वाटत असलं तरी प पुढच्या शतकात ती घनाकार निघेल. त्यापुढे आकाशकंदिलासारखी निघेल आणि नंतर कदाचित डोनटसारखी.

प्रत्यक्षात काय घडतं? वैज्ञानिकांना एखादी चांगली संकल्पना सिद्ध करता आली, की ती हळूहळू सुधारत जाते. मोजमापांच्या साधनांबरोबर जास्त अचूक होत जाते. हे सिद्धांत 'चूक' नसतात तर अपुरे-अधुरे असतात. याची आणखीही काही उदाहरणं देता येतील. एखादी क्रांतिकारी कल्पना मांडली जाते, तीसुद्धा अशाच एखाद्या

लहानशी सुधारणेतून उगम पावते. नपेक्षा हे सिद्धांत टिकलेच नसते.

कोपर्निकसने पृथ्वीकेंद्री ग्रहमाला नाकारून सूर्यकेंद्री व्यवस्था मांडली. वरवर पाहता स्पष्ट ढळढळीतपणे दिसणारी स्थिती तो नाकारत होता. प्रत्यक्षात ग्रहगतीची गणिते अचूक करण्याचा तो मार्ग होता. कालांतराने पृथ्वीकेंद्री संकल्पना सोडूनच द्यावी लागली. त्या त्या काळातल्या मोजमापांच्या अचूकतेनुसार ज्या संकल्पनेतून उत्तरे मिळत होती ती प्रचलित होती.

तसंच पृथ्वीवरच्या भूचनांबद्दलही म्हणता येतं. या रचना इतक्या सावकाश बदलतात, इथले सजीव इतके सावकाश उत्क्रांत होतात, की सुरुवातीला 'पृथ्वीवरचं जीवन कायम असंच अस्तित्वात होतं' अशीच समजूत होती. त्या परिस्थितीत, पृथ्वीचं वय हजारो वर्षे आहे की कोट्यवधी, यानं काहीच फरक पडणार नव्हता. 'हजारो' हे समजायला सोपं होतं.

पण पृथ्वीवरच्या बदलाचा वेग अगदी कमी का असेना, शून्य नव्हता, हे समजल्यावर पृथ्वीचं वय खूपच जास्त असणारहे ध्यानात आलं. मग आधुनिक भूचना शास्त्र आलं, जैविक उत्क्रांतीची संकल्पनाही मांडली गेली.

या बदलांचा वेग मोठा असता, तर आजचं जग फार पूर्वीच अस्तित्वात आलं असतं. पण बदलांचा, उत्क्रांतीचा वेग जवळजवळ शून्य इतका कमी असल्याने काही लोक अजूनही म्हणत राहू शकतात की परमेश्वरानं हे जग (आहे असंच) निर्माण केलं.

मांडलेल्या सिद्धांतातल्या सुधारणा पुढे पुढे लहान लहान होत जातात. जुने सिद्धांतही पुरेसे बरोबर असले, पुरेसे सुधारले गेले, तर ते पुसून टाकण्याची वेळ येत नाही.

उदा. ग्रीकांनी ज्या अक्षांश-रेखांशाच्या कल्पना मांडल्या, आणि भूमध्य समुद्राचे जे नकाशे तयार केले, त्यात वक्रतेची नोंद घेतलेली नसूनही ते अजून वापरता येतात.

सुमेर लोकांनी ग्रहगतीची नियमितता पाहिली, त्याबद्दल अंदाज करता येतात हे सिद्ध केले. त्यासाठी पृथ्वी केंद्र धरून गणिते मांडली. ती आज जरी बदलली आहेत तरी नियमिततेचे तत्त्व कायमच आहे.

साहजिकच आजचे सिद्धांत उद्याला समजा बदलले तरी 'ते चूक होते' असं न म्हणता 'ते अपुरे होते' असं म्हणणंच योग्य ठरणार आहे.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ८४ मधून साभार

लेखक : आयझॅक असिमोव, सुप्रसिद्ध विज्ञान लेखक

भाषांतर : नीलिमा सहस्त्रबुद्धे

कसोट्या वापरण्याची 'कसोटी'

लेखक : नागेश मोने

भागाकाराच्या कसोट्यांची आपल्याला कल्पना आहे. २, ३, ४, ५, ६, ७, ८, ९, १०, ११ या संख्यांनी दुसऱ्या संख्येला निःशेष भाग जातो किंवा नाही याच्या कसोट्या शाळेत, पाठ्यपुस्तकात, सामान्यतः असतात. चौथी / सातवीच्या शिष्यवृत्ती परीक्षांसाठीच्या पुस्तकात ६, ७, १३ यांच्याही कसोट्या आढळतात. काही शिक्षक कसोट्या शिकविताना ४ आणि ८, ३ आणि ९ यांच्या कसोट्या जोडीजोडीने शिकवितात. कसोट्या शिकविल्यानंतर, पुस्तकात असणाऱ्या उदाहरण संग्रहातील प्रश्न सोडविणे ओघानेच येते.

कसोट्यांवर आधारित प्रश्नही आपल्या बुद्धिला खाद्य पुरविणारे आणि विचार करायला लावणारे असू शकतात, असतात. दोन अंकी सम संख्या म्हटली की त्या संख्येच्या एककस्थानी ०, २, ४, ६, ८ यापैकी एक अंक असणार हे नक्की. तीनने निःशेष भाग जाणारी आणि जिच्या एककस्थानी ०, २, ४, ६, ८ यापैकी एक

असेल अशी तीन अंकी संख्या तयार करा असे म्हटले की आपण अधिक विचार करायला लागतो. त्यातही निरनिराळ्या अटी आपण वाढवित गेलो की प्रश्नांची गुंतागुंत वाढत जाते. असे प्रश्न सोडविताना आपण अधिक विचार करतो, अधिक कौशल्य वापरतो. वरकरणी सोप्या वाटणाऱ्या कसोट्या, असे प्रश्न सोडविताना कशा विचारात घ्याव्यात याचाही आपण विचार करित असतो.

पुढील प्रश्न पहा. प्रश्न मोठा वाटेल पण तसा तो नाही.

०, १, २, ३,, ९ हे अंक एकेकदाच वापरून १० अंकी संख्या तयार करा.

अटी :

पहिल्या अंकास १ ने भाग जातो.

पहिल्या दोन अंकी संख्येस २ ने भाग जातो.

पहिल्या तीन अंकी संख्येस ३ ने भाग जातो.

.....

याप्रमाणे संपूर्ण १० अंकी संख्येस १० ने भाग जातो. शोधा. संख्या शोधा.

विचारास सुरुवात करूया.

प्रश्न व त्याची सोडवणूक करताना सामान्यतः पहिल्या सूचनेपासूनच आपण विचार करू लागतो. पण या प्रश्नात मात्र अगदी शेवटची सूचना आपण सर्वात अगोदर विचारात घेऊया. फक्त पहिली अट वाचल्यावर निश्चित दिशाही मिळणार नाही हेही खरेच.

संख्या १० ने विभाज्य आहे म्हणजे संख्येच्या एककस्थानी ० असणार हे नक्की आहे. शिवाय पहिल्या ५ अंकांनी तयार झालेल्या संख्येस ५ ने भाग जात असल्याने संख्येतील ५वा अंक ०, किंवा ५ असणार. पण ० एकदा वापरले असल्याने ५वा अंक ५ असणार हेही नक्की झाले.

				५					०
--	--	--	--	---	--	--	--	--	---

म्हणजे पुढील कोष्टकात नमूद केल्याप्रमाणे मांडणी होईल.

पहिल्या दोन अंकांनी तयार होणाऱ्या संख्येच्या एककस्थानी ०, २, ४, ६, ८ यापैकी एक अंक असायला हवा. आता ० वापरून झाल्याने दुसऱ्या चौकटीत २, ४, ६, ८ यापैकीच एक अंक असणार. याचा दुसरा अर्थ असा की पहिला अंक १, ३, ५, ७, ९ यापैकी एक असणार. म्हणजे पहिल्या दोन अंकांनी तयार होणारी संख्या

१२, १४, १६, १८, ३२, ३४, ३६, ३८, ७२, ७४, ७६, ७८, ९२, ९४, ९६, ९८ यापैकी एक असणार हे नक्की झाले.

पहिल्या चार अंकांनी तयार झालेल्या संख्येत ४ ने निःशेष भाग जातो आहे अशी अट आहे. म्हणजे चारच्या कसोटीचा विचार करता त्या चार अंकी संख्येत शेवटच्या दोन अंकांनी तयार झालेली संख्या ४ च्या पाठ्यात असणार. म्हणजे त्या संख्येची यादी होईल.

१२, १६, २०, २४, २८, ३२, ३६, ४०, ४४, ४८, ५२, ५६, ६०, ६४, ६८, ७२, ७६, ८०, ८४, ९२, ९६.

आता यातील २०, २४, २८, ४०, ४४, ४८, ६०, ६४, ६८, ८०, ८४, ८८ या संख्या असणार नाहीत कारण यातील पहिला अंक सम आहे आणि त्या तिथे असणार नाहीत.

म्हणजे पहिल्या चार अंकी संख्येत शेवटचे दोन अंक १२, १६, ३२, ३६, ५२, ५६, ७२, ७६, ९२, ९६ असेच असणार हे नक्की झाले.

पाचवा अंक ५ असणार हे आपण पूर्वीच पाहिले आहे. म्हणजे आपल्या संख्येत पहिल्या ५ अंकी संख्येत शेवटचे तीन अंक १२५, १६५, ३६५, ५२५, ५६५, ७२५, ७६५, ९२५, ९६५ असेच असणार हे नक्की झाले. यात ५२५, ५६५ असणार नाहीत कारण एक अंक एकदाच वापरावयाचा आहे.

म्हणजे वरील यादीतील १२५, १६५, ३२५, २६५, ७२५, ७६५, ९२५, ९६५ इतक्याच संख्या पहिल्या ५ अंकी संख्येतील शेवटच्या तीन अंकांनी तयार होणारी संख्या असणार.

आता याच पद्धतीने पहिल्या तीन अंकांनी तयार होणाऱ्या संख्यांचा विचार करा. मिळणाऱ्या संख्यांपैकी काही संख्या अशा असतील.

१२३, १२९, १४७, १६२, १६८, १८३, १८९, ३२१, ३२४, ३२७, ३४२, ३४८, ३८१, ३८७, याच पद्धतीने पुढे पुढे जात रहा. ७ च्या कसोटीचा विचार सध्या करू नका. ७ च्या कसोटीत एककस्थानाच्या अंकाची २ पट अगोदरच्या

म्हणजेच दिलेल्या संख्येतून वजा करण्याचा मुद्दा आहे. इथं ७ अंकी संख्या घेऊन विचार करण्यापेक्षा शेवट ७ वा अंक, राहिलेला अंक म्हणून घेणे इष्ट ठरेल.

एकूणात काय कसोट्यांचा वापर एकाच वेळी वेगवेगळ्या टप्प्यांसाठी करित करित संख्या शोधणे आनंददायक आहे.

स्वतः प्रयत्न करा व संख्या शोधा.

उत्तर काढून ठेवतो पण स्वतः प्रश्न सोडविण्याची मजा और आहे. उत्तर आहे ३८१६५४७२९०.

लेखक : नागेश मोने,

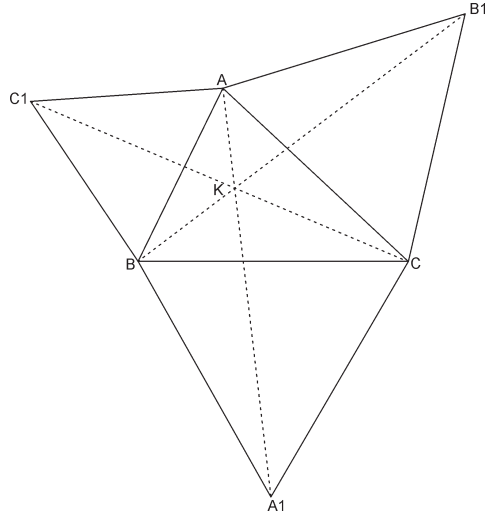
विज्ञान आणि गणित विषयक लेखन आणि अध्यापन करतात. मो. ९२२५३४०९३५

एक मौज !

कोणताही एक त्रिकोण घ्या. समजा ABC त्याच्या BC, CA, AB बाजूवर Δ काढा हे Δ समभुज Δ असू द्या.

आकृती पहा व पुढील वाचा.

- १) AA_1 जोडा, BB_1 जोडा आणि CC_1 जोडा. हे तीनही रेषाखंड एकाच बिंदूत छेदतात (समजा बिंदू K) विशेष म्हणजे K पाशी होणारा प्रत्येक कोन 60° मापाचा असतो.
- २) AA_1 , BB_1 आणि CC_1 समान लांबीच्या असतात.
- ३) $AA_1 = AK + BK + CK$ असते.



घडीकामाचा अनुभव

शिकवणे किती नियोजित असावे?

लेखक : कॅरन हॅडॉक • हिंदी अनुवाद : भरत त्रिपाठी

• मराठी अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके

शिकण्याची आणि शिकवण्याची प्रक्रिया किती प्रमाणात नियोजित असावी आणि किती स्वयंस्फूर्त? शिकण्याच्या प्रक्रियेत अवघड गोष्टी आणि आव्हानांचे किती महत्त्व आहे? कागदाची खेळणी बनवण्याच्या क्रियेत सुद्धा शिकण्याच्या आणि शिकवण्याच्या किती वेगवेगळ्या संधी निर्माण होऊ शकतात? एका प्रदर्शनात कागदाची काही खेळणी बनवताना आलेल्या अनुभवांच्या आधारे अशा प्रश्नांची उत्तरे शोधणारा हा लेख.

होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्रातर्फे 'विज्ञानाचा इतिहास' नावाचे प्रदर्शन आयोजले होते. तिथे येणाऱ्या मुलांना आणि इतरांना 'चित्रे पाहणे आणि पोस्टरवर लिहिलेली माहिती वाचणे' ह्यापेक्षा काही वेगळे करण्याची संधी आपण का देऊ नये, असे मला वाटले. म्हणून मी त्यांच्यासाठी अगदी साध्या मदतीने करता येतील अशा काही गोष्टी शोधण्याचा प्रयत्न केला. ज्या गोष्टी पोस्टरवर समजावून सांगता येतील, ज्यासाठी शिक्षकांची गरज नसेल आणि कोणी

लक्षही ठेवावे लागणार नाही. अशा प्रकारची सगळ्यात साधी वस्तू मला सुचली ती म्हणजे, कागदाच्या घड्या घालून बनवता येणारी काही खेळणी. (अगदी कात्रीचीसुद्धा गरज पडणार नाही, अशी खेळणी)

दुदैवाने ह्याची काही तयारी करायला मला वेळ मिळाला नाही आणि एव्हाना 'विज्ञान दिवसाच्या' उत्सवासाठी मुलांच्या रांगा लागायला सुरुवात झाली होती. म्हणून मी अरविंद गुप्तांच्या (अहा! अॅक्टिव्हिटीज) पुस्तकाची मदत घ्यायचे ठरवले.

खेळणे बनवणे - कागद न फाडता

माझ्याकडे ए४ आकाराचे कागद होते आणि त्यांचे चौरस तुकडे करण्यात मला वेळ वाया घालवायचा नव्हता. म्हणून मी ए४ आकाराच्या कागदाच्या घड्या घालून बनवता येईल असे एक खेळणे ह्या पुस्तकातून शोधले. हा एक अगदी नेहेमीचा डबा होता. हो, हे एक वैज्ञानिक खेळणे आहे. द्विमितीय कागदाचा त्रिमितीय उपयुक्त डबा कसा बनवायचा, असा हा प्रयोग आहे. हा डबा तर मी आधीसुद्धा बनवला होता. बनवायला तो अगदी सोपा आहे. मग हे खेळणे बनवण्यासाठीच्या सूचनांची मी फोटोकॉपी केली, त्या स्टँडवर चिकटवल्या आणि पोस्टरखाली असलेल्या टेबलावर खूप कागद ठेवून दिले.

मग काही वेळासाठी मी तिथून बाजूला झाले. तिथून बाजूला होणे खरे तर सोपे नव्हते - मला वाटत होते की डबे बनवायला आपण मुलांना मदत केली पाहिजे.

अर्ध्या तासाने त्या पोस्टर समोरून जाताना मला दिसले की काही मुले आणि लोक 'डबा कसा बनवायचा' ह्याच्या सूचना वाचत होते आणि कागदाच्या घड्या घालत होते. पूर्वी मी हे अनुभवले होते की बहुतांश लोकांना अशा वस्तू बनवायच्या सूचना लिहून दिल्यापेक्षा किंवा चित्रे काढून दिल्यापेक्षा कुणीतरी बनवून दाखवले तर ते अधिक सोपे वाटते. शिकण्याच्या ह्या दोन पद्धतीतील

संज्ञानात्मक क्रिया अगदीच वेगवेगळ्या आहेत. मदतीसाठी एखादा माणूस हजर असणे वेगळेच आहे, हे उघडच आहे. पण अजूनही एक फरक आहे तो असा की, कुठल्याही द्विमितीय वस्तूची त्रिमितीय वस्तू बनवणे आणि चित्रमालिका कालक्रमानुसार समजून घेणे ह्या दोन प्रक्रियांमधला फरक. कुठल्याही 'शिक्षकाच्या' मदतीशिवाय पोस्टरवर लिहिलेल्या सूचनांचा वापर लोक करू शकतात की नाही, हेच मला पहायचे होते.

जेव्हा मी दुसऱ्यांदा पोस्टरजवळ गेले तेव्हा तिथे कुणीही नव्हते पण डबा बनवण्याच्या सूचनांच्या खाली काही अर्धवट घड्या केलेले कागद ठेवलेले होते. तिथे एकही डबा नव्हता. कागदाचे बनवलेले एक साधे विमान होते पण डबा नव्हता.

हवेमुळे चालणारी नाव

मुले बनवू शकतील असे एखादे कागदाचे खेळणे शोधायचा मी पुन्हा एकदा प्रयत्न केला. मला त्याच पुस्तकात चौरस कागदापासून बनणारी, हवेमुळे चालणारी नाव बनवण्याची कृती. (कव्हर ३ वर ही कृती दिली आहे.) ही वस्तू मी कधीही न पाहिलेली होती. मी असा विचार केला की आपणच आधी ही नाव बनवून पाहिली पाहिजे.

जेव्हा मी (शब्द आणि चित्ररूपात दिलेल्या) सूचनांप्रमाणे नाव बनवायचा प्रयत्न

केला तेव्हा मी अडकले. त्या सूचना मधे मधे अस्पष्ट होत्या. मी इंटरनेटवर 'एअर प्रॉपेल्ड बोट' किंवा असेच काही शब्द वापरून अजून चांगली कृती शोधण्याचा प्रयत्न केला पण मला ती मिळाली नाही. मग माझ्याकडे असलेल्याच सूचना मी परत एकदा वाचल्या. शेवटी मला त्या समजल्या आणि मी सपाट तळाची आणि उभ्या शिडाची एक चांगली नाव बनवली. ती पंख्याखाली ठेवली तर ती खरेच इकडे तिकडे जाऊ लागली.

हे एक चांगले वैज्ञानिक खेळणे होते. बनवायला सोपे होते पण बनवण्यासाठी दिलेल्या सूचनांमध्ये त्रुटी होत्या आणि त्या सूचनांप्रमाणे नाव बनवणे फारच कठीण होते. तरीही मी ठरवले की हे काम एक आव्हान म्हणूनच ठेवूया. त्रुटी असलेल्या सूचनांचे काय होतेय ते बघूया.

माझी शिकवायची पद्धत अगदी अशीच आहे. वर्गात प्रवेश करण्याआधी बऱ्याचदा माझ्या डोक्यात काहीतरी ठरलेले असते की आज काय शिकवायचे आहे. पण मग तो क्षण येतो... ज्यांच्या डोक्यात असंख्य गोष्टींची चक्रे फिरत आहेत अशा सगळ्या उत्सुक मुलांसमोर मी उभी असते... माझे विचारसुद्धा धावायला लागतात आणि अचानक, जे वाक्य मी बोलणार असते, ते बदलून जाते. मुलांना काही सांगण्याऐवजी त्यांना काहीतरी विचारण्याचा प्रयत्न मी करायला लागते...

आणि मला नेहमीच धक्का बसतो. कुणी ना कुणी विद्यार्थी खूप चांगले उत्तर सुचवतो. मी आजवर ज्या ज्या वर्गांना शिकवले, तिथली तिथली मुले नेहमीच माझ्या अंदाजापेक्षा जास्त हुशार आणि वेगळाच विचार करणारी निघालेली आहेत.

तर पुन्हा एकदा, अगदी अखेरच्या क्षणी मी ठरवले की बघूया तरी की कुणा मुलाला हवेमुळे चालणारी ही नाव बनवता येते की नाही !

एक नवा प्रयत्न

मी कागदाचे काही चौरस तुकडे कापले, त्रुटी असलेल्या सूचनांची प्रिंट काढली आणि त्या डबा बनवायच्या कृतीजवळ चिकटवल्या. मी पाहिले की आधीचे सगळे कागद गायब झाले होते. कुणीतरी ते सगळे कागद तिथून हलवले होते आणि घड्या घातलेल्या कागदांचा ढीग बनवून तो पोस्टर स्टॅंडच्या मागे खोचला होता. असे वाटले की कुणीही डबा बनवण्यात यशस्वी झाले नाही किंवा जे यशस्वी झाले ते आपले डबे घरी घेऊन गेले होते. मी अर्धवट घड्या घातलेले कागद पुन्हा एकदा डबा करण्याच्या कृतीखाली ठेवले. (कागद वाया घालवू नका. जुने कागद पुन्हा वापरा. ह्या सूचनेसह) मला वाटले की इतक्या चांगल्या नवीन कागदांऐवजी मी जुन्या वर्तमानपत्रांचे कागद वापरायला हवे होते.

काही वेळाने मी परत आले आणि पाहिले की तिथे मुलांची खूप गर्दी होती आणि मुले नाव आणि डबा बनवण्याचा प्रयत्न करत होती. पण त्यांच्यामधले कुणीही यशस्वी झाले नाही. मग मी स्वतःच डबा बनवायचे ठरवले आणि माझ्या लक्षात आले की ह्या कृतीमध्ये सुद्धा त्रुटी होत्या. पण मी डबा बनवला.

बरीच मुले माझ्या आजूबाजूला जमली आणि त्यांनी केलेला प्रयत्न सुधारण्याचा आणि तो पूर्ण करण्याचा आग्रह मला करू लागली. त्याऐवजी मी त्यांना म्हटले की चित्रे बघून, सूचना वाचून त्याप्रमाणे करण्याचा प्रयत्न करा. काही मुलांना घड्या घातलेल्या कागदाचे चित्र आणि प्रत्यक्ष घड्या घातलेला कागद यांचा संबंध लावण्यात खूप जास्ती अडचणी येत होत्या. उदाहरणार्थ, मी त्यांचा कागद चित्राशेजारी ठेवला. त्या चित्रावर पुढची घडी दाखवण्यासाठी तुटक रेषा दाखवली होती. तरीसुद्धा त्यांना हे सांगता येत नव्हते की त्यांच्या कागदावर ही रेषा कुठे येणार?

माझ्या मनात आले की जर त्यांना कागदावर ती तुटक रेषा काढायला सांगितले असते तर त्यांच्यातल्या किती जणांना ते अचूक जमले असते कोण जाणे! चित्रातला कागद आणि हातातला कागद यांचा संबंध लावणेच त्यांना कठीण जात होते.

अखेर प्रयत्न झाले यशस्वी

शेवटी काही मुले डबा बनवण्यात यशस्वी झाली. तेव्हा मी त्यांना बाकीच्या मुलांना मदत करायला सांगितले. एका मुलाने लगेचच अडचणीत सापडलेल्या आपल्या मित्राला त्याचा अर्धवट घड्या घातलेला कागद मागितला. म्हणजे तो त्याला 'मदत' करू शकेल. त्याच्या ह्या 'मदतीचा' अर्थ होता की मित्राचा डबा स्वतःच बनवून टाकणे. मी त्याला सांगितले की त्याच्या डब्याला हात लावू नकोस पण त्याला सांग की पुढे काय काय करायचे आहे. ही तर फारच आव्हानात्मक गोष्ट होती. पण भाषिक कौशल्य शिकण्याची एक चांगली संधीसुद्धा होती.

काही मुले आपण बनवलेले डबे घरी घेऊन जाण्याच्या विचारात होती, त्यांना मी विचारले, "ह्या डब्यात काय ठेवणार?" ती मुले पेन्सिल - पेन, भुईमुगाच्या शेंगांपासून इतरही खाद्य पदार्थांचा विचार करू लागली. पण अडचण अशी होती की पातळ कागदापासून बनवलेले असल्यामुळे हे डबे मजबूत नव्हते. मग आम्ही चर्चा केली की ह्यात ठेवलेले पदार्थ जड, ओले किंवा तेलकट असतील तर काय होईल. शिकण्याची अजून एक संधी!

मग मी नाव बनवणाऱ्या मुलांकडे मोर्चा वळवला. एक मुलगा म्हणाला की त्याने नाव बनवली तर होती, पण त्याच्या हातात

याचा 'पुरावा' नव्हता. एका मुलाने अगदी तशीच बनवलेली नाव आणून दाखवली, पण माझ्या लक्षात आले की जी नाव मी सुरुवातीला बनवली होती आणि इथेच ठेवली होती, तीच होती ही. काही मुलांनी माझ्याकडे मदत मागितली. मदत करण्याऐवजी मी त्यांना म्हणाले की, ही बनवायला तर बरीच अवघड आहे, पण जो कोणी सर्वात आधी बनवून दाखवेल, त्याला मी काहीतरी बक्षिस देईन.

मला वाटत होते की मलाच ती नाव बनवायला जेमतेम जमले आहे, तिथे या मुलांना ते कितपत जमणार. म्हणून मी जरा जास्तीच मोठे बक्षिस जाहीर करायला तयार होते. पण मुले माझ्या मोठ्या बक्षिसाच्या घोषणेने इतकी आश्चर्यचकीत झाली की मी ते बक्षिस बदलून माझ्या खिशात असलेली ५ रुपयाची नाणी बक्षिस म्हणून ठेवली आणि काही मिनिटातच एक मुलगा यशस्वी झाला. माझा विश्वास आहे की ५ रुपयांचे बक्षिस ह्या यशासाठी गरजेचे नव्हते.

पुस्तकातील सूचनांमध्ये बदल

त्याचवेळी अजून एक शिक्षिका तिथे पोहोचली. मी तिला सांगितले की पुस्तकातल्या सूचनांमध्ये कशा त्रुटी आहेत, तरीसुद्धा काही मुले कशी बरोबर खेळणी बनवत आहेत. तिने सुचवले की आपण बघून करायला सोपी अशी काही खेळणी करूया. मी ते मान्य केले आणि आम्ही एचबीसीएसई

द्वारा प्रकाशित 'स्मॉल सायन्स' पुस्तकात दिलेली अजून दोन खेळणी - पेन्सिलच्या डोक्यावर ठेवून फिरवायचे भिरभिरे आणि एक नव्या प्रकारची नाव - जी बहुतेक मुलांनी पूर्वी कधी पाहिली नसेल - नक्की केली आणि ती बनवण्याची दोषरहित कृती पोस्टरवर चिकटवली.

बऱ्याच मुलांनी भिरभिरे लगेचच बनवले. एका मुलाचे भिरभिरे चित्रातल्यापेक्षा वेगळे दिसत होते. समोरच बसलेल्या एका मुलीचे भिरभिरे अगदी हुबेहूब चित्रातल्याप्रमाणे दिसत होते. मी मुलांना ह्या दोन भिरभिऱ्यांमधील फरक विचारला - कुठली पायरी वेगळी केल्यामुळे ती वेगळी झाली आहेत ते शोधून काढायला सांगितले. शिकण्याची अजून एक संधी. (भिरभिरे तयार करण्याची एक कृती पहा : पान ४६.)

फरक समजण्यासाठी निरीक्षण

मग मी जमलेल्या मुलांना विचारले की ह्या पैकी कुठले भिरभिरे जास्ती जोरात फिरेल? मनोरंजक गोष्ट अशी होती की काही मुलांनी भिरभिरे हातात घेऊन आणि फिरवून पाहिल्यावर उत्तर दिले आणि काही मुलांनी लगेच उत्तर दिले, ते भिरभिरे. आणि काहींचे उत्तर होते मला नाही माहिती. मी त्यांना त्यांचे उत्तर बरोबर आहे हे सिद्ध करायला सांगितले. काही मुलांना आपले उत्तर कसे सिद्ध करायचे याचा काहीच अंदाज नव्हता

(किंवा मी नक्की काय विचारतेय हेच त्यांना कळले नव्हते).

इतर काही मुलांनी वेगवेगळ्या प्रकारे निरीक्षणे करायचा प्रयत्न केला. काहींना अनपेक्षित निष्कर्ष मिळाले. काहींच्या हे लक्षात आले की भिरभिऱ्यांचा वेग मोजणे किंवा समजून घेणे सोपे नाही. शिकण्याची अजून एक संधी.

एक मुलगी माझ्याजवळ आली आणि नवा कागद मागू लागली. मी तिला घड्या घालून फेकून दिलेल्या कागदामधला एखादा कागद घ्यायला सांगितले. कागद कशाला वाया घालवायचा? मी तिला म्हटले. मग आम्ही 'कागद आणि झाडे' ह्यावर चर्चा केली. (शिकण्याची अजून एक संधी का केवळ एक नैतिक भाषण?)

ह्याच दरम्यान इतर काही मुले पंख्याखाली धावणाऱ्या आपल्या नावांशी खेळत होती. त्यांच्या नावा 'कुठल्या दिशेने जाणार?' ह्याबद्दल पैजा लावत होती. त्यासाठी त्यांना त्यांच्या नावांच्या शिडामध्ये

छोट्या मोठ्या सुधारणा कराव्या लागल्या, ज्यामुळे त्यांच्या नावा इकडे तिकडे वळू लागतील. शिकण्याची अजून एक संधी.

कदाचित तुम्ही माझ्यावर टीका कराल की मी चांगल्या प्रकारे साधने जमवून तयारी केली नाही आणि एखादे नक्की 'यशस्वी' होईल अशी खात्री असलेले कृतीकौशल्य निवडले नाही. तुम्हाला असेही वाटेल की मी माझा आळशीपणा झाकण्यासाठी त्याला तर्काचा मुलामा देते आहे. पण जरा असे बघा की, एखादी योजना बारीक सारीक विचार करून बनवणे आणि ती आधीच तपासून - पारखून घेणे ह्यापेक्षा ह्याप्रकारे हे काम करणे जास्ती मनोरंजक ठरले नाही का? विज्ञान म्हणजे काय आणि त्याचे पैलू - प्रश्न विचारणे, उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करणे, निरीक्षण करणे, चुका करत करत शिकणे, संवाद करणे, वस्तूंचे निरीक्षण करणे इत्यादी ह्यांचीच ओळख मुलांना ह्यातून झाली नाही का?

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ८९ मधून साभार



लेखक : कॅरन हॅडॉक, शिक्षणतज्ञ, चित्रकार आणि शिक्षिका. अनेक चित्रकथा, पाठ्यपुस्तके आणि इतर शैक्षणिक साधनांची निर्मिती. मुंबईच्या 'होमी भाभा सेंटर फॉर सायन्स एज्युकेशन' मध्ये कार्यरत. हिंदी अनुवाद : भरत त्रिपाठी, पत्रकारितेचा अभ्यास. स्वतंत्र लेखन आणि द्वैभाषिक अनुवाद करतात. मराठी अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके, सॉफ्टवेअर इंजिनियर. भाषांतराची आवड.

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१५

सर्वांसाठी खुली स्पर्धा

- प्रवेशमूल्य नाही
- आकर्षक बक्षिसे
- खालील प्रश्नांची उत्तरे स्वतःच्या मनाने, कोणालाही विचारून, पुस्तकात पाहून, प्रत्यक्ष प्रयोग करून मिळविता येतील.
- उत्तरे फुलस्केप कागदावर लिहून १५ फेब्रुवारी २०१५ पर्यंत मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग. टिळक स्मारक मंदिर, टिळक रस्ता, पुणे ४१११०३० येथे पोचवावीत.
- प्राथमिक विजेत्यांची नावे २८ फेब्रुवारी या राष्ट्रीय विज्ञान दिनी संध्याकाळी महाराष्ट्र साहित्य परिषद, टिळक रस्ता, पुणे ३० येथील कार्यक्रमात जाहीर केली जातील.
- परीक्षकांचा निर्णय अंतिम राहिल.
- प्राथमिक विजेत्यांची अंतिम फेरी ८ मार्च २०१५ रोजी पुणे येथे होईल. ही फेरी प्रात्यक्षिक प्रयोगांची असेल.

गट : १) शालेय गट (१०वी पर्यंत) २. महाविद्यालयीन गट ३. खुला गट

- शैक्षणिक पात्रता आणि वय लक्षात घेऊन स्पर्धकांना कंसात लिहील्याप्रमाणे पुढावा गुण देण्यात येतील.

शिक्षण: पाचवीपर्यंत (१०), सातवीपर्यंत (९), दहावीपर्यंत (७), बारावीपर्यंत* (५), पदवीपर्यंत* (३), *शास्त्र-शाखा असल्यास (०)

वय वर्षे: १३ पर्यंत (६), १४ ते १६ (४), १७ ते २० (२), २१ ते ४० (०), ४१ ते ६० (२), ६१ ते ८० (४), ८१च्यावर (६).

आपल्या उत्तरपत्रिकेसोबत पुढील माहिती लिहून पाठवावी-

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| १. संपूर्ण नाव | २. पत्ता (पिनकोडसह) |
| ३. दूरध्वनी / भ्रमणभाष | ४. ई-मेल |
| ५. जन्मतारीख | ६. शिक्षण |
| ७. व्यवसाय | ८. पुढावा गुण- (वरील नियम पहा.) |

प्रश्नावली

प्र. १ निरीक्षण करून उत्तरे द्या. (गुण १०)

१. २०१५ मध्ये येणाऱ्या पाचव्या रविवारांमध्ये किती किती दिवसांचे अंतर आहे?
२. सरड्यासारखे रंग बदलणारे अन्य प्राणी/वनस्पती कोणते ?
३. दहा वाजून किती मिनिटे किती सेकंदांनी घड्याळात १२० अंशांचे तीन कोन होतात ?
४. झोप आणि झेप या शब्दांमधील झचे वेगळे उच्चार लक्षात घेता झापड या शब्दाचे कोणते अर्थ होतात ?
५. पानाच्या हिरवेपणानुसार क्रम लावा आंबा, अळू, नागवेल, पालक, निलगिरी
६. भिंगरीसारखे फिरवल्यावर कोणते अंडे जास्त वेळ फिरते कच्चे की उकडलेले ?
७. तुमच्या तळहाताची लांबी आणि कोपरापासून हाताची लांबी यांचे गुणोत्तर लिहा.
८. शिवणकामासाठी वापरल्या जाणाऱ्या दोऱ्यात किती धागे गुंफलेले असतात ?
९. सीताफळवरील डोळ्यांची संख्या देठापासून टोकापर्यंत कशी बदलत जाते ?
१०. ययाती तारकासमूहाचे चित्र काढून त्यात प्रखरता कमीजास्त होणाऱ्या ताऱ्याची जागा दाखवा.

प्र. २ पुढील विधाने चूक की बरोबर ते लिहून स्पष्ट करा. (गुण २०)

१. चौकोनातल्या कोणत्याही दोन कोनांची बेरीज अन्य दोन कोनांच्या बेरजेइतकी असते.
२. जगात एकही व्यक्ती तंबाखू खात नाही.
३. ढगात असणारे पाणी आणि बर्फ हवेपेक्षा हलके असते.
४. नदीतील वाळूचा उपसा केला की नदीत जास्त पाणी टिकते.
५. आपला एक डोळा आपल्याच दुसऱ्या डोळ्यापेक्षा आपल्याकडून नकळत जास्त वापरला जातो.
६. कोळ्याच्या जाळीतील धागा पोलादापेक्षा ताकदवान असतो.
७. लहान बालकांना प्रौढांपेक्षा अधिक हाडे असतात.
८. ज्या झाडांवर पक्षी घरटी बांधत नाहीत ती झाडे मुळात परदेशातून आणलेली असतात.
९. नेहमी बाटलीबंद पाणी पिणाऱ्यांना पोटाचे विकार चटकन होतात.
१०. उघड्यावर ठेवलेल्या वासाच्या पदार्थाचे वजन हळुहळू कमी होते.

प्र. ३ पुढील प्रत्येक विधानातील कर्ता ओळखून लिहा (गुण १०)

१. माझा एक घटक जळतो, दुसरा जाळतो, मी जाळ शभवतो.

२. मी दिसत नाही, माझ्यामुळे दर्शन होते.
३. मला अमेरिकेत भारतीय एडीसन म्हणायचे.
४. माझी फुले हवेत उमलतात पण फळे जमिनीत येतात.
५. १९१५ साली माझा शोध लागला पण प्रतिजैविकांमुळे माझ्याकडे दुर्लक्ष झाले.
६. ध्वनिलहरींचा वापर करून शरीराच्या आतले भाग तपासणे माझ्यामुळे शक्य झाले.
७. कावळ्याच्या नावे ओळखली जाणारी मी एक प्रथिनयुक्त खाद्यपदार्थ आहे.
८. मी एक इंग्रजी मुळाक्षर आहे, मला कोणत्याच मूलद्रव्याच्या संज्ञेत स्थान नाही.
९. मीही प्रकाश संश्लेषण करतो पण क्लोरोफिलमुळे मी दिसत नाही.
१०. तुमच्या हातांचे एका वेळी एक बोट दुमडलेत की माझा पाढा दिसायला लागतो.

प्र. ४ शास्त्रीय कारणे लिहा. (गुण २०)

१. पावसाळ्याच्या सुरुवातीला रोगांचा प्रसार अधिक होतो.
२. डिझेल इंजिने पेट्रोल इंजिनापेक्षा जास्त प्रदूषणकारी असतात.
३. हिवाळ्यात होणाऱ्या जखमा जास्त वेदनादायी असतात.
४. फिरणारा भोवरा आरीवर उभा राहतो न फिरणारा आडवा पडतो.
५. थंडीत सावल्या लांबतात तर उन्हाळ्यात आखूडतात.
६. बोटांच्या फटीतून उजेडाकडे बघितल्यास फटीत समांतर काळ्या रेषा दिसतात.
७. आपण स्वतःलाच गुदगुल्या करू शकत नाही.
८. भांड्याच्या कडेच्या पातळीच्यावर थोडे भरले गेले तरी पाणी न सांडता टिकून राहाते.
९. विजेच्या दिव्यापेक्षा सूर्यप्रकाशातल्या सावल्या अधिक स्पष्ट असतात.
१०. तांब्या पितळेची भांडी चिंचेच्या कोळाने घासल्यावर चकाकतात.

प्र. ५ थोडक्यात उत्तर लिहा. (गुण १०)

१. अंगठा वापरल्याशिवाय करता येतात अशी कामे कोणती?
२. एका वर्षात किती सेकंद होतात?
३. समुद्री वादळापासून किनारे वाचवणाऱ्या वनस्पतीचे नाव काय?
४. विमान जास्तीत जास्त किती उंची गाठू शकते?
५. मुंबईच्या नावाने ओळखला जाणारा दुर्मिळ रक्तगट कोणता?
६. शुद्ध शाकाहारी व्यक्तींमध्ये कोणत्या जीवनसत्त्वाची कमतरता दिसून येते?
७. मानवी डोळ्यांची रचना किती मेगापिक्सेलची आहे?
८. उजेड कोणत्या एककात मोजतात?

९. आंबवून केलेले टिकावू अन्नपदार्थ कोणते ?

१०. मधमाश्या व इतर कीटक दिव्याभोवती जमा का होतात ?

प्र. ६ सविस्तर उत्तर लिहा. (गुण १५)

१. विजेचा मूळ स्रोत सूर्य आहे हे सिद्ध करा.

२. जी एस एल व्ही आणि पी एस एल व्ही यात फरक काय ?

३. धूम्रपान करणाऱ्या व्यक्तीच्या दात, ओठ, नखे, डोळे, अंगाचा वास यात कोणते बदल होतात ?

४. डावखुऱ्या व्यक्तीला अडचणीची ठरणारी कामे.

५. हातात धरून घाव घालायची साधने आणि ती वापरणारे व्यावसायिक.

प्र. ७ चित्र काढून उत्तर द्या. (गुण १५)

१. गरम वस्तू उचलण्याची विविध साधने.

२. एका व्यक्तीच्या मध्यान्हीच्या सावल्या

१. उभी असताना

२. झोपलेली असताना,

३. लांब उडी मारताना.

४. गोलंदाजी करताना,

५. सायकल चालवताना.

३. बुद्धीबळाच्या पटावर काळे आणि पांढरे २ हत्ती, २ उंट आणि एक प्यादे असे ठेवा की ते एकमेकांच्या मान्यात येणार नाहीत तसेच प्रत्येक राजाला हलायला जास्तीत जास्त जागा मिळेल.

प्र. ८ निबंध लिहा (गुण १५)

विज्ञानाचे मूळ चिकित्सा आहे तर धर्माचे मूळ विश्वास (श्रद्धा) आहे. त्यामुळे जगाच्या इतिहासामध्ये अनेक वेळा चिकित्सक आणि श्रद्धाळू यांच्यात संघर्ष झाला आहे, होत आहे. यातून काय बदल घडले, घडत आहेत आणि घडण्याची गरज आहे याचे समालोचन करणारा निबंध लिहा. **गॅलिलिओ ते पी के !**

अथवा

तुमच्या घरात तुमच्या वापरात असलेली, विज्ञान तंत्रज्ञान वापरून बनविलेली दोन उपकरणे निवडा. ही उपकरणे वापरण्याचे फायदे-तोटे सांगा. या उपकरणात काय काय त्रुटी आहेत व त्यात काय सुधारणा करता येतील ते सांगा. या उपकरणांनी होणारी कामे अन्य कोणत्या प्रकारे केली असता ती पर्यावरणपूरक, कमी प्रदूषणकारक होतील हे सांगा.

एकावर एक - दोन (?)

लेखिका : विनता विश्वनाथन • अनुवाद : गो. ल. लोंढे

मी एखादी गोष्ट पाहत असताना जर डोळ्याच्या वरच्या पापणीवर हलक्या हाताने दाब दिला तर समोरच्या वस्तू मला दोन दोन दिसतात असे का होते.

तुम्हीही असा प्रयोग करून पहा आणि एका वस्तूच्या खरोखरच दोन प्रतिमा दिसतात का हे पडताळून पहा.

आपल्या डोळ्यांना एखादी वस्तू 'दिसणे' याचा अर्थ आपण प्रथम जाणून घेऊ. आपण एखादी वस्तू पाहतो तेव्हा ती वस्तू काय आहे व कोठे आहे या दोन्ही गोष्टी पाहत असतो. या प्रक्रियेत आपले डोळे व आपला मेंदू या दोन्हीची महत्त्वाची भूमिका असते.

शास्त्र विषयाच्या शालेय पाठ्यपुस्तकात याविषयी रेखाचित्रे दिलेली असतात. त्यानुसार ज्यावेळी आपण एखादी वस्तू पाहत असतो, त्यावेळी त्या वस्तूपासून निघणारे परावर्तित किरण आपल्या डोळ्यात शिरतात व डोळ्याचा बाह्य पृष्ठभाग, अश्रूंचा थर, नेत्रभिंग असे कित्येक थर पार करून जातात त्यापैकी प्रत्येक थराची क्षमता

वेगवेगळी असते त्यामुळे डोळ्यात शिरलेल्या किरणांचे अपवर्तन होत असते. नेत्रभिंगामुळे अपवर्तित किरणांचे केंद्रीकरण होते. डोळ्याच्या आत अगदी मागच्या बाजूला असलेल्या रेटीना नावाच्या संवेदनशील पडद्यावर हे अपवर्तित किरण पडतात. तेथे वस्तूची प्रतिमा तयार होते तेथे संवेदनशील पेशी असतात. रेटीनावर प्रतिमा पडली की त्या पेशींना संवेदना मिळते. ती संवेदना त्या पेशी मेंदूकडे पोहचवितात. त्यामुळे आपल्याला ती वस्तू दिसल्याची जाणीव होते.

आपल्याला दोन डोळे आहेत. प्रत्येक डोळ्यात एक नेत्रभिंग असते. वस्तूची प्रतिमा दोन्ही रेटीनावर तयार होते. आपल्या दोन्ही डोळ्यातील अंतर ४ ते ७ सेंटीमीटर असते, त्यामुळे दोन्ही रेटीनावरील प्रतिमांमध्येदेखील ४ ते ७ सेंटीमीटर अंतर असणार हे उघडच आहे. तरीसुद्धा आपला मेंदू मात्र सामान्यतः दोन प्रतिमांना एकच प्रतिमा मानतो याचे कारण असे आहे की दोन्ही डोळ्यांच्या रेटीनांवर पडलेल्या प्रतिमांचा तेथील समायोजक पेशी ताळमेळ जमवतात. जेव्हा

त्या उद्दिष्टित होतात तेव्हा आपला मेंदू दोन्ही प्रतिमांना एकच प्रतिमा समजतो.

जेव्हा जेव्हा अशा प्रतिमांचे समायोजन होऊ शकत नाही तेव्हा मेंदू त्या प्रतिमा अलग अलग मानतो व आपल्याला एकावर एक सरकलेल्या दोन प्रतिमा दिसतात.

कोणत्याही डोळ्याची वरची पापणी जर हलक्या हाताने दाबली तर थोडीशी अशीच क्रिया होते. एका वस्तूच्या दोन प्रतिमा एकमेकांवर सरकलेल्या दिसतात, त्याचे समायोजन होत नाही आणि एका प्रतिमेऐवजी दोन प्रतिमा दिसतात.

एका डोळ्यावर हलकेच दाब दिल्याने प्रतिमा वेगळ्या ठिकाणी पडते कारण



डोळ्यावर दाब दिला असता त्याचा आकार बदलतो. हलक्या हाताने दाब दिल्यामुळे कॉर्निया, त्याच्या मागील थर, नेत्रभिंगाची वक्रता इत्यादींमध्ये बदल होतात. त्यामुळे प्रकाश किरणांच्या अपवर्तनात बदल होतो. तसेच नेत्रभिंगाच्या केंद्रातही बदल होतो. त्याचा परिणाम असा होतो की रेटीनावर पहिल्या ठिकाणाहून सरकून वेगळ्या ठिकाणी प्रतिमा तयार होते. त्यामुळे दोन्ही डोळ्यांमधील रेटीनांवर अशा दोन ठिकाणी प्रतिमा तयार होतात की त्यामध्ये काहीच ताळमेळ नसतो म्हणून आपल्याला एकाच वस्तूच्या दोनदोन प्रतिमा दिसतात.

कधी कधी तर डोळ्यांचे व त्यातील पेशींचे आरोग्य बिघडणे. त्या अवयवांना दुखापत होणे वगैरे कारणांमुळेसुद्धा दोन दोन प्रतिमा दिसतात. डोळ्यावर दाब न देता जर दोन प्रतिमा दिसत असतील तर ताबडतोब डॉक्टरांकडे धाव घेणेच इष्ट आहे.

लेखिका - विनता विश्वनाथन

मराठी अनुवाद - गो. ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhsociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि

आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

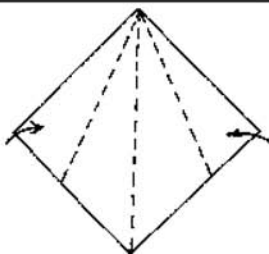
AIR PROPELLED BOATS

With just a few folds you can make these paper boats.

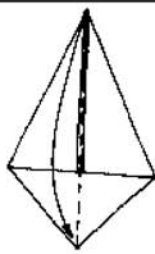
These boats dance under the breeze of the fan and fly from one end of the room to the other.



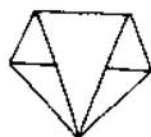
1. Take a square with an edge length of 15-cm.



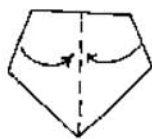
2. Fold its diagonal. Fold the top left and right edges to the diagonal.



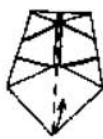
3. Fold the top tip to the bottom point.



4. Upturn the paper.



5. Fold left and right edges to the middle line.



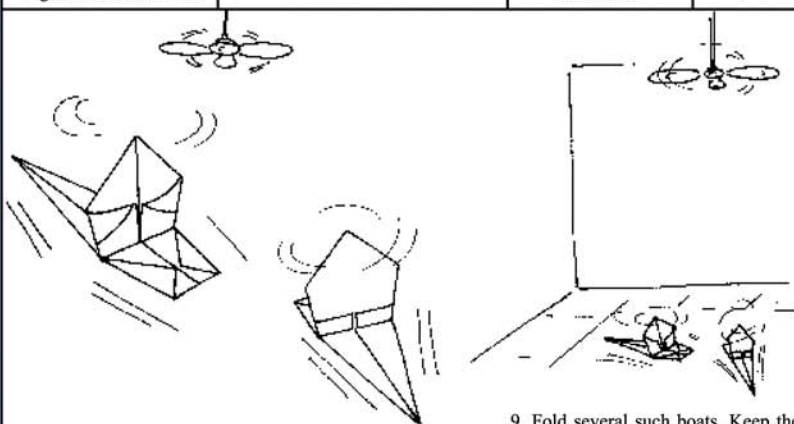
6. Lift the bottom point...



7.... and fold as shown.



8. To make the air propelled boat.

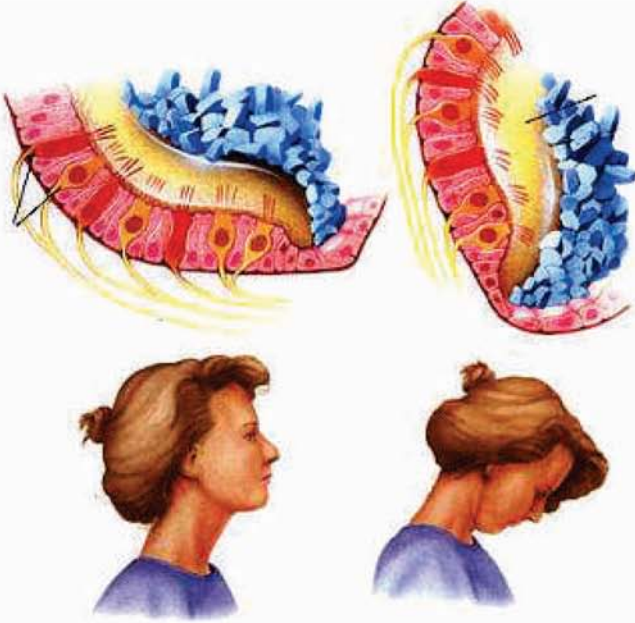


9. Fold several such boats. Keep them on the floor under a fan. These boats will twirl round-and-round and float all over the room.

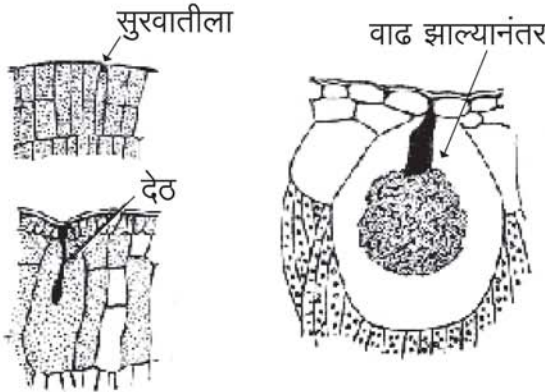
अरविंद गुप्तांच्या 'Aha: Activities' मधून साभार
लेख वाचा-शिकवणे किती नियोजित असावे, पान ७१ वर

शैक्षणिक संदर्भ: फेब्रुवारी-मार्च 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.



कानातील द्रवाची आणि त्यावर तरंगणाऱ्या ऑटोलिथ स्फटिकांची जागा बदलल्यामुळे आपल्याला गुरुत्वाकर्षणाच्या दिशेची जाणीव होते.



वनस्पतींमध्ये आढळणाऱ्या सिस्टोलिथ नावाच्या स्फटिकाची वाढ

लेख वाचा - जाणती झाडे, पान ४७ वर

आणायचा नव्हता. चित्र काढायला सुरुवात केल्यावर मुलं कसल्याही दडपणाशिवाय बिनधास्तपणे, साधेपणानं, निरागसपणे गप्पागोष्टी करत होती ते बघून आम्ही आश्चर्यचकित झालो आणि आम्हाला बरंही वाटलं.

एक मुलगा वीस मिनिटं आरशात स्वतःच्या चेहेऱ्याकडे निरखून पाहत होता. मला अशी भीती वाटली की बहुतेक त्याला त्याच्याकडून काय अपेक्षित आहे हे कळलं नसावं. पण तेवढ्यात माझ्या लक्षात आलं की तो स्वतःच्या मिशांकडे लक्षपूर्वक पाहतोय. मग हळूहळू त्यानं कागदावर ते उतरवायला सुरुवात केली. त्यानं पेन्सिल खूपच हलक्या हातानं धरली होती. शिक्षक कलावंतानं त्याला पेन्सिल थोडी घट्ट पकड असं सुचवलं आणि म्हटलं की रेषा ठळक येण्यासाठी ते गरजेचं आहे. त्यावर त्यानं ताबडतोब उत्तर दिलं सर, मला तर नुकत्याच मिशा यायला लागल्येत. त्यामुळे त्या अजून अस्पष्ट आहेत. मी जर पेन्सिल घट्ट धरली तर ह्या रेषा जाड येतील आणि मला जशा आहेत तशा मिशा काढता येणार नाहीत. म्हणून मी पेन्सिल जरा मागेच धरतोय. एरवी हा मुलगा अजिबात बोलत नसे. कलेनं या मुलांना त्यांच्या मनातले विचार व्यक्त करायचा मार्ग दाखवला.

अभिव्यक्तीचं स्वातंत्र्य

नवी मुंबई म्युनिसिपल कॉर्पोरेशनच्या अन्यथा सक्षम मुलांच्या एज्युकेशन अँड ट्रेनिंग सेंटरमध्ये (ईटीसी) शिकवणाऱ्या बिंदिया कांबळे ह्यांना मुलांची तत्परता बघून आश्चर्याचा सुखद धक्का बसला. त्यांच्या लक्षात आलं की मुलांना जास्त चांगल्या तऱ्हेनं समजून घेण्यासाठी त्यांना स्वतःला व्यक्त करण्याची मुद्दाम वेगळी संधी द्यायला हवी. म्हणजे ती त्यांच्या भोवतालचं त्यांचं जग समजून घेऊ शकतील. स्वतःचं वेगळेपण कलेच्याद्वारे व्यक्त करण्यासाठी ही एक संधी होती. आनंदानं आणि अभिमानानं स्वतःला व्यक्त करण्याचं स्वातंत्र्य होतं.

मुलं गंभीरपणे कामाला लागली. त्यांनी आपण होऊन स्वतःचं, स्वतःच्या हावभावाचं





बराचवेळ निरीक्षण केलं. आणि आता ती जादू कागदावर उतरवायला ती सज्ज झाली. आता ती फारशी आमच्यावर अवलंबून नव्हती. त्यांना आत्मविश्वास वाटत होता. सत्रामध्ये आत्तापर्यंत एकूणच त्यांनी क्वचितच आमची मदत घेतली होती.



भास्करला असं जाणवलं की मुलांना त्यांचे विचार, त्यांच्यातील कलात्मकता फुलून येण्यासाठी स्वातंत्र्य दिलं गेलं पाहिजे. आणि त्यासाठी आपल्याला आपल्या शिक्षणाच्या साचेबद्ध चौकटीतून बाहेर पडण्याची गरज आहे. चूक बरोबरच्या निकषात न अडकून पडता मुलांना कलाप्रक्रियेतला आनंद लुटता यावा यासाठी त्यांना स्वातंत्र्य हवं असतं. आम्हाला त्यांच्यातील कलाप्रतिभा फुलवायची होती. आणि त्यांचा स्वतःच्या क्षमतांवरचा विश्वास कायम राखायचा होता. ईटीसी शिक्षिका बिंदिया यांचंही, अशा तऱ्हेचा संवाद हे मुलांच्या भाषाविकासाचं महत्त्वाचं साधन ठरू शकेल असंच काहीसं मत आहे. मुलांना एखादी गोष्ट सांगून त्यावर चित्र काढायला सांगितलं तर त्यांना त्यांची भाषा तयार करायला मदत होईल.



आम्हाला असं वाटतं की कलाकारांच्या विकासासाठी कलाशिक्षणाची गरज नाही. ह्याची आणखी काही महत्त्वाची कारणं आहेत. ईटीसी शिक्षिका मनीषा गामे ह्यांचं असं म्हणणं आहे की कलेच्या माध्यमातून मुलं आपल्या भावना आणि विचार व्यक्त करू शकतील. त्याचबरोबर आपले विचार भाषेतही आणू शकतील.

साध्या शब्दात सांगायचं तर कलेच्या माध्यमातून व्यक्ती स्वतःशी तसंच एकमेकांशी बोलू शकते. ही आमची सांस्कृतिक भाषा आहे तिच्यामार्फत आम्ही आमची भीती, चिंता, जिज्ञासा, भूक, शोध आणि आमच्या आशा व्यक्त करू शकतो.





याचसाठी मुक्त कलाविष्काराचा मुख्य अभ्यासक्रमात समावेश करण्याची गरज आहे. म्हणजे प्रत्येक मुलातील, भले ते सक्षम असो वा नसो, त्याचं रचनात्मक

विचारकौशल्य विकसित करता येईल. कलेच्या भाषेतून आपलेपणा निर्माण करण्याची आणि कलेच्या जगात प्रवेश करून स्वतःसाठीचा मार्ग ठरवण्याची सगळ्याच मुलांना पुरेशी संधी मिळाली पाहिजे.

Art : the basis of Education

हे श्री. देवी प्रसाद या प्रसिद्ध कलाकार व शिक्षणतज्ज्ञांनी लिहिलेले पुस्तक आपल्याला या विषयातील सखोल जाणीव करून देते.

हे पुस्तक प्रत्येक शिक्षकाने जरूर वाचावे.

पाठ्यक्रमात बांधलेले कलाशिक्षण आणि मुक्त आविष्कार ह्या पूर्ण वेगळ्या गोष्टी आहेत. माणसाचे व्यक्तिमत्व फुलवण्यासाठी कलाशिक्षणापेक्षा मुक्त आविष्काराच्या संधी अत्यंत महत्त्वाच्या असतात.

शैक्षणिक संदर्भ अंक ३१,
(मूळ अंक ८८) मधून साभार

मूळ लेखिका : ऋतु खोडा, 'आर्ट फर्स्ट फौंडेशन'च्या संस्थापक आहेत. त्यांना असं वाटतं की कलेमुळे मुलं आणि मोठी माणसं दोघांना उत्साह मिळतो. त्या आर्थिकदृष्ट्या कमकुवत असलेल्या शाळांमध्ये मुलांना विचार व कृती स्वातंत्र्य मिळवून देण्यासाठी मदत करतात.

हिंदी अनुवाद : अम्बरीश सोनी, संदर्भ मासिकाशी संबंधित आहेत.

मराठी रुपांतर : प्रीती केतकर, पुणे



सांगतात. फक्त योग्य ठिकाणी योग्य म्हण वापरता यायला हवी. आणि यासाठी म्हणीचा अर्थ समजायला हवा, हो ना?” मुलांनी हो हो असा गलका केला. मग मी विचारलं, “अर्थ समजून घ्यायला काय करावं लागेल?” मुलं म्हणाली ताई तूच अर्थ सांग. मी त्यांना म्हणाले, “आपण अर्थ शोधून काढू. बघा बरं तुम्हाला समजतोय का?” “आपण परवाचंच उदाहरण घेऊ.” असं म्हणून मी फळ्यावर ३६ आकडा लिहिला. मी विचारलं ‘हे काय आहे?’ मुलं म्हणाली ‘छत्तीस’ ‘आता समजा ही दोन माणसं आहेत. तर ते कसे दिसतात?’ मुलं म्हणाली, “दोघं दोन बाजूला तोंड करून झोपलेत” “आणि उभे असले तर?” “दोघं विरुद्ध बाजूला तोंड करून काहीतरी पाहतायत.”

“कदाचित ते एकमेकांवर रागवले असतील.” “त्यांचं भांडण झालंय का?” “बहुतेक त्यांना एकमेकांचं तोंडही पाहायचं नाहीए”. “त्यांना एकमेकांशी बोलायचं नाहीए” कितीतरी तर्क लढवले गेले. विक्रम म्हणाला, “माझं आणि दादाचं भांडण झालं की आम्हीपण बोलत नाही. समोर आलोच तर पाठ करून उभे राहतो.” मुलांना छत्तीसचा आकडा अगदी पूर्णपणे समजला. दोन माणसांमध्ये भांडण असणं, त्यांचं पटत नसणं, त्यांचं वागणं परस्परांविरुद्ध असणं म्हणजे छत्तीसचा आकडा.

‘आता अजून एक म्हण - उंट सगळ्यांनी पाहिलाय ना?’ मुलं म्हणाली ‘होSS’ सिनेमात असतो. रस्त्यावर उंटाची फेरी मारता येते. कितीतरी गोष्टी बोलल्या गेल्या. ‘आणि जिरे कोणी पाहिलेत?’ सगळ्यांनी पाहिले असं सांगितले.

मी फळ्यावर उंटाचं मोठं चित्र काढलं. “उंट इतका मोठा असेल ना?” “नाही नाही याच्यापेक्षाही खूप मोठा” “अरे आपला फळा एवढाच आहे ना म्हणून आपला उंटही एवढाच” मग मी जिऱ्याचा दाणा काढला. मुलं म्हणाली, “किती मोठा काढलाय. जिरातर खूप छोटा असतो” “खूप छोटा काढला तर दिसणार नाही.” मग मी विचारलं “उंट काय काय खातो?” बऱ्याच जणांनी बऱ्याच गोष्टी सांगितल्या. मग मी

एक गोष्ट सांगितली, “एकदा एका उंटाला खूप भूक लागली. वाळवंटात कुठे झाड, गवत काही दिसत नव्हतं. त्याच्या मालकाकडेही काही नव्हतं. त्यांनी पिशवी पार उलटी करून पाहिली पण काही मिळालं नाही. शेवटी एक जिऱ्याचा दाणा मिळाला. तोच त्याने उंट्याच्या तोंडात घातला. उंट आपला जिभेने दाणा शोधत राहिला.”

“मग तर तो उपाशीच राहिला असेल.” “एवढासा दाणा त्याच्या दातात अडकला असेल.” “नाहीतर जिभेखाली गेला असेल” मुलांनी अंदाज केले. उंट्याची भूक आणि जिऱ्याचा दाणा यातली तफावत मुलांच्या लक्षात आली. “जेव्हा एखाद्या गोष्टीची खूप गरज असेल आणि त्या मानाने ती अगदी कमी मिळाली असेल तेव्हा म्हणतात, उंटके मुहमें जिऱा.”

मुलांना यामध्ये खूप मजा येत होती. म्हणीचा अर्थ कळत्यावर कोणी कोणी त्याबद्दलचा एखादा किस्सा सांगत होते. मग मी पुढची म्हण सांगितली - ‘आ बैल मुझे मार’ - एकदा एक खोडकर मुलगा एका बैलाला सारखा डिवचत होता. त्याची शेपटीच ओढ, त्याची शिंगच हालव, त्याला



दगडच मार असा सारखा त्रास देत होता. एका काकांनी त्याला सांगितलं, “अरे बैल शिंग मारेल. असा त्रास देऊ नको” पण त्याने ऐकलं नाही. तो पुन्हा पुन्हा तेच करत राहिला. शेवटी बैल अंगावर आला आणि त्याला शिंगाने ठोसून खाली पाडलं. मुलाला चांगलंच लागलं. तो रडायला लागला. काका म्हणाले, “तूच त्याला उचकवलंस ना, बघ काय झालं ते!” यावरूनच “आ बैल मुझे मार ही म्हण पडली.” मी वर्गाचे दोन गट केले. त्यांना या म्हणीचं नाटक करायला सांगितलं, एका गटाने बैलाच्या ऐवजी कुत्रा घेतला. मुलगा कुत्र्याला चिडवतो आणि शेवटी कुत्रा त्याला चावायला धावतो असं

जॉनी!’ पण अजून ‘जॉनी’ नीटसे न समजलेले. विषय ‘पृथ्वी आणि पर्यावरण’. (इंग्रजीतही ‘अर्थ अँड एन्व्हायरनमेंट’ नावानं प्रास साधलेला.) तो ढीलाढाला विषय माझ्या ओळखीतला. जॉनी मात्र अनोळखी.

हे बरोबर नव्हतं. मला भेटलेले सर्वांत चांगले शिक्षक नववी-दहावीतले भौतिकीचे शर्मा सर. ते प्रत्येक विद्यार्थी ‘सातापैकी कोणतेही पाच प्रश्न सोडवा’ म्हटलं तर कोणते सोडवेल, कोणते टाळेल, हे ओळखायचे. सोबतच कोणी लवकर उठला तर “क्यों, बाकी के दो नहीं आते? बैठो और कोशिश करो!” म्हणायचे. तसलं शिक्षण जमायला हवं. पण हे पूर्णवेळ शिकवणाऱ्याला जसं जमतं तसं आठवड्यात एक तास शिकवणाऱ्याला कसं जमणार? प्रयत्न तर हवा.

आडात आहे!

सगळे कामं करणारे जाणतात, की कामं नीट करण्यात, वाढवण्यात, परिणामकारक करण्यात खरी अडचण असते ती माणसांची. योग्य, जाणकार, जबाबदार माणसांच्या तुटवड्यातून वाट काढत संस्था चालत



असतात. यांत व्यापारी तत्त्वावर कामं करणाऱ्या कंपन्या-कॉर्पोरेशन्सही आल्या, शासन-प्रशासनही आलं आणि गैरसरकारी सेवाभावी संस्थाही आल्या. म्हणूनच चाळीस-पन्नास वर्षांपूर्वीचे ‘लेबर ऑफिसर्स’ आज मानवी संसाधनवाले, HRD वाले झाले आहेत.

हा तुटवडा दूर करण्यात औपचारिक शिक्षणयंत्रणा अपुरी पडते आहे, असं माझं निरीक्षण आहे. आज दहावी-बारावीची प्रमाणपत्रं असणाऱ्यांमध्ये सुशिक्षण गृहीत धरता येत नाही. अनेक पिढ्या साक्षर असलेल्या घरांमधून येणारी काही मुलं, काही मूठभर प्रायोगिक शाळांचे विद्यार्थी, काही ‘in spite of शिक्षणव्यवस्था’ सुशिक्षित होणारे लोक, असे अपवाद सोडले तर बरेच जण अगदी अज्ञ, अकार्यक्षम सांगकाम्ये असतात. बरं, हा आडात नाही, तर पोहऱ्यात कुठून येणार असा प्रकार मुळीच नाही.

ज्या मुलांसोबतच्या शिबिराच्या कहाणीनं सुरुवात केली, त्यांचं काही मानसशास्त्रीय मूल्यमापन आम्ही करवून घेतलं. एक तर्क मांडण्याचं कौशल्य मोजणारी चाचणी घेतली, SPM (स्टॅंडर्ड प्रोग्रेसिव्ह मॉड्युलर टेस्ट) नावाची. मला या चाचणीवरची मानसशास्त्रीय टीकाटिप्पणी माहित नाही, पण बरेच उघड दोष टाळण्याचा प्रयत्न ती चाचणी आखण्यात केलेला दिसला. दोन वेगवेगळ्या वर्षी दोन



उदाहरणं कमी करून पुस्तकाचा जीव कसा घेतला, हे ते खिन्नपणे सांगत.

आम्हाला

(६१ साली अकरावी पास) विज्ञान शंभर टक्के प्रात्यक्षिकांमधून (Demonstrations) शिकवले जाई. भौतिकी - रसायनशास्त्रांत पंचवीस टक्के गुण स्वतः प्रयोग करून कमवावे लागत. माझ्या मुलांच्या वेळी (८८-८९ मध्ये बारावी पास) स्वतः करण्याचे सर्व प्रयोग फक्त दाखवले जात. आज बहुधा केवळ पुस्तकांतून वाचूनच प्रयोग केल्याचं पुण्य लाभतं.

तर एका विज्ञान प्रसारासाठी घडलेल्या संस्थेच्या नावे कुंकू लावून शाळकरी मुलांसाठी प्रत्यक्ष प्रयोगांच्या 'विज्ञान जत्रा' भरवणाऱ्या एका गटात सामील झालो.

८४-८५ मध्ये अशा आठवडा जत्रा भरवल्या. शालेय अभ्यासक्रमांतले प्रयोग घेत नसू. फुलांचे भाग, मोबियस पट्ट्या, कॅमेरे व (फिल्मच्या) फोटोग्राफीची भौतिकी व रसायनशास्त्र, रक्तदाब मोजणे, रक्तगट तपासणे, असे 'मार्केटिंग' करत असू. यावर सुरुवातीलाच चांपानेरच्या काही शिक्षकांनी नाराजी दाखवली, विशेषतः फोटोग्राफीबाबत. "श्रीमंती षौक करता, आम्हा गरीब लोकांपुढे." आता आमचे कॅमेरे, रसायने,

सारे देणग्यांमधूनचे. पण हे सांगून फरक पडत नाही.

तेव्हा पायी चालायची तयारी, डोळे-डोकं वापरायला मार्गदर्शन, दोनचार संदर्भग्रंथ, भरपूर उत्साह, येवढीच संसाधनं वापरून निसर्ग-विज्ञान शिकवायला लागलो.

८६-९२ अशी सहा चारचार दिवसांची शिबिरं घेतली. चाळीस टक्के मुलं शहरी, साठ टक्के चांपानेरी. शहरी मुलांसाठी पंधरा दिवसांतून एकदा दोनेक तासांच्या मिनि-जत्रा, आणि दिवाळीनंतरच्या आठवड्यात चांपानेरी मुलांसकट शिबिरं, असं सहा वर्षे केलं.

भूशास्त्री उत्साहाने सहभाग घ्यायचे. मारुती चितमपल्ली, माधवराव पाटील असे तज्ज्ञ मार्गदर्शक उत्साहानं सोबत यायचे. ९१ सालचं शिबिर तर मुंबईत भरवलं. बालमोहन शाळा, सिल्क अँड आर्ट सिल्क रीसर्च संस्था, आय.आय.टी. मुंबई आणि (मुख्य आधार!) बाँबे नॅचरल हिस्ट्री सोसायटी, यांच्या मदतीनं मुंबई - समुद्र दाखवले. खर्च नागपुरीयांसाठी सव्वाशे, चांपानेरींसाठी 'अनुदानित' शंभर रुपये. पण हे सारं बहुतांशी पाण्यावर रघोट्या मारणं होतं.

या साऱ्यांत खरा आधार होता 'चांपानेर विज्ञान लोकशिक्षण संस्थे'चा. शिक्षक, दुकानदार, मध्यम निम्न सरकारी नोकरदार, अशांच्या जिवावर चालणारी संस्था. हुंडाविरोधापासून रक्तगट तपासण्या, शेतकरी

असण्याचा भाग आहे, हे त्यांच्या 'पप्पा'ना आजही उमजलेलं, पटलेलं नाही. आमच्या भाषा शिकवणाऱ्या 'मॅडम'ची मुलं आठवण काढतात, पण तो वर्ग आज बंद पडला आहे.

खचणं / मार्केटिंग

आमच्यातला सामान्य विज्ञान शिकवणारा 'छप्पर फाड के' देणारा. त्यातही क्रमिक पुस्तकं पाहून त्यांच्यात उल्लेखलेलं दाखवणारा, (जसं, मेगॅलिथिक शिलावर्तुळं, सगळं अत्यंत हसत खेळत होणार. आज चांपानेरमधील काही मुलं फ्रेंचमध्ये (!) "आय वॉच अ वॉच, अँड यू वॉच अ वॉच, बट द वॉच आय वॉच इज नॉट द वॉच यू वॉच." म्हणू शकतात, ते 'सामान्य विज्ञाना'मुळे! पण इथेही सर्व आनंद, भरघोस दैनंदिन विज्ञान, यानं मार्क सुधारत नाहीतच.)

आणि हे खरं आतपर्यंत पोचणारं विज्ञान आहे; तेच भावी ज्ञानाचा आधार आहे; स्वतः न करता फक्त पुस्तकांतून "दोन समान आकाराची काचपात्रे घ्या" असले प्रयोग वाचणं फारतर मार्क देतं, ज्ञान नाही; यातलं काहीही पालकांपर्यंत पोचलेलं नाही.

आमच्यातली भाषा शिकवणारी, सामान्य विज्ञान शिकवणारा, दोघेही आचार्यपदं (Ph. D.) घेऊन विद्यापीठांत शिकवण्याचा अनुभव असलेले. दोघांनीही एमे - एमेस्सी - पीएच. डी. ते सहावी - सातवी ही प्रगतीही मनापासून साधलेली.



दोघेही मुलांचे लाडके. पण प्रत्यक्ष प्रतिसाद संख्येत कमी; कारण पालकांना पाया कच्चा

राहिलेला चालतो, तर 'घोका आणि ओका' चं 'कोर्चिंग' महत्त्वाचं वाटतं.

दोघा शिक्षकांचे प्रतिसाद मात्र वेगवेगळे. भाषा शिकवणारीनं खचून जाऊन माघार घेतली. सामान्य विज्ञानवाला सहा आणि सात मुलांपुढेही समोर शिवाजीपार्क-रामलीला मैदान असावं अशा जोमानं बोलत राहिला. एक दिवशी सहलीचे अमिष दाखवून मुलं गोळा करणं हा उपाय तो वापरतो. (मला मात्र तो 'मार्केटिंग'चा अतिरेक वाटतो.)

खर्च आणि वृत्ती

सुरुवातीच्या फोटोग्राफीवरच्या टीकेनंतर खर्चात न टाकणं, हे एक प्रमुख सूत्र ठरवलं. पण यानंही काही चित्रविचित्र प्रकार घडले. पहिली दोनतीन वर्षे कार्यशाळेची वर्गणी शंभर रुपये दर सत्राला. इथे हा आकडा चांपानेरकर ठरवतात, आजही. दुसऱ्या वर्षाच्या शेवटी खर्च फार कमी होतो हे जाणवलं, आणि वर्गणी पन्नास केली गेली. आजवर ती तशीच आहे. पुरते, ती!

(खर्च होतो तो शिबिरांमध्ये. त्यांतही

आजवर आमची पत वापरत जेवणखाण - राहणं फुकट करवून घेतलं जातं. राहता राहिला प्रवासखर्च. कार्यक्रमांत लवचीकपणा आणण्यासाठी 'ट्रॅव्हल'च्या खाजगी बसेस चांगल्या, पण महाग. पण बस भरण्यासाठी कार्यशाळेत नसलेली मुलंही घ्यायचं ठरलं. आता प्रश्न या 'उपन्या' मुलांच्या वर्गणीचा. तर त्यांची वर्गणी कार्यशाळेतल्यांच्या वर्गणीपेक्षा पन्नास रुपये जास्त! यानं कार्यशाळेचे अवमूल्यन पुरेपूर ठसतं. खर्च - वर्गणी हा आमचा विषय नाही. तो शुद्ध 'चांपानेर लिस्ट' मधला, हे मोडून आज उपन्यांकडून दीडदोनशे जास्त घेण्याचा आग्रह धरतो आहोत.)

पण खर्च कमी ठेवल्याने पालक एकीकडे खूषही होतात आणि दुसरीकडे आमच्याकडे तुच्छतेनेही पाहतात. याचा मला सर्वांत आवडलेला अनुभव एका शिबिरातला आहे.

पश्चिम महाराष्ट्रातला एका ख्यातनाम शाळेशी संबद्ध महिला - मुलींचा एक गट विदर्भात 'चाऱ्ही धामयात्रे'ला आला होता;



आनंदवन - हेमलकसा - मेंढा लेखा - शोधग्राम अशा 'सदसद्विवेकी पर्यटना'साठी. एका जागी आमचं शिबिर, त्यांची भेट, हे एकाच वेळी घडलं. पहिल्या रात्रीच्या जेवणाच्या वेळी आम्ही संवाद साधायचा प्रयत्न केला. त्या राज्यकर्ते घडवू पाहणाऱ्यांना आमच्या प्रयत्नांना एकदोन शब्दांत उत्तर देत संवाद टाळला गेला. दुसऱ्या पहाटे पाचला मी फिरायला जाऊन आलो तर दोन महिला बाहेर पडत होत्या. माझ्या 'गुड मॉर्निंग'ला जेमतेम प्रत्युत्तर देत त्यांनी प्रश्न टाकला, "तुमच्या कार्यक्रमाचा खर्च किती?" (Ah! Money, the Great Leveller!). मी "चार दिवसांचं शिबिर तीनशे रुपयांत, वर्षाभराची कार्यशाळा पन्नासात", असं सांगताच एक "आँ!" निघाला. त्यांची आठवड्याभराची फेरी माणशी पाचसहा हजारांची होती! आमचा शेवटचा संपर्क, तो.

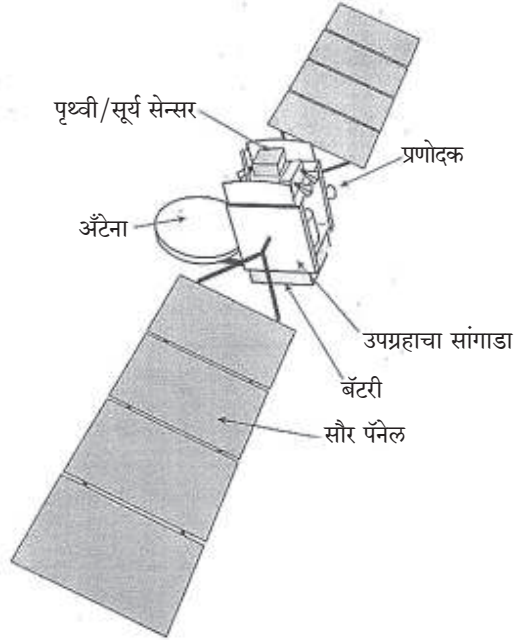
बरं, आम्ही तीनचारशेही एका दमात मागत नाही. बरीच मुलं दोन, तीन, चार हप्त्यांत दोनचार महिने पैसे देतात. माझे काही स्नेही "कमी पडले कोणाला, तर यातून दे." म्हणून हजार - दोन हजार देऊन ठेवतात. चांपानेरकरांच्या सल्ल्यांनं आम्ही तेही वापरतो. त्यातही गंमती घडतात. "तो xxx चा मुलगा 'जमत नाही' म्हणतो का? त्याच्या बापानं xxxनं आत्ता 'स्विफ्ट' कार घेतली!" दुसरीकडे, "त्याला मीच म्हटलं,

साह्याने या सौर पॅनेल्सची दिशा नेहमी सूर्याभिमुख ठेवली जाते. पृथ्वीच्या कक्षेत भ्रमण करताना जेव्हा जेव्हा उपग्रह आणि सूर्य यांच्यामध्ये पृथ्वी येते (उपग्रहाचा ग्रहणकाल किंवा eclipse) त्यावेळेस सूर्यप्रकाश मिळू शकत नाही. त्या अवधीत वीज पुरवठा करण्यासाठी बॅटरीची योजना केलेली असते. ग्रहणकाल संपल्यानंतर या बॅटरी रीचार्ज करण्यात येतात.

संदेश दळणवळण प्रणाली

भूषृष्ठावरील नियंत्रण केंद्राचा उपग्रहाशी कायम संपर्क राखणे आवश्यक असते. भूकेंद्राकडून आलेली माहिती पाठविण्यासाठी उपग्रहावर त्यासंबंधित उपकरणे तसेच अँटेनाची गरज

असते. उपग्रहावरील काम शास्त्रीय उपकरणांना कार्यान्वित करण्याचे तसेच उपग्रहाच्या अन्य प्रणालींचे काम भूकेंद्राद्वारे आदेश पाठवून अंमलात आणून करावे लागते. हे आदेश पकडून त्यांच्या योग्य अंमलबजावणीचे कार्य उपग्रहाची दूरादेश (telecommand) प्रणाली करते. (शिवाय उपग्रहाच्या सुस्थितीची माहिती वेगवेगळ्या भागांचे तापमान, व्होल्टेजिस, इंधन टाकीतील दाब इ.) भूकेंद्राकडे पाठविण्याचे काम उपग्रहाची दूरमिती (telemetry) प्रणाली करते. निरनिराळ्या कामासाठी उपग्रहावर निरनिराळ्या अँटेना बसविलेल्या असतात.

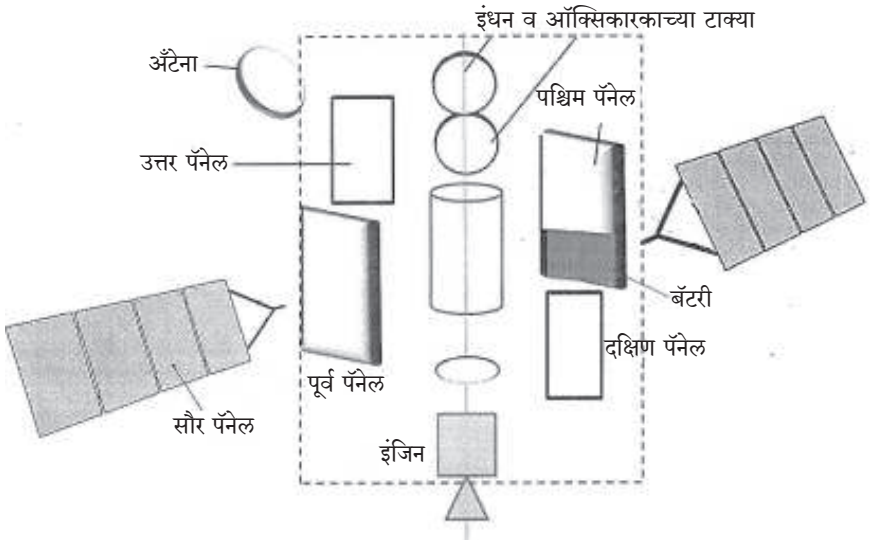


नोदन (Propulsion) प्रणाली

या प्रणालीमध्ये इंधन व ऑक्सिकारकाच्या (इंधनाचे ज्वलन घडून येण्यासाठी ऑक्सिजन पुरविणारे रसायन) टाक्या व निरनिराळ्या शक्तीचे प्रणोदक (thrusters) यांचा समावेश होतो. सर्वसाधारणपणे प्रक्षेपण याने (Launch Vehicle) उपग्रहाला थेट भूस्थिर कक्षेत (३६००० कि.मी. उंच) पाठवू शकत नाहीत. अधल्या मधल्या अंडाकृती कक्षेतच पाठवू शकतात. तेथून जोर पुरवून उपग्रहाला वर्तुळाकार भूस्थिर कक्षेत नेण्याचे काम नोदन प्रणालीतील मुख्य इंजिनाचे असते. नोदन प्रणालीचे दुसरे काम म्हणजे कमी शक्तीचे थ्रस्टर्स वापरून उपग्रहाला त्याची कक्षेपासून भरकटण्याच्या वृत्ती दुरुस्त करणे हे होय.

उपग्रहाचे जीवितकार्य करणारे उपकरण (payload)

उपग्रहाचे मुख्य कार्य दोन प्रकारचे असते. एक संदेशवहन आणि दुसरे दूरसंवेदन. संदेशवहन करण्यासाठी जे उपकरण असते, (transponder), ते पृथ्वीवरून आलेले संदेश घेते, त्यांचे ठरलेल्या योजनेनुसार परिवर्तन करते, त्यांची शक्ती वाढवते आणि पृथ्वीवर योग्य ठिकाणी पुन्हा पाठवून देते. दूरसंवेदनाच्या कामासाठी (remote sensing) कॅमेरे लागतात. ह्या उपकरणांना त्या त्या उपग्रहाचे payload म्हणतात. ती वेगवेगळ्या पॅनेलवर बसवलेली असतात.



उपग्रहाच्या स्थितीची माहिती मिळविणे सूर्य, पृथ्वी, तारे अशा पिंडांचा खूण (reference) म्हणून वापर करून त्यांच्याशी तुलना करून उपग्रह स्वतःची स्थिती ठरवू शकतो. यासाठी सूर्य / पृथ्वी / तारे संवेदक (sensors) उपग्रहाच्या अंगावर (बाहेरच्या बाजूला) बसविलेले असतात.

मिळाल्यानंतर जरूर पडल्यास स्थितीची दुरुस्ती करणे आणि उपग्रहावरच्या पृथ्वीशी संपर्क करणाऱ्या अँटेनाला पृथ्वीकडील निर्धारित बिंदूकडे सतत अचूकपणे रोखून ठेवणे हे या प्रणालीचे काम असते.



उपग्रह स्थिती व कक्षा यांचे नियंत्रण करणारी प्रणाली (Attitude and Orbit Control System - AOCS)

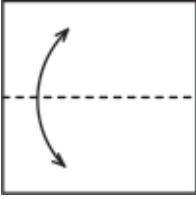
उपग्रहाच्या अवकाशातील स्थितीची माहिती

लेखक : सुरेश नाईक

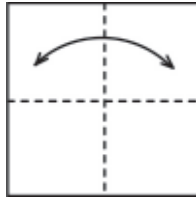
ज्येष्ठ अवकाश शास्त्रज्ञ, देशाच्या १५ हून अधिक उपग्रह मोहिमांत मोलाची कामगिरी.

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

कागदाचे भिरभिरे तयार करण्याची कृती



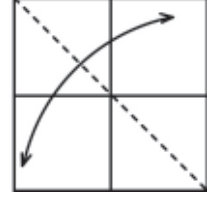
मधोमध दुमडा



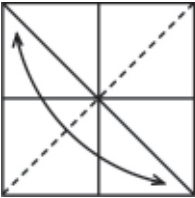
मधोमध दुमडा



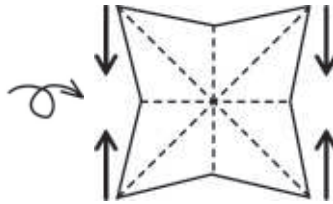
पलटी करा



कर्णावर दुमडा



कर्णावर दुमडा



पलटी करा

कोपरे हातात धरून मध्यरेषा एकमेकांजवळ आणा.

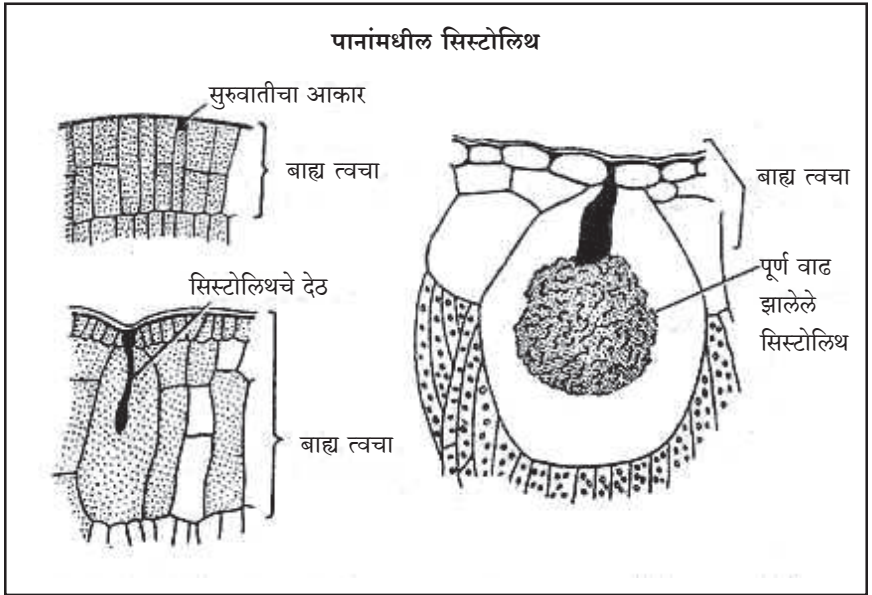


पेन्सिलवर ठेवून फुंकर घालून फिरवा.

अवस्थेत आहे याची आपल्याला जाणीव होते.

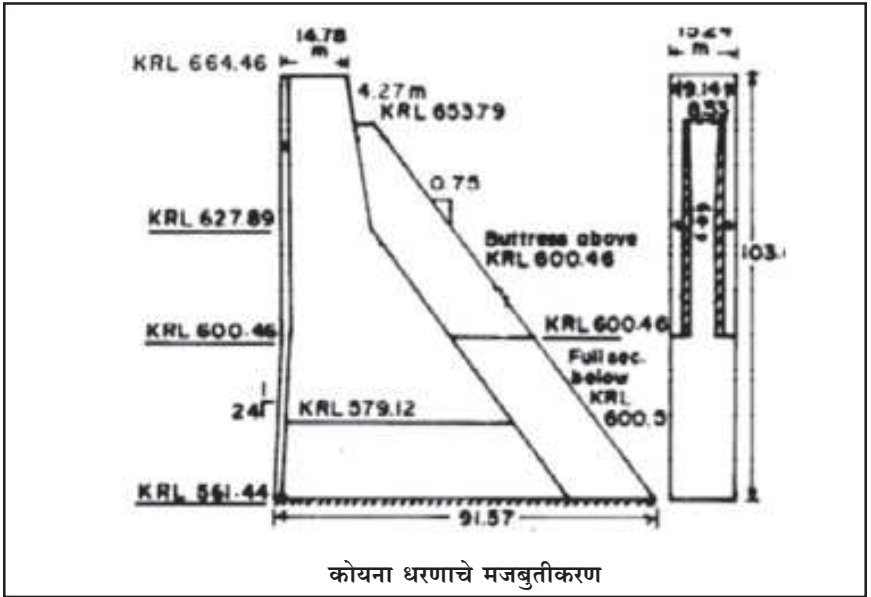
चार्ल्स डार्विन आणि थॉमस नाईट यांनी सर्वप्रथम झाडांवरही पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव असतो हे दाखवून दिले होते. गुरुत्वाकर्षणामुळे झाडांची जमिनीच्या आत आणि वर अशी दोन्ही प्रकारची दिशात्मक वाढ प्रभावित होते. नंतरच्या काळात झालेल्या प्रयोगातून असे सिद्ध झाले की झाडांच्या मुळांमध्ये आणि खोडामध्ये शरीरस्थितीची जाणीव करून देणाऱ्या दोन स्वतंत्र यंत्रणा एकाच वेळी काम करत असतात. इतकेच नव्हे तर या वनस्पतींमधील यंत्रणा मानवी यंत्रणासारख्याच काम करतात. वनस्पतींच्या पेशीद्रव्यात माणसांमधल्या आंतर्कर्ण द्रव्यातील

‘ओटोलिथ’ सारखेच ‘सिस्टोलिथ’ नावाचे स्फटिक असतात. जमिनीच्या खाली मुळाच्या वाढीच्या ठिकाणी जी संरक्षक टोपी असते तिथे तसेच खोडाच्या बाह्य सालीखालील आतल्या पेशींच्या थरात हे सिस्टोलिथ खडे असतात. हे खडे गुरुत्वाकर्षणाच्या बलाचा प्रभाव ग्रहण करू शकतात. या सिस्टोलिथ खड्यांची पेशीमधली जागा बदलल्या बरोबर झाडांच्या वाढीची दिशा बदलते. उच्च स्तराच्या चुंबकीय क्षेत्राचा गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाचा उगम म्हणून वापर करून जॉन किस नावाच्या शास्त्रज्ञांने दाखवून दिले की या चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावामुळे वनस्पतींच्या मुळांमधल्या पेशीतले तसेच खोडांच्या पेशींमधले सिस्टोलिथ खडे जागा बदलतात

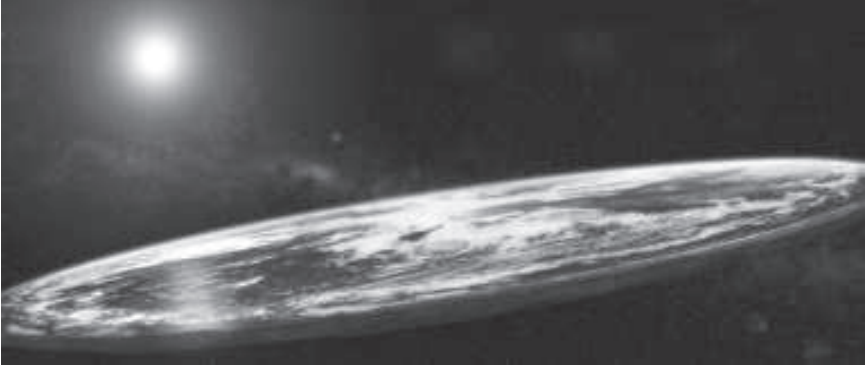


अदमास न घेता पाण्याला वाट करून देणारी पुरेशा क्षमतेची आणि सामर्थ्याची द्वारे किंवा सांडव्यांची योजना केलेली नसेल किंवा बाहेर पाणी वाहून नेण्यासाठी तळाशी जे मार्ग ठेवलेले असतात त्यामध्येच गळती असणे आणि द्वारांच्या उघडझापीचे संचलन बिघडणे हेही मातीच्या धरणफुटीचे कारण असू शकते. तमिळनाडूतील कावेरी नदीच्या उपनदीवर बांधलेले कोडानगर हे मातीचे धरण पुराचे पाणी वाहून नेण्यासाठी योजलेल्या सांडव्याचे दरवाजे पूर्णपणाने उघडता न आल्यामुळे धरणावरून पाणी वाहिले आणि धरण फुटले. याव्यतिरिक्त भूकंपामुळेही मातीच्या धरणांची हानी होऊ शकते. २००१ च्या भूज भूकंपामुळे चंग, फतेगढ आणि कासवती धरणांची खूप हानी झाली.

पानशेत धरण : १२ जुलै १९६१ रोजी पुण्याजवळचे पानशेत धरण फुटले आणि एकच हाहाकार माजला. पानशेत धरण फुटण्याला ज्या गोष्टी कारणीभूत ठरल्या त्या पाहूया. ह्या मातीच्या धरणाच्या ५६.५ मी अंतिम उंचीपैकी ५१.३ मी उंचीचा पाहिला टप्पा पार पडला होता. जानेवारी १९६२ पर्यंत धरण पूर्ण बांधायचे अशी योजना असताना १९६१ च्या मान्सूनचे पाणी शेतीला मिळावे ह्या हेतूने जून १९६१ च्या आतच धरण बांधणी पूर्ण व्हायला हवी असा गडबडीत निर्णय घेतला गेला. खरेतर शेतीला पाणी देण्यासाठी लागणाऱ्या कालव्यांचे काम अजून अपुरेच होते. ह्या परिस्थितीत धरण पूर्ण होऊनही शेतीला फार काही फायदा होण्यासारखा नव्हता. वीजनिर्मितीसाठी पाणी



चूक म्हणजे किती चूक?



लेखक : आयझॅक असिमोव

मी एका लेखात असं लिहिलं होतं, की या विश्वाचे पायाभूत नियम ज्या काळात आपल्या हाती आले, त्या काळात मी जन्माला आलो, याचा मला आनंद आहे. माझा रोख सापेक्षतेच्या सिद्धांताने १९०५ ते १९१६ मध्ये स्पष्ट केलेल्या स्थूल विश्वातील गुरुत्वाच्या संकल्पनेकडे होता. शिवाय सबअॅटॉमिक क्षेत्रातल्या नियमांबद्दल १९०० ते १९३० या काळात मांडल्या गेलेल्या पुंजयामिकी सिद्धांतानेही आपल्याला काही नियम स्पष्ट केलेले आहेत. १९२० ते १९३० या काळात आपल्याला हेदेखील समजलेले आहे की आपले विश्व हे

आकशगंगा आणि त्यांचे समूह यांनी बनलेले आहे.

सगळे विसाव्या शतकातले सिद्धांत आहेत.

मला 'हे सारे सिद्धांत आपल्याला पायाभूत नियम सांगतात' असे म्हटल्याबद्दल माझी सणसणीत कान उघाडणी करणारे एक पत्र आले. त्यात म्हटलं होतं की प्रत्येक शतकात विज्ञानात काही शोध लागतात. आपल्याला वाटतं की आपल्याला सगळं समजू लागलं आणि पुढच्या शतकात ते सगळं चूक असल्याचं दाखवून दिलं जातं.

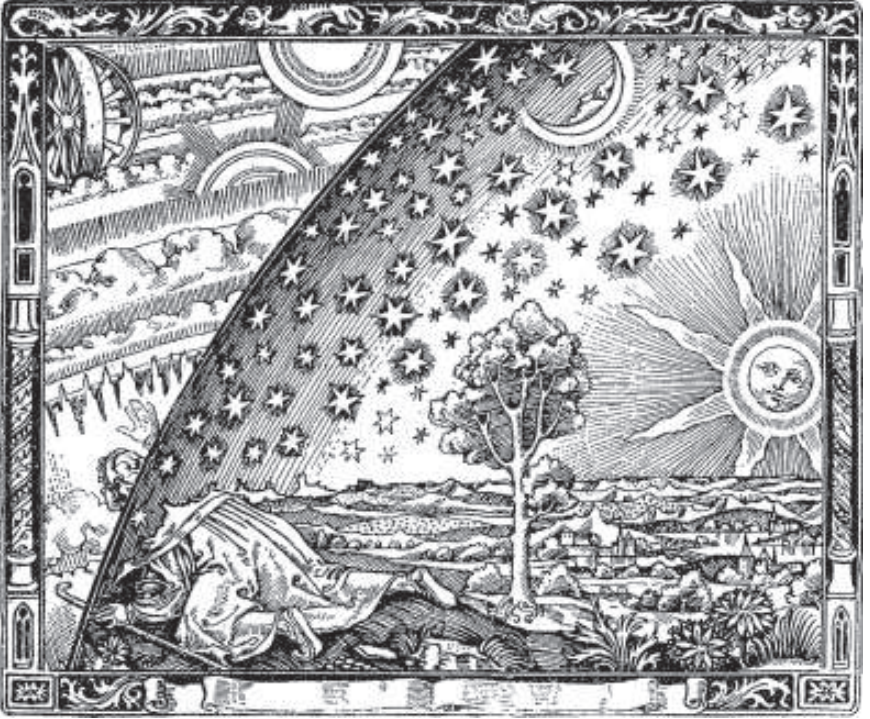
खरंच आहे. पूर्वी पृथ्वी सपाट

असल्याची समजूत होती ती चुकीची निघाली. पृथ्वी गोल असल्याचं म्हटलं गेलं, त्यातही चूक निघाली. पण पृथ्वी सपाट समजण्याची चूक ही पृथ्वी गोल समजण्याच्या चुकीएवढी नाही. त्यात बराच फरक आहे हे ध्यानात घ्यायला हवं.

मुळामधे बरोबर आणि चूक यांचे अर्थ नीट समजून घ्यायला हवेत. बरोबर हे १०० टक्के बरोबर नसतं आणि चूक हे १०० टक्के

संपूर्ण चूकही नसतं. बरोबर आणि चूक ह्या जरा धूसर संकल्पना आहेत. आपण त्या समजावून घेऊ या. जेव्हा एखाद्या नवीन शोधामुळे आधीचे सिद्धांत चूक ठरवले जातात, तेव्हा नक्की काय होतं? ते किती चूक असतात? पाहू या.

एक उदाहरण घेऊ. पृथ्वी सपाट आहे असा पूर्वीच्या मानवी संस्कृतींचा समज होता. पृथ्वी सपाट आहे असं समजायला ते



पृथ्वी सपाट आहे या समजुतीसोबत असेही म्हटले जायचे की आकाशाच्या पोकळ अर्धगोलावर सूर्य चंद्र तारे जडवलेले असून, ते पृथ्वीभोवती फिरते. हे फिरवण्याचे काम करणारे यंत्र क्षितिजापलीकडे आहे. क्षितिजापलीकडे डोकावून ते यंत्र पाहणारा कोणी जिज्ञासू माणूस या चित्रात दिसतो आहे.

फरक मोजणं, त्या काळच्या साधनांनी, फारच अवघड होतं. आणि त्यामुळेच तो 'सपाट पृथ्वी' सिद्धांत एवढा काळ टिकून राहिला असणार.

लक्षात घ्या शून्य आणि ०.०००१२६ यातला एवढासा फरकसुद्धा फार महत्त्वाचा ठरू शकतो. कारण त्याची बेरीज होत होत तो वाढत जातो. असे बारीक फरक लक्षात घेतले नाहीत, तर मोठमोठ्या भूभागांचे नकाशे काढणं अशक्य होईल. पृथ्वीची वक्रता ध्यानात घेतली नाही, तरी नकाशे चुकतात, समुद्रप्रवासात जहाजाचं स्थान ठरवणं जमत नाही मोठमोठ्या समुद्री सफरी करणंही अशक्य होतं.

पृथ्वी सपाट आहे असं समजण्याचाच एक अर्थ असाही होतो, की पृथ्वी अनंत,

अमर्याद आहे; किंवा मग तिचा 'शेवट' तरी सापडायला हवा. ह्या दोन्ही अडचणी 'पृथ्वीगोला'वर येत नाहीत. गोलाचा शेवट नसला, तरी त्याचा आकार मर्यादित असतो.

थोडक्यात काय, सपाट पृथ्वीची संकल्पना जरी जवळजवळ बरोबर असली, तरी सर्व निरीक्षणे पाहता, ती सोडून घ्यायला हवी आणि पृथ्वी गोल आहे हेच खरं मानायला हवं.

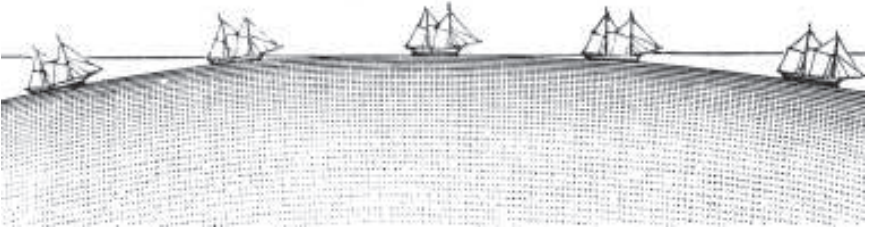
पृथ्वी खरोखर गोल आहे का ?

खरोखरच गणिताच्या दृष्टीनं पाहिलं, तर ती काही गोल नाही. गोलाच्या सर्व व्यासांची लांबी सारखीच असते.

पृथ्वीचा व्यास सर्व ठिकाणी सारखा नाहीये.



समुद्रापार जाणारी जहाजे दिसेनाशी झाली, तरी त्यांची शिडे दिसतात, चंद्रग्रहणाच्या वेळी पृथ्वीची सावली वक्राकार दिसते, अशा निरीक्षणानंतर 'पृथ्वी सपाट आहे' ही कल्पना बदलायला लागली.



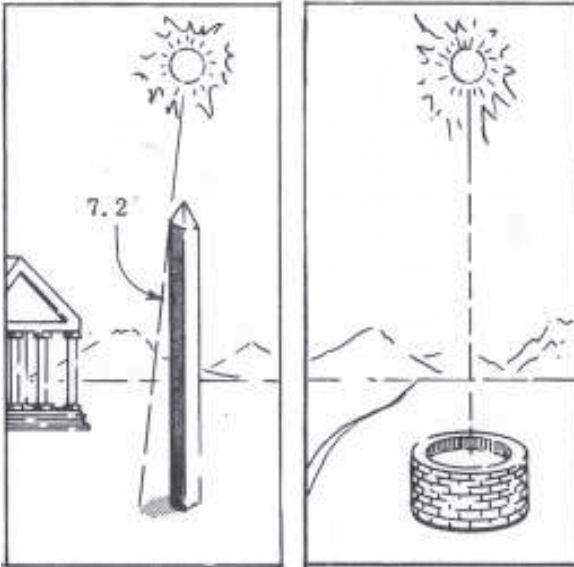
हे लोकांना समजलं तरी कसं ?

अगदी सुरुवातीच्या दुर्बिणींमधून जेवढं मोजणं शक्य होतं, त्यानुसार सूर्य अन् चंद्र हे अगदी गोल होते. पण जेव्हा त्या दुर्बिणींमधून गुरू आणि शनीचं निरीक्षण केलं तेव्हा लक्षात आलं की हे काही अगदी गोल नाहीत, जरा बसके आहेत.

सतराव्या शतकाच्या शेवटी आयझॅक न्यूटन यांनी दाखवून दिलं की एखाद्या प्रचंड वस्तुमानाचा पदार्थ गुरूत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली गोल आकाराचा होईल. हेच ॲरिस्टॉटलचं ही म्हणणं होतं. पण हीच वस्तू जर स्वतःभोवती फिरत असेल तर मात्र त्यावर केंद्रोत्सारी बलाचाही परिणाम दिसून येईल. अर्थात हा परिणाम विषुववृत्तापाशी जास्त दिसणार आणि जितका फिरण्याचा वेग

जास्त, तितका जास्त परिणाम! गुरू आणि शनी खरोखरच वेगाने फिरतात. पृथ्वीचा वेग त्यामानाने कमी असतो. पण तरी परिणाम असणारच.

अठराव्या शतकात जेव्हा पृथ्वीच्या वक्रतेची प्रत्यक्ष मोजमापे घेता आली तेव्हा न्यूटनचे हे म्हणणे बरोबर सिद्ध झाले. पृथ्वीला विषुववृत्तापाशी फुगवटा आहे. म्हणजे पृथ्वीगोल हा गणिताच्या दृष्टीने गोल नाही. बसका गोल आहे. विषुववृत्ताशी याचा व्यास ७९२७ मैल (१२७५५ कि.मी.) आहे. तर धृवीय व्यास ७९०० मैल (१२७११ कि.मी.) आहे. हा बसकेपणा किती आहे, तर (४४/१२७५५) म्हणजे ०.००३४. एक टक्क्याच्या एक तृतियांश.



२१ जूनला अस्वानच्या विहिरीत सावली पडत नाही, पण अलेक्झान्द्रिया गावात मात्र खांबाची सावली दिसते. असे का होत असावे ?