

शैक्षणिक ग्रंथदर्शी

अंक - १२

ऑगस्ट-सप्टेंबर २००१

$$E = mc^2$$

शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैनासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

विश्वस्त :

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

सहाय्य :

र. कृ. आंबेगांवकर
ज्योती देशपांडे
यशश्री पुणेकर

अक्षरजुळणी व मुद्रण :

न्यू वे टाईपसेटर्स अण्ड प्रोसेसर्स
संजीव मुद्रणालय

सर रतन टाटा ट्रस्ट, मुंबई यांच्या आर्थिक मदतीने व
एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक - १२

ऑगस्ट - सप्टेंबर २००१

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

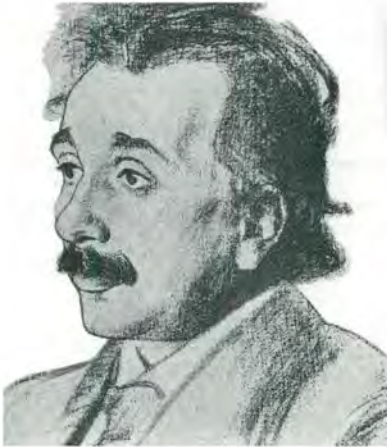
पत्ता : संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्वेरोड, पुणे ४११ ००४.

ई-मेल : karve@wmi.co.in

दूरध्वनी : ५४४१२३०

किंमत : रुपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रुपये १००/-



चित्रकार - हर्मन स्ट्रुक

अल्बर्ट आईनस्टाईन हे गेल्या शतकातील एक प्रसिद्ध भौतिकशास्त्रज्ञ होते. त्यांनी सापेक्षता सिद्धांत मांडला आणि त्याद्वारे भौतिकशास्त्राला एक नवी दिशा दाखवली. त्यांच्याबद्दल इतपत माहिती सगळ्यांनाच असते. कधी काही आख्यायिका ऐकलेल्या असतात, पांढरे केस आणि वृध्दत्वाकडे झुकलेला चेहरा असे छायाचित्रही अनेकदा पाहिलेले असते. पण या प्रतिमेपलीकडे एक व्यक्ती, एक शास्त्रज्ञ म्हणून आईनस्टाईन यांचे व्यक्तिमत्व कसे होते, हे जाणून घेऊ या 'आईनस्टाईन - वास्तव आणि प्रतिमा' या लेखातून.

माननीय मुख्याध्यापक,

शैक्षणिक संदर्भचा हा अंक आम्ही आपल्या शाळेला भेट म्हणून पाठवत आहोत. शैक्षणिक संदर्भ हे द्वैमासिक विज्ञान आणि शिक्षण या विषयात रुची असणाऱ्या वाचकांसाठी चालविले जाते. अर्थातच विद्यार्थी आणि शिक्षक यांच्यासाठी उपयुक्त साहित्य यात वाचायला मिळेल. शिक्षण म्हणजे केवळ बंद वर्गामध्ये करायचे पाठांतर राहू नये, त्याला पूरक वाचन, प्रयोग, उपक्रम यांची जोड मिळावी, ते रसपूर्ण, व्यापक आणि जीवनाशी जोडलेले असावे ही आपली व सर्वच शिक्षकांची इच्छा असते. प्रत्यक्ष वर्गात शिकवताना विषयाला या सर्वांची जोड देण्यासाठी आपल्याला 'शैक्षणिक संदर्भ' चा वेळोवेळी उपयोग करता येईल.

पालकनीती परिवार आणि संदर्भ या स्वयंसेवी संस्थांतर्फे हे द्वैमासिक चालविले जाते. हे द्वैमासिक आपल्यापर्यंत पोचविण्यासाठी 'असोसिएशन फॉर इंडियाज् डेव्हलपमेंट' या संस्थेने मदत केली आहे. या योजनेत सहभागी झाल्यास आपल्या शाळेसाठी एक वर्षभर शैक्षणिक संदर्भचे अंक भेट म्हणून पाठविले जातील. (ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२)

योजनेत सहभागी होण्यासाठी पुढील माहिती पोस्टकार्ड अथवा पत्राने पाठवा. आपल्या पूर्ण पत्त्यासह माहिती मिळाल्यावर यापुढील अंक आपल्या शाळेतील एका विज्ञान शिक्षकाच्या नावे पोस्टाने पाठवू. याआधीच पत्राद्वारे माहिती पाठवून योजनेत सहभागी झालेल्या शाळांनी पुन्हा पत्र पाठवण्याची आवश्यकता नाही.

आपण आपल्या शाळेतील इतर शिक्षकांसाठी, ग्रंथालयासाठी वार्षिक वर्गणी भरावी तसेच इतर परिचितांमध्ये शैक्षणिक संदर्भचा प्रसार करावा ही विनंती.

संपादक

प्रश्नावली

- १) शालेय शिक्षणाला पाठ्यपुस्तकाबाहेरील वाचन, प्रयोग यांची जोड देणे आवश्यक वाटते का?
- २) शिक्षकांना पूरक वाचनासाठी उपयुक्त साहित्य आपल्या भागात सहज उपलब्ध आहे का?
- ३) वर्षभरात किती वेळा द्वैमासिकाबद्दल अभिप्राय कळवाल? २/३/४
- ४) देणगीबद्दल अंक पाठवण्यासाठी आपल्या शिक्षकाचे नाव व पूर्ण पत्ता -

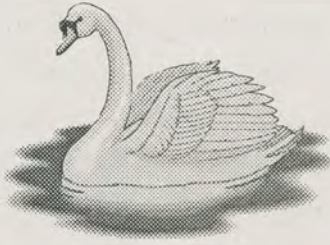
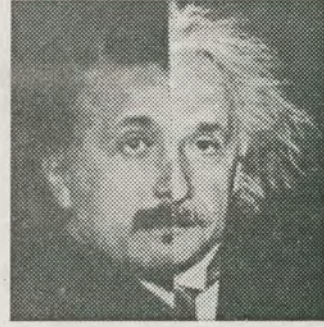
अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - १२

ऑगस्ट - सप्टेंबर २००९

- ब्रह्मराक्षस ५
- आईनस्टाईन - वास्तव आणि प्रतिमा ९
- नीर क्षीर विवेक १९
- गोष्ट अंकांच्या जन्माची २४
- पावसापासून बचाव कसा कराल ? ३६
- विमान बनवा - विहंगयान ३८
- स्वामी अनु गणित ४४
- ऊर्जा - आजची, उद्याची ४७
- मेस्मेरिझम ५४
- मेणबत्तीचा रासायनिक इतिहास ६२
- नदी अपहरण ६६

आईनस्टाईन वास्तव आणि प्रतिमा..९
 आईनस्टाईन - जगप्रसिध्द व्यक्तींबद्दल
 थोड्या गोष्टी सर्वांनाच माहीत असतात.
 त्यावरून आपल्या मनात काही प्रतिमा तयार
 झालेल्या असतात. आईनस्टाईन यांची थोर
 वैज्ञानिक आणि जागतिक पातळीवरील
 आदरणीय व्यक्तिमत्व अशी एक प्रतिमा
 आहे. या प्रतिमेपलीकडचं वास्तवही जाणून
 घेऊ या.



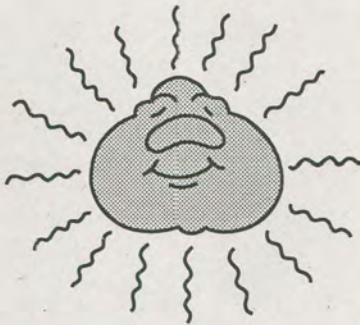
नीर क्षीर विवेक.....१९
 नीरक्षीर विवेकेतु हंसो हंसो बको बकः (दूध
 आणि पाणी वेगळं करायचं असेल तर ते
 काम हंसच करू शकेल. बगळ्याचं ते काम
 नाही) असं म्हणतात. पाणी सोडून देऊ. पण
 दुधात जर अखाद्य व हानीकारक गोष्टी
 मिसळलेल्या असतील तर ते ओळखणं
 आपल्याला फारच आवश्यक ठरते.

गोष्ट अंकांच्या जन्माची२४
 जगभरात वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळी
 भाषा, तसेच वेगवेगळी लिपी वापरली जाते.
 जरी सगळ्या संस्कृतींमध्ये दोन अधिक दोन
 बरोबर चारच होतात तरी अंकांसाठी
 वापरल्या जाणाऱ्या खुणा प्रत्येक ठिकाणी
 वेगवेगळ्या असतात. हे दोन आणि चार
 कुठे-कसे लिहिले जातात ते पाहू.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
१	१	३३	२५	२१	२२	२२	२२	२२	२२	२२
२	२	३	५	७	९	९	९	९	९	९
३	३	३	३	३	३	३	३	३	३	३
४	४	४	४	४	४	४	४	४	४	४
५	५	५	५	५	५	५	५	५	५	५
६	६	६	६	६	६	६	६	६	६	६
७	७	७	७	७	७	७	७	७	७	७
८	८	८	८	८	८	८	८	८	८	८
९	९	९	९	९	९	९	९	९	९	९
०	०	०	०	०	०	०	०	०	०	०

ऊर्जा - आजची, उद्याची४७

आमच्या वेळी स्वैपाक कोळशावर असायचा किंवा कोळशाऐवजी रॉकेलच्या स्टोव्हवर किंवा गॅसवर - अशी वाक्य कालच्या - आजच्या लोकांकडून आपण ऐकली असतील. हा कोळसा, रॉकेल, गॅस संपून गेला तर आपण काय वापरणार आहोत ? नाहीतर तो संपू नये अशी व्यवस्था तरी करायला हवी. या संदर्भात पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जेबद्दल लेखमाला चालू करीत आहोत.



नदी अपहरण६६

अपहरण या शब्दामुळेच नकोशा - अप्रिय घटनांची आठवण होते. पण नदीचे अपहरण ही मात्र वेगळीच गोष्ट आहे. कोणी केलं हे अपहरण ? कधी ? आणि कशासाठी ?

मेस्मेरिझम५४

पायाळू माणसाला विजेची जास्त भीती असते, अमुक अमुक डॉक्टर टेलिपथीने रोग बरा करतात. अशा काही गोष्टी ऐकायला मिळतात. बरेचदा त्यांना वैज्ञानिक तत्त्वाचा आधार असल्याचेही सांगितले जाते. या गोष्टी खऱ्या आहेत का हे तपासून कसं पहायचं ते कळत नाही. पूर्वी 'मेस्मर' नावाच्या एका गृहस्थानं जैविक चुंबकत्वाबद्दल काही तत्त्वं मांडली होती. ती त्याकाळी तपासून पाहिली गेली. कशी ... ते इथे वाचू या.



ब्रह्मराक्षस

लेखक : इसाक असिमोव्ह अनुवाद : बळवंत गोठोस्कर

बाटलीतल्या ब्रह्मराक्षसाची गोष्ट तुम्ही ऐकली असेल. सहजच कुतूहल म्हणून सापडलेल्या बाटलीचं झाकणं उघडलं आणि त्यातून बाहेर आलेल्या ब्रह्मराक्षसानं मोठा होत होत विश्व व्यापून टाकलं. असंच कदाचित पुन्हा होऊ पाहतंय. आपण निष्काळजीपणानं निर्माण करत असलेल्या कचऱ्यामुळे.

कचरा या शब्दाच्या अनेक व्याख्या केल्या आहेत. साधारण २५/३० वर्षापूर्वी घरात किंवा घराबाहेर जमलेल्या टाकाऊ गोष्टींना कचरा म्हणत असत. त्यानंतर लोक खराब/वाईट साहित्यालाही कचरा समजू लागले. सध्या एका नव्या शब्दकोषात संगणकात जमलेली/निर्माण केलेली निरर्थक माहिती यालाही कचरा नाव दिले आहे. अवकाशात पृथ्वीभोवती भरकटत असलेल्या मानवनिर्मित कार्यशून्य वस्तूंनाही शास्त्रज्ञ कचरा हीच संज्ञा लावतात.

कुठलीही व्याख्या स्वीकारली तरी एक गोष्ट नक्की. सध्या आपल्याकडे भरपूर कचरा निर्माण होत आहे. फक्त अमेरिका या एका देशात वार्षिक ३६० लक्ष टन इतका घन

स्वरूपातल्या टाकाऊ वस्तुंचा कचरा निर्माण होतो. प्रत्येक मानवाने बाहेर टाकलेल्या दैनिक ११ किलोग्रॅम घाणीची विल्हेवाट लावताना प्रशासनाचे लाखो रुपये खर्च होत आहेत. अनेक राष्ट्रांनी जमवलेला शस्त्रास्त्रांचा भलामोठा साठा हा सुद्धा कचराच आहे व तो नष्ट करणे किंवा संभाळत बसणे ही मोठी डोकेदुखीच आहे.

कचरा नष्ट करण्याच्या सध्याच्या अनेक प्रचलित प्रथा एकंदरीत अकार्यक्षमच आहेत. मानवसमाजात निर्माण झालेले कचऱ्याचे ढीग हे रोगराईला निमंत्रण देणारे प्राणी व जंतू यांच्या भरभराटीची केंद्रेच बनली आहेत. जंगलात रहाणाऱ्या आपल्या पूर्वजांच्या लहानलहान भटक्या टोळ्यांच्या

वसतीस्थानातला कचरा हा जंगलातच नैसर्गिक क्रियेने नष्ट होऊन त्यातील घटक जैविक चक्रात पुन्हा वापरले जात असत. जैविक प्रक्रियेने होणारे विघटन (Biodegradation) हे अत्यंत महत्वाचे आहे. या उलट सध्याच्या औद्योगिक समाजातून निर्माण झालेला कचरा हा बहुतांशी जैविक प्रक्रियेच्या आवाक्याबाहेर असतो. त्यावर सध्या बरेच संशोधन व उपाय शोधण्याचे प्रयत्न चालू आहेत. पण कल्पना करा, प्लॅस्टिक किंवा धातू पचवणारे जीवाणू

जैविक अभियांत्रिकी पद्धतीने तयार केले तरी ते जीवाणू नियंत्रणाबाहेर जाऊन आपल्या प्रामुख्याने प्लॅस्टिक व धातूप्रचलित युगाचाच नाश करायला उद्युक्त झाले तर ?

मोकळ्या जमिनीत गाडून भरलेला कचरा (Land fills) आपल्या दृष्टीआड रहातो, व तो उघड्या ढिगांसारखा रोगराईचा निमंत्रक होत नाही. पण झपाट्याने वाढणारी लोकवस्ती पृथ्वीवरील मोकळ्या जागा संपवत आहे. समुद्र, डोंगर, वाळवंटे, किंवा बर्फाच्छादित प्रदेश यासारख्या ठिकाणी



आपण कचरा नेऊन टाकू शकत नाही. आपल्या पृथ्वीवर कुठेही कचरा टाकून दिला तरी त्याचा दुसरीकडे कुठे तरी परिणाम होतोच. त्याशिवाय महत्त्वाचे म्हणजे आपल्या बहुमोल अशा पर्यावरणाचाही नाश होतो. सध्या जमिनीत गाडले जाणारे कचऱ्याचे ढीग वाढतच आहेत. सर्वात मोठा ढीग हा न्यूयॉर्क बंदराशेजारच्या स्टेटन बेटावर आहे. त्याचे नांव फ्रेश किल्ल (fresh kills) भराव असे आहे. न्यूयॉर्क राज्यातून त्या बेटावर येणारे कचऱ्याचे ढीग कधीतरी थांबवले पाहिजेत; नाही तर तिथे दुसरे एव्हरेस्ट शिखरच तयार होईल.

असले भराव अडचणीचेच आहेत. गाडलेल्या कचऱ्याचे चांगल्या (वापरण्यास योग्य अशा) जमिनीमध्ये रूपांतर होण्यास बराच कालावधी लागतो. कचऱ्यातील प्लॅस्टिक व धातू तसेच शिल्लक रहातात. कागदसुद्धा पूर्ण जैविक न्हासासाठी जवळ जवळ ५०/६० वर्षे घेतो. सगळा कचरा जाळणे म्हणजे शुद्ध मूर्खपणाच आहे. कारण त्यामुळे सध्याच चिंताजनक असलेल्या वायूप्रदूषणात भयानक भर पडेल. हे माहीत असूनही बऱ्याच ठिकाणी कचरा जाळण्यासाठी अत्यंत खर्चिक व मोठ्या भट्ट्यांचे आराखडे तयार केले जात आहेत. ह्या भट्ट्या जर कार्यान्वित झाल्या तर दर दिवशी जवळजवळ ३००० टन घातक राख निर्माण होईल.

कचरा गाडण्याला मर्यादा आहेत; कचरा

जाळणे धोक्याचे आहे; मग दुसरा कोणता पर्याय आहे ? औद्योगिक सुधारणा हा एक महत्त्वाचा मार्ग आहे. एका संस्थेने बायोसेलॅट (Biocellat) नावाचे प्लॅस्टिक तयार केले आहे; त्याचा जैविक प्रक्रियेतून न्हास करता येतो. शीतपेटीतील फ्रिऑन जातीचे वायू ओझोनच्या संरक्षक थराचा नाश करतात. एक संस्था ओझोनवर परिणाम न करणारे वायू व दाब देण्यासाठी ध्वनी लहरींचा वापर करण्याचा प्रयत्न करत आहे. अशा शीतपेटीमध्ये दाब देणारे भाग (Pistons) व वंगण (Lubricants) यांची गरजच भासणार नाही. शिवाय त्यांच्या वापरासाठी फारसा खर्चही येणार नाही. अंटाकिर्टक खंडावरील ओझोन थरातले भगदाड वाढण्याची शक्यताही कमी होईल.

जैविक प्रक्रियेतून न्हास व घटकांची पुनर्रचना यावर आणखी जास्त संशोधन होणे जरूरीचे आहे. बऱ्याच रासायनिक कारखान्यांवर सध्या खटले दाखल झाले आहेत. कारण कारखान्यातून निर्माण होणारा कचरा, दूषित पाणी व घातक वायू यावर ते योग्य नियंत्रण ठेवत नाहीत. कचरा निर्यात करणे हे महाकठीण काम आहे. कल्पनेच्या राज्यातच रहायचे म्हटले तर ... चंद्रावरची मागची बाजू पूर्ण मोकळीच आहे !

अवकाशात भरकटणारा कचरा ही सुद्धा डोकेदुखीच आहे. अमेरिकन अवकाश संस्था (NASA) तिच्या संकल्पित अवकाशस्थानासाठी मजबूत आवरण

योजीत आहे. जवळजवळ ३० हजार छोट्या मोठ्या वस्तूंनी अवकाशात होणाऱ्या संभाव्य टकरीचा बंदुकीच्या गोळीसारखाच परिणाम होऊन अवकाशयान व त्यातील यात्रींचा विनाश होण्याची शक्यता म्हणजे अवकाश संशोधकांना मोठे आव्हानच आहे. एका अवकाशयानातील (space shuttle) चालकाच्या खिडकीची कांच लहानशा रंगाच्या कपचीमुळे (Fleck) नाकाम होऊन बदलावी लागली होती. धोकादायक शस्त्रस्पर्धेमुळे हेरगिरी करणारे अनेक उपग्रह स्फोट करून नष्ट केलेले आहेत. त्यांचे असंख्य तुकडे पृथ्वीभोवती भ्रमण करत आहेत. त्यामुळे अवकाशात टक्कर होण्याची शक्यताही वाढली आहे.

पुरातत्त्वसंशोधक प्राचीन संस्कृतींच्या अवशेषांतील कचऱ्याचाही शोध घेत आहेत. विश्वातील बाहेरच्या जगातून एखाद्या पुरातत्त्वसंशोधकाने भविष्यकाळी जर पृथ्वीला भेट दिली तर मानवनिर्मित कचऱ्याचे ढीग पाहून तो नक्कीच हर्षभरीत होईल.

कदाचित् त्यावेळेपर्यंत मानवजातही कचऱ्यात नष्ट झाली असेल का ?



लेखक : इसाक असिमोव्ह,
प्रसिध्द विज्ञानलेखक

अनुवाद - बळवंत गोठोस्कर,
टाटा कॅन्सर रिसर्च इन्स्टिट्यूटमध्ये
अनेक वर्षे संशोधन, विज्ञानलेखनाची आवड

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक



मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून 'पालकनीती' ठरवायला हवी.

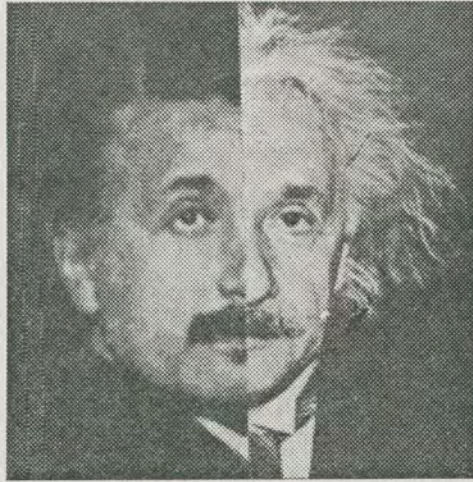
या विचारांसाठी व्यासपीठ - पालकनीती.

हे मासिक जरूर वाचा. ● वार्षिक वर्गणी रु. १२०/-

संपर्क : पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,

डेक्कन जिमखाना, पुणे ४

आईनस्टाईन



प्रतिमा आणि वास्तव

लेखक : जॉन स्टॅचल अनुवाद : नागेश मोने

“एखाद्या आधुनिक व्यक्तीबाबत जितक्या गैरसमजुती पसरतात तितकी त्याची प्रसिध्दी असे म्हणतात.” रिल्केच्या या शब्दांचा उपयोग आईनस्टाईनच्या संदर्भात रुडॉल्फ केसरने १९३० मध्ये केला होता. तेव्हापासून आजअखेर हे शब्द अधिकच यथार्थ बनून राहिले आहेत. आधुनिक व्यक्तीबाबत, विशेषतः विज्ञानाच्या क्षेत्रात अल्बर्ट आईनस्टाईनबाबत, जितक्या कथा-दंतकथा निर्माण झाल्या तितक्या क्वचितच इतर कुणाबाबत झाल्या आहेत.

सर्वात प्रसिध्द दंतकथा अशी आहे की आईनस्टाईन ‘एकदम प्रौढ’ म्हणूनच जन्मले! आणि आईनस्टाईनचे प्रचलित व प्रसिध्द चित्र याला जबाबदार आहे. पांढरे अस्ताव्यस्त केस असणारा, गूढतेचा वेध घेऊ पाहणारा त्याचा चेहरा आपल्या लगेच नजरेसमोर येतो. लहान मूल म्हणूनच ते जन्मले, त्याचे स्वतःचे बालपण होते, किशोरावस्था व तारुण्यही होते याची कल्पना करणे कठीण वाटले तरी ती वस्तुस्थिती आहे! शिवाय त्याचे तरुणपणचे जीवन मोठे



आईनस्टाईन त्यांच्या पेटंट ऑफिसमध्ये
बर्न - १९०५

तणावग्रस्तही होते जर्मनीतील प्राथमिक शाळेबाबत त्याच्या मनात कुणी घर केले असेल तर ते कटू आठवणींनी! पुढे त्याने शाळा सोडली अन् इटलीमध्ये ते भटक भटक भटकले, एखाद्या हिप्पीसारखे. आपल्या जीवनातील 'खुशीचे जीवन' असे त्यांनी त्या कालखंडाचे वर्णन केले आहे. त्याच्या वडिलांचे एकूणच अपयश व जबाबदारीने मुलाचे संगोपन करण्याविषयी उदासीनता त्याला जाचक ठरली. नातेवाईकांच्या मदतीने त्याने स्वतःचे महाविद्यालयीन शिक्षण पूर्ण केले. पदवीपर्यंतचे शिक्षण पूर्ण केल्यावर त्याला त्याच्या मित्रांच्याप्रमाणे नोकरी मिळू

शकली नाही. अखेर एका पेटंट कार्यालयात तिसऱ्या दर्जाच्या तांत्रिक अधिकाऱ्याच्या पदावर त्याला समाधान मानावे लागले. आईवडिलांचा विरोध पत्करून त्याने लग्न केले. लग्नाअगोदरही त्याला एक मुलगा होता, अर्थात त्याबाबतचा तपशील ज्ञात नाही. नोकरीची सात वर्षे पूर्ण झाल्यावर त्यांच्या 'बौद्धिक कारकीर्दीला' प्रारंभ झाला. त्यांच्या उच्च बौद्धिक दर्जास मान्यता मिळाली व ते प्राध्यापक बनले. काही वर्षांनी त्यांना बर्लिनमध्ये पूर्ण

वेळ संशोधनासाठी संधी मिळाली. १९१४ मध्ये त्यांनी या पदाचा स्वीकार केला. यावर्षी त्यांना दोन संकटांना सामोरे जावे लागले. पत्नीचा वियोग अन् पहिल्या महायुद्धाची सुरुवात. आपल्या दोन्ही मुलांना घेऊन त्यांच्या पत्नीने बर्लिन सोडले अन् महायुद्धाच्याबाबत सैन्यवादाच्या विरुद्ध भूमिका घेतल्याने ते वादाचा विषय बनले. अशा सैन्यवादाबाबत त्यांच्या मनात घृणा होती, पण हळूहळू त्यांचे साथीदार अंध राष्ट्रवादाचे पुरस्कर्ते बनले. आईनस्टाईन यांची प्रतिमा अद्याप सुप्रतिष्ठित झाली नव्हती.

आईनस्टाईनवर सारेच जण प्रेम करीत होते

अशीही एक समजूत प्रचलित आहे. बुद्धिमान म्हणून उज्वल प्रतिमा असणाऱ्या व्यक्तिवर कोण प्रेम करणार नाही? पण हे खरे नव्हे. त्यांच्यावर प्रतिकूल टीका करणारेच नव्हे तर त्याचा द्वेष करणारेही होते. त्याची कारणेही अनेक होती. एक ज्यू असल्याने, शांततावादी असल्याने, लोकशाहीवादी असल्याने, आमूलाग्र सुधारणांचा पुरस्कर्ता असल्याने व अखेर समाजवादी असल्याने ते लोकांच्या द्वेषास कारण ठरले.

१९२० च्या दशकात जर्मनीत त्यांना अनेकदा जीवे मारण्याची धमकी मिळाली होती. १९३३ मध्ये नाझी लोकांनी सत्ता हस्तगत केल्यावर आईनस्टाईनने जर्मनी सोडली. अमेरिकेत गेल्यावर ज्यूंसाठी व फॅसिस्टविरोधी लोकांसाठी केलेल्या कार्याने अमेरिकेतदेखील त्यांना विरोध सोसावा लागला. त्यांना त्रास देणारे व त्यांच्याबद्दल काहीही किटाळ उठविणारे लोकच त्यांच्या मृत्यूनंतर त्यांचे गुणगान करू लागले. १९५० च्या दशकात न्याय्य हक्काच्या संरक्षणाचा कायदा व्हावा याचे समर्थन केल्याबद्दल ते तिरस्कृत ठरले होते. गांधी तत्त्वज्ञानाने प्रभावित होऊन कायदेभंगाचे धाडस त्यांनी केले होते.

आईनस्टाईन हे जगातील सर्वात थोर वैज्ञानिक होते का थोर गणिती? ते थोर गणिती समजले जातात! पण वस्तुस्थिती अशी आहे की लहानपणी त्यांना गणित विषयाचे सहज आकलन होत नसे! भौतिकशास्त्रातील ज्या

कठिण प्रश्नांबाबत त्यांना संशोधन करावयाचे होते त्यासाठी त्यांना अमूर्त गणिताकडे वळावे लागले. त्यांना कुठल्या कामात मदत लागत असे तर ती गणितज्ञांची! सामान्य सापेक्षतावादाच्या निष्कर्षांवेळी त्यांना या मदतीची सर्वाधिक गरज होती! जीवनाच्या उत्तरार्धात त्यांनी निवडलेल्या साहाय्यकात गणितज्ञ होते. कारण गणितात त्यांना अधिक अडचण भासत असे.

एक संशोधक म्हणून 'त्रिकालाबाधित सत्य' ठरतील असे सिध्दांत शोधण्याचा आईनस्टाईनचा प्रयत्न होता, असाही प्रवाद आहे. सापेक्षतेच्या सिध्दांताला कोणी आव्हान देईल काय?

वस्तुतः एकंदर विज्ञानाबाबतच सामान्य लोकांमध्ये हा गैरसमज पसरला आहे. लोकांना असे वाटते की वैज्ञानिकांनी संमत केलेले सिध्दांत म्हणजे 'अंतिम सत्ये' असायला हवीत. आणि मग एखादा सिध्दांत मोडीत निघून त्याची जागा दुसऱ्या सिध्दांताने घेतल्याची उदाहरणे देऊन लोक विज्ञानाच्या 'मर्यादा' दाखवून देण्याचा प्रयत्न करतात. सर्वच वैज्ञानिकांवर जिथे 'अंतिम सत्य' सापडल्याचा दावा करण्याचा आरोप केला जातो, तिथे आईनस्टाईनची तरी सुटका कशी होणार? पण आईनस्टाईनने स्वतः कधीही आपल्या कुठल्याच सिध्दांताबाबत या दृष्टीने विचार केला नाही. भौतिक विश्वातील घटनांचा अभ्यास हा आपल्या पूर्वसुरींनी केलेल्या अभ्यासावर, मिळविलेल्या ज्ञानावर

आधारित असतो हे खरे, पण त्या अभ्यासाची चिकित्सा करूनच त्याची प्रगती घडविता येईल याबाबतीत ते सजग होते. १९१७ मध्ये सापेक्षतेचा सामान्य सिध्दांत विकसित केल्यावर त्यांनी लिहिले होते की ज्याप्रमाणे हा सिध्दांत न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिध्दांताच्या पुढे गेला आहे त्याप्रमाणे आज ना उद्या या सापेक्षतेच्या सिध्दांताच्या पुढे जाणारा सिध्दांत प्राप्त होऊ शकेल. नव-नव्या प्रश्नांना, समस्यांना उत्तरे शोधण्याचा प्रयास भौतिकशास्त्राधारे करता येईल असे त्यांना वाटे.

आईनस्टाईन पूर्णपणे अमूर्त विषयांचे चिंतन करीत असल्याने अव्यावहारिक व भोळसरत होते अशीही समजूत पसरलेली आहे. वास्तविक ते निश्चित व निःसंदिग्ध विचार



मांडण्यात निपुण होते. विश्वाबाबत त्यांचे आकलन ते योग्य शब्दात व समीकरणांच्या रूपात मांडीत असत. “वास्तवाचे प्रत्यक्ष निरीक्षण, अवलोकन ही मला आवडणारी गोष्ट आहे” असे त्यांनी म्हटले आहे.

आईनस्टाईन यांच्या मनोवृत्तीत स्वतंत्रतेची तीव्र इच्छा होती. ज्यू असल्याने विद्यापीठात व इतरत्रही त्यांना बौद्धिक क्षेत्रात मानाचे स्थान मिळाले नाही. आपल्या वडिलांचे मित्र व स्वतःचे मित्र यांच्या साहाय्याने त्यांना १९०२ मध्ये पेटंट कार्यालयात नोकरी मिळाली. ती सोडपर्थत किमान १ डझन संशोधन निबंध

त्यांनी प्रकाशित केले. यातील चार निबंध तर उच्च दर्जाचे होते. कुणाला वाटेल आईनस्टाईन यांच्यासारख्या बुद्धिमान व्यक्तीला असल्या कार्यालयात काम करणे किती कष्टप्रद असावे! पण आईनस्टाईन यांच्या दृष्टीने ही वर्षे अत्यंत सुखद होती. संशोधनाच्या व्यावहारिक उपयोगितेत आईनस्टाईन यांना असणारी रुची आयुष्यभर टिकली. नोकरी सोडण्याच्या अगोदर त्यांना बढती मिळाली होती आणि त्यांचे अधिकारी

त्यांना सोडावयास तयार नव्हते. नोबेल पुरस्कार मिळाल्यानंतरही पेटंट संबंधीच्या कामासाठी तज्ञ म्हणून त्यांना मानाचे स्थान होते. गायरोस्कोप, रेफ्रिजरेटर याबाबतीत त्यांनी स्वतः पेटंट घेतले होते.

अर्थात नोकरीत त्यांना एक अडचण होती खरी. ती म्हणजे त्यांचे काम फार लवकर संपत असे. उरलेल्या वेळात कुणी पाहात नाही यावर कटाक्ष ठेवत ते वैज्ञानिक संशोधनाचे काम करत.

आईनस्टाईन यांच्या कार्यपध्दतीचा आणखी एक विशेष आहे. तो म्हणजे असाधारण एकाग्रता. कोणत्याही परिस्थितीत आपली चिंतनाची धार त्यांनी खंडित केली नाही. दरम्यानच्या काळात निराळी परिस्थिती उद्भवली तरी पुन्हा मूळचा धागा पकडून आपली विचार शृंखला ते

अबाधित राखू शकत होते.

एक विद्यार्थी एकदा त्यांच्या घरी आला. आपल्या अभ्यास खोलीत ते बसले होते. समोर गणिताच्या पुस्तकांचा ढीग पडला होता. डाव्या हातावर लहान मुलाला सांभाळित उजव्या हाताने ते लिहित होते. त्यांचा दुसरा मोठा मुलगा जवळपास खेळत होता अन् प्रश्नावर प्रश्न विचारित होता अन् या सान्यात ते एकाग्रतापूर्वक काम करीत होते.

इथे आईनस्टाईनच्या वैज्ञानिक कामाचा तपशील देण्याचे प्रयोजन नाही, पण ज्या गोष्टींनी त्यांना त्यांच्या कामासाठी प्रेरणा दिली, त्यांबद्दल लिहिणे मात्र आवश्यक आहे. बहुतेक जण विज्ञानातल्या अशा समस्यांवर काम सुरू करतात, ज्यांवर आधीपासून इतर लोक काम करत आहेत त्याला आईनस्टाईन बाह्य प्रेरणा म्हणत असत. त्यांच्या स्वतःच्या प्रेरणेबद्दल विचारल्यावर त्यांनी असे म्हटले होते, की तीन प्रश्नांनी त्यांच्या कामासाठी प्रेरणा दिली. “पहिला प्रश्न हा की, प्रकाश किरणाचे स्वरूप, तो ज्या संदर्भचौकटी सापेक्ष, ज्या दृष्टीकोनातून, पाहिला जात आहे, तिच्यावर कशा प्रकारे अवलंबून आहे?” सोळा वर्षे वय असतानाच आईनस्टाईनने या प्रश्नावर विचार करायला सुरुवात केली होती. जर आपण सर्वाधिक वेगाने पळत प्रकाशकिरणाचा पाठलाग केला तर काय होईल ? आपण प्रकाश किरणाच्या बरोबरीने

पळू शकू का ? आणि असे शक्य झाले, तर हा किरण कसा दिसेल ? या गोष्टींवर त्याने विचार केला. कोणीही किशोर या प्रश्नांवर पाच-दहा मिनिटे विचार करू शकेल, हे मीही मान्य करतो. आईनस्टाईनने या प्रश्नावर आणि त्यातून निर्माण होणाऱ्या आणखी जटिल समस्यांवर दहा वर्षे विचार केला. आईनस्टाईनच्या मते, हा प्रश्न म्हणजे ज्याची परिणती १९०५ साली, वयाच्या सव्वीसाव्या वर्षी, सापेक्षतेच्या विशेष सिध्दांतात (special theory of relativity) झाली त्या कामाची सुरुवात होती. या सिध्दांतानुसार प्रकाशाचा वेग, ही वेगाची अंतिम सीमा आहे, कोणताही पदार्थ हा वेग प्राप्त करू शकत नाही. अशा प्रश्नावर दहा वर्षे विचार करून आपले विचार विकसित करण्याची क्षमता आईनस्टाईनमध्ये होती.

दुसरा मुख्य प्रश्न होता, “पदार्थाचे वस्तुमान (mass) व जडत्व (inertia) एकच असण्याला कशाचा आधार आहे?”

तुम्हाला पदार्थविज्ञानाचा इतिहास थोडा फार माहीत असेल, तर जडत्व व वस्तुमान हे गुणधर्म एकच असण्याचा एक परिणामही तुम्हाला समजू शकेल. हा परिणाम ३०० वर्षांपासून माहीत होता. पीसाच्या कलत्या मनोन्यावरून गॅलिलिओने जे प्रसिध्द प्रयोग केले होते, त्यावरून ते समजले होते की, खाली पडणाऱ्या सर्व वस्तू एकाच त्वरणाने पडतात. आईनस्टाईनसाठी ही केवळ एक वस्तुस्थिती नव्हती, तर एक जटिल कोडे होते.

स्थिर वस्तुमान आणि सापेक्ष वस्तुमान

न्यूटनच्या सिध्दांतानुसार पदार्थाचे वस्तुमान नेहमी स्थिर असते. पण आईनस्टाईनने सापेक्षता सिध्दांताद्वारे दाखवून दिले की जेव्हा वस्तू स्थिर (stationary) असते तेव्हाच तिचे वस्तुमान स्थिर (constant) असते. गतिमान वस्तूचे वस्तुमान तिच्या वेगाबरोबर बदलत जाते. वस्तूच्या स्थिर अवस्थेतील वस्तुमानाला स्थिर वस्तुमान (rest mass) म्हणतात, तर गतिमान अवस्थेतील वस्तुमानाला सापेक्षीय वस्तुमान (relativistic mass) म्हणतात. कोणतीही वस्तू आपली स्थिर गतीची अवस्था (म्हणजेच स्थिर अवस्था किंवा स्थिर गतिमान अवस्था) कायम ठेवण्याचा प्रयत्न करते. वस्तूच्या या प्रवृत्तीला जडत्व म्हणतात. न्यूटनच्या सिध्दांतानुसार वस्तूचे वस्तुमान तिच्या एकूण द्रव्याचे मापक आहे, त्याचप्रमाणे तिच्या जडत्वाचेही (inertia) मापक आहे. न्यूटनच्या सिध्दांतात वस्तुमान या संकल्पनेबाबत अशी थोडी संदिग्धता होती. आईनस्टाईनने स्थिर वस्तुमान व सापेक्षीय वस्तुमान यातील फरक दाखवून ही संदिग्धता दूर केली. आईनस्टाईनच्या सिध्दांतानुसार स्थिर वस्तुमान हे वस्तूच्या एकूण द्रव्याचे मापक आहे तर सापेक्षीय वस्तुमान हे वस्तूच्या जडत्वाचे मापक आहे.

सापेक्षतेचा विशेष सिध्दांत पूर्ण केल्यानंतर ते या प्रश्नावर विचार करू लागले. त्याचप्रमाणे त्यातून निर्माण होणाऱ्या इतर समस्यांवरही त्यांनी लक्ष केंद्रित केले. हे विचार मंथन जवळजवळ आठ वर्षे चालले आणि शेवटी १९१५ साली त्यांनी सापेक्षतेचा सर्वसाधारण सिध्दांत मांडला. हाच आईनस्टाईनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिध्दांत आहे. सध्यातरी गुरुत्वाकर्षणाचा हाच एक सर्वश्रेष्ठ उपलब्ध सिध्दांत आहे. कदाचित हा अंतिम सिध्दांत नाही. पण तरी वस्तुस्थिती ही आहे, की यापेक्षा जास्त खोलवर कोणी जाऊ शकलेले नाही.

आणि तिसऱ्या प्रश्नाबद्दल आईनस्टाईनचे असे मत आहे की, याने त्यांना त्यांचे सर्वात महत्त्वाचे काम करण्याची प्रेरणा दिली. “गुरुत्वाकर्षण बल व विद्युतचुंबकीय बल एकत्रितरित्या समजून घेता येतील का?”

त्या वेळी माहीत असलेल्या दोन्ही मूलभूत बलांच्या - गुरुत्वाकर्षण व विद्युतचुंबकीय बल - व्याख्या सर्वस्वी वेगवेगळ्या सिध्दांताद्वारे कराव्या लागत. हे आईनस्टाईनला विचित्र वाटत असे. सापेक्षतेचा सर्वसाधारण सिध्दांत मांडल्यानंतर काही काळातच त्यांनी या विषयी विचार सुरू केला होता. १९१८ मध्ये

सुरू झालेले हे विचार मंथन १९५५ पर्यंत चालले. पण स्वतःचे समाधान होईल अशा कोणत्याही निष्कर्षाप्रत ते येऊ शकले नाहीत. पण आईनस्टाईनसाठी यश म्हणजेच सर्वकाही नव्हते. त्यांनी एक जटिल समस्या मांडली होती, जिचे उत्तर त्यांच्या दृष्टिपथात होते. त्यामुळे हे उत्तर शोधण्याच्या प्रक्रियेत मग्न रहाणे त्यांना आवडत होते.

बराच काळपर्यंत भौतिकशास्त्रज्ञांत सर्व मूलभूत बलांच्या एकत्रीकरणाच्या सिद्धांताची 'फॅशन' नव्हती. गेल्या काही वर्षांत हा विषय सर्वासमोर आला आहे. मात्र आज अनेक नवी बले सापडलेली आहेत आणि एकीकरणाच्या प्रयत्नांचे स्वरूपही बदलले आहे.

“माझ्या आयुष्याचे सार तीन प्रश्नांच्या उलगड्यासाठी केलेल्या प्रयत्नात आहे” असे त्यांनी म्हटले आहे. “बाकी इतर ज्या ज्या कामात मी लक्ष घातले ते भौतिकशास्त्रातील तात्कालिक समस्यांशी संबंधित होते.” इथे हे लक्षात घ्यावयास हवे की “बाकी कामात” पुंजयांत्रिकी (क्वांटम - मेकॅनिक्स) येते व यांत्रिकीमधील (मेकॅनिक्स) संख्याशास्त्रीय भाग येतो! पण वरील तीन प्रश्नांच्या उकलीसाठी आवश्यक त्या प्रेरणेचा स्रोत कोणता होता? त्यांच्याच शब्दात त्याचे उत्तर असे, “अनुभवातून प्राप्त झालेल्या वस्तुस्थितीचे ज्ञान साध्या

तर्कसुसंगत विधानांद्वारे करता यावे ही आकांक्षा व असे करता येईल अशी धारणा.”

आईनस्टाईन यांच्या धार्मिक धारणांबद्दलही बरीच मतमतांतरे आहेत. विशेषतः त्यांचे एक विधान - 'देव जुगार खेळत नाही (God does not play dice)' - हे देवावर त्यांचा विश्वास असल्याचे दाखवते, असे बरेचदा म्हटले - लिहिले जाते. प्रत्यक्षात हे विधान आईनस्टाईनने पुंजभौतिकीतील संकल्पनांना विरोध करताना केले होते. संख्याशास्त्रीय संभाव्यतेच्या नियमांनुसार आण्विक पातळीवरील (आणि त्यामुळे पर्यायाने सगळेच) विश्व चालते, या



पुंजभौतिकीमागील संकल्पनेला त्यांनी नेहमीच विरोध केला. विश्वात अनेक घटना-घडामोडींचा गुंता आहे. पण या गुंत्याचा उलगडा होऊ शकेल, कारण या सर्व घटना-घडामोडी विशिष्ट नियमांच्या आधीन आहेत, यावर त्यांचा ठाम विश्वास होता. जवळजवळ १० वर्षे सापेक्षता सिद्धांतावर त्यांनी जे काम केले त्यामागे - विश्व तर्कसुसंगत आहे - यावरच्या त्यांच्या विश्वासाचीच प्रेरणा आणि प्रोत्साहन होते. याच धारणेतून त्यांनी असे मानले की, विश्वातील मूलभूत बले एकाच बलाची वेगवेगळी रूपे आहेत, आणि आयुष्यभर बलांच्या एकीकरणाच्या



आईनस्टाईन यांना मिळालेले नोबेल पदक

सिध्दातांचा पाठपुरावा केला.

धर्माच्या परंपरागत अर्थाशी व कर्मकांडाशी त्यांना देणे-घेणे नव्हते. त्यांनी लिहिले आहे, “व्यक्तीच्या अमरतेवर माझा विश्वास नाही. मानवी व्यवहारातील नैतिकता मला श्रद्धेय असून यात कोणत्याही परामानवीय शक्तीला स्थान नाही.”

आईनस्टाईन हे अत्यंत ढिसाळ, गबाळे शिक्षक होते असाही एक समज आहे. शिकविण्याविषयी त्यांना नावड होती असे म्हणतात. मला वाटते तेच तेच त्याच त्याच प्रकारे शिकविण्याने त्यांना उबग आला असावा. पण हे तर साऱ्याच चांगल्या शिक्षकांबाबत घडते. त्यांच्या विद्यार्थ्यांनी मात्र त्यांच्या अध्यापनाचे गुणगान केलेले आढळते.

१९१४ मध्ये बर्लिन विद्यापीठाने त्यांना निमंत्रित केले. त्यांच्यासाठी अनुरूप असे स्वतंत्र पदही निर्माण करण्यात आले.

संशोधनासाठी व अध्यापनासाठी त्यांना पूर्ण मुभा ठेवण्यात आली होती. त्यांनी काही काळ तिथे अध्यापनाचे कार्य केले. १९३३ मध्ये कायमसाठी त्यांनी बर्लिनमध्ये बस्तान हलविले. प्रिस्टन विद्यापीठात अधूनमधून त्यांनी काही व्याख्याने दिली.

शिक्षणासंदर्भात त्यांना असणाऱ्या रुचीचे दर्शन आपल्याला त्यांच्या निरनिराळ्या टिपणांमधून आढळते. उदाहरणार्थ “विद्यार्थ्यांच्या भावी काळात उपयोगी पडेल असे ज्ञान प्रत्यक्ष अनुभवातून देण्याबद्दल व असे कौशल्य विकसित करण्याबाबत माझा विरोध आहे. जीवन इतके जटिल आहे की शाळेमध्ये असे करणे व विशेष प्रशिक्षण देणे असंभवनीय आहे. शिवाय कोणतीही व्यक्ती, मूल म्हणजे निर्जीव यंत्र वा साधन समजले जाऊ नये. शाळेचे हे ध्येय असावे की तिथून बाहेर पडणारा विद्यार्थी एक समंजस नागरिक बनेल, एखादा विशेषज्ञ नव्हे! स्वतंत्र विचार

करण्याची क्षमता व विवेकास सर्वोच्च स्थान हवे, विशिष्ट ज्ञानार्जनास नव्हे. एखाद्याने एखाद्या विषयाचा पाया पक्का करून त्यात प्राविण्य संपादन केले असेल आणि स्वतंत्र विचार करण्याची क्षमता सतेज ठेवली असेल तर तो आपला मार्ग धुंडाळेल व भविष्यकालीन प्रगती व परिवर्तनामध्ये स्वतःला सामीलही करून घेईल यात मला शंका नाही!”

आईनस्टाईनला मानवजातीची चिंता लागून राहिलेली होती. आणि कोणत्याही गोष्टीवर ते लगेच मतप्रदर्शन करत असेही मानले जाते. प्रत्यक्षात आईनस्टाईन यांचे व्यक्तित्व मानवी संबंधांपेक्षा वैश्विक नियमांच्या वैज्ञानिक संशोधनाच्या पायावर रचले गेले होते. आयुष्याच्या अखेरच्या काळात त्यांनी व्यक्तिगत व वैज्ञानिक समस्यांबाबत सल्ले देऊन मदत केली हे खरे, शिवाय सामाजिक व राजनैतिक गोष्टींसाठीही त्यांनी वेळ खर्च केला, यातही शंका नाही. पण तरीही या सगळ्या घडामोडींमध्ये ते ‘स्थितप्रज्ञ’ राहिले. आपल्या प्रसिध्दीमुळे लोक आपले ऐकतात, ही जाणीव त्यांनी सोडली नाही. म्हणूनच आपली मते प्रदर्शित करण्याबाबत ते सदैव जागरूक राहिले. काही बाबतीत तर त्यांनी जाणून-बुजून मौन स्वीकारले.

पहिल्या महायुद्धापूर्वी राजनैतिकदृष्ट्या ते सक्रिय असल्याचा पुरावा उपलब्ध नाही. युद्ध सुरू झाल्यावरच ते सक्रिय झाले.

जर्मनीमधील शांतता आंदोलनात सहभाग घेऊन त्याची सुरुवात झाली. तिथपासून त्यांनी शांतता आंदोलनात आजीवन सहभाग घेतला.

अर्थात त्या संदर्भातही अनेक वाद उत्पन्न झाले. १९३०च्या दशकात त्यांनी युवकांना “फौजेत सामील न होण्याचे” आवाहन केले त्यामुळे राष्ट्रवाद्यांची नाराजी स्वीकारावी लागली. पण हिटलर सत्तेवर येताच फॅसिस्टांच्या विरुद्ध शस्त्र हाती धरण्याचे धोरण अवलंबण्यास त्यांनी सांगितले अन् त्यामुळे ते शांतता विरोधी बनले! बदललेल्या परिस्थितीत बदललेली रणनीती हवी असे त्यांचे मत. प्रजातांत्रिक देशातील निःशस्त्रीकरण हे फॅसिस्टांना अधिक बळ पुरवेल असे त्यांना वाटले.

अणुबाँबचे जनक म्हणूनही काही जण आईनस्टाईन यांचेकडे निर्देश करतात. $E = mc^2$ हे त्यांचे सूत्र जगप्रसिध्दच आहे. शिवाय या सूत्राचा संबंध अणुबाँबशी आहे हे सर्वविदितच आहे. पण या सूत्राशिवायही अणुबाँबची निर्मिती होतच होती ही वस्तुस्थिती होती.

आईनस्टाईन यांनी अमेरिकेचे तत्कालीन राष्ट्राध्यक्ष फ्रँकलिन रूझवेल्ट यांना पत्र लिहून फॅसिस्ट शक्तीवर मात करण्यासाठी अणुबाँब निर्मिती प्रकल्प हाती घ्यावा, अशी विनंती केली आणि त्यामुळेच अणुबाँबची निर्मिती होऊन पुढचा सगळा इतिहास घडला, असे मानले जाते. आईनस्टाईन यांच्या या जगप्रसिध्द पत्राबद्दल, त्यांच्या त्यांना अपेक्षित असलेल्या परिणामाबद्दल,

प्रत्यक्षात घडलेल्या घटनांबद्दल आणि या सगळ्याविषयी आईनस्टाईन यांच्या कथित प्रतिक्रियांबद्दल अजूनही उलट-सुलट चर्चा चालूच आहे.

खरे पाहता अण्वस्त्रांच्या चढाओढीत वैज्ञानिकांच्या नैतिक व सामाजिक जबाबदारीबाबत ते फार जागरूक होते. ते म्हणत, “आम्हा वैज्ञानिकांनी जीवन-विनाशकारी साधनांच्या निर्मितीवर अधिक काम केले आहे. आम्ही आपली पूर्ण शक्ती, ज्या हेतूसाठी ही अस्त्रे निर्माण केली गेली त्या हेतूंचा पाडाव करण्यासाठी वापरली पाहिजे.”

पहिल्या महायुध्दानंतर आईनस्टाईन यांनी आपली ‘ज्यू’ असल्याची ओळख अधोरेखित केली. त्यांचे बालपण धर्मनिरपेक्ष ज्यू कुटुंबात गेले होते व ते आपली ओळख ‘ज्यू’ पणाशी जोडत नव्हते. जर्मनीमधील ज्यू विरोधी वातावरणामुळे ते खरे इकडे वळले. कार्हीच्या मते हा विरोधाभास आहे.

आईनस्टाईन हे स्वघोषित “अनेक राष्ट्रवादी” होते. पण अखेरच्या वर्षात एका विश्व सरकारच्या बाजूने त्यांनी मत प्रतिपादले आणि या दोन्ही बाबीत मेळ नसल्याचे टीकाकारांना जाणवले. त्यांनी याबाबत उत्तर दिले; “खरे पाहता परंपरा वा जाती, गट यांच्यात विभागल्या जाणाऱ्या मानवसमूहाची

कल्पना माझ्या आदर्शांशी मिळणारी-जुळणारी नाही. पण एक समुदाय जर दुसऱ्या समुदायावर हल्ला करित असेल तर स्वसंरक्षणार्थ व स्वतःच्या भौतिक व आध्यात्मिक हिताचे रक्षण करण्यासाठी वेगळ्या समुदायाची आवश्यकता अपरिहार्य ठरते.”

अमेरिकेमध्ये त्यांना जाणवले की जर्मनीमधील ज्यूंची अन् अमेरिकेतील काळ्या निग्रोंची स्थिती सारखीच विदारक आहे. कृष्णवर्णीय निग्रोंच्या संघर्षांचे त्यांनी समर्थन केले. समाजातील आर्थिक, सामाजिक असमानतांचा विचार करता या सान्यांसाठी समाजवादी अर्थव्यवस्थेत उत्तर सापडेल असे त्यांना वाटे. पण त्याचबरोबर सोविएट संघातील घटनांमुळे केवळ समाजवादी अर्थव्यवस्था पूर्णपणे यशस्वी ठरेल किंवा नाही याबद्दल ते साशंक होते.

आईनस्टाईन यांचे विचार आजही लागू पडतात असे मला वाटते ते वरील मुद्द्यांमुळेच.



(जॉन स्टॅचल यांनी १९९७ मध्ये दिलेल्या व्याख्यानाचा काही अंश)

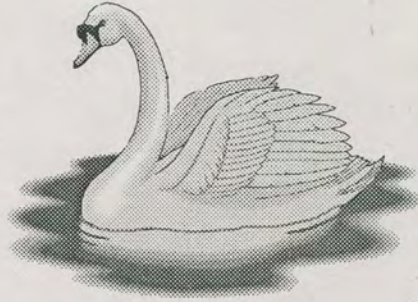
स्रोत नोव्हेंबर १९९८ मधून साभार
अनुवाद : नागेश मोने

मुखपृष्ठ व लेखामध्ये पुढील पुस्तकातून चित्रे घेतली आहेत. 1) National Geographic : May 1974 2) Relativity - The Special and the General Theory - Albert Einstein 3) Subtle is the Lord - Abraham Pais 4) The Scientist - Time Life Books

विशेष आभार : आयुका, पुणे

नीर क्षीर विवेक

लेखक : अम्लान दास अनुवाद : शैलेश जोशी



“कारे, आज दूध आणायला एवढा उशीर का झाला?”

यावर दूधवाला म्हणतो, “बाई आज नळाला पाणीच उशीरा आलं.”

यातला विनोदाचा भाग बाजूला ठेवला तरी दुधाच्या भेसळीच्या परंपरेला प्रदीर्घ इतिहास आहे. सर्वात साधी आणि व्यापक भेसळ म्हणजे गाई-म्हशीच्या दुधात पाणी मिसळून त्याचे आकारमान वाढवणे. दुधात जर पाणी मिसळले असेल तर ते गरम करताना त्याच्या साईच्या प्रमाणावरून ही भेसळ लक्षात येते. बारकाईने तपासणी करण्यासाठी लॅक्टोमीटर वापरले जाते. याखेरीच दूध टिकवण्यासाठी त्यात विविध

रसायनेही मिसळली जातात. ही रसायने शरीराला हानीकारक होऊ नयेत अशी काळजी घेतली जाते.

परंतु या संदर्भात “सिंथेटिक किंवा कृत्रिम दूध” मात्र पूर्णपणे वेगळे आहे. बहुधा कृत्रिम दूध बनवण्याचा शोध सर्वप्रथम उत्तर भारतातील कुरुक्षेत्रात लागला असावा. त्यानंतर हिमाचल प्रदेश, राजस्थान, पंजाब आणि मध्यप्रदेशातूनही अशा बातम्या येऊ लागल्या. हे बनावट दूध प्रत्यक्षात आहे तरी काय ? ते कसे बनवले जाते ?

कृत्रिम दूध

युरिया, कॉस्टिक सोडा, तेल, साखर इत्यादी पाण्यात मिसळल्यानंतर दुधासारखाच

तरल, पांढरा, स्निग्ध द्रव पदार्थ बनतो आणि हा पदार्थ नासू नये म्हणून त्यात काही रसायनेही मिसळली जातात. हा द्रव पदार्थ अगदी खऱ्या दुधासारखाच दिसतो आणि म्हणून तो गायी-म्हशीच्या खऱ्या दुधात मिसळून विकला जातो. पण ही भेसळ मात्र दुधात पाणी मिसळण्यापेक्षा खूपच घातक आहे, कारण अशा भेसळयुक्त दुधामुळे शारीरिक वाढ खुंटणे, आंधळेपणा येणे, पोटात अल्सर, कर्करोग, आणि नपुंसकत्व या साऱख्या कैक व्याधी होऊ शकतात.

खरं तर या दुधाला 'कृत्रिम दूध' म्हणणे चुकीचे आहे. कारण त्यामुळे असे वाटते की हे खरे दूध नसले तरी बहुधा खऱ्या दुधासारखेच असावे (अश्वत्थाम्याच्या दुधासारखे किंवा पावडरीच्या दुधासारखे). त्याचे भौतिक, रासायनिक आणि पोषक गुणधर्म काही प्रमाणात खऱ्या दुधासारखेच असावेत. परंतु या दुधाचे खऱ्या दुधाशी काहीही साम्य नाही. म्हणूनच ह्याला 'सिंथेटिक मिल्क' किंवा बनावट / नकली दूध म्हणणेच बरे!

शुद्ध दुधात जवळपास ३.५% स्निग्ध पदार्थ असतात. ज्यात तेलात विरघळणारी जीवनसत्त्वे (Vitamins) A, D (Calciferols); E (Tocopherols) असतात आणि ९.५% स्निग्ध पदार्थांव्यतिरिक्त अन्य घनपदार्थ (Solid Non. Fats) असतात. यामधे प्रथिने, कार्बोहायड्रेट्स (Lactose) तसेच

खनिज पदार्थ - कॅल्शियम, फॉस्फरस, मॅग्नेशियम तसेच झिंक असतात.

बनावट दुधात घातलेले सोयाबीन किंवा खनिज तेल (Mineral Oil) खऱ्या दुधातील स्निग्ध पदार्थांना पर्याय म्हणून वापरले जातात. युरीया, साखर, स्टार्च, मीठ इत्यादी स्निग्धव्यतिरिक्त घनपदार्थांचे प्रमाण भरून काढतात.

शुद्ध दूध अधिक दिवस टिकविण्यासाठी त्यात विशिष्ट (Preservative) पदार्थ मिसळले जातात, उदाहरणार्थ - फॉर्माल्डिहाईड; हायड्रोजन पेरोक्साईड; सॅलिसिलिक ॲसिड. पण हे आपल्या आरोग्यास हानीकारक असतात. शुद्ध दूध जर थोड्या उष्ण वातावरणात ठेवले तर त्यातील लॅक्टोज शर्करा लॅक्टिक ॲसिडमध्ये बदलू लागते - ज्यामुळे दूध अधिक अम्लीय (acidic) होते. म्हणून त्याला उदासीन बनविण्यासाठी त्यात कॉस्टीक सोडा (सोडियम हायड्रॉक्साईड), चुऱ्याची निवळी इत्यादी मिसळली जाते. यामुळे दूध बऱ्याच काळपर्यंत फाटत नाही.

कृत्रिम दुधाचा फॉर्म्युला :

कृत्रिम दुधाचा फॉर्म्युला तसेच ते बनविण्याची पध्दती काही वर्षांपूर्वी 'ट्रिब्यून' नावाच्या एका वर्तमानपत्रात छापली होती.

नळाचे पाणी, युरीया, कॉस्टिक सोडा, कपडे धुण्याचा सोडा, सोयाबीन तेल, मीठ, साखर. स्किम्ड मिल्क (मलई काढलेले



गायीच्या दुधाचे घटक

पाणी	६३% ते ८०%
स्निग्ध पदार्थ	३.५%
लॅक्टोज	४.८%
केसिन	३.३%
अल्ब्युमिन	०.७%

दूध), ग्लुकोज पावडर हे पदार्थ कृत्रिम दूध तयार करताना वापरतात.

युरीया, कॉस्टिक सोडा, मीठ, साखर, आणि ग्लुकोज पावडर एका पातेल्यात घेऊन चांगले मिश्रण बनवून त्यात नळाचे पाणी मिसळले जाते. त्यानंतर सोयाबीन तेल तसेच दूध पावडर मिसळली जाते. ह्याप्रकारे कृत्रिम दूध तयार होते.

गायी-म्हशींच्या दुधाच्या घटकांशी तुलना केल्यावर कळते की ह्या कृत्रिम दुधात खऱ्या दुधात सापडणाऱ्या पदार्थांपैकी एकही नाही. कित्येक घटक नाहीतच.

बनावट दूध ओळखणे

जर समोर शंभर टक्के बनावट दूध असेल तर वास, रंग, स्वाद इत्यादींच्या आधारे कोणीही सहजपणे ओळखेल की येथे काहीतरी गडबड आहे. पण जेव्हा बनावट दूध खऱ्या दुधात मिसळतात तेव्हा गंध, रंग, स्वाद यावरून भेसळ ओळखणे खूपच कठीण

काम असते.

पुढच्या पानावर दिलेल्या कोष्टकात सिंथेटिक दुधाची शुद्ध दुधाबरोबर तुलना केली आहे. ह्यावरून स्पष्ट समजते की दोघांच्या घटकांत जमीनअस्मानाचे अंतर आहे. आता मुद्दा हा आहे की हा फरक कसा ओळखणार ? दूध पिणे बंद करणे हा उपाय तर नाही. दुधाची परीक्षा करून त्यात भेसळ नाही ना हे मात्र आपण नक्कीच पाहू शकतो. त्यासाठी परीक्षणाच्या काही पध्दती इथे सुचवल्या आहेत.

तपासणीच्या काही पध्दती :

पहिली सोपी पध्दती म्हणजे सिंथेटिक दूध आणि शुद्ध दुधाच्या गुणधर्मांची तुलना कोष्टकानुसार करणे. दुधात बोटे बुडवून एकमेकांवर चोळल्यास शुद्ध दुध साबणासारखा स्पर्श देत नाही. दुधाचा वास शुद्ध दुधापेक्षा वेगळा असेल तर ते बनावट असण्याची शक्यता असते. अशा ह्या सोप्या

बनावट दूध आणि शुद्ध दुधातील फरक

गुणधर्म	बनावट दूध	शुद्ध दूध
१) रंग	पांढरा	पांढरा
२) स्वाद	कडूसर	स्वादिर
३) गंध	गरम केल्यानंतर कळणारा साबणासारखा वास	दुधाचा विशिष्ट गंध
४) पोत	बोटांत घेऊन चोळल्यास साबणासारखा स्पर्श	साबणासारखा स्पर्श नाही.
५) अम्लता/ अल्कली गुण	अल्कली pH जवळपास ९ ते १०.५	सौम्य अम्लीय pH जवळपास ६.६ ते ६.८
६) युरीयाचे प्रमाण	अधिक	खूपच कमी
७) साखर	असते	नसते.
८) वनस्पती मेद	असतात.	नसतात.
९) उदासीन करणारे पदार्थ	असतात.	नसतात.

चाचण्या करून पहाव्यात.

आता दुधाच्या आम्लतेची-अल्कतेची चाचणी करावी. कोष्टकानुसार कृत्रिम दूध अल्कलीय असते तर शुद्ध दूध सौम्य अम्लीय किंवा उदासीन असते. लिटमस कागदाने ह्याची परीक्षा करता येते. हळदीच्या पाण्यातील द्रावणात एखादा फिल्टर पेपर बुडवून, बाहेर काढून वाळवल्यानंतर जो हळदीचा कागद बनतो, तो कागद अधिक अल्कलीयुक्त दुधात (बनावट दुधात) बुडवल्यास त्याचा रंग लाल बनतो. लाल लिटमस कागद अल्कलीयुक्त दुधात

बुडवल्यास त्याचा रंग निळा होतो. अल्कलीची दुधातील उपस्थिती तपासण्यासाठी फेनॉल्फथॅलीन दर्शक-द्रावणाचा उपयोग करता येतो. दूध अल्कलीयुक्त असेल तर द्रावणाचा रंग गुलाबी होतो.

पण समजा शुद्ध दुधात काही प्रमाणात 'बनावट दूध' मिसळून विकले जात असल्यास काय करावे? अशावेळी वर सांगितलेल्या पद्धतीने तपासणी करणे कठीण असते.

आपण पाहिले की बनावट दुधात युरीया

हा एक प्रमुख रासायनिक पदार्थ असतो. (नैसर्गिक दुधातही युरिया असतो पण फारच कमी प्रमाणात; उदा. १०० मिलीलीटर दुधात ४५ ते ५५ मिलीग्राम म्हणजे एक लीटर शुद्ध दुधात जवळपास अर्धा ग्रॅम युरिया असते.) ह्यामुळे नैसर्गिक दुधात थोडेसे जरी 'बनावट दूध' मिसळले असेल तर त्या दुधात सामान्यतः आढळणाऱ्या प्रमाणापेक्षा जास्त युरिया असण्याची शक्यता वाढते. युरियाची उपस्थिती तपासण्याची पद्धती फारशी कठीण नाही; परंतु त्यासाठी एका विशेष रसायनाची गरज असते; ते सर्वत्र मिळत नाही आणि महागसुद्धा असते.

पॅरा-डायमिथाईल-अमिनो-बेंझाल्डिहाईड (डि.अम्.अे.बी.) या रसायनाची युरियाशी अभिक्रिया केल्यानंतर ते पिवळ्या रंगाच्या पदार्थात बदलते. दुधाच्या नमुन्यात पॅरा-डायमिथाईल-अमिनो-बेंझाल्डिहाईडचे एक-दोन थेंब टाकल्यानंतर दुधाचा रंग पिवळा झाला तर त्या दुधात नक्कीच युरिया अधिक प्रमाणात उपस्थित आहे. एक गोष्ट ध्यानात ठेवली

पाहिजे ती म्हणजे शुध्द दुधाबरोबर हे दर्शक-द्रावण पिवळा रंग दाखवित नाही.

पॅरा-डायमिथाईल-अमिनो-बेंझाल्डिहाईडचे द्रावण बनवण्यासाठी १.६ ग्रॅम डी.अम्.अे.बी. ९० मिलीलीटर ईथाईल अल्कोहोल आणि १० मिलीलीटर मिठाचे संपृक्त द्रावण आम्लात विरघळवले जाते. हीच तपासणी आपण एका वेगळ्या पद्धतीनेही करू शकतो. फिल्टर पेपरची एक पट्टी घ्यावी. ती पॅरा-डायमिथाईल-अॅमिनो-बेंझाल्डिहाईडच्या द्रावणात बुडवून सुकवावी. आता ही पट्टी दुधाच्या नमुन्यात बुडवावी. जर पट्टीचा रंग पिवळा झाला तर दुधात युरियामिश्रित बनावट दुधाची भेसळ आहे, असे समजावे.



लेखक : अम्लान दास एकलव्यच्या होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रमात सहभागी

अनुवाद : शैलेश जोशी
बी.फार्मसी. मुंबई

ऑगस्ट ९९ ते जुलै २०००

ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१

या दोन्ही वर्षांचे ६-६ अंकांचे संच उपलब्ध आहेत.

शाळेत शिकणाऱ्या किंवा शिकवणाऱ्या

आपल्या मित्रमैत्रिणी-नातेवाईकांना हे संच भेट द्या.

गोष्ट - अंकांच्या जन्माची!

लेखक : अंजली पेंडसे



लहानपणी आपल्यापैकी सगळ्यांनीच 'एक रे एकाचा, दोन रे दोनाचे ... असं म्हणत एक, दोन, ...या संख्या गिरवायला, काढायला सुरुवात केली असेल. नंतर पुढे आयुष्यभर या संख्या आपल्या दैनंदिन व्यवहाराचा एक अविभाज्य घटक बनून जातात. पण खरंच, 'या संख्या आल्या तरी कुठून? माणसाला या संख्यांची का व कधी गरज भासली? संख्यादर्शक चिन्हे निर्माण तरी कशी झाली?' असे अनेक प्रश्न मनात उभे राहतात.

तेव्हा हे सगळं जाणून घेण्यासाठी आपण त्या संख्यांचीच गोष्ट ऐकू या!

ही गोष्ट आहे खूप जुन्या काळातील. थेट त्या काळातील, जेव्हा माणूस एकत्र वस्ती करून राहू लागला. कालांतराने शेती करू लागला, गुरे पाळू लागला. तेव्हा मग कुटुंबातील व्यक्ति, शत्रुपक्षातील माणसे वा कळपातील गुरे मोजण्यासाठी त्याला संख्यादर्शक चिन्हांची गरज भासली. त्यासाठी झाडांवर केलेल्या खुणा, दोरीच्या गाठी, हातांची बोटे इ. गोष्टींचा वापर केला जाऊ लागला. पुढील काळात निरनिराळ्या ज्ञात, नैसर्गिक गोष्टींचा उपयोग



एक, दोन, तीन... इ. संख्या दर्शविण्यासाठी केला जाऊ लागला. उदा. एक दर्शविण्यासाठी सिंहाचे डोके, दोन दर्शविण्यासाठी पक्षाचे पंख, तीन दर्शविण्यासाठी त्रिदल वनस्पती वगैरे....

कालांतराने निरनिराळ्या नद्यांच्या समृद्ध खोऱ्यांत मानव वस्ती करून राहू लागला. नगर, शहर आकारास येऊ लागले. या भिन्न नगरांतून बहुविध संस्कृती उदयास आल्या, समृद्ध होऊ लागल्या. या विविध संस्कृतींमध्ये संख्या दर्शविण्यासाठी वेगवेगळ्या पध्दती वापरल्या जाऊ लागल्या. त्यापैकी काही महत्त्वाच्या पध्दती आता पाहू.

बॅबिलोनियन संख्यापध्दती

सुमारे ५००० वर्षांपूर्वी तिग्रीस, युफ्रेटिस नद्यांच्या खोऱ्यात एक मोठी वसाहत तयार झाली. त्या भागाला 'बॅबिलोनिया' म्हणत.

या बॅबिलोनियन लोकांनी संख्या दर्शविण्यासाठी पाचरसदृश चिन्हांचा उपयोग केला. ओल्या मातीच्या पाटीवर ही चिन्हे उमटवली जायची. मग ती भाजून उन्हात सुकवली जायची. (त्यामुळेच या पाट्या इतक्या दीर्घ काळानंतरही टिकून राहिल्या आहेत.)



बॅबिलोनियन संख्यापध्दती ही त्या अंकाच्या संख्येतील स्थानावर आधारित आहे. पण शून्यासाठी त्यात एकही चिन्ह नाही. आश्चर्य म्हणजे ही मापनपध्दती 60 हा पाया धरूनही वापरता येते. म्हणजेच Υ हे चिन्ह 1 हा अंक दर्शविते, त्याचबरोबर 60, 60^2 , ... 60^n साठी हेच चिन्ह वापरले जात असे.

\leftarrow हे चिन्ह 10, 10×60 , 10×60^2 10×60^n हे दर्शविण्यासाठी

तर $\Upsilon \leftarrow$ हे चिन्ह 100, 100×60 , 100×60^n हे दर्शविण्यासाठी वापरले जात असे.

बॅबिलोनियन पध्दतीतील 1 ते 9 हे अंक



या पध्दतीनुसार 10 ते 60 मधील संख्या लिहिणे अगदी सोपे आहे. उदा.:

$$36 = \begin{array}{c} \leftarrow \leftarrow \\ \Upsilon \Upsilon \Upsilon \\ \leftarrow \\ \Upsilon \Upsilon \Upsilon \end{array} \quad (10 \times 3 + 1 \times 6)$$

त्याच पध्दतीने मोठ्या संख्याही लिहिता येतात.

$$\text{उदा.: } 243 = \begin{array}{c} \Upsilon \leftarrow \quad \Upsilon \leftarrow \quad \leftarrow \leftarrow \quad \Upsilon \Upsilon \Upsilon \\ \leftarrow \leftarrow \end{array} \quad (100 \times 2 + 10 \times 4 + 1 \times 3)$$

मोठ्या संख्या लिहिताना ६० ह्या पायाचा आधार घेऊनही संख्या लिहिली जात असे.

$$\text{उदा.: } 1200 = 20 \times 60 = \leftarrow \leftarrow \Upsilon$$

म्हणजेच 10 साठी असलेले \leftarrow हे चिन्ह 60 ची पट दाखविण्यासाठीही वापरले जात असे.

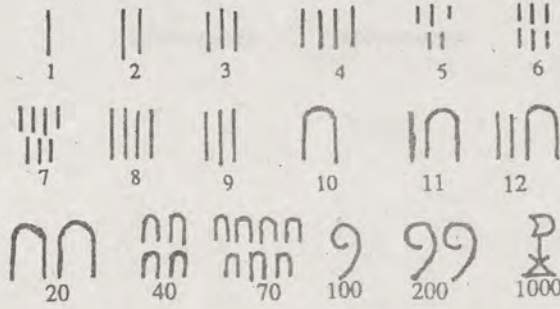
अर्थात $\leftarrow \leftarrow \Upsilon$ ही चिन्हे 21 ही संख्याही दर्शवितात.

हे बॅबिलोनियन संख्यादर्शक असलेले शिलालेखही सापडले आहेत. कव्हर तीनवर दाखविलेला शिलालेख सुमारे ४००० वर्षांपूर्वीचा आहे. कालांतराने या पध्दतीत बरेच बदल होत गेले. जसजशा गणिती संज्ञा निर्माण होत गेल्या त्यानुसार या संख्यापध्दतीतही प्रगती झाली.

ईजिप्शियन संख्यादर्शके

प्राचीन ईजिप्शियन अंकपध्दती अगदी सोपी व दशांशपध्दतीवर आधारित होती. पण या पध्दतीतही शून्यासाठी एकही चिन्ह उपलब्ध नव्हते. सुमारे ४००० वर्षापूर्वीच्या पण आता उपलब्ध झालेल्या पपायरस वरून (Rhind papyrus and Moscow papyrus) आपल्याला त्याकाळच्या ईजिप्शियन अंकगणिताबद्दल खूप माहिती मिळते.

या पध्दतीत खालीलप्रमाणे संख्या दर्शविल्या जात असत.

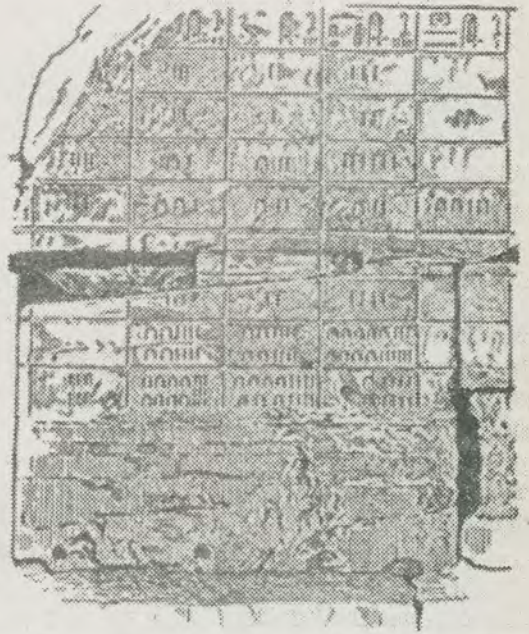


या पध्दतीत संख्या लिहितांना विशिष्ट क्रम महत्त्वाचा नाही.

म्हणजेच 12 ही संख्या 111 किंवा 11 या दोन्ही प्रकारे लिहिता येते. पण खूप मोठी संख्या दर्शविण्यासाठी ही पध्दती जरा कठीणच वाटते.

ईजिप्शियन संख्यादर्शके

संख्या वाचताना डावीकडून उजवीकडे या पध्दतीने वाचावी. हा शिलालेख लक्झॉर येथील एका देवळाच्या भिंतीवर सापडला आहे.



जर पायाच बदलला तर

आपण दैनंदिन व्यवहारात जी दशमान पध्दती वापरतो, तिचा पाया '10' आहे. पण हा पायाच बदलला तर दर्शनी एकच वाटणाऱ्या संख्येचा प्रत्यक्षात वेगळाच अर्थ असतो. उदा.: $(2321)_{10}$ ही संख्या दशमान पध्दतीत असून, आपण ती दोन हजार तीनशे एकवीस अशी वाचतो.

$$\left((2321)_{10} = 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \right)$$

पण ही संख्या '4' पाया धरून लिहिली असेल तर

$$\begin{aligned} (2321)_4 &= 2 \times 4^3 + 3 \times 4^2 + 2 \times 4^1 + 1 \\ &= (185)_{10} \end{aligned}$$

आणि 3 पाया असल्यास

$$\begin{aligned} (2321)_3 &= 2 \times 3^3 + 3 \times 3^2 + 2 \times 3^1 + 1 \\ &= (88)_{10} \end{aligned}$$

तर पाया 6 असेल तर

$$\begin{aligned} (2321)_6 &= 2 \times 6^3 + 3 \times 6^2 + 2 \times 6^1 + 1 \\ &= (553)_{10} \end{aligned}$$

थोडक्यात, जर 'क्ष' पाया धरून संख्या लिहिलेली असेल तर

$$(2321)_{क्ष} = \left[(2 \times क्ष^3) + (3 \times क्ष^2) + (2 \times क्ष) + 1 \right]_{10}$$

*Nāgari	- =	१	५	७	२	५०	+	०	५५१
*Nasik	- =	१	५	७	२	५०	×		१११
*Kṣatrapa	- =	१	५	७	२	५०	×	५	५००३२
*Kuṣana	- =	१	५	७	२	५०	×	५	५००
*Gupta	- =	१	५	७	२	५०	×	५	५००५५५

चिनी संख्यापध्दती

अगदी प्राचीन काळी संख्या दर्शविण्यासाठी चिनी लोक काष्ठ चिन्हांचा (Rod symbols) वापर करीत असत.

एकक संख्या (अर्थात 1 ते 9) दाखविण्यासाठी वापरलेली अगदी जुनी पध्दती खालीलप्रमाणे

I	II	III	IIII	IIII	T	TT	TTT	TTTT
1	2	3	4	5	6	7	8	9

तर दशक संख्या (10 ते 90) खालीलप्रमाणे दर्शविल्या जात असत.

—	==	≡	≡	≡	┌	┌	┌	┌
10	20	30	40	50	60	70	80	90

शतक संख्या (100 ते 900) ह्यांच्यासाठी पुन्हा एकक संख्यांचीच (1 ते 9) चिन्हे, तर सहस्र संख्यांसाठी दशक संख्यांचीच चिन्हे वापरली जायची.

या पध्दतीनुसार 7684 ही संख्या अशी लिहिता येईल. $\underline{\quad}$ T $\underline{\quad}$ IIII

पुढे कालानुरूप, गरजेनुसार या पध्दतीत खूप बदल होत गेले; व आता चिनी लोक 1 ते 10 संख्या खालीलप्रमाणे लिहितात.

—	=	≡	四	五
1	2	3	4	5
六	七	八	九	十
6	7	8	9	10

ग्रीक संख्यादर्शके



सायप्रस या बेटावरील देवळाचा सापडलेला एक तुकडा

संख्या दर्शविण्यासाठी ग्रीक लोक त्यांची २४ आद्याक्षरे व F, 9, τ ही तीन नवीन चिन्हे यांचा वापर करीत.

२४ आद्याक्षरे व नवीन तीन चिन्हे यांचा वापर करून ग्रीक लोकांनी खालील अंकपध्दती वापरात आणली.

1.	A/ α	alpha	10	I/ ι	iota	100	P/ ρ	rho
2.	B/ β	Beta	20	K/ κ	Kappa	200	Σ/σ	sigma
3.	Γ/γ	gamma	30	λ	Lambada	300	T/ τ	tau
4.	Δ/δ	delta	40	M/ μ	mu	400	Y/ υ	upsilon
5.	E/ ϵ	epsilon	50	N/ ν	nu	500	ϕ/ϕ	phi
6.	F/ Γ	stigma	60	=/ ξ	xi	600	X/ ψ	chi
7.	Z/ ζ	zeta	70	O/ \omicron	omicron	700	ψ/ψ	psi
8.	H/ η	eta	80	Π/π	pi	800	Ω/ω	omega
9.	θ/θ	theta	90	9/9	kappa	900	τ	sampi

रोमन संख्यादर्शके

रोमन पध्दतीतही संख्या दर्शविण्यासाठी अक्षरांचाच वापर करण्यात आला.

'1' दर्शविण्यासाठी 'I' हे अक्षर वापरण्यात आले.

(असं म्हणतात '1' साठी 'I' हे अक्षर वापरले कारण 'I' हे अक्षर ग्रीक शब्द 'ia (unity) चे आद्याक्षर होते.)



सुरुवातीला, पाच दर्शविण्यासाठी 'उघड्या हाताचा पंजा' हे चिन्ह वापरले जात असे. त्याचेच रूपांतर पुढे V मध्ये झाले. V ची अर्थात पाचची दुप्पट दहा म्हणून 'दहा' साठी 'X' हे चिन्ह वापरात आले.

यांतूनच तयार झालेली रोमन संख्यादर्शके खालीलप्रमाणे

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XX
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
L	C	D	M	CMC						
50	100	500	1000	10,000						

यापध्दतीनुसार संख्या लिहितांना

एकूण चिन्हांच्या संचात, लहान संख्येचे चिन्ह जर मोठ्या संख्येच्या चिन्हाच्या आधी लिहिलं असेल, तर मोठ्या संख्येतून लहान संख्या वजा करून जी संख्या मिळेल तेच उत्तर.

उदा.: IX म्हणजेच $10 - 1 = 9$

किंवा XL म्हणजेच $50 - 10 = 40$

याउलट, जर लहान संख्येचे चिन्ह मोठ्या संख्येच्या चिन्हापुढे लिहिलं गेलं, तर दोन्ही संख्यांची बेरीज करून येईल ते उत्तर.

उदा.: VI म्हणजेच $5 + 1 = 6$

LX म्हणजेच $50 + 10 = 60$

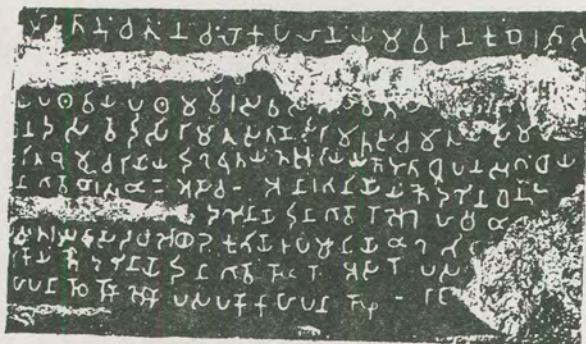
आता आपण परत येऊ या भारतात आणि जाणून घेऊ भारतीय अर्थात हिंदू संख्यापध्दतीविषयी.

प्राचीन काळी भारतात निरनिराळ्या संख्यापध्दती वापरल्या जायच्या. या अगदी प्रारंभीच्या पध्दतींबद्दलची माहिती आपल्याला सम्राट अशोकाच्या काळातील शिलालेखांमध्ये सापडते.

पण या शिलालेखांमधील चिन्हे एकसारखी नाहीत, तर भारतातील वेगवेगळ्या प्रांतांच्या भाषेप्रमाणे त्यांच्यात बदल झालेला दिसतो. सम्राट अशोकाच्या काळातील काही मोजकीच संख्यादर्शके सापडली आहेत ती अशी -

1	11	+	४६	७०	५५६
1	2	4	6	50	200

अशोकानंतरच्या शतकातील संख्यादर्शकांविषयीची माहिती आपल्याला पुण्याहून ७५ मैलावर असलेल्या नाणे घाट येथील गुहेत सापडलेल्या शिलालेखांवर मिळते.



या शिलालेखांमध्ये सापडलेली संभाव्य संख्यादर्शके

—	=	⊥	⊥	५	७	२	α	α	α
1	2	4		6	7	9	10	10	10
0	+	∞	π	π	π	π	π	π	π
20	60	80	100	100	100	200			400
π	T	T	π	π	π	π	π	π	π
700	1000		4000	6000	10,000	20,000			

पुढील काळातील संख्यादर्शकांविषयीची महत्त्वाची माहिती आपल्याला नाशिक येथील गुहांमध्ये आढळते. ही खाली दर्शविलेली संख्यादर्शके इसवीसन नंतरच्या पहिल्या, दुसऱ्या शतकातील असावीत.

—	=	≡	✕	५	†	‡	४	५	६
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
α	α	θ	χ	ψ	η	η	η	η	
10	10	20	40	70	100	200	500		
१	१	१	१	१	१	१	१		
1000	2000	3000	4000	8000	70,000				

महत्त्वाचे म्हणजे ही संख्यादर्शक नाणे घाटात सापडलेल्या संख्यादर्शकांशी खूपशी मिळती-जुळती आहेत. पण या सुरुवातीच्या काळातील शिलालेखांमध्ये शून्यासाठी एकही चिन्ह सापडले नाही.

शून्याचा शोध लागण्यापूर्वी, भारतात वापरल्या गेलेल्या विविध संख्यापध्दती खाली दाखवल्या आहेत.

NUMERALS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	1000	
1. Asoka	I	II																				
2. Śaka	I	II	III	IX	II	X	XX	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
3. Asoka	I	II	+	८																		
4. Nāgarī	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
5. Nasik	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
6. Kṣatrapa	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
7. Kuṣana	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
8. Gupta	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
9. Valhabī	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
Nepal	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
Kalinga	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२
Vākātaka	-	=	≡	५	७	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२	२

शून्याचा शोध :

‘शून्याची’ कल्पना सर्वप्रथम भारतातच मांडली गेली. आणि या शून्यामुळेच हिंदू संख्यापध्दती सर्वमान्य झाली.

शून्याचा शोध सातव्या शतकात वा त्या आधी लागला असावा. कारण प्रसिध्द भारतीय गणिती ब्रह्मगुप्त याने इ.स. ६२८ मध्ये काही गणिती क्रिया सोडविण्यासाठी शून्याचा वापर केला होता.

९ व्या शतकात तर खत्रीने शून्याचा संख्यापध्दतीत समावेश केला होता. त्याबाबतचे साधारणतः इ.स. ८५०-८८० च्या दरम्यानच्या काळातील शिलालेख ग्वाल्हेरमध्ये सापडले आहेत. या शिलालेखात ५० व २७० ह्या दोन्ही संख्या शून्याचा वापर करून लिहिल्या आहेत. शून्यासाठी वापरण्यात येणारे ० चिन्ह बहुदा ग्रीक ० अक्षर (ओमिक्रॉन म्हणजे ‘काही नाही’) यावरून उपयोगात आले असावे. शून्याचा शोध लागल्यानंतर भारतात विविध ठिकाणी सापडलेली संख्यादर्शके पुढे दाखविली आहेत.

द्विमान पध्दती (binary system)

ही पध्दती मुख्यत्वे संगणकासाठी वापरली जाते.

या पध्दतीत प्रत्येक संख्या '0' आणि '1' या दोन चिन्हांनीच दर्शविली जाते.

या पध्दतीत संख्या दर्शविताना

$$(0) \rightarrow 0$$

$$(1)_{10} \rightarrow 1$$

$$(2)_{10} \rightarrow 10 \quad (1 \times 2^1 + 0 \times 2^0)$$

$$(3)_{10} \rightarrow 11 \quad (1 \times 2^1 + 1 \times 2^0)$$

$$(4)_{10} \rightarrow 100 \quad (1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0)$$

$$(5)_{10} \rightarrow 101$$

$$(6)_{10} \rightarrow 110$$

याचपध्दतीने पुढे

$$(18)_{10} \rightarrow 10010$$

म्हणजेच या पध्दतीत कुठल्याही विषम संख्येच्या शेवटी '1' तर सम संख्येच्या शेवटी '0' येते.

आज सर्व जगाने जी संख्यापध्दती मान्य केली आहे त्या हिंदू-अरेबिक संख्यापध्दतीचे मूळ आपल्या ह्या हिंदू संख्यापध्दतीतच आहे. आपली पध्दती जगन्मान्य होण्याचे प्रमुख कारण म्हणजे अंकाच्या संख्येतील स्थानाला असलेले महत्त्व.

आपली संख्यापध्दती भारताबाहेर कसकशी वापरली जाऊ लागली, याची थोडीफार माहिती उपलब्ध आहे. इ. स. ६५० च्या आसपास मेसोपोटेमिया येथील शाळांत हिंदू संख्यादर्शकांचा वापर होत होता. पुढे इ.स. ७६६ मध्ये बगदाद शहर बांधले गेले व ते अरबी संस्कृतीचे प्रमुख केंद्र बनले. तिथे हिंदू ज्योतिषशास्त्र शिकवले जायचे, आणि त्यात हिंदू संख्यादर्शकांचा (शून्यासह) प्रामुख्याने समावेश होता. इ. स. ७७३ मध्ये बगदादच्या खलिफाच्या आदेशानुसार भारतीय ज्योतिषविषयक सूचींचा संस्कृतमधून अरबी भाषेत अनुवाद करण्यात आला व हे करताना अरबांनी हिंदू संख्यापध्दती आपलीशी केली. काही

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	~	३३	२५	२१	२१	२१	२१	२१	२१	०
2	~	३	५१	६३	६३	६३	६३	६३	६३	०
3	~	२	६	२५	२५	२५	२५	२५	२५	०
4	~		४५	४५	४५	४५	४५	४५	४५	०
5	~		३	४५	४५	४५	४५	४५	४५	०
6	~	१	२	३	४	५	६	७	८	९
7	~	१	३	४	५	६	७	८	९	०

फेरफार करून हीच पध्दत अरब वापरू लागले आणि 'हिंदू-अरेबिक संख्यापध्दती' या नावाने ही पध्दत रूढ झाली.

इ.स. ८२५ च्या आसपास अल् ख्वारिझ्मि याने या संख्यादर्शकांचे महत्त्व ओळखले आणि त्यांचा योग्य उपयोग कसा करावा हे समजावे यासाठी भारतीय अंकगणितांवर एक लहानसे पुस्तक लिहिले. इ. स. ११२० मध्ये अँडेलार्ड या लेखकाने या पुस्तकाचे लॅटिनमध्ये रूपांतर केले. या भाषांतरामुळेच हिंदू-अरेबिक संख्यादर्शके युरोपपर्यंत पोहोचली. पुढे इ.स. १२०२ मध्ये लिओनार्डो ऑफ पिसा अर्थात फिबोनॉक्सी याने लिहिलेल्या ग्रंथावर या संख्यादर्शकांचा फारच प्रभाव दिसून येतो. यात त्याने 1, 2, 9 या नऊ संख्या व यांचा वापर करून दशमान संख्यापध्दती कशी विकसित करता येते, हे उत्तम प्रकारे दाखवले आहे.

पण तरीही जवळजवळ पंधराव्या शतकापर्यंत युरोपात प्रामुख्याने रोमन संख्यादर्शकांचाच वापर होत होता. साधारण १७ व्या शतकापासून मात्र हिंदू-अरेबिक संख्यापध्दती सर्वमान्य झाली. आज जगभर हीच संख्यादर्शके वापरली जातात, ती म्हणजे

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

तर अशी आहे या संख्यादर्शक चिन्हांची कहाणी.



लेखक - अंजली पेंडसे

सिंहगड कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग, पुणे येथे गणित शिकवतात.

आधार : 1) History of Mathematics - Vol. I & II - D.E. Smith

2) Introduction to Mathematics

3) Mathematics - Quiz book - Rajiv Garg

पावसापासून बचाव

कसा कराल ?



जून महिना. नवी कोरी पुस्तकं वह्या, दप्तर, शाळा, नवे शिक्षक आणि मित्र. ह्या सगळ्या नवलाईत येतो तोच चिरपरिचित सुगंध ओल्या मातीचा कारण पावसाची सुरवातही याच महिन्यात होते. या पावसाबद्दलच गेल्या दोन चार वर्षांपासून एक मजेदार चर्चा सुरू आहे. विषय असा आहे की छत्री नसताना पावसापासून बचाव करण्याचा सर्वोत्तम उपाय कोणता ? आता तुम्ही म्हणाल, “हा काय चर्चेचा विषय आहे

का ? पटकन एखाद्या आडोशाला जायचं” पण प्रश्न असा आहे की आडोशाला चालत जायचं की पळत ? कदाचित तुम्हाला या वायफळ गप्पा वाटतील, पण काही लोकांनी यावरही संशोधन केलं.

१९९५ मध्ये रीडिंग विश्वविद्यालयाच्या स्टीफन बेल्वर आणि त्यांच्या विद्यार्थ्यांनी काही प्रयोग केले. जेव्हा आपण पावसात चालतो किंवा पळतो तेव्हा किती पाणी आपल्या डोक्यावरून पडतं आणि किती

समोरून पडतं हे शोधण्याचा त्यांनी प्रयत्न केला. आता न पळता एकाच जागी उभं राहिलं तर सर्वात जास्त भिजणार हे तर जाहीरच आहे. पण या लोकांच्या निष्कर्षानुसार ३ मीटर प्रति सेकंद पेक्षा अधिक वेगाने पळण्याचा फारसा फायदा होत नाही. म्हणून त्यांनी सल्ला दिला की 'पाऊस पडायला लागल्यावर आरामात चालत एखाद्या छताखाली जा म्हणजे कमी भिजाल.'

नॅशनल क्लायमेटिक डेटा सेन्टर च्या थॉमस पॅटर्सन आणि ट्रेवर विलिस यांना मात्र या निष्कर्षाबद्दल शंका होती. त्यांच्या म्हणण्यानुसार या गटाने व्यक्तिचा वेग (गती) जास्त धरला होता. मग त्यांनी तोच प्रयोग नव्याने केला. त्यांच्या म्हणण्याप्रमाणे माणसाच्या चालण्याचा वेग १.५ मीटर प्रति सेकंद तर पळण्याचा वेग ४ मीटर प्रति सेकंद असतो. या नव्या आकड्यांच्या आधारे निरीक्षण करून त्यांनी निष्कर्ष काढला की 'पावसाच्या हलक्यां सरीत माणूस १०० मीटर गेला तर चालणारी व्यक्ती पळणाऱ्या व्यक्तिपेक्षा १६ टक्के जास्त भिजते. जेव्हा पावसाचा जोर जास्त असेल तेव्हा हेच प्रमाण २३% इतकं असतं.' हे होते कागदावरचे सिद्धांत ! पण यावरच समाधान न मानता या दुकलीनं याचा प्रयोगच करायचा ठरवलं - पावसात भिजण्याचा प्रयोग ! त्यांचं म्हणणं असं की या प्रयोगासाठी करोडो

रुपयांचे साहित्य लागत असते तर नसता केला, पण जर फुकटातच पडताळा घेता येतोय तर का नको प्रयोग करायला ?

हा फुकटातला प्रयोग असा होता. पॅटर्सन आणि विलीस सारख्याच अंगाबांध्याचे होते. त्यांनी एक सारखे कपडे घातले आणि निघाले पावसात भिजायला ! १०० मीटर दूर गेले. अर्थात एक जण चालत, एक जण पळत. प्रयोगाच्या आधी कपड्यांचं वजन त्यांनी घेतलं होतं. मग १०० मीटर गेल्यावर पुन्हा एकदा वजन घेतलं. चालणाऱ्याच्या कपड्यांनी २२० ग्रॅम पाणी शोषलं तर धावणाऱ्याच्या कपड्यांनी फक्त १३० ग्रॅम पाणी शोषलं. याचाच अर्थ असा की चालणाऱ्याच्या तुलनेत पळणारा फक्त ४०% भिजला होता. म्हणजे कागदावरील निष्कर्षाला पुष्टी मिळाली.

रीडिंग विश्वविद्यालयाच्या स्टीफन बेल्चरच्या मते हे सगळं फक्त मजा म्हणून केलं. पाहिलंत, मजा म्हणून लोकं काय काय करतात ? तुम्ही म्हणाल, इतकं सगळं करण्यापेक्षा छत्री उघडणं सर्वात सोपं आहे. यावर विलीस म्हणतो "पण छत्री घेऊन पळणं काही सोपं नाही."



स्रोत जून १९९७ मधून साभार

अनुवाद - यशश्री पुणेकर, शैक्षणिक संदर्भच्या कामात सहभागी.

विमान बनवा विमान उडवा

विहंग यान

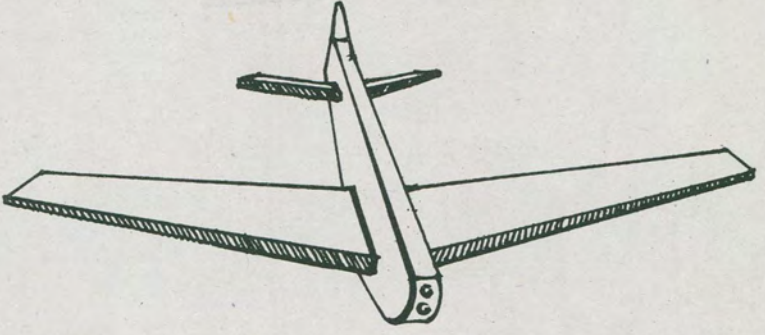
लेखक : वि. गो. काळे

किती मौज दिसे ही पहा तरी - हे विमान उडते अंधातरी !

“विहंग यान” - विहंग म्हणजे पक्षी - त्याच्याप्रमाणे हवेत तरंगत राहाणाऱ्या विमानास हे नाव देतात. या प्रकारच्या विमानांस ‘ग्लायडर’ (Glider) असे इंग्रजीत संबोधतात. (म्हणजे ‘तरंग’ यान)

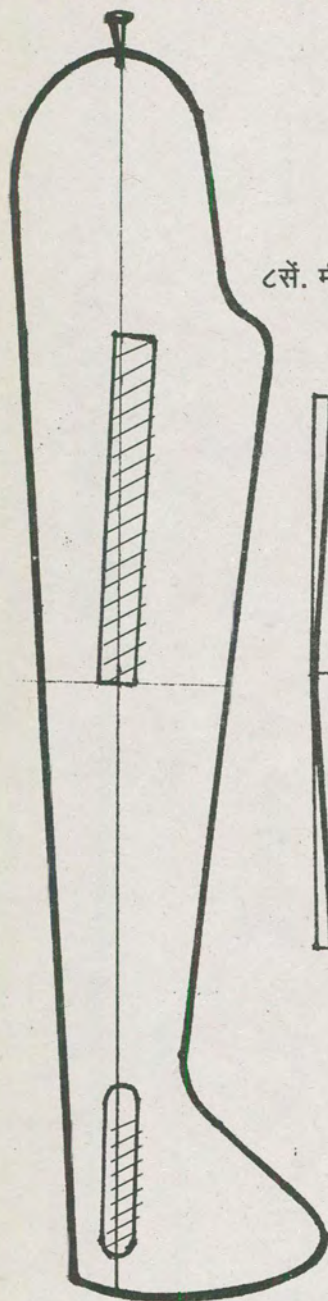
- थर्माकोलच्या हलक्या तक्त्यातून सोबतच्या आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पंख, शेपटी व शरीर (सुकाणूसह) कापून घ्या. शरीरामधे दाखवलेल्या खाचा पाडून घ्या.
- शरीराच्या खाचात पंख व शेपटी बसवा. खाचांत हे भाग घट्ट बसावेत यासाठी या दोन्ही भागांच्या बाजू निमुळत्या कराव्यात.
- आता शरीराच्या पुढच्या टोकाशी तीनचार चांभारी खिळे टोचा किंवा टाचण्या टोचा आणि पंखाखाली धरून विमान जमिनीशी समांतर रेषेत अलगदपणे पुढे ढकलून सोडून द्या. ते सरळ रेषेत लांबवर जातच राहिल.
- जर ते असे सरळ न जाता तोंड खाली करून धाडकन् आपटले तर समजावे कि तोंड जड झाले. मग तिथले खिळे कमी करा किंवा शेपटीच्या टोकाशी जरूर तेवढ्या टाचण्या टोचा. शेपटी जड असेल तर विमान वर तोंड करीत खाली येईल. अशा वेळी तोंडाशी पुरेशा टाचण्या टोचा.

किती उंचीवरून सोडले असता विहंगयान किती लांब जाते ते मोजा.

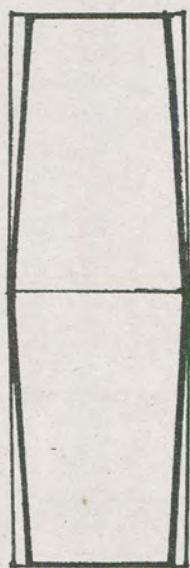


मागील पानावरील आकृती वापरून
थर्मोकोलच्या शीटवर
विमानाचे भाग तयार करून घ्या
आणि विमान बनवा.

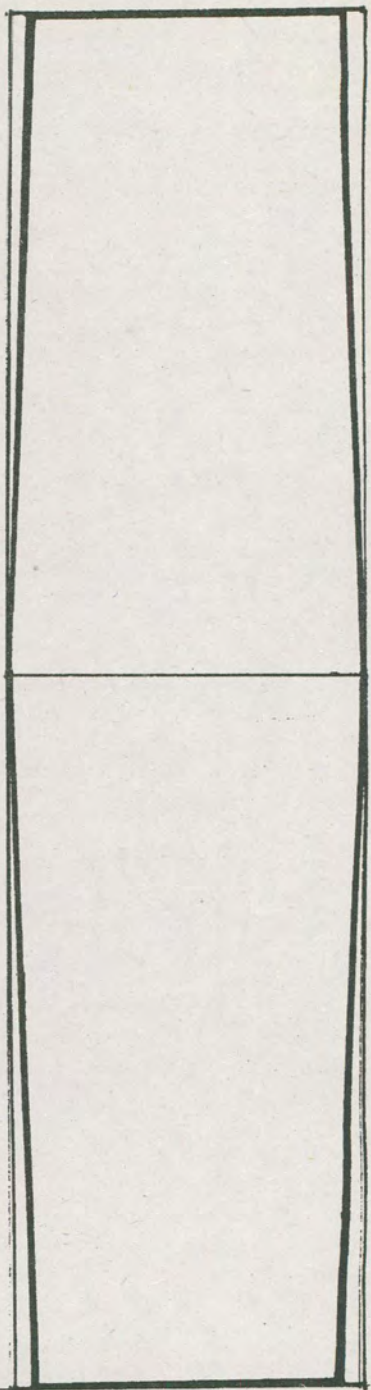
शरीर १८ सें. मी. x ४ सें.मी.



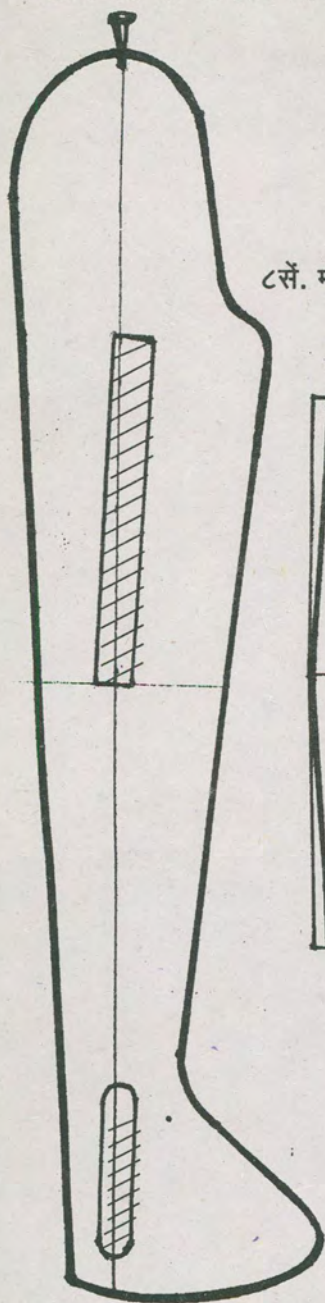
शेपटी
८ सें. मी. x २.५ सें.मी.



पंख २० सें. मी. x ५ सें.मी.



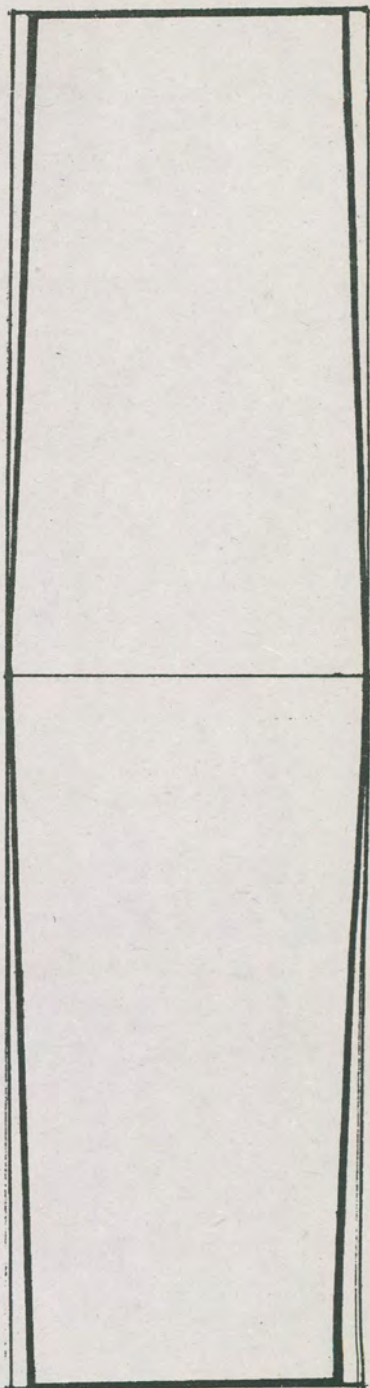
शरीर १८ सें. मी. x ४ सें.मी.



शेपटी
८ सें. मी. x २.५ सें.मी.



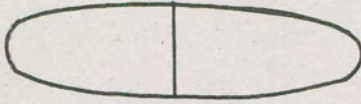
पंख २० सें. मी. x ५ सें.मी.



मागील पानावरील आकृती वापरून
थर्मोकोलच्या शीटवर
विमानाचे भाग तयार करून घ्या
आणि विमान बनवा.



पंखांसाठी आणि शेपटीसाठी
असे आकार वापरून बघा.

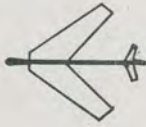


विमान बनवा आणि संशोधन करा

विमान बनवताना प्रयोग करून निष्कर्ष काढा.

१) पंखाची लांबी वाढवा - कमी करा - परिणाम पहा. २) पंखाची रुंदी वाढवा - कमी करा - परिणाम पहा.

३) पंखाची पुढील बाजू - मागील बाजू - टोकांकडे उतरती करून होणारे बदल टिपा.



४) शेपटीची लांबी, रुंदी आकार पंखाप्रमाणेच बदला.

५) पंख मध्य रेषेवर दाब देऊन पंखाची दोन्ही टोके समान प्रमाणांत उचला. परिणाम पहा.



६) पंख बसवण्याच्या खाचेची लांबी दोन्ही टोकांशी वाढवा. पंख पुढे व मागे नेऊन उड्डाणात मध्य रेषेशी कोन कमी जास्त करून पंख बसवून काय बदल होतात ते पहा.

७) विमान जोरात फेकले व संथ सोडले तर तरंगण्यावर काय परिणाम होतात ते पहा.

८) विमानाचा भार पंखाच्या मध्याशी, पुढे किंवा मागे कुठे असता विमान जास्त चांगले तरंगते ?

९) वर तोंड करून, खाली तोंड करून, उलटे करून सोडले तरीसुद्धा नीटच जमिनीवर उतरणारे (सेफ लँडिंग) विमान कसे करता येईल.

१०) हातातून फेकले असता हातात परत येणारे विमान तयार करता येईल का ?

११) शरीराच्या मध्यरेषेवर 'खाचा' आहेत का ते पहा. खाचा उतरत्या (पुढून मागे किंवा उलट) केल्यास (पंख व शेपटी दोघांच्या, एकेकाच्या) होणारे परिणाम तपासा.

१२) पंखाच्या खाली शरीरात खिळे टोचत गेल्यास काय घडते ? (विमानाचे वजन वाढवले, गुरुत्वमध्य खाली - वर सरकल्यास परिणाम काय होतील ?)

१३) विमानाचे वजन कमी करण्यासाठी पंख, शेपटी, शरीरातील भाग कापून खिडक्या करा. पातळ कागदाने त्या झाका. परिणाम पहा.

१४) दिलेल्या मापाच्या दुप्पट, तिप्पट, निमपट आकारात विमाने करा. एक मीटर पंख लांबीचे मोठे तर लहान १० सेंटीमीटर पंख लांबीचे विमान करा.

१५) तुमचे निरीक्षण, निष्कर्ष आणि नमुने क्रमाने लिहा. आम्हास कळवा. 'तुमच्या' व 'आमच्या' संशोधनांची उत्तरे 'एकच' असतील.



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

स्वामी आणि गणित

स्वामीनाथन आपल्या वडिलांच्या खोलीमध्ये हातात पाटी आणि पेन्सिल घेऊन खुर्चीवर तयार होऊन बसला होता. वडिलांनी गणिताचे पुस्तक उघडले आणि एक प्रश्न लिहायला लावला, “रामजवळ दहा आंबे आहेत ज्यातून तो पंधरा आणे कमवू इच्छितो. किसनला फक्त चार आंबे पाहिजे आहेत. मग किसनला किती पैसे द्यावे लागतील?”

स्वामीनाथन प्रश्नाकडे डोळे वटारून पाहू लागला. कितीही वेळा वाचला तरी तो प्रश्न त्याच्यासाठी एक वेगळाच अर्थ दाखवायचा. त्याला असं भासत होतं की जणू तो एखाद्या भीतीदायक भूलभुलैय्यामध्ये फसत चालला आहे.

आंब्याच्या बाबतीत विचार करून करून अक्षरशः त्याच्या तोंडाला फेस येऊ लागला. स्वामी विचार करू लागला की शेवटी रामने दहा आंब्यांचा भाव पंधरा आणे का बरं निश्चित केला असेल? कसला माणूस होता हा राम? कदाचित तो त्याचा मित्र शंकरसारखाच असेल. त्याच्याविषयी ऐकूनच असं वाटत होतं की तो



शंकरसारखाच असणार, आपले आंबे दहा आणि त्यातून हा पंधरा आणे कमावणार! जर राम शंकरसारखा होता तर मग बिचारा किसन त्याच्या दुसऱ्या एका मित्रासारखा असणार ज्याला सर्वजण ‘मटर’ म्हणून हाक मारायचे. हा विचार मनात येताच का कोण जाणे पण स्वामीनाथनच्या मनात किसनविषयी एक दयेची भावना निर्माण झाली.

“प्रश्न सोडवलास का रे?” वडिलांनी वर्तमानपत्राच्या वरून डोकावून पहात विचारले.

“बाबा, मला हे सांगा की ते आंबे पिकलेले होते का हो?”

वडिलांनी थोडा वेळ त्याला निरखून पाहिलं आणि आपलं हसू दाबत ते म्हणाले, “सुरुवातीलाच प्रश्न केलास ना ! फळं पिकलेली होती का नव्हती ते मी तुला नंतर सांगेन.”

स्वामीनाथनला आता अगदी असहाय वाटत होतं. बाबांनी फक्त एवढंच सांगायचं होतं की राम पिकलेली फळं विकण्याचा प्रयत्न करत होता की कच्ची फळं. हे नंतर कळल्यामुळे या माहितीचा काय फायदा होणार होता बरं ? या मुद्यामध्येच उत्तर आहे याची त्याला पक्की खात्री झाली होती. दहा कच्च्या आंब्यांसाठी पंधरा आण्यांची अपेक्षा करणं म्हणजे सरळसरळ अन्याय होता. पण तो जर असं करतच असला तर ते रामच्या व्यक्तिमत्वाला अगदी साजेसंच होतं.

“बाबा मी काही हा प्रश्न सोडवू शकत नाही.” स्वामीनाथन पाटी लांब सरकवत म्हणाला.

“नक्की तुझी अडचण तरी काय आहे ? साध्या त्रैशिकाचा एक सोपासा प्रश्नदेखील तू सोडवू शकत नाहीस का ?”

“आम्हाला शाळेमध्ये असल्या प्रकारच्या गोष्टी शिकवत नाहीत.”

“चल, पाटी आण इकडे. मी आता तुझ्याकडूनच उत्तर काढतो.”

स्वामीनाथन उत्सुकतेने या चमत्काराची वाट पाहू लागला. बाबांनी एक क्षणभरच प्रश्न न्याहाळला आणि स्वामीनाथनला विचारलं, “दहा आंब्यांची किंमत काय असेल ?”

स्वामीनाथनने प्रश्नाकडे पुन्हा एकदा आपली नजर फिरवली ती हे जाणून घेण्यासाठी की प्रश्नाच्या कोणत्या भागामध्ये या प्रश्नाचं उत्तर दडलेलं आहे.

“मला नाही माहित.”

“तू एक नंबरचा मूर्ख दिसतोस. नीट लक्ष देऊन वाच बरं प्रश्न. चल, सांग बरं, राम दहा आंब्यांसाठी किती पैसे मागतो आहे ?”

“उघड आहे, पंधरा आणे.” स्वामीनाथनने विचार केला, पण एवढी किंमत ही योग्य किंमत कशी होऊ शकेल ? रामच्याबाबत लोभाने भुलून इतकी अपेक्षा करणं हे ठीक आहे. पण खरंच ही खरी किंमत होती का ? आणि शिवाय आंबे पिकलेले होते का कच्चे ही गोष्ट तर अस्पष्टच होती. जर ते पिकलेले असते तर पंधरा आणे ही अयोग्य किंमत नव्हती. जर या विषयावर आणखी थोडा प्रकाश पडला असता तर...

“किती पैसे पाहिजेत रामला आपल्या आंब्यांसाठी ?”

“पंधरा आणे.” स्वामीनाथनने सावकाश आत्मविश्वासानं उत्तर दिलं.

“शाब्बास ! आता सांग, किसनला किती आंबे पाहिजेत ?”

“चार.”

“चार आंब्यांची किंमत काय असेल ?”

असं वाटत होतं की बाबांना त्याला हैराण करण्यात भरपूर मजा येत होती. पण तो कसं शोधणार की तो मूर्ख किसन किती पैसे देईल ?

“अरे मुला, मला तर वाटतंय चांगलं बदडून काढावं तुला. भुसा भरलाय का रे तुझ्या डोक्यात? दहा आंब्यांचा भाव जर पंधरा आणे आहे तर एकाची काय किंमत असेल? चल, लवकर सांग. जर नाही सांगितलंस ना तर...” त्यांनी स्वामीनाथनचा कान पकडला आणि हळूच पिरगाळला. बिचारा स्वामीनाथन आपलं तोंड उघडू शकत नव्हता. त्याला बिलकुल कळत नव्हतं की प्रश्नाचं उत्तर नक्की कशात आहे- बेरजेत, वजाबाकीत, गुणाकारात का भागाकारात. जितका वेळ तो घुटमळत होता तितका त्याच्या कानावरचा जोर वाढत चालला होता. अखेर भुवया ताणलेल्या बाबांना उत्तरादाखल आपल्या मुलाचं मुसमुसणं ऐकू आलं.

“उत्तर देईपर्यंत मी तुला सोडणार नाही. दहा आंब्यांची किंमत पंधरा आणे आहे.”

‘काय झालं आहे बाबांना?’ स्वामीनाथन आपल्या डोळ्यांची उघडझाप करत राहिला.

एवढी काय घाई होती किंमत शोधून काढण्याची? असो, आणि अगदीच जर ते एवढे उतावळे झाले होते तर त्याला त्रास देण्याऐवजी बाजारात जाऊन माहित करून घेऊ शकत होते.

जगातील सगळे राम आणि किसन यांची आंब्याशी विसंगत गणती आणि पैशांची ही देवघेव लांबत चालली होती.

बाबांनी अखेर आपली हार मानली आणि सांगितलं, “एका आंब्याची किंमत आहे पंधरा भागिले दहा आणे. आता हे सोडव.”

इथे स्वामीनाथन गणिताच्या सर्वात गुंतागुंतीच्या गुहेत सापडला होता - म्हणजे भिन्न संख्यांच्या आधारावर विचार करण्यासाठी त्याला उगाचंच भाग पाडलं होतं.

“बाबा, द्या, मला पाटी द्या. मी आत्ता शोधून काढतो.” त्यानं डोकं लढवलं आणि पंधरा मिनिटांनंतर हे शोधून काढलं: “एका आंब्याची किंमत आहे तीन भागिले दोन आणे.”

उत्तर चुकण्याची त्याला पूर्ण शक्यता वाटत होती. पण बाबा म्हणाले, “खूप छान. आता हे आणखी पुढे सोडव.” त्यानंतर मग सगळं काही अगदी सहज होऊन गेलं. स्वामीनाथनने एक आणखी कष्टदायक अर्धा तास घालवल्यानंतर उत्तर दिलं.

“किसनला सहा आणे द्यावे लागतील” हे सांगताच तो धाय मोकलून रडू लागला.



आर.के. नारायण यांच्या ‘स्वामी अँड हिज फ्रेंड्स’ या पुस्तकातून

हिंदी अनुवाद - पल्लवीकुमार.

मराठी अनुवाद - अमिता नायगांवकर.
किसन वीर कॉलेज, वाई.



ऊर्जा - आजची, उद्याची
लेखांक १

पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत

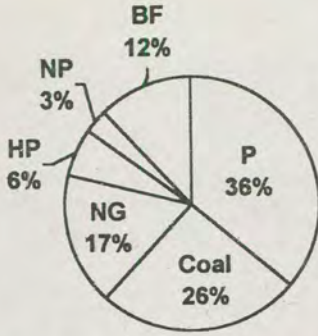
लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

अग्नीचा शोध लागल्यापासून आपलं जीवन सुसह्य करण्यासाठी मानव या ना त्या स्वरूपात ऊर्जेचा वापर करतो आहे. १९ व्या शतकापासून हा वापर खूपच वाढला आहे, आणि त्याचं वैविध्यही वाढलं आहे.

आज जगात कोणकोणत्या स्वरूपात उर्जा वापरली जाते? आकृती १ मध्ये जगाच्या ऊर्जावापराचा आलेख दाखवला आहे. त्यावरून असं दिसतं, की सर्वात जास्त वापर हा पेट्रोलिअमजन्य इंधनांचा होतो. ही इंधनं म्हणजे केरोसिन, पेट्रोल, डिझेल, एल्पीजी गॅस, इ. या खालोखाल वापर होतो तो दगडी कोळशाचा, आणि नैसर्गिक वायूचा. किंबहुना ही तीन इंधनं मिळून जगाची ऊर्जेची ८० टक्के गरज पुरी करत आहेत. ही सर्व इंधनं म्हणजे हायड्रोकार्बन संयुगे असतात.

लक्षावधी वर्षांपूर्वी जमिनीत गाडल्या गेलेल्या वनस्पतींपासून भूगर्भातील उच्च दाब, तापमान व विशिष्ट रासायनिक परिस्थितीमुळे ही इंधने तयार झाली. भूगर्भातील साठ्यांमधून ही इंधनं मिळवावी लागत असल्याने त्यांना खनिज इंधनं म्हणतात. खनिज पेट्रोलिअमच्या शुद्धिकरणातून पेट्रोल, डिझेल, केरोसिन इ. इंधनं मिळवली जातात.

खनिज इंधनं आहे त्या स्वरूपात तर वापरली जातातच, पण आपल्या दैनंदिन आयुष्याची गरज बनलेली वीज निर्माण करण्यासाठीही या इंधनांचा, विशेषतः दगडी कोळशाचा, वापर केला जातो. औष्णिक विद्युत केंद्रात दगडी कोळसा जाळून उष्णता निर्माण करतात. ही उष्णता वापरून वाफ



BF - Biofuels - जैव ऊर्जा

NP - Nuclear Power - अणु ऊर्जा

HP - Hydro Power - जलविद्युत

NG - Natural Gas - नैसर्गिक वायू

Coal दगडी कोळसा

P - Petroleum पेट्रोलियम इंधने

आकृती : १

जागतिक ऊर्जा वापर

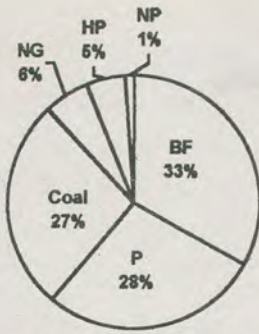
निर्माण केली जाते, व वाफेवर टर्बाईन चालवून वीज निर्माण केली जाते. अलीकडे दगडी कोळशाऐवजी इतर खनिज इंधनांचाही यासाठी वापर होऊ लागला आहे. थोड्या प्रमाणावर वीजनिर्मिती खनिज इंधनं न वापरताही केली जाते. उदा. जलविद्युत केंद्रात उंचावरून खाली पडणाऱ्या पाण्याची गतिज ऊर्जा टर्बाईन फिरवण्यासाठी वापरली जाते, तर अणुभट्टीत अणुविघटनाच्या (atomic fission) प्रक्रियेत निर्माण होणारी ऊर्जा वापरून वाफ निर्माण केली जाते.

आपण आपल्या आजुबाजूला पाहिलं तरी आपल्या लक्षात येईल की, शहरी व ग्रामीण भागात तसेच खाऊन पिऊन सुखी असलेल्या घरात व अठरा विश्वे दारिद्र्य नांदत्या घरात होणाऱ्या ऊर्जेच्या वापरात खूपच फरक आहे. जागतिक पातळीवरही हेच चित्र दिसतं. जगात दरवर्षी वापरली जाणारी एकूण ऊर्जा सुमारे 10^{10} TCE इतकी आहे. (TCE म्हणजे टन्स कोल इक्विव्हॅलंट).

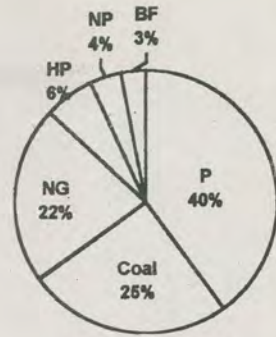
याचा अर्थ असा की, ही जगात वापरली जाणारी सर्व ऊर्जा जर दगडी कोळशापासून मिळवायची असेल, तर 10^{10} टन इतका कोळसा जाळावा लागेल. आज जगातील साधारण तीन चतुर्थांश लोकसंख्या गरीब व विकसनशील देशात आहे, तर उरलेली एक चतुर्थांश लोकसंख्या समृद्ध व विकसित देशात आहे. पण जगात दरवर्षी वापरल्या जाणाऱ्या एकूण ऊर्जेपैकी जवळजवळ ६०-७० टक्के ऊर्जा विकसित देशांत वापरली जाते.

विकसित व विकसनशील देशांच्या एकूण ऊर्जावापराची वेगवेगळ्या प्रकारांमधील विभागणी आकृती २ मध्ये दाखवली आहे.

विकासाच्या सर्वात खालच्या पायरीवरील लोक प्रामुख्याने जैव इंधनांवर (म्हणजे लाकूड, शेतातील टाकाऊ पदार्थ, भुस्सा, शेणाच्या गोवऱ्या, लाकडाचा कोळसा, इ.) अवलंबून आहेत, आणि त्यांच्याकडून केला जाणार ऊर्जेचा वापरही अगदी कमी आहे. जसजसा जीवनस्तर उंचावत जातो, तसतसा



विकसनशील देशातील
ऊर्जा वापर



विकसित देशातील
ऊर्जा वापर

आकृती : २

खनिज इंधनांचा वापर वाढत जातो, आणि एकंदर ऊर्जेचा वापरही वाढत जातो. आधी फक्त अन्न शिजवण्यासाठीच ऊर्जेची गरज वाटत असते, मग त्याच्या जोडीला रात्री उजेडासाठी दिवे येतात, स्थानिक ऋतुमानाप्रमाणे घर उबदार किंवा थंड ठेवण्यासाठी ऊर्जा वापरली जाऊ लागते. मग प्रवासासाठी स्वयंचलित वाहने येतात, अन्न टिकवण्यासाठी रेफ्रिजरेटर येतो, करमणुकीसाठी रेडिओ-टि.व्ही. येतात, ... आणि ऊर्जेचा वापर वाढत जातो, तसंच त्याचं स्वरूपही बदलत जातं. आधी जैव इंधनं, मग खनिज इंधनं व शेवटी वीज, अशी ही ऊर्जाप्रकारांची शिडी (energy ladder) माणूस चढत जातो. ऊर्जेचा वापर व विकासाचा स्तर यांचं नातं आता इतकं सर्वमान्य झालं आहे, की एखाद्या देशाच्या विकासाची पातळी ठरवण्यासाठी त्या देशात वापरल्या जाणाऱ्या दरडोई ऊर्जेचं प्रमाण हा

अर्थतज्ञांद्वारे वापरला जाणारा एक महत्त्वाचा निकष आहे.

विकसनशील व विकसित देशांत आज जरी ऊर्जेच्या वापरात खूप फरक दिसत असला तरी, विकासाचा स्तर उंचावत गेला की हा फरक झपाट्याने कमी होत जातो. याची प्रचीती आपल्याला आजुबाजूच्या बदलांच्या निरीक्षणातूनही येऊ शकते. १० वर्षापूर्वीपर्यंत पुण्यातील महाविद्यालयांच्या आवारात सायकल स्टॅंड होते. आता त्यांची जागा स्कूटर स्टॅंडने घेतली आहे. आज महाराष्ट्रात शहरी तसेच बऱ्याचशा ग्रामीण भागातही बहुसंख्य मध्यमवर्गीय घरांत गॅसच्या शोगडीशिवाय स्वयंपाक होणारच नाही. घरात दोन गॅस सिलेंडरही सर्रास दिसतात. आणि आता निदान शहरी भागात तरी सहसा एक सिलेंडर संपल्यावर नवीन सिलेंडर लगेच मिळतो. पण ८-१० वर्षापूर्वीपर्यंत एक गॅस सिलेंडर संपला की

दुसरा मिळेपर्यंत १५-२० दिवस थांबावं लागत होतं, आणि या काळात केरोसिनच्या स्टोव्हर स्वयंपाक करताना गृहिणींचा जीव मेटाकुटीला येत असे. ५० वर्षांपूर्वीपर्यंत तर भारतात इंधनाचा गॅस मिळतही नसे. अर्थात असे बदल सर्व देशभर सारख्याच वेगाने होतात असे नाही. अजूनही आपल्या देशात काही गावे अशी आहेत, की जिथे लोकांना जैव इंधनांखेरीज दुसरा ऊर्जास्रोत माहीतही नाही. पण तरीही संपूर्ण देशाचा एकत्रित विचार करता, ऊर्जेचा वापर व त्यातही खनिज इंधनांचा वापर वाढत चालला आहे. यात शंका नाही. सर्वच विकसनशील देश कमी-अधिक गतीने याच मार्गावर वाटचाल करत आहेत. त्यामुळे भविष्यात जागतिक पातळीवरील एकूण ऊर्जावापर तसेच त्यातील खनिज इंधनांचा वाटा दिवसेंदिवस वाढतच जाणार, हे उघड आहे.

पण हे किती दिवस चालू राहू शकेल? पृथ्वीच्या गर्भात कोणत्याही पदार्थाचा साठा मर्यादितच आहे. खनिज इंधनांचा अजूनही भरपूर साठा आहे, आणि अधूनमधून नवे साठेही सापडत असतात. पण सहजासहजी उपलब्ध असे साठे मात्र झपाट्याने संपवले जात आहेत. आणखी एक शतकभरात अशी परिस्थिती निर्माण होऊ शकते, की खाणीतून पेट्रोलिअम मिळवण्यासाठी त्या पेट्रोलिअमपासून मिळू शकणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा जास्त ऊर्जा खर्च करावी लागेल! तेव्हा खनिज इंधनांचे असे वापरण्याजोगे साठे

संपल्यावर काय करायचं?

गेल्या ४०-५० वर्षांपासून वेगवेगळ्या क्षेत्रांतील संशोधक या प्रश्नाचं उत्तर शोधण्याचा प्रयत्न करत आहेत. यातून वेगवेगळे पर्याय सुचवले गेले आहेत. असाच एक पर्याय म्हणजे अणुऊर्जा.

युरेनिअमसारख्या जड व अस्थिर किरणोत्सारी मूलद्रव्याच्या अणुकेंद्रकाचे सहजपणे विभाजन होऊ शकते, आणि या प्रक्रियेत मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा बाहेर फेकली जाते. चौकट १ मध्ये याचे एक उदाहरण दिले आहे. युरोपातील काही देशांत (उदा. फ्रान्स) वापरल्या जाणाऱ्या एकूण विजेपैकी १० टक्के वीज अणुऊर्जेद्वारे मिळवली जाते. भारतातही अणुऊर्जेपासून वीजनिर्मिती करणारे काही प्रकल्प आहेत. (उदा. तारापूर).

मात्र अणुऊर्जांनिर्मिती करणे शक्य झाल्याने खनिज इंधनाना पर्याय सापडला असे वाटते न वाटते, तोवरच त्यातून निर्माण होणाऱ्या समस्या पुढे येऊ लागल्या. किरणोत्सारी पदार्थांच्या सान्निध्यामुळे जीवसृष्टीवर अनेक हानिकारक परिणाम होतात. फक्त माणसाचाच विचार केला तरी कॅन्सरसारखे रोग व त्यातून अकाली मृत्यू येणे यासारखे तात्कालिक परिणाम तर गंभीर आहेतच, पण किरणोत्साराच्या संपर्कात आलेल्या व्यक्तींच्या पुढच्या काही पिढ्यांमध्येही अशा प्रकारचे परिणाम संक्रमित होऊ शकतात, ही त्याहून जास्त

अणुऊर्जा

युरेनिअम-२३५ च्या एका अणूवर विशिष्ट गतिक ऊर्जा असलेला एक न्युट्रॉन येऊन आदळला, तर त्या अणूची दोन शकले होतात, आणि दोन किंवा तीन वेगवान न्युट्रॉन्स आणि गॅमा किरणांच्या रूपात ऊर्जा बाहेर फेकली जाते. हे न्युट्रॉन्स थोडी गती मंदावली की, आजुबाजूच्या युरेनिअम-२३५ अणूंमध्ये आणखी विभाजने घडवून आणू शकतात. ही आहे अणुविभाजनाची साखळी प्रक्रिया (chain reaction). अणुभट्टीत, आणखी विभाजने घडवून आणण्याची क्षमता असलेल्या न्युट्रॉन्सची संख्या नियंत्रित करून या साखळी प्रक्रियेवर नियंत्रण मिळवले जाते.

एका युरेनिअम-२३५ अणूच्या विभाजनात जवळजवळ 200×10^6 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट इतकी ऊर्जा निर्माण होते. म्हणजे नेमकी किती ऊर्जा? साधारण 3×10^6 वॅट इतकी विद्युतशक्ती निर्माण करणाऱ्या अणुविद्युत केंद्राला दरवर्षी फक्त किलोभर युरेनिअम-२३५ लागेल. दगडी कोळसा जाळून इतकीच शक्ती मिळवायची असेल, तर ३००० टन कोळसा लागेल.

अणुसम्मीलनाने ऊर्जा मिळवण्यासाठी ज्या अभिक्रियेकडे आज संशोधक आशेने पहात आहेत ती अभिक्रिया म्हणजे, दोन ड्युटेरियम अणूंचे सम्मीलन होऊन एक हेलियम अणू तयार होणे. पृथ्वीवरील पाण्याच्या साठ्यात दर ७००० हायड्रोजन अणूंमध्ये एक अणू ड्युटेरियम या हायड्रोजनच्या समस्थानिकाचा आहे. म्हणजेच पृथ्वीवर ड्युटेरियम मोठ्या प्रमाणावर उपलब्ध आहे. दोन ड्युटेरियम अणूंच्या सम्मीलनात साधारण 3×10^6 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट इतकी ऊर्जा बाहेर पडते. पण युरेनियमच्या तुलनेत ड्युटेरियम वजनाला अगदी हलके आहे. त्यामुळे १ किलो ड्युटेरियममधून अणुसम्मीलनाने मिळणारी उर्जा ही १ किलो युरेनिअमच्या अणुविभाजनातून मिळणाऱ्या ऊर्जेच्या दुप्पटपेक्षाही जास्त असू शकते.

अणुऊर्जा हा ऊर्जेचा अक्षय स्रोत कसा ठरू शकतो, हे यावरून स्पष्ट होईल.

चिंतेची बाब आहे. अणुभट्टीत अणुविभाजनाची प्रक्रिया नियंत्रित केलेली असते. या प्रक्रियेवरचे नियंत्रण सुटले, तर अणुभट्टीचा अणुबाँब बनतो, व कित्येक दीर्घजीवी हानीकारक किरणोत्सारी पदार्थ आजुबाजूच्या पर्यावरणात सोडले जातात.

आजवर जगात वेगवेगळ्या देशांत अणुभट्ट्यांमध्ये छोटे-छोटे अपघात तर हजारो झाले असावेत, असा अंदाज आहे. पण जगापासून लपवता न येणारे असे मोठेही काही अपघात झाले आहेत. अशा अपघातांमुळे बाहेर पडलेले किरणोत्सारी

पदार्थ पाण्यावाटे तसेच वाऱ्याबरोबर दूरदूरपर्यंत पसरतात, आणि प्रचंड मोठ्या भौगोलिक क्षेत्रात व कित्येक काळपर्यंत त्यांचे दुष्परिणाम सहन करावे लागतात. याच कारणामुळे अणुभट्टीत निर्माण होणाऱ्या किरणोत्सारी कचऱ्याची सुरक्षितपणे विल्हेवाट लावणे, ही एक मोठीच समस्या बनली आहे. यामुळे जगाची सर्व ऊर्जेची गरज भागवण्यासाठी अणुविभाजनाच्या प्रक्रियेचा वापर करता येईल, हा विचार अव्यवहार्य ठरला आहे.

अणुपासून ऊर्जा मिळवण्याचा आणखी एक मार्ग होऊ शकतो, तो म्हणजे अणुसंमिलनाचा (atomic fusion). हायड्रोजनसारख्या हलक्या मूलद्रव्याच्या अस्थिर समस्थानिकांचे (ड्युटेरिअम व ट्रिशिअम) अणू एकत्र येऊन हेलिअमचे अणू तयार होऊ शकतात. या प्रक्रियेतही मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा बाहेर पडते. सूर्य आणि इतर सर्व ताऱ्यांमध्ये याच प्रक्रियेतून ऊर्जा तयार होत असते. मात्र कागदावर अगदी सोपी दिसणारी ही प्रक्रिया घडण्यासाठी 10^9 केल्विन इतक्या प्रचंड तापमानाची गरज लागते. या तापमानाला पृथ्वीवरचा कोणताही पदार्थ टिकाव धरू शकणार नाही, आणि प्रक्रियेच्या क्षेत्राजवळच्या सर्व गोष्टींची वाफ होऊन जाईल. त्यामुळे ही प्रक्रिया करायची कुठे आणि कशी, असा मूलभूत प्रश्न निर्माण होतो. पण या

अडचणींवर तोडगा काढण्यासाठी संशोधकांचे प्रयत्न चालू आहेत, आणि प्रायोगिक पातळीवर काही प्रमाणात यशही मिळाले आहे.

खनिज इंधनांनंतर काय, या प्रश्नाचे आणखी एक उत्तर गेल्या १०-१५ वर्षांत समोर येऊ लागले आहे. हे उत्तर आहे. पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत (renewable energy sources). पुनर्निर्माणक्षम म्हणजे निसर्गतः पुन्हा निर्माण होऊ शकणारे. मानवाने सर्वप्रथम वापरलेला - आणि अजूनही मोठ्या प्रमाणावर वापरला जाणारा - ऊर्जास्रोतही पुनर्निर्माणक्षम आहे. हा ऊर्जास्रोत म्हणजे लाकूड. झाड कितीही वेळा छाटले, तरी पुन्हा त्याला नवीन फांद्या फुटतात. पुन्हा नव्याने लाकूड तयार होते. म्हणून हा पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत.

खनिज इंधनांची जागा पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत घेणार, म्हणजे स्वयंपाकघरात गॅसच्या शेगडीच्या जागी परत लाकडाची चूल येणार का? लाकडाखेरीज इतर असे कोणते ऊर्जास्रोत आहेत? त्यांचा प्रत्यक्ष व्यवहारात वापर करता येईल का आणि कसा? या लेखमालिकेतून या आणि अशा प्रश्नांची उत्तरे शोधू या.



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, व्याख्याता, सिंहगड कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग, ग्रामीण भागासाठी उपयुक्त तंत्रज्ञानावर संशोधन.

शिक्षकांसाठी...

आपण करत असलेल्या ऊर्जावापराबद्दल जागरूकता निर्माण होण्याच्या दृष्टीने विद्यार्थ्यांना पुढील उपक्रम सुचवता येईल.

८-१० विद्यार्थ्यांचा एक गट, असे वर्गाचे गट पडावेत. प्रत्येक गटाने, गटातील कोणत्याही एका विद्यार्थ्याच्या दिनचर्येत कोणकोणत्या प्रकारची व अंदाजे किती ऊर्जा वापरली जाते. याच्या नोंदी घ्यायच्या आहेत. यामध्ये ऊर्जेचे प्रकार (वीज, गॅस, पेट्रोल इ.) नोंदणे सोपे आहे, पण किती ऊर्जा वापरली हे ठरवणे वाटते तितके सोपे नाही. उदा. विद्यार्थी बसने शाळेत येत असेल, तर त्याच्या प्रवासासाठी डिझेलच्या रूपात खर्च होणारी ऊर्जा ही बसच्या इंजिनाच्या कार्यक्षमतेबरोबरच बसमधील माणसांच्या संख्येवरही अवलंबून आहे. जास्त माणसे बसमधून प्रवास करत असतील तर दरडोई ऊर्जावापर कमी होईल. यासारखे बारकावे विद्यार्थ्यांना शक्यतो आपल्याआपण शोधू द्या.

प्रकल्प आव्हानात्मक बनवायचा असेल, तर वेगवेगळ्या स्वरूपांत मोजल्या जाणाऱ्या ऊर्जेवरून त्या विद्यार्थ्यांचा एकूण दैनिक ऊर्जा वापर काढण्यास सांगता येईल. हे बरेच अवघड आहे. कारण यासाठी नोंदलेल्या सर्व प्रकारच्या ऊर्जांच्या व इंधनांच्या किंमती (क्ष लिटर डिझेल, य युनिट वीज, फ ग्रॅम गॅस. इ.) एकाच एककात आणाव्या लागतील (जसे या लेखात टन इक्विव्हॅलंट कोल हे एकक वापरण्यात आले आहे.) हे सर्व बारकावे लक्षात घेण्यासाठी विद्यार्थ्यांना काही वाचन करावे लागेल, माहिती मिळवावी लागेल. यासाठी जवळपासच्या अभियांत्रिकी महाविद्यालयांतील प्राध्यापकांची मदत घेता येईल. याऐवजी कोणत्या प्रकारची ऊर्जा वापरली व त्यासाठी किती खर्च आला (उदा. क्ष लिटर डिझेलची रूपयातील किंमत + य युनिट विजेची किंमत + फ ग्रॅम गॅसची किंमत + ... इ.) यांच्या नोंदीही वापरता येतील.

आपल्या नोंदीवर आधारित असा एक अहवाल प्रत्येक गटाने वर्गात सादर करायचा आहे. अहवालामध्ये विद्यार्थ्यांना या अभ्यासात आढळून आलेल्या दैनंदिन ऊर्जेच्या वापरात बचत करण्याचे उपाय सुचवायला सांगून त्यांच्या कल्पनाशक्तीला चालना देता येईल. या अहवालानंतर वर्गात खुली चर्चा घडवून आणता येईल. ऊर्जाबचतीचे सर्वात परिणामकारक असे व्यवहार्य उपाय सुचवणाऱ्या गटाला काहीतरी बक्षीसही (उदा. शैक्षणिक संदर्भचे अंक!) देता येईल.

मेस्मेरिझम

लेखक : सुशील जोशी अनुवाद : मीना कर्वे

मेस्मेरिझमच्या परिणामांचे संशोधन करण्यासाठी अतिशय समर्पक प्रयोग तयार करून कार्यान्वित केले गेले. त्यासाठी फ्रँकलिन आणि लेव्हॉजिएने जे काम केलं ते प्रथमच शास्त्रीय दृष्ट्या केलेलं, अतिशय महत्वाचं असं काम होतं. - एखाद्या घटनेमागील विविध कारणांना वेगळं वेगळं करायचं, मग त्यातील एका कारणात बदल करून उरलेल्या सर्व कारणांना स्थिर ठेवायचं आणि त्या बदललेल्या कारणाचा काय परिणाम होतो हे तपासून बघायचं.

अलिकडेच स्टीफन जे. गूल्ड ह्या विज्ञानलेखकाचा एक लेख माझ्या वाचनात आला. ह्या लेखात मेस्मेरिझमसंबंधी विचार मांडले आहेत.

मेस्मेरिझम

१८ व्या शतकाच्या उत्तरार्धात फ्रान्समध्ये फ्रान्ज एन्तोन मेस्मर नावाची एक व्यक्ती होऊन गेली. मेस्मेरिझम किंवा मेस्मरायझेशन हे शब्द मेस्मर या नावावरूनच आले आहेत. आज आपण मेस्मेरिझमचा अर्थ संमोहन असा लावतो. पण १८ व्या शतकात फ्रान्समध्ये ह्याचा अर्थ वेगळाच लावला जात असे. मेस्मरने 'जैविक चुम्बकत्व'ची एक विचित्र पण आकर्षक संकल्पना विकसित केली

होती. त्याच्या म्हणण्याप्रमाणे सर्व विश्वात असलेल्या सजीव आणि निर्जीव अशा समस्त जीवजंतूंना एकमेकांशी जोडणारे असे एक प्रवाही तत्त्व अस्तित्वात आहे. ह्या प्रवाही तत्त्वाला आपण वेगवेगळ्या नावांनी ओळखतो. ग्रहांच्या गतीच्या संदर्भात आपण ह्याला गुरुत्व म्हणतो, ढगांचे घर्षण होऊन गडगडाट होतो तेव्हा आपण ह्याला विजेच्या रूपात बघतो आणि दिशादर्शक यंत्रात आपण ह्याला चुम्बकत्व म्हणत असतो. हेच प्रवाही तत्त्व जेव्हा सजीवांच्यात प्रवाहित होते तेव्हा त्याला 'जैविक चुम्बकत्व' असे नाव दिले जाते. जर ह्या प्रवाहामधे काही अडथळा उद्भवला तर शरीरात रोग उत्पन्न होतात.

चुम्बकत्वाचा प्रवाह परत सुरळित चालू करून ह्या रोगांवर आपण इलाज करू शकतो.

चुम्बकत्वाचा अडलेला प्रवाह परत व्यवस्थित कसा चालू करता येईल हा खरा प्रश्न आहे. मेस्मरने तो प्रवाह सुरू करण्याची कृतीही विकसित केली. मेस्मरच्या म्हणण्याप्रमाणे काही व्यक्तींमध्ये विलक्षण शक्तीशाली चुम्बकत्व असते. अशा व्यक्तीला जर योग्य प्रशिक्षण दिलं तर ती व्यक्ती इतर व्यक्तींच्या शरीरातील चुम्बकीय ध्रुव ओळखू शकते. ह्या ध्रुवांना मालिश करून ती व्यक्ती अडकलेल्या चुम्बकत्वामुळे परत प्रवाही करू शकते.

उपचार पध्दती

स्वतः मेस्मरमध्ये ही अद्भुत शक्ती होती. रोग्यावर इलाज करण्यासाठी ते रोग्याच्या अगदी समोर बसून त्याचे गुडघे आपल्या स्वतःच्या गुडघ्यांमध्ये दाबून ठेवत. नंतर ते रोग्याच्या बोटाना आपल्या बोटानी स्पर्श करत आणि त्याचा अडलेला चुम्बकत्वाचा प्रवाह सुरू करण्याचा प्रयत्न करत. बहुतेक वेळा ह्याचे परिणाम नाट्यपूर्ण होत असत. काही मिनिटातच रोगी जवळजवळ 'सन्निपात' अवस्थेत जात असे. रोग्याचे शरीर थरथर कापायला लागे, तो हात-पाय उडवायला लागे, त्याचे दात कडकड वाजायला लागत, तो आरडा-ओरडा करायला लागे आणि सरतेशेवटी बेशुध्द पडे. चुम्बकत्वाचा प्रवाह सुरळित सुरू व्हावा म्हणून हा उपचार वारंवार

केला जाई. अशा पध्दतीने मेस्मर रोग्यांवर उपचार करत असे. ह्या उपचार पध्दतीमुळे थोड्या तरी रोग्यांचा रोग नक्कीच बरा होत असे, हे त्याच्या कष्टर टीकाकारांनाही मान्य करावे लागेल.

हळूहळू मेस्मर खूप लोकप्रिय होत गेला. त्याच्याकडे उपचारासाठी येणाऱ्या रोग्यांचीही संख्या वाढू लागली. त्यामुळे एकेका रोग्यावर स्वतंत्रपणे उपचार करणे अशक्य होऊन बसले. मग मेस्मरने रोग्यांवर एकत्रितपणे सामूहिक इलाज करण्याचे उपचारतंत्र विकसित केले. ह्या तंत्रानुसार मेस्मर स्वतः एखाद्या निर्जीव वस्तूला आपल्या शक्तीने 'चुम्बकित' करत असे. मग ह्या 'चुम्बकित वस्तूचा' उपयोग रोग्यांवर उपचार करण्यासाठी करत असे. ही पध्दत मोठी मजेशीर होती. एका खोलीत एका मोठ्या बादलीमध्ये 'चुम्बकित' केलेले पाणी भरून ठेवत आणि ह्या पाण्यात लोखंडाच्या वीस कांबी टाकून ठेवत. वीस रोगी ह्या कांबींना पकडून उभे राहात. जर रोग्यांची संख्या वीसापेक्षा जास्त असेल तर हे रोगी आपला डावा अंगठा पुढे करत, त्या अंगठ्याला इतर रोगी आपल्या उजव्या हाताने धरत आणि आपला स्वतःचा अंगठा दुसऱ्या कुणाच्या तरी हाती देत. अशा प्रकारे एक लांबलचक साखळी तयार होत असे आणि 'चुम्बकत्वा'चा प्रवाह सुरू होत असे. थोड्याच वेळात त्यातले काही रोगी 'सन्निपात' अवस्थेत पोहचत असत. मग

त्यांना वेगळे काढून दुसऱ्या खोलीत नेऊन सोडत. चुम्बकत्वाचा प्रभाव वाढवण्यासाठी त्या खोलीच्या भिंतीवर आरसे लावलेले असत. त्या आरशांमध्ये स्वतःला बघून काहींवर परिणाम होत असे, तर काहींवर इतरांना बघून परिणाम होत असे. त्यामुळे हळूहळू कित्येक रोग्यांना 'सन्निपात' अवस्थेचा अनुभव यायला सुरूवात होत असे.

ह्या स्थितीचा अनुभव घेऊन रोगमुक्त

होण्यासाठी रोग्यांकडून जबर पैसे वसूल केले जात. पण गरीब लोकांसाठीही उपचाराची एक वेगळी सोय केली होती. मेस्मर आपल्या बागेतील झाडांना 'चुम्बकित' करत असे. ह्या झाडांना आलिंगन देऊन गरीबगुरीब आपल्या रोगावर उपचार करून घेत.

संशोधनासाठी आयोगाची स्थापना थोड्याच कालावधीत मेस्मर आणि त्याची चुम्बकत्व उपचार पध्दती अतिशय लोकप्रिय होऊ लागली आणि त्या



पध्दतीमध्ये काही विकृतीही निर्माण होऊ लागल्या. काही असो, पण सम्राट लुई (१६ वा) ह्याने ह्या पध्दतीची तपासणी करण्यासाठी एक आयोग नेमला. ह्या आयोगात त्यावेळचे दोन प्रसिध्द वैज्ञानिक बेन्जामिन फ्रँकलिन आणि अँन्टोन लेव्हॉजिए हेदेखील समाविष्ट होते. ह्या आयोगाची स्थापना १७८४ मध्ये केली गेली. सुविद्य वाचकांना आठवतच असेल की हा काळ युरोपातील वैचारिक - सांस्कृतिक पुनरुज्जीवनाचा काळ होता. सर्व प्रकारच्या बिनबुडाच्या, तर्कसंगती नसलेल्या विचारांना कडाडून विरोध करण्याचा तो काळ होता. ह्याच दृष्टीकोनातून ह्या आयोगाच्या कामाकडे पाहिले पाहिजे. मेस्मेरिझमचे परीक्षण करण्यासाठी त्याकाळी उपलब्ध असलेल्या जास्तीत जास्त आधुनिक वैज्ञानिक कृतींचे सहाय्य आयोगाने घेतले. ह्या आयोगाचा अहवाल म्हणजे तर्क विसंगतींविरुध्दचा एक महत्त्वपूर्ण दस्तऐवजच मानला पाहिजे.

आयोगाची कार्यपध्दती

सर्वप्रथम जैविक चुम्बकत्व किंवा सर्वव्यापी प्रवाही तत्त्व असं ज्याला म्हटलं आहे ते प्रत्यक्षात किती प्रमाणात अस्तित्वात आहे हे शोधून काढायचं असं आयोगानं ठरवलं. पण मेस्मेर व त्याचे शिष्य ह्यांचं म्हणणं असं पडलं की हे प्रवाही तत्त्व रंगहीन आणि गंधहीन आहे, तेव्हा त्याचं अस्तित्व शोधून काढण्याची कल्पना व्यर्थ

आहे. त्याच्या होणाऱ्या परिणामांच्या आधारावरच त्याला आपण 'बघू' शकतो. आयोगाच्या म्हणजे मुख्यतः फ्रँकलिन आणि लेव्हॉजिए ह्यांच्यासमोर हे एक आव्हानच होतं. ह्या आव्हानाचा स्वीकार करून त्यांनी चुम्बकत्वाचे परिणाम शोधून काढण्यासाठी अतिशय कल्पक अशा प्रयोगांची रचना केली व ते प्रयोग केले. ह्यासाठी त्यांनी सर्वप्रथम जे काम केलं ते वैज्ञानिक प्रयोगांच्या दृष्टिकोनातून अत्यंत महत्त्वपूर्ण होतं. एखादी घटना घडण्यामागच्या अनेक कारणांना वेगवेगळे म्हणजेच एक-एकटे करायचे, मग त्या सर्व कारणांपैकी एकावेळी फक्त एका कारणात बदल करून व बाकी कारणे जैसे थे ठेवून त्या त्या कारणांच्या परिणामाचे परीक्षण करायचे. बहुतेक वेळा शास्त्रीय प्रयोग करतांना ह्या साध्याशा गोष्टीकडे दुर्लक्ष केले जाते.

आयोगाने आपले परीक्षण सुरू करतांना एक अतिशय सरळ सोपे विधान केले होते. ते म्हणजे "उपयोग नसला तरीही जैविक चुम्बकत्व अस्तित्वात असू शकते. पण जर ते अस्तित्वातच नसेल तर त्याचा उपयोग होणे कदापि शक्य नाही."

पण ह्या चुम्बकत्वाच्या अस्तित्वाचाच वर म्हटल्याप्रमाणे पत्ता लागणं अशक्य होतं. ह्यासंदर्भात आयोगाने १८१४ मध्ये प्रसिध्द केलेल्या आपल्या अहवालात म्हटलं होतं की "हे प्रवाही तत्त्व सर्व संवेदनांपासून मुक्त

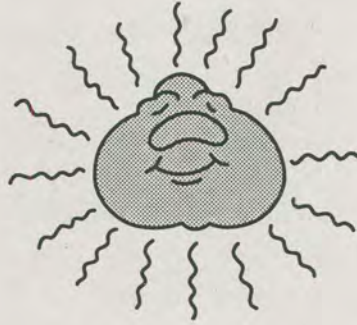
असते हे समजायला आयोगाच्या सदस्यांना अजिबात वेळ लागला नाही. जर आपल्यामध्ये व आसपास ते अस्तित्वात असेल तर ते पूर्णतः संवेदनाहीन असलं पाहिजे.”

म्हणून मग आयोगाने त्याच्या परिणामांवर आपलं लक्ष केंद्रित केलं.

म्हणजे ह्या परीक्षणाचा
रोख आता
उपचारपध्दतीवर अन्
त्या पध्दतीच्या
होणाऱ्या तात्कालिक
नाट्यमय परिणामांवर
स्थिर झाला. आयोगाने
उपचार पध्दतीला
आपल्या परीक्षणाचा

आधार मानायला विरोध केला. त्याची तीन कारणं देण्यात आली. एक म्हणजे उपचार करायला फार वेळ लागतो. अन् त्या दरम्यान मेस्मरिक वेडेपणाची अवस्था वाढतच जाते. दुसरं म्हणजे रोग बरा होण्याची इतर अनेक कारणं असू शकतात, अन् ही कारणे मेस्मेरिझमपासून वेगळी काढणं अशक्य आहे. तिसरं म्हणजे काळाबरोबर कित्येक आजार नैसर्गिकरित्याच आपोआप बरे होतात.

पण मेस्मरिझमचं म्हणणं मात्र असं होतं की परीक्षणाचा आधार रोग्यांना त्यांच्या आजारापासून मुक्ती मिळते किंवा नाही हाच



असला पाहिजे. जेव्हा आयोगाने त्याचं म्हणणं मान्य केलं नाही तेव्हा त्याने आयोगाला सहकार्य करण्याचं नाकारलं. मेस्मरचा एक प्रमुख शिष्य चार्ल्स डेस्लॉन ह्याने मात्र आयोगाला सहकार्य दिलं. आयोगातर्फे होणाऱ्या प्रयोगांसाठी त्याने लोकांना आणि वस्तूंना चुम्बकित करून दाखवण्याचे प्रयत्न केले.

स्वतःवर प्रयोग

सर्वात प्रथम आयोगाच्या सदस्यांनी स्वतःवर प्रयोग करून घेतले. त्यांनी डेस्लॉनला सांगितलं की आम्हा सदस्यांना

प्रत्यक्ष रूपाने किंवा एखाद्या चुम्बकित वस्तूच्या आधारे चुम्बकित करून दाखवावे. अनेक दिवस प्रयत्न करूनही परिणाम एवढाच झाला की लेव्हॉजिए व फ्रँकलिन ह्यांना बसून बसून अगदी कंटाळा आला. ते कधी बादलीतल्या लोखंडी कांबींना पकडून बसत तर कधी एकमेकांचे अंगठे धरून काही परिणाम होतोय का ह्याची वाट बघत बसत. पण परिणाम मात्र शून्य! एवढे होऊनही, म्हणजे आयोगाच्या सदस्यांवर काही एक परिणाम झाले नाहीत तरीही, त्यांनी 'जैविक चुम्बकत्वा'चे अस्तित्व नाकारण्याची मात्र घाई केली नाही. कदाचित् आजारी

व्यक्तीवरच ह्या चुम्बकत्वाचा परिणाम होत असेल असा त्यांनी विचार केला. त्यानुसार त्यांनी आजारी व्यक्तींवर प्रयोग करण्यास सुरुवात केली.

दोन प्रकारचे प्रयोग

चुम्बकत्वाचा होणारा परिणाम हा मानसिकच आहे अशी लेव्हॉजिएची अगदी पक्की खात्री होती. म्हणजेच हा सम्मोहनाचाच प्रकार आहे असं त्यांचं मत होतं. त्या दृष्टीने त्याला प्रयोग करायचे होते. ह्या प्रयोगांमध्ये ह्या दोन कारक तत्त्वांना वेगवेगळे करून तपासण्याची गरज होती. एक अशा प्रकारचे प्रयोग की ज्यामध्ये कथित चुम्बकत्व तर असेल, पण सम्मोहनाला अजिबात वाव नसेल आणि दुसरे असे प्रयोग की ज्यात सम्मोहन असेल, पण चुम्बकत्व मात्र असणार नाही. म्हणजेच लेव्हॉजिएला मानसिक परिणाम आणि प्रवाही तत्त्वाचा भौतिक परिणाम ह्या दोन गोष्टींना अलग करून काय होते ते बघायचे होते.

सर्वात पहिला प्रयोग असा होता. फ्रँकलिनने डेस्लॉनला सांगितले की बागेतल्या ५ झाडांपैकी कुठल्याही एका झाडाला त्याने 'चुम्बकित' करावे. त्यानंतर एका तरूणाला सांगितले की त्याने एकामागोमाग एक ह्या पाचही झाडांना आर्लिंगन द्यावे. हा तरूण चुम्बकत्वाला अतिशय संवेदनशील आहे असं डेस्लॉनने आधीच सांगितलं होतं. तरूणाला चुम्बकित

झाड कोणतं हे सांगितलेलं नव्हतं. त्याने क्रमाक्रमाने एकेका झाडाला मिठी मारायला सुरुवात केली आणि ते करताना त्याने सांगितले की त्याला चढत्या क्रमाने चुम्बकत्वाच्या अस्तित्वाचा अनुभव येतो आहे. चौथ्या झाडाशी येतायेताच तो 'उत्तेजित' अवस्थेला पोचला आणि त्याची शुध्द हरपली. वस्तुतः डेस्लॉनने ५ व्या झाडाला चुम्बकित केलं होतं आणि त्या झाडाला तर त्या तरूणाने अद्याप स्पर्शही केलेला नव्हता. असं असूनही मेस्मर आणि त्याच्या शिष्यांनी ह्या प्रयोगावरून काढलेल्या निष्कर्षाला रद्दबातलच ठरवलं. त्यांचं म्हणणं असं की निसर्गतःच प्रत्येक झाडात थोडंफार चुम्बकत्व असतंच आणि डेस्लॉनच्या उपस्थितीमुळे त्याच्यात भरच पडली असेल. हे खरं असेल तर बागेमध्ये फिरणाऱ्या व्यक्तींना हा फार मोठा धोकाच ठरेल असं सडेतोड उत्तर लेव्हॉजिएने ह्यावर दिलं.

आयोगाने अशा प्रकारचे कित्येक प्रयोग करून असा निष्कर्ष काढला की चुम्बकत्वाशिवायही मानसिक परिणाम घडून येतो आणि नाट्यमय हालचाली होऊ लागतात. उदाहरणार्थ त्यांनी एका महिलेच्या डोळ्यांवर पट्टी बांधली आणि तिला सांगितलं की डेस्लॉन त्या खोलीत असून तिच्यामध्ये चुम्बकत्व प्रवाहित करतो आहे. डेस्लॉन तिथं जवळपास नसतांनादेखील त्या महिलेची शुध्द हरपली. त्यानंतर तिच्या

डोळ्यांवरची पट्टी काढून टाकून तिला सांगितलं की डेस्लॉन शेजारच्या खोलीत बसला आहे. आणि तिच्यावर चुम्बकत्वाचा वर्षाव करतो आहे. आणखी एकदा त्या महिलेची शुध्द हरपली व तिला झटका आला. खरं म्हणजे दोन्ही वेळा चुम्बकत्व जवळपास अजिबात नव्हते आणि तरीही त्या महिलेला आलेले झटके खूपच तीव्र स्वरूपाचे होते.

आणखी एक प्रयोग बघण्यासारखा आहे. अनेक पेल्यांमध्ये पाणी भरून ठेवलं आणि त्यातल्या एकालाच चुम्बकित केलं. एका अतिशय संवेदनशील महिलेला त्या पेल्यांना स्पर्श करण्यास सांगितलं. दुसऱ्या पेल्याला स्पर्श करेपर्यंतच ती थरथर कापायला लागली. आणि चौथ्या पेल्याशी पोचेपर्यंतच तिला जबरदस्त झटका आला. जेव्हा त्यातून ती जरा सावरली आणि तिने प्यायला पाणी मागितले तेव्हा लेव्हॉजिएने तिच्या हातात चुम्बकित पाण्याचा पेला ठेवला. ते पाणी ती शांतपणे प्यायली आणि तिला एकदम बरं वाटायला लागलं.

आता ह्याच्या उलट प्रयोग करून बघितला. ह्या प्रयोगात चुम्बकत्व तर आवश्यक होतं, पण सम्मोहन किंवा मनोवैज्ञानिक प्रभावाचं अस्तित्व नको होतं. आयोगाच्या सदस्यांनी फ्रँकलिनच्या घरातल्या एका खोलीचा दरवाजा काढून घेतला आणि त्याच्या जागी कागदाची भिंत चिकटवली. कारण डेस्लॉनच्या मते

कागदामधून चुम्बकत्व अतिशय सुलभतेने प्रवाहित होते.

चुम्बकत्व प्रवाहित होण्याच्या बाबतीत अतिशय संवेदनशील असणाऱ्या एका महिलेला प्रयोगासाठी बोलावण्यात आले. तिला कागदी भिंतीच्याच जवळ बसण्यास सांगितलं. भिंतीच्या विरूध्द बाजूला अर्धा तास अगोदरपासूनच एक अतिशय प्रभावी चुम्बकत्व प्रवाहक त्या कागदी भिंतीवर चुम्बकत्वाचा वर्षाव करत होता. तरीही पूरा अर्धा तास ती महिला मजेत गप्पा मारत बसली होती. पण नंतर तो प्रवाहक खोलीत तिच्या बाजूला आला आणि त्याला बघून काही मिनिटातच तिला झटका आला.

ह्या सगळ्या प्रयोगांचा निष्कर्ष हाच होता की मेस्मर म्हणतो त्या सर्वव्यापी प्रवाही चुम्बकत्वाच्या अस्तित्वाचा काहीही ठोस पुरावा नाही. त्याच्या सर्व परिणामांचे कारण कल्पनाशक्तीच असू शकते. आयोगाने आपल्या अहवालात म्हटलं होतं की, “एखाद्या व्यक्तीला चुम्बकित करणे हे काम वस्तुतः त्या व्यक्तीची कल्पनाशक्ती उद्दीपित करण्याची कलाच आहे.”

आयोगाने आपल्या अहवालात पुढे म्हटले आहे.

“ह्या सर्व घटनांचा तपशील विशद करण्याचा उद्देश हा नाही की मेस्मरने अनुसरलेल्या पध्दतींनी कुणाला रोगमुक्तीच मिळाली नाही. खुद्द मेस्मरने असा आग्रह धरला होता की आयोगाने आपले परीक्षण

करतांना फक्त बऱ्या झालेल्या रोग्यांचाच विचार करावा. मेस्मरच्या उपचार पध्दतीने अनेक लोकांचा फायदा झाला असण्याची शक्यता आहे. पण त्यांना हा लाभ फक्त मेस्मरिक प्रवाही तत्त्वाच्या अस्तित्वामुळेच झाला असेल असं नाही, तर त्यामागे मनोवैज्ञानिक कारणांचाही समावेश असू शकेल. आजही काही रोगांवर उपचार करण्याच्या अशा अनेक पध्दती असतील की ज्यांमुळे लोकांचा फायदा होत असेल. पण हा फायदा कुठल्या अदृश्य तरंगांमुळेच अथवा ऊर्जेमुळेच होतो असा त्याचा अर्थ नाही. पूर्ण घटनाक्रम पाहिला तर त्यात मनोवैज्ञानिक घटकाची भूमिका अतिशय महत्त्वाची असते.”

आपल्याकडे रोगचिकित्सा संशोधन कारणाच्या अनेक संस्था अस्तित्वात आहेत. त्यापैकी कुणी अशा प्रकारच्या उपचारपध्दतींचे परीक्षण केले आहे किंवा

नाही ह्याची मला कल्पना नाही. बहुतेक केलेले नाही. अशा प्रकारे संशोधन न झाल्यामुळे एक फार मोठे नुकसान असे होते की लोकांपुढे अनेक प्रकारचे दावे-प्रतिदावे मांडले जातात. त्यामुळे त्यापैकी कुठल्यातरी एखाद्या गोष्टीवर लोक विश्वास ठेवायला लागतात - कधीकधी कारणाशिवाय तर कधीकधी आपल्याला सोयीस्कर आहे म्हणून !



- (स्रोत, एप्रिल २००१) मधून साभार.

लेखक - सुशील जोशी, विज्ञान लेखन व अनुवाद करतात. एकलव्यच्या विज्ञान-कार्यक्रमात सहभागी.

अनुवाद - मीना कर्वे, समाजशास्त्राच्या पदवीधर, भाषांतराची आवड.

संदर्भ हिंदीमधून

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ५० आहे. वर्गणी मनिऑर्डर अथवा बँक ड्राफ्टद्वारा (एकलव्यच्या नावे) पुढील पत्त्यावर पाठवावी.

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



मेणबत्तीचा रासायनिक इतिहास

लेखक : मायकेल फॅरेडे
अनुवाद : सुधा गोवारीकर

पुस्तक परिचय : प्रियदर्शिनी कर्वे

मायकेल फॅरेडे हे १८ व्या व १९ व्या शतकातील संशोधक पदार्थविज्ञान व रसायनशास्त्रातील त्यांच्या बहुविध शोधांमुळे सर्वांच्याच परिचयाचे आहेत. विशेषतः विद्युतचुंबकत्वाबाबतचे त्यांचे शोध तर आजही तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने महत्त्वाचे आहेत. उपयोजित व महत्त्वाच्या शोधांइतकेच फॅरेडे यांनी सर्वसामान्यांमध्ये विज्ञानाचा प्रचार व प्रसार करण्यासाठी केलेले कार्यही महत्त्वाचे आहे. दर वर्षी नाताळच्या सुट्टीत फॅरेडे तरुण मुलामुलींसाठी प्रात्याक्षिकांसह व्याख्यान-माला आयोजित करत असत. या व्याख्यानमाला अत्यंत लोकप्रिय झाल्या होत्या. १८६०-६१ च्या नाताळच्या सुट्टीत फॅरेडे यांनी मेणबत्तीच्या रसायनशास्त्रावर व्याख्यानमाला सादर केली होती. त्या व्याख्यानांच्या टंकलिखित प्रतीवरून 'मेणबत्तीचा रासायनिक इतिहास' हे पुस्तक प्रसिद्ध करण्यात आले. या पुस्तकाचे संपादन प्रख्यात पदार्थवैज्ञानिक विल्यम क्रूक्स यांनी

केले आहे. (ज्यांनी क्रूक्स नलिकांद्वारे वायूंमधील electric discharge चा अभ्यास केला, आणि त्यातून इलेक्ट्रॉनच्या शोधाचा मार्ग सापडला). सुधा गोवारीकर यांनी 'विज्ञान प्रसार' साठी या उत्कृष्ट पुस्तकाचा सरल मराठी अनुवाद केला आहे.

हे पुस्तक प्रत्येक विज्ञान शिक्षकाने वाचायलाच हवे असे आहे. पुस्तकाचा विषय रोचक आहे, हे याचे एक कारण आहेच. पण त्याहून महत्त्वाचे कारण म्हणजे प्रयोग-प्रात्यक्षिकांद्वारे विज्ञान रंजक करून कसे शिकवता येते, याचे हे एक उत्तम उदाहरण आहे. मूलभूत वैज्ञानिक तत्त्वे ही फक्त कोट्यवधी रुपयांच्या व गुंतागुंतीची रचना असलेल्या तंत्रज्ञानामागेच असतात असे नाही, तर मेणबत्तीसारख्या 'क्षुल्लक' आणि रोजच्या वापरातल्या वस्तूमागेही असतात, ही गोष्टही या पुस्तकामुळे अधोरेखित होते. या पुस्तकातील काही भाग पुढे दिला आहे

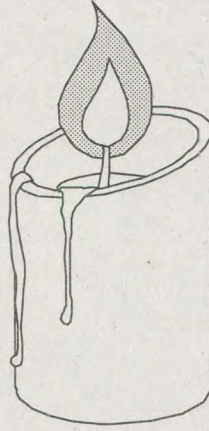
“आता आपण मेणबत्तीच्या उजेडाकडे वळू या. एक-दोन मेणबत्त्या पेटवून त्या कशा प्रकाश देतात, हे प्रत्यक्षात पाहू. मेणबत्ती दिव्याहून अगदी वेगळी आहे, हे नीट समजून घ्या. दिव्यात काय करतात ? तर थोडे तेल एका भांड्यात घेतात, त्यात शेवाळ किंवा कापूस वळून केलेली वात बुडवतात. वातीचे वरचे टोक पेटवतात. ती वात जळत-जळत तेलापर्यंत पोहाचते. तिथे ती विझून जाते; पण तिचे वरचे टोक मात्र जळत राहते. आता तुम्ही विचारणार की, तेल स्वतः जळत नाही; पण वातीतून वर चढून तिथे जळत राहते, हे कसे ? हे कसे घडते ते आपण नंतर पाहू. मेणबत्तीचे ज्वलन तर ह्यापेक्षाही आश्चर्यकारक असते. मेण हा एक घनपदार्थ आहे. त्याला कोणत्या भांड्याची गरज नाही. पण हा घनपदार्थ वातीतून वर चढतो कसा ? द्रवरूप नसून तो ज्योतीपर्यंत पोहोचतो कसा ? तसेच मेण वितळून द्रवरूप झाले, तरी जागच्या जागी कसे राहते ? हीच तर मेणबत्तीची खुबी आहे.

इथे चांगला वारा खेळतो आहे. आपल्या काही प्रयोगात वारा मदत करतो; तर काही ठिकाणी त्याची आपल्याला अडचण होते. एखाद्या गोष्टीचा अभ्यास करताना बाहेरचे अडथळे आले, तर त्या वस्तूचे निरीक्षण बारकाईने कसे करता येईल ? आपला प्रयोग नियमित आणि सरळ व्हावा म्हणून मी एक

स्थिर, शांत अशी ज्योत पेटवतो. कुणा एका महाभागाने मेणबत्ती स्थिरपणे जळत राहावी, विझू नये; म्हणून एक नामी युक्ती शोधून काढली. शनिवारी रात्री उशिरापर्यंत विक्री करणारा हातगाडीवाला किंवा रस्त्यावर उभे राहून भाजी व मासे विकणारा यांच्यापैकी कुणीतरी ही युक्ती शोधली असणार. मला त्या माणसाचे फार कौतुक वाटते. मेणबत्तीभोवती सुरईच्या आकाराची काच बसवतात. मेणबत्ती ज्या पृष्ठभागावर उभी असते, त्यावर एक वर्तुळाकार खाच केलेली असते. त्या खाचेत ही काच बसवतात. काच वर-खाली सरकवता येते. ज्योतीभोवती ही काच असल्याने ज्योत स्थिर राहते. त्याचा उपयोग करून आपल्या घरीही तुम्ही ज्योतीचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करू शकाल आणि तसे तुम्ही कराल, असा माझा विश्वास आहे.

मेणबत्ती जळत आहे. तिच्या वरच्या बाजूला कसा खोलगट आकार होतो, बघा. चहुबाजूंनी हवा मेणबत्तीकडे येत असते. वात जळत असल्याने उष्ण हवेचा ऊर्ध्वगामी (वर जाणारा) प्रवाह निर्माण झालेला असतो. मेणबत्तीकडे येणारी थंड हवा मेणबत्तीच्या कडेला स्पर्श करीत असते आणि तेवढ्याने मेणबत्तीची कड थंड होत राहते. हे सतत घडत असल्याने वातीजवळच्या मेणापेक्षा बाहेरच्या कडेचे मेण (किंवा चरबी, इंधन काहीही) बरेच थंड

राहते. वातीच्या ज्वलनामुळे वातीभोवतालचे मेण वितळते; पण सतत थंड हवेचा स्पर्श होत राहिल्याने बाहेरची कड घट्टच राहते. हा थंड हवेचा प्रवाह जर मी एकाच बाजूने येऊ दिला, तर मेणबत्तीच्या त्या बाजूचे मेण घट्ट राहिल आणि दुसऱ्या बाजूने वितळलेले मेण खाली ओघळू लागेल. गुरुत्वाकर्षणाचा जो जोर या जगाला एकसंध ठेवतो, तोच जोर मेणबत्तीच्या वर तयार झालेल्या या खोलगट वाटीला आडवी ठेवतो, ही वाटी जर आडवी नसेल तर (म्हणजे तिरकी झाली तर) मेण खाली वाहून



जाऊ लागेल. पण मेणबत्तीच्या चहुबाजूंनी सारखी हवा येत राहते आणि नियमित असा ऊर्ध्वगामी प्रवाह तयार होतो. त्याच्याबरोबर ही थंड हवाही वाहू लागते. त्यामुळे मेणबत्तीच्या बाहेरच्या अंगाचे मेण घट्ट राहते. ह्या विलक्षण घटनेमुळे मेणबत्तीत वाटीसारखा खोलगट भाग निर्माण होतो. अशी वाटी तयार होण्याचा गुण नसणारे कोणतेही इंधन मेणबत्तीला उपयोगाचे नाही. फक्त आयरिश बॉगवुड (आयर्लंडमधल्या दलदलीत तयार होणारा लाकडासारखा

सेंद्रिय पदार्थ) हा एक अपवाद आहे. या स्पंजासारख्या पदार्थात इंधन सामावलेले असते. मेणबत्तीत असा कप तयार होणे, ही एक विलक्षण सुंदर घटना आहे. ज्या शोभिवंत मेणबत्त्यांचा आकार नियमित नाही, अशी एवढी मेणबत्ती आपण पेटवली

असती, तर अशी वाटी तयार झाली नसती; कारण वाटीची कड सर्व बाजूंनी तयार झाली नसती. प्रक्रियेची उत्कृष्टता म्हणजे तिची उपयुक्तता, हाच सौंदर्याचा अधिक चांगला निकष असतो. म्हणजेच वस्तू कशी दिसते यापेक्षा ती कशी उपयुक्त आहे हे बघणे आपल्याला

हितावह होते, हे तुमच्या लक्षात आले असेल. ही शोभिवंत मेणबत्ती जळण्याच्या कामात कुचकामाची ठरते. तिच्या बाजूने मेणाचे ओघळ वाहतील. तिच्या अनियमित बाह्यांगामुळे तिच्याकडे येणारा हवेचा प्रवाह एकसारखा असणार नाही आणि म्हणून तयार होणाऱ्या वाटीची कड एकसंध राहणार नाही. आता आपण एक उदाहरण पाहू. हे तुम्ही केव्हा ना केव्हातरी बघितले असणार. मेणबत्तीच्या एका बाजूने मेण ओघळत राहिले, तर काय होते? ”

“**व्याख्यानाचा शेवट करण्यापूर्वी** पृष्ठभागावर तयार झालेले पदार्थ जर बाजूला ह्या सर्व प्रक्रियांशी जोडलेला आणखी झाले, तर शिसे संपेपर्यंत जळत राहील. एक मुद्दा स्पष्ट केला पाहिजे. आपल्याशी शिसे आणि कार्बन ह्यांच्यात हाच फरक संबंधित असे प्राणवायू, हायड्रोजन आणि आहे. हवेचा जरासा संपर्क झाला, की कार्बन हे पदार्थ निरनिराळ्या अवस्थांतून शिसे जळू लागते. या उलट कार्बन मात्र पाहणे हा एक मनोहर अनुभव आहे. मघाशी वर्षानुवर्षे तसाच पडून राहू शकतो. मी तुम्हाला शिसे जाळून दाखवले. ज्या हवयुलियमने कार्बनमिश्रित शाईने केलेले क्षणी त्याचा हवेशी संबंध आला, त्या क्षणी लिखाण गेली १८०० वर्षे तसेच शाबूत ते पेटू लागले. बाटलीतून पूड बाहेर आहे. वेगवेगळ्या परिस्थितीतल्या हवेशी येण्यापूर्वीच हवा आत गेल्याने ती पूड त्याचा संपर्क आला, तरी त्या अक्षरात पेटू लागली होती. इथे रासायनिक काही फरक पडला नाही. कार्बन आणि शिसे आकर्षण हा गुण अनुभवास येतो. या यात हा फरक कशामुळे पडला बरे? इंधन गुणामुळेच आपल्या सर्व क्रिया सुरु म्हणून ज्या पदार्थांची आपण निवड करतो, राहतात. श्वास घेतो तेव्हा आपल्या ते आपल्या क्रियेची, पेटवण्याची वाट शरीरात ह्याच प्रकारची क्रिया चालू असते. पाहतात. शिसे किंवा इतर काही मेणबत्ती पेटली, की अनेक घटक पदार्थांप्रमाणे आपणहून जळायला लागत एकमेकांना आकर्षून घेतात. शिशाच्या नाहीत. असे कितीतरी पदार्थ मी तुम्हाला बाबतीत असेच आकर्षण चालू असते. दाखवू शकेन; पण टेबलावर गर्दी रासायनिक आकर्षणाचे ते एक सुंदर नको; म्हणून मी ते इथे आणले नाहीत.”

उदाहरण आहे. शिसे जळताना त्याच्या

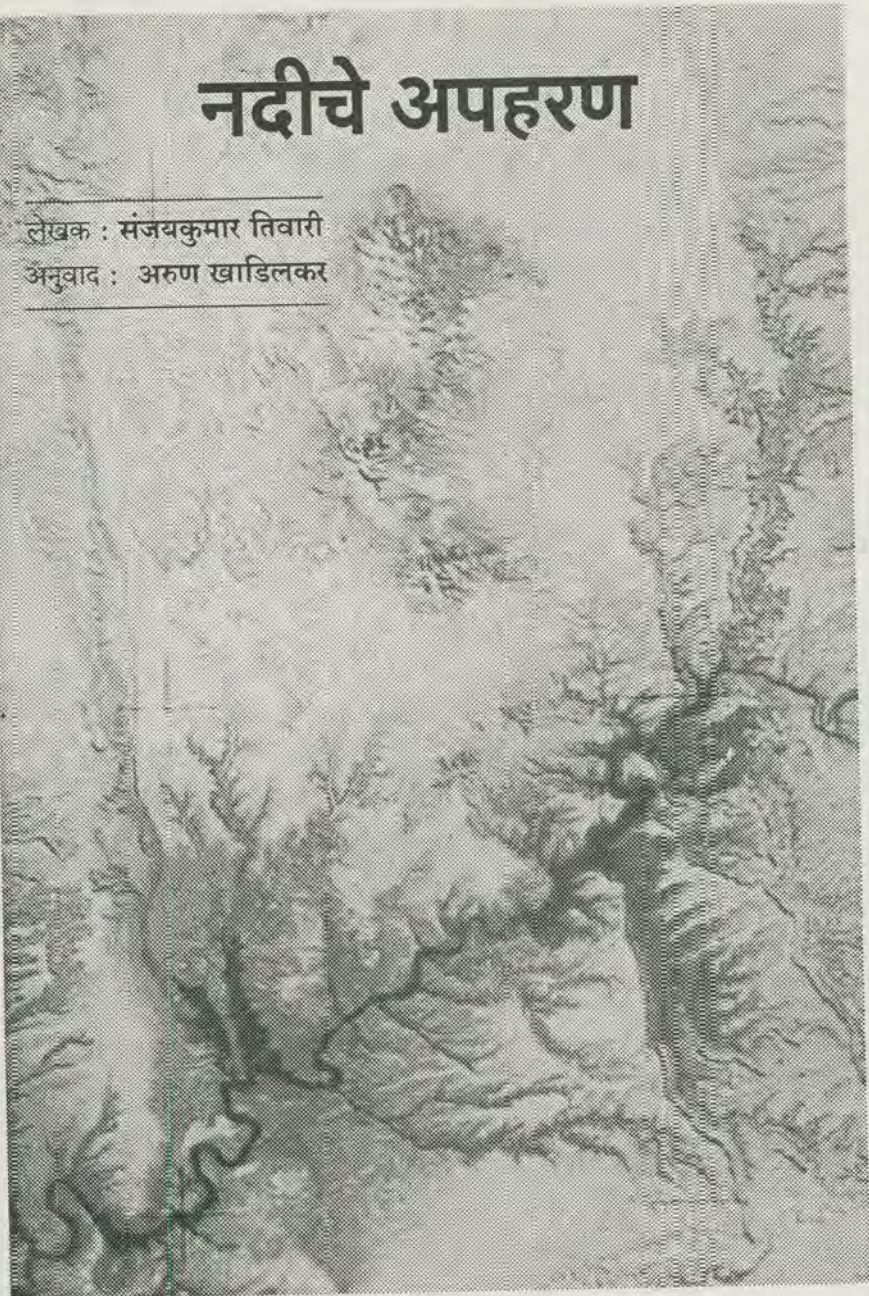


आवाहन

- तुमच्या परिचयातील शाळा, शिक्षक आणि पालक यांच्यापर्यंत शैक्षणिक संदर्भ पोचवा.
- विज्ञान आणि शिक्षण यामध्ये आपला विशेष अभ्यास असेल तर त्याबद्दल आम्हाला कळवा, लेख पाठवा.
- आपण शिक्षक असाल तर आपल्याकडे अनुभवांचा अमोल साठा असतो. त्यातले वेचक अनुभव आमच्या वाचकांपर्यंत पोचवा.

नदीचे अपहरण

लेखक : संजयकुमार तिवारी
अनुवाद : अरुण खाडिलकर



पृथ्वीच्या प्राचीन इतिहासामधे कधी-कधी असं बघायला मिळतं की, जवळ-जवळ वाहणाऱ्या दोन नद्यांमधील एखाद्या नदीचं पाणी दुसऱ्या नदीच्या प्रवाहात मिळून जातं. या घटना कधी आणि कशा घडतात याचा शोध घेणारा हा लेख.

सुरुवात अमेरिकेतील वर्जिनिया प्रांतात घडलेल्या एका गोष्टीने करू या. तिथल्या ब्लू रिजच्या पर्वतीय भागात काही वर्षांपूर्वी एका पाठोपाठ एक तीन नद्या गायब झाल्या. परंतु या सनसनाटी बातमीची दखल वर्तमानपत्रांनीही घेतली नाही की नदी गायब करणाऱ्यांवर कोणती कारवाईसुध्दा केली गेली नाही. घडलं असं होतं, या तीनही नद्यांना एका दुसऱ्याच नदीने गिळंकृत केलं होतं. भू-वैज्ञानिकांच्या दृष्टीने एका नदीला दुसऱ्या नदीने गिळंकृत करणे ही सामान्य प्रक्रिया असून त्यामधे घाबरण्यासारखं काहीच नाही. पण हे नक्की की जर आसपास एखादी नदी गायब झाली असेल तर अभ्यास करण्यासाठी त्यांना ही एक चांगलीच संधी आहे.

एवढं सगळं वाचून कुणालाही अशी उत्सुकता लागून राहिल की अखेर नदी गायब होणं हा काय प्रकार आहे ? हे नदीचं अपहरण जाणून घेण्यासाठी काही गोष्टी प्रथम लक्षात येणं जरूरीचं आहे.

जलविभाजक

नद्यांच्या बाबतीत थोडी माहिती आपल्याला असतेच. जसं, नद्यांचा उगम उंच पर्वत, दऱ्या-खोऱ्यातून किंवा हिमनदी-

पासून होतो. उंचीवरून पाणी उतारानुसार खाली वहात असतं. त्यामुळे त्या ठिकाणी हळुहळू घळ निर्माण होते. हीच घळ खोल होत त्याची दरी तयार होते. बऱ्याचशा झऱ्या-ओढ्यांची मिळून नदी तयार होते. ही नदी समुद्रापर्यंत प्रवास करते. पुरेसं पाणी आणि पुरेसा उतार नसेल तर वाटेत तिचा प्रवास थांबतो.

बहुतेक सर्व प्रमुख नद्या पाण्यासाठी आपल्या उपनद्यांवर अवलंबून असतात. पावसामुळे पडणाऱ्या पाण्यापैकी काही भागाचं बाष्पीभवन होतं, काही जमिनीत झिरपून जातं, पण बरंचसं पाणी जमिनीवरून वहात झरे, नाले, आणि छोट्या नद्यांच्या माध्यमातून मोठ्या नद्यांना जाऊन मिळतं. जिथून जिथून नदीला पाणी येऊन मिळतं तो सगळा भाग म्हणजे नदीचे प्रवाह क्षेत्र. ज्याप्रमाणे एका झाडाला काही फांद्या आणि त्या फांद्यांना खूप पानं असतात त्याचप्रमाणे एका नदीला अनेक उपनद्या येऊन मिळतात. या उपनद्यांच्या सुध्दा सहाय्यक नद्या असतात. आपल्या आजुबाजूच्या भागात पडलेल्या पावसाचे पाणी मुख्य नदीपर्यंत नेण्याचे काम या नद्या करतात.

पर्वतीय क्षेत्रामधे एकापेक्षा जास्त नद्यांचा

उगम होतो. अशा स्थितीत प्रत्येक नदीचे एक निश्चित खोरे असते. दोन नद्यांच्या खोऱ्यांची सीमा असणारा उंच भाग म्हणजेच जलविभाजक. हा जलविभाजक एका नदीचं पाणी दुसऱ्या नदीमध्ये जाऊ देत नाही.

नदी अपहरण

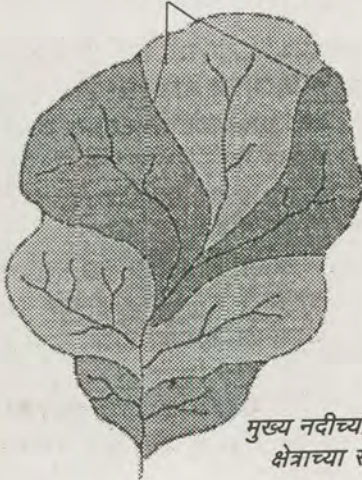
आता दुसऱ्या एखाद्या नदीचं पाणी आपल्या प्रवाह क्षेत्रात आणायचं असेल तर जलविभाजक फोडावा लागेल. जल विभाजक फोडण्यात नदी यशस्वी झाली तर दुसऱ्या नदीच्या प्रवाह क्षेत्रातील पाण्याचं अपहरण होतं. जी नदी अपहरण करते तिला हारिणी आणि जिचं अपहरण होतं तिला हरिता नदी असे म्हणतात. आणि ज्या निमुळत्या भागात अपहरण होतं त्याला अपहरण कोपरा म्हणतात. आता असा प्रश्न

निर्माण होतो की कुठल्या परिस्थितीत अपहरणाची घटना घडते आणि कशाप्रकारे नदी त्याला प्रतिसाद देते.

सामान्यपणे नदीच्या उगमापासून ती समुद्राला जाऊन मिळेपर्यंत तिच्या प्रवासाचे तीन विभाग होतात. किशोरावस्था, प्रौढावस्था आणि वृध्दावस्था. याप्रमाणे नदीची तीन कार्ये होतात - अपक्षरण, परिवहन आणि निक्षेपण.

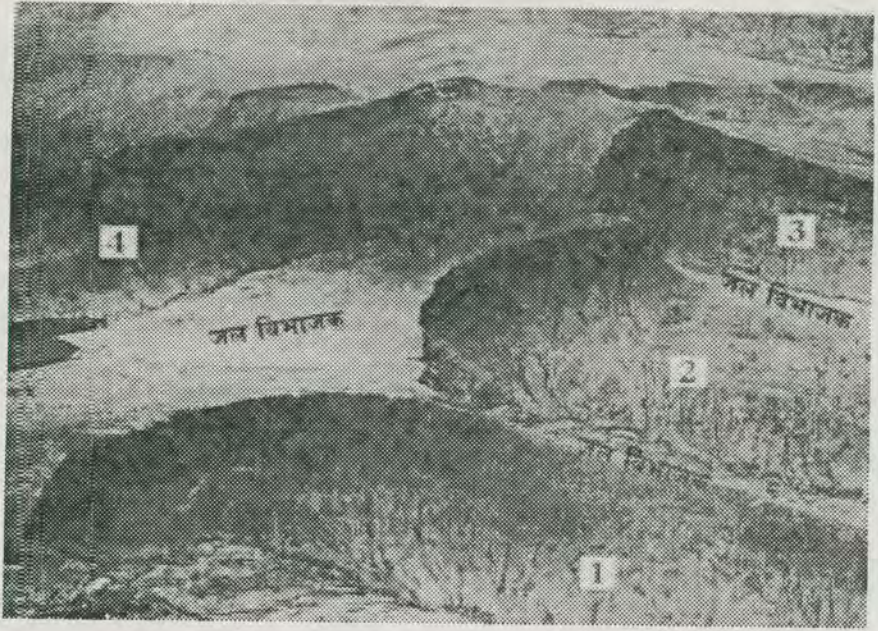
नदी जेव्हा उगमापासून निघते तेव्हा जास्त उतारामुळे पाण्याचा प्रवाह अधिक वेगात असतो. त्यामुळे नदी आपले किनारे कापत जाते यालाच 'अपक्षरण' म्हणतात. तुटलेल्या पर्वतांचे तुकडे नदी आपल्या पाण्याबरोबर ओढत नेते याला 'परिवहन' असे म्हणतात. जेव्हा नदी आपल्याबरोबर

सहाय्यक नदीच्या प्रवाह क्षेत्राच्या सीमा



मुख्य नदीच्या प्रवाह क्षेत्राच्या सीमा

नदीचे प्रवाह क्षेत्र : एखाद्या प्रमुख नदीमध्ये जिथून पाणी येत असेल तो सगळा भाग तिच्या प्रवाह क्षेत्राचा प्रदेश मानला जातो. त्या आधारे कुठल्याही नदीच्या प्रवाह क्षेत्राची सीमा निश्चित करता येते. सर्वसामान्यपणे मुख्य प्रवाह क्षेत्र खूपच लांब-रुंद असतं. याप्रमाणे उपनद्यांच्या प्रवाह क्षेत्राच्या सीमा निश्चित करता येतात. या चित्रामध्ये एका नदीचं मुख्य प्रवाह क्षेत्र आणि उपनद्यांचं प्रवाह क्षेत्र दाखवले आहे. या उदाहरणामध्ये प्रवाह क्षेत्राचा आकार पानासारखा दाखविला आहे. परंतु सगळ्याच प्रवाह क्षेत्रांचा आकार असाच असेल असे नाही.



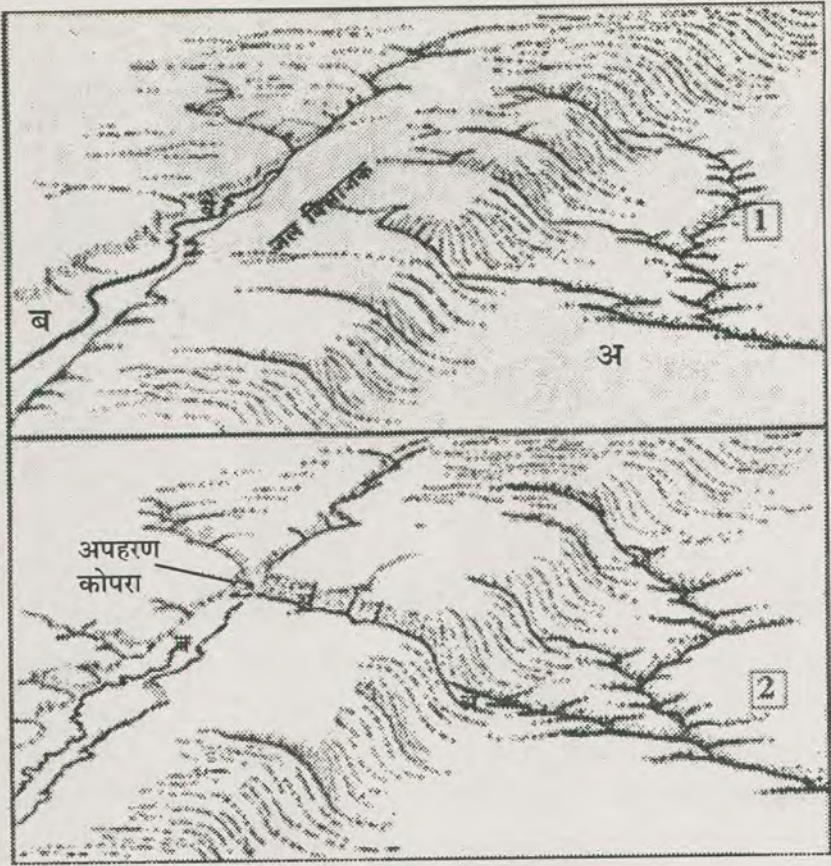
जलविभाजक : अमेरिकेतील ब्रेकॉन-बीकॉन (दक्षिण वेल्स) पर्वतामध्ये मजेदार स्थिती आहे. इथे ३, ४ नद्यांची प्रवाह क्षेत्रं व्यवस्थित दिसू शकतात. क्र. १, २, ३ व ४ पहा. प्रवाह क्षेत्र स्वतंत्र करणारे जलविभाजकही दाखविले आहेत. १, २, ३, ठिकाणची नदी शीर्ष अपक्षरण करत असल्यामुळे क्रमांक ४ च्या अस्तित्वाला धोका उत्पन्न होऊ शकतो.

माती, वाळू, दगड-गोटे वाहून नेण्यास असमर्थ होते तेव्हा त्यांना वाटेत सोडून देऊन पुढे वाहते. याला 'निक्षेपण' म्हणतात. किशोरावस्थेमध्ये नदीचं प्रमुख कार्य झीज करणे किंवा अपक्षरण. प्रौढावस्थेमध्ये झीज करण्याचं काम कमी होतं आणि परिवहन आणि निक्षेपण ही दोन प्रमुख कार्यं बनतात. वृद्धावस्थेमध्ये नदीचं प्रमुख कार्य निक्षेपणच असतं.

नदी अपहरणाचे प्रकार बहुधा

किशोरावस्थेतच होतात. या अवस्थेमध्ये अपहरण होण्याचं कारण म्हणजे तिची झीज करण्याची किंवा अपक्षरण क्षमता जास्त असते. यावेळी नदी फक्त आपलं पात्र खोल करण्याचा प्रयत्न करते, असेच नव्हे तर आपल्या उगमाजवळही खोदण्याचा प्रयत्न करते. उगमाकडे होणाऱ्या या क्रियेला 'शीर्ष अपक्षरण' म्हणतात.

उगमाकडे झीज झाल्यामुळे जलविभाजक मागे सरकतो. तो सरकत सरकत अशी स्थिती



नदी अपहरणाच्या अवस्था : कोणत्याही नदीचे अपहरण एका रात्रीत होत नसून ती एक संथ प्रक्रिया आहे. वरील उदाहरणात दोन्ही नद्या एकमेकींशी काटकानात वहात आहेत. सोयीसाठी त्यांना 'अ' आणि 'ब' नाव देऊ (चित्र १)

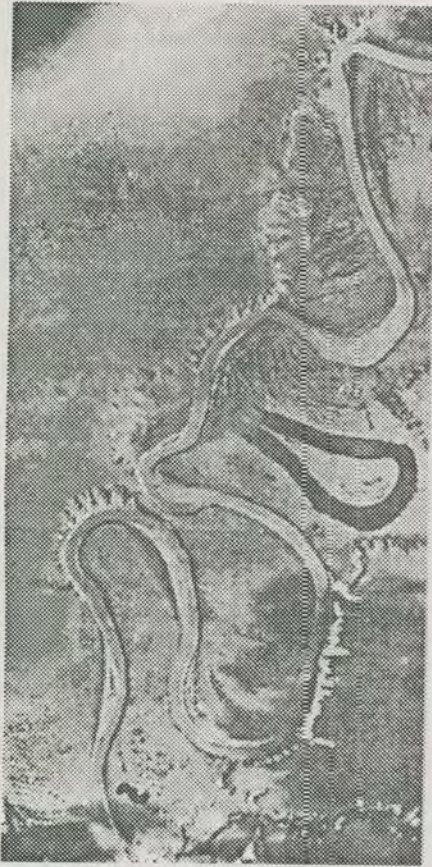
नदी 'अ' मध्ये शीर्ष अपक्षरण प्रक्रिया सुरू असल्यामुळे तिने जलविभाजकाला कापण्यास सुरुवात केली आहे. ही क्रिया भरपूर काळ संथगतीने चालू राहते. शेवटी नदी 'अ' जलविभाजकाला पूर्णपणे छेदून टाकेल.

जलविभाजक फुटल्यामुळे 'ब' नदीतील पाणी आपल्या पूर्वीच्या मागाने वहायचं सोडून 'अ' नदीच्या दिशेने वाहू लागते. 'ब' नदीने जिथून मार्ग बदलून 'अ' नदी मध्ये वहायला सुरू केलं त्या जागेला अपहरण कोपरा (Elbow of Capture) म्हणतात. 'ब' नदीच्या पात्रामध्ये अजूनही एक बारीकसा ओहोळ वाहतो आहे परंतु 'ब' नदीने आपले पूर्वीचे वैभव गमावले आहे.

येते की एका नदीचा उगम दुसऱ्या नदीच्या खोऱ्यात मिसळतो. आणि दुसऱ्या नदीचं अपहरण होतं.

नदीच्या उगमाजवळ अपक्षरण करणं प्रत्येक ठिकाणी आणि प्रत्येक वेळी शक्य नाही. काही विशेष परिस्थितीत शीर्ष अपक्षरण होतं आणि त्यामुळे नदीचं अपहरण शक्य होतं.

नदीच्या उगमाची तुलना एका चमच्याबरोबर केली जाऊ शकते. जास्त उतार असलेल्या पात्रात नदी, काठापेक्षा उगमाकडे झीज लवकर करते. जोराचा पाऊस किंवा जोरदार प्रवाह यामुळे या स्थानावर झीज होणं जास्त शक्य आहे. उगमाजवळील पर्वत ठिसूळ किंवा मृदू असतील तर शीर्ष अपक्षरण होण्यास



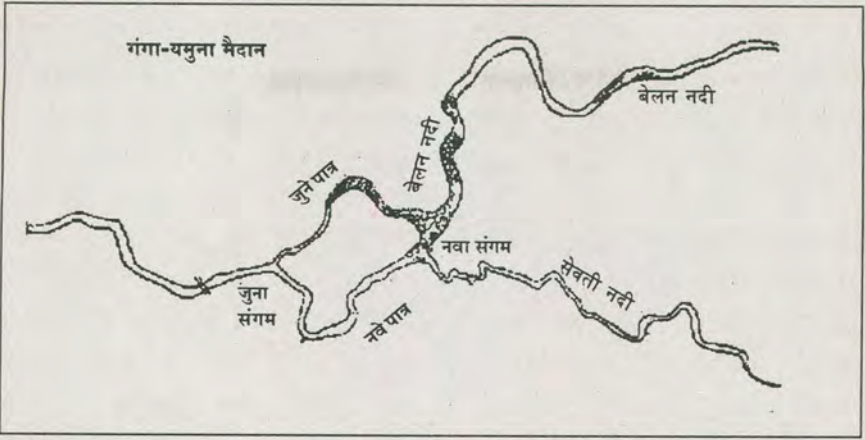
नागमोडी वळण तयार होणे आणि फुटणे

सखल प्रदेशात वहाताना नदीचा वेग कमी होतो. त्यामुळे नदी वाळू, गाळ इत्यादी पदार्थांचे निक्षेपण करते; यामुळे नदी थोडी वेडी-वाकडी वहायला लागते. या ठिकाणी अशा एका नदीचं नागमोडी वळण दाखवलं आहे. काही वेळा अचानक पाण्याचा प्रवाह वाढल्यामुळे किंवा पावसाच्या दिवसात पुरामुळे नदी आपला वळणाकार मार्ग सोडून सरळ मार्गाने वाहू लागते. त्यामुळे U आकाराचा भूभाग स्वतंत्र होतो. या भूभागास नालाकृती सरोवर संबोधतात. चित्रात अशा प्रकारची दरी काळ्या रंगात दाखवली आहे.



शेनानडोची अपहरण मोहीम : हे चित्र ब्लू रिज, वर्जिनियाचं आहे. जिथे पोटोमॅक नदी ब्लू रिजला छेदून वहात आहे. या भागातील काही उपनद्याही पोटोमॅकला येऊन मिळतात. या उपनद्यांच्या यादीमधे शेनानडो नदीचाही सहभाग आहे.

- १) सुरुवातीला शेनानडो एक छोटी नदी होती. लवकर झिजणारे खडक तिच्या काठावर होते. पोटोमॅकच्या इतर उपनद्यांच्या मार्गात मृदू आणि कठीण अशा दोन्ही प्रकारचे खडक होते.
- २) अशा परिस्थितीत शेनानडोचे पात्र प्रथम खोल झाले आणि उगमाकडील मृदू खडकांना भेदण्याचे कार्य सुरू झालं. यामधे सगळ्यात आधी बीवरडमचे पात्र सामावून घेतले गेले.
- ३) त्यानंतर गॅप रन, गूज क्रीक यांचीही तीच स्थिती झाली.
- ४) या चित्रात सध्याची स्थिती दाखवली आहे. ज्यामधे शेनानडो भरभरून वहात आहे. परंतु गॅप रन, बीवरडम यांचे छोट्या छोट्या प्रवाहात रूपांतर झाले आहे.



सेवती नदीचे अपहरण : रीवाच्या पठारापासून गंगा-यमुनेच्या मैदानी प्रदेशात वहाणारी सेवती नदी पुढे बेलन नदीला जाऊन मिळते. या दोन्ही नद्यांचा संगम आता पूर्वीपेक्षा ६ किलोमीटर उंचीवर आला आहे. त्याचं असं झालं की बेलन नदीचा नागमोडी मार्ग सेवती नदीच्या इतका जवळ आला की, पूर्वीच्या संगम स्थानाला अलिकडेच नवीन संगम स्थान निर्माण झाले. आणि बेलन नदीने आपले पात्र सोडून सेवती नदीच्या पात्रात वहायला सुरुवात केली आणि बेलन नदीचं पूर्वीचं पात्र आता कोरडं पडलं आहे. आता याला नदीचं अपहरण म्हणायचं की जबरदस्ती ?

परिस्थिती अधिकच अनुकूल होते.

जर नदीच्या उगमाजवळ एखादा झरा वगैरे असला तर शीर्ष अपहरण होण्याची शक्यता जास्त असते, कारण झरे आपल्या जवळपासच्या खडकांना; ज्यात पाणी झिरपू शकते अशा खडकांना, कापत जातात. त्यामुळे काही काळाने ते खडक ढासळतात.

नदीच्या उगमाजवळ एकाच प्रकारचे मृदु खडक असतील आणि नदीच्या पात्राचा उतार जास्त असेल तर शीर्ष अपहरण लवकर होते, मात्र उगमाजवळ मृदु-कठीण दोन्ही प्रकारचे खडक असतील तर

कापण्याची गती सारखी नसते.

काही वेळा असंही दिसतं की जलविभाजकाच्या दोन्ही बाजूचे उतार सारखे असतातच असे नाही. जर एक उतार दुसऱ्यापेक्षा जास्त असेल आणि तिथलाच खडक मृदु असेल तर निश्चितच पहिल्या नदीपेक्षा या नदीचा तळ खोल असतो. अशा स्थितीत जलविभाजकाच्या तुटण्यामुळे पहिल्या नदीचं पाणी दुसऱ्या नदीमध्ये (जिचा तळ जास्त खोल आहे) वहायला लागतं.

जर दुसऱ्या नदीचं पात्र रुंद आणि खोल असेल आणि पाऊसही जास्त झाला तर या

कोरड्या नदीच्या पात्राचे काय करायचे ?

वर्जिनिया मधे जेव्हा नदीचे अपहरण झाले तेव्हा 'या कोरड्या पात्राचा काय उपयोग करावा ?' असा प्रश्न त्या सरकारसमोर उपस्थित झाला. त्याचाही एक लोकोपयोगी उपाय शोधण्यात आला. आज अमेरिकेतील चार चौपदरी हमरस्ते या पात्रातून जातात.

गोष्टीही पहिल्या नदीचं अपहरण व्हायला कारणीभूत ठरतात.

आपल्या देशात नदी अपहरणाची बरीच उदाहरणे आहेत. हिमालयीन क्षेत्रातील 'कोसी' नदी ने 'अरूणा' नदीचं अपहरण केलं आहे. त्याचप्रमाणे 'बानस' नदीच्या उपनदीने 'सोन' नदीची उपनदी 'कुशमहर'चं अपहरण केलं आहे.

जरा वेगळ्या प्रकारचे अपहरण

आत्तापर्यंत नदीच्या किशोरावस्थेतील शीर्ष अपक्षरणामुळे झालेले अपहरण पाहिले. प्रौढावस्थेमध्ये क्षितिज समांतर म्हणजेच नदीच्या नागमोडी वळणामुळे अपक्षरण होते.

प्रौढावस्थेमध्ये नदी आपल्या पात्राचा तळ त्याचबरोबर आपला काठही कापत जाते. अशा प्रकारे अपक्षरण सतत होत राहिल्यामुळे दोन नद्यांची पात्रं एकमेकात मिसळतात. परिणामी अधिक प्रभावी, कार्यशील नदी दुसरीचं अपहरण करते.

तिसरी अवस्था वृद्धावस्था, यात नदी सखल जमिनीवरून नागमोडी वळणं घेत वहात जाते. कधी-कधी दोन नद्यांची वळणं इतकी जवळ येतात की ती एकमेकांत मिसळतात. अशा परिस्थितीत ज्या नदीचा प्रवाह जोरात असतो ती नदी दुसऱ्या नदीचं

अपहरण करते. पूर येतो त्यावेळी सुध्दा नदीच्या वळणांमुळे दोन्ही नद्यांचे पूरमैदान एकमेकात मिसळून जाते. तसंच मोठी नदी लहान नदीचं अपहरण करते. उत्तर अमेरिकेतील डेट्रॉइट शहराच्या काही मैल पश्चिमेला ह्यून नदीने आपल्या नागमोडी वळणामुळे ओकरन नदीच्या प्रवाहाचे अपहरण केले आहे.

उत्तर प्रदेशच्या अलाहाबाद जिल्ह्यातील देवघाटाजवळ बेलन नदीच्या नागमोडी वळणाने सेवती नदीच्या कमी उंचीच्या मार्गाचं अपक्षरण करून सेवती नदीच्या पात्रामध्ये वहायला सुरुवात केली आहे. यामुळे बेलन, सेवती नदीचा संगम आता पूर्वीपेक्षा ६ कि.मी. अलिकडे आला आहे.

ही गोष्ट आहे नदी अपहरणाची. साधारणतः अशा घटना सामान्य लोकांच्या लक्षातही येत नाहीत. परंतु भूवैज्ञानिकांच्या दृष्टीने नक्कीच या अभ्यासाच्या संधी बनतात.



लेखक - संजय कुमार तिवारी
एकलव्यच्या सामाजिक अध्ययन कार्यक्रमात सहभागी

अनुवाद - अरूण केशव खाडिलकर
शिक्षक, भूशास्त्रविभाग, दयानंद महाविद्यालये, सोलापूर.

विषयवार सूची

शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट - सप्टेंबर १९ ते जून-जुलै २००१ अंक १ ते ११

प्रत्येक विषयात लेखाचे नाव, अंक व पान क्रमांक दिले आहेत.

भौतिकशास्त्र		२४) ध्वनी : अनुस्पंदन	८(२).४८
१) कागदाचे विमान	१.४३	२५) ध्वनीच्या शोधात	८(२).६७
२) मोजमापे - ॲम्पियर	१.८०	२६) हवेचा दाब (भाग २)	९.११
३) श्रावण मासी हर्ष मानसी	२.२९	२७) प्रयोगातून सिध्दांताकडे	९.१९
४) मोजमापे - हर्ट्झ	२.८२	२८) जुळ्या भावंडांपैकी एक -	
५) शीतलता देताघेता -	३.१५	चुंबकत्व	१०.३९
६) हे शक्य आहे	३.४७	२९) वाद्यांचे विज्ञान	१०.९
७) मोजमापे	३.७७	३०) ध्वनी : दोन विशेष परिणाम	१०.५३
८) इलेक्ट्रॉनचा शोध	३.८१	३१) असे चालणे	११.३
९) अदृश्य देणगी	४.४७	३२) सर आयझॅक न्यूटन	११.४७
१०) लेंझचा नियम	४.७३		
११) मोजमाप - पास्कल	४.७९	रसायनशास्त्र	
१२) निसर्गाची लयबद्धता	५.३३	१) हवेतून हिरे	१.४१
१३) प्रकाशाचे ध्रुवीकरण	५.५९	२) रेणूभाराचा गुंता	२.१९
१४) मोजमापे बेल	५.६९	३) ओळख आवर्तसारणीची	३.२५
१५) रंग मजेचे, तऱ्हेतऱ्हेचे	६.२१	४) माती रंगे खेळताना	३.५३
१६) मोजमापे - क्युरी व बेकरेल	६.६१	५) जड मूलद्रव्यांचे नामकरण	४.५३
१७) घन, द्रव, वायू आणि काच	७.२५	६) बहुरूपी बहुगुणी कार्बन	५.११
१८) किती वाजले ?	७.४३	७) सुरकुतलेल्या वाटाण्यांची	
१९) व्हर्निअरचा सिध्दांत	७.४७	गोष्ट	८(१).३९
२०) ध्वनी : आवाजाची ओळख	७.६८	८) कठीण पाणी	८(२).२५
२१) सरोवर का बर्फाचं मैदान ?	७.७१	९) काचेच्या बशीमध्ये आंदोलन	११.७
२२) हवेचा दाब (भाग १)	८(१).३२	१०) अन्नाकडून ऊर्जेकडे	११.२०
२३) ध्वनी : वेग	८(१).६९		

गणित

१) पायथागोरसचा विलक्षण सिध्दांत	१.२५
२) कुटून कुठे आणि नकाशे	२.४३
३) परीघाचे त्रिज्येशी नाते	२.५७
४) शून्याच्या पाठीमागे	३.५७
५) अन्वस्त, वर्गसंख्या आणि आपण	६.१५
६) बहुफलक	६.३८
७) टोपोलॉजी आणि चतुरंग समस्या	८ (२).३१

खगोलशास्त्र

१) चंद्र छाया	२.८१
२) रंग माझा वेगळा !	३.५
३) विश्वाच्या जन्मापासून	४.११
४) चंद्राची रूपे आणि गॅलिलिओ	४.७८
५) क्रॉसस्टाफ	५.४७
६) मॅगेलानची देणगी	६.५
७) चंद्र पडत का नाही	८ (२).५
८) नेपच्यूनचा शोध	९.२३
९) उल्कावर्षाव कशामुळे	१०.२३

तंत्रज्ञान

१) कंप सुटे पृथ्वीला	२.८४
२) पापणी लवायच्या आत	५.६६

३) भूकंप लहरी ८ (१).५३

४) रेडिओ आणि दूरचित्रवाणी संदेशवहन ११.२७

५) ध्वनी साठवण ११.५४

जीवशास्त्र

१) डावं उजवं	२.६६
२) थायमस पुराण	३.३५
३) गंधज्ञान	४.३९
४) प्राण्यांना चाके का नसतात	४.५१
५) दिसामाशी वाढताना	४.६३
६) बेटांवरील जीवसृष्टी	४.६९
७) जांभया का येतात?	५.५
८) पावलाची कमान	५.६४
९) पापणी लवायच्या आत	५.६६
१०) लस द्या बाळा	६.६९
११) भूलभुलैय्या	७.१७
१२) ध्वनी : ऐकू कसे येते	९.५९
१३) जुडवाँ	११.३७

प्राणीशास्त्र

१) प्राणवायूची देवाणघेवाण	१.३३
२) सात आश्चर्ये	२.११
३) शॅमेलिऑन	२.७३
४) लांडगा आला रे आला	६.८५
५) काट्यांचे घरकुल	८ (१).५

६) मिळून सारेजण	८ (१).२१	पर्यावरण	
७) असे नर, अशा माद्या	८ (२).५३	वसुंधरा दिन	४.५
८) सर्पांचे अंतरंग	१०.३	अक्षय विकास	११.७४

वनस्पतीशास्त्र

१) बटाटा प्रयोगशाळेत	१.५
२) आनुवंशिकतेचे नियम शोधणारा धर्मगुरू - मेंडेल	१.४३
३) छोट्या प्रयोगातून मोठ्या उपयोगाकडे	१.६७
४) मॅनग्रोवनं शिकवला नवा धडा	२.६९
५) बियांचे निश्वास	६.९
६) वनस्पतींचे अन्न, काही प्रयोग काही इतिहास	८ (१).४७
७) कॉर्क	८ (२).६३
८) यांना तुम्ही बिया म्हणाल?	९.५
९) पिंपळ, श्रध्दा आणि ऑक्सीजन	९.३३
१०) वनस्पती विरुद्ध वनस्पतीभक्षक	१०.५९

जैवतंत्रज्ञान

१) जैवतंत्र	९.५१
२) नायट्रोजनचे स्थिरीकरण	११.५८

भूगोल

१) धरतीची फिरती	१.११
२) समुद्रातील पाण्याचे प्रवाह	५.२१
३) गुहेत दडलेला खजिना	६.३३
४) भू-गोलातील नकाशे	६.४७
५) सावधान ! धरणी सरकते आहे !	७.५३
६) उल्कापाताचे प्रताप	११.१८

इतिहास

१) खोदून काढले एक गाव	१.४९
२) कथा कॅलेंडरची	१.६१
३) त्या अनाम वीरांना	२.५
४) गुरूनानकांचा दोहा औरंगजेबाच्या तोंडी	३.६६
५) थोडा भूगोल थोडा इतिहास आणि कालिदास	७.५
६) उकल एका प्राचीन लिपीची (भाग १)	७.९
७) उकल एका प्राचीन लिपीची (भाग २)	८ (१).९
८) चॉकलेटचा इतिहास	८ (२).११

अध्ययन		२) हे अमर महाकवी	२.७७
१) जलपातळीचा मर्मभेद	१.१९	३) कोणे एके काळी	३.७१
२) सूक्ष्मजीवशास्त्र आणि पक्षी निरीक्षण	४.१५	४) मॅगलानची पृथ्वी प्रदक्षिणा	४.१९
३) निर्जंतुक !	५.२७	४) चमत्कार करू शकणारा माणूस	५.७५
४) फाइनमन ब्राझीलमध्ये	५.५१	५) चमत्कार करू शकणारा माणूस	६.७७
५) मुलांनी काय शिकावं?	६.९	६) अनाकलनीय नाते	७.६३
६) भौतिकशास्त्रातील सोपी प्रात्यक्षिके	७.३१	७) ऐंशी दिवसात जगाची सफर	८ (१).७५
७) तुमच्या चहाच्या कपातील कोडी	८ (१).६४	८) अनोखे शिक्षण	८ (२).७१
८) खेलेखेलमें	८ (२).४३	९) फुग्याचा दिवस	९.६७
९) प्रकल्पातून विज्ञान	९.३९	१०) विज्ञान म्हणजे काय ?	१०.३३
१०) सीटी मारो	९.४५	११) मूषकमर्दन	१०.६६
११) शिकवण्याची ती पध्दत	१०.१९	११) अफलातून अल्मारी	११.६८
१२) 'विश्व' आपले कुटुंब	११.४२		
कथा		लेखमाला	
१) कुठे आहे माझ्या मित्राचं घर? १.७३		१) मोजमापे	१ ते ६ अंक
		२) आपला हात जगन्नाथ	१ ते ६ अंक
		३) ध्वनी	७ ते ११ अंक
		४) पुस्तक परिचय	७ ते ११ अंक

टीप : ८ (१) : ऑक्टो-नोव्हें. २००० अंक आणि ८ (२) : डिसें. २००० - जाने. २००१ अंक.

RNI रजिस्ट्रेशनच्या तांत्रिक बाबींची पूर्तता करण्यासाठी डिसें. २००० - जाने. २००१ या अंकाला परत एकदा अंक ८ म्हणावे लागले होते.

शैक्षणिक संदर्भचे अंक खालील ठिकाणी मिळतील.

- १) संदर्भ ऑफिस नं. ए ३८, गुरूदत्त सहवास, मेहुणपुरा, शनिवार पेठ, पुणे ३०
- २) श्रीयुत नागेश मोने ११२३ ब्राह्मणशाही, वाई, जि. सातारा

भेट योजना

शैक्षणिक संदर्भचे अंक तुम्ही इतरांना भेट म्हणूनही देऊ शकता !

श्री. _____

पत्ता _____

यांना शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाचे खालील अंक भेट म्हणून पाठवावेत.

ऑगस्ट ९९ ते जुलै २०००	अंकांचा संच	रु. ६०/-*
ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१	अंकांचा संच	रु. ९०/-*
ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२	अंकांचा संच	रु. १००/-

(*पोस्टेजसाठी रु. २५/- जादा पाठवावेत.)

वर्गणी मनीऑर्डर अथवा ड्राफ्टने 'संदर्भ' नावे पाठविली आहे.

परगावच्या चेकसाठी रु. १५/- जास्त पाठवावेत.

सवलतीत सुटे अंक

ऑगस्ट ९९ ते जुलै २०००	सुटे अंक प्रत्येकी	रु. १०/-*
ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१	सुटे अंक प्रत्येकी	रु. १५/-*

- *पोस्टेजसाठी रु. ७/- एका अंकासाठी आणि रु. २५ सहा अंकासाठी जादा पाठवावेत
- परगावच्या चेकसाठी रु. १५/- जास्त पाठवावेत.

सहा जणांनी एकत्रित वर्गणी भरल्यास सवलत.

आपण रु. ५००/- मध्ये सहा जणांची वर्गणी भरू शकता.

पूर्ण पत्ते व रु. ५००/- मनीऑर्डर अथवा ड्राफ्टने 'संदर्भ' नावे पाठवावेत.

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
ऑगस्ट १९ ते जुलै २००० (एकत्रित संच Bound Volume)	रु. १३०/-	
ऑगस्ट १९ ते जुलै २०००	रु. ६०/-*	
ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१	रु. ९०/-*	
वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२	रु. १००/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक / मनी ऑर्डर

(*पोस्टेजसाठी रु. २५/- जादा पाठवावेत.)

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.

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

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

नाव _____

पत्ता _____

सही

तारीख

संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार,

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

गोष्ट अंकांच्या जन्माची ! (लेख पान २४ वर)



बॅबिलोनियन संख्यादर्शक चिन्हे दाखवणारा शिलालेख :
या चित्रात भिंगातून जो छोटा शिलालेख दिसत आहे. त्यावर कर्णाची उंची
काढण्याची पध्दत व दोनचे वर्गमूळ अंदाजे किती हे दाखविले आहे.
वरील मोठ्या शिलालेखावर गुणाकार - कोष्टके आहेत.



◁ अल्बर्ट आइन्स्टाईन - १८९६



△ अल्बर्ट आइन्स्टाईन, चार्ली चॅप्लीन, एल्सा आइन्स्टाईन - १९३१
'सिटी लाईटस्' च्या प्रिमियरच्यावेळी

शैक्षणिक संदर्भ-ऑगस्ट-सप्टेंबर २००१ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी संजीव मुद्रणालय,
सदाशिव पेठ, पुणे येथे छापून घेऊन, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.