

The background is a vibrant, abstract map of a city, likely Pune, India. The map is rendered in a collage of colors, including reds, blues, greens, and yellows, with a prominent black river winding through it. Several white circular markers with black numbers (1, 5, 6, 7, 8, 9) are scattered across the map. The title 'शैक्षणिक ग्रंथ' is written in a stylized font, with 'शैक्षणिक' in white and 'ग्रंथ' in yellow. Below the title, the issue information 'अंक - १३' and 'ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००९' is printed in white.

शैक्षणिक ग्रंथ

अंक - १३

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००९

शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

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 - १३

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००१

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

ई-मेल : karve@wmi.co.in

दूरध्वनी : ५४४१२३०

किंमत : रुपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रुपये १००/-

दूरसंवेदन उपग्रहांकडून येणाऱ्या माहितीचे विविध उपयोग आहेत. लहान मोठ्या भूभागांच्या फोटोवरून नकाशे तयार करणे, जमिनीवरील वनस्पतीच्या आवरणाबद्दल माहिती, समुद्रातील मत्स्यक्षेत्रांची माहिती, समुद्रातील व वातावरणातील प्रवाहांची माहिती, जमिनीखालील जलस्रोतांचा अभ्यास, भूकंप संदर्भातील अभ्यास इत्यादि. ही माहिती ठराविक काळानंतर पुन्हा मिळवता येत असल्याने भूभागांमध्ये झालेल्या बदलांचा अभ्यास करण्यासाठी उपयुक्त असते. मुखपृष्ठावर दिलेला पुणे शहराचा नकाशा 'नॅशनल रिमोट सेन्सिंग एजन्सी, हैद्राबाद' यांनी उपग्रहाद्वारे मिळवलेला आहे. नकाशे तयार करण्याच्या जुन्या व नव्या पध्दतींबद्दल अधिक माहिती पहा पान ५ वरील लेखात.

मुखपृष्ठावरील पुणे शहराचा नकाशा

'नॅशनल रिमोट सेन्सिंग एजन्सी, हैद्राबाद' यांच्या सौजन्याने

प्रिय वाचक,

इंजिनियर, डॉक्टर आभाळातून पडत नाहीत, ते घडवावे लागतात !

‘संदर्भ’चे अंक आपल्या संग्रही आहेतच.
आपल्या मित्रपरिवारात प्रसार करा !

मुलांच्या मनात ढडलेली खळबळ
सर्जनशीलतेत प्रकट होण्यासाठी
त्यांच्यातील मुक्त शक्तीस टोचून
त्यांना सृजनशील बनविण्यासाठी

आम्ही वर्षभर विविध कार्यक्रम करणार आहोत.

(अधिक माहितीसाठी पान ८० वर पहा.)



डॉ. आंबेगावकर प्रतिष्ठान

३०७ सोमवार पेठ, पुणे - ४११ ०११

दूरध्वनी : ६१२५५३०, ५५३२०७०

e-mail : ambegaonkar@rediffmail.com

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - १३

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००१

- नकाशे जुने आणि नवे ५
- कीटकनाशके - कृत्रिम आणि जैविक ११
- अधिक महिना १९
- गुरुत्वमध्य २५
- आकाशदीप ३४
- वेळरहित काळ ३७
- जैवऊर्जा ५०
- विज्ञान विशारदा ५८
- याला जीवन ऐसे नाव ६३
- चंद्र हवा ७०

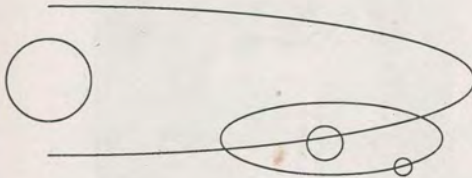


नकाशे जुने व नवे ५
 मानवी इतिहासात अगदी पहिले नकाशे भटक्या जमातींनी तयार केले. कोणत्या मार्गाने, कधी गेल्यास चांगली शिकार मिळते व धोका कमी असतो हे कळण्यासाठी ! नकाशे तयार करण्यासाठी विमानातून काढलेल्या फोटोंचा उपयोगही आता जुना झाला. नवीन तंत्र आहे - उपग्रहाच्या मदतीने दूरसंवेदन अर्थात् remote sensing. या प्रवासाबद्दल वाचू या.

कीटकनाशके कृत्रिम आणि जैविक ११
 घरात किंवा शेतात (किडे / कीटक घालवण्यासाठी) कीटकनाशकांचा सर्रास वापर होताना दिसतो. पण रोगापेक्षा औषध भयंकर असे म्हणण्याची वेळ येऊ शकते. त्याबद्दल या लेखात वाचा.



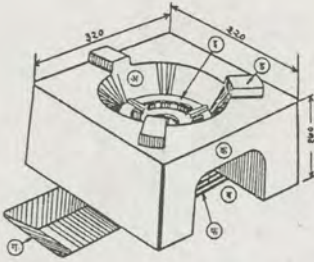
अधिक महिना : १९
 अधिक महिना म्हणजे जावयाला वाण, तीस आणि तीनचा महिमा. दर तिसऱ्या वर्षी अधिक महिना येतो - तो का व कोणता - हे जाणून घेऊ या.





वेळरहित काळ ३७

आपण रोज सकाळी उठतो आणि रात्री झोपतो. पण सूर्य उगवला - मावळला हे जर कळलं नाही तर आपण किती वेळ जागे राहू - काम करू आणि झोपू ?



याला जीवन ऐसे नाव ६३

पानी रे पानी तेरा रंग कैसा ? जिसमें मिलादो लगे उस जैसा. पाण्याचा हा गुणधर्म सर्वांनाच माहिती आहे. पण काही अनावश्यक पदार्थ नैसर्गिकपणे किंवा अनैसर्गिकपणे जर पाण्यात मिसळले असतील तर ?

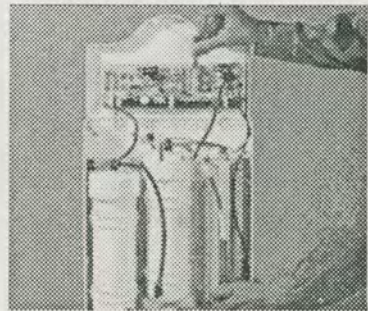
गुरुत्वमध्य २५

भिंतीला संपूर्ण हात आणि संपूर्ण पाय टेकवून उभे रहा (डावा किंवा उजवा). टेकवलात ? आता दुसरा पाय जमिनीपासून उचला. किती वेळ आला उचलता ? का बरं ? लेख वाचून झाला की तुम्हाला याचं उत्तर नक्की सापडेल !



जैव ऊर्जा ५०

लाकूड, पालापाचोळा इ. जैव इंधने आणि खनिज इंधने खरं तर दोन्ही निसर्गाचीच देणगी. खनिज इंधनांचे साठे मर्यादित असतात. जैव इंधने आपण पुन्हा निर्माण करू शकतो. खनिज इंधनांऐवजी जैव इंधने वापरता येणं शक्य आहे का ?



नकाशे जुने आणि नवे

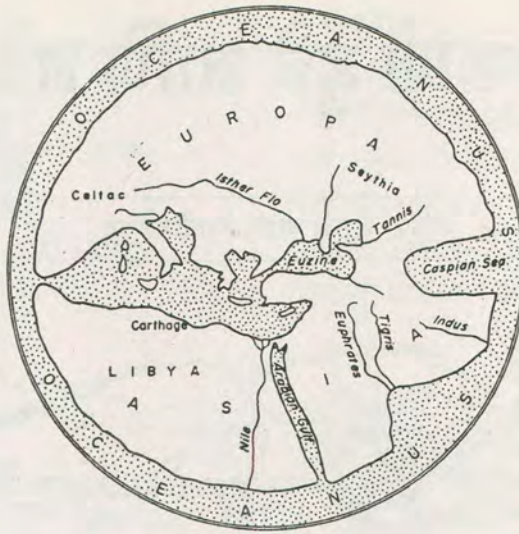
लेखक : शुभदा जोशी, स्वाती दीक्षित



“देवळापासून डावीकडे वळून सरळ गेलं की एक मोठं झाडं दिसेल त्याच्या उजव्या बाजूच्या दुसऱ्या गळीत पहिली इमारत. तिथेच माझं घर आहे.” संपूर्ण चित्र डोळ्यापुढं येतं. हा आहे एक साधा नकाशा. पण मोठमोठ्या प्रदेशांचे, खंडाचे नकाशे कसे काढतात? याची सुरुवात तरी कधी झाली ?

मुलांना पाठ्यपुस्तकांमध्ये पहिल्यांदा नकाशा भेटतो तो इयत्ता तिसरीमध्ये – ‘आपला जिल्हा’. आपलं शहर सोडा आपली पेठ सुद्धा नीटपणे कल्पून शकणाऱ्या मुलाला एकदम आपला जिल्हा शिकवला जातो. मुलांच्या भावविश्वात इतक्या प्रदीर्घ परिसराचा विचार सामावला जाऊ शकतो का हा संशोधनाचाच विषय. मात्र एक नक्की,

‘नकाशा’ ह्या अनाकलनीय प्रकाराबद्दल धास्ती बसते ती तेव्हापासूनच. पुढे हायस्कूलमध्ये प्रश्न पडतातही - येवढा मोठा भूप्रदेश... त्याचं हे वरून पाहिलेलं चित्र... कसं काढत असतील? कसं मोजत असतील? कसं शक्य आहे हे चित्र अचूक असणं... नक्कीच यात गुंडाळपट्टीचा भाग मोठा असणार. या प्रश्नांना उत्तरं मिळत



ख्रिस्तपूर्व ६०० वर्षापूर्वी हिकॅटिकस् याने काढलेला हा नकाशा.

‘हिस्ट्री ऑफ कार्टोग्राफी’ मधून साभार

नाहीत किंवा जुजबी मिळतात. खरं तर हे माहिती करून घेणं अतिशय रंजक आहे -

उदाहरणादाखल शीर्षकाजवळचा ख्रिस्तपूर्व काळातला नकाशा घेऊ या. पृथ्वी सपाट आहे अशी त्यावेळची कल्पना. कुठतरी सर्व भूभागांना वेढून टाकणारा अथांग, अनंत समुद्र ही कल्पना सर्वमान्य. हा भूप्रदेश सलग नाही. मध्ये मध्ये समुद्र घुसलेला आहे. पृथ्वीच्या मध्यावर विषुवृत्तीय वनं दिसताहेत. स्ट्रेबो नावाच्या नकाशाशास्त्रज्ञानं हा नकाशा काढलाय. त्यावेळच्या पर्यटकांची प्रवासवर्णनं, लिखित साहित्य यांच्या आधारानं हा काढलाय. सरळ आहे, यात कल्पनेचा, अंदाजाचा भाग फार मोठा आहे. अभ्यास आणि उपलब्ध

साधनांच्या वापरानं तो अचूक बनवण्याचा प्रयत्न इथेही दिसतो. पण त्यात मर्यादा आहेत.

युरोपातील लोक जलमार्गानं शोध घ्यायला निघाले हा नकाशाशास्त्रातला महत्त्वाचा टप्पा. कोलंबसनं अमेरिका शोधली आणि वास्को-द-गामाने भारत शोधला त्याला आता ६०० च्या वर वर्ष लोटली. त्यावेळी नकाशे कसे काढत असतील ? हेही नकाशे नाविक आणि इतर प्रवाशांनी दिलेल्या माहितीवरच आधारित होते. त्याकाळी दोन ठिकाणांमधील अंतर आणि दिशा मुख्यतः आकाशातल्या ताऱ्यांच्या आणि त्याकाळी उपलब्ध असलेल्या जुजबी यंत्रांच्या सहाय्याने ठरवले जात असत. १४३६ साली अँड्री बियान्को

या संशोधकानं बनवलेला हा खालचा नकाशा. पृथ्वी गोल आहे हे सर्वांनी स्वीकारलेलं आहे. परंतु पृथ्वीवरील सर्व भूभाग जोडलेले आहेत आणि ते समुद्रां वेढलेले आहेत ही समजूत इथंही मान्य दिसते.

सुरुवातीला भूप्रदेशांचे अनेक वेगवेगळे नकाशे बनवले गेले. त्यातला खरा अचूक कोणता हे ठरवणंही अवघड होतं.

काळ बदलत गेला. तसतशी तंत्रज्ञानात आमूलाग्र सुधारणा झाली. यंत्रांमध्ये अचूकता आली. अंतरे मोजण्याची परिमाणे प्रस्थापित झाली. त्यामुळे वेगवेगळ्या

ठिकाणातील भौगोलिक अंतर सर्व नकाशांमध्ये एकसमान दाखविता येऊ लागले. नकाशांचे स्वरूप वास्तविकतेच्या अतिशय निकट आले.

गेल्या काही काळात यात मोठं परिवर्तन आलं ते विमानातून काढलेल्या छायाचित्रांमुळे. यामुळे विविध स्थळे प्रत्यक्ष स्वरूपात पहाता येऊ लागली. अशा तऱ्हेने नकाशाखेखाटनातील त्रुटी कमी करून त्यांना वास्तवदर्शी बनविण्यात यश आले. याआधी जमिनीवरील मापनासाठी थिओडोलाईट, डम्पी लेव्हल, अचूक होकायंत्रे ही उपकरणे वापरली जात.



१४३६ साली
ॲन्ड्री बियान्को
यांनी बनविलेला नकाशा



हा नकाशा आहे महाभारत काळातला. पृथ्वी म्हणजे एक वर्तुळाकार पाण्याने वेढलेला भूप्रदेश आहे असा सार्वत्रिक समज होता. दाक्षिणात्य समुद्रांना खाऱ्या पाण्याचे (नीरसागर) समुद्र मानले जाई आणि उत्तरेकडील समुद्रांना दुधाचे (क्षीरसागर) समुद्र मानत असत. आश्चर्य म्हणजे जगाच्या या नकाशात भारताचे स्थान मध्यवर्ती नसून मध्यभागी मेरू किंवा पामीर पर्वत असल्याचे गृहीत धरले होते.

‘हिस्टरी ऑफ कार्टोग्राफी’ मधून साधार

या दिशेने वाटचाल करताना, सातव्या व आठव्या दशकातील महत्त्वपूर्ण क्रान्ती म्हणजे कॉम्प्युटरचा उपयोग करून स्कॅनिंग व डिजीटायजेशन तंत्राने तयार केलेले नकाशे. हे संगणक नकाशाशास्त्र! या तंत्राचे अनेक फायदे आहेत. मुख्य म्हणजे नकाशांच्या कोणत्याही आकाराच्या व प्रमाणाच्या प्रती काढता येणे. शिवाय त्यामध्ये नवीन स्थाने, त्यांची नावे व इतर तपशील सहजपणे समाविष्ट करता येतो.

एकच नकाशा, कॉम्प्युटरवर वेगवेगळ्या अशा पाहिले तेवढ्याच तपशिलांसह आपल्याला पहाता येतो. उदा. एकाच प्रदेशातील फक्त नद्यांचा अभ्यास करायचा असेल तर फक्त नद्यांचा नकाशा कॉम्प्युटरवर येईल आणि पर्वत, वने हे तपशील त्यातून वगळले जातील. हवा तेव्हा इतर तपशिलांचा समावेश असणारा नकाशाही असाच सहजपणे पहाता येईल. अशी आज कितीतरी कामे कॉम्प्युटरवर करता येतात,

जी पूर्वी करणे कधीही शक्य नव्हते.

याच दरम्यान नकाशेनिर्मितीसाठी उपग्रहांच्या सहाय्याने सर्वेक्षणाचे काम सुरू झाले, आणि नकाशाशास्त्राने एका नव्या युगात प्रवेश केला. या उपग्रहांद्वारे केवळ पृथ्वीचीच नव्हे तर चंद्र, मंगळ, शनि व बुध या ग्रहांचीही छायाचित्रे घेतली जाऊ लागली. उपग्रहांवरील अतिसंवेदनाशील कॅमेऱ्यांमुळे पृथ्वीवरील छोट्यात छोट्या क्षेत्रांची छायाचित्रे काढता येतात. उपग्रहांनी गोळा केलेले इतर तपशील सरळ कॉम्प्युटरवर टाकता येतात. योग्य ते आदेश दिल्यास कॉम्प्युटर स्वतःचे नकाशे बनवू शकतो. भारताने प्रक्षेपित केलेल्या I.R.S. उपग्रहांची गणना जगातील उच्च कोटीतल्या उपग्रहांमध्ये केली जाते.

सात ते आठ वर्षांपूर्वी अमेरिकेने 'ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीम' अर्थात G.P.S. तयार केले. त्यामुळे महाक्रांती झाली. उपग्रहांवर आधारित असणारे हे तंत्रज्ञान अचूक आहे. पृथ्वीवरील सूक्ष्मातील सूक्ष्म अंतराचेही अचूक मापन यामुळे करता येते. हे G.P.S. यंत्र इतके छोटेसे आणि हलके असते, की ते एखाद्या छोट्याशा बॅगमध्ये ठेवून सहजपणे कोठेही नेता येते. अंतराळात साधारणतः वीस हजार कि.मी. उंचीवर उपग्रह परिभ्रमण करत असतात. त्याद्वारा प्रसारित केले गेलेले संदेश G.P.S. द्वारा पृथ्वीवर मिळतात. G.P.S. एखाद्या ठिकाणचे अक्षांश /रेखांश, अंतर

व उंची उपग्रहाकडून प्राप्त संदेशावरून दर्शवू शकतो. जर G.P.S. कोणत्याही दोन ठिकाणी एकाच वेळी ठेवले तर त्या दोन्ही 'स्थानांमधील अंतर व दिशा अत्यंत अचूकपणे सांगता येते. उदा. आपण एक G.P.S. पुण्याच्या डेक्कन परिसरात व दुसरा मुंबईच्या नरिमन पॉईंटला ठेवला तर दोन्हीमधील दिशा व अंतर याचे अचूक मापन करता येते.

याच छोट्याशा यंत्राने जगातील सर्वांत उंच शिखर माऊंट एवरेस्टची उंची शास्त्रशुद्ध पद्धतीने मोजली आहे. ती भरली ८८४६.११ मीटर्स अर्थात २९०२२.३ फूट. आतापर्यंत केलेल्या मोजमापापेक्षा ही उंची अधिक अचूकरित्या ठरवली गेली आहे. G.P.S. आणि तत्सम नवनवीन तंत्रज्ञानाच्या उपयोगाने लवकरच अत्यंत प्रमाणबद्ध अशा नकाशांची निर्मिती करणे सहज शक्य होईल.



आधार - मानचित्र निर्माणकी नई तकनीक
- विमल श्रीवास्तव

स्रोत मे २००१.

लेखक : शुभदा जोशी, पालकनीती
मासिकाच्या संपादक, भूगोल शिकवण्यात
रस, खेळघर चालवतात.

स्वाती दीक्षित, सिंबायोसिस
महाविद्यालय, पुणे येथे भूगोल शिकवतात.

असंही जीवनचक्र !

लेखिका : उमेश चौहान अनुवाद : यशश्री पुणेकर

दिवाळीच्या दिवशी दारावर आंब्याच्या पानांचं तोरण बांधत होतो. अचानक एक पान जरा वेगळंच वाटलं. पानाची मधली शीर जरा जास्तच जाड वाटत होती. मला वाटलं आत एखादा किडा असेल.

पानाला मधोमध घडी घातली तर काय आश्चर्य! जणू काही पानाची मधली शीर उचलली गेली. नुसती मधली शीरच नाही तर इतरही शिरा वरती आल्या. ओऽ! ही तर अळी (लावा) अगदी पानाच्या रंगाचीच!

मी अळीला पानाच्या कडेला सरकवलं पण तिने इकडे तिकडे फिरून पुन्हा मध्यशीर गाठली आणि पहिल्या सारखी चिकटून पडून राहिली. माहिती असूनही लांबून बघितल्यावर ओळखणं कठीणच होतं.

अळी जरा विचित्रच होती म्हणून तिचे फोटो काढले. आणि मग ती अळी पाळायचं ठरवलं. म्हणजे तिचं जीवनचक्र पाहता आलं असतं.

एका काचेच्या भांड्यात पानासकट अळी ठेवली. रात्र होताच अळीने पान कुरतडून खायला सुरवात केली. रात्रभरात तिने जवळ जवळ अर्ध पान खाल्लं. म्हणजे ती अळी

निशाचर होती. दुसऱ्या दिवशी ताज्या पानांचा खुराक दिला. परत ती एका पानाच्या मध्यशीरेजवळ जाऊन पहुडली.

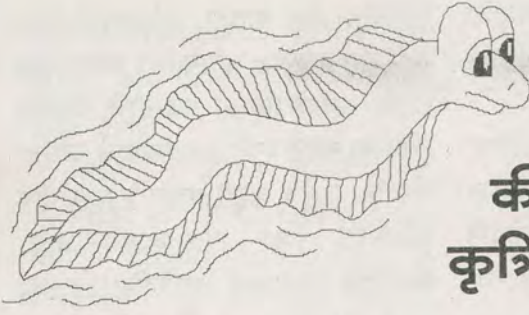
दोन-तीन दिवस पानं खाऊन मग ती सुस्त पडली. एका दिवशी पाहतो तर तिचं काटेरी आवरण बाजूला पडलं होतं आणि भांड्यात एक हिरवट रंगाचा कोष (प्युपा) तयार झाला होता. अळीचं कोषात रूपांतर झालं. कोषावर एक सोनेरी रंगाची चमकदार रेघ होती जणू काही कोणी नक्षीच काढलीय. मग जवळ जवळ १०-१२ दिवसांनी त्यातून एक काळ्या रंगाचं साधंच फुलपाखरू बाहेर पडलं.

आम्ही सगळे जण हे अवस्थांतर अगदी जवळून बघत होतो. आमचे शेजारीही उत्सुकतेने येऊन पहात असत. हा सगळा अनुभव आमच्यासाठी अनोखा होता.

जीवनचक्राचे फोटो कव्हर तीनवर पहा.



लेखक : उमेश चौहान टिमरनी,
जि. हरदा येथे विज्ञान शिक्षक
शैक्षिक संदर्भमधून साभार



कीटकनाशके - कृत्रिम आणि जैविक

घरात झुरळे, मुंग्या किंवा डास झाले की आपण लगेच BHC पावडर, डायझोन, बेगॉनि इ. चा वापर करतो. अशीच कीटकनाशके पिकांवरही फवारली जातात. त्यांच्यामुळे पर्यावरणावर परिणाम तर होतोच पण प्रदूषणातही भर पडते. या कृत्रिम कीटकनाशकांना पर्याय शोधले जात आहेत.

भाग १ : कृत्रिम कीटकनाशके

लेखक : दिनेश मणि, अनुवाद : विद्येश गोवंडे

पिकांचं कीटकांपासून, आणि विषाणुजन्य रोगांपासून संरक्षण करण्यासाठी, तसेच कोठारांमध्ये साठवलेलं धान्य टिकवण्यासाठी कीटकनाशकांचा प्रभावीपणे वापर केला जातो. एका बाजूला पिकांचं उत्पादन वाढविणे हा उद्देश असला तरी दुसऱ्या बाजूला ही कीटकनाशके हवा, पाणी, जमीन यांच्याही प्रदूषणाला कारणीभूत होतात. याचा प्रतिकूल परिणाम जीवावरणातील प्रत्येक घटकांवर अप्रत्यक्षपणे होतो तसाच तो माणसाच्या आरोग्यावरही होतो.

जगभरात विकसित व विकसनशील

देशात मिळून एकूण एक हजार प्रकारच्या कीटकनाशकांचा वापर केला जातो. यापैकी २५० कीटकनाशकांचा वापर फक्त शेती व्यवसायात केला जातो. भारतात बीएचसी बनवणारा पहिला कारखाना सन १९५२ मध्ये तर डीडीटीचा पहिला कारखाना १९५५ मध्ये सुरू झाला. तेव्हापासून या कीटकनाशकांच्या वापराचे प्रमाण १९५२ मध्ये ३७५० टन, १९६५ मध्ये ४५००० टनांपासून आज ८०,००० टन एवढ्या मोठ्या प्रमाणात वाढत गेले आहे. भारतात ही कीटकनाशके तयार करण्याचे सर्वात जास्त कारखाने महाराष्ट्रात आहेत. या कीटकनाशकांचा

मानवाच्या आरोग्यावर तसेच निसर्गातील अन्नसाखळीवर व त्यातील प्रत्येक घटकावर विपरित परिणाम होतो.

काळानुरूप बदलत गेलेल्या कीटकनाशकांचे प्रामुख्याने तीन प्रकारात वर्गीकरण करता येते. पायरेथ्रम, रोटेंनॉन यासारख्या वनस्पतींपासून मिळणाऱ्या कीटकनाशकांचा वापर प्रामुख्याने १९व्या शतकात मोठ्या प्रमाणात करण्यात आला. दुसऱ्या प्रकारच्या कीटकनाशकांमध्ये प्रामुख्याने क्लोरीनयुक्त कीटकनाशकांचा समावेश होतो. डीडीटी, बीएचसी यांसारख्या क्लोरीनयुक्त कीटकनाशकांमुळे होणारे विपरित परिणाम लक्षात घेता बऱ्याच देशांनी याचा वापर बंद केला. तिसरा प्रकार आहे जैविक कीटकनाशकांचा.

जमिनीत असणाऱ्या जीवाणू, कवक, शैवाल अशा अनेक प्रकारच्या सजीवांमुळे

जमिनीचा कस वाढतो. हवेतला नैट्रोजन आहे त्या स्वरूपात वनस्पतींना वापरता येत नाही. ऱ्हायड्रोबियम प्रजातीचे जीवाणू हवेतल्या नायट्रोजनचे अमाइन्समध्ये रूपांतर करतात. तसेच काही प्रकारचे सूक्ष्मजीव फॉस्फरस, गंधक, लोह व मॅंगेनीज इ. आवश्यक पोषणतत्वे वनस्पतींना उपलब्ध करून देतात. कृषी क्षेत्रात वापरल्या जाणाऱ्या बऱ्याचश्या कीटकनाशकांचे जमिनीत विघटन होते व त्यापासून पर्यावरणात बराच काळ टिकणारे विषारी त्याचप्रमाणे काही विनविषारी पदार्थ तयार होतात. हे पदार्थ मातीत असणाऱ्या उपयुक्त सूक्ष्मजीवांची कार्यक्षमता कमी करतात. क्लोरीनयुक्त कीटकनाशकांचे विघटन होण्यासाठी बराच कालावधी लागतो त्यामुळे या प्रकारची कीटकनाशके पर्यावरणात सर्वात जास्त काळ टिकून रहातात, व अन्न-

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/-

२००१ दिवाळी अंकांचा विषय : लैंगिकता - एक बहार.

मुलांना लैंगिक शिक्षण देण्यापूर्वीच वाचायला हवा. किंमत रु. ४५/-

संपर्क : पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४

साखळीद्वारा माणसाच्या शरीरात प्रवेश करतात. असे पदार्थ मानवी आरोग्याला घातक ठरतात.

पर्यावरणाचे प्रदूषण आणि मानवी आरोग्यावर या कीटकनाशकांचा होणारा विपरित परिणाम लक्षात घेऊन या कीटकनाशकांचा वापर किती प्रमाणात करावा, पीक काढण्यापूर्वी किती दिवस करावा. यासंबंधी मर्यादा घालून दिलेली आहे परंतु शेतमाल बाजारात आणताना तो कीडविरहित दिसावा व उत्पादन वाढावे यासाठी या मर्यादेकडे पूर्णपणे दुर्लक्ष करून सर्रासपणे मोठ्या प्रमाणावर त्यांचा वापर केला जातो. या अनुषंगाने केलेल्या एका सर्वेक्षणानुसार दुधाच्या १७ नमुन्यांपैकी १२ नमुन्यांमध्ये डीडीटीचे ०.०२ पी.पी.एम्. (पार्ट्स पर मिलीअन) इतके प्रमाण आढळून आले. एका सर्वेक्षणानुसार भारतात धान्य आणि खाद्यपदार्थांच्या ९१.७% नमुन्यांमध्ये डीडीटी आढळून आली. ग्राहकांचे हित लक्षात न घेता फक्त उत्पन्न वाढवण्यासाठी कीटकनाशकांचा वापर केला जातो.

दुसऱ्या एका निरीक्षणात प्रत्येक भारतीयाच्या रोजच्या आहारात सुमारे ०.२७ ग्रॅम एवढ्या मोठ्या प्रमाणात डीडीटी आढळून आली. कर्नाटकातील कावेरी नदी, दिल्लीतील यमुना आणि कलकत्याजवळील हुगळी नदीच्या पाण्याच्या सर्वेक्षणात डीडीटी बरोबर बीएचसी आणि इतरही काही कीटकनाशके आढळली.



कीटकनाशकांचे दुष्परिणाम टाळण्यासाठी शेतकऱ्यांनी फवारणी करताना दक्षता घ्यायला हवी.

१) फवारणी करताना जवळपास कोणतेही खाद्यपदार्थ ठेवू नयेत.

२) फवारणी काळात डोळ्यांवर संरक्षक चष्मा, अंगावर अंगभर कपडे, पायात बूट, व हातात हातमोजे अत्यावश्यक आहेत.

३) कीटकनाशकांची फवारणी झाल्यानंतर मध्ये आवश्यक तितके दिवस सोडून नंतरच पिकाची कापणी व फळांची तोडणी करावी.

कृत्रिम कीटकनाशकांचे दुष्परिणाम टाळण्याचा याहीपेक्षा प्रभावी उपाय म्हणजे जैविक कीटकनाशकांचा वापर करणे.

स्रोत जून १७ मधून साभार

लेखक : दिनेश मणि

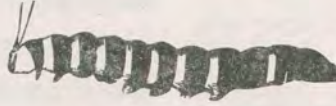
अनुवाद : विद्येश गोवंडे, नॅशनल केमिकल लॅबोरेटरी, पुणे येथे संशोधन.

भाग २ : जैविक कीटकनाशके

लेखक : आ.दि. कर्वे

उपद्रवी किडीपासून पिकांचे रक्षण करण्याच्या विविध जैविक उपायांमध्ये कीटकांना मारणारे विषाणु (उदा. न्युक्लिअर पॉलिहेड्रोसिस व्हायरस, nuclear polyhedrosis virus), जीवाणू (उदा. बसिलस थुरिंजिएन्सिस (Bacillus thuringiensis) आणि कीटकांना खाणारे किडे (उदा.

गांधिलमाशा) हे प्रमुख आहेत. यापैकी विषाणु आणि गांधिलमाशा



यांचे संवर्धन त्यांचे भक्ष्य असणाऱ्या जिवंत किड्यांवरच करावे लागत असल्याने त्यांची मोठ्या प्रमाणावर निर्मिती करणे किचकट असते. याउलट जीवाणूंचे संवर्धन क्रिष्णवर्णघटांमध्ये विशिष्ट संवर्धनमाध्यमात करणे शक्य असल्याने त्यांची मोठ्या प्रमाणावर निर्मिती करणे फारसे अवघड नसते. सध्या बसिलस थुरिंजिएन्सिस अथवा बी.टी. या जीवाणूंवर आधारित कीटकनाशके अनेक पाश्चिमात्य देशांमध्ये शेती आणि वनसंवर्धनात वापरली जात आहेत. भारतातही अनेक व्यापारी संस्थांनी या जीवाणूंपासून कीटकनाशके निर्माण करण्याची तयारी दाखवली आहे, पण भारतातल्या रेशीम उत्पादकांनी काही आक्षेप

घेतल्याने या कीटकनाशकांना भारतात अजून परवानगी देण्यात आलेली नाही.

बसिलस थुरिंजिएन्सिस (अथवा बी.टी.) हा जीवाणू निसर्गात सर्वत्र सापडतो. त्याच्या पेशीमध्ये बी.टी. एंडोटॉक्सिन नामक एका सुप्त विषारी प्रथिनद्रव्याचे स्फटिक असतात.

हे स्फटिक फुलपाखरे किंवा पतंगांच्या अळ्यांच्या पोटात गेले की त्यातल्या पाचक रसांच्या क्रियेने या प्रथिनद्रव्याचे एका विषारी पदार्थात

रूपांतर होते व त्यामुळे अळ्या मरतात. वनस्पतींची पाने खाणाऱ्या विविध प्रकारच्या अळ्या, ज्वारी व ऊस यांचे खोड पोखरणाऱ्या अळ्या, कपाशीवरील बोंडअळ्या, हरभऱ्यावरील घाटेअळी, विविध प्रकारचे सुरवंट वगैरे अक्षरशः शेकडो प्रकारच्या अळी व सुरवंट वर्गीय कीटकांचा या जीवाणूंमुळे बंदोबस्त होऊ शकतो. बी.टी. एंडोटॉक्सिनचे विषारी पदार्थात रूपांतर होण्यासाठी त्यावर एखाद्या आम्लारीची प्रक्रिया घडावी लागते. बहुतेक सर्व प्राण्यांच्या जठरातील पाचकरस आम्लधर्मी असल्याने त्यांना बी.टी. एंडोटॉक्सिनपासून कोणताहि अपाय होत नाही. परंतु अळ्या व सुरवंट यांच्या उदरातला पाचकरस मात्र

आम्लारी गुणधर्माचा असल्याने हे कीटक बी.टी. एंडोटॉक्सिनला बळी पडतात.

पर्यावरणाचे प्रदूषण टाळण्याच्या दृष्टीने इतर कीटकनाशकांपेक्षा बी.टी. चा उपयोग अधिक चांगला, कारण एकतर पतंगांच्या आणि फुलपाखराच्या अळ्यांव्यतिरिक्त इतर कोणत्याच जीवमात्राला बी.टी. कडून धोका संभवत नाही. शिवाय निसर्गात अतिनील प्रकाश व प्रथिनांचे विघटन घडवून आणणाऱ्या बुरशा व सूक्ष्म जंतूंच्यायोगे बी.टी. एंडोटॉक्सिनचे त्वरीत विघटन होते. त्यामुळे डी.डी.टी. अथवा एंड्रिन या कीटकनाशकांप्रमाणे प्रदूषक या नात्याने बी.टी. पर्यावरणात

अधिक काळ टिकून रहात नाही. त्यामुळे त्याचा प्रभाव फक्त त्याची जेथे फवारणी केली आहे अशा स्थानावरच आणि तोहि काही दिवसांपुरताच दिसून येतो. मग असे असूनहि रेशीमउत्पादकांनी बसिलस थुरिंजिएन्सिसला विरोध का करावा? याचे कारण असे की रेशमाची अळीसुद्धा बी.टी. एंडोटॉक्सिनला बळी पडणाऱ्या कीटकांच्या गटातच मोडते. परंतु ही अळी कृत्रिम रासायनिक कीटकनाशकांनाही बळी पडत असल्याने या सर्व कीटकनाशकांवर बंदी न घालता केवळ बसिलस थुरिंजिएन्सिसवरच बंदी का? याचे उत्तर असे आहे की बसिलस थुरिंजिएन्सिसच्या किण्वनात बी.टी.

एंडोटॉक्सिनच्या स्फटिकाबरोबरच या जीवाणूंची बीजुकेसुद्धा (spores) निर्माण होतात. बीजुके निसर्गात कित्येक वर्षे जिवंत राहू शकतात व त्यांचा प्रसार वाऱ्याने सुद्धा होऊ शकतो. बी.टी. एंडोटॉक्सिनचे उत्पादन करताना त्यातून बीजुके वेगळी काढणे शक्य नसल्याने अशा प्रकारच्या बी.टी. एंडोटॉक्सिनची जर शेतांमध्ये फवारणी केली तर या फवाऱ्यातली बीजुके सर्वत्र पसरून

रेशमाच्या अळ्यांना अन्न म्हणून वापरण्यात येणाऱ्या तुतीच्या झाडांवर सुद्धा येऊ शकतील. अशा झाडांची पाने रेशीम कीटकांनी खाल्ली तर त्यांच्या पोटात या बीजुकांपासून बसिलस

थुरिंजिएन्सिसची वाढ सुरू होऊन रेशीम उत्पादन केंद्रात हा रोग सर्वत्र फैलावू शकेल. रेशीम उत्पादकांची अडचण ज्या ठिकाणी नाही अशा ठिकाणी बी.टी. एंडोटॉक्सिन हे वापरण्यावर बंदी नसावी, पण एखाद्या कीटकनाशकाची देशात केवळ एका भागातच विक्री व वापराची परवानगी द्यावयाची व दुसऱ्या भागात नाही, हे धोरण यशस्वी होणार नाही.

या समस्येवर सध्या दोन तोडगे आहेत. त्यांपैकी एक म्हणजे बी.टी. जीवाणूंवर परिवर्तकाची (mutagens) प्रक्रिया घडवून आणून त्यांची बीजुके निर्माण करण्याची क्षमताच नष्ट करावयाची. अशा पेशीच्या



किण्वनात फक्त बी.टी. एंडोटॉक्सिन आणि बी.टी. च्या जिवंत पेशी पैदा होतील, पण बीजुके निर्माण होणार नाहीत. या संवर्धनावर उष्णतेची प्रक्रिया करून त्यातील जिवंत पेशी मारून टाकल्या की उरलेले बी.टी. एंडोटॉक्सिन हे इतर कोणत्याही कीटकनाशकाप्रमाणे फवारणीसाठी वापरता येते. त्यात बीजुके नसल्याने त्याच्या फवारणीने या रोगाचा प्रसार होण्याचा प्रश्नच उद्भवत नाही.

दुसरा तोडगा म्हणजे जनुकरोपणाने बी.टी. एंडोटॉक्सिनच्या निर्मितीला आवश्यक अशी जनुके वनस्पतीत घालावयाची. अशा वनस्पतीच्या सर्व पेशी बी.टी. एंडोटॉक्सिन निर्माण करीत असल्याने अळ्या व



सुरवंट यांच्या दृष्टीने ती वनस्पती विषारी ठरते. हा प्रयोग पहिल्याने १९८४ साली बेलजम देशात करण्यात आला. या प्रयोगात निर्माण केलेले तंबाखूचे वाण अळ्या व सुरवंटांना अजिबात दाद देत नाही. आता अमेरिकेतील संयुक्त संस्थानांमध्ये आपल्या पेशीमध्ये बी.टी. एंडोटॉक्सिन बनविणाऱ्या कपाशीच्याही वाणांची निर्मिती करण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले आहे. भारतात खपणाऱ्या एकूण कीटकनाशकांपैकी सुमारे पन्नास टक्के कीटकनाशके केवळ कपाशी पिकावर फवारली जातात व त्यापैकी मोठा

हिस्सा बॉडअळीपासून होणारे नुकसान टाळण्यासाठी वापरला जातो. कपाशीवर तीन वेगवेगळ्या प्रकारच्या बॉडअळ्या आढळतात व त्या तिन्ही बी.टी. एंडोटॉक्सिनने मरतात. त्यामुळे अशा प्रकारच्या वाणांची लागवड केल्यास पर्यावरणाचे प्रदूषण आणि रेशीम उद्योगाला उत्पन्न होणारा संभाव्य धोका हे दोन्ही टाळून कपाशीच्या बॉडअळीचे कमी खर्चात नियंत्रण करता येईल अशी शक्यता कृषिशास्त्रज्ञांना दिसू लागली.

परंतु या बाबतीत कीटकशास्त्रज्ञांना एक संभाव्य धोका दिसतो. तो असा की या प्रकारच्या कपाशीच्या वाणांची विस्तृत लागवड केल्यास

काही वर्षांतच कीटकांच्या अंगी बी.टी. एंडोटॉक्सिनला दाद न देण्याचा गुणधर्म उत्पन्न होईल. कपाशीच्या बाबतीत ही गोष्ट वारंवार घडून आली आहे. डी.डी.टी. चा गुण येईनासा झाल्यावर एंड्रीन आले, एंड्रीन निरुपयोगी झाल्यावर एंडोसल्फान आले, मग त्याची जागा कार्बारिलने घेतली व जेव्हा त्याचाहि उपयोग होईनासा झाला तेव्हा शेतकरी पॅराथायॉन वापरू लागले. सध्या कृत्रिम पायरेथ्रॉइड गटातील कीटकनाशके कपाशीवर वापरली जात आहेत पण त्यांचा सुद्धा प्रतिकार करण्याची क्षमता

कपाशीवरच्या अनेक किडींच्या अंगी आली आहे.

काही शास्त्रज्ञांचे असे म्हणणे आहे, की असा प्रकार बी.टी. एंडोटॉक्सिनच्या बाबतीत होणार नाही. त्याची पुष्टी करण्यासाठी त्यांनी मांडलेला मुद्दा असा आहे की कीटक आणि बसिलस थुरिंजिएन्सिस हे निसर्गात कोट्यावधि वर्षे परस्परांसोबतच रहात असूनही अळ्या व सुरवंदांच्या अंगी बी.टी. एंडोटॉक्सिनला दाद न देण्याचा गुण कधी उत्पन्न झाला नाही, तर तो आताच कोठून येणार ? पण या म्हणण्यात फारसा दम नाही. कारण प्रतिजैव (antibiotic) औषधे उत्पन्न करणाऱ्या बुरशा आणि विविध जीवाणू हेहि निसर्गात अब्जावधि वर्षे परस्परसानिध्यात रहात होते आणि जोपर्यंत मानवाद्वारा प्रतिजैवांचा बेसुमार उपयोग केला जात नव्हता, तोपर्यंत जीवाणू प्रतिजैव औषधांना बळी पडतही होते. परंतु जेव्हा प्रतिजैवांचा अनिर्बन्ध उपयोग सुरू झाला तेव्हा त्यांना दाद न देणारे रोगजंतूही निर्माण झाले. जेव्हा कोठल्याही जीवमात्राला जगात तगून राहणेच अशक्य होईल अशी परिस्थिती निर्माण होते तेव्हा ती जीवजाती नामशेष तरी होते किंवा तिच्यात योग्य ते बदल घडून नव्या बदलत्या परिस्थितीला ती यशस्वीरीत्या तोंड तरी देऊ शकते. निदान काही कीटकांच्यात तरी बी.टी. एंडोटॉक्सिनला विरोध करण्याची क्षमता आलेली आहे असा पुरावा शास्त्रज्ञांच्या हाती आला आहे.

अमेरिकेतील संयुक्त संस्थानांमध्ये कणगीत (silo) धान्य भरल्यावर त्यावर बी.टी. एंडोटॉक्सिनयुक्त भुकटीचा एक थर देण्याची प्रथा आहे. बी.टी. एंडोटॉक्सिन मानवाच्या दृष्टीने सुरक्षित असल्याने धान्य साठवणीच्या या तंत्राला शासकीय परवानगी आहे. परंतु संयुक्त संस्थानांमधील सर्वाधिक धान्योत्पादन करणाऱ्या कान्सास राज्यातील ग्रेन मार्केटिंग रिसर्च इन्स्टिट्यूट या संस्थेतील शास्त्रज्ञांना असे आढळून आले आहे की अशा प्रकारे साठविलेल्या धान्यात फ्लोडिया इंटरपुंक्टेला (plodia interpunctella) नामक पतंगाच्या अळ्या बी.टी. एंडोटॉक्सिनला दाद न देता सुखेनैव वाढत आहेत.

या शोधामुळे आपल्या पेशींमध्ये बी.टी. एंडोटॉक्सिन उत्पन्न करणाऱ्या वनस्पतींच्या व्यावहारिक उपयुक्ततेबाबत आता शंका घेण्यात येऊ लागली आहे.

रेशीम उत्पादकांच्या समस्येवर मात करण्याचा आणखी एक संभाव्य उपाय म्हणजे जीवाणूऐवजी न्यूक्लिअर पॉलिहेड्रॉसिस विषाणुंचा वापर करणे. हे विषाणू फक्त एकाच जातीच्या कीटकांना मारतात. त्यामुळे इतर कीटकांना त्यांच्यापासून धोका नसतो. उदा. हरबऱ्यावरील घाटेआळीला मारणारे विषाणू निसर्गात कितीही प्रमाणात सोडले, तरी त्यांपासून रेशीम किड्यांना धोका नसतो. पण अशा प्रकारचे विषाणू त्यांच्या यजमान कीटकांवरच वाढवावे लागत असल्याने

त्यांचे मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन करणे किचकट असते.

बसिलस थुरिंजिएन्सिसची एक उपजाती बसिलस इस्त्राएलेन्सिस डासांच्या नियंत्रणासाठी वापरता येते. या जीवाणूंचे संवर्धन पाण्यात टाकल्यास डासांच्या अळ्या मरतात. शहरांमधील सांडपाण्याच्या डबक्यात एखादे कृत्रिम कीटकनाशक टाकूनही डासांचा बंदोबस्त करता येतो. पण ग्रामीण भागात जिथे उघड्या जलाशयांचा वापर मत्स्यपालन, किंवा माणसांच्या व गुरांच्या पिण्याचे पाणी म्हणून केला जातो, तिथे कृत्रिम कीटकनाशकांचा सर्रास वापर करणे अयोग्य ठरते. अशा वेळी बी.टी. इस्त्राएलेन्सिस सारख्या जैविक कीटकनाशकांना पर्याय नाही. अर्थात याच्या वापरातही अनेक तांत्रिक अडचणी आहेत. उदा. डासांच्या अळ्या केवळ पाण्यात तरंगणारे सूक्ष्म कणच खातात. त्यामुळे बी.टी.

इस्त्राएलेन्सिसचा प्रभावी वापर होण्यासाठी ते पाण्यात तरंगत रहाणे आवश्यक आहे. हे कसे घडवून आणायचे या प्रश्नाचे उत्तर शोधायला हवे आहे.

जैविक कीटकनाशके हा कृत्रिम कीटकनाशकांना एक चांगला पर्याय ठरू शकतो. पण या लेखावरून तुमच्या लक्षात आले असेलच की, जैविक कीटकनाशके वापरण्यातूनही काही निराळ्याच समस्या उभ्या राहू शकतात. एखादे तंत्रज्ञान केवळ नैसर्गिक प्रक्रिया व घटनांवर अवलंबून आहे, म्हणजे ते सुरक्षित असतेच, असे नव्हे ! मात्र विज्ञानाच्या मदतीने या अडचणींवर मात केली जाऊ शकते, आणि जगभरात या दृष्टीने संशोधन चालू आहे.



लेखक : आ. दि. कर्वे वनस्पतीशास्त्रज्ञ
ॲप्रोप्रिएट रुरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूटचे
अध्यक्ष.

आवाहन

- तुमच्या परिवारातील 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.

अधिक महिजा

लेखक : ब. द. लिमये

अधिक महिन्यानंतर निज महिजा येतो. निज महिन्यामधील तिथी सण प्रत्यक्ष साजरे करतात. म्हणजे अधिक कार्तिक जेव्हा येईल तेव्हा दिवाळीचे पहिले दोन दिवस (अश्विनामध्ये) नंतर अधिक महिजा आणि त्यानंतर पाडवा-भाऊबीज निज कार्तिकात येणार. मग शाळेला दिवाळीची सुट्टी किती दिवस मागायची बरं ?

पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते पण आपल्याला पृथ्वी स्थिर असून आकाशातील तारे, सूर्य, चंद्र व इतर ग्रह पृथ्वीभोवती फिरतात असा भास होतो. पृथ्वीला स्वतः फिरण्यास 1 दिवस (अहोरात्र) लागतो. चंद्र खरोखरीच पृथ्वीभोवती फिरतो. चंद्राला पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा करण्यास साधारण 27 दिवस लागतात. या अनुषंगाने चंद्राच्या आकाशातील प्रदक्षिणा मार्गाचे आपल्या पूर्वजांनी 27 भाग कल्पिले व त्या भागांना नक्षत्र असे नाव दिले. एका विवक्षित ताऱ्यापासून सुरुवात करून पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जात पहिल्या भागाला 'आश्विनी', दुसऱ्याला 'भरणी' असे करत 27 व्या भागाला 'रेवती' अशी नावे आहेत. चंद्र साधारणतः दर दिवशी एक नक्षत्र भाग आक्रमितो.

$$\text{एक नक्षत्र} = \frac{360}{27} = 13^{\circ} - 20$$

पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते. सूर्य उगवण्याआधीचे आकाश (किंवा सूर्य मावळल्यानंतरचे आकाश) आपण दररोज पाहिल्यास सूर्यही नक्षत्रमार्गाने (यालाच क्रांतीवृत्त असेही म्हणतात) पश्चिमेकडून पूर्वेकडे हळूहळू सरकताना दिसेल. सूर्य दररोज १° पेक्षा थोडा कमी चालतो व 365 दिवस 6 तासांनी एक चक्र पूर्ण करतो. हा कालावधी म्हणजे एक सौर वर्ष होय. उन्हाळा, पावसाळा, हिवाळा व त्यावर अवलंबून असणारे शेतीचे व्यवहार, इत्यादि सौर वर्षाप्रमाणे चालतात. म्हणून सर्व जग सौर पंचांग (कॅलेंडर) वापरते. 1 जानेवारी ते 31 डिसेंबर हे एक सौर वर्ष आहे तसेच भारतीय पंचांग (शालीवाहन, विक्रम संवत्सर वगैरे नव्हे) 1 चैत्र (साधारणतः 22 मार्च) पासून 30 फाल्गुन (साधारणतः 21 मार्च), हेही सौर पंचांगच आहे.

पृथ्वीवरून पहाताना चंद्र व सूर्य ज्या दिवशी एकाच दिशेला दिसतात त्या दिवसाला आपण अमावस्या म्हणतो. अमा = एकत्र, वास = वास्तव्य अर्थात् सूर्यप्रकाशाच्या प्रखरतेमुळे प्रत्यक्षात सूर्य व चंद्र एकाच दिशेला असलेले आपण पाहू शकत नाही. (खग्रास सूर्यग्रहण हा अपवाद.) ज्या दिवशी सूर्य व चंद्र एकमेकांच्या बरोबर विरुद्ध दिशेला असतात तो दिवस पौर्णिमेचा. एका अमावस्येपासून पुढच्या अमावस्येपर्यंत कालावधीस आपण चांद्रमास म्हणतो. हा अवधी साधारणतः 30 दिवसापेक्षा थोडा कमी असतो.

चांद्रमासात पौर्णिमेच्या दिवशी चंद्र ज्या नक्षत्र भागात असतो, त्यावरून चांद्रमासांची नावे दिलेली आहेत. उदा. चित्रा नक्षत्र भागात पौर्णिमेचा चंद्र तो महिना चैत्र, विशाखावरून वैशाख, श्रवणावरून श्रावण इत्यादि, 12 चांद्रमासांची नावे आहेत. 12 चांद्रमासांना एकूण 354/355 दिवस लागतात. हा अवधी म्हणजे चांद्रवर्ष होय.

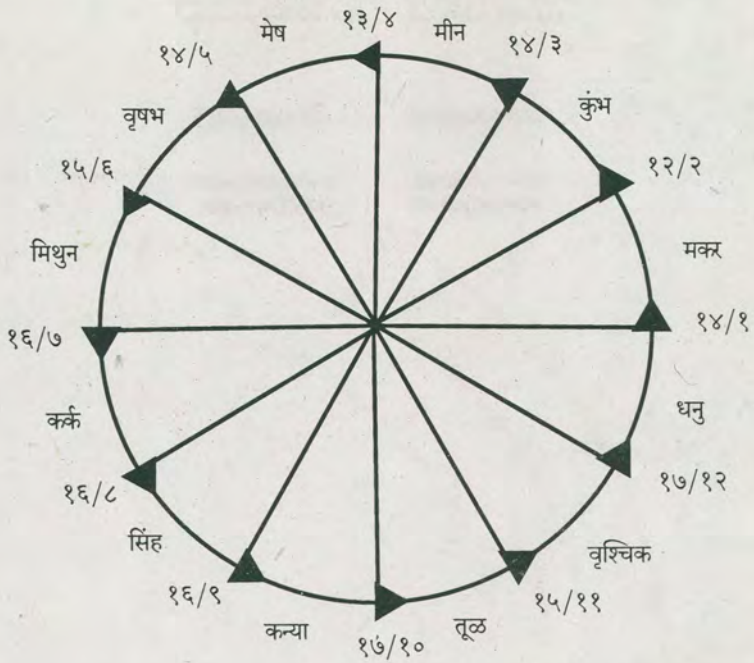
क्रांतीवृत्ताचे (नक्षत्र मार्गाचे) 27 नक्षत्र भागाप्रमाणेच 12 काल्पनिक भाग आपल्या पूर्वजांनी पाडले व प्रत्येक भागाला 'रास' ही संज्ञा दिली. अश्विनी नक्षत्र भागाची सुरुवात आकाशातील ज्या स्थानापासून होते तेथूनच सुरुवात करून पहिल्या राशीला मेष, मग वृषभ व शेंवटी मीन अशी या भागांची म्हणजे राशींची नावे आहेत.

$$\text{अर्थात् एक रास भाग} = \frac{360^\circ}{12} = 30^\circ$$

एवढी त्याची व्याप्ती. सूर्य दररोज चालता चालता ज्यावेळी एक रास मागे टाकून पुढच्या राशीत प्रवेश करतो, संक्रमण करतो, त्या वेळेस सूर्य संक्रांत होते. उदा. मेष संक्रांत, मकर संक्रांत वगैरे. साहजिकच एका सौर वर्षात 12 संक्रांती असतात. येथे एक लक्षात ठेवले पाहिजे. सूर्य संक्रांत म्हणजे आकाशातील आपण कल्पिलेल्या एका भागातून दुसऱ्या भागात सूर्याचे जाणे. त्याचा चंद्राच्या त्यावेळच्या आकाशातील स्थानाशी काहीही संबंध नाही.

चांद्रवर्ष 354/355 दिवसांचे व सौर वर्ष 365+ दिवसांचे असते. आपले सण, व्रते उदा. रामनवमी, गणेश चतुर्थी, आषाढ/ कार्तिक मधल्या एकादशा या चांद्रमासांवर आधारित तर काही सण अप्रत्यक्षरित्या सौर वर्षावर अवलंबून. उदा. शेते पिकून धान्य आल्यावर दसरा, दिवाळी, त्यामुळे चांद्रवर्ष व सौर वर्ष यांची काही सांगड घालणे आवश्यक आहे. चांद्रवर्ष 10-11 दिवसांनी लहान असल्यामुळे दर तिसऱ्या वर्षी एक जादा महिना टाकून दोघांना बरोबर आणले जाते. हिजरी वर्ष (मुसलमानांचे) पूर्णतः चांद्रवर्ष आहे, म्हणून त्यांचे सण इंग्रजी वर्षामध्ये केव्हाही येऊ शकतात. साधारणतः 33 चांद्रमास अधिक सोळा दिवसांनी (प्रत्यक्षात 27 ते 35 महिन्यांनी) अधिक मास कल्पून सौर व चांद्र कालगणना एकत्र आणली जाते.

पण कुठला महिना अधिक हे कसे ठरवायचे हा प्रश्न उरतोच. आपण वर



▲ २००१ साली येणाऱ्या सूर्य संक्रांती उदा. १४ जानेवारीला मकर संक्रमण झाले.
१२ फेब्रुवारीला कुंभ संक्रमण झाले.

क्रांतीवृत्त : सूर्याचा भासमान मार्ग

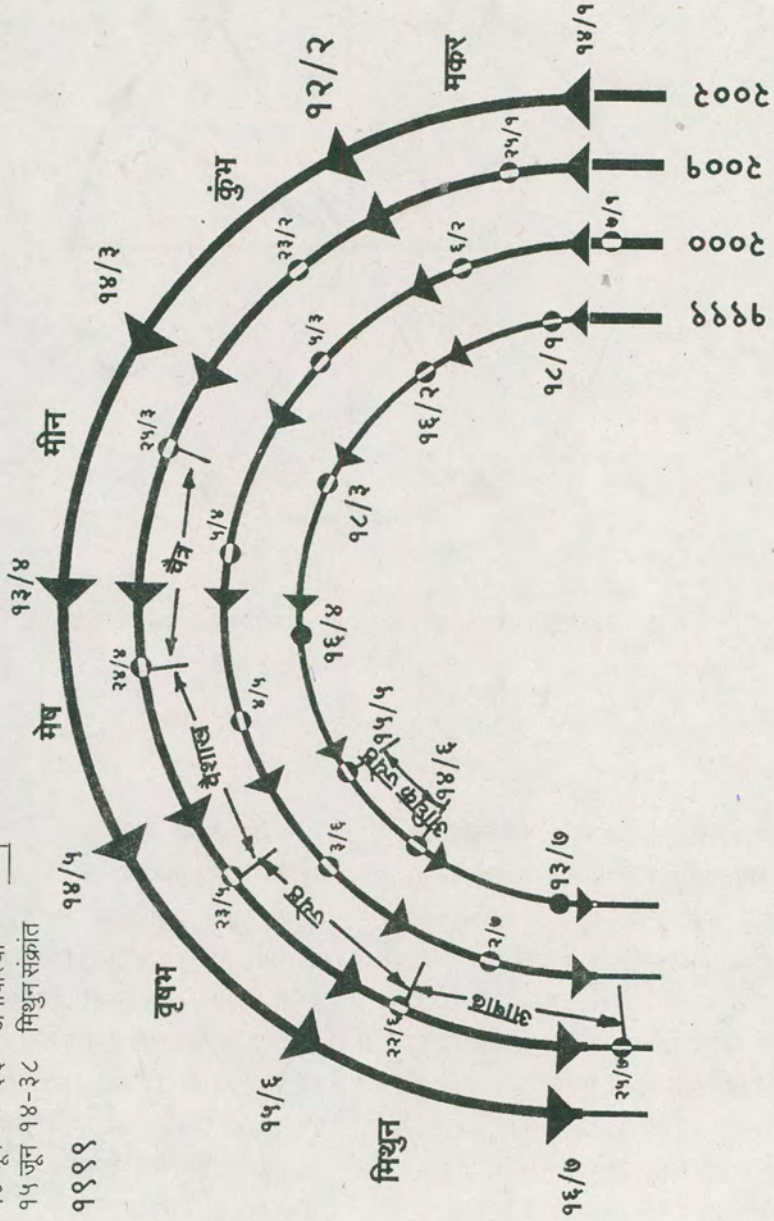
चांद्रमासाची व्याख्या पाहिली आहेच. अमावस्या ते अमावस्या ह्या काळात एक सूर्य संक्रांत झाल्यास तो महिना साधारण किंवा निज समजावे. सूर्य संक्रांत चांद्रमासात कुठल्याही दिवशी होऊ शकते. समजा मार्गशीर्ष महिन्यात ९ व्या दिवशी वृश्चिक संक्रांत झाली, तर पुढील पौष महिन्यात धनु संक्रांत १० व्या किंवा ११ व्या दिवशी होईल. हे दोनही महिने साधारण किंवा निज समजले जातील.

पुढील पानावरील आकृती पाहिलीत म्हणजे हे नीट समजेल.

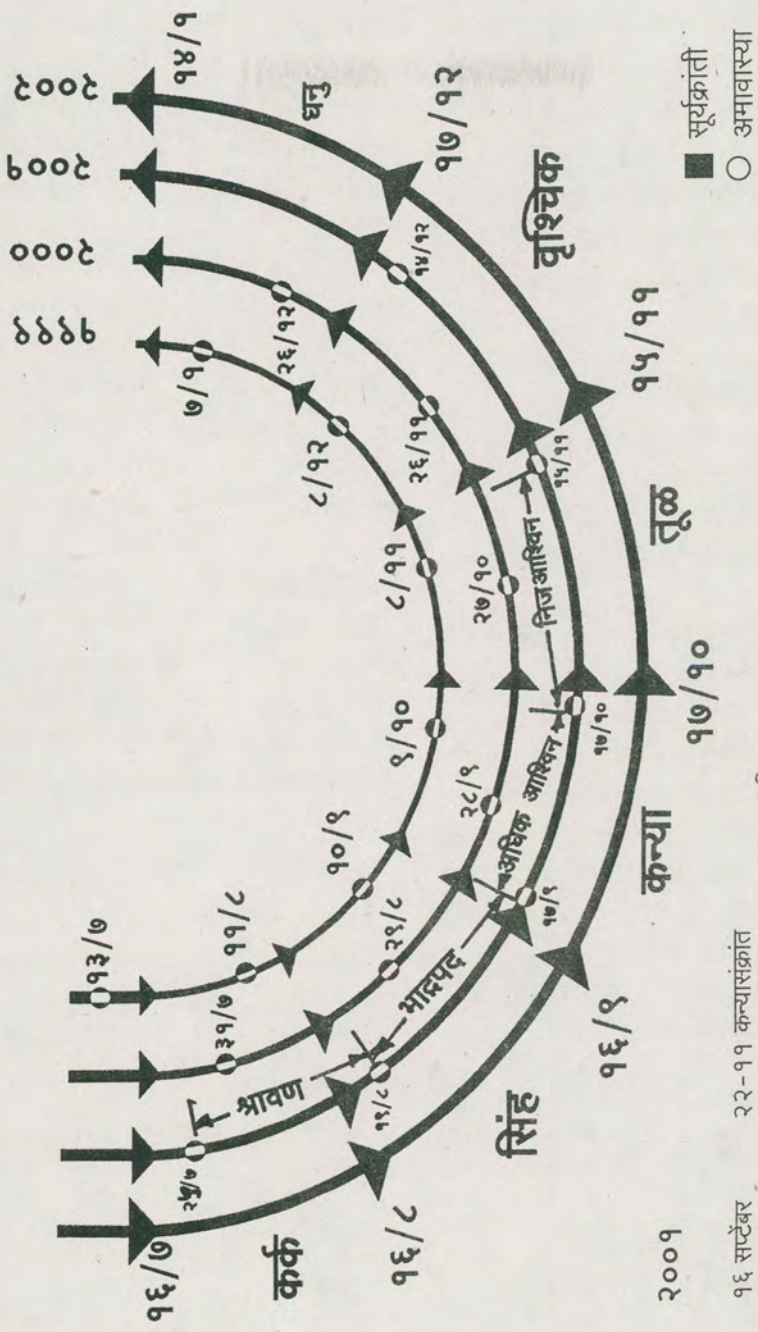
या वर्षी (२००१ साली) रविवार १६ सप्टेंबरला रात्री १० वाजून ११ मिनिटांनी सूर्याने कन्या राशीत प्रवेश केला. (कन्या संक्रांत) भाद्रपद महिन्याची अमावस्या सोमवार १७ सप्टेंबरला दुपारी ३.५७ ला संपली. पुढची अमावस्या १६ ऑक्टोबरला रात्री १२.५४ ला संपली (म्हणजेच १७ ऑक्टोबर पहाटे ००.५४ ला).

- १५ मे ०८-०५ वृषभ संक्रांत
 १५ मे १७-३५ वैशाख अमावास्या
 १४ जून ००-३३ अमावास्या
 १५ जून १४-३८ मिथुन संक्रांत
 १९९९

अधिक ज्येष्ठ



- १९९९
 २०००
 २००१
 २००२



- १६ सप्टेंबर २२-११ कन्यासंक्रांत
 १७ सप्टेंबर १५-५७ भाद्रपद अमावास्या
 १७ ऑक्टोबर पहाटे ००-५४ अमावास्या
 १७ ऑक्टोबर दुपारी ०१-०१ तूल संक्रांत

अधिक
 अश्विन

सूर्याचा तुला राशीत प्रवेश (तुला संक्रांत) 17 ऑक्टोबर ला सकाळी 09 वाजून 09 मिनीटांनी झाला. या अर्थी 17 सप्टेंबरची भाद्रपद अमावस्या व त्यापुढची 17 ऑक्टोबरची (अश्विन) अमावस्या या चांद्रमासात सूर्य संक्रांत झाली नाही. असा महिना अधिक समजला जातो. निज भाद्रपदानंतरचा महिना म्हणून हा महिना अधिक अश्विन होय. 17 ऑक्टोबरनंतरचा महिना निज अश्विन.

सूर्य संक्रांत अमावस्येच्या जवळपास होत असेल तरच सूक्ष्म गणित करून अमावस्येच्या आणि संक्रांतीच्या वेळा निश्चित कराव्या लागतात. त्यावरून अधिक मास ठरवावा लागतो.

चैत्रापासून अश्विनापर्यंत जे सात महिने आहेत त्यापैकीच एखादा अधिक महिना येतो. पौष व माघ कधीच अधिक नसतात. साधारणतः एखादा विशिष्ट महिना अधिक झाल्यावर तोच महिना 8 वर्षांनी व नंतर 11 वर्षांनी अधिक होतो. बरेच वेळी पुनरावृत्ती 19 वर्षांनी होत रहाते. काही महिन्यांच्या बाबतीत अशा (8, 11 किंवा 19 वर्षांच्या) पुनरावृत्तीत मोठा खंड पडतो व परत चक्र चालू रहाते. उदा. चैत्र अधिक होण्याच्या चक्रात 65 वर्षांचे, वैशाख चक्रात 46 वर्षांचे,

अश्विन चक्रात 84 वर्षांचे असे मधेच खंड पडतात.

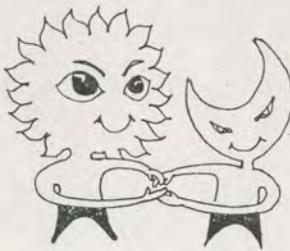
इ.स. 2001 पूर्वी अश्विन अधिक 1982 साली व त्यापूर्वी 1818 साली आला होता. कार्तिक अधिक 700 वर्षांनी येतो असे म्हणतात.

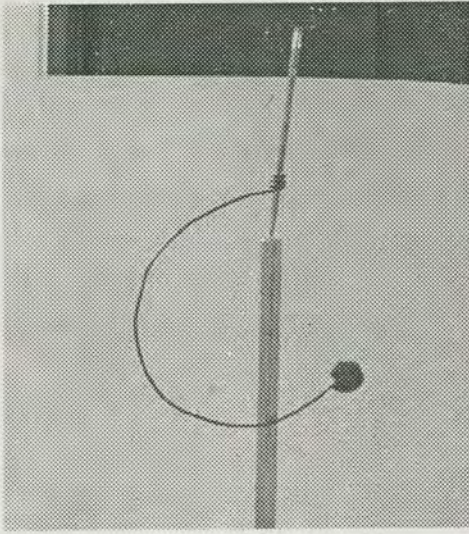
काही वेळा एका चांद्रमासात दोन सूर्यसंक्रांती होऊ शकतात. त्या महिन्याला 'क्षयमास' म्हणतात. ज्या वर्षी क्षयमास होतो, तेव्हा त्या मासाच्या आधी एक व नंतर एक असे दोन अधिक मास असतात. पहिल्या अधिक मासाला 'संसर्प' व दुसऱ्याला 'मलिम्लूच' असे म्हणतात. कार्तिक मार्गशीर्ष वा पौष या तीन महिन्यापैकीच एकाचा 'क्षय' होऊ शकतो.

इ.स. 2028 या वर्षी 'मार्गशीर्ष' क्षय आहे. त्या वर्षी असे महिने येतील अश्विन-अधिक कार्तिक - निज कार्तिक - पौष - माघ - फाल्गुन - अधिक चैत्र - निज चैत्र - वगैरे. त्या वर्षी दिवाळी कशी साजरी कराल याची तुम्हीच कल्पना करा.



लेखक : ब. द. लिमये एन.सी.आर.ए. खोडद येथून निवृत्त. ज्योतिर्विद्या परिसंस्थेचे माजी अध्यक्ष.





गुरुत्वमध्य

लेखका : नागेश मोने

आपल्या दैनंदिन जीवनात अनेक पदार्थांचा व आपला सततचा संबंध येत असतो. त्यातील काही पदार्थ स्थायूरूप असतात. उदा. पेन, खुर्ची किंवा अगदी मोराच्या पिसापासून पाच टनी ट्रकपर्यंत अनेक. शिवाय ज्या पाण्याचा आपण पिण्यासाठी वापर करतो वा पोहण्यासाठी, तो द्रवरूप पदार्थ आहे याची आपणास कल्पना असते. पेनातल्या शाईपासून ते इंजेक्शन मधील द्रवापर्यंत अनेक उदाहरणे देता येतील. श्वसनासाठी आवश्यक असणारी अथवा ज्यातून आपण विमान उडवतो ती हवा हे वायूरूप पदार्थांचे उदाहरण आहे.

स्थायूरूप पदार्थांना विशिष्ट आकार आणि आकारमान असते. सहजासहजी त्यांचा

आकार बदलण्यास त्यांचा विरोध असतो. त्यांच्यावर लावलेले बल मोठ्या प्रमाणावर नसेल तर लगेच ते आपली मूळस्थिती प्राप्त करतात. त्यांच्या या गुणधर्माला प्रत्यास्थता किंवा स्थितीस्थापकता असे म्हणतात. उदा. स्प्रिंग, रबर इत्यादी. अर्थात् पदार्थावर लावलेल्या बलाचे प्रमाण एका विशिष्ट मर्यादेपक्षा जास्त असल्यास काही वेळेस पदार्थ मूळ स्थिती पुन्हा प्राप्त करित नाही, याला विरूपण म्हणतात. काही पदार्थांत उदा. लोखंडात अशी लवचिकता आढळते पण शिसे या पदार्थात नाही. पाकिटे वा पदार्थ सील करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या लाखेत मात्र वेगळाच गुण आहे. त्यावर बराच काळ बल लावले तरच विरूपण आढळते. जर लाखेची कांडी हाताने

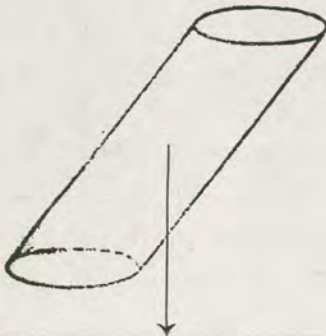
वाकविली तर मोडते, पण एकाच टोकाला ती अडकविली व क्षितिज समांतर ठेवली तर स्वतःच्याच वजनाने ती वाकते. उच्च बलालाही न जुमानण्याचा पण पुरेसा कालावधी मिळाल्यास द्रवासारखे प्रवाही राहण्याचा गुण काही स्थायू पदार्थात आढळतो. या गुणधर्मास आकार्यता असे म्हणतात. सिलिकॉन रबर हे त्याचे उत्तम उदाहरण आहे. काचेसाठी आपण जी लांबी वापरतो त्या लांबीसारखे ते मऊ असते पण रात्रभर भांड्यात ठेवल्यास ते भांड्याच्या तळाशी सर्वत्र समप्रमाणात पसरते. त्याचा चेंडू बनविला तर आपटल्यावर तो उसळी मारतो!

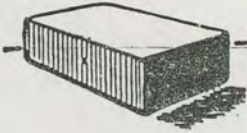
गुरुत्वमध्य

ज्या स्थायूरूप पदार्थांना विशिष्ट आकार आहे त्यांच्यात आणखी एक गुण आढळतो; तो म्हणजे "गुरुत्वमध्य." गुरुत्वमध्य म्हणजे पदार्थाचे संपूर्ण वस्तुमान जणू काही ज्या बिंदूत एकवटलेले असते तो बिंदू. पदार्थाचा पाया जितका अधिक क्षेत्र व्यापणारा असेल आणि गुरुत्वमध्य जितका खाली असेल त्या प्रमाणात पदार्थाचे स्थैर्य आणि समतोलत्व

अधिक असते. उभी वीट पडते याचे कारण पायाचे क्षेत्रफळ कमी आणि गुरुत्वमध्य अधिक उंचीवर हे आहे. गुरुत्वमध्यातून पृथ्वीच्या मध्याच्या दिशेने काढलेली रेषा पायाने व्यापलेल्या क्षेत्राच्या बाहेर असल्यास वस्तू कलंडते.

एका पायावर उभे राहणे तापदायक ठरते ते याच कारणाने आणि ताणलेल्या दोरीवरून चालत जाणे कौशल्याचे मानले जाते यामागेही गुरुत्वमध्याची थोरवी आहे. थोड्याशा बलाने गुरुत्वमध्य खाली ढासळत असेल तर वस्तू असंतुलित राहणार हे निश्चित. या स्थितीत वस्तूवर लावलेल्या बलाने वस्तू मूळ स्थिती प्राप्त करण्याऐवजी दूर जाते. घरंगळणारे नाणे हे याचे उत्तम उदाहरण. थोड्याशा बलाने गुरुत्वमध्य जर त्याच पातळीत राहात असेल तर पदार्थ उदासीन वा तटस्थ समतोलात आहे असे म्हणूयात. समतल पृष्ठभागावरील चेंडू हे याचे उदाहरण. पदार्थाच्या पायाने व्यापलेल्या क्षेत्रफळात गुरुत्वमध्यातून टाकलेला लंब जावयास हवा, म्हणजे पदार्थाला समतोलत्व प्राप्त होते. एस्.टी.चा कंडक्टर पाय फाकवून





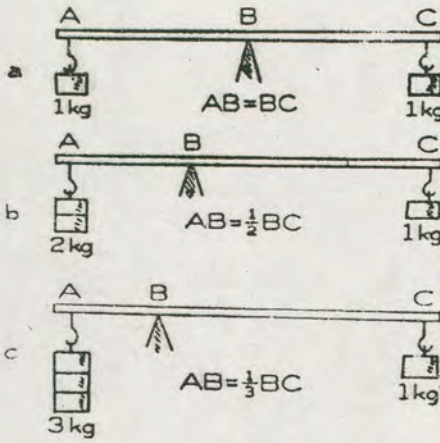
उभा राहतो अन् तिकिटे फाडतो यामागे हाच विचार आहे. डोक्यावरून ओझे वाहणारे हमाल अन् डोक्यावर हंडा ठेवून चालणारी बाई मान सरळ ठेवतात अन् शरीर लंब ठेवण्याचा प्रयत्न करतात ते गुरुत्वमध्य सांभाळण्यासाठी! उभे राहण्यापेक्षा बसणे अधिक सुखावह वाटते याचे कारण गुरुत्वमध्य जमीनीच्या जवळ आल्याने समतोलत्व प्राप्त होते हे आहे. पाय मागे न घेता व शरीर पुढे न झुकवता खुर्चीतून उठणे अशक्य असते. कसे याचा प्रयोग तुम्हीच करून पहा. आपल्या शरीराची गुरुत्वमध्यातून जाणारी लंबरेषा पायाने व्यापलेल्या भागातून जावयास हवी तरच हे शक्य होते.

गुरुत्वमध्याच्या गुणधर्माचा विचार करण्यासाठी काही प्रयोग करूयात.

साधारण समान व्यासाची एक काठी घ्या. दोन्ही हातांच्या तर्जनीवर ती काठी ठेवा. हात

हळू हळू एकमेकांजवळ आणा. पहा काठी पहिल्यांदा एका हातावर सरकते मग दुसऱ्या हातावर. याप्रमाणे अखेर दोन्ही हात एकमेकांजवळ आल्यावर गुरुत्वमध्य दोन्ही बोटांच्या मध्यभागी असणार हे नक्की आहे.

हाच प्रयोग झाडू वापरून करा. एका बाजूला तो अधिक जड आहे. इथे जड बाजूच्या जवळ आपल्याला गुरुत्वमध्य आढळेल. हातांची एका आड एक हालचाल होण्याची दोन कारणे आहेत. एकमेकांवर सरकणाऱ्या दोन वस्तूंमधील घर्षण बल हे, ते दोन्ही पदार्थ किती जोराने सरकले जाताहेत यावर अवलंबून असते. अधिक जोराने ते दाबले जात असताना घर्षण बल अधिक असते. शिवाय जे बोट गुरुत्व मध्याच्या जवळ असते ते पदार्थाच्या एकूण वजनाच्या अधिक हिस्सा तोलून धरत असते. त्यामुळे ज्या बोटामुळे कमी वजनाचा हिस्सा तोलला जात आहे त्या बोटारून वस्तू सरकत जाते,



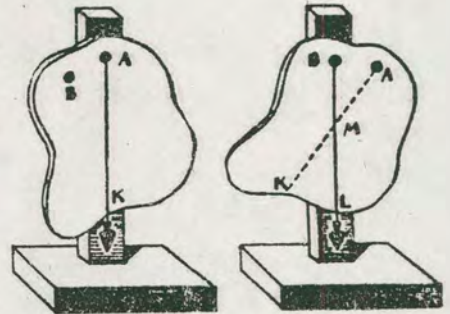
अर्थातच ते बोट गुरुत्वमध्यापासून दूर असते. म्हणजेच गुरुत्वमध्य दोन्ही बोटोंच्या दरम्यानच असतो.

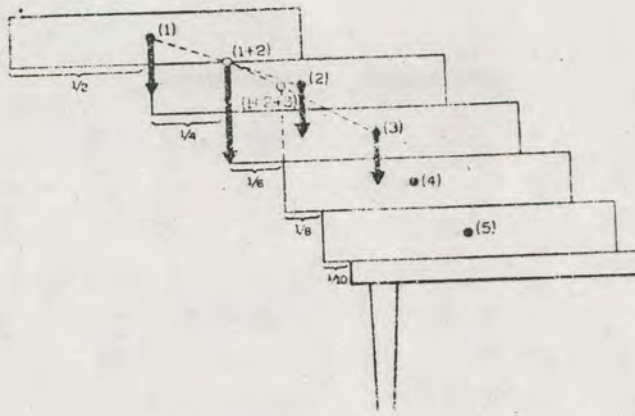
हा प्रयोग संख्यात्मक अथवा परिमाणात्मक स्वरूपात करण्यासाठी एक हलकी पण मजबूत अॅल्युमिनियमची कांब घेऊ. तिच्या दोन्ही टोकांना निरनिराळी वजने अडकविण्याची सोय हवी. दोन्ही टोकांना समान वजने असल्यास, जर मध्यभागी ती पट्टी टांगली तर समतोल अवस्थेत राहिल. म्हणजे $AB = BC$. जर डावीकडे उजव्या टोकापेक्षा दुप्पट वजन लावले तर AB ची लांबी BC च्या अर्ध्याइतकी राहिल असा विचार करून ती टांगायला हवी, त्याचप्रमाणे वजनांचे गुणोत्तर ३:१ असल्यास AB व BC च्या लांबीचे गुणोत्तर १:३ हवे.

यावरून आपण अशा निष्कर्षाला पोहोचतो की काठीच्या दोन्ही टोकांपासून काठीच्या गुरुत्वमध्यापर्यंतचे अंतर हे

काठीच्या टोकाला असणाऱ्या वजनांच्या व्यस्त प्रमाणात असते. शेजारच्या चित्रात एक निराळी परिस्थिती दाखविली आहे. दोन जण एक वजन वाहून नेताहेत. या वजनाचे वितरण हे जिथे वजन लावले आहे तो बिंदू व काठीची दोन्ही टोके यांच्या अंतराच्या व्यस्त प्रमाणात बदलते.

वेड्यावाकड्या पदार्थाचा गुरुत्वमध्य काढण्यासाठी पदार्थ एका दोरावर अडकवितात. पृथ्वीच्या मध्याच्या दिशेने लंब





काढतात. नंतर दुसऱ्या बिंदूपासून असाच लंब मिळवितात. आकृतीवरून सहज लक्षात येईल तुमच्या. हे दोन्ही लंब परस्परांना जिथे छेदतात तो बिंदू म्हणजे गुरुत्वमध्य होय. आकृतीत M हा गुरुत्वमध्य होय.

आणखी एका मजेशीर प्रयोगाचा विचार करूयात. समजा आपल्याकडे समान आकाराची व समान वजनाची अशी बरीच पुस्तके आहेत. पुस्तके आपल्याला टेबलावर ठेवावयाची आहेत ती एकावर एक रचून. पण सर्वात शेवटचे पुस्तके, म्हणजे वरचे पुस्तक हे टेबलाच्या कडेपेक्षा शक्य तितके पुढे असावे या पद्धतीने. कसे करणार हे आपण? आपण टेबलावरचे पहिले पुस्तक अध्यापिका थोडे अधिक किंवा अर्धे देखील टेबलाच्या कडेपेक्षा बाहेर ठेवले तर इतर पुस्तके त्याच्यापेक्षा पुढे येतील अश्या तऱ्हेने ठेवणे अशक्य आहे. समजा अशी तळापासून रचना करण्याऐवजी सर्वात वरच्या पुस्तकापासून सुरुवात केली तर? त्याच्या खालील

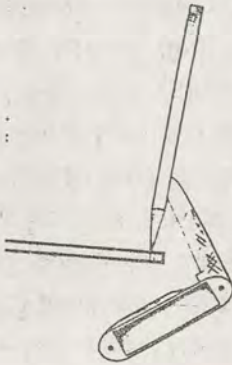
पुस्तकांवरून ते खाली पडणार नाही हे पहावयाचे आहे. त्यासाठी ते 'अध्यापिका थोडे कमी' इतके पुढे हवे. आकृतीवरून लक्षात येईल की पहिल्या व दुसऱ्या पुस्तकाचा मिळून गुरुत्वमध्य हा पुस्तकाच्या लांबीच्या $\frac{1}{4}$ अंतरावर, उजवीकडून, असणार. आता ही दोन्ही पुस्तके तिसऱ्या पुस्तकावर आहेत.

आणखी हाच विचार जर पुढे नेऊया. वरच्या तीनही पुस्तकांचा गुरुत्वमध्य शोधू या. पहिल्या दोन्ही पुस्तकांचा गुरुत्वमध्य दोन्ही पुस्तकांमध्ये आहे. जिथे $(1+2)$ लिहिले आहे तिथे. आकृतीवरून हे स्पष्ट होईल. तिसऱ्या पुस्तकाचा गुरुत्वमध्य पुस्तकाच्या मध्यभागी आहे. आकृतीत (3) लिहिले आहे तिथे. पहिल्या दोन्ही पुस्तकांचे एकूण वजन तिसऱ्या पुस्तकाच्या दुप्पट आहे म्हणजे वरील आकृतीच्या साहाय्याने आपण म्हणू शकतो की तिघांच्या गुरुत्वमध्यापासूनचे दोघांच्या गुरुत्व-

मध्यापर्यंतचे अंतर हे तिसऱ्याच्या गुरुत्वमध्यापर्यंतच्या तिघांच्या मिळून गुरुत्वमध्यापासूनच्या अंतराच्या निमपट आहे. आता याचा अर्थ असा की तिसऱ्या पुस्तकाची कड ही दुसऱ्या पुस्तकाच्या $\frac{1}{4}$ भागाखाली असणार. आकृतीवरून आपण असे म्हणू शकतो की तिसऱ्या पुस्तकाचा $\frac{1}{6}$ भाग चौथ्या पुस्तकाच्या कडेच्या पुढे तर चौथ्या पुस्तकाचा $\frac{1}{8}$ भाग पाचव्या पुस्तकाच्या कडेच्या पुढे असणार. ५ पुस्तकांच्या प्रयोगात सर्वात वरील पुस्तकाची बाहेरची कडा टेबलाच्या कडेपासून १.१४ पुस्तकाच्या लांबीएवढी पुढे असणार.

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{10} \right) \text{ पुस्तक लांबी} \\ = 1.14 \text{ पुस्तक लांबी}$$

अशा तऱ्हेने अत्यंत शास्त्रशुद्ध पद्धतीने



पेन्सिल बोटार वर स्थिर उभी करण्यासाठी काय करता येईल ?

पुस्तकांची रचना आपल्याला करता येते. आपण सर्वात वरचे पुस्तक अर्धे पुढे आणू शकतो किंवा अगदी पूर्ण पुस्तकही पुढे आणू शकतो. आपण पाचपेक्षा अधिक पुस्तके वापरली तर वरील कंसात $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{16}$ मिळवावे लागतील व गणिताने आपल्याला ही बेरीज पाहिजे तितकी मोठी नक्कीच करता येईल. भरपूर पुस्तकांच्या साहाय्याने आपल्याला टेबलाच्या कडेच्या पुढे आणखी कितीही अंतरावर पुस्तके रचता येतील. याचे कारण आपण रचत असलेल्या पुस्तकाचा अत्यंत कमी वा सूक्ष्म हिस्साच दरवेळी जमा होत राहातो व प्रत्येक पुस्तकाचा क्रमाने कमी कमी होणारा हिस्सा जमा होत असल्याने तीन चार पुस्तकांच्या लांबी एवढा भाग टेबलाच्या कडेच्या पुढे आणण्यासाठी वाचनालयतील सारीच्या सारी पुस्तके वापरावी लागतील!

एकंदरीत पदार्थाचे वा व्यक्तीचे स्थैर्य व गुरुत्वमध्य यांचा जवळचा संबंध आहे. चालणाऱ्या बोटीत दोघांनी उभे राहून आपली स्थाने बदलणे कर्मकठीण व धोकादायक असते ते याच कारणाने. त्यामुळे बोट अस्थिर होते.

विज्ञानात स्थिरता वा स्थैर्य आणि अस्थिरता वा अस्थैर्य यांचा अर्थ पुढीलप्रमाणे आहे.

पदार्थाच्या थोड्या विस्थापनानंतर पदार्थ मूळच्या ठिकाणी येत असल्यास तो संतुलनात आहे असे म्हणतात. व थोड्या बलाने पदार्थाचे झालेले विस्थापन त्याला



मूळ स्थितीपासून दूर नेत असेल तर पदार्थ असंतुलित अवस्थेत म्हणजे unstable equilibrium मध्ये आहे असे समजतात.

व थोड्या बलाने पदार्थाचे विस्थापन त्याला नवीन स्थिती उत्पन्न करू देत असल्यास तो उदासीन संतुलनात असल्याने समजले जाते.

शेजारच्या आकृतीत या संतुलनाच्या तीनही अवस्था दर्शविल्या आहेत. एखाद्या अंतर्वक्र पृष्ठभागावर एक गोल ठेवल्यास तो पृष्ठभागाच्या सर्वांत नीचतम बिंदूपाशी स्थिर संतुलनात आहे. त्या पृष्ठभागावर त्याचे विस्थापन केल्यास, स्पर्शबिंदूपाशी उत्पन्न झालेल्या परिबलाने तो मूळ स्थितीकडे

परततो. गोल वर सरकविल्यास त्याचा गुरुत्वमध्य उंचावतो हेही इथे लक्षात घ्यावयास हवे.

दुसऱ्या आकृतीत गोल अस्थिर संतुलनात म्हणजे असंतुलित आहे. इथे याचा गुरुत्वमध्य ढळला आहे व तो गोल मूळ स्थितीपासून दूर जातो आहे.

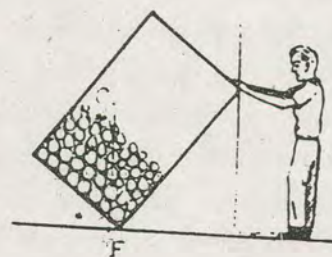
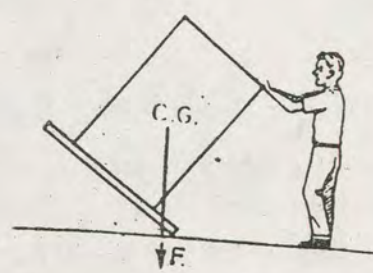
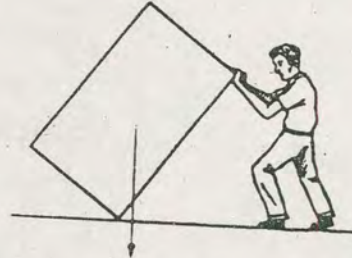
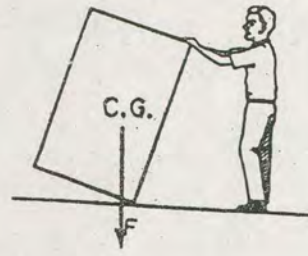
तिसऱ्या आकृतीत गोल नवीन स्थिती प्राप्त करतो आहे व या ठिकाणी गुरुत्वमध्य उंचावत नाही वा ढासळत नाही.

त्यामुळे चालणाऱ्या बोटीत उभे राहून जागा बदलण्याने बोट अस्थिर का होते हे आपल्याला आता सहज समजते. यापेक्षा

पसरट नाव अथवा पडाव अधिक अस्थिर का होणार याचा आपण विचार करू शकतो. टेबललॅप अथवा दारूचा ग्लास विशिष्ट रचनेचा करण्यामागे केवळ सौंदर्यदृष्टी व व्यावहारिक उपयुक्तता नसून 'गुरुत्वमध्याचा' विचारही त्यात समाविष्ट आहे. आणखी एका उदाहरणाने याचा विचार करूयात.

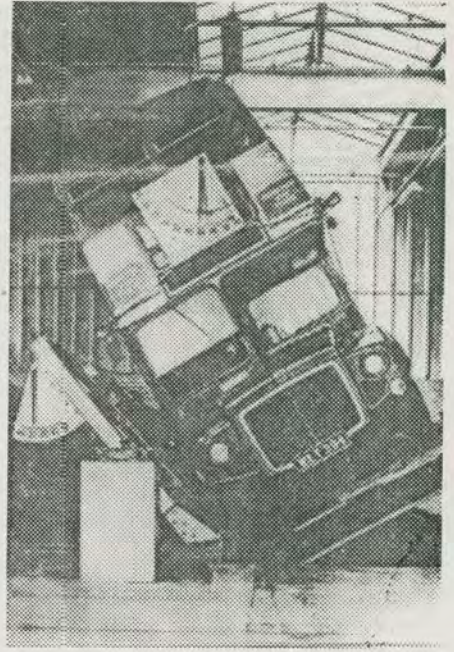
एक खोके त्याच्या संतुलनापासून, मूळ स्थितीपासून विस्थापित केले जाते आहे. पहिल्या आकृतीत खोके स्थिर दिसते आहे कारण त्याच्या वजनाने पुनःस्थापित परिबलाची (restoring moment) भोवती निर्मिती होत आहे. पण दुसऱ्या आकृतीत खोके असंतुलित राहणार कारण गुरुत्वमध्यातून टाकलेला लंब खोक्याच्या पायाबाहेर पडला आहे. म्हणजे खोक्याचे अस्थिरपण वा स्थिरपण हे समस्थितीपासून वा संतुलनापासून ते खोके किती दूरपर्यंत विस्थापित झालेले आहे यावर अवलंबून आहे. तिसऱ्या चित्रात दुसऱ्या चित्रात दाखविल्याप्रमाणे त्याच कोनातून खोके कललेले आहे पण या ठिकाणी पाया अधिक रुंद आहे व त्यामुळे ते स्थिर आहे. तर चौथ्या चित्रात खोक्यात जड वस्तू भरून त्याचा गुरुत्वमध्य खाली आणल्याने गुरुत्वमध्यातून टाकलेला लंब पायातून जातो असल्याचे दिसते आहे म्हणजे खोके स्थिर आहे.

म्हणजे पायाचे क्षेत्रफळ वाढवून व गुरुत्वमध्य खालच्या बाजूस घेऊन वस्तूचे स्थैर्य वाढविता येते. विशेषतः शहरातून



धावणाऱ्या डबल डेकर बसचा गुरुत्वमध्य शक्य तितका खाली ठेवल्यानेच वळणावर ही बस उलटत नाही. वरच्या भागात प्रवासी असताना २८० च्या कोनातून गाडी वळली तरी ती उलटत नाही याची तपासणी केली जाते. प्रवाशांचे सरासरी वजन लक्षात घेऊन तितक्या जागांचा विचार करून तितके ओझे वरच्या भागात ठेवूनच तपासणी होत असते. बसेस व इतर वाहने वळणावर उलटून पडू नयेत म्हणून गुरुत्वमध्य खाली ठेवतात व चाकांच्या पायाचे क्षेत्र वाढवितात. शर्यतीत भरधाव वेगाने धावणाऱ्या गाड्यांबाबत ही सावधानता फार बाळगावी लागते.

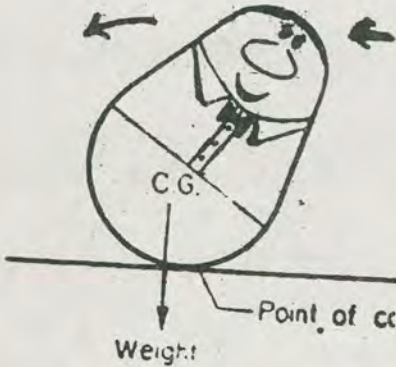
गुरुत्वमध्याचा महिमा या शेवटच्या दोन प्रयोगात खूप जाणवतो आपल्याला. खालच्या आकृतीत एक खेळणे दाखविले आहे. वाया गेलेला बल्ब वापरून हे खेळणे तयार करता येते. त्याचा गुरुत्वमध्य खालच्या बाजूस आहे. बॉलबेअरिंग गोळ्या तळाला चिकटवून हे करता येते. ही बाहुली वा बल्ब



आडवा पडला तरी पुन्हा उभ्या राहतो. स्पर्शबिंदूशी पुनःस्थापित परिबल उत्पन्न होते अन् एक समस्थिती उत्पन्न होते. पान ३० वरील आकृतीतील पेन्सिल अन् चाकूचे निरीक्षण करा अन् पहा प्रयोग करून. डबलडेकरच्या वरच्याच भागात ओझे टाकून तपासणी करण्याच्या पध्दतीचे कारणही शोधू शकता तुम्ही.



लेखक : नागेश मोने द्रविड हायस्कूल
वाई येथे विज्ञान शिकवतात. विज्ञान
वाचनालय चालवतात.

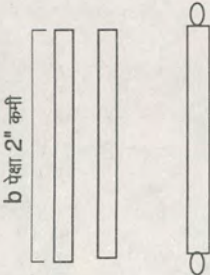
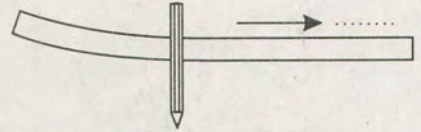
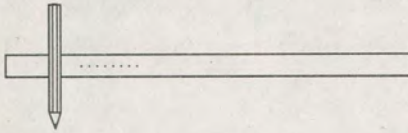
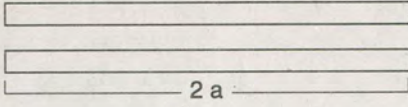
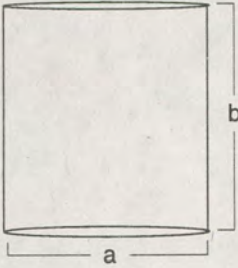


आकाशदीप

लेखक : वि. गो. काळे

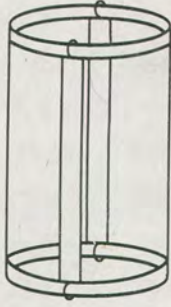
साहित्य - मेणबत्ती किंवा मेणपणती, थर्मोकोल, गोफ (जाड दोरा), पारदर्शक प्लास्टिक पिशवी, काडेपेटी, डिक टाचण्या इ.

कृती :

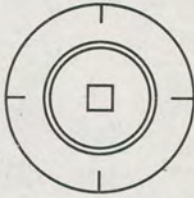


- प्लास्टिकची पिशवीचा तळ कापून तिच्या दोन्ही बाजू मोकळ्या करा म्हणजे प्लास्टिकचे एक नळकांडे तयार होईल.
- पिशवीच्या रुंदीच्या दुप्पट लांबीच्या थर्मोकोलच्या १ ते १.५ इंच रुंदीच्या पातळ पट्ट्या कापून घ्या. या पट्ट्यांवरून पेन्सिल लाटण्यासारखी दाबून फिरवीत नेल्यास त्यांना गोलाकार प्राप्त होतो. नुसते वाकवले तर तुटेल. या पट्ट्यांची रिंग बनवून ठेवा.

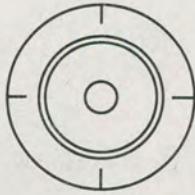
- प्लास्टिकच्या पिशवीच्या उंची इतक्या दोन पट्ट्या कापून घ्या. त्यांना दोन्ही बाजूंना दोरा किंवा टेप जोडून घ्या म्हणजे त्या गोलाकार पट्ट्यांमध्ये अडकवता येतील.



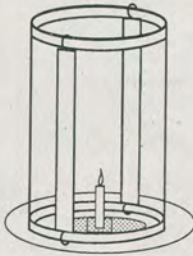
- गोलाकार पट्ट्यांमध्ये एकमेकांसमोर उभ्या पट्ट्या अडकवा. हे झाले आधार! आता हे आधार व गोलाकार पट्ट्या प्लास्टिकच्या नळकांडीमध्ये बसवा. मापानुसार घेतल्याने तंतोतंत बसते.



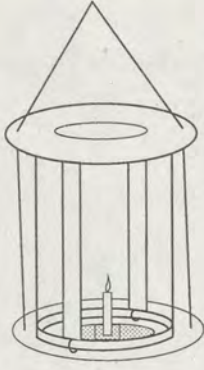
- नळकांडीच्या व्यासापेक्षा १ इंच मोठ्या व्यासाची थर्मोकॉलची २ वर्तुळे कापून घ्या. खालच्या व वरच्या अशा दोन्ही वर्तुळांना सारख्या अंतरावर खाचा पाडून घ्या.



- नळकांडीच्या आत बसवलेल्या गोलाकार पट्टीच्या आत बसेल एवढी आणखी एक गोलाकार पट्टी करून घ्या. ती एका वर्तुळावर चिकटवा. नळकांडे त्याच्याभोवती बसले पाहिजे. ह्या गोलातील थर्मोकॉलमध्ये चौकोनी आकाराचा गाळा कापून घ्या. या चौकोनात मेणबत्तीसाठी बेस (पाया) करायचा आहे. तो जाड पुठ्ठा किंवा काडेपेटीचा करावा. त्यावर मेणपणतीची रिकामी वाटी चिकटवावी. हे वर्तुळ नळकांडीच्या (प्लॉस्टिक पिशवीच्या) खालच्या बाजूला लावा. टाचणीने पक्के जोडून, चिकटवून घ्या.



- नळकांडीच्या बाहेरून बसेल एवढी एक गोलाकार पट्टी आता करून घ्या. ती दुसऱ्या वर्तुळावर चिकटवा. म्हणजे त्याच्या आत नळकांडी घट्ट बसेल. वरच्या वर्तुळाला मध्यभागी गोलाकार कापून घ्या. म्हणजे हवा खेळती राहिल.



● खालच्या वर्तुळातील खाचेतून गोफ ओवून घ्या व वरच्या वर्तुळावर त्याचे कडे करा. शिंक्यासारखा कुठेही अडकवता येण्याजोगा, घरात इकडे तिकडे नेता येण्यासारखा मेणबत्तीचा इमर्जन्सी लॅंप तयार झाला. हे करताना घ्यायची काळजी म्हणजे मेणबत्ती थर्मोकोलवर न ठेवता जाड पुड्डा, धातूचा फ्रत्रा किंवा मेणपणतीची रिकामी वाटी चिकटवून त्यावरच ठेवावी. थर्मोकोल तापले की पातळ होते व शेवटी पेट घेते म्हणून मेणबत्ती पूर्ण संपायच्या आतच विझवावी व कलंडणार नाही अशी पक्की बसवावी.

हे करून पहा

- मुलांनो तुम्हाला हा मेणबत्तीचा इमर्जन्सी लॅंप करून पहायला नक्कीच आवडेल पण सुट्टी दिवाळीची आहे. दिवाळीत आपण घोघरी आकाशकंदील लावतो. या मेणबत्तीच्या दिव्याप्रमाणेच घरच्याघरी आकाशदीप बनवता येईल.
- पारदर्शक प्लास्टिक पिशवी ऐवजी रंगीत जिलेटीन पेपर वापरा.
- आधाराच्या पट्ट्याऐवजी नक्षीदार थर्मोकोलच्या पट्ट्या किंवा चौकोनी चकत्या वापरा.
- मेणबत्ती किंवा मेणपणती ऐवजी दोन बॅटऱ्या असलेला होल्डर व छोटा बल्ब लावता येईल. पाहिजे तर त्याला वायरने वीज द्या किंवा तारांची एकसर जोडणी करून विजेचा दिवा बनवा. पण हा फार वेळ टिकत नाही. कारण बॅटरी थोड्याच वेळात क्षीण होते. यामध्ये तुम्ही तुमच्या कल्पनेने अजून भर घालू शकता. शेवटी स्वतः वस्तू तयार केल्याचा आनंद काही वेगळाच असतो नाही का ?



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.

वेळरहित काळ

लेखक : एल्. गीता अनुवाद : मीना कर्वे

रोज सकाळ झाली की उठायचं, आवरायचं, कामाला लागायचं, खाणं-पिणं, जेवण याच्या वेळा साधारण ठरलेल्याच. संध्याकाळी काही वेगळी कामं किंवा मोकळा वेळ. आणि रात्र झाली की झोपायचं. ज्यांना रात्रपाळी करावी लागते ती मंडळी सोडली तर आपण आपली कामाची अन् झोपेची वेळ सूर्याच्या वेळेशी जोडलेली असते. आपण जर ठरवलं की आपला दिवस आपल्याला हवा तेव्हा सुरु करायचा - आपल्याला भूक लागेल तेव्हा जेवायचं - झोप येईल तेव्हा झोपायचं आणि जाग येईल, उठायसं वाटेल तेव्हाचं उठायचं - तर काय होईल ? खरोखरी आपलं शरीराचं म्हणूनही एक अंतर्गत घड्याळ असेल तर ते किती तासांचं असेल - हे शोधून काढण्याचा प्रयोग आणि अभ्यास लेखिकेनं केला आहे.

“माझ्या दिनचर्येची लय एकान्तात प्रवेश केल्यानंतर दररोज ताणली गेली. झोपेमध्ये किंवा जागेपणी घालवलेला वेळ दररोज वाढत गेला. अशा तऱ्हेने मी एका दिवसात जास्तीत जास्त ३४ तास जागी राहिले आणि जास्तीत जास्त १९ तास मी झोपून राहिले. त्या खोलीतला माझा एक दिवस जवळजवळ ४५.९ तासाचा होता. त्यामुळे माझ्या निद्रा-जागृती चक्राची लय ४५.९ तासाची होती. माझ्या शरीराच्या तापमानाचे चक्र मात्र २४ तासांप्रमाणे चालू होते.”

प्रत्येक सजीवाजवळ एक अंतर्गत जैविक

घड्याळ असतं. ही गोष्ट सिध्द करण्यासाठी त्याला एका काळवेळ रहित परिस्थितीमध्ये रहावं लागतं. अशा परिस्थितीत माणूस कसं काम करू शकेल ? एका कालविरहित वातावरणात माणसाला आपल्या अंतर्गत जैविक घड्याळानुसार विविध शारीरिक क्रिया चालू ठेवून आरामात जगता येईल अशा काही जागा आहेत. ह्या लेखात मदुराई येथील कामराज विश्वविद्यालयामध्ये तयार केलेल्या अशाच एका जागेत राहून मी स्वतः घेतलेल्या अनुभवांचे वर्णन आहे. मी तीन वेळा तिथे राहून आले आणि माझ्या तिथल्या वास्तव्यांवरून आम्हाला एका महत्वपूर्ण

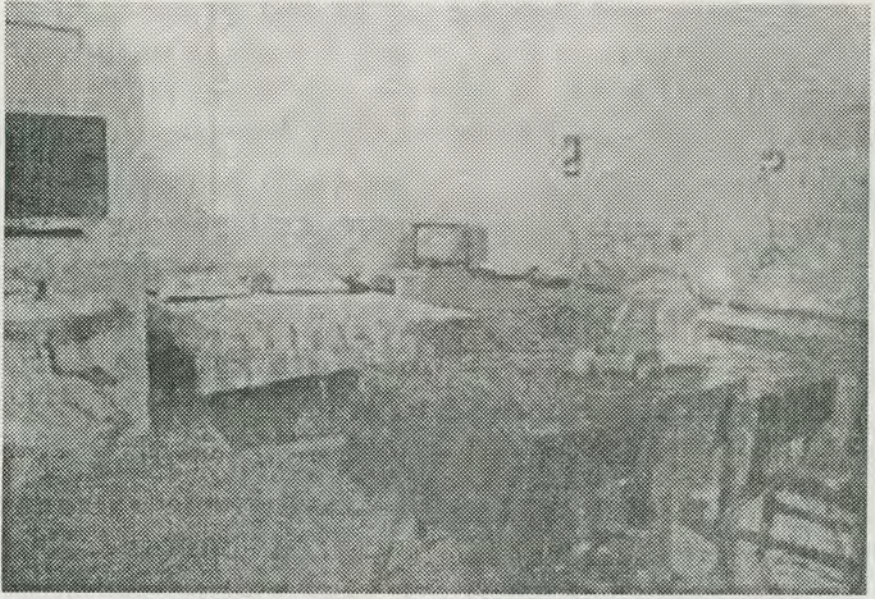
गोष्टीचा शोध लागला. तो शोध म्हणजे स्त्रीचे मासिक पाळीचे चक्र तिच्या निद्रा-जागृती चक्राशी जोडलेले नसते. ह्या प्रकारच्या प्रयोगांचा पाळ्यांमध्ये काम करणाऱ्या (शिफ्ट-ड्यूटी), विमानप्रवासामुळे जेटलॅगचा त्रास होणाऱ्या आणि अंतरिक्षात संशोधनासाठी प्रवास करणाऱ्या व्यक्तींना कसा उपयोग होऊ शकेल ह्याचेही मी ह्या लेखात विवरण केले आहे.

बंकर म्हणजे काय ?

जेव्हा तुम्हाला परीक्षेसाठी अभ्यास करायचा असतो किंवा प्रवासासाठी अगदी सकाळी सकाळी एखादी गाडी पकडायची असते तेव्हा कधी कधी घड्याळाचा गजर वाजायच्या आधीच तुम्ही जागे होता, हा अनुभव तुम्हाला आलेलाच असेल. आपल्या सगळ्यांजवळ असलेल्या त्या जैविक घड्याळामुळे हे घडून येते. ज्याप्रमाणे आपण रेडिओ किंवा टी.व्ही. नुसार आपली घड्याळं बरोबर लावून घेतो, अगदी त्याप्रमाणेच आपलं शरीरदेखील आजूबाजूच्या वातावरणातून मिळत असलेल्या संकेतांनुसार आपलं घड्याळ २४ तासांच्या हिशोबानुसार लावून घेत असतं. उदा. दुधवाल्याच्या सायकलची घंटी ऐकली की सकाळ झाली हे आपल्याला समजतं, अगदी डोळे न उघडताही! अशा पुष्कळ गोष्टींमुळे आपल्याला वेळेची जाणीव होते. उदा. उजेड, तापमान, आजूबाजूचे

आवाज इ. माणसाच्या जवळजवळ सगळ्याच शारीरिक क्रिया ह्या लयबध्द असतात - म्हणजेच काही ठराविक काळानंतर एखादी क्रिया परत केली जाते. जसं आपल्या झोपण्याची वेळ, जाग होण्याची वेळ, शरीराचं तापमान, शरीरातून बाहेर पडणाऱ्या सोडियम किंवा पोटॅशियम ह्या क्षारांचं प्रमाण, पाण्याचं प्रमाण इ. कुठल्याही क्रियेचा विचार केल्यास त्यातली लयबध्दता आपल्याला दिसून येईल. शरीराच्या या सगळ्या क्रिया एका लयीमध्ये बांधलेल्या असण्याचं महत्त्वाचं कारण म्हणजे ज्या वातावरणात आपण रहातो त्या वातावरणाकडून आपल्याला सतत वेळेची माहिती मिळत असते.

ज्या वातावरणात वेळेच्या बाबतीत आपल्याला कुठलेही संकेत मिळणार नाहीत अशा वातावरणात किंवा परिस्थितीत आपल्याला आयुष्य कंठावं लागलं तर काय होईल ? जर आपण वेळेचे गणित हरवूनच बसलो तर ? असं वेळेचं ज्ञान आपल्याला जगण्यासाठी खरंच आवश्यक असतं का ? ह्या सगळ्या रोमांचक प्रश्नाची उत्तरं आपल्याला मिळवायची असतील तर वेळेची जाणीव होऊ न देणारे वातावरण भोवती असावे लागेल. मात्र अशा तऱ्हेचं वातावरण सगळ्या जगात फक्त पाचच ठिकाणी उपलब्ध आहे. हे "समयहीन वातावरण" माणसावर प्रयोग करण्यासाठी निर्माण केलं



गेलं आहे. पाचही ठिकाणांमधली ही सोय जवळजवळ सारखीच आहे. भारतातल्या या सोयीचं मी अगदी हुबेहूब वर्णन करेन. कारण अशा काळवेळरहित खोलीत मी तीन वेळा मिळून जवळजवळ १०० दिवस घालवले आहेत !

बंकरमधल्या सोयी

भारतातला एकमेव एकाकी राहण्याचा हा बंकर मदुराईच्या कामराज विश्वविद्यालयाच्या “जीव व्यवहार शरीरविज्ञान” ह्या विभागात आहे. बाकीचे चार बंकर अमेरिका, इंग्लंड, स्वित्झर्लंड आणि जपान इथे आहेत. भारतातल्या ह्या बंकरची लांबी २५ फूट आणि रुंदीही जवळजवळ तेव्हाहीच आहे. ही चौरस आकाराची खोली आहे. सूर्यप्रकाश

आतमध्ये येऊ नये म्हणून ह्या बंकरला एकही खिडकी ठेवलेली नाही. इथे आत राहाणाऱ्या व्यक्तींच्या सोयीसाठी कृत्रिम उजेडाची सोय केलेली आहे. हे उजेड देणारे दिवे चालू किंवा बंद ठेवण्याची मुभा ह्या खोलीत राहाणाऱ्याला दिली जाते. ह्या खोलीच्या भिंती दुहेरी बनवलेल्या आहेत आणि दोन भिंतीच्या पोकळीत वाळू भरण्यात आली आहे. ती अशासाठी की बाहेरचा कुठलाही आवाज आत येऊ नये. संपूर्ण प्रयोगाच्या काळात ह्या खोलीत २५° सें. तापमान ठेवण्यात येतं. खोलीत हवा सतत खेळती राहण्यासाठी काही नळ्या बसवल्या आहेत. ह्या नळ्यांमधूनही बाहेरचा आवाज आत येऊ न देण्याचा बंदोबस्त केलेला आहे. ह्या

खोलीजवळच एक छोटेसे स्वैंपाकघर, न्हाणीघर व संडास आहे. रेफ्रिजरेटर, व्हिडिओ कॅसेट प्लेअर, टेपेकॉर्डर, व्यायाम करण्याचे एक यंत्र, टेबल-खुर्ची आणि स्वयंपाक करण्याची सोय अशा सर्व सुखसोयींनी ही खोली परिपूर्ण आहे. मात्र आत राहाणाऱ्या व्यक्तीला वेळेची किंचितशीही जाणीव देऊ शकेल अशा वस्तू तिथे अजिबात ठेवलेल्या नाहीत. उदा. घड्याळ, टि.व्ही. रेडिओ, दैनिक वर्तमानपत्र इ. ह्या खोलीला लागून असलेल्या कोठीच्या खोलीत आत राहाणाऱ्या व्यक्तीच्या गरजेच्या अशा सर्व वस्तू ठेवण्यात येतात. बाहेरच्या जगाशी संपर्क फक्त लेखी चिट्ठ्यांद्वारेच होतो. आत राहाणाऱ्या व्यक्तीच्या सोयीकडे लक्ष ठेवण्यासाठी बाहेर कुणी ना कुणी व्यक्ती कायम २४ तास हजर असते. जर वीज बंद पडली तर एका क्षणात जनरेटर चालू करण्यात येतो. आत राहाणाऱ्या व्यक्तीची कुठलीही गरज एका क्षणात तत्परतेने पूर्ण करण्यात येते. थोडक्यात काय, तर आत राहणारी व्यक्ती त्या विशिष्ट काळापुरती राजेशाही पाहुणचाराचा आनंद लुटत असते.

बंकरमध्ये काय घडते ?

जगभरातल्या ह्या एकांत कोठड्यातून अनेक उत्कंठावर्धक प्रयोग केले गेले आहेत. मानवातल्या दर २४ तासांनी आपोआप पुनरावृत्ती होणाऱ्या जैविक लयीवर सर्वात प्रथम जर्मनीमध्ये जुरगेन एस्चोफ आणि आर्. वेवर ह्यांनी प्रयोग केले. जर्मनीतले हे बंकर

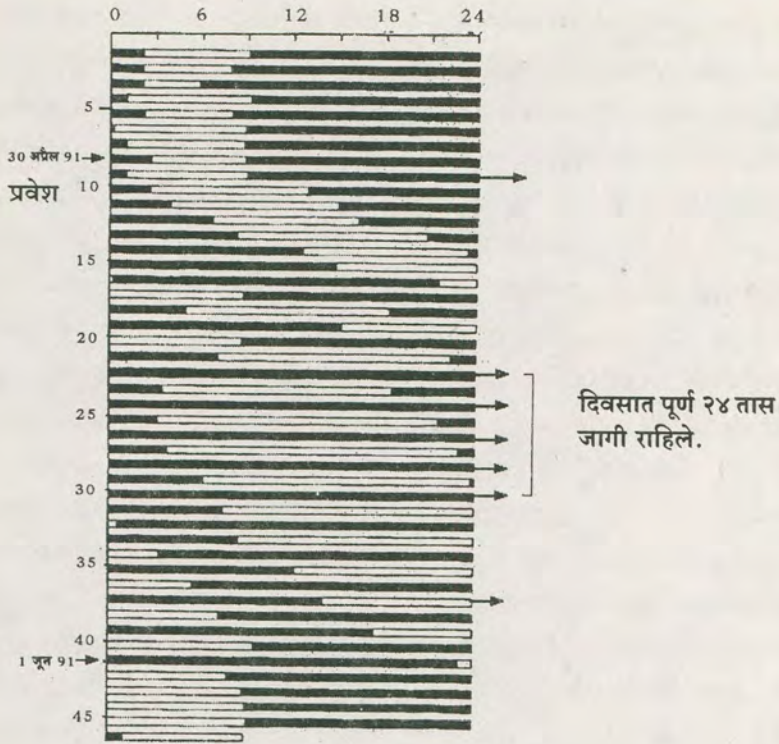
आता बंद आहे. काळ वेळ समजला नाही, तरी मानव आपल्या नैसर्गिक लयीनुसार आपली कामं करतो; ही लयबध्दता अन्तर्निहित आहे आणि ती माणसाच्या आतल्या (जैविक) घड्याळावर अवलंबून आहे हे इथे सिध्द केले. ह्या बंकरमध्ये राहाणाऱ्या व्यक्तीच्या निद्रा-जागृतीच्या चक्राचे मोजमाप घेऊन हे सिध्द केले गेले. आपण साधारणतः रोज दिवसाच्या ठराविक वेळी जागे होतो, त्यामुळे सतत लागोपाठ दोन दिवस जागे होण्याच्या वेळामधले अंतर जवळजवळ २४ तास असते. म्हणजेच ते उजाडणं आणि अंधार पडणं ह्या नैसर्गिक २४ तासांच्या चक्राशी जोडलेलं असतं. पण दीर्घकाळ एकांत कोठडीत राहाण्यामुळे हे बंधन तुटतं आणि प्रयोगात सहभागी व्यक्तीची वेळाची जाणीव मुक्त होते. ह्याचाच अर्थ असा की समयसंकेतांच्या गैरहजेरीमध्ये त्या व्यक्तीच्या आंतरिक लयीचे अस्तित्व वैशिष्ट्यपूर्णरीत्या पुढे येते. ह्या परिस्थितीत झोपण्या-जागण्याच्या नेहमीच्या चक्रात २४ तासांपेक्षा जास्त अंतर पडतं असं दिसून आलं आहे. एस्चोफ आणि वेवर यांनी असंही सिध्द केलं आहे की सामाजिक संकेतसुध्दा माणसाला जागण्या-झोपण्याच्या २४ तासांच्या चक्रात अडकवण्यासाठी कारणीभूत ठरतात. म्हणजे उजेड आणि अंधार यापेक्षा सामाजिक संकेतच आपल्या जीवनातल्या ह्या चक्राला प्रामुख्याने कारणीभूत ठरतात.

माझ्या अनुभवाची सुरुवात

असेच आणखी काही प्रयोग जगभर केले गेले. भारतातल्या आमच्या ह्या एकांतकक्षालाही अनेक वैशिष्ट्यपूर्ण निष्कर्ष काढण्याचा गौरव प्राप्त झाला आहे. इथे १९८७ पासून प्रयोग करण्यास सुरुवात झाली. सर्वप्रथम ह्या लयीवर संशोधन करणारे श्री. जी. मारिमुथु हे ह्या एकांत कक्षात राहिले होते. मी पहिल्यांदा जेव्हा ह्या जीवव्यवहार विभागात आले. (इथलं वैशिष्ट्य : जैविक लयीचा अभ्यास) तेव्हा मला ह्या कक्षाची एक झलक पाहायला मिळाली होती. तेव्हाच मलाही ह्या कक्षात राहाण्याची संधी मिळावी असं तीव्रतेने वाटलं होतं. लगेचच पुढल्या प्रयोगासाठी उमेदवार म्हणून माझी निवड झाली. ह्या प्रयोगांचे वर्णन मी विस्ताराने करणार आहे. सुरुवातीला मला काही दिवस 'प्रयोगपूर्व एकांतवासात' रहायचं होतं. त्यावेळी मला माझ्या झोपण्याच्या आणि जागे होण्याच्या वेळांची नोंद करायला सांगितले होते. माझ्या शरीराचे अंतर्गत तापमानही (core body temperature) सॉलीकॉर्डर नावाच्या एका यंत्राने दर ६ मिनिटाला मोजून संगणकात त्याची नोंद करण्यात येत होती.

शरीराचे तापमान मोजण्यामागेही एक कारण आहे. तसं पाहिलं तर आपण मानव हे स्थिरतापी असतो. पण दररोज एकदा आपल्या शरीराच्या तापमानात २ डिग्री सेल्सियसचा बदल होतो. भर दुपारच्या

आसपास आपले शारीरिक तापमान सर्वात अधिक असते तर जेव्हा मध्यरात्री आपण गाढ झोपेत असतो तेव्हा ते सगळ्यात कमी असते. आपण साधारणपणे रोज ठराविक वेळेला झोपतो. त्यामुळे सगळ्यात कमी शारीरिक तापमान असणारी वेळ ही जवळपास २४ तासांच्या अंतरानेच यायला पाहिजे. म्हणजेच आपलं तापमानचक्र (किंवा लागोपाठच्या २ दिवसातले कमी तापमान येण्यातलं वेळेचं अंतर) देखील जवळपास २४ तासांचं असेल. ह्या तापमानाच्या लयीत एकाकीपणामुळे काही फेरबदल दिसून येतात किंवा कसं हे आम्हाला शोधून काढायचं होतं. त्यामुळेच एकान्तवासातून जाण्याआधी, प्रत्यक्ष एकान्तवासाच्या वेळी आणि एकान्तवासातून बाहेर आल्यावरही काही दिवस माझ्या शरीराचं तापमान मोजण्यात आलं होतं. बंकरमध्ये प्रवेश करण्याच्या अगोदर एक दिवस मला तिथे एक रात्र काढण्यास सांगण्यात आलं होतं. ते ह्यासाठी की, एकतर मला त्या कक्षाची ओळख व्हावी आणि दुसरं म्हणजे जर काही अडचण असेल आणि तिचं निवारण करण्यासारखं असेल तर करता यावं! ४ मे १९८९ मध्ये मी पहिल्यांदा त्या एकाकी कक्षात प्रवेश केला. त्या कक्षात जाणारी मी पहिलीच महिला असल्याकारणाने मला किती प्रसिध्दी मिळाली असेल ह्याची तुम्ही कल्पना करू शकाल. मदुराईच्या उन्हाळ्यापासून पळ



बंकरमध्ये माझं वास्तव्य असण्याच्या काळात मी रोज (म्हणजे २४ तासांच्या कॅलेंडर दिवसात) किती तास झोपले आणि किती तास जागी होते ह्याचा आलेख. आलेखाची प्रत्येक रेष ही पूर्ण दिवस दाखवते - मोकळा भाग, 'झोपण्याचा वेळ' आणि काळा भाग 'जागे असण्याचा वेळ' दाखवतो.

आठव्या दिवसाच्या रेधेजवळ एक बाण आहे. ह्या दिवशी मी बंकरमध्ये प्रवेश केला. अशाच प्रकारे खाली २ जूनजवळही एक बाण दाखवला आहे. ह्यादिवशी मी बंकरमधून बाहेर आले. बंकरमध्ये प्रवेश केल्यानंतर प्रथम १ मेला माझी पाळी सुरू झाली आणि २९ मेला दुसऱ्यांदा सुरू झाली.

आलेखावरून दिसून येईल की माझ्या झोपण्याच्या आणि सलग जागे राहाण्याच्या तासात क्रमाक्रमाने वाढ होत गेली. आणि बंकरमधून बाहेर येण्याच्या काही दिवस आधी ह्यामध्ये जवळजवळ स्थिरता आलेली होती.

ह्या संपूर्ण कालावधीच्या दरम्यान मी सगळ्यात अधिक जवळजवळ ३४ तास जागी राहिले आणि ह्याचप्रकारे मी सगळ्यात अधिक जवळपास १९ तास झोपले ! आलेख पाहिल्यावर तुमच्या लक्षात येईल की काही दिवशी तर मी अजिबात झोपलेच नाही.

काढण्यासाठी म्हणूनच बंकरमध्ये राहाण्यासाठी मी मे महिन्याची निवड केली असं माझी मित्रमंडळी मला चिडवत होती.

बंकरमधलं माझं जीवन

संध्याकाळी ५ वाजता माझा एकांतवासाचा प्रवास सुरू झाला. मोठ्या थोरल्या जमावाने मला निरोप दिला.

व्यक्तिशः मला माझं एक स्वप्न पूर्ण झाल्यासारखं वाटत होतं. पुष्कळ दिवसांपासून मला कुठेतरी एकटं राहावं असं वाटत होतं. पण मला स्वप्नातसुद्धा वाटलं नव्हतं की ते 'कुठेतरी' म्हणजे हा एकांत कक्ष असेल आणि तिथे मी एखाद्या राजकन्येसारखी राहीन! एक दिवस आधी ह्या प्रवासासाठी मी खूप खरेदी केली. त्यामुळे एकांत कक्षात शिरल्यानंतर माझे पहिले काही तास हे सगळं सामान उघडून व्यवस्थित लावण्यात गेले. पहिल्या दिवशी मी जेव्हा झोपायला गेले तेव्हा कधीही न अनुभवलेली अशी एक प्रकारची शांती मला लाभली. सकाळी डोळे उघडून मी घड्याळ बघायला लागले तर खाडकन मला आठवण झाली की मी एकांत कोठडीत आहे आणि बऱ्याच काळपर्यंत काय वेळ झाली आहे ते मला कळणार नाहीये. हळूहळू मी माझ्या एकाकी आणि काळवेळरहित अशा जीवनाशी रूळायला लागले. खरोखरच एक अगदी वेगळाच अद्भुत अनुभव होता तो - काहीही करण्यासाठी वेळेचं अगदी अजिबात बंधन नाही! ठरलेल्या वेळी झोपण्याची,

उठण्याची, खाण्याची किंवा दुसरं काहीही ठराविक वेळी करण्याची काही जरूरच नव्हती. आणि इथे ह्याबद्दल मला रागावणारंही कुणी नव्हतं! हे अशा प्रकारचं आयुष्य होतं की जे फक्त मी माझ्यासाठीच जगत होते आणि मला ते फारच आवडायला लागलं! एरव्ही आपण समाजाच्या गरजांनुसार आपल्या स्वतःला किती बांधून घेतो, किती तडजोडी करतो ह्याची जाणीव ह्या परिस्थितीमुळे मला तीव्रतेने व्हायला लागली.

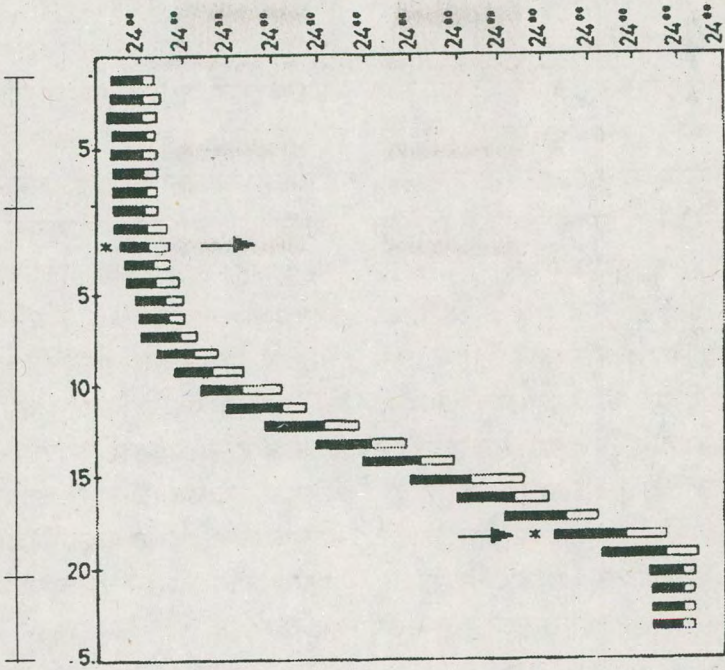
कुठलंही वेळेचं बंधन नसूनही मी बऱ्याच अंशी व्यवस्थितपणे जगत होते. माझ्या मनाला वाटेल तेव्हाच मी माझी सारी कामं करत होते. ह्या कक्षाच्या एका भिंतीवर २० बटनांचा एक तक्ता आहे. प्रत्येक बटन एखाद्या विशिष्ट कामासाठी ठरवलेलं आहे. उदा. पहिल्या क्रमांकाचं बटन आहे जागं झाल्यावर दाबायचं, दुसरं बिछान्यातून उठल्यावर दाबायचं आणि अशाच तऱ्हेने बाकी सर्व क्रियांसाठीही ठरलेली ही बटनं आहेत. मी जेव्हा एखादी क्रिया करेन तेव्हा त्यासाठी ठरलेलं बटन मला दाबायला सांगितलं होतं. त्यामुळे बाहेर लावलेल्या एका रेकॉर्डरमध्ये माझ्या क्रियांची नोंद केली जात असे. त्यावरून बाहेरच्या लोकांना मी आतमध्ये काय करते आहे ह्याची माहिती मिळत असे. उदा. मी केव्हा झोपी जाते आणि केव्हा जागी होते ह्या माहितीची नोंद झाल्यावर बाहेरच्यांना माझ्या 'निद्रा-जागृती'

चक्राचे मोजमाप घेता येत असे. जेव्हा दोन तास झाले असतील असं मला वाटेल तेव्हा आठ क्रमांकाचं बटन दाबायचं असे. ह्या वेळेचा अंदाज बांधायच्या कृतीवरून समयहीन वातावरणात ती व्यक्ती किती प्रमाणात वेळेचा योग्य प्रकारे अंदाज घेऊ शकते ह्याचे परीक्षण करता येते. माझ्या डार्या हातावर हालचालदर्शक मॉनिटर लावलेला होता, त्यावर माझ्या चालण्या-फिरण्यासारख्या हालचालींचे मापन होत असे. एवढ्यासगळ्या थाटामाटामुळे मी एखाद्या नाटकातल्या पात्रासारखीच दिसत होते, पण असं वेगळं दिसणंही मला खूपच आवडत होतं! फक्त एकच उणीव होती अन् ती म्हणजे मला बघायला मात्र तिथं कुणीच नव्हतं! बटन दाबण्याखेरीज प्रयोगासाठी मला दुसरं काहीच करायचं नव्हतं! आपल्या मर्जीप्रमाणे वागायला माझ्याकडे भरपूर वेळ होता. मी माझा वेळ वाचणं, सिनेमा बघणं, गाणं ऐकणं इ. साऱ्या गोष्टी करण्यात अगदी मजेत घालवत होते. अर्थात् कधी कधी मी क्रोनोबायॉलॉजीची (जीव समयक्रम विज्ञान) पुस्तकंही वाचत असे. आणि बाकी वेळ नवीन नवीन पदार्थ करून खाण्यातही घालवत होते. सर्वसाधारणपणे एकांत कक्षात राहाणाऱ्या व्यक्तीला आपलं जेवण स्वतःच तयार करायचं असे. कारण रोज बाहेरून जेवण आत पाठवण्यात अनेक अडचणी असतात. उदा. एकदा आत राहाणाऱ्या एकाने इडल्या पाठवायला सांगितलं, पण

बाहेरच्या बाजूला त्यावेळी रात्रीचे ३ वाजलेले असल्याकारणाने इडल्या मिळवण्यास फारच अडचणी आल्या. आपल्याला हे कळलंच असेल की बाहेरचे लोक आतल्या व्यक्तीला आम्हाला 'आता ह्यावेळी तुला इडल्या देता येणार नाहीत' असंही सांगू शकत नाहीत. आतल्या व्यक्तीच्या मानसिक अवस्थेशी जुळवून घेणं हे महाकठीण काम असतं, कारण बेसावध राहिल्यामुळे झालेल्या लहानात लहान चुकीमुळे सुध्दा आतल्या व्यक्तीला खऱ्या वेळाची जाणीव होण्याची शक्यता असते. त्यामुळे ह्या इडली प्रकरणानंतर आतल्या व्यक्तीला आपला स्वयंपाक स्वतःच करून घेण्यास सांगण्यात येतं. इथे आतापर्यंत जितके जण राहून गेले (माझ्याआधी ७ जण) त्या सगळ्यांची वजनं कमी झाली. माझ्या डोळ्यासमोर प्रयोगानंतर बाहेर पडल्यावर चवळीच्या शेंगेसारखी सडपातळ अशी मी उभी रहात होते. अन् झालंही तसंच! सगळं मिळून माझं वजन ५ किलो कमी झालं होतं. त्याचं कारण मला प्रयोग संपून मी बाहेर आले तेव्हाचं कळलं.

काय गमावलं, काय कमावलं ?

प्रयोग संपला आहे आणि मला बाहेर यायचं आहे असं जेव्हा मला सांगण्यात आलं तेव्हा मला आश्चर्याचा धक्काच बसला! कारण मला तिथं कमीतकमी एक महिना रहायचं आहे असं सुरुवातीला ठरलं होतं. बाहेरच्या लोकांनी जेव्हा मला बाहेर बोलावले तेव्हा



माझे दिवस हरवले - बंकरमध्ये माझ्या जागण्या-झोपण्याच्या क्रमावरून मी जेव्हादे दिवस मोजले त्यांचा आलेख. मी ३५ कॅलेंडर दिवसांऐवजी २२ च दिवस अनुभवले.

सुरुवातीच्या ८ रेषा बंकरमध्ये शिरण्याच्या आधीच्या आठ दिवसांमधील माझ्या निद्रा-जागृतीचा क्रम दाखवतात. ९ व्या दिवशी मी बंकरमध्ये प्रवेश केला. अशाच प्रकारे मी जेव्हा बंकरमधून बाहेर आले तेव्हा माझ्या मते मी फक्त २२ दिवस आत होते, तर प्रत्यक्ष मात्र कॅलेंडरचे ३५ दिवस उलटून गेले होते. काळा भाग माझ्या झोपण्याचा वेळ दाखवतो तर मोकळा भाग माझ्या जागे राहाण्याचा. खालच्या पाच रेषा बंकरमधून बाहेर आल्यावरच्या माझ्या झोपण्या-जागण्याचा काळ दाखवतात.

आलेख बघून असं लक्षात येईल की माझ्या झोपण्या-जागण्याच्या हिशोबाप्रमाणे माझ्या दिवसाची लांबी वाढत चालली होती. बाहेर येण्याच्या दिवसापर्यंत ती जवळजवळ ४८ तासांपर्यंत लांबली होती. ताऱ्यांचे चिन्ह माझी मासिक पाळी सुरू होण्याचे दिवस दाखवतात.

माझे फक्त २२ च दिवस मोजून झाले होते. फक्त २२ दिवसातच प्रयोग संपवला म्हणून मी बाहेरच्या लोकांवर चिडले होते. कक्षाच्या बाहेर आल्याबरोबर मला त्या दिवशी काय तारीख असेल असं विचारलं. आसपास उभ्या असणाऱ्या सगळ्यांनी मी जेव्हा २६ मे असल्याचं सांगितलं तेव्हा सगळ्यांना खूपच गंमत वाटली. कारण त्या दिवशी खरी तारीख होती ८ जून! म्हणजे मी माझ्या आयुष्यातले १३ मौल्यवान दिवस हरवून टाकले होते. पण तरीही मला मात्र ते सार्थकी लागल्यासारखेच वाटत होते. सांगायचं काय तर एकांत कक्षात कॅलेंडरवरचे एकूण ३५ दिवस मी व्यक्तिगत २२ दिवसांसारखे काढले होते. व्यक्तिगत दिवस म्हणजे कॅलेंडरसारखा २४ तासांचा एक दिवस न मानता मला स्वतःला जितक्या तासांचा वाटेल असा दिवस! एकांत कक्षात प्रवेश केल्यावर माझ्या दिनचर्येची लय दररोज ताणली गेली. त्याबरोबरच माझा झोपण्याचा काळ आणि जागे असण्याचा काळ हा प्रत्येक दिवशी वाढतच गेला. अशा प्रकारे मी एका दिवसात जास्तीत जास्त ३४ तास जागी राहिले आणि जास्तीत जास्त १९ तास मी झोपण्यात घालवले. परिणामतः कक्षामधील माझ्या दिवसाची लांबी जवळजवळ ४५.९ तास होती. म्हणजेच जवळजवळ ४६ तास होते माझ्या एका दिवसात! म्हणजेच माझं निद्रा-जागृती चक्रदेखील ४५.९ तासांच्या लयीत चाललं होतं. गमतीची गोष्ट अशी की तेव्हाही

माझ्या तापमानाचं चक्र मात्र २४ तासांच्या हिशोबाप्रमाणे लयबध्द होते. माझ्या झोपण्या-जागण्याच्या चक्रात बदल झालेला असूनही माझं शरीराचं तापमान मात्र बरोबर २४ तासांनी न्यूनतम पातळीवर येत होतं. ह्याचाच अर्थ असा की माझं तापमान माझ्या व्यक्तिगत दिवसात दोनदा न्यूनतम पातळी गाठत होतं! एकदा जेव्हा मला वेळेप्रमाणे झोपायला पाहिजे होतं अशा वेळी व दुसऱ्यांदा मी खरोखरच झोपलेली होते अशा वेळी! माझ्या एक व्यक्तिगत दिवसात माझं तापमान दोनदा न्यूनतम व्हायचं त्या दोन वेळांमध्ये जवळजवळ २५.१ तासांचं अंतर होतं. वेगळ्या शब्दात माझ्या निद्रा-जागृती चक्राचं आणि तापमान चक्राचं नातंच तुटलं होतं !

सर्वसाधारणपणे नेहमीच्या सामाजिक परिस्थितीमध्ये निद्रा जागृती चक्र आणि तापमान चक्र ह्या दोन्हींमध्ये वेळेचं अंतर हे बहुधा एकसारखंच असतं - जवळजवळ २४ तासांचं! त्यावरूनच असं म्हटलं जातं की त्यामध्ये एक लयबध्दता असते, एक प्रकारचा ताळमेळ जमलेला असतो. पण जेव्हा एखादी व्यक्ती सामाजिक बंधनांपासून मुक्त अशा एकांतात राहायला लागते तेव्हा तिचे निद्रा-जागृती चक्र बंधमुक्त होऊन स्वैरपणे फिरायला लागते आणि त्यामधल्या २४ तासांच्या अंतरात फरक पडायला लागतो. पण अशा वातावरणात तापमान चक्राच्या वेळेच्या अंतरामध्ये मात्र फरक

पडायची गरज पडत नाही. २४ तासाची ही लय कायम राखली जाते. अशा स्थितीला आंतरिक लयबध्दता तुटणे किंवा 'आंतरिक लयहीनता' असं म्हटलं जातं. आपली शारीरिक लय ही एकापेक्षा अधिक घड्याळांवर आधारित असते असंच ह्यावरून दिसून येतं.

आता आमच्यापुढे एक प्रश्न होता - मासिक पाळीचं चक्र कोणती लय स्वीकारेल? ४८ तासांचे निद्रा-जागृतीचे चक्र की २४ तासांचे तापमानाचे चक्र? एकान्त कक्षात मला स्वतःला मी फक्त २२ दिवस काढले असं वाटतं होतं.

जर मासिक पाळीचे चक्र निद्रा-जागृती चक्रावर अवलंबून असेल तर मला व्यक्तिशः वाटलेल्या २८ दिवस संपल्यानंतरच मासिक पाळी सुरू व्हायला हवी. दुसऱ्या बाजूने विचार केल्यास म्हणजेच जर तापमान चक्रानुसार मासिक पाळीचे चक्र चालत असेल तर २४ तासांच्या दिनगणनेनुसार २८ दिवसांनंतर पाळी सुरू व्हायला हवी. प्रत्यक्षात माझी पाळी २८ कॅलेंडर दिवसांनंतरच सुरू झाली. ह्याचाच अर्थ ते चक्र निद्रा-जागृती चक्रावर अवलंबून नसते.

एकांत कक्षातून बाहेर आल्यावर ताबडतोब माझी गाडी पूर्वपदावर यायला लागली. माझ्या निद्रा-जागृती चक्राने बाहेर पडण्याच्या दुसऱ्या दिवशीच परत २४ तासांची आपली परिक्रमा सुरू केली. ह्यावरून सामाजिक संकेतांचा आपल्या २४

तासांच्या जैविक घड्याळावर किती प्रभावी परिणाम होतो हे दिसून येते. अशा प्रकारचे प्रयोग पुन्हा करून बघणे मात्र अतिशय कठिण असते. कारण निद्रा-जागृती चक्र ४८ तासांचे असणे, एकांत कक्षात दोन समय चक्रांमधील ताळमेळ तुटणे आणि मासिक पाळीचे चक्र नियमित २८ दिवसांचे असणे ह्या तिन्ही गोष्टी तंतोतंत दुसऱ्या व्यक्तीमध्ये असतीलच असं आपण सांगू शकत नाही. पण आम्हाला आमच्या प्रयोगाच्या निष्कर्षांची तपासणी करण्याची इच्छा होती. त्यासाठी एकच पर्याय समोर होता आणि तो म्हणजे त्याच उमेदवाराने परत तोच प्रयोग करून बघायचा (म्हणजे मीच!). आपल्या शरीराची काही वार्षिक चक्रेही असतात. (म्हणजे एका वर्षानंतर पुनरावृत्ती होते.) अशा चक्रापासून आणि हवामानातील बदलांच्या परिणामापासून बचाव करण्यासाठी असं ठरलं की पहिला प्रयोग ज्या महिन्यांमध्ये केला त्याच महिन्यांमध्ये दुसरा प्रयोग करायचा, पण फक्त २ वर्षानंतर!

मी परत करून दाखवलं.

तर आयुष्यात दुसऱ्यांदा मे १९९१ मध्ये मी परत एकांत कक्षाची पाहुणी बनले. सगळं काही अगदी पहिल्यासारखंच होतं, फक्त आता पहिल्या प्रयोगाला २ वर्षे होऊन गेली होती आणि आता मला जास्त जबाबदारीची कामं करायची होती. उदा. मला आणखी खूप वाचन करायचं होतं, उंदरांच्या २४ तासांच्या समयचक्राचे मी जे प्रयोग केले होते

त्यातल्या मोजमापांचं विश्लेषण करायचं होतं, आणि आणखी अशीच पुष्कळ कामं करायची होती. त्यामुळे ह्यावेळी मी माझा तिथला वेळ जास्त सत्कारणी लावला. फक्त मला एक सावधगिरी बाळगायची होती आणि ती म्हणजे पहिल्या प्रयोगांच्या निष्कर्षांचा माझ्या विचारांवर प्रभाव पडू न देण्याची! ह्यावेळी माझा प्रवास खरोखरच ठरल्या वेळेपेक्षा अगोदरच थांबवण्यांत आला - म्हणजे ३२ कॅलेंडर दिवसांनी! त्याला तसंच कारण होतं. माझ्या बंकरमधील प्रवासाच्या काळातच राजीव गांधींची हत्या झाली आणि बाहेरील परिस्थितीत खूपच उलथापालथ झाली. ही भयंकर बातमी वेळेवर ऐकली नसेल असे जगात फारच कमी लोक असतील, त्यांच्यामध्येच माझी गणना होईल. अशा परिस्थितीत बाहेरच्या लोकांना माझ्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी त्या कक्षाचे नियंत्रण करणं अवघड तर होऊन बसलंच, शिवाय माझ्या ह्या अनभिज्ञतेमुळे एक वेगळी समस्या उभी ठाकली!

वस्तुतः माझ्या व्यक्तिगत दिवसाला अनुसरून (म्हणजे जवळजवळ ४८ तासांचा दिवस) बाहेरील लोक मला वर्तमानपत्र आत पाठवत असतं. माझ्या व्यक्तिगत दिवसाच्या हिशोबानुसार मी कॅलेंडर दिवसांचा हिशोब विसरून पाठीमागे पडले होते. त्यामुळे बाहेरील नियंत्रण ठेवणाऱ्या लोकांना ही भयंकर बातमी मला न कळू देताही काही

दिवस मला वर्तमानपत्र पाठवणं शक्य होतं. २ जून १९९१ ला एकाकी कक्षातली माझी तारीख मात्र २२ मे १९९१ ही होती. त्या दिवशीच्या वर्तमानपत्रात राजीव गांधी यांच्या हत्याकांडाची बातमी होती आणि ह्या भयंकर बातमीचा धक्का मी एकटी सहन करू शकेन किंवा नाही ह्याबद्दल बाहेरील लोक साशंक होते. त्यामुळे त्यांनी मला त्याच दिवशी बाहेर यायला सांगितले. ह्या घटनेमुळे एकाकी कक्षातून बाहेर आल्यानंतरचा माझा अनुभव पहिल्या प्रयोगाच्या अनुभवापेक्षा खूपच वेगळा होता. खरोखरच ही बातमी ऐकून मला जबरदस्त धक्काच बसला. प्रयोगानंतरचे आकडे मापनासाठी मला सॉलीकॉर्डर घालूनच वावरायचे होते. ह्यावेळी मात्र एक नवीनच संकट उभं राहिलं! ह्या सॉलिकॉर्डरमध्ये दोन तारांनी जोडलेली एक लहानशी डबी असते, आणि ते घातलेलं असतं तेव्हा त्या तारा सहजपणे दिसत असतात. जरा कल्पना करा की ह्या घटनेनंतर जर एखादी मुलगी अशा तारा जोडलेली डबी घालून हिंडत असेल तर त्याचा बघणाऱ्यावर काय परिणाम होईल!

दुसऱ्या प्रयोगाच्या निष्कर्षावरून पहिल्या प्रयोगाचे निष्कर्ष बरोबर आहेत असंच दिसून आलं. कारण ह्याही वेळेला आम्हाला जवळजवळ तेच आकडे मिळाले. ह्यावेळी माझं निद्रा-जागृती चक्र जवळजवळ ४६.६ तासांचं होतं. आणि तापमान चक्र २४.४

तासांचं होतं. ह्या दोन्हीतली लय ९ व्या व्यक्तिगत दिवशी तुटली आणि बरोबर २८ व्या कॅलेंडर दिवशी माझी पाळी सुरू झाली. ह्यावरून आमचे पहिल्या प्रयोगाचे निष्कर्ष बरोबर आहेत असं सिध्द झालं. ह्याही वेळी बाहेर आल्याबरोबर सामाजिक परिस्थितीचा ताळमेळ पहिल्यासारखाच घातला गेला.

आणखी एक गोष्ट ह्या दोन प्रयोगांवरून आणि त्याआधीच्याही काही प्रयोगांवरून सिध्द झाली. म्हणजे उमेदवार व्यक्तींच्या २ तासांच्या वेळाचा अंदाज आणि निद्रा-जागृती चक्र ह्यामधील सरळ संबंध. ज्या व्यक्तींची निद्रा-जागृतीची लय २४ तासांची होती त्या व्यक्ती २ तास व्यतीत झाल्याचा अंदाज बरोबर बांधत होते. पण माझ्यासारखे उमेदवार ज्यांचं चक्र ४८ तासांचं होतं. ते मात्र ६ तासांचा अवधी २ तासांचा आहे असं सांगत होते. ह्यावरून असं म्हणता येईल की बाहेरच्या नियंत्रक व्यक्तींना उमेदवाराने केलेल्या पहिल्या २ तासांच्या अवधीच्या अंदाजावरूनच तो किती वेळ जागा रहाणार आहे ह्याचा अंदाज बांधता येत असे.

आता आपल्याला क्षणभर थांबून हे सगळे प्रयोग करण्यामागचं कारण काय असावं ह्याचाही विचार केला पाहिजे. ज्या लोकांच्या समयचक्राची लय कोणत्या तरी कारणामुळे भंग पावली असेल अशा लोकांना ह्या अभ्यासामुळे मदत मिळू शकेल. उदा. रात्रपाळीमध्ये (शिफ्ट) काम

करणारे लोक, अंतरीक्षयात्री, किंवा वेगळ्या समय-क्षेत्रात (Time-zone) प्रवास करणारे लोक. जर अशा लोकांचं निद्रा-जागृती चक्र आपण एकान्तकक्षात मोजून पाहिलं तर वरील परिस्थितीशी हे लोक कशाप्रकारे तोंड देऊ शकतील हे आपल्याला सांगता येईल. त्यांच्या कामाच्या वेळेचं व्यवस्थापन त्यांच्या अधिकाधिक कार्यक्षमतेच्या वेळानुसार करता येईल. जे लोक एका देशातून दुसऱ्या देशात प्रवास करतात आणि ज्यांना जेट-लॅगचा त्रास होतो त्यांनाही स्वतःला ठिकठिकाणच्या वेगवेगळ्या वेळांशी जुळवून घेण्यास ह्या अभ्यासामुळे मदत मिळू शकेल.



‘रेझोनन्स’ मार्च १९९६ मधून साभार.

लेखक : एल्. गीता इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्सेस, बंगलोरच्या ‘सेंटर फॉर इकॉलॉजिकल सायन्सेस’ मध्ये काम करतात. मधमाशा, उंदीर आणि माणूस यांच्या अंतर्निहित समयचक्राचा शोध घेणे हा त्यांच्या आवडीचा विषय आहे.

इंग्लिशमधून अनुवाद - दुलदुल विश्वास एकलव्यद्वारे प्रकाशित होणारे बालविज्ञान मासिक ‘चकमक’ साठी काम करतात.

अनुवाद : मीना कर्वे, समाजशास्त्राच्या पदवीधर, भाषांतराची आवड.

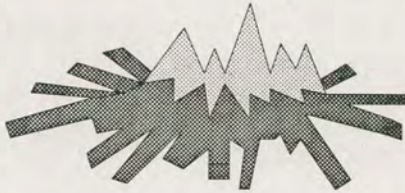
पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

माणसाने सर्वप्रथम वापरलेला ऊर्जास्रोत म्हणजे लाकूड. आजही जगात हाच ऊर्जास्रोत मोठ्या प्रमाणावर वापरला जात आहे. लाकडाबरोबरच इतर वनस्पतिजन्य पदार्थही (उदा. पालापाचोळा, कापणीनंतर उरलेला पिकाचा टाकाऊ भाग, भुस्सा, इ.) इंधन म्हणून वापरले जातात. या सर्व इंधनांना मिळून जैव इंधने (biofuels) म्हणतात. लाकडापासून बनवलेला कोळसा हेही पूर्वापार वापरात असलेले इंधन आहे. आणि बरेचदा जैव इंधनांत याचाही समावेश केला जातो. या लेखमालेत जैव इंधनांचा विचार करण्याचं एक कारण म्हणजे प्राचीन काळापासून आजपर्यंत वापरात असलेला हा एकमेव ऊर्जास्रोत असा आहे की आपण हे इंधन पुन्हा निर्माण करू शकतो. भविष्यात खनिज इंधनांना पर्याय देण्याच्या दृष्टीनेही हा

एक महत्वाचा ऊर्जास्रोत ठरू शकतो.

आज औद्योगिक क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणावर खनिज इंधनांचा वापर होत असला, तरी काही ग्रामीण उद्योगांमध्ये (उदा. कुंभाराची भट्टी, गूळ तयार करणे. इ.) तसेच ग्रामीण भागात घरगुती इंधन (स्वयंपाकासाठी, घर उबदार ठेवण्यासाठी, इ.) म्हणून जैव इंधनांचा वापर होतो - खरं तर नाईलाजाने करावा लागतो. ज्या ज्या ठिकाणी खनिज इंधनं वापरणं परवडत आहे. आणि ती सहज उपलब्ध आहेत. त्या त्या ठिकाणी लोक खनिज इंधनांचाच वापर करतात. अशा परिस्थितीत खनिज इंधनांचे साठे संपल्यावर पर्याय म्हणून जैव इंधनाचा विचार करणे योग्य आहे का, असा विचार मनात येणे सहाजिकच आहे. या प्रश्नाचे उत्तर



समजावून घेण्यासाठी जैव इंधनांच्या वापराचे तोटे काय आहेत, आणि ते दूर करता येतील का, व कसे, या गोष्टींचा विचार करू या.

जैव इंधनांच्या वापराचे तोटे समजून घेण्यासाठी, प्रथम आपल्याला जैव इंधनांच्या ज्वलनाची प्रक्रिया समजावून घ्यायला हवी. लाकूड (किंवा इतर कोणतंही जैव इंधन) जळतं तेव्हा नेमकं काय घडतं ?

लाकूड म्हणजे हायड्रोकार्बनी संयुगांचं घनरूपातील मिश्रण. लाकडाचं ज्वलन ही एक अत्यंत गुंतागुतीची रासायनिक प्रक्रिया आहे. ही प्रक्रिया उच्च तापमान आणि ऑक्सिजनचा पुरवठा या दोन गोष्टींवर अवलंबून असते. लाकूड जळतं तेव्हा प्रामुख्याने पुढील चार प्रक्रिया घडून येतात.

पाणी उडून जाणे - लाकडात सर्वासाधारणतः बऱ्यापैकी ओलसरपणा असतो. लाकूड जळायला सुरूवात झाल्यावर प्रथम ही ओल बाष्पीभवनाने उडून जाते. अर्थात या प्रक्रियेत बऱ्यापैकी ऊर्जा खर्च होते, आणि इंधनाचे तापमान वाढण्याचा वेगही कमी होतो.

पायरॉलिसिस - ही तुलनेने कमी तापमानाला (१००-२८० अंश से.) घडून येणारी आणि ऊष्माशोषी (endothermic) अभिक्रिया आहे. या अभिक्रियेत लाकडातील हायड्रोकार्बन संयुगांच्या ज्वलनातून हायड्रोजन, बाष्प, मिथेन, कार्बन डायॉक्साइड, कार्बन मोनॉक्साइड तसेच काही हायड्रोकार्बन वायूंचे मिश्रण तयार होते. पुरेसे उच्च तापमान आणि पुरेसा ऑक्सिजन

उपलब्ध असेल, तर या मिश्रणाचे ज्वलन होते. पण मुळात हे मिश्रण तयार होण्यासाठी लागणारी पायरॉलिसिसची अभिक्रियाच बरीचशी उष्णता वापरत असते. मात्र इंधनाचे तापमान २८० अंश सें. च्या पुढे गेले, की उष्मादायी (exothermic) पायरॉलिसिस होऊ लागतो, आणि ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीतही उष्णता निर्माण होते. या अवस्थेमध्ये मोठ्या प्रमाणावर ज्वलनशील वायू, तसेच डांबराचे थेंब तयार होतात.

बाष्पावस्थेतील ज्वलन - साधारण ६०० अंश से. तापमानाला पुरेसा ऑक्सिजन उपलब्ध असेल, तर लाकडातून बाहेर पडलेले ज्वलनशील वायू आणि द्रवांचे थेंब पेट घेतात. आणि आपल्याला ज्वाला दिसू लागतात. या प्रक्रियेच्या दृष्टीने महत्वाच्या गोष्टी म्हणजे या वायू व द्रवांच्या मिश्रणाला आवश्यक तितक्या ऑक्सिजनचा पुरवठा, ज्वलनशील वायूंबरोबर ऑक्सिजन व्यवस्थित मिसळला जावा यासाठी मिश्रणात पुरेशी खळबळ (turbulence) असणे, आणि आवश्यक तितके उच्च तापमान असलेल्या भागात हे मिश्रण पुरेसा काळ थांबणे. या सर्व बाबींची पूर्तता झाली नाही, तर हे ज्वलनशील वायू आणि थेंब न जळताच तसेच्या तसे बाहेर पडतात. किंवा त्याच वेळी घडत असलेल्या पायरॉलिसिस, अंशतः ऑक्सिडीकरण व डीऑक्सिडीकरणाच्या प्रक्रियांद्वारे इतर हायड्रोकार्बनी संयुगांत रूपांतरीत होऊन बाहेर पडतात.

कोळशाचे ज्वलन -

सर्व इंधनाचा पायरोलिसिस पूर्ण झाला, की कोळसा उरतो. कोळशाच्या ज्वलनासाठी ८०० अंश से. किंवा त्याहूनही जास्त तापमानाची आवश्यकता असते. कोळसा पृष्ठभागावर जळतो, आणि त्याचे फक्त निखारे फुलतात. त्यातून ज्वाळा निघत नाहीत.

बहुतेकदा जैव इंधनांच्या ज्वलनात या सर्व प्रक्रिया एकाचवेळी इंधनाच्या वेगवेगळ्या भागांत, वेगवेगळ्या तापमानांना, वेगवेगळ्या वेगाने चालू असतात. शिवाय या प्रक्रिया एकमेकींवरही अवलंबून आहेत. यामुळे जैव इंधनांच्या ज्वलनाची प्रक्रिया समजणे आणि नियंत्रित करणे अतिशय गुंतागुंतीचे होऊन बसते. कोणतेही ज्वलनशील पदार्थ वाया जाऊ द्यायचे नसतील, न जळताच बाहेर पडू द्यायचे नसतील, म्हणजेच, संपूर्ण ज्वलन व्हायला हवे असेल, तर पुढील बाबी अत्यावश्यक आहेत.

१. उच्च तापमान

२. इंधनाला ऑक्सिजनचा पुरेसा पुरवठा होऊन तो ज्वलनशील पदार्थांबरोबर चांगला मिसळला जाणे.

३. उच्च तापमान व पुरेसा ऑक्सिजन यांच्या सान्निध्यात ज्वलनशील पदार्थ पुरेसा काळ रहाणे.

कोणत्याही हायड्रोकार्बनी इंधनाच्या

ज्वलनासाठी या गोष्टी आवश्यक आहेत. यापैकी एक जरी गोष्ट घडली नाही तरी ज्वलन अपूर्ण होते, आणि खूपशी हायड्रोकार्बन संयुगे धुराच्या रुपात बाहेर पडतात. ही बहुतेक सर्व संयुगे प्रदूषक आणि आरोग्याला हानिकारक अशी आहेत. घनरूपातील जैव इंधनांच्या ज्वलनाच्या गुंतागुंतीच्या प्रक्रियेत एकाचवेळी या तिन्ही अटी पूर्ण करणे अतिशय अवघड आहे. यात आणखी एक अडचण आहे, ती म्हणजे जैव इंधनांच्या विविधतेची. वेगवेगळ्या



झाडांच्या, वेगवेगळ्या आकाराच्या, वेगवेगळी आर्द्रता असलेल्या लाकडांची ज्वलनासाठी आवश्यक तापमान व ऑक्सिजनची गरज वेगवेगळी असू शकते. तसंच लाकूड,

पालापाचोळा, भुस्सा, इ. वेगवेगळ्या प्रकारच्या जैविक पदार्थांच्या संपूर्ण ज्वलनाच्या शक्य तितक्या जवळ जाण्यासाठीच्या गरजा वेगवेगळ्या असतात. एकाच ऊर्जासाधनात (चूल, शोगडी, भट्टी, इ.) उपलब्धतेनुसार वेगवेगळी जैविक इंधने वापरावी लागतात. आणि त्या ऊर्जासाधनाची रचना सर्वच इंधनांच्या ज्वलनाला अनुकूल असू शकत नाही. त्यामुळे घरात असो किंवा उद्योगधंद्यात असो, जैव इंधनांच्या ज्वलनात नेहमीच वेगवेगळ्या प्रकारची प्रदूषके निर्माण होतात.

जैव इंधनाच्या अपूर्ण ज्वलनातून प्रामुख्याने निर्माण होणारे
काही प्रदूषक व त्याच्या आरोग्यावरील परिणाम

प्रदूषक	आरोग्यावर परिणाम
कार्बन मोनॉक्साइड	श्वासावाटे श्वसनयंत्रणेत प्रवेश, फुफ्फुसातून रक्तात शोषण, कार्बोक्सीहिमोग्लोबिनच्या पातळीत वाढ, शरिराच्या पेशींना होणाऱ्या ऑक्सिजनच्या पुरवठ्यात घट, बाह्यकणांपासून फुफ्फुसाला सुरक्षित ठेवण्याच्या प्रक्रियेला इजा होण्याची शक्यता
सूक्ष्म हायड्रोकार्बनी कण	श्वासावाटे श्वसनयंत्रणेत प्रवेश, श्वसनलिकेत जमा होणे, दाह आणि इजा
बेन्झो(ए) पायरिन	श्वासावाटे श्वसनयंत्रणेत प्रवेश, फुफ्फुसात जमा होणे, चयापचय क्रिया अति उत्तेजित, कर्करोगाची शक्यता
फॉर्माल्डिहाइड	श्वसन मार्गाच्या आतील (श्लेष्मल) पटलांचा दाह, फुफ्फुसांमधून बाह्यकण धूर/धूळ/जंतू बाहेर टाकण्याच्या क्षमता कमी होते, हे बाहेर टाकण्याचे काम श्वसनमार्गातील सूक्ष्म लव करते त्याला इजा होते, कर्करोगाची शक्यता

बहुतेकदा ही प्रदूषके धूर आणि काजळीच्या रूपाने आपल्याला दिसतात, किंवा वासावरून समजू शकतात. पण कार्बन मोनॉक्साइडसारखी काही प्रदूषके अदृश्य आणि गंधहीनही असू शकतात. जैव इंधनांमधून बाहेर पडणारी प्रदूषके आणि मानवी आरोग्यावर होणारे त्यांचे परिणाम वरील कोष्टकात दिले आहेत.

जैव इंधनांच्या ज्वलनातून निर्माण होणाऱ्या प्रदूषकांमुळे डोळे चुरचुरणे,

नाकातोंडात धूर जाऊन श्वास कोंडणे, खोकला येणे, काजळीमुळे स्वयंपाकाची भांडी तसेच स्वयंपाकघराच्या भिंती काळ्याकुट्ट होणे, ह्या गोष्टी तर घडतातच, पण ही प्रदूषके मुख्यतः श्वसनसंस्थेवर गंभीर आणि दूरगामी परिणाम करतात. जागतिक आरोग्य संघटनेने प्रसिध्द केलेल्या आकडेवारीनुसार, विकसनशील देशांत दरवर्षी होणाऱ्या एकूण मृत्युंपैकी एक पंचमांश मृत्यू श्वसनसंस्थेशी निगडीत

विकारांमुळे होतात. याशिवाय दीर्घकालीन आजारांमुळे दैनंदिन जीवनावर होणारे अनिष्ट परिणाम वेगळेच. विकसनशील देशांमधील प्रमुख ऊर्जास्रोत जैव इंधनेच आहे आणि सर्वात मोठ्या प्रमाणावर या इंधनांचा वापर ग्रामीण भागांत घरगुती इंधन म्हणून केला जातो. घरातील ऊर्जेची गरज भागवण्यासाठी म्हणून जैव इंधनांचा वापर आणि ग्रामीण स्त्रिया व बालकांचे अनारोग्य यांमध्ये थेट संबंध असल्याचे अनेक अभ्यासांमधून दिसून आले आहे.

यावरून, जैव इंधनांपेक्षा रॉकेल किंवा स्वयंपाकाच्या गॅससारखी खनिज इंधनं वापरायला अधिक सोपी आणि आरोग्याच्या दृष्टीनं अधिक सुरक्षित आहेत, हे सहज

लक्षात येईल. एकतर मुळातच द्रव किंवा वायुरूपातच असलेल्या हायड्रोकार्बनी इंधनांत संपूर्ण ज्वलनाला अनुकूल परिस्थिती निर्माण करणं तुलनेनं सोपं आहे, आणि वेगवेगळ्या ठिकाणचं रॉकेल किंवा वेगवेगळ्या कंपन्यांचा गॅस घेतला तरी रासायनिक दृष्ट्या त्यातं काही फरक असत नाही (अर्थात भेसळ नसेल तर!). त्यामुळे या इंधनांच्या संपूर्ण ज्वलनाला अनुकूल अशा चुली, भट्ट्या व इतर ऊर्जासाधने तयार करणं शक्य झालं आहे. तेव्हा शक्यतो लोक या इंधनांचा वापर करण्याला पसंती देतात, यात नवल नाही.

मात्र पर्यावरणाच्या प्रदूषणाच्या दृष्टीने विचार केला, तर जैव इंधने ही प्रदूषणरहित

गृहलक्ष्मी चूल

(अ) चुलीचे तोंड	व्यास २२० मि.मी. (९ इंच) वरचे बाजूला व्यास १६० मि.मी. (६.५ इंच) वरचे बाजूला
(ब) जळण लावण्याचे तोंड	उंची १२० मिमी. (४.३/४ इंच) रुंदी १६० मिमी. (६.५ इंच)
(क) समोरील आडवी पट्टी	उंची ५० मिमी. (२ इंच) रुंदी ५० मिमी. (२ इंच)
(ड) खूर (तीन)	लांबी ५० मिमी. (२ इंच) रुंदी ४५ मि.मी. (१.३/४ इंच)
(इ) वरची जाळी	व्यास १७० मिमी. (६.५ इंच)
(फ) खालची जाळी	लांबी १५० मिमी. (६ इंच) रुंदी १५० मिमी. (६ इंच)
(ग) राख काढण्याचा खड्डा (जमिनी खालील)	खोली १०० मिमी. (४ इंच) रुंदी १०० मिमी. (४ इंच)

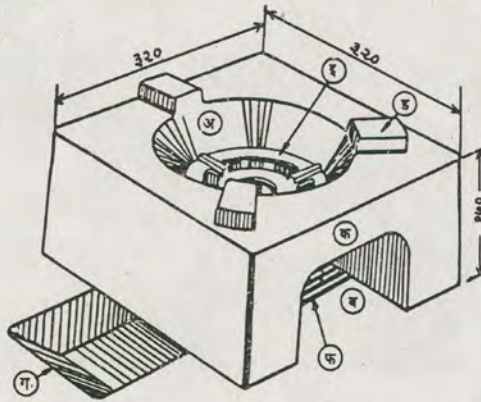
आहेत, असे म्हटले जाते. हे कसं काय ? याचं कारण म्हणजे, लाकूड व इतर जैव पदार्थ जरी जाळले नाहीत, तरी कधीतरी ते कुजून त्यातून हायड्रोकार्बनी प्रदूषक बाहेर पडणारच असतात. त्यामुळे या इंधनांच्या ज्वलनाने पर्यावरणात होणाऱ्या एकूण प्रदूषणात काहीही भर पडणार नसते. याउलट खनिज इंधने जोवर पृथ्वीच्या पोटात असतात. तोवर ती कोणतेही प्रदूषण करत नाहीत. पण बाहेर काढून त्यांचं ज्वलन केलं, की मात्र पर्यावरणात सोडल्या जाणाऱ्या एकूण प्रदूषकांमध्ये भर पडते.

जैव इंधने ही स्थानिक पातळीवर सहजपणे - बरेचदा फुकट - उपलब्ध होणारी इंधने आहेच. तसंच बहुतेक विकसनशील देश

खनिज इंधनांसाठी आयातीवर अवलंबून आहेत. शिवाय मागासलेल्या ग्रामीण भागांपर्यंत त्या इंधनांचा नियमितपणे पुरवठा करणे हे आर्थिक व प्रशासकीय दृष्ट्या जिकीरीचं आहे. या सर्व बाबी विचारात घेता, विकसनशील देशांत किमान एक शतकभर तरी ग्रामीण भागात मोठ्या प्रमाणावर जैव इंधनांचाच वापर होत रहाणार यात शंक नाही. किंबहुना जसजशा खनिज इंधनांच्या किंमती वाढत जातील, तसा विकसित देशांतही पुनर्निर्माणक्षम असलेल्या जैव इंधनांचा वापर वाढू लागेल.

जैव इंधने पुनर्निर्माणक्षम व प्रदूषणरहित असल्याने त्यांना खनिज इंधनांचा पर्याय देण्यापेक्षा त्यांच्या वापरातील तोटे दूर

गृहलक्ष्मी चूल



‘गृहलक्ष्मी’ चूल माती किंवा सिमेंटची बनवतात. यात वापरलेल्या दोन्ही जाळ्या बिडाच्या आहेत. ही चूल तयार करण्यासाठी एक लोखंडी साचा वापरला जातो. या चुलीची किंमत साधारण २०० रुपयांपर्यंत असून, महाराष्ट्रात या चुलीला चांगली मागणी आहे. (आभार : अॅप्रोपिएट रुल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूट, पुणे)

करण्यावर भर देणे शहाणपणाचे आहे, हा विचार गेल्या काही दशकांपासून मांडला जातो आहे. त्या दृष्टीने दोन पातळ्यांवर संशोधन व विकास चालू आहे - एक म्हणजे जैव इंधनांच्या ज्वलनाची प्रत जास्तीत जास्त संपूर्ण ज्वलनाच्या जवळ नेता येईल अशा रचनांची ऊर्जासाधने तयार करणे, आणि दुसरे म्हणजे, वेगवेगळ्या प्रकारच्या नैसर्गिक जैव इंधनांपासून सुधारित जैव इंधने बनवणे.

यापैकी पहिल्या उपायाचे उदाहरण म्हणजे सुधारित चुलींवरचे संशोधन.

चुलीमध्ये जळणाऱ्या इंधनाला होणारा हवेचा पुरवठा हा चुलीच्या इंधन लावण्याच्या तोंडाचा आकार, इंधनकक्षाची रचना, भांडे ठेवण्याच्या तोंडाची रचना व आकार यावर अवलंबून असते. ज्वलनामुळे इंधनात निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेमुळे इंधनाच्या आजुबाजूची हवा तापून वर भांड्यांच्या दिशेने जाऊ लागते, व इंधन लावण्याच्या तोंडातून बाहेरील गरम हवा आत खेचली जाते. अशा रितीने इंधनाला सतत ऑक्सिजनचा पुरवठा करत रहाणारा एक हवेचा झोत चुलीत निर्माण



या छायाचित्रातील महिला धुराडं असलेल्या सुधारित चुलीवर स्वयंपाक करते आहे. धुराडं असल्यामुळे धूर घरात न साठता घराबाहेर जातो व स्वयंपाकघरात कोंडून रहात नाही. चुलीजवळच रॉकेलचे दिवेही आहेत. याचा अर्थ या गावात रॉकेलही उपलब्ध आहे. पण लाकूड हे आपल्या परिसरातून फुकट मिळणारे इंधन आहे तर रॉकेलसाठी पैसे मोजावे लागतात. त्यामुळे स्वयंपाकासाठी लाकडाचाच वापर चालू राहतो. रॉकेल फक्त उजेडासाठी वापरले जाते. ग्रामीण भागात बऱ्याच ठिकाणी अशीच परिस्थिती आहे.

होतो. मात्र ही हवा फार वेगाने आत खेचली गेली, तर इंधनात ज्वलनासाठी पुरेसे उच्च तापमान राखले जात नाही. त्यामुळे या झोतावर नियंत्रण मिळवण्याच्या दृष्टीने चुलीची मापे निश्चित करणे आवश्यक असते. हे प्राथमिक तत्व वापरून अनेक प्रकारच्या सुधारित चुली बनवण्यात आल्या आहेत. अजूनही बनवल्या जात आहेत. उदाहरणादाखल एका सुधारित चुलीची रचना मागील पानावरच्या चौकटीत दिली आहे.

लोकांना पसंत पडेल अशी सुधारित चूल बनवायची असेल, तर केवळ ज्वलनाचे रसायनशास्त्र व हवेच्या प्रवाहांचे भौतिकशास्त्र माहित असणे पुरेसे नाही. चूल टिकाऊ बनण्यासाठी दर चोवीस तासात किमान दोनदा तापून थंड होण्यामुळे, चूल ज्या पदार्थाची (माती, लोखंडाचा पत्रा, इ.) बनली असेल, त्यावर होणाऱ्या परिणामांचा अभ्यास करायला हवा. आणि त्यानुसार या पदार्थात आवश्यक ते बदल करायला हवेत (उदा. कच्च्या मातीच्या चुलीऐवजी भाजलेल्या मातीची चूल बनवणे). चूल ज्या भागातल्या लोकांसाठी बनवायची आहे तिथे रोजच्या स्वयंपाकात कोणते अन्नपदार्थ असतात, त्यासाठी कोणती भांडी आणि पदार्थ बनवण्याच्या कोणत्या विशिष्ट पध्दती वापरल्या जातात, हेही माहित करून घ्यायला हवे. उदा. उत्तम प्रतीचे ज्वलन होत असलेल्या चुलीचे तोंड लहान असेल, तर त्यावर पसरट तवा तापणार नाही. आणि

भाकरी होणार नाही, अशी चूल महाराष्ट्रात निरूपयोगीच ठरेल. आपण तयार करत असलेल्या सुधारित चुलीचे उत्पादन ग्रामीण भागातच होऊ शकेल, आणि तिची किंमत स्थानिक लोकांना परवडू शकेल. याचेही भान ठेवणे आवश्यक असते. तेव्हा चूल बनवणे ही वाटते तेवढी सोपी गोष्ट नाही.

पारंपारिक जैव इंधनांपासून सुधारित जैव इंधने बनवण्याचा विचार अलिकडेच जोर धरू लागला आहे. अशा प्रकारच्या इंधनांचे पूर्वीपासून माहित असलेले एक उदाहरण म्हणजे लाकडापासून बनवला जाणारा कोळसा. अलिकडे बायोगॅसबद्दलही तुम्ही ऐकले-वाचले असेल. जैव पदार्थांपासून अल्कोहोल तयार करण्याचे प्रयोगही यशस्वी झाले आहेत. थोडक्यात म्हणजे पारंपारिक जैव इंधनांपासून घन, द्रव व वायू या तिन्ही स्वरूपातील सुधारित जैव इंधने बनवता येतात. ही इंधने आपण आज वापरत असलेल्या घन, द्रव व वायुरूप खनिज इंधनांना पर्याय ठरू शकतात. दुसरा कोणताही पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत आपल्याला या स्वरूपातील इंधने देऊ शकत नाही. भविष्याच्या दृष्टीनेही जैव इंधनांना महत्त्व आहे, ते यामुळेच.



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, व्याख्याता, श्रीमती काशीबाई नवले कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग (फॉर गर्ल्स)



विज्ञान विशारदा

कमला सोहोनी यांच्या आठवणी

पुस्तक परिचय : यशश्री पुणेकर

सुप्रसिध्द शास्त्रज्ञ कमला सोहोनी म्हणजेच कमला भागवत या भारतातल्या पहिल्या महिला शास्त्रज्ञ. शास्त्रीय संशोधनाची मनापासून आवड व तळमळ असल्याने इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स, बंगलोर इथं त्यांनी झगडून प्रवेश मिळवला व इन्स्टिट्यूटची पहिली स्त्री विद्यार्थी होण्याचा मान मिळविला. म्हशीचे दूध मातेच्या दुधाऐवजी देण्यासाठी आवश्यक असणारी प्रक्रिया, दुधातील व कडधान्यातील प्रथिनांचे घटक त्यांनी शोधून काढले.

वनस्पतींपेशींमधील 'सायटोक्रोम सी' च्या शोधाबद्दल त्यांना केंब्रिज विद्यापीठाने पीएच.डी. ही पदवी दिली.

कुनूर मधील न्युट्रीशन रिसर्च लॅबमध्ये तोरूला यीस्ट-जीवन सत्व प ची निर्मिती करून अनेक त्वचारोगांवर त्याची उपयुक्तता त्यांनी सिध्द केली. रॉयल इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स मुंबई येथे प्रोफेसर पासून डायरेक्टर ह्या अत्युच्च पदापर्यंत अनेक पदे त्यांनी

भूषविली. या दरम्यान आरे दूध कॉलनीतील दूध, गार्यांचा आहार, धान आटा व त्यातील पोषक घटकांचा माणसांवर होणारा परिणाम, ताडगूळ असे बरेच प्रकल्प यशस्वीरित्या पूर्ण केले. त्यांना नीरेमधील संशोधनासाठी सर्वोत्कृष्ट संशोधनाचे राष्ट्रपती पदक मिळाले.

ज्या काळात स्त्रिया एकट्या घराबाहेर सुध्दा जात नसत. त्याकाळी बुध्दीमत्ता आणि आत्मविश्वासाच्या जोरावर त्यांनी लीग ऑफ नेशन्समध्ये भारत, इंग्लड व अमेरिका या तीन देशातल्या विद्यार्थ्यांचे प्रतिनिधित्व केले. एक धडाडीचं आणि परिपूर्ण आयुष्य त्या जगल्या तरीही आपलं शास्त्रीय संशोधन समाजासाठी उपयोगात आणलं जात नाही, अशी त्यांची खंत होती. कमलाबाईंची शिक्षण व संशोधनाची तळमळ, त्यासाठी वाटेल तितके कष्ट करण्याची जिद्द या गोष्टी नक्कीच अनुकरणीय आहेत. या पुस्तकातील काही अंश पुढे दिला आहे. मात्र हे पुस्तक मुळातूनच जरूर वाचावे.

प्रकाशन : ग्रंथाली, लेखिका : वसुमती धुरू, किंमत रु. १२५

२ जुलै १९३३. पन्नाशीतले नारायणराव भागवत आणि विशी नुकतीच पार पाडलेली त्यांची कन्या कमला, बंगलोरच्या जगप्रसिध्द इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स या पदव्युत्तर शास्त्रीय शिक्षण देणाऱ्या संस्थेमध्ये प्रवेश घेण्यासाठी आले होते. नामांकित शास्त्रज्ञांच्या हाताखाली शास्त्रीय शिक्षण घेण्याची तिची जिद्द होती. आपण स्वतः शास्त्रज्ञ बनण्याचे तिचे स्वप्न होते.

द्वेषे भारतीय उद्योगपती श्री. यश यांनी १९११ साली बंगलोर येथे इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स या नावाची, शास्त्रीय संशोधनाला वाहून घेतलेली एक संस्था स्थापन केली.

अखिल भारतातून निवडक विद्यार्थ्यांना चार-पाच शास्त्रीय विषयांत (फिजिक्स, केमिस्ट्री, ऑर्गॅनिक केमिस्ट्री, बायो केमिस्ट्री, इंजिनीयरिंग वगैरे) संशोधन करण्यासाठी येथे प्रवेश मिळे. इथे संशोधन करून, त्यावर प्रबंध तयार करून, तो कोणत्याही भारतीय विद्यापीठात डिग्रीसाठी पाठवत येत असे. संपूर्ण भारतात अशा तऱ्हेची ही एकच संस्था होती. तीत प्रवेश मिळविणे म्हणजे मोठी प्रतिष्ठा समजली जाई.

नारायणराव व कमला, त्यावेळचे इन्स्टिट्यूटचे डायरेक्टर जगप्रसिध्द नोबेल पारितोषिक विजेते, सर चंद्रशेखर व्यंकट रमण उर्फ रामन यांना भेटायला गेले. त्यांनी पदवी परीक्षेत प्रथम श्रेणीत पास झालेल्या मुलांकडून या संस्थेत प्रवेश घेण्यासाठी अर्ज मागवले होते. नारायणराव भागवतांनी कमलला अर्ज करायला सांगितले.

त्याप्रमाणे तिने अर्ज केला. ती पदवी परीक्षा प्रथम श्रेणीत तर उत्तीर्ण झालीच होती, पण मुंबई विद्यापीठात पहिली आली होती. त्यामुळे तिचा या शास्त्रीय संस्थेत प्रवेश मिळण्याचा हक्कच होता. पण प्रत्यक्षात झाले भलतेच. तिला संस्थेकडून उत्तर आले की, अर्ज नामंजूर. प्रवेश मिळणार नाही!

कारण ? कारण असे की, संस्थेच्या आजपर्यंतच्या जवळजवळ दोन तपांच्या इतिहासात तिथे एकही विद्यार्थिनी आली नव्हती. सर्व विद्यार्थीच (मुलगे) होते. सबब, 'स्त्रियांना प्रवेश देण्याची आमच्याकडे प्रथा नाही!'

कमल फारच नाउमेद झाली. पण तिचे वडील असे सहजासहजी हार मानणारे नव्हते. ते म्हणाले, "आपण बंगलोरला सर सी.व्ही. रामनना प्रत्यक्षच भेटून आपले गाऱ्हाणे सांगू. त्यांच्यासारखा नोबेल-प्राइझ विजेता शास्त्रज्ञ, दुसऱ्या कुणा लायक व्यक्तीला शास्त्र शिकण्याची संधी नाकारील असं मला वाटत नाही." त्याप्रमाणे ती दोघे जण रामनना भेटून कमलच्या प्रवेशाची मंजुरी मिळवण्याकरता बंगलोरला आले होते.

सर्व जगात त्यांच्याबद्दल आदर व कुतूहल होते. भारताला तर फार आदर आणि अभिमान होता. कमलला सुध्दा असा हा स्वयंप्रकाशित शास्त्रज्ञ 'आहे कसा आननी ?' हे जाणून घेण्याची उत्सुकता होती. जमल्यास त्यांच्या हाताखाली काम करण्याची महत्वाकांक्षा होती.

डायरेक्टरच्या ऑफिसमध्ये नारायणराव भागवतांनी पाऊल टाकले. त्यांच्या पाठोपाठ

ध ड ध ड त या
अंतःकरणाने
कमला आत
शिरली. त्या मोठ्या
ऑफिसमधल्या
भल्या मोठ्या
टेबलमागे एका
रुबाबदार खुर्चीत
त्या ऑफिसला, त्या



सुविख्यात संस्थेला आणि नोबेल पारितोषिकाच्या सन्मानाला साजे लसे प्रभावशाली व्यक्तिमत्व बसलेले होते. डोक्याला फेटा, ग्रे रंगाचा सूट आणि टाय, असा भारदस्त पोशाख, चेहऱ्यावर बुद्धिमतेचे तेज, पण त्यामागून डोकावणारा अहंभाव आणि आढ्यता. सर सी.व्ही. रामन!

"What Can I do for you, Mr. Bhagwat?" हस्तांदोलन झाल्यावर त्यांनी भागवतांना विचारले.

"Sir, There seems to be some misunderstanding" भागवत म्हणाले, "ही माझी मुलगी कु. कमला भागवत, बी.एस.सी.ला केमिस्ट्री व फिजिक्स हे विषय घेऊन मुंबई विद्यापीठात फर्स्ट क्लास फर्स्ट आलीय. तिनं आपल्या संस्थेकडे रीतसर, वेळेवर प्रवेशासाठी अर्ज भरलाय. पण तिला प्रवेश नाही, म्हणून उत्तर आलंय."

"आमच्याकडे, misunderstanding, confusion असल्या गोष्टी नसतात. You should know that Mr. Bhagwat."

"पण मग - सर?"

"ती मुलगी, म्हणून तिला प्रवेश

नाकारलाय. संस्थेनं तिला पाठवलेल्या उत्तरात तसं स्पष्ट नमूद केलंय."

"केवळ स्त्री म्हणून एका बुद्धिमंत व्यक्तीला उच्च शिक्षणाची संधी नाकारताय

आपण, सर? ह्या विसाव्या शतकात? १९३३ साली? आणि तेही आपल्यासारखे जगद्विख्यात शास्त्रज्ञ?"

"No arguments please, Mr. Bhagwat! शास्त्रीय संशोधन हा स्त्रियांचा प्रांतच नव्हे. तिथे काही भोंडल्याचे उखाणे ओळखायचे नाहीत."

अन्याय आणि अपमानाच्या भावनेने कमलचे तनमन कापत-थरथरत होते. सत्तेपुढे शहाणपण नसते म्हणतात. इथे तर प्रत्यक्ष प्रकाशाच्या चंद्रसूर्याशी गाठ: गप्प बसली बिचारी. रामन पुढे बोलतच राहिले,

"आधीच मला मुली आवडत नाहीत. मुली म्हणजे कटकट. नसता जंजाळ! सुदैवानं ईश्वरानं पण माझ्या मागे हा जंजाळ लावला नाही. दोन्ही मुलगेच दिलेत. मग मी इथे इन्स्टिट्यूटमध्ये काय म्हणून तो त्रास मागे लावून घेऊ? माझ्या विद्यार्थ्यांचं लक्ष का उगीच अभ्यासातनं विचलित होऊ देऊ?"

आता मात्र कमलच्याने राहवेना. भागवतांच्या घरात मुलगे-मुली असा भेद मुळीच नव्हता. शिक्षणाच्या नव्हे, तर सर्वच बाबतीत मुला-मुलींमध्ये समानता होती.

त्यामुळे स्त्रीसुलभ लज्जा वगैरे नावाखाली निरर्थक बुजरेपणा कमलला माहीत नव्हता. विश्वविद्यालयातल्या यशामुळे, खेळांतील प्राविण्यामुळे अंगी आत्मविश्वास होता. तिने स्वतःच सर रामनना प्रश्न केला.

“माझ्यात काय कमी आहे म्हणून तुम्ही मला प्रवेश नाकारता आहात ? इथे प्रवेश मिळालेल्या इतर विद्यार्थ्यांप्रमाणे मीही पदवी परीक्षा प्रथम श्रेणीत उत्तीर्ण झाले आहे. मुंबई विद्यापीठानं सायन्स शिकणाऱ्या मुलींना उत्तेजन देण्याकरता इंटरसायन्सच्या परीक्षेत मुलींमध्ये प्रथम येणारीस खास स्कॉलरशिप ठेवली आहे. ती, सत्यवती लल्लुभाई सामळदास शिष्यवृत्ती पण मी मिळवली आहे. असं असताना, मला पुढील शिक्षण घेण्याची संधी नाकारून तुम्ही माझ्यावर व माझ्यानंतर येथे शिकू पाहणाऱ्या इतर मुलींवर मोठाच अन्याय करता आहात. पण आम्ही गांधीजींच्या तत्वांवर निष्ठा बाळगणारी माणसं आहोत. सत्याग्रहावर विश्वास ठेवणारी आहोत. मी मुंबईला परत जाणार नाही. इथेच राहाणार, तुमच्या दारापुढे सत्याग्रह करीन.”

तडफदार प्रतिप्रश्न व त्यात दडलेलं उत्तर ऐकून, सर रामन जरा चमकले. त्यांनी ओळखले की, हे पाणी काही वेगळच आहे. गुणाः गुणिनं वेत्ति. ते थोड्या मवाळ सुरात म्हणाले, “ठीक आहे. तुझा एवढा हट्टच असेल तर देईन मी तुला येथे प्रवेश. पण एका अटीवर.”

“ती कोणती अट ?”

“एक वर्ष तुला येथे प्रोबेशनवर काम करावं लागेल. त्यानंतर आम्हांला तुझी व

तुला येथल्या कामाची थोडी जास्त ओळख झाली; तुझं काम, काम करण्याची पध्दत वगैरे आम्हांला पसंत पडली तर तुला रीतसर, सर्वांसारखा प्रवेश देऊ. आहे कबूल ?”

“कबूल” मनातल्या मनात संतापाने जळफळत पण वरकरणी शांतपणाने तिने त्यांची ही विचित्र व अन्यायकारक अट मान्य केली. गरजवंताला अक्कल नसते, ही मराठीतली दुसरी सुपरिचित म्हण तिला आठवली. पण त्याचवेळी तिने मनोमन प्रतिज्ञा केली - उत्तम काम करून रामनना त्यांचे शब्द मागे घ्यायला लावीन तरच खरी कमला नारायण भागवत !

“ठीक तर मग, कुठे काम करायची इच्छा आहे तुझी ?”

“जीवरसायन शास्त्राच्या शाखेत.”

“उत्तम, जीवरसायनाचे प्राध्यापक डॉ. सुब्रह्मण्यम् म्हणून आहेत, त्यांना मी आताच कळवतो तुला प्रवेश दिल्याचं. तू त्यांना जाऊन भेट दुपारी. ते सांगतील तुला पुढे काय करायचं ते” आता रामनसाहेबांचा सूर आणि नूर पार पालटल होता. नाहीतरी बोलणे तिरकस असले तरी वाणीवर त्यांचे विलक्षण प्रभुत्व होते.

बायोकेमिस्ट्री डिपार्टमेंट मधील व्याख्याता श्री. श्रीनिवासय्या यांनी तिला त्यांच्या हाताखाली काम करण्याची परवानगी दिली.

“मला एक वर्ष प्रोबेशनवर प्रवेश दिला आहे. त्याचे नेमके काय परिणाम संभवतात ?” कमलने धीर करून विचारलेच.

“म्हणजे असं पाहा, ही संशोधन संस्था

आहे. इथे दोन वर्ष संशोधन केल्यानंतर तुम्ही त्यावर आधारलेला तुमचा प्रबंध एखाद्या विद्यापीठाकडे एम.एस्सी. डिग्री मिळविण्यासाठी पाठवू शकता. तो पास होऊन डिग्री मिळणं, ही पुढची गोष्ट. आता तुम्हांला एक वर्ष प्रोबेशनवर ठेवलांय. म्हणजे पहिल्या वर्षातलं तुमचं काम एम.एस्सी. च्या दृष्टीनं विचारातच घेतलं जाणार नाही. पण काम संस्थेला पसंत पडलं, तर पुढच्या वर्षाच्या संशोधनावर तुम्हांला तुमचा प्रबंध तयार करता येईल. म्हणजे ज्या कामासाठी इतर विद्यार्थ्यांना दोन वर्ष किंवा अधिक कालावधी मिळतो, तेच काम तुम्हांला एक वर्षात करावं लागणार आहे.”

“ठीक आहे.” कमल जड आवाजात, पण निश्चयी स्वरात म्हणाली.

“तर मग एका आता आपला कार्यक्रम. रोज पहाटे पाच वाजता, अगदी पाचच्याच ठोक्याला प्रयोगशाळेत हजर व्हायचं. ते रात्री दहा वाजेपर्यंत मन लावून काम केलं पाहिजे. मी देईन ते कार्यक्रम (प्रोग्रॅम्स-प्रॉब्लेम्स) केले पाहिजेत. व रोज रात्री लायब्ररीत वाचन केलंच पाहिजे.”

“अहो, पण मग तिचं जेवणखाण ?” नारायणराव भागवतांनी जरा धास्तावून विचारले.

“त्याची काळजी नको. माझा दुपारच्या जेवणाचा डबा माझ्या घरून येतो, त्यातच हिच्यासाठी पण मागवत जाईन. रात्रीचं जेवण तिला येथेच इन्स्टिट्यूटच्या ‘मेस’मध्ये घेता येईल. असल्या बिनमहत्वाच्या गोष्टीत वेळ फुकट जायला नको तिचा.”

“ठीक आहे. मला आपल्या साऱ्या अटी मान्य आहेत. पण माझीसुध्दा एक अट आपण मान्य करा अशी मी विनंती करते.” कमला.

“कोणती अट ?” श्रीनिवासय्यांनी नवलाने विचारले.

“मला रोज सायंकाळी ४ ते ६ हे दोन तास कामातून सुट्टी द्यावी.”

“ती कशासाठी ?”

“खरं तर, माझी वैयक्तिक बाब आहे. येथल्या संशोधनसाठी तिचा काहीही संबंध नाही. पण आपण विचारातच आहात तर सांगते, या दोन तासांत मी टेनिस खेळणार आहे.”

“टेनिस ?” श्रीनिवासय्यांना आश्चर्यच वाटले. एक तर मराठी मुलगी. साधीसुधी दिसणारी. त्यातून अभ्यासू वृत्तीची म्हणवते स्वतःला आणि टेनिस खेळणार ?

“होय टेनिस. एक तर टेनिसची मनापासून आवड आहे. आणि रोज दोन तास मोकळ्या हवेत खेळल्यानं माझं शारीरिक आणि मानसिक स्वास्थ्य उत्तम टिकेल. तुम्ही दिलेला कठीण कार्यक्रम पार पाडण्याजोगं राहील.”

“बरं तर. दिली परवानगी.” श्रीनिवासय्या थोड्या नाराजीने, थोड्या कौतुकाने पण बऱ्याचशा अचंब्याने म्हणाले.

“थँक यू सर. तुम्ही मला आपल्या हाताखाली काम करायची संधी दिलीत, याबद्दल पश्चाताप करण्याची पाळी तुमच्यावर कधीही येणार नाही एवढंच आश्वासन देते.”



याला जीवन ऐसे नाव

लेखक : प्रमोद मोघे

पाण्यासारखी साधीसुधी गोष्ट. प्रत्येकाला सदासर्वदा पुन्हापुन्हा लागणारी. त्यात सुद्धा अनेक प्रकार ! पिण्याचं पाणी आणि धुण्याचं पाणी, गोडं पाणी-खारं पाणी, कठीण पाणी-मृदू पाणी. यामधे वेगळं काय असतं आणि त्याचा एवढा विचार कशासाठी करावा लागतो ?

प्रत्येकाच्या घरात पिण्यासाठी पाणी विशिष्ट ठिकाणी स्वतंत्र भांड्यात ठेवलेलं तुम्ही पाहिलं असेल. ते भरतानाही वेगळी काळजी घेतली जाते. ते ठराविक विहिरीचं किंवा नदीच्या ठराविक भागातून किंवा ठराविक नळातून येणारंच का बरं भरलं जातं ? तुम्ही म्हणाल - हा काय प्रश्न झाला ? पिण्याचं पाणी स्वच्छ असायलाच हवं - त्यात थोडाही कचरा, माती, गाळ चालणार नाही. अगदी बरोबर ! प्रत्येक कामासाठी लागणाऱ्या पाण्याचे असेच विशेष गुणधर्म असतात. पिण्याचं पाणी स्वच्छ निर्जंतुक असावं लागतं, तसंच शेतीसाठी, उद्योगासाठी लागणाऱ्या (आणि वापरून सोडून दिल्या जाणाऱ्या) पाण्याच्या विशेष गुणधर्मांचा विचार करावा लागतो.

पाणी पिण्यासाठी

त्यातल्या पिण्याच्या पाण्याचा विचार प्रथम करू. पिण्याच्या पाण्याला कुठलाही रंग, वास, चव, असू नये, ते गढूळ नसावं हे तर झालंच. या पाण्यामुळे कोणतीही रासायनिक प्रक्रिया होऊ नये, ते भांड्यात ठेवलं तर भांड्यावर थर जमू नयेत, ते जास्त कठीण असू नये, असेही नियम आहेत.

दुसरं महत्त्वाचं म्हणजे या पाण्यामुळे माणसाला कुठलेही अपाय / रोग होऊ नयेत.

आपल्याला जिथून पाणी मिळतं तिथे ते येईपर्यंत त्यामधे काय काय मिसळलं, विरघळलं हे तपासून पहावं लागतं. त्यात नुसती माती, विरघळणारे क्षार तसेच शेवाळ-वनस्पती-प्राण्यांचे अवशेष, त्यावर वाढणारे जंतूही असतील. याशिवाय मानवनिर्मित कचरा, सांडपाणी, कीटकनाशकं, रसायनं मिसळली जाऊ शकतात.

या भौतिक-रासायनिक व जैविक पदार्थांमुळे माणसाच्या आरोग्यावर होणारे परिणाम लक्षात घेऊन अशा सर्व पदार्थांचे पाण्यात असणारे प्रमाण चालेल किंवा नाही हे ठरवावे लागते.

काही पदार्थ विशिष्ट प्रमाणापर्यंत आवश्यक असतात. उदा. लोह, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, फ्लोरीन इ. परंतु याचं प्रमाण वाढल्यास मानवासहित सर्व सजीव सृष्टीलाही ते धोकादायक ठरू शकतात. अर्सेनिक, बेरियम, कॅडमियम, क्रोमियम, शिसे या विषारी धातूंचे प्रमाणही जास्त नाही ना ते तपासावे लागते.

एखाद्या ठिकाणचे पाणी वापरण्यास योग्य आहे किंवा नाही हे कसे ठरवले जाते ?

पाण्याचे नमुने तपासून त्यात आढळणाऱ्या भौतिक, रासायनिक, जैविक पदार्थांचे प्रमाण मोजून पाण्याचे वर्गीकरण केले जाते.

पाणी शेतीसाठी

पिण्याच्या पाण्यासाठी काय काय काळजी घ्यावी लागते ते आपण पाहिलं. तसंच शेती व उद्योगांमध्ये वापरण्यासाठी पाण्याचे वेगवेगळे गुणधर्म महत्त्वाचे असतात.

शेतीसाठी प्रामुख्याने पुढील गुण पहावे लागतात.

- 1) पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण
- 2) सोडियम व इतर ऋणभार असणाऱ्या पदार्थांचे प्रमाण
- 3) बाय कार्बोनेट आयनांचे प्रमाण (कॅल्शियम, मॅग्नेशियम)
- 4) हानिकारक पदार्थ व संयुगे
- 5) सामू (pH)

6) तरंगणारे पदार्थ

7) जंतूंचे प्रमाण

8) वनस्पतीनाशक औषधांचे प्रमाण

उद्योगांमध्ये पाण्याचा वापर

उद्योगांमध्ये विशेषतः पदार्थ तापवणे, गार करणे - उकळणे किंवा इतर प्रक्रियांमध्ये पाण्याचा वापर होतो. त्यासाठी पुढील गुण पहावे लागतात.

1) जैविक परिणाम

a. गंज किंवा रासायनिक प्रक्रिया

b. रंग बदलणे.

2) साधनांवर होणाऱ्या प्रक्रिया - गंज येणे, झिजणे, थर चढणे

3) साधनांच्या क्षमतेवर

परिणाम - फेस, गाळ, थर निर्माण होणे, सेंद्रिय पदार्थ निर्मिती.

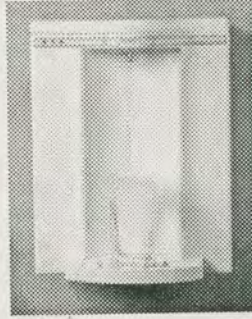
पाणी कशासाठी वापरायचे आहे, त्यासाठी योग्य करून ते वापरावे लागते.

पाणी पुरविण्यापूर्वी

पिण्याच्या - स्वच्छतेच्या पाण्यासाठी नगरपालिका व महानगरपालिका यांच्याकडून पाण्यावर प्रक्रिया करून ते नंतर गावात / शहरात पुरवले जाते. त्यासाठी खालील वर्गीकरण वापरले जाते.

‘अ’ वर्ग

नैसर्गिकरित्या मिळणारे शुध्द पाणी. ज्या तळी-विहिरी-झरे किंवा नदीचे पाणी फक्त निर्जंतुक करून वापरता येते असे पाणी.



‘ब’ वर्ग

हे पाणी स्नान / स्वच्छतेसाठी वापरता येते. मात्र याची तपासणी करून परवानगी घ्यावी लागते.

‘क’ वर्ग

पिण्याच्या पाण्यावर प्रक्रिया करून निर्जंतुक करून दिलेले पाणी.

प्रक्रियांमध्ये खालील पध्दतींचा समावेश अत्यावश्यक असतो.

- १) तरंगणारे पदार्थ काढणे (screening)
- २) संथावून गाळ खाली बसवणे
- ३) गाळणे (Filtration)
- ४) निर्जंतुक करण्यासाठी
 - i) तापवणे
 - ii) चुनखडी वापरणे
 - iii) ओझोन वायूचा वापर
 - iv) आयोडिन वा ब्रोमिनचा वापर
 - v) अतिनील किरणांचा वापर
 - vi) पोटॅशियम परमँगनेटचा वापर
 - vii) क्लोरीन वायूचा वापर
- ५) पाणी मृदु करण्यास
 - i) चुना / सोडा
 - ii) आयन् एक्स्चेंज पध्दत
 - iii) झिओलाईट पध्दत

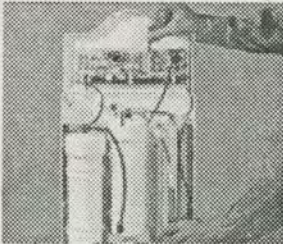
६) पाण्यातील क्षार कमी करण्यास (पाणी जास्त खारं असेल तर उदा. राजकोट / अहमदाबाद)

- i) बाष्पीभवन उर्ध्वपातन
- ii) विद्युत अपघटन
- iii) विपरित परासरण
- iv) गोठवणे

७) प्रक्रिया करण्यासाठी लागणारे पाणी, अतिशुध्द असावे लागते. पाण्यातील रंग, वास, शोषण्यासाठी, अतिशुध्दतेसाठी या पध्दतींचा वापर केला जातो.

- i) सक्रियित कोळसा
- ii) मोरचूद
- iii) फ्लोरिडेशन
- iv) ओझोन

पाणी वापरण्यापूर्वी त्यामध्ये असलेल्या, मिसळलेल्या पदार्थांचा विचार करून एक तर ते काढून टाकावे लागतात किंवा त्यांचे गुणधर्म तरी बदलावे लागतात. पाण्यात सापडणाऱ्या घटकांचे वर्गीकरण करून त्यावर कराव्या लागणाऱ्या प्रक्रियांचा तक्ता पुढे दिला आहे. साधं पिण्याचं पाणीसुध्दा तितकसं काही साधं नसतं. हे आता तुमच्या लक्षात आलं असेल.



पाणी उकळून गाळून निर्जंतुक करावे लागते किंवा हल्ली आधुनिक पध्दतीनेही ते झटपट निर्जंतुक करणारे फिल्टर मिळतात. यामध्ये पाणी प्रथम सक्रियित कोळसा (activated carbon) किंवा चिनीमातीच्या गाळणीतून नेले जाते. पुढे त्यावर पोटॅशियम परमँगनेट किंवा क्लोरीन किंवा अतिनील किरणांचा वापर केला जातो.

पिण्याच्या पाण्यातील विरघळणाऱ्या घटकांचे वर्गीकरण व त्यावरील प्रक्रिया

प्राथमिक घटक (बहुधा पाण्यात 5 मि.ग्रं. / लिटर वर सापडणारे)

पाण्यातील घटक	आढळ व परिणाम	काढून टाकण्याची पध्दत
1) बायकार्बोनेटस् (HCO_3)	अल्कली वर्गातील हा घटक 5 ते 500 मि.ग्रं. पर्यंत सर्व पाणी पुरवठ्यातील पाण्यात आढळतो. कॉबन डाय आक्साईड वायू व जैविक ह्यापासून नैसर्गिकरित्या तर कपडे धुण्यासाठी डिटर्जंटस् पावडर मधून तो सांडपाण्यात येतो.	पिण्याचे पाण्यातील बायकार्बोनेट्स कमी करण्याकरता साधारणतः चुनखडीचा उपयोग केला जातो.
2) कॅल्शियम (Ca^{2+})	ह्या धातूमुळेच पाण्याचा कठीणपणा निर्माण होतो. पिण्याच्या पाण्यात साधारणतः 5 ते 500 मि. ग्रं. पर्यंत कॅल्शियम असतो.	शुध्दीकरणाकरता चुनखडी-सोडा ही पध्दत, अथवा झिओलाइट वा आयन एक्सचेंज ही पध्दत वापरली जाते.
3) क्लोराईड (Cl^-)	हा पिण्याच्या पाण्यातील सर्वसामान्यपणे आढळणारा घटक आहे. साधारणतः तो 10 ते 100 मि.ग्रं./लि. ह्या मात्रेत तो आढळतो.	पिण्याचे पाणी शुध्दीकरणात क्लोराईडसाठी आयन एक्सचेंज, विपरित परासरण ह्या पध्दतींचा सामान्यपणे वापर केला जातो.
4) मॅग्नेशियम Mg^{2+}	प्रमाण 10 ते 50 मि.ग्रं./लि. असते. पाणी मृदू करण्यासाठी मॅग्नेशियम व कॅल्शियम ह्यांची	ह्यासाठी चुनखडीचा चांगला उपयोग होऊ शकतो.

- पाण्यातील मात्रा कमी करणे अत्यावश्यक असते.
- हा मानवी जीवनाचा एक अविभाज्य भाग आहे. तो जमिनीतून बहुतांशी पाण्यात उतरतोच, शिवाय लाखो नैसर्गिक व मानव निर्मित कार्बनी पदार्थ पाण्यात येतात त्यामुळे पाण्याच्या रंग, वास, चवीवरती परिणाम होऊ शकतो.
- पाण्याच्या पाण्यात तो साधारणतः 1 ते 100 मि.ग्रं./लि. आढळतो.
- धातू सोडियम, धातूची संयुगे ही पाण्यात मुबलकपणे आढळतात.
- साधारणतः 10 ते 100 मि.ग्रं./लि. असा तो पाण्यात आढळू शकतो.
- साधारणतः सल्फेट्सचे प्रमाण पाण्यात 5 ते 200 मि.ग्रं./लि. असू शकते.
- पाण्याच्या पाण्यातील कर्बोदके साधारणतः सक्रीयित कोळसा पध्दतीने शोषून काढली जातात.
- साधारणतः पिण्याच्या पाण्याचे शुध्दीकरण करता फेरिक हायड्रोक्साईड किंवा आयन एक्स्चेंजचा वापर केला जातो.
- सोडियम-मिश्रीत पिण्याचे पाणी शुध्दीकरणासाठी आयन एक्स्चेंज विपरित परासरण पध्दत वापरली जाते.
- पिण्याचे पाण्यातील अतिरिक्त सल्फेट्स काढण्यासाठी चुनखडीचा उपयोग करतात.

दुस्रयम घटक

(पाण्यात १ ते १० मि.ग्रॅ. / लिटर प्रमाणात सापडणारे)

- | | | |
|--|--|---|
| 1) अमोनिया
(NH ₃) | पर्यावरणात नायट्रोजन चक्रामधील असलेला हा एक जैविक घटक - सेंद्रिय पदार्थ विघटनातून तो पाण्यात मिसळतो. | पाण्यातील अतिरिक्त अमोनिया हा ऋणायन विनिमय वायुहरण (Cation exchange degasification) पध्दतीने कमी केला जातो. |
| 2) बोरट
(B(OH) ₄ ⁻) | हा पाण्यात बोरिक ॲसिडमध्ये असू शकतो. | हा सुध्दा अतिरिक्त असल्यास धनायन विनिमय (anion exchange) पध्दत वापरून कमी केला जातो. |
| 3) लोह
(Fe ²⁺ & Fe ³⁺) | पाण्यात हा धातू जमिनीतील लोहघटकांमार्फत येतो. | हा पाण्यात तितकासा विरघळत नसल्याने अतिरिक्त असल्यास पाणी संथावून कमी केला जातो. |
| 4) नायट्रेट (NO ₃) | अमोनिया प्रमाणे ह्यांचा पाण्यात उगम नायट्रोजन चक्रामधून होतो. | अतिरिक्त नायट्रेट्स धनायन विनिमय पध्दतीने काढली जातात. |
| 5) पोटॅशियम
(K ⁺) | पाण्यात पोटॅशियमचे प्रमाण फारच कमी असते. | अतिरिक्त पोटॅशियम विपरित परासरण वा ऋणायन विनिमय पध्दतीने कमी केला जातो. |
| 6) स्ट्रॉशियम
(Si ²⁺) | जेथे जेथे शिसे जमिनीत आढळते तेथे तेथे स्ट्रॉशियम असण्याचा संभव जास्त असतो. | चुनखडी-सोडा पध्दतीने ह्याचे निर्मूलन करता येते. |

तिस्यम घटक

(अत्यंत अल्प प्रमाणात 0.01 मि.ग्रं. / लिटर पर्यंत आढळणारे घटक)

- 1) अल्युमिनियम (Al^{3+}) पाण्यातून काढण्यासाठी संशोधने पध्दत वापरतात.
- 2) असेनिक (As^-) हे पाण्यात जमिनीतून येऊ शकते. असेनिक कमी करण्यासाठी (Adsorption, coagulation) शोषून घेण्याची पध्दत वापरली जाते.
- 3) बेरिअम (Be^{2+}) पाण्यात बायकार्बोनेट्स, सल्फेट्स या संयुगात बेरिअम येऊ शकते. अतिरिक्त बेरिअम चुनखडी पध्दतीने कमी करता येते.
- 4) ब्रोमाईड (Br^-) पिण्याचे पाण्यात ब्रोमाईड फक्त धनायन विनिमय पध्दतीने रासायनिक कारखान्यातून येऊ शकते. ते पाण्यातून कमी करता येते.

वरील कोष्टकात पाणी शुध्द करण्याच्या अनेक नवीन पध्दतींची नावे तुम्ही वाचली असतील. या पध्दतींत नेमके काय करतात, याबद्दल पुन्हा कधीतरी माहिती घेऊ.



लेखक : प्रमोद मोघे वरिष्ठ वैज्ञानिक नॅशनल केमिकल लॅबोरेटरी, पुणे



चंद्र हवा

लेखक : जेम्स थर्बर

अनुवादक : मृदल सहस्रबुध्दे

एका राज्यात लिओनोर नावाची छोटीशी राजकन्या रहात होती. या लिओनोरनं एकदा एवढ्या चिंचा आवळे काय काय खाल्लं की ती आजारीच पडली.

राजकन्येला काय झालंय हे राजाला कळेचना. मग त्यानं राजवैद्यांना बोलावलं. राजवैद्यांनी राजकन्येची नाडी बघितली. ताप किती आहे ते बघितलं, जीभ, डोळे सगळं काही तपासलं. राजवैद्य चिंतेत पडले. त्यांनी राजाला बोलावलं. राजा राजकन्येला

बघायला आला.

“तुला काय हवं?” राजानं तिला विचारलं, “सांग बरं तुला मी काय आणून देऊ? तुला कशानं बरं वाटेल?” राजकन्या म्हणाली, “बाबा, मला जर का चंद्र मिळाला ना तर मी एकदम बरी होईन.”

राजाच्या दरबारात खूप विद्वान पंडित होते. तो जे काही मागेल ते आणून घायला ते नेहमी सज्ज असत. म्हणून राजानं राजकन्येला चंद्र आणून घायचं वचन दिलं.

मग राजा दरबारात गेला आणि त्यानं घंटा वाजवली. ठण्ठण् ठण्ठण् ठण् अशी घंटा ऐकून राजाचा सेनापती तात्काळ दरबारात हजर झाला.

हा सेनापती म्हणजे एकदम भारदस्त असामी होती. एकदम जाडजूड चष्मा घातला होता. या चष्म्यामुळे तर तो आहे त्यापेक्षाही बुद्धिमान दिसत होता.

राजा म्हणाला, “माझी अशी इच्छा आहे की तू राजकन्येसाठी चंद्र घेऊन ये. तरच तिला बरं वाटेल.”

“चंद्र ?” सेनापती एकदम. तीन ताड उडाला. आता तर त्याने डोळे इतके मोठे केले की तो चौपट बुद्धिमान दिसत होता. “हो हो चंद्र,” राजा म्हणाला, “चंद्र. आजच्या आज, रातोरात, फार तर उद्या सकाळपर्यंत पाहिजे.”

सेनापतीनं रूमालानं घाम पुसला आणि म्हणाला, “मी आजपर्यंत आपल्यासाठी अनेक वस्तू कुटून कुटून मिळवल्यात महाराज, योगायोगानं त्याची यादी सुध्दा आहे माझ्याकडं.” असं म्हणून त्यानं खिशातून एक भला लांबलचक खलिता काढला. आणि डोळे बारीक करून वाचू लागला. “आत्तापर्यंत मी तुमच्यासाठी आणलं आहे, - हस्तीदंत, मोर, माणकं, हिरे, मोती, रत्नं, गुलाबी हत्ती, निळे कुत्रे, सोनेरी किडे, गाणाच्या चिमण्यांच्या जिभा, पण्यांचे पंख, एकशिंगीचं शिंग, बुटके राक्षस,

मत्स्यकन्या, चरकचा च्यवनप्राश, स्वर्गीय नर्तकी, निरनिराळी अत्तरं....

पाव किलो लोणी, दोन डझन अंडी, एक पोतं साखर अं ?... माफ करा महाराज, चुकून माझ्या बायकोनं आपली यादी यात लिहिलेली दिसतेय.”

“मला निळे कुत्रे आठवत नाहीयेत” राजा म्हणाला.

“पण या यादीत ते आहेत आणि त्यावर खूण पण केलीय म्हणजे मी ते आणले असणारच.” सेनापती म्हणाला.

“ते सोड.” राजा म्हणाला, “आत्ता मला चंद्र हवाय त्याचं काय ?”

“मी तुमच्यासाठी झांजीबार, होनोलूलू एवढंच नाही तर झुमरी तल्लैया पासून वस्तू आणल्यायत महाराज, पण चंद्र म्हणजे....? महाराज चंद्र 35,000 मैल लांब आहे. राजकन्येच्या खोलीपेक्षाही तो मोठा आहे, शिवाय तो वितळलेल्या तांब्याचा बनलाय महाराज. नाही महाराज, चंद्र आणणं अशक्य आहे. एक वेळ निळे कुत्रे परत एकदा आणून देईन महाराज, पण चंद्र अशक्य.”

राजाला हे ऐकून भयंकर राग आला. त्यानं सेनापतीला हाकललं आणि दरबारच्या जादूगाराला बोलावणं पाठवलं.

हा जादूगार अगदी किडकिडीत, लांबोड्या चेहऱ्याचा इसम होता. त्यानं तुरे, पिसं असलेली लाल टोपी घातली होती. त्यावर चांदीच्या चांदण्या होत्या. एक लांब



ढगळा, निळ्या रंगाचा झब्बा घातला होता. त्यावर सोन्याचे कावळे लावले होते. जेव्हा त्यानं राजाचं हे चंद्र आणण्याचं फर्मान ऐकलं तेव्हा तो सुद्धा गोरामोरा झाला.

जादूगार म्हणाला, “महाराज मी तुम्हाला अनंत जादू दाखवल्यात करून आणि आज मी त्याची सारी जंत्री बरोबर घेऊनच आलोय महाराज.” असं म्हणून त्यानं आपल्या झब्ब्याच्या खिशातून एक कागद काढला आणि वाचू लागला, “प्रिय जादूगार, मी आपणाला हा साक्षात्कारी दगड साभार परत पाठवत आहे ज्याबद्दल तुम्ही असा दावा केला होती की.... नाही नाही हे नाही.” पटकन कागद ठेवून जादूगारानं खिशातून एक

खलिता काढला आणि वाचू लागला, “हां, हे बघा, मी आपल्यासाठी बीटातून चहा, चहाचं बीट केलंय, मी रेशमाच्या टोपीतनं ससे, सश्यांची फुलं, डफल्या, आणि कबुतरं केलीयेत. फुलं, डफल्या, कबुतरांचं ‘कुठंच नाही’ आणि पुन्हा ससे, सश्यापासून रेशमाच्या टोप्या काढल्यात. महाराज मी ‘कुठंच नाही’ ला जन्म दिलाय. मी तुम्हाला भविष्य सांगणारी जादूची घड्याळं दिलीयेत. काचेचे गोल दिलेत ज्यात तुम्ही भविष्यात घडणाऱ्या घटना बघू शकता. मी सुटलेलं पोट, फाटलेलं काळीज, आणि वाजणाऱ्या कानांसाठी काढे, अर्क, उटणं तयार करून दिलीत महाराज. मी रात्रीच्या सावल्या, मोहरी आणि ससाण्याच्या अश्रुंपासून तयार केलेला काढा दिलाय त्यामुळे भूतं आणि चेटकीणी पळून जातात. मी तुम्हाला सात मैल लांब मोजड्या, रेशमी स्पर्शाची आणि अदृश्य करणारी कफनी भेट दिलीये महाराज.”

“ती कफनी अगदीच टाकाऊ होती,” राजा म्हणाला. “उपयोगी होती ती महाराज” जादूगार पुटपुटला. “नाही, अजिबात नाही. ती घातल्यावर मी सारखा इकडच्या तिकडच्या वस्तूंवर आपटत होतो.” राजानं दरडावलं.

“तुम्हाला अदृश्य करणं, हे कफनीचं काम होतं. तुम्हाला आपटण्यापासून वाचवणं नव्हे.” जादूगार सावरण्यासाठी उत्तरला.

“पण मला आत्ता राजकन्या लिओनोरसाठी चंद्र हवाय. तो तू मला आणून दे कसाही. काहीही कर पण मला चंद्र आणून दे.” राजा त्राग्यानं म्हणाला.

“महाराज, पण चंद्र 1,50,000 मैल लांब आहे. हिरव्या रंगाच्या पनीरपासून बनलाय. आपल्या राजवाड्यापेक्षा दुप्पट आहे महाराज. चंद्र आणणं अशक्य आहे महाराज.” जादूगार असहायपणे म्हणाला.

राजाच्या तळपायाची आग मस्तकात गेली. त्यानं रागानं जादूगाराला त्याच्या गुहेत परत पाठवलं. शेवटी राजानं दरबारी असलेल्या गणित पंडिताला बोलावणं पाठवलं.

हा गणित पंडित टकलू होता. (बहुधा सारखा गणिताचा अभ्यास आणि प्रचंड विचार करूनच त्याला टक्कल पडलं असावं). पंडिताला जवळचं दिसत नसे. चष्मा वापरावा लागे. त्यानं टोपी घातली होती. दोन्ही कानांवर पेन्सिली ठेवल्या होत्या, सुतारांसारख्या (म्हणजे एखाद्या गणिताची उकल सापडल्यावर पेन्सिल शोधण्यात वेळ जाऊ नये म्हणून, दोन्ही कानावर, डावी किंवा उजवी.)

गणित पंडित दरबारात येऊन राजासमोर उभा राहताच राजानं सुनावलं, “१९०७ पासून तू माझ्या ज्या शंकांचं निरसन केलयंस त्याची जंत्री मला सांगू नकोस. मला माझ्या मुलीसाठी, लिओनोरसाठी चंद्र हवाय. तो

तुलाच आणायचाय. तिला चंद्र मिळाला तरच ती बरी होईल.”

“महाराज आपल्याला त्या समस्यांचं स्मरण आहे यातच माझं सौभाग्य, माझं अहोभाग्य महाराज. त्या साऱ्या समस्यांची सूची माझ्याकडे आत्तासुध्दा आहे महाराज. बघा यात काय काय आहे.”

“मी चर्खमुच्या डाव्या आणि उजव्या शिंगांमधलं अंतर, दिवस ते रात्र, क ते ह अशी अनेक अंतरं मोजली आहेत. मी ‘उंची’ ची उंची मोजून तिथपर्यंत पोचायला किती वेळ लागेल हे सुध्दा मोजलयं. ‘निघून गेले’चे परिमाण गणितानं शोधून काढलयं, समुद्री अजगराची लांबी मोजलीय, समुद्री घोड्याचा वर्ग केलाय, अनमोल वस्तूंची किंमत काढलीये, मी हे सुध्दा सांगितलयं की जेव्हा तुम्ही तळ्यात नसता आणि मळ्यात सुध्दा नसता तेव्हा तुम्ही नक्की कुठे असता. तुमच्याकडे किती % ‘हे’ आहे की ज्याचं तुम्ही 100% ‘ते’ मध्ये रूपांतर करू शकता. समुद्रातल्या मिठानं तुम्ही किती चिमण्या पकडू शकता. हे बघा हे सुध्दा मी तुम्हाला सांगतो - 18, 77, 96, 132.”

“इतक्या चिमण्याच नाहीयेत जगात” राजा म्हणाला.

“मी असं कुठं म्हटलं? एवढ्या चिमण्या असत्या तर पकडता आल्या असत्या असं म्हटलं मी.”

“18 करोड चिमण्यांचं मला काही सांगू

नको. मला आता लिओनोरसाठी चंद्र हवाय.” राजा गरजला.

“चंद्र तर 300,000 मैल दूर आहे. एखाद्या तबकडीसारखा आहे आणि अँस्बेस्टॉसचा बनलेला आहे आणि त्याचा आकार तर आपल्या अर्ध्या राज्याएवढा तरी सहज असेल आणि शिवाय तो आकाशाला चिकटवलेला आहे. त्याला तिथून कसं काढणार?” गणित पंडित म्हणाला.

आता मात्र राजाचा संयम सुटला. पंडिताला हाकलून त्यानं आता विदूषकाला बोलवायला घंटा वाजवली.

ठण्... ठण्... ठण्ठण्... ठण्... ठण्...

घंटा ऐकताच विदूषक टणाटण उड्या मारत, कोलांट्या मारत, नाचत, नाचत दरबारात आला. रंगीबेरंगी कपडे, टोपी, हातात घंटा, टोपीवर चकचकणारे चेंडू,

कपड्यांवर कुठेकुठे झालरी असल्या अवतारात तो सिंहासनाजवळ येऊन बसला.

“हुकूम सरकार, हा गुलाम तुमच्यासाठी काय करू शकतो?” विदूषकानं विचारलं.

“कुणीच काही करू शकत नाही माझ्यासाठी.” राजा उत्तरला. “राजकन्येला जर चंद्र मिळाला नाही तर ती कधीच बरी होणार नाही. तू आता फक्त माझ्यासाठी वीणेवर उदास राग वाजव.” राजा म्हणाला.

“आपल्या दरबारी विद्वानांचं काय म्हणणं आहे? चंद्र नक्की कसा आणि कुठे आहे?”, विदूषकानं विचारलं. “सेनापतीचं म्हणणं आहे की चंद्र 35,000 मैल लांब आहे आणि राजकन्येच्या दालनापेक्षा मोठा आहे. जादूगार म्हणतात की चंद्र 150,000 मैल लांब आहे आणि राजवाड्यापेक्षा दुप्पट मोठा आहे. तर गणित पंडित असं म्हणतात की तो 300,000

मैल लांब आहे आणि आपल्या अर्ध्या राज्याएवढा मोठा आहे.” राजानं सांगितलं.

विदूषकानं ऐकलं आणि थोडा वेळ वीणा वाजवत बसला. थोड्या वेळानं म्हणाला, “ते सगळे हुशार आहेत. विद्वान पंडित आहेत. म्हणजे ते बरोबरच बोलत असणार. ते म्हणतात



म्हणजे चंद्र एवढा मोठा असणार. पण आता आपल्याला एक केलं पाहिजे. राजकन्या लिओनोरला विचारा, चंद्र केवढा आणि किती लांब आहे.”

“अरे खरंच की, हे मला का नाही सुचलं?” राजानं विचार केला.

“मी विचारतो महाराज राजकन्येला...” असं म्हणून विदूषक राजकन्येकडे गेला. विदूषक राजकन्येच्या दालनात पोचला. तेव्हा राजकन्या जागीच होती. ती अशक्त दिसत होती. तिचा चेहरा फिकट दिसत होता. आवाज खोल गेला होता.

लिओनोरनं विदूषकाला विचारलं, “तू माझ्यासाठी चंद्र घेऊन आलायसं का?”

“अजून नाही. पण लगेच घेऊन येईन. तू मला असं सांग, चंद्र किती मोठा आहे?” विदूषकानं तिला विचारलं. ती म्हणाली, “हे माझं नख आहे ना त्याहून जरा छोटाच असेल. कारण मी अंगठ्यानं चंद्र झाकला ना की तो खरंच झाकला जातो. मला दिसतच नाही.”

“आणि किती दूर आहे?” विदूषकानं विचारलं. “हे माझ्या खिडकीतून हे उंच झाड दिसतय नां त्यापेक्षा तर तो उंच नाहीये. कारण काय माहितेय? कारण कधीकधी चंद्र या झाडाच्या उंच फांद्यांमध्ये अडकूनच बसतो. बाहेर पडताच येत नाही त्याला.” राजकन्येनं विदूषकाला सांगितलं.

“हे तर फारच सोपं काम आहे. आज रात्री तो जेव्हा झाडात अडकेल ना तेव्हा मी

चढून त्याला सोडवून आणीन. पण मला हे सांग, चंद्र बनलाय कशापासून?” विदूषकानं पुन्हा राजकन्येला विचारलं.

“काय हे, तुला एवढंसुध्दा माहीत नाही?” राजकन्येनं विदूषकाला खिजवलं.” “चंद्र सोन्याचा आहे.”

मग विदूषक तिथून निघाला. सरळ राजाच्या सोनाराकडे गेला आणि सोन्याचा छोटासा चंद्र करवून घेतला आणि एका सोन्याच्या साखळीत घातला.

“हा असा चंद्र तू माझ्याकडून का करवून घेतलायसं?” सोनारानं विचारलं.

विदूषक म्हणाला, “अरे राजकन्येला हवाय चंद्र.”

“पण चंद्र तर 500,000 मैल लांब आहे आणि तो तर शिश्यापासून बनलाय आणि चेंडूसारखा गोल आहे.” सोनारानं शंका काढली.

“अरे असं तुला वाटतं,” विदूषक जाता जाता म्हणाला. असा हा चंद्र घेऊन विदूषकानं राजकन्या लिओनोरला दिला. तिला खूप आनंद झाला. खूप बरं वाटलं. सकाळी ती राजवाड्याच्या बागेत फुलं, फुलपाखरं, चतूर बघत खेळू लागली. तिचा आजार एकदम पळून गेला.

पण राजा अजूनही समस्यांमध्ये अडकलेलाच होता. आता त्याच्यापुढे असा प्रश्न होता की आता रात्री पुन्हा चंद्र उगवेल. तो जर राजकन्येनं पाहिला तर तिला समजेल की आपल्या गळ्यातला चंद्र खोटा आहे.



राजाला काही सुचेना. राजानं शेवटी पुन्हा सेनापतीला बोलावणं पाठवलं.

सेनापतीनं जरा डोकं खाजवलं आणि म्हणाला, “मला तर एकच उपाय सुचतोय महाराज. आपण राजकन्येला एक गोंगल घालूया. म्हणजे तिला काहीच दिसणार नाही. म्हणजे तिला चंद्र दिसणार नाही.” हे ऐकून राजा इतका चिडला आणि म्हणाला, “काही नकोत मला तुझे उपाय. राजकन्येनं जर रात्री गोंगल घातला तर ती सारखी पडेल धडपडेल ना.”

राजानं मग जादूगाराला बोलावणं पाठवलं. जादूगार दरबारात आला. राजानं त्याला सांगितलं. “चंद्राला लपवण्यासाठी काहीतरी कर. रात्री जर राजकन्येनं चंद्र पाहिला तर?”

आता जादूगार आपल्या हातांवर उभा राहिला. तरी त्याला काही सुचेना. मग शेवटी

त्यानं शीर्षासन केलं. मग त्याला थोड्यावेळानं एक कल्पना सुचली.

“आपण बागेतल्या खांबांच्या सहाय्यानं काळे मखमली पडदे लावू या म्हणजे सगळं आकाश झाकलं जाईल आणि राजकन्येला चंद्र दिसणार नाही.” जादूगार म्हणाला.

“अरे पण त्या पडद्यांमुळे हवा पण येणार नाही आणि राजकन्या गुदमरून पुन्हा आजारी पडेल.” राजानं जादूगाराला दरडावलं.

राजानं आता आपल्या गणित पंडिताला बोलावलं. “आपल्याला काहीतरी केलंच पाहिजे.” राजा म्हणाला, “जेणे करून रात्री चंद्र उगवल्यावर राजकन्या लिओनोर त्याला पाहू शकणार नाही. आता काय करायचं हे तू मला सांग.”

गणित पंडित गोल गोल फेऱ्या मारू लागला. मग दरबारात या कोपऱ्यापासून त्या कोपऱ्यापर्यंत फिरू लागला. एकदम

ओरडला, “युरेका, युरेका. महाराज रात्री आपण बागेत फटाके वाजवूया. शोभेचं दारू काम करू या. चांदीचे भुई नळे, सोन्याच्या फुलबाज्या. यामुळे आकाशातले तारे निष्प्रभ होऊन जातील. दिवसाच्या उजेडाइतका उजेड पडेल. मग राजकन्या लिओनोर चंद्र पाहू शकणार नाही.”

राजा इतका चिडला. लालेलाल झाला आणि जोरात म्हणाला, “अरे पण एवढे फटाके वाजवले तर राजकन्या झोपणार कशी? आणि मग झोप झाली नाही तर ती पुन्हा आजारी पडेल.” राजानं गणित पंडिताला घालवून दिलं. खिडकीत उभा राहिला. बाहेर अंधार पडला होता. चंद्र हळू हळू दिसायला लागला होता. राजा एकदम घाबरून गेला. त्यानं मग विदूषकाला बोलावण्यासाठी घंटा वाजवली. विदूषक पुन्हा नाचत बागडत दरबारात पोचला.

“महाराज हा विदूषक तुमच्या सेवेला हजर आहे. काय सेवा करू मी?” विदूषकानं विचारलं.

“काय करतोस आता? चंद्र आता उगवायला लागलाय. राजकन्या लिओनोरच्या दालनातसुध्दा चांदणं पडेल. मग तिला कळेल की चंद्र तिच्या गळ्यात नाहीये. आकाशात आहे. तू आता वीणेवर खूप उदास गीत वाजव. कारण राजकन्या आता चंद्राला बघेल आणि पुन्हा आजारी पडले.”

विदूषकानं वाजवायला सुरूवात केली.

“दरबारातले विद्वान काय म्हणतायत?” त्यानं विचारलं.

“त्यांना कुठलाही चांगला उपाय सुचला नाहीये.” विदुषकानं वाजवणं सुरूच ठेवलं. म्हणाला, “आपल्या विद्वानांना सगळं काही माहित असतं. जर ते म्हणतात, तर तो खरंच झाकता येणार नाही.”

राजा हताश झाला. त्यानं तोंड लपवलं. रडवेला झाला. अचानक राजवाड्याच्या खिडकीतून बाहेर बघत ओरडला, “बघ, बघ, चंद्र आता लिओनोरच्या खिडकीतून दिसत असणार. आता तिला हे कसं सांगणार की चंद्र आकाशात पण आहे आणि तिच्या गळ्यातही आहे.

विदूषकानं वाजवणं थांबवलं. “तुमच्या विद्वानांचं तर असं म्हणणं होतं की चंद्र भला मोठा आहे. खूप खूप लांब आहे. तो काही





आणता येणार नाही. मग चंद्र कसा आणायचा हे कुणी सांगितलं? राजकन्येनं. म्हणून ती आपल्या विद्वानांपेक्षाही जास्त हुशार आहे, आणि चंद्राविषयी तिला त्यांच्यापेक्षाही जास्त माहिती आहे. म्हणून मी आता तिलाच विचारतो.” असं म्हणून राजानं काही बोलायच्या आतच तो राजकन्येच्या दालनाकडे गेलासुध्दा.

संगमरवरी जिना चढून तो राजकन्येपाशी पोचला. राजकन्या दिवाणावर झोपली होती. पण अगदी टक्क जागी होती. विदूषक उदास झाला होता. त्याचे डोळे पाणावले होते.

“राजकन्ये, मला सांग, एक चंद्र तुझ्या गळ्यात आहे आणि दुसरा आकाशात आहे असं कसं होईल बरं?” राजकन्येनं विदूषकाकडे बघितलं आणि खदाखदा हसत सुटली.” हे तर अगदीचं साधं सोपं आहे. हे बघ जेव्हा एखादा दात पडतो किनई तेव्हा दुसरा दात येतो ना तसंच.” राजकन्या म्हणाली.

“अरेच्चा हे मला सुचाल्या हवं होतं,

कारण दिवसाचा उजेड सुध्दा असाच आहे.” विदूषक आश्चर्यानं म्हणाला.

“चंद्राचं पण असंच असतं.” लिओनोर म्हणाली. “मला तर असं वाटतं की सगळ्याच गोष्टींचं असं असतं.” हळूहळू तिचा आवाज अस्पष्ट झाला आणि थोड्या वेळानं बंद झाला.

विदूषकानं पाहिलं तर राजकन्या गाढ झोपली होती. त्यानं तिला हळूच पांघरूण घातलं.

जाण्यापूर्वी मात्र तो खिडकीत गेला चंद्राकडे पाहून डोळे मिचकावले आणि हसला, कारण त्या विदूषकाला असं वाटत होतं की चंद्रसुध्दा त्याच्याकडे बघून हसतोय.



चकमक मधून साभार.

लेखक : जेम्स थर्बर

संक्षिप्त हिंदी अनुवाद : तेजी ग्रोवर

अनुवाद : मृदुल सहस्रबुध्दे फर्स्ट इयर इंजिनियरिंग.



शैक्षणिक

संदर्भ

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

नाव _____

इयत्ता _____

जन्मतारीख _____

पत्ता _____

सही _____

तारीख _____

वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२ रु. १००/-

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

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

संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार,

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

शैक्षणिक संदर्भ आपण आपल्या मित्रांना आमचे मार्फत अगदी

मोफत

देऊ शकता !

त्यासाठी आपले नाव, पत्ता व वर्गणीदार क्रमांक देवून त्यांना आमच्या कार्यालयात पाठवा.

कार्यालय वेळ : स. ११ ते सायं ८

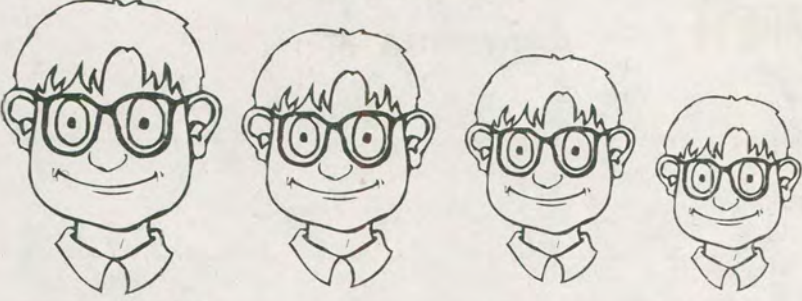
डॉ. आंबेगांवकर प्रतिष्ठान

ए-३८, गुरुदत्त सहवास, मेहुणपुरा

४७०/४९८ शनिवार पेठ, पुणे - ४११ ०३०.

(प्रभात टॉकीजजवळ, जोशी मंगल कार्यालयाशेजारी)

उद्याचे अभियंते



विज्ञानात गोडी आणि अभ्यासात निपुण असणारा विद्यार्थी तंत्रज्ञानाची वाट पत्करून आपली गुणवत्ता सिध्द करतो तेव्हाच तो अभियांत्रिकी किंवा आरोग्य विज्ञान शाखेत आपले स्थान पक्के करू शकतो. या विद्याशाखेत काम करित असता बौद्धिक शक्तीबरोबरच शारीरिक ताकद आणि लवचिकता पणाला लागत असतात. संदर्भच्या कार्यकर्त्यांनी प्रवेश घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांची पहाणी केली असता, पहिल्या पाचशेपैकी तीनशे छपन्न जणांना चष्मा होता. **त्याबद्दल आम्हास काळजी आहे.**

म्हणूनच शैक्षणिक संदर्भचे विद्यार्थी वर्गणीदारांसाठी २००२ सालात पुण्यात

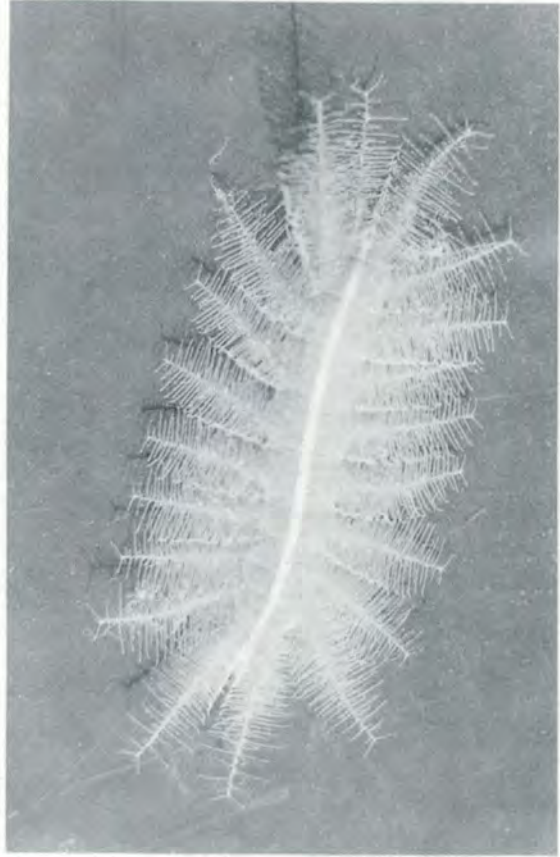
- मोफत आरोग्य तपासणी शिबीर
- विज्ञान प्रदर्शन व सहली
- मनोरंजन आणि व्यक्तिगत विकास कार्यक्रम
- विज्ञान मंजुषा - अनेक बक्षिसांसह
- वैज्ञानिक खेळणी - खटपट घर - आकाशदर्शन
- वर्गणी सवलत / मोफत अंक योजना
- विद्यार्थी भेट - अंक योजना

आजच वर्गणीदार बनून वर्षभर भरपूर लाभ मिळवा.

संपर्क

१) प्रा. र. कृ. आंबेगांवकर
धातुशास्त्र विभाग
शासकीय अभियांत्रिकी महाविद्यालय
पुणे - ४११००५.

२) संदर्भ कार्यालय
ए-३८, गुरुदत्त सहवास
मेहुणपुरा, ४७०/४९८ शनिवार पेठ,
पुणे - ४११०३०.



बऱ्याचशा प्राण्यांमध्ये शत्रूपासून बचावासाठी अनुकूलन घडतं. आसपासच्या वातावरणात असे प्राणी मिसळून राहतात. अशाच एका पानाचाच रंग धारण केलेल्या अळीचा हा फोटो. पानाच्या मध्यशीरेवर ही अळी अशी काही जखडून राहते की तिच्या अंगावरच्या रेषा अगदी पानांच्या रेषाच वाटाव्या. या दुसऱ्या फोटोत अळीचं अवस्थांतर दिसतंय. अळी पानं खाऊन खाऊन जाड होते मग तिचं कोषात रूपांतर होतं. हा कोषही पानालाच चिकटलेला असतो. मग त्यातून निघालं एक हिरवट काळं फुलपाखरू. एवढ्या मोठ्या अळीपासून छोटासा कोष आणि छोट्या कोषापासून पुन्हा मोठं फुलपाखरू, अर्थात अळी एवढं मोठं नाही. या जीवनचक्राबद्दल पान १० वर वाचा.

शैक्षणिक संदर्भ - ऑक्टोबर - नोव्हेंबर 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 पुल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

1. Pune city
2. Khadki
3. Pune University
4. Rajbhavan
5. East Khadki
6. Mula River
7. Railway line
towards Mumbai
8. Mutha River
9. Race Course

