

जून - जुलै ०७

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ४६

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



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.

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,
स्वाती केळकर, राजेंद्र गाडगीळ

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ४६

जून - जुलै ०७

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

पत्ता : संदर्भ, १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स,
ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,
कोथरुड, पुणे ३८. दूरध्वनी : २५४६१२६५
ई-मेल : sandarbh.marathi@gmail.com

- पान ८० व कव्हर ३ वरील नकाशे
प्रा. गो. रा. परांजपे यांच्या आकाश-दर्शन
अॅटलास मधून साभार.
- लिओनार्डो द विन्सी या लेखातील
छायाचित्रे राम अनंत थते यांच्याकडून साभार.

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-



सजीव सृष्टीतील नैसर्गिक साखळी अबाधित राखण्यासाठी त्यातल्या प्रत्येक कडीचा विचार होणे आवश्यक आहे. वन्य प्राणी या साखळीतला एक महत्त्वाचा दुवा आहेत. वन्यजीव गणनेवरून कोणत्याप्राण्यांच्या किती प्रजाती शिल्लक आहेत, कोणते जीव नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत या सगळ्याचा अंदाज येतो. त्यावरून त्या प्राण्यांना संरक्षण देणे, प्रजातींची माहिती गोळा करणे इत्यादी गोष्टी केल्या जातात. वन्य जीव गणनेचं महत्त्व जाणून घेऊ या पहिल्या लेखात.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ४५

- वन्य जीव गणना ३
- पृथ्वीय हवामान आणि चंद्र ८
-  पायथागोरसचे प्रमेय १५
-  जीवनरथाची दोन चाके १९
- कीटक आणि त्यांची सुपर पाँवर २७
- सायकल चालवितांना किती ऊर्जा लागते ३१
- नामवंत संशोधकांची खंत ३५
- लिओनार्डो द विन्सी ३९
- पृथ्वीचे वस्तुमान ४८
- संगणक विज्ञानाचे सामर्थ्य ५३
-  जैव उत्क्रांतीची ओळख ६२
- शाळा, शिक्षक आणि मी ६९
- माझे स्टार्चचे प्रयोग ७६



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

जीवनरथाची दोन चाके १९
 श्वसन आणि प्रकाश संश्लेषण ही वनस्पतींच्या
 जीवनरथाची दोन चाके आहेत. सजीवांमध्ये
 वनस्पतींचं वेगळं वैशिष्ट्य म्हणजे त्या
 हरिततलवकांच्या मदतीने प्रकाशसंश्लेषण
 करतात. अनुकूलनाच्या तत्त्वाप्रमाणे प्रकाश-
 संश्लेषणाच्या अनेक पद्धती निर्माण झाल्या.
 त्याबद्दल.



लिओनार्डो द विन्सी ३९
 प्रिफॅब्रिकेटेड घराचा जनक, स्पिनिंग मिल, रोलींग
 मिल्स मधून लोखंडी बार करणारा, स्कू
 बनवण्याचे मशिन, बुलडोझर, बंदरामधला गाळ
 काढण्याचे यंत्र, एवढेच नव्हे तर आज आपण
 वापरतो ते उभ्या सुईवर आधारलेले होकायंत्र हे
 सर्व शोध लावणारा लिओनार्डो विज्ञानशास्त्राचा
 अभ्यासक, कवी, संगीतकार आणि उच्च कोटीचा
 चित्रकार होता. जाणून घेऊ, या बहुआयामी
 व्यक्तिमत्त्वाचा परिचय.

संगणक विज्ञानाचे सामर्थ्य ! ५३
 संगणकाचं ज्ञान असल्याशिवाय आजकालच्या
 आधुनिक जगात वावरणं कठीण आहे, असं
 अनेकदा ऐकण्यात येतं. पण संगणकाचं ज्ञान
 म्हणजे काय, संगणक वापरता येणं, म्हणजे ज्ञान
 म्हणायचं का ? 'संगणक विज्ञान' म्हणजे नेमकं
 काय ? संगणक नेमकं काय करू शकतो, आणि
 काय करू शकत नाही ? याच साऱ्या गोष्टींची
 चर्चा करू या.



वन्य जीव गणना

लेखक : अनिल गोरे, एस. ए. परांजपे • अनुवाद : सुमेधा साठे

जंगलातल्या प्राण्यांची गणना म्हणजे मोजणी करणं हे अतिशय अवघड असं काम आहे. जनगणना करताना जसे घरोघरी जाऊन नाव-गाव-पत्ते गोळा करता येतात तसं काही इथे करता येत नाही. आपण सरळ जाऊन एखाद्या वाघाला विचारू शकत नाही ना की बाबा रे, काल त्या माळावर तूच हरिणाची शिकार केलीस का ?

पण ही गणना केली जाणे तर आवश्यक आहे आणि तशी ती केली जातेही. त्यासाठी अनेक वेगवेगळ्या पद्धतींचा अवलंब केला जातो. उदा. प्राण्यांवर प्रत्यक्ष पाळत ठेवणे, प्राण्यांवर काही ठराविक अशा खुणा करणे, प्राण्यांच्या विष्टा किंवा त्यांच्या पाऊलखुणा यावरून आपण काही प्रमाणात त्यांच्या संख्येबद्दल अंदाज काढू शकतो.

आता साहजिकच तुमच्या मनात येईल की हा एवढा खटाटोप करून ही वन्य जीव

गणना कशासाठी करायची? आपण अशा बातम्या अनेक वेळेला ऐकतो की अमुक अमुक अभयारण्यातील चितळ आसपासच्या शेतांमध्ये शिरून नासधूस करत आहेत; किंवा हत्ती आसपासच्या वस्त्यांमध्ये शिरून गोंधळ माजवत आहेत. हे प्राणी असे अभयारण्यातून बाहेर येण्याची कारणं काय बरं असू शकतील? कदाचित त्यांची संख्या खूपच वाढली असेल किंवा मग त्यांचे भक्ष्य असणाऱ्या इतर प्राण्यांची संख्या कमी जास्त झाली असली पाहिजे आणि या गोष्टींचा अभ्यास करण्यासाठी ही जीव-गणना करणं अतिशय आवश्यक आहे. वन्य-जीव-गणना करण्याच्या काही पद्धतींबद्दल आपण आता थोडक्यात माहिती करून घेऊ या. या पद्धतींच्या मर्यादाही आपण पाहणार आहोत.

- पाणवठ्यावर केलेली जीवगणना ग्रीष्म ऋतूमध्ये एखाद्या अभयारण्यामध्ये

पाणवठ्यांची संख्या खूप कमी होते. आणि प्राण्यांना पाणी पिण्यासाठी तर तिथे जावे लागतेच. त्या क्षेत्रातल्या प्रत्येक पाणवठ्यावर एकाच वेळी लक्ष ठेवण्यासाठी माणसं नेमून दिली जातात. मग ठराविक कालावधीनंतर या सगळ्या पाणवठ्यांवरच्या प्राण्यांची बेरीज केली जाते. अशाच प्रकारे गीरच्या अभयारण्यातील वाघांची गणना केली गेली होती, तेव्हा त्यांची संख्या २४० भरली होती.

मात्र या पद्धतीने गणना करताना काही गोष्टी लक्षात घेतल्या पाहिजेत, रानगाईंसारखे काही प्राणी दिवसातून दोनदा पाणी पितात, काही प्राणी एकाच दिवशी दोन पाणवठ्यांवर जाऊ शकतात, तर काळवीटांसारखे काही प्राणी जोपर्यंत पाणवठ्यांवर माणसाची चाहूल आहे - तोपर्यंत पाणी पिणंच टाळतात.

● पुन्हा पुन्हा पकडून गणना करणे -

या पद्धतीमध्ये काही प्राण्यांना पकडले जाते, त्यांच्यावर काही खूण केली जाते आणि

सोडून दिले जाते. मग ठराविक कालावधीनंतर परत काही प्राण्यांना पकडले जाते, आणि त्या प्राण्यांमध्ये पहिल्यांदा खूण केलेले प्राणी किती आहेत ते मोजले जातात. जर ही संख्या मोठी असेल तर मग एकूण प्राण्यांची संख्या कमी आहे. आणि जर परत पकडलेल्या प्राण्यांत चिन्हांकित प्राण्यांची संख्या कमी असेल तर एकूण प्राण्यांची संख्या जास्त असली पाहिजे. आणि मग काही ठराविक गणिती सूत्रे वापरून प्राण्यांची खरी संख्या काढली जाते. उदाहरणच द्यायचं झालं तर, १०० चिन्हांकित मासे एका तलावात सोडले आणि काही कालावधीनंतर २०० मासे परत पकडले. त्यापैकी २० मासेच चिन्हांकित आढळले. म्हणजे तलावात फक्त १०% मासेच चिन्हांकित आहेत असा त्याचा निष्कर्ष निघतो. म्हणजेच आपण असंही म्हणू शकतो की तलावातले एकूण मासे हे चिन्हांकित माशांच्या दसपट असले पाहिजेत.





म्हणजेच तलावातल्या एकूण माशांची अनुमानित संख्या १००० असली पाहिजे.

ही अगदी साधी-सरळ पद्धती वाटली तरी प्रत्यक्षात ही पद्धत कार्यान्वित करायला तशी अवघड आहे. एक म्हणजे प्राण्यांना वारंवार पकडणंच मुळात कठीण आहे. नंतर त्यांना कुठलाही त्रास न होता चिन्हांकित करावं लागतं. माशांमध्ये त्यांच्या मीनपक्ष किंवा परांमध्ये छेद घेऊन तार अडकवली जाते. पक्ष्यांच्या पायामध्ये अगदी पातळ आणि छोटीशी धातूची किंवा प्लॅस्टिकची पट्टी बांधली जाते. काही प्राण्यांना ठराविक रंगाचे (सहजपणे न पुसले जाणारे) ठिपके दिले जातात. प्राण्यांना पकडताना त्यांना कुठल्याही प्रकारचा अपाय होणार नाही याची दक्षता घ्यावी लागते. काही प्राण्यांना त्यांच्या आवडत्या खाद्यपदार्थांचा वापर करून जाळ्यात अडकविलं जातं, पण हे करताना काही प्राणी चटकन आकर्षित होतात तर

काही प्राणी आधीच दूर पळून जातात. त्यामुळे ह्या पद्धतीने केलेल्या गणनेमध्ये काही दोष राहून जातात.

आता वाघ-सिंहांसारख्या प्राण्यांना कोण पकडणार ? गुजरातमधल्या गीरच्या जंगलातले सिंह लाजणारे नसतात म्हणे, त्यांचा दिवसा फोटो काढणं शक्य असतं. आणि असं लक्षात आलंय की प्रत्येक सिंहाची आयाळ हे त्यांचं वैशिष्ट्य आहे. दोन सिंहांच्या आयाळींमध्ये साम्य नसतं असं म्हणतात. त्यामुळे या सिंहांना ठराविक अंतरावरून आपल्या कॅमेऱ्यामध्ये बंदिस्त करून ठेवायचं आणि मग त्यांची गणना करायची.

● पूर्वनियोजित वाटेवर प्राण्यांचा आढळ - (लाईन ट्रान्सेक्ट सॅम्पलिंग)

या पद्धतीमध्ये निरीक्षक पूर्वनियोजित वाटेवरून निरीक्षणे घेतो. या वाटेवरून किती प्राणी दिसले आणि साधारण दोन प्राणी

दिसण्यामधलं अंतर किती आहे तेही निरीक्षणांमध्ये गृहित धरलं जातं. म्हणजे जर प्राण्यांची वस्ती दाट असेल तर ते कमी अंतरामध्ये जास्त संख्येनं दिसतील आणि बराच काळ दिसत राहतील. यावरून त्यांच्या संख्येविषयी अनुमान काढता येते.

पण या पद्धतीचा वापर करताना परिस्थितीचा अभ्यास करणं फार गरजेचे आहे. एका छोट्या राष्ट्रीय उद्यानाच्या अभ्यासात असं लक्षात आलं की, पावसाळ्यात आढळलेली मादी चितळांची संख्या खूप जास्त आहे आणि उन्हाळ्यामध्ये मात्र नरांची संख्या जास्त आहे. वास्तविक इतक्या कमी अवधीमध्ये इतक्या पटकन ही संख्या इतकी कमी-जास्त होऊ शकणार नाही. या विसंगतीचे कारण आपल्याला नराच्या बदलत्या व्यवहारामध्ये मिळते. नर चितळ माजावर असताना (मदकाल) अतिशय धीट बनतात आणि अतिशय कमी अंतरावरही ते आढळतात, त्यांची दृश्यता वाढते, म्हणून या पद्धतीने केलेल्या गणनेमध्ये फरक येऊ शकतो.

● **सगळ्यात जवळच्या वस्तूचं अंतर**
(नियरेस्ट इन्डिविजुअल डिस्टन्सेस्)

या पद्धतीचा उपयोग मुख्यतः अचल वस्तू उदा. वेगवेगळ्या प्रकारची झाडं, घरटी इ. ची गणना करण्यासाठी होतो. जंगलामध्ये काही बिंदू ठरवले जातात,

आणि प्रत्येक बिंदूपासून जी वस्तू मोजायची आहे त्या वस्तूचे सगळ्यात जवळचे अंतर मोजले जाते. म्हणजे उदा. एका विशिष्ट बिंदूपासून अगदी जवळच्या अंतरावर असणारे कडूलिंबाचे झाड. जर या झाडांची दाटी जास्त असेल तर तो बिंदू आणि झाड यातील अंतर कमी असले पाहिजे आणि जर हे अंतर जास्त असेल तर त्याचा अर्थ ह्या झाडांची दाटी कमी असली पाहिजे.

● **प्राण्यांच्या विष्टेवरून गणना -**

या पद्धतीमध्ये प्रति एकर क्षेत्रामध्ये सापडलेल्या विष्टेच्या संख्येवरून, प्राण्यांच्या संख्येचे अनुमान काढले जाऊ शकते. यासाठी काही गोष्टींचा अभ्यास सुरवातीलाच करणे आवश्यक आहे. एखादा प्राणी साधारणतः दरदिवशी किती वेळा मलविसर्जन करतो, तसेच जंगलासारख्या ठिकाणी मल किंवा विष्टा हे किती दिवसांपर्यंत टिकू शकते, किती कालावधी त्याला मातीत मिसळून जायला



लागतो या आणि अशा गोष्टी लक्षात घेणे महत्त्वाचे आहे.

प्रति एकर क्षेत्रात मिळालेल्या या शेणाच्या संख्येला त्या शेणाच्या जीवनाकालाने भागून किंवा प्रत्येक प्राण्याच्या प्रतिदिन शेण टाकण्याच्या साधारण संख्येने भागून आपल्याला

त्या प्राण्यांची घनता काढता येऊ शकते. या पद्धतीने हत्ती, चितळ, हरीण या प्राण्यांची गणती केली जाते. तामिळनाडूतील मदुमलाई जंगलातल्या हत्तींची संख्या याच पद्धतीने काढली गेली आहे.

● पदचिन्हांवरून गणना :

काही अभ्यासक असे मानतात की मातीत उमटलेले वाघाचे पंजे म्हणजे त्याचे हस्ताक्षर (सही) च असते. अशा वाघांच्या पंजाचे ठसे शोधले जातात आणि त्यांना ट्रेसिंग कागदावर अधोरेखित केले जाते आणि मग त्यांची तुलना केली जाते. एकाच प्रकारच्या पदचिन्हांवरून तो प्राणी तोच आहे हे निश्चित होते. वेगवेगळ्या पदचिन्हांच्या संख्येवरून आपण वाघांच्या संख्येचे अनुमान काढू शकतो. पण बरेचसे अभ्यासक या पद्धतीबद्दल साशंक आहेत. उल्हास कारंथांनी आणखी एक पद्धत अवलंबिली आहे. त्यामध्ये सुट्या फिरणाऱ्या वाघ-वाघिणींची छायाचित्रे घेतली जातात आणि मग त्यांचा चेहेरा, केस यांचा अभ्यास करून त्यांच्या



संख्येचा अंदाज बांधता येतो. पण प्रत्यक्षात या पद्धतीचा वापर फार कमी प्रमाणात केला जातो.

ह्या सगळ्या माहितीवरून आता तुमच्या लक्षात आलंच असेल की हे काम किती अवघड आहे. ह्या कामासाठी जिद्दी, चिकाटी, मेहेनती आणि अभ्यासू वृत्तीच्या माणसांची आवश्यकता आहे. हा लेख वाचून तुमच्यापैकी काही जणांना तरी अशाप्रकारचे काम करण्याची इच्छा होईल अशी अपेक्षा आहे.



मूळ लेख रेजोनस मे २००० या अंकातून साभार
लेखक : अनिल गोरे, पुणे विद्यापीठात सांख्यिकी विभागाचे प्रमुख, जैवविज्ञान आणि सांख्यिकी शाखा यांमध्ये संपर्क वाढवण्यात सक्रीय.

एस.ए. परांजपे, पुणे विद्यापीठात सांख्यिकी विभागात कार्यरत, पोषण, जीवाणू, शेती व आरोग्य या क्षेत्रात सांख्यिकीच्या प्रयोगांचा दीर्घकालीन अनुभव.

अनुवाद : सुमेधा साठे, एम.एस्सी., आकाशवाणी पुणे येथे हंगामी निवेदक म्हणून काम करतात, भाषांतराची आवड.

पृथ्वीय हवामान आणि चंद्र

लेखक : वरदा रवी

पृथ्वीच्या हवामानातील बदल हा आजकाल चर्चेचा विषय झाला आहे. पण यात चर्चा होते ती मुख्यता: मानवनिर्मित गोष्टींमुळे हवामानात होणाऱ्या बदलांची. पण पृथ्वीच्या निर्मितीपासून आजतागायत तिच्यावरील हवामानात अनेक बदल झालेले आहेत. या बदलांमुळेच पृथ्वीवर जीवसृष्टीचा उदय व विकास होऊ शकला. पृथ्वीवर जीवसृष्टी निर्माण होण्यात जसा सूर्याचा हात आहे तसाच चंद्राचाही आहे ! पृथ्वीच्या हवामानात चंद्र व इतर खगोलीय कारणांमुळे काय बदल झाले आहेत ?

‘सूर्य उगवलाच नाही तर’ ह्या विषयावर आपण एकदा तरी निबंध लिहिला असेल. प्राथमिक शाळेतल्या विद्यार्थ्यांना ‘सूर्य उगवला नाही तर दिवस उजाडणार नाही, म्हणजे आई सकाळी लवकर उठवणार नाही, जास्त वेळ झोपता येईल आणि शाळेत जावे लागणार नाही’ असा आनंद असतो. माध्यमिक शाळेतल्या विद्यार्थ्यांना शास्त्र विषयांमधून सूर्याच्या अस्तित्वावर पृथ्वीचे अस्तित्व कसे अवलंबून आहे आणि त्यामुळे असलेले सूर्याचे अनन्यसाधारण महत्त्व अशी माहिती मिळालेली असते.

आजची सजीवांस जगण्यास योग्य

असलेली परिस्थिती पृथ्वीवर निर्माण करण्यामध्ये चंद्राचाही वाटा असला तरी ‘चंद्र नसता तर’ असा निबंध मात्र कधी लिहायची वेळ शालेय जीवनात येत नाही. चंद्राचे साहित्यातील स्थान बरेचसे ‘सुंदर-तरतरीत-गोऱ्या’ चेहऱ्याच्या विशेषणापुरतेच मर्यादित राहिले आहे. चंद्राच्या निर्मितीपासून (ज्या संदर्भात अनेक सिद्धांत अस्तित्वात आहेत) पृथ्वीच्या हवामानातील दीर्घकालीन बदलांसाठी (सूर्याएवढा नसला तरी) चंद्रही जबाबदार आहे.

पृथ्वीचे भूतकालीन हवामान हे आताच्या स्वरूपामध्ये आणण्यामध्ये चंद्राचा असलेला

सहभाग हा महत्त्वाचा आहे. ह्या विषयावर संशोधनही झालेले आहे. चंद्राला पृथ्वीचा उपग्रह संबोधले जात असले आणि चंद्र पृथ्वीभोवती फिरतो अशी सर्वसाधारण कल्पना असली तरी प्रत्यक्षात चंद्र व पृथ्वी हे दोन्ही ग्रह चंद्र-पृथ्वी मिळून तयार होणाऱ्या संयुक्त संस्थेच्या गुरुत्वमध्याभोवती फिरतात. चंद्र पृथ्वीपासून हळूहळू दूर जातो आहे. हा वेग अतिशय कमी असला तरी अनेक वर्षांनंतर चंद्र-पृथ्वी हे अंतर आजच्या अंतरापेक्षा बरेच बदलले असेल आणि त्याचे पृथ्वीच्या हवामानावर परिणाम झाल्यावाचून रहाणार नाहीत.

पृथ्वीचा अक्ष सध्या तिच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या प्रतलाशी काटकोन करणाऱ्या रेषेशी साडेतेवीस अंशाचा कोन करत असला तरी हा कोन एकेचाळीसहजार वर्षांमध्ये साडेएकवीस ते साडेचोवीस ह्या कोनीय-अंतरामध्ये फिरतो.

पूर्वी हा कोन जवळपास साठ अंश एवढा होता व कोनीय-अंतरही मोठे होते. चंद्राच्या पृथ्वीभोवती फिरण्याने हा कोन कमी होत गेला तसेच कोनीय-अंतरही कमी झाले. पूर्वी हा कोन मोठा असताना त्यावेळचे हवामानही वेगळे होते. चंद्रामुळे समुद्राला येणाऱ्या भरती-ओहोटी चे महत्त्व सर्वांना माहिती आहेच.

तर पृथ्वीवरचे हवामान आणि चंद्राचे



व सूर्याचेही महत्त्व ह्याबद्दल जाणून घेऊ या
मिलँकोविच सिद्धांत

मिलुतिन मिलँकोविच ह्या सर्बियन गणितज्ञाने दीर्घकालीन हवामान बदलाची (climate change) खगोलीय कारणे सांगणारा सिद्धांत मांडला. भूतकालीन हवामानाचा अभ्यास करताना मिलँकोविच सिद्धांताची माहिती करून घेणे आवश्यक आहे.

मिलुतिन मिलँकोविचचा जन्म २८ मे १८७९ रोजी सर्बियातील दैज ह्या गावी झाला. डिसेंबर १९०४ मध्ये विएन्ना तंत्रज्ञान विद्यापीठातून त्यांनी तांत्रिक विज्ञानामध्ये पांडित्य मिळविले. ऑक्टोबर १९०९ रोजी ते बेलग्रेड विद्यापीठामध्ये प्रायोगिक गणित ह्या विषयासाठी प्राध्यापक म्हणून रुजू झाले. मिलँकोविचने त्यांची संपूर्ण प्राध्यापकीय कारकीर्द एका गणिती सिद्धांताद्वारे संशोधन करण्यात व्यतीत केली. ह्या संशोधनाचा विषय होता 'पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर

पोहोचणाऱ्या सूर्यप्रकाशाच्या (येथे प्रकाश हा शब्द radiation किरण ह्या अर्थी घ्यायचा आहे.) राशीमध्ये (amount) ऋतूनुसार व अक्षांशानुसार (latitude) होणारे बदल दर्शविणारा गणिती सिद्धांत विकसित करणे.'

मिलॅकोविच सिद्धांतामध्ये पृथ्वीवरील हवामानात होणाऱ्या दीर्घकालीन बदलांसाठी कारणीभूत अशा तीन खगोलीय घटनांचा समावेश होतो. ही तीन कारणे पुढीलप्रमाणे -

● वक्रतेतील बदल - पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या कक्षेच्या वक्रतेमध्ये (eccentricity) होणारा बदल

● अक्षकलामधील बदल - पृथ्वीचा अक्ष सध्या साडेतेवीस अंशातून कललेला आहे (कल = tilt). ह्या कलामध्ये होणारा बदल.

● अक्षरोखातील बदल - पृथ्वीच्या स्वतःभोवती फिरण्याच्या अक्षाचा रोख सध्या ध्रुवताऱ्याकडे आहे. ह्या रोखामध्ये होणारा बदल (precession).

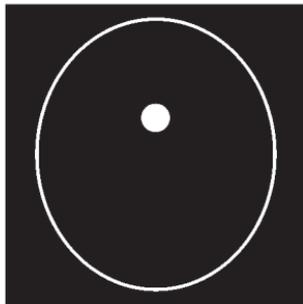
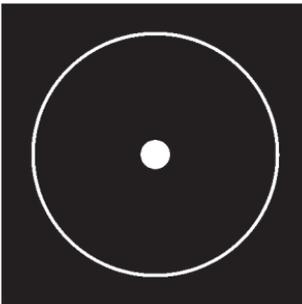
ह्या तीन बदलांसाठी लागणारा कालावधी भिन्न आहे.

वक्रतेतील बदल

पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या कक्षेच्या वक्रतेमध्ये (eccentricity) होणारा बदल पृथ्वीवरील हवामानावर निश्चितच परिणाम करतो. परंतु सर्व लंबवर्तुळे वर्तुळे नसतात. वर्तुळ आणि लंबवर्तुळ ह्यामध्ये वक्रतेच्या प्रमाणात फरक असतो. वर्तुळाची वक्रता (eccentricity) शून्य मानली, तर शून्य व एक च्या दरम्यान वक्रता असल्यास त्या भूमितीय आकृतीस लंबगोल म्हणतात. वक्रता एक असणाऱ्या आकृतीस हायपरबोला व वक्रता एकपेक्षा जास्त असणाऱ्या आकृतीस पॅराबोला म्हणतात लंबवर्तुळाची वक्रता जेवढी शून्याच्या जवळ, तेवढा त्याचा आकार वर्तुळाच्या जवळ जातो, तर वक्रता जसजशी वाढत जाईल त्यानुसार लंबवर्तुळ पसरट होत जाते.

पृथ्वीची सूर्याभोवती फिरण्याची कक्षा ही लंबवर्तुळाकार आहे. ह्या लंबवर्तुळाच्या एका केन्द्रबिंदूवर सूर्य आहे. कक्षा लंबवर्तुळाकार असल्याने पृथ्वी कधी

सूर्याच्या जवळ असते (perihelion) तर कधी सूर्यापासून लांब (apohelion) असते. मात्र ह्या लंबवर्तुळाची वक्रता जास्त नसल्याने पृथ्वी सूर्याच्या जवळ



असतानाचे अंतर व ती सूर्यापासून दूर असतानाचे अंतर ह्यामध्ये केवळ तीन टक्के फरक आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचणारी सौरऊर्जा ही सूर्य-पृथ्वी अंतरावर अवलंबून असते, अर्थातच, पृथ्वीच्या कक्षेची वक्रता बदलल्यास सूर्य-पृथ्वी अंतर बदलते, त्यानुसार पृथ्वीला मिळणारी ऊर्जाराशी बदलते व त्याचा पृथ्वीवरील हवामानावर परिणाम होतो.

पृथ्वीच्या कक्षेची वक्रता सुमारे एक अब्ज वर्षांमध्ये ०.०००५ ते ०.०६०७ च्या दरम्यान बदलते. सध्याची पृथ्वीकक्षेची वक्रता ०.०१६ एवढी आहे. सध्या जानेवारी महिन्यामध्ये पृथ्वी सूर्याच्या सर्वात जास्त जवळ असते. त्यामुळे उत्तर गोलार्धातील थंडी ही दक्षिण गोलार्धातील थंडीच्या तुलनेत सौम्य असते. पृथ्वीस मिळणाऱ्या सौरऊर्जेमध्ये जानेवारी (पृथ्वी सूर्याच्या जवळ, perihelion) ते जुलै (पृथ्वी सूर्यापासून जास्तीत जास्त दूर, aphelion) दरम्यान ६.७ टक्के वाढ होते. कक्षावक्रतेतील बदलामुळे पृथ्वी-सूर्याच्या जवळ वा लांब असण्याच्या काळात सूर्य-पृथ्वी अंतरामध्ये बदल होतो, ज्याचा पृथ्वीच्या हवामानावर परिणाम होतो.

अक्षकलामधील बदल

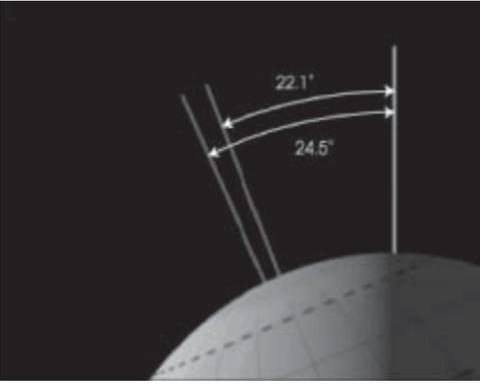
सध्या पृथ्वीचा स्वतःभोवती फिरण्याचा अक्ष तिच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या

प्रतलाशी काटकोन करणाऱ्या रेषेशी साडेतेवीस अंशाचा कोन करतो. हा अक्ष कललेला असल्याने आपल्याला सूर्याचे उत्तरायण आणि दक्षिणायन अनुभवास येते व त्यामुळे ऋतूही अनुभवता येतात. दोन्ही गोलार्धातील साडेतेवीसाव्या अक्षवृत्तांना म्हणूनच विशेष महत्त्व प्राप्त झाले आहे, ज्यांना आपण कर्कवृत्त (२३.५ अंश उत्तर गोलार्ध) व मकरवृत्त (२३.५ अंश दक्षिण गोलार्ध) अशी नावे दिली आहेत.

सुमारे एकेचाळीस हजार वर्षांमध्ये पृथ्वीअक्षाचा हा कल २२.१ ते २४.५ अंशादरम्यान बदलतो. अक्षाचा कल जेवढा मोठा तेवढी ऋतूची तीव्रता जास्त, तर कल जेवढा कमी तेवढा ऋतू सौम्य.

चंद्र हा पृथ्वीचा उपग्रह आहे. इतर ग्रहांचे उपग्रह हे त्या ग्रहांच्या तुलनेमध्ये अतिशय कमी वस्तुमानाचे असतात. साधारणतः उपग्रहाचे वस्तुमान हे तो ज्या ग्रहाभोवती फिरतो त्या ग्रहाच्या वस्तुमानाच्या १% वस्तुमानाहून कमी असते. चंद्राच्या बाबतीत मात्र हे विधान लागू होत नाही. चंद्राचे वस्तुमान हे पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या १.२% आहे. त्यामुळे चंद्र व पृथ्वी हे चंद्र व पृथ्वी मिळून तयार होणाऱ्या संयुक्त संस्थेच्या गुरुत्वमध्याभोवती फिरतात.

अनेक अब्ज वर्षांपूर्वी, जेव्हा पृथ्वीला चंद्र नव्हता तेव्हा, पृथ्वीचा स्वतःभोवती



पृथ्वीच्या अक्षाचे डुगडुगणे कमीकमी होत जाऊन गेल्या काही अब्ज वर्षांपासून पृथ्वीचा अक्ष २१.१ ते २४.५ अंश एवढाच डुगडुगतो. शिवाय अक्षाचा कलही सरासरी ६० अंशांपासून कमी होत होत सरासरी साडेतेवीस अंशांवर स्थिर झाला आहे. हे आकर्षणबल परिणामकारक ठरण्याचे मूळ चंद्राचे वस्तुमान मोठे असण्यामध्ये

फिरण्याचा अक्ष जवळपास ६० अंशामधून कलला होता, शिवाय ह्या कलातील बदलाचे प्रमाणही मोठे होते. अक्षाचा कल जास्त असताना पृथ्वीवरील हवामानाची, ऋतूंच्या तीव्रतेची केवळ कल्पनाच केलेली बरी! असे हवामान सजीवांच्या वाढीस अर्थातच पोषक नव्हते. पृथ्वीला चंद्र मिळाल्यावर चंद्राच्या आकर्षणबलामुळे

आहे. इतर ग्रह-उपग्रह वस्तुमान प्रमाणानुसार चंद्र जर कमी वस्तुमानाचा असता तर चंद्राचे आकर्षणबल एवढे परिणामकारक ठरले नसते.

ह्या बदलामुळे ऋतूंची तीव्रता कमी होऊन सजीवांच्या वाढीस पोषक असे हवामान पृथ्वीवर तयार झाले, ज्याचे श्रेय चंद्राकडेही जाते.

चंद्राची निर्मिती

चंद्राच्या निर्मितीबाबत अनेक सिद्धांत आहेत. पृथ्वी व दुसऱ्या एका ग्रहाची टक्कर होऊन पृथ्वीचे व दुसऱ्या ग्रहाचे, टकरीमुळे अवकाशात फेकलेले काही वस्तुमान मिळून चंद्र तयार झाला व पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीभोवती फिरू लागला असे एक सिद्धांत सांगतो. दुसऱ्या एका सिद्धांतानुसार पृथ्वीचा काही भाग पृथ्वीजवळून जाणाऱ्या दुसऱ्या मोठ्या ग्रहाच्या सान्निध्यामुळे खेचला जाऊन त्याचा चंद्र बनला, तर, तिसरा सिद्धांत सांगतो की चंद्र पृथ्वीपासून 'तयार' झाला नाही, तर जवळून जाणारा एक छोटा ग्रह पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण बलाने तिच्याभोवती फिरू लागला तोच चंद्र. पृथ्वीला चंद्र मिळाल्यानंतर तिच्यावरील परिणाम नक्कीच महत्त्वाचे आहेत, मग चंद्राची निर्मिती कशीही का झाली असेना !!

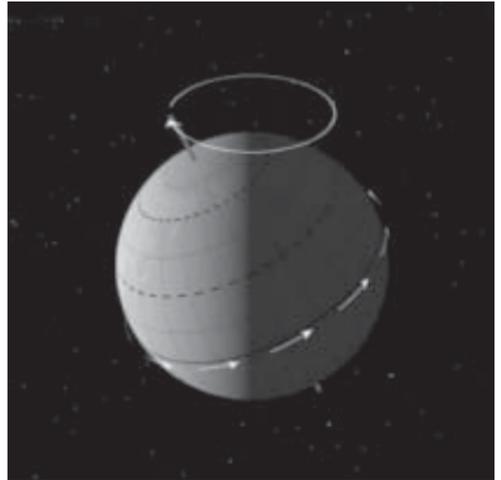
अक्षरोखातील बदल

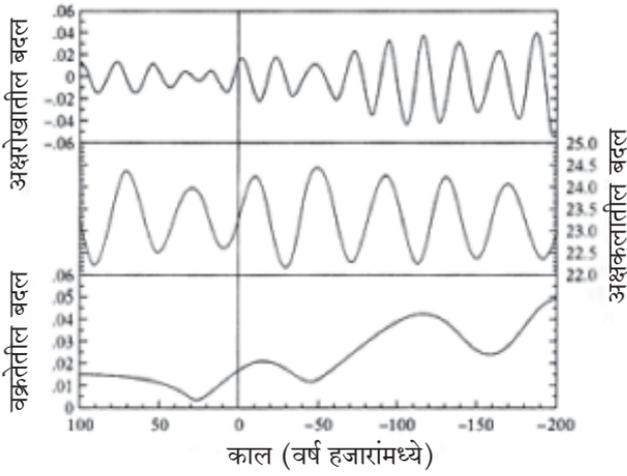
पृथ्वीच्या स्वतःभोवती फिरण्याच्या अक्षाचा रोख सध्या ध्रुवताऱ्याकडे आहे. ह्या रोखामध्ये होणारा बदल म्हणजेच precession

स्वतःभोवती फिरणाऱ्या भोवऱ्याचा अक्ष जर कलता असेल, तर हा अक्ष हवेत एक भासमान वर्तुळ तयार करतो. त्याचप्रमाणे पृथ्वीचा कक्ष कललेला असल्याने तो अवकाशात एक भासमान वर्तुळ पूर्ण करतो. असे एक वर्तुळ पूर्ण करून पुन्हा मूळ जागी येण्यास त्याला २६,००० वर्षे लागतात. अक्षरोखातील बदल हा तो अक्ष कलता असला तरच केवळ शक्य आहे. पृथ्वीचा अक्ष पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या प्रतलाशी काटकोन करत असता तर पृथ्वीवर ऋतू अनुभवण्यास तर मिळाले नसतेच, पण अक्षाचा रोखही सतत एकाच ठिकाणी राहिला असता. ह्या अक्षरोखातील बदलामुळे संपातकाळ (संपात-equinox) बदलतो. सध्या २२ मार्च ला वसंत संपात तर २३ सप्टेंबरला शरद संपात असतो. अक्षरोखातील बदलामुळे काही वर्षांनंतर वसंत संपात फेब्रुवारीमध्ये, आणखी काही वर्षांनी जानेवारीमध्ये होईल. संपातदिनी पृथ्वीवर सर्व ठिकाणी बारा तासांचा दिवस व बारा तासांची रात्र असते. संपातदिनी सूर्य ज्या दिशेला

उगवतो ती खरी पूर्व दिशा. इतर दिवशी तो उत्तरायण वा दक्षिणायन चालू असेल त्यानुसार खऱ्या पूर्वेच्या उत्तरेस वा दक्षिणेस उगवतो.

पृथ्वीच्या अक्षाची टोके २६,००० वर्षांमध्ये अवकाशामध्ये भासमान वर्तुळ पूर्ण करतात. अक्षाच्या उत्तर टोकाने काढलेल्या भासमान वर्तुळावर तीन तारे आहेत. पृथ्वीच्या अक्षाचे दक्षिण टोकही अवकाशात असे भासमान वर्तुळ पूर्ण करते, परंतु दुर्दैवाने ह्या वर्तुळावर एकही तारा नाही. सध्या पृथ्वीच्या अक्षाचा रोख ध्रुवताऱ्याच्या दिशेने आहे. अक्षाच्या उत्तर टोकाने अवकाशात काढलेल्या वर्तुळावर असलेल्या ३ ताऱ्यांची नावे आहेत ध्रुव (पोलॅरिस), अभिजित (वेगा) व थुबान. सध्या पृथ्वीच्या अक्षाचा रोख ध्रुवताऱ्याच्या दिशेशी सुमारे एक अंशाचा कोन करतो. मात्र अजून सुमारे





१३,००० वर्षांनंतर पृथ्वीच्या अक्षाने त्याचा रोख अभिजित ह्या ताऱ्याकडे वळवलेला असेल आणि त्यावेळी दिसणारे रात्रीचे आकाश आजच्या आकाशाहून खूपच भिन्न असेल. इ.स.पूर्व ३००० च्या सुमारास पृथ्वीच्या अक्षाचा रोख थुबान ताऱ्याच्या दिशेने होता. पुरातन ग्रंथांमधील रात्रीच्या आकाशाचे वर्णन हे आजच्या आकाशाहून फारच भिन्न आढळते ते ह्यामुळेच. ग्रीक शास्त्रज्ञ इरॅटोस्थेनीस ह्याने सर्वप्रथम पुरातन ग्रीक ग्रंथांमधील आकाशताऱ्यांचे वर्णन व तत्कालीन आकाशताऱ्यांचे स्थान ह्यातील फरक अभ्यासून पृथ्वीच्या अक्षाचा रोख बदलतो असा निष्कर्ष काढला.

आता ह्या तीन ताऱ्यांबद्दल थोडेसे. सध्याचा उत्तरतारा हा ध्रुव तारा (Polaris) होय. हा ध्रुवतारा ध्रुवमत्स्य (Ursa Minor) ह्या तारकासमूहामध्ये (constellation)

आहे. ध्रुवतारा हा फारसा ठळक, तेजस्वी तारा नाही, परंतु पृथ्वीच्या अक्षाचा रोख सध्या ह्या ताऱ्याकडे असल्याने ह्या ताऱ्यास महत्त्व प्राप्त झाले. अभिजित (Vega) हा ठळक तारा स्वरमंडल (Lyra) तारकासमूहामध्ये आहे. अभिजित ताऱ्याला आपण अर्धनक्षत्र मानतो. थुबान हाही अतिशय मंद तारा आहे. थुबान कालेय (Draco) तारकासमूहामध्ये आहे.

मिल्लॅकोविच सिद्धांताप्रमाणे पृथ्वीवरील हवामानावर हे तीन घटक दीर्घकालीन परिणाम करतात. अर्थात हवामानात होणारे मानवनिर्मित बदल हे अधिक झपाट्याने होणारे आणि त्यामुळे अधिक गंभीर परिणाम करणारे असतात.

◆◆

मनोगत आस्वाद एप्रिल २००५ मधून साभार

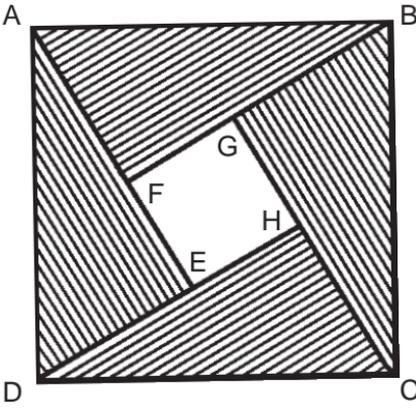
लेखक : वरदा रवी.

पायथागोरसचे प्रमेय

लेखक : किरण बर्वे

“खूप लहानपणापासूनच आपल्याला पायथागोरसचे प्रमेय माहीत असते. ΔABC मध्ये $\angle B = 90^\circ$ तर $AB^2 + BC^2 = AC^2$. ह्या विधानाची व्यवस्थित लिखित सिद्धता पायथागोरसने (ख्रि.पू.) दिली. आपण शाळेतही ह्या प्रमेयाची सिद्धता बघितली.” असं काहीतरी विकास बोलायला लागला. आणि हिमांगी सोडून सर्व ‘आम्ही मित्रांनी’ कंटाळ दर्शक तऱ्हेतऱ्हेचे आवाज काढायला सुरुवात केली. नुकताच आठवीत आलेला कैवल्यही आता ‘आम्ही मित्र’ चा सदस्य झाला होता. अभिमानाने त्याची छाती भरून आल्यामुळे त्याला ह्यातलं काहीच करता येत नव्हते. विकास डाफरला. कैवल्य एकदम शहाण्यासारखा बसला. पक्या म्हटला, “हल्ला गुल्ला, Action गेला बाजार नांगरे पाटलांच्या विश्वासासारखे कार्यक्रम, अशातं ‘आम्ही मित्र’ शिकतोय. तू तर Class Room सारखे शिकवायलाय” हिमांगी उसन्या प्रौढपणाने बोलली, “अरे ह्या मागेही विकासदादाची काही Idea असणार. आपण

ऐकून तर घेऊ यात.” विकास ने पुन्हा सुरुवात केली, “आम्ही मित्र’ सिंहगड किती वेळा चढून गेलायत ?” “पाच सहावेळा तरी नक्कीच” “मग दरवेळेला एकाच रस्त्याने गेलात का ?” कैवल्य बोलला, “हॅट, मीच तीनदा तीन वेगवेगळ्या रस्त्यांनी गेलोय.” विकास म्हणाला, “शाब्बास, दर वेळेला वेगवेगळ्या रस्त्यांनी किल्ला सर करण्यात काही वेगळीच गंमत येते की नाही ?” आम्ही मित्रांनी ‘होऽ’ असा एकच गिल्ला केला. विकासने आता अखेरचा डाव टाकला, “मग एकच प्रमेय वेगवेगळ्या प्रकारांनी सर करणे (सिद्ध करणे) आणि एकाच किल्ल्यावर वेगवेगळ्या मार्गांनी जाणे यात आनंद, गंमत, साहस सारखेच ! चला तर मग पायथागोरस वर वेगवेगळ्या मार्गांनी झेंडा फडकवायला.” ‘आम्ही मित्र’ सरसावले. विकासने आभाला फळ्यावर आकृती काढायला बोलावले. एका चौरसात एक तिरका बसवलेला चौरस अशी ती आकृती १ होती. “जो बाहेरचा चौरस ABCD आहे त्याची बाजू b आहे असे



आकृती - १

मानू आणि आतल्या चौरसाची EFGH ची बाजू a आहे असे मानू आणि आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे $AF = x$, $FB = y$, $BG = x$, $GC = y$, $CH = x$, $HD = y$ इ. आपण काय सिद्ध करणार कोणाला सांगता येते का ? “पायथागोरसचे प्रमेय” पक्या. नेहा म्हणाली, “ते तर सर्वानाच माहीत आहे.” “मग तुला काय वेगळं माहीत आहे ते सांग.” आभा मध्ये पडत म्हटली, “आपल्याला हवेत काटकोन त्रिकोण. इथे तर चार चार आहेत.” आर्यानि सांगितले की ते चारही सारखेच आहेत. मग आपल्याला काय सिद्ध करायचंय ?

“x चा वर्ग आणि y चा वर्ग बरोबर a वर्ग” इति कैवल्य,

“ $x^2 + y^2 = a^2$ हे सिद्ध करायचेय.”

पुढे विकासाने विचारले दोन प्रश्न, “x + y = किती आणि काटकोन त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ

किती ?” पक्याने लगेच सांगितले, “ $x + y = b$, आणि काटकोन त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ $\frac{1}{2}xy$ ” मग आकृतीत रंगवलेल्या भागाचे

क्षेत्रफळ $4 \times \frac{1}{2}xy = 2xy$ ” “पण रंगवलेल्या भागाचे क्षेत्रफळ म्हणजे चौरस वजा चौरसाचे क्षेत्रफळ ना ?” गोंधळून आर्यानि विचारले मात्र विकास दादा खूष झाला. “रंगवलेल्या भागाचे क्षेत्रफळ दोन प्रकारे काढता येते. $2xy$ आणि मोठ्या चौरसाचे क्षेत्रफळ b^2 वजा लहान चौरसाचे क्षेत्रफळ a^2 .” म्हणून

$$b^2 - a^2 = 2xy$$

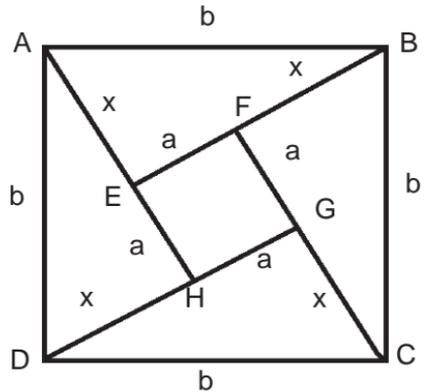
$$(x + y)^2 - a^2 = 2xy$$

$$x^2 + y^2 + 2xy - a^2 = 2xy$$

$$\text{आणि } x^2 + y^2 = a^2$$

खल्लास !

पायथागोरसचे प्रमेय आपण सिद्ध केले.



आकृती - २

“विकासदादा, ही सिद्धता मला माहीत होती काहीतरी नवीन पाहिजे.”

“बरं, आभा काढ दुसरी आकृती २.

ह्यात चौरस ABCD ची बाजू b आणि चौरस EFGH ची बाजू a. दोन्ही चौरसांचा मध्यबिंदू एकच.

$$AE = FB = GC = DH = x$$

$$\text{म्हणून } EFB = FGC = GHD = HEA = a + x$$

$$\text{आता आपण } \triangle AEB \text{ मध्ये } x^2 + (x + a)^2 = b^2 \text{ हे सिद्ध करू या.}$$

चारही काटकोन त्रिकोण हे symmetry ने सारख्याच क्षेत्रफळाचे. हिमांगी, बरोबर आहे का माझं म्हणणं?” हिमांगीने थोडा विचार केला मग एकदम चुटकी वाजवून म्हणाली जर चौरस ABCD ९०, ९० अंशानी फिरवला आणि बघितले तर मधला चौरस बरोबर आतल्या चौरसावरच बसतो आणि सर्व काटकोन त्रिकोण एकमेकांवर बसतात. ते एकरूप आहेत.” “बरोबर, आता चारही काटकोन मिळून क्षेत्रफळ...” विकासला मध्येच तोडत आर्या म्हणाली, “मी पुढचे सर्व लिहू ? मला कळलयं.” “अर्थातच.” विकास उद्गारला. “चारही काटकोन त्रिकोणांचे एकत्रित क्षेत्रफळ $2(a + x) \cdot x$ तर चौरस ABCD चे क्षेत्रफळ वजा चौरस EFGH चे क्षेत्रफळ हेही ह्या त्रिकोणाचे एकत्रित क्षेत्रफळ.

$$2(a + x) \cdot x = b^2 - a^2$$

$$2ax + 2x^2 = b^2 - a^2$$

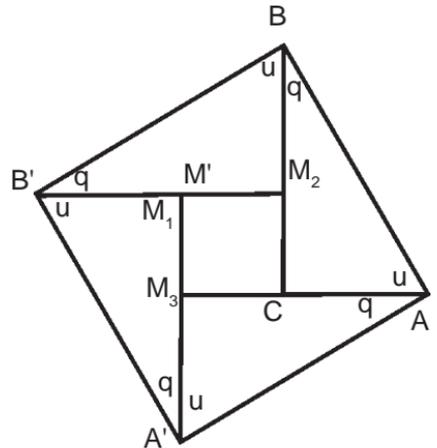
$$a^2 + 2ax + x^2 + x^2 = b^2$$

$$(a + x)^2 + x^2 = b^2$$

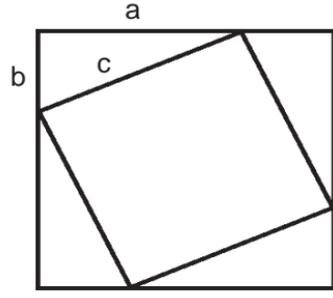
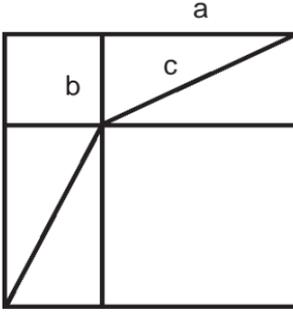
ढिक्क्याक ढिच्च्यंगं”

आर्याला आपला आनंद व्यक्त केल्यावाचून राहवले नाही. सर्व ‘आम्ही मित्र’ एकसुरात ओरडले “पायथागोरस प्रमेय सर!”

“असं मानलं जाते की पायथागोरसचे प्रमेय ग्रीकांच्या आधी भारतीयांना माहिती होतं. ‘शुल्बसूत्र’ ह्या प्राचीन ग्रंथात त्याचे उल्लेख आढळतात. भास्कराचार्य यांनी ह्याची प्रथमतः सिद्धता मांडली असावी. आता त्यांच्या सिद्धता बघूयात.”



आकृती - ३



आकृती - ४

विकासने परत आभाला फळ्यावर जायला सांगितले आणि “एक कोणताही काटकोन त्रिकोण ACB काढ. $\angle C = 90^\circ$, AB कर्ण. BC ला समांतर रेषा काढा. $A' M'$ आणि $B' M_2$ हा BC ला \perp काढा. ह्यांच्या छेद बिंदूला M_1 म्हणा. $B' M_2 = BC$. आता आपल्याला चार एकरूप काटकोन त्रिकोण मिळतील कोणते ते सांगा.” कैवल्य उत्तरला, “चारच काटकोन त्रिकोण आहेत आकृतीत. तेच असणार.” विकास, “पण ते एकरूप कशावरून ?”

$$\Delta A' A M_3 \cong \Delta A' B' M_1 \cong$$

$$\Delta B B' M_2 \cong \Delta ABC$$

ह्या त्रिकोणांचे क्षेत्रफळ प्रत्येकी D समजू या.

$$4D = 4 \left(\frac{1}{2} \times a \times b \right) \therefore 4D = 2ab$$

तसेच

$$A' M_3 = AC = b$$

$$(\therefore \Delta A' A M_3 \cong \Delta ABC)$$

$$\Delta B' A' M_1 \cong \Delta ABC \text{ म्हणून}$$

$$\therefore A' M_1 = BC = a$$

$$\therefore M_1 M_3 = A' M_1 - A' M_3 = a - b$$

$$A (A B B' A') = A (C M_2 M_1 M_3) + 4D$$

$$\therefore C^2 = (a - b)^2 + 2ab$$

$$\therefore C^2 = a^2 + b^2$$

भास्कराचार्याची ही सिद्धता खरोखरच देखणी आणि सुंदर आहे नाही का ! अजून एका ठिकाणी त्यांनी पायथागोरस प्रमेयाची सिद्धता म्हणून फक्त एक आकृती काढली आहे. त्यावर कोणतेही भाष्य केलेले नाही. समझनेवाले को इशारा काफी !

ह्यात पायथागोरस प्रमेयाची सिद्धता दडून बसलेली आहे. ती शोधा. खूप आनंद मिळेल.

◆◆

लेखक : किरण बर्वे - गणित आणि शिक्षणात रस. आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जीईई ला शिकवतात.

जीवन-रथाची दोन चाके

भाग - २

लेखक : अ.चिं. इनामदार

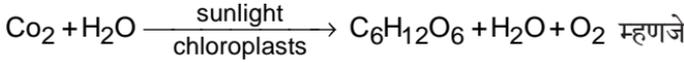
सूर्यप्रकाश, कार्बनडायऑक्साईड, पाणी आणि ह्रितद्रव्ये यांच्या मदतीने वनस्पती अन्न तयार करतात. यातला एखादा घटक नसला तर ही प्रक्रिया होऊ शकेल का ? त्याच्याऐवजी पर्याय कोठून मिळवला जातो ? प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियेच्या वेगवेगळ्या पद्धती आहेत का ? या प्रश्नांची उत्तरं मिळवायचा प्रयत्न या लेखातून करू या.

जीवन रथाचे दुसरे चाक म्हणजे प्रकाश-संश्लेषण. प्रकाश-संश्लेषणातून अन्न तयार होते व त्या अन्नाचे श्वसनक्रियेने ऊर्जेत रूपांतर होते. म्हणजे स्वाभाविकपणे प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रियेचा आधी उगम झाला व नंतर श्वसनक्रिया आली असा तर्क येतो, पण गंमतीची गोष्ट म्हणजे श्वसनाची सुरुवात आधी झाली व प्रकाश संश्लेषण नंतर आले असे दिसते. याचे कारण 'श्वसन' प्राणवायू असताना व नसतानाही होते, तसेच अन्न ही संकल्पनाही सजीवांप्रमाणे बदलते (भाग १ पाहा.) एक निश्चित की प्रकाशसंश्लेषण (जसे आता उत्क्रांत वनस्पतीत दिसते तसे) या प्रक्रियेतच उत्क्रांति होऊन तयार झाले आहे, याशिवाय रासायनिक पदार्थांचा वापर करूनही काही सजीव ऊर्जा मिळवितात व निरनिराळ्या उत्क्रांत वनस्पतीतही किमान तीन प्रकारे प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया चालते. याबद्दल आपण या लेखाच्या अखेरीस थोड्या विस्ताराने विचार करू.

प्रथम आपण प्रकाशसंश्लेषण म्हणजे काय पाहू.

प्रकाशसंश्लेषण (photosynthesis) म्हणजे प्रकाशाच्या मदतीने संश्लेषण म्हणजे प्रकाशातील ऊर्जा वापरून तयार करणे. काय तयार करणे, काय वापरून, कशाच्या मदतीने व कोणत्या ऊर्जेचा वापर करून हे स्पष्ट होण्यासाठी आपण या क्रियेचे सूत्र पाहू व हे लक्षात

ठेवू की ही जैवरासायनिक प्रक्रिया आहे.

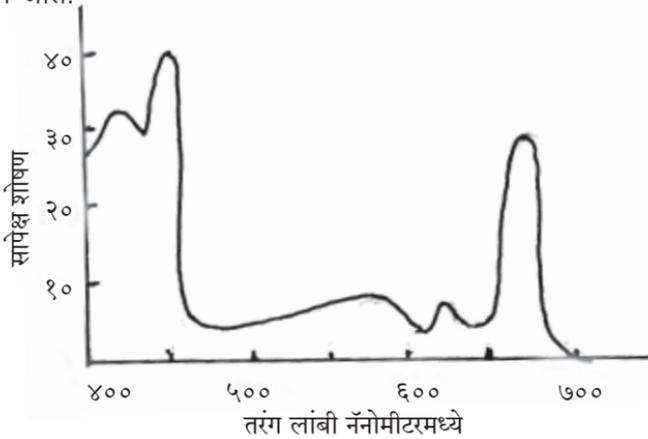


कबीद्विप्राणिल वायू + पाणी $\xrightarrow[\text{हरितलवके}]{\text{सूर्यप्रकाश}}$ ग्लूकोजशर्करा + पाणी + प्राणवायू

हरितद्रव्य कोणत्या लांबीचे प्रकाश तरंग शोषतात ?

रंग	(नॅनोमीटर मध्ये) तरंग लांबी	कार्य
हरितद्रव्य - A हिरवा	४३५, ६६२	मुख्य प्रकाशसंश्लेषक
हरितद्रव्य - B निळसर हिरवा	५३, ६४२	रंगद्रव्य दुय्यम (सहाय्यक)
β कॅरोटीन भगवा	४४९, ४७८	} प्रकाशसंश्लेषक रंगद्रव्य वेगवेगळ्या तरंगांपासून ऊर्जा मिळविणे व हरितलवकांचे संरक्षण
α कॅरोटीन भगवा	४४०, ४७०	
झॅथोफिल्स पिवळा	४४० ४९०	

वर्णपटाच्या विस्तृत भागातून ऊर्जा घेऊन ती हरितद्रव्य ए मध्ये एकत्र आणली जाते, आणि त्या रंगद्रव्याने प्रकाशाशी संबंधित क्रिया घडतात. तंतुकणिकांप्रमाणे हरितलवकेही पेशीची अर्ध - स्वयंपूर्ण अंगके आहेत. त्यांना स्वतःचे D.N.A. व प्रथिने तयार करण्याची यंत्रणा असते. पेशीअंतर्गत सहजीव असलेल्या जीवाणूपासून हरितलवके उत्क्रांत झाली असे मानले जाते.



दृश्य प्रकाशतरंग शोषण्याचा हरितद्रव्याचा गुणधर्म

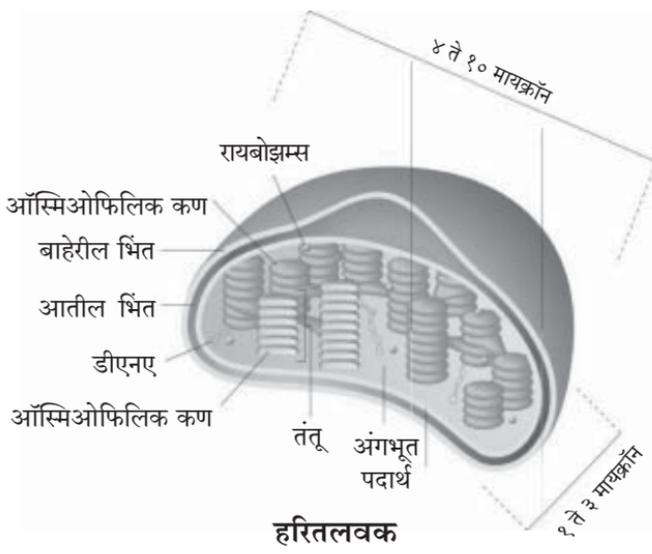
हे या प्रक्रियेचे सूत्र आहे. पण आपण तिला जैवरासायनिक का म्हटले ? यातला रासायनिक भाग स्पष्ट आहे. CO_2 चे क्षपण होऊन ग्लूकोज शर्करा होते (CO_2 मध्ये 1 C साठी 2 O आहेत, ग्लूकोज मध्ये 1 C साठी 2 H व 1 O आहे, म्हणजे O कमी झाला व H आले, अशा दोन पद्धतींनी क्षपण झाले.) या उलट पाण्याचे ऑक्सिकरण होऊन ऑक्सिजन झाला. म्हणजे मूलतः ही प्रक्रिया CO_2 च्या क्षपणची आहे, आणि त्या साठी हायड्रोजन वा तत्सम क्षपण घडवून आणणारा पदार्थ व ऊर्जेची गरज आहे. दुसरा भाग म्हणजे ही जैविक प्रक्रिया का आहे ? कारण फक्त हरितलवके असणाऱ्या सजीव पेशीच ही प्रक्रिया करू शकतात. म्हणजे हरितलवके प्रकाशापासून ऊर्जा मिळवितात, व त्याच वेळी C चे क्षपण करण्यासाठी क्षपणक तयार करतात. आता आपण या दृष्टीने प्रकाश व हरितलवकांचा विचार करू.

प्रकाशलहरी व प्रकाशसंश्लेषण :

सूर्याच्या वर्णपटापैकी डोळ्यांना दिसणाऱ्या प्रकाशतरंगांची लांबी ४०० नॅनोमीटर ते सुमारे ७३० नॅनोमीटर आहे. सूर्याच्या वर्णपटात क्ष-किरण, अतिनील किरण, दृश्य प्रकाश, अवरक्त किरण (infrared rays) व रेडिओ लहरी यांचा समावेश होतो. हरितलवकात असणारी रंगद्रव्ये दृश्य प्रकाशातील ठराविक तरंगलांबीची ऊर्जा शोषून घेतात. तरंगलांबी व त्यांच्यातील ऊर्जा यांचे व्यस्त प्रमाण असते, म्हणजे वर्णपटाच्या निळ्या-जांभळ्या तरंगांची लांबी कमी व ऊर्जा जास्त, व तांबड्या तरंगाची लांबी जास्त व ऊर्जा कमी असते. उष्णता निर्माण करण्याच्या गुणधर्म तरंग लांबीच्या समप्रमाणात असतो.

लवकांचे स्वरूप व कार्य

प्रत्यक्षात प्रकाशसंश्लेषण हरितलवकात होत असल्याने या बाबतीत त्यांचे महत्त्व अद्वितीय आहे. हरितलवकांची संख्या व आकार भिन्न वनस्पतीत बदलतात, पण उत्क्रांत वनस्पतीतील एका हिरव्या पेशीत सुमारे २०-५० हरितलवके असतात. त्यांचा आकार लंबगोल-चकतीसारखा, सुमारे ४-१० मायक्रॉन व जाडी १-३ मायक्रॉन असते. (मायक्रॉन = 10^{-3} मिमी) पेशीच्या पेशीद्रवात लवके तरंगत असतात. लवके दुहेरी भिंतींनी बांधली असून त्यात तंतू (grana) व दुसरा अंगभूत पदार्थ (stroma) असतो. तो प्रथिनयुक्त असतो. आपण नंतर पाहू की प्रकाशसंश्लेषण क्रियेत प्रकाशावर अवलंबून असलेल्या व नसलेल्या अशा दोन पद्धतीच्या क्रिया होतात. त्यापैकी तंतू पहिल्या पद्धतीच्या क्रिया घडवून आणतात. यासाठी लागणारी रंगद्रव्ये, विकर व इतर पदार्थ तंतूत असतात. दुसऱ्या पदार्थात (stroma) वेगवेगळे कण, छोटे ऑस्मिओफिलिक कण, रिबोसोम, डी.एन.ए. व आर.एन.ए.



यांचे धागे, क्षार, विकर व प्रथिने असतात.

तंतूमध्ये प्रकाशाला संवेदनाक्षम रंगद्रव्ये असतात. हरितद्रव्ये ए व बी, भगव्या रंगाची कॅरोटिनाईडस् व पिवळ्या रंगाची झॅथोफिल्स अशी तीन प्रकारची रंगद्रव्ये असतात. ती विशिष्ट तरंगलहरी शोषून ठराविक कार्य करतात.

प्रकाशाचे कार्य :

आदिलवकांपासून हरितलवके बनवणे, हे प्रकाशामुळे होते. अंधारात वाढवलेल्या वनस्पती उंच व पिवळसर असतात. याशिवाय प्रकाशामुळे पाण्याचे विघटन होऊन H व O सुटे होतात. यासाठी मोठी ऊर्जा लागते. ATP रेणूपासून ही ऊर्जा मिळते, व हरितद्रव्य -A प्रकाश पडल्यावर क्षोभित (excited) होते त्यामुळे ATP चे रेणू तयार होतात. ATP बदल माहिती पहिल्या भागात आली आहेच. पाण्यापासून तयार झालेल्या हायड्रोजन मुळे CO₂ चे क्षपण होते तर ऑक्सिजन प्राणवायूच्या स्वरूपात वातावरणात सोडला जातो. यावरून प्रकाशसंश्लेषणात या चार घटकांचे कार्य खालीलप्रमाणे सिद्ध होते.

CO₂ – शर्करा तयार होताना लागणारा कार्बन देणे

H₂O – हायड्रोजन व ऑक्सिजन यांचा स्रोत

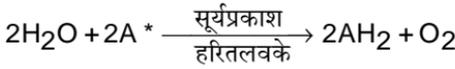
प्रकाश - ऊर्जेचा पुरवठा (ATP च्या स्वरूपात ही ऊर्जा तयार होऊन वापरली जाते)

हरितद्रव्य व इतर रंगद्रव्ये : प्रकाशातील ऊर्जा वापरण्यासाठी मध्यस्थ व पाण्याचे विघटन

घडवून आणणे. प्रत्यक्षात हरितद्रव्य A मधून क्रिया होतात, पण अधिक विस्तृत तरंगलांबीतून ऊर्जा शोषून ती हरितद्रव्य A मध्ये पाठविली जाते.

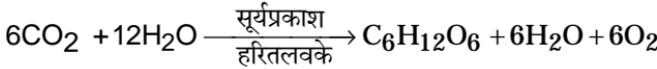
प्रक्रिया :

प्रकाशसंश्लेषणाच्या सूत्राकडे पाहिले तर उजवीकडे मिळणारा प्राणवायू हा CO_2 किंवा H_2O दोन्हीतून असू शकतो. मग प्राणवायू नेमका येतो कुठून ? प्रक्रिया समजण्यासाठी हा प्रश्न महत्त्वाचा होता. रॉबिन हिल यांनी असे सिद्ध केले की CO_2 च्या अभावात व पाण्याच्या सान्निध्यात, इलेक्ट्रॉन स्वीकारणारा पदार्थ असतांना, हरितलवके पाण्याचे प्रकाशाची ऊर्जा वापरून विघटन करतात व ऑक्सिजन मुक्त होतो. ही प्रक्रिया सामान्य रूपाने खालीलप्रमाणे दर्शविता येते.



A^* हा येथे हायड्रोजन स्वीकारणारा पदार्थ आहे.

नंतर रूबेन, मार्टिन व कामेन यांनी ऑक्सिजन पाण्याच्या विघटनामुळे निर्माण होतो, ही गोष्ट वेगळ्या पद्धतीने निर्विवाद पणे सिद्ध केली. यामुळे या प्रक्रियेचे समीकरण खालीलप्रमाणे बदलावे लागते.



प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रियेचे प्रकाशाशी संबंधित असलेला (प्राथमिक प्रक्रिया, प्रकाशप्रक्रिया) व नसलेला (द्वितीय प्रक्रिया) असे दोन भाग आहेत व ते हरितलवकाच्या तंतू व दुसरा भाग यात होतात. हा फरक मुख्यत्वे क्रियेसाठी लागणारा हायड्रोजन व ऊर्जा कशी मिळवली जाते हाच आहे.

प्राथमिक प्रक्रिया, प्रकाशाशी संबंधित प्रक्रिया :

यात पाण्याचे प्रकाशाची ऊर्जा वापरून विघटन होते व मुक्त होणारा हायड्रोजन NAD नावाचा पदार्थ स्वीकारतो व त्यामुळे NADPH नावाचा पदार्थ तयार होतो. या पदार्थातून नंतर CO_2 च्या क्षपणसाठी लागणारा हायड्रोजन दिला जातो. CO_2 च्या क्षपणसाठी ऊर्जेची गरज असते (ऑक्सीडीकरण सहज, आपोआप होते पण क्षपणसाठी ऊर्जा पुरवावी लागते) व पेशी फक्त ATP हे एकच ऊर्जेचे चलन म्हणून वापरतात (भाग १ पाहा) त्यामुळे ATP तयार होणे आवश्यक असते व ते चक्रीय (cyclic) व अ-चक्रीय (non-cyclic) phos-

phorylation या दोन पद्धतींनी तयार होतात. यामध्ये प्रकाशामुळे हरितद्रव्य उत्तेजित होऊन इलेक्ट्रॉन्स त्यांच्या कक्षांबाहेर फेकले जातात व विविध पदार्थांकडून ते स्वीकारले जातांना ATP परमाणु तयार होतात.

म्हणजे, या प्रक्रियात १) पाण्याचे विघटन होऊन O_2 व NADPH तयार होतात व २) पुढील प्रक्रियेसाठी लागणारी ऊर्जा ATP च्या रूपात तयार होते.

संश्लेषण प्रक्रिया प्रकाशाशी संबंधित नसलेल्या प्रक्रिया :

१) CO_2 Ribulose diphosphate नावाचा पदार्थ हरितलवकाच्या दुसऱ्या भागात स्वीकारला जातो व कार्बनचे ३ अणू असलेल्या 3 phosphoglycerate याचे २ परमाणू तयार होतात.

२) पुढच्या महत्त्वाच्या पायरीमध्ये या परमाणूचे क्षपण होते. यासाठी लागणारा हायड्रोजन NADPH पासून व ऊर्जा ATP पासून मिळते. $6CO_2$ परमाणूंपासून या पद्धतीने १२ फॉस्फोग्लिसरॉलिडहाइड परमाणू होतात.

३) नंतरच्या क्रियांमध्ये या १२ परमाणूंपैकी २ पासून ग्लुकोज शर्करा तयार होते व राहिलेल्या १० पासून कार्बनचे ४, ३, ५ व ७ अणू असलेली संयुगे तयार होतात व अखेरीस 5C असलेले रायब्युलोज डायफॉस्फेट तयार होते व हे प्रक्रियांचे चक्र पुन्हा सुरू रहाते. या प्रक्रियांचा शोध मोल्विन केल्विन यांनी लावला व त्यासाठी त्यांना १९६१ चे नोबेल पारितोषिक मिळाले. ज्या वनस्पती प्रकाश नसताना अन्न तयार करतात त्यांच्यामध्ये संश्लेषणाची ही पद्धत आढळते.

संश्लेषणाच्या अन्य पद्धती

ऊस, मका, राळा, बाजरी व उष्ण कटिबंधात वाढणाऱ्या अन्य काही वनस्पतीत संश्लेषण प्रक्रियात ओळखता येणारा पहिला पदार्थ 3C नसून 4C असतो. या वनस्पतींचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्यांची आंतररचना विशिष्ट पद्धतीची असून हरितलवकेही दोन प्रकारची असतात. यांना HSK (Hatch slack kortschak) पद्धतीने प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या वनस्पती म्हणतात. नेहेमीच्या वनस्पतींना C_3 म्हणतात, HSK किंवा C_4 वनस्पतींची अन्न तयार करण्याची क्षमता अधिक असते.

उष्ण हवामानात वाढणाऱ्या अननस, निवडुंग व इतर कॅक्टस सद्दृश वनस्पती आपली पर्णरंध्रे रात्री उघडी ठेवतात (दिवसा उष्णतेने बाष्पोश्चसन अधिक होते ते टाळण्यासाठी) व CO_2 शोषून घेतात. घेतलेला CO_2 मॅलिक अॅसिड मध्ये साठवून ठेवला जातो; व दिवसा

मॉलिक ऑसिडमधल्या CO₂ चा वापर करून C₃ पद्धतीने प्रकाश संश्लेषण केले जाते. दिवसा पूर्णरंध्रे उघडी ठेवून ही प्रक्रिया केली तर या वनस्पती पाण्याच्या अभावाने त्रासतील, म्हणून उष्ण हवामानाला अनुसरून हे अनुकूलन आहे.

जीवाणूंचे विश्व

जीवाणू (Bacteria) मध्ये पोषणाच्या व ऊर्जा मिळविण्याच्या अनेक पद्धती आहेत. त्यापैकी प्रकाशाचा व रासायनिक पदार्थांचा वापर करून अन्न/ऊर्जा मिळविणाऱ्या काही जीवाणूंचा आपण विचार करू.

हायड्रोजन सल्फाईड (H₂S) असणाऱ्या व सूर्यप्रकाश उपलब्ध असलेल्या ठिकाणी हिरवे व जांभळे गंधक-जीवाणू आढळतात. या जीवाणूत लवके नसतात, कारण ते उत्क्रांतीच्या प्राथमिक अवस्थेत आहेत, पण त्यांच्यात प्रकाशसंश्लेषण करू शकणारी पेशी अंगके असून त्यांत जीवाणूत असणारे खास हरितद्रव्य असते. प्रकाशाचा वापर करून हे जीवाणू अन्नाची निर्मिती करतात. जीवाणू अवरक्त प्रकाशकिरणांचा (८००-९०० नॅनोमीटर) ऊर्जेसाठी वापर करतात. ऑक्सिजनच्या अभावात चिखल व साठलेल्या पाण्यात वाढणारे विशिष्ट जीवाणू (न्होडोस्पिरिलम) पण अन्नाचे संश्लेषण करतात.

CO₂ व पाणी यांचाच वापर करून पण काही रसायनांचे जैविक ऑक्सिडीकरण करताना निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेचा वापर करून, अंधारात, रंगहीन जीवाणू स्वतःचे 'अन्न' तयार करतात. अमोनिया व प्राणवायू वापरणारा नैट्रोसोमानास, नैट्रस ऑसिड व प्राणवायू वापरणारा नैट्रोबॅक्टर, थायोस्पिरिलम हा गंधक-जीवाणू, लोहाचे क्षार, पाणी व ऑक्सिजन वापरणारे लोह-जीवाणू हायड्रोजन व मिथेन-जीवाणू ही त्यांची उदाहरणे आहेत.

अन्न मिळविण्याच्या किंवा तयार करण्यांची विविधता जीवाणूंमध्ये सर्वांत जास्त आहे. प्रकाशसंश्लेषी, रसायन-संश्लेषी, सहजीवी, परोपजीवी व मृतोपजीवी अशा सर्व पद्धती पोषण प्रक्रियेत निरनिराळ्या जीवाणूत आढळतात. कित्येक कोटी वर्षापूर्वी अस्तित्वात आलेले व उत्क्रांतीत प्राथमिक अवस्थेत असलेले हे सजीव तेव्हापासून सर्वव्यापी आहेत. थोडक्यात म्हणजे :

- प्रकाश संश्लेषण आणि श्वसन या दोनपैकी श्वसनक्रिया आधी सुरू झाली.
- दोन्ही प्रक्रियात, निसर्गाने अनेक प्रयोग केले आहेत.
- श्वसनामुळे जैविक ऊर्जा (ATP) निर्माण होते, ती अन्नाचा वापर करून. सजीवांप्रमाणे अन्न बदलते.

- उत्क्रांतीच्या ओघात, दृश्य व अदृश्य प्रकाशाच्या विविध तरंग लांबीना संवेदनाक्षम असणारी अनेक रंगद्रव्ये तयार झाली.
- सध्याची हरितलवके म्हणजे एके काळचे स्वतंत्र जिवाणू. वनस्पतींच्या पेशीमध्ये ते बद्ध झाले व परस्पर फायद्यामुळे त्याआधीच्या परपोषी वनस्पतींच्या पेशी स्वयंपोषी झाल्या.
- CO₂, तापमान व पाण्याची उपलब्धता या उत्क्रांत वनस्पतींच्या प्रकाश संश्लेषणासाठी आवश्यक घटक-गोष्टी आहेत व अनुकूलनाच्या तत्वाप्रमाणे प्रकाशसंश्लेषणाच्या अनेक पद्धती निर्माण झाल्या आहेत. *C₃ व CAM या पद्धती मूलतः सारख्या आहेत. C₄ ही पद्धती उष्ण हवामानासाठी 'खास' असून तिची कार्यक्षमता सर्वात जास्त आहे.
- जीवाणूत श्वसनाच्या व संश्लेषणाच्या सर्वाधिक पद्धती आढळतात, कारण त्यांच्या अस्तित्वाचा काळ मोठा आहे, व सर्वव्यापी आढळामुळे त्यातल्या सर्व पद्धती आजही अस्तित्वात आहेत.

अखेरीस एक मुद्दा, समजा अन्नात 'क्ष' ऊर्जा आहे, तर विविध श्वसनपद्धतीत त्यातली किती सजीवांना वापरता येते ? तसेच प्रकाशलहरीत 'य' ऊर्जा आहे, त्यातली किती अन्नात रूपांतरित होते ? म्हणजे या दोन क्रियांचे जैविक प्राविण्य किती आहे ? याचाही विचार झाला आहे, ते पुढे कधीतरी.



लेखक : अ.चिं. इनामदार, फर्ग्युसन कॉलेजमधील वनस्पती शास्त्र विभाग प्रमुख (निवृत्त).



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/-

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

कीटक आणि त्यांची सुपर पाँवर

अनुवाद : स्मिता जोगळेकर

मनुष्य व इतर पशु-पक्ष्यांना अवतीभवती बघताना केवळ डोळ्याच्या बुबुळांची हालचाल करावी लागते. विशिष्ट दिशेला किंवा कोपऱ्यात बघण्याकरता संपूर्ण मान फिरवण्याची त्यांना गरज भासत नाही. माशा आणि इतर कीटक यांना ही सोय नसते. परंतु त्याची कमतरता त्यांना शरीराच्या प्रमाणात मोठे डोळे देऊन निसर्गाने भरून काढली आहे. घुमटाकार असे हे डोळे किंवा दृष्टिपटल 360° ची कक्षा व्यापून टाकण्यास समर्थ आहेत. म्हणजेच संपूर्णपणे मागील बाजूस असणारे दृश्य सुद्धा त्यांच्या नजरेत येते. फिरू शकणाऱ्या डोळ्याच्या जागी यांना असंख्य छोट्या डोळ्यांची देणगी मिळाली आहे. हे असे अगणित डोळे आपापल्या बाजूचे दृश्य टिपून घेतात. चतुर या कीटकाचा एक डोळा अशा छोट्या छोट्या १०,००० डोळ्यांचा बनलेला असतो तर माशीच्या

एका डोळ्यात याच छोट्या डोळ्यांची संख्या ४००० पर्यंत असते. मुंगीच्या डोळ्यात १००० तर हॉर्सप्लाय जातीच्या माशीच्या डोळ्यात २०००० डोळे असतात. सूक्ष्मदर्शकातून याचे अवलोकन केल्यास अतिशय मनोहर अशी रचना दिसू शकते.

हे छोटे डोळे म्हणजे खरे तर भिंगेच आहेत. प्रत्येक भिंगे, समोरील दृश्याचा विशिष्ट भाग किंवा त्या भागाची प्रतिमा टिपून घेते. म्हणजेच समोर येणाऱ्या प्रकाशकिरणांना ठिपक्यांच्या रूपात ग्रहण करते. असे हजारो ठिपके गोळा होत होत एक संपूर्ण दृश्य रचले जाते. हे दृश्य टी.व्ही.च्या पडद्यावरील टिंबांनी बनलेल्या दृश्याप्रमाणेच असते. टीव्ही सारखीच माशीच्या डोळ्याची रचना (Compound eye) असते, यात हलू शकणारा असा एकही भाग नसतो!

प्राणी, पक्षी, कीटक आणि अर्थातच

मनुष्य यांची शरीररचना अभ्यासली तर खरंच थक्क होण्याची पाळी येते. प्रत्येकाचे श्वसन, रुधिराभिसरण, अन्नग्रहण, पचन, उत्सर्जन या साऱ्या यंत्रणा अशा जबरदस्त आहेत की निसर्गाला सलाम करावासा वाटतो. ही कामे अशा रीतीने एकमेकांशी जोडली आहेत की मती गुंग व्हावी. कीटकांना किंवा मुंग्यांना स्वतःची भाषा नाही, ते एकमेकांशी बोलू शकत नाहीत... असे आपण समजतो. पण हे साफ चूक आहे. त्यांची संदेशवहन यंत्रणा आणि संवाद कौशल्य कदाचित आपल्यापेक्षाही प्रगत आहे म्हणावयास हरकत नाही.

आता एवढीशी मुंगीच बघा ना ! अन्नाचा वासच नव्हे तर चवही ती ओळखू शकते. त्यासाठी तिच्या डोक्यावर दोन शुंडिका (अँटेना) असतात. त्यांच्या मुळेच गोड

वासाचा पदार्थ चवीलाही गोड असेल तर मुंगीला त्वरित त्याची जाणीव होते. वाऱ्यातील सर्व मुंग्या एका वेळी अन्नाचा शोध घेण्याकरता बाहेर पडत नाहीत. कीटकशास्त्राच्या भाषेत ज्यांना 'स्काऊट' (टेहळे) म्हणतात अशा पाच-पंधरा कष्टकरी मुंग्या यासाठी बाहेर पडतात. व एकच मार्ग न पकडता सर्व निरनिराळ्या दिशांकडे निघतात. आपल्या इवल्याशा डोक्यावर असलेल्या शुंडिकांच्या मदतीने हवेतील गंधलहरींचा मागोवा घेत पुढे सरकत राहतात. समजा एखाद्या मुंगीला गोड वासाच्या पदार्थाचा सुगावा लागला व तो पदार्थ गोड असल्याची खात्री झाली की तिचे पुढचे काम सुरू होते. पदार्थ नेहमी तिच्या दृष्टिपथात असतोच असे नव्हे. कधी तो खूप लांब असतो, क्वचित प्रसंगी तर तो पुडीत किंवा



निर्मळ

रानवारा

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

अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/-
द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-

वंचित विकास संचलित - रानवारा

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

फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

खोक्यात बांधलेला/गुंडाळलेला असतो. अशा वेळी मुंगीबाई आपल्या दोन्ही शुंडिकाना कामास लावते. पदार्थाचा पत्ता शोधण्याची मोहीम हाती घेतली जाते. ज्या शुंडिकेमध्ये जास्त तीव्रतेने चव व गंधाच्या लहरी ग्रहण केल्या जात असतील त्या दिशेने मग या शोधकाचा प्रवास सुरू होतो.

पत्ता मिळाल्यानंतर स्काऊट मुंग्यांचे काम असते वारुळातील अन्य मुंग्यांना त्याची खबर देणे व त्यांना त्या पदार्थापर्यंत घेऊन जाणे. म्हणूनच शोधक मुंगी जेव्हा वारुळाच्या दिशेने निघते, तेव्हा त्या मार्गावर खुणा करण्याकरता ती फेरोमोन म्हणजेच गंधद्रव्य असलेले ओटीपोट/abdomen किंवा त्याचा अगदी शेवटचा टोकाकडचा भाग म्हणूया, जमिनीवर घासत निघते. त्यामुळे गंधद्रव्याच्या रेषा उमटत जातात म्हणजेच परत जाताना पुन्हा पुन्हा शोधकाम करावे लागत नाही. वारुळाची भाषा या फेरोमोन म्हणजेच गंधद्रव्याची भाषा आहे. या रेषा आखल्या गेल्या म्हणजे मग स्काऊट मुंग्या वारुळात जाऊन विशिष्ट गंध सोडतात, हा गंध, अन्न मिळाल्याचा डांगोरा पिटणारा गंध असतो. या गंधामुळे अन्न मिळाल्याची बातमी सर्व सदस्य मुंग्यांपर्यंत थेट जाऊन पोहोचते. आणि लगेच सर्व वरात निघते एका रेषेत. फेरोमोनच्या आखणी प्रमाणेच सर्वांना जायचे असल्यामुळे अर्थातच रांगेत जाणे अनिवार्य असते. 'रांगेचा फायदा

सर्वांना' वगैरे घोषणा त्यांना सांगाव्या लागत नाहीत, त्या त्यांना जन्मतःच ज्ञात असतात. त्यामुळे मुंग्यांची ही वर्दळ जत्रेसारखी वाटत नाही तर 'क्विक मार्च' करणाऱ्या सैनिकांच्या पलटणीसारखी दिसते. हे शिस्तपालन कोणत्या हद्दीपर्यंत होते हे जाणणे मनोरंजक आहे. फेरोमोन हे एक उडून जाणारे रसायन आहे. याचे रेणू जास्त काळ जमिनीवर टिकत नाहीत तर लगेचच हवेत विरून जातात. त्यामुळे जमिनीवर आखलेल्या दर्शक रेषा नष्ट होण्यास वेळ लागत नाही. पण यासाठीही चोख व्यवस्था या मुंग्यांकडे असते. कष्टकरी मुंग्या आपल्या मागाहून येणाऱ्या मुंग्यांना योग्य दिशा दर्शन व्हावे, त्या भरकटू नयेत यासाठी वेळोवेळी स्वतःच्या शरीरातून सतत नवीन फेरोमोनचे अंकन करतच चालत राहतात. पुसट झालेल्या रेषांवर सतत गडद खुणा करत राहतात व या मार्गावरून जाणारी प्रत्येक मुंगी अखेरीस आपल्या इप्सितापर्यंत जरूर पोहोचते.

केवळ 'मी आणि माझे' ही वृत्ती न ठेवता या मुंग्या आपल्या साथीदारांचाही बरोबरीने विचार करतात. उत्क्रांतीच्या सर्वोच्च पायरीवर असल्याचा दावा करणाऱ्या मनुष्य जातीपेक्षा मग या मुंग्या फार फार वरच्या पायरीवर विराजमान होण्याच्या योग्यतेच्या ठरतात.



गुजराती सफारी मधून साभार
अनुवाद : स्मिता जोगळेकर

आनंद



सायकल चालवताना किती ऊर्जा लागते ?

लेखक : प्रताप हरिदास ● अनुवाद : मीना कर्वे

वेगवान मोटारी, मोटर सायकल्स, बसेस, आगगाड्या, आणि विमानं ही आजच्या काळात वेगाने प्रवास करण्याची वाहनं आहेत. पण तरीही सायकली अजूनही अस्तित्वात आहेत. कित्येक देशात, शहरात, गावात, खेड्यापाड्यांमध्ये आजही हेच सर्वसामान्यांसाठी प्रवासाचं वाहन आहे. त्याचे अनेक फायदे आहेत, मुख्य म्हणजे ते अतिशय स्वस्त आहे, प्रदूषणविरहित आणि तुमच्या आरोग्यासाठीही उत्तम वाहन आहे.

भारतात सायकली बनवणाऱ्या अनेक कंपन्या आहेत आणि त्यातली एक कंपनी तर जगातली सायकल बनवणारी सर्वांत मोठी कंपनी आहे.

आपण मजेत शीळ घालत रस्त्याने सायकल चालवत असताना आपल्या डोक्यात कधीही सायकल चालवण्यासाठी लागणाऱ्या उर्जेचा विचार सहसा येत नाही. ह्या उलट जेव्हा आपण मोटारसायकल किंवा

मोटार चालवत असू तर आपल्याला नेहमीच त्याला लागणाऱ्या इंधनाचा व त्यासाठी लागणाऱ्या पैशांचा विचार सतत करावा लागतो. मग ह्याचा अर्थ असा आहे का की सायकल चालवण्यासाठी आपल्याला कुठल्याच प्रकारच्या इंधनाची गरज नसते ? नाही, तसा समज कुणीच करू नये. आपल्याला माहीतच आहे की आपण जे खातो त्याचे रासायनिक ऊर्जेत रूपांतर होते आणि त्या ऊर्जेचा उपयोग करून आपल्या पायांचे स्नायू सायकलचे पेडल्स मारण्याचे काम करू शकतात. आपल्याला हेही माहीत आहे की आपण जे अन्न खातो त्यामुळे आपल्या संपूर्ण शरीराला ऊर्जा मिळते. मानवी शरीर हे काम साधारणतः २५% कार्यक्षमतेने करते. जर दूर अंतरावर सायकल चालवत जायचं असेल तर किंवा जलद गतीने सायकल चालवायची असेल तर तुम्हाला जास्त अन्न खाण्याची गरज आहे.

१९०३ सालापासून, फ्रान्स आणि त्याच्या आसपासच्या देशातून दरवर्षी होणारी सायकल शर्यत ही 'Tour de France' ह्या नावाने ओळखली जाणारी अतिशय प्रतिष्ठेची आणि महत्त्वाची शर्यत समजली जाते. ही शर्यत ३ आठवडे चालते आणि त्यात भाग घेणारे सायकल चालक ३६०० कि.मी. अंतर पार करतात. ह्या शर्यतीतील स्पर्धकांच्या सरासरी १०,००० कॅलरीज खर्च होतात. ह्या शर्यतीत भाग घेणाऱ्या स्पर्धकांसंबंधी काही प्रयोग करताना शास्त्रज्ञांना असं आढळून आलं की एवढ्या जास्त शारीरिक श्रमानंतरही ह्या सायकल चालकांचे शारीरिक वजन जेवढे नेहमी असते तेवढेच कायम राहते, हे

कसे साध्य होते? शास्त्रज्ञांनी त्यांची आहार घेण्याची पद्धत, अन्नपदार्थांचे प्रकार आणि दररोज किती अन्न खाल्ले, ह्याचा अभ्यास केला. शर्यतीत भाग न घेतलेल्या व्यक्ती अन्नाची एक लहान थाळीभर अन्न व पेय घेतात, तर शर्यतीतील स्पर्धक दररोज मोठ्या २ थाळ्या भरून अन्न व इतर पेये घेतात असं त्यांना आढळून आलं. अर्थातच हे स्पर्धक खाल्लेल्या अन्नाचा व पेयांचा उपयोग संपूर्ण स्पर्धेसाठी ऊर्जा मिळवण्याकरता करतात. आपण ह्या सायकल चालकांना आवश्यक असलेल्या ऊर्जेचे मापन करू शकतो का?

सरळ रस्ता, जोराचा वारा नसणे, ठराविक वेग म्हणजेच जास्त जोर देऊन सायकल

5 mph	-	7 cal/mile	-	37 cal/hr.
10 mph	-	13 cal/mile	-	133 cal/hr.
15 mph	-	23 cal/mile	-	349 cal/hr.
20 mph	-	37 cal/mile	-	742 cal/hr.
25 mph	-	55 cal/mile	-	1374 cal/hr.
30 mph	-	77 cal/mile	-	2303 cal/hr.

जर सायकल चालवण्याच्या सर्वसाधारण वेगाची आणि तुम्ही एकूण किती वेळ सायकल चालवली ह्याची कल्पना असेल तर तुम्ही किती कॅलरीज खर्च केल्या ह्याचे मापन करता येईल. इथे सपाट जमिनीवरचा सर्वसाधारण वेग धरला आहे.



चालवण्याची गरज नसताना आदर्श रस्ते, योग्य सायकल, आणि सक्षम स्पर्धक असेल तर अशा (सामान्य) परिस्थितीत सायकल चालवण्यासाठी किती ऊर्जा लागते हे काढण्यासाठी आपण खालील समीकरण मांडू शकतो.

हे समीकरण मांडताना स्पर्धकाचा वेग, वाऱ्याचा वेग, सायकल चालकाचे वजन, सायकलचे वजन, रस्त्याचा उतार किंवा चढ त्यानुसार बदलणारा सायकलचा वेग आणि गुरुत्वाकर्षण या गोष्टी लक्षात घ्याव्या लागतात.

W = वॅट्समध्ये शक्ती

C_v = स्पर्धकाचा वेग - मीटर्स/सेकंद मध्ये

K_1 आणि K_2 = स्थिरांक, खालील तक्त्यात

C_w = वाऱ्याचा वेग मीटर्स/सेकंद मध्ये

E_m = सायकल चालकाचे वजन व सायकलचे वजन किलोमध्ये

S = रस्त्याच्या पृष्ठभागाचा उतार किंवा चढ टक्केवारी % मध्ये.

a = सायकलचा वेग वाढवण्याचे प्रमाण मीटर्स/सेकंद मध्ये.

g = गुरुत्वाकर्षणा नुसार वाढलेला वेग
 = ९.८०६ मीटर्स/सेकंद^२
 समुद्रसपाटीवर
 आता पेडल्स मारण्यासाठी खर्च केलेली ऊर्जा काढण्यासाठी

$$\text{cal/min} = \frac{(K_1)(C_v)(K_2)(C_v)^3}{69.78}$$

खाल्लेल्या अन्नाच्या कॅलरीजमधून ऊर्जा मिळवण्याची शरीराची जास्तीत जास्त २५% क्षमता असते. म्हणून स्पर्धकाला आपला वेग कायम राखण्यासाठी प्रत्येक मिनिटामागे किती कॅलरीज अन्नातून मिळवण्याची आवश्यकता असते ते काढण्यासाठी

मिळवलेल्या कॅलरीज/मिनिट

$$= \frac{\left[(K_1)(C_v) + (K_2)(C_v)^3 \right]}{69.78/0.25}$$

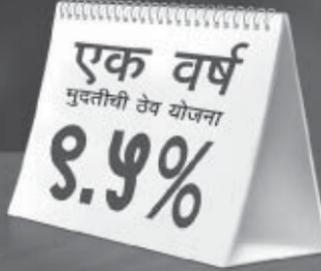
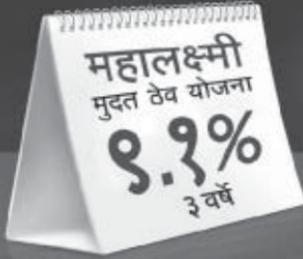
ह्यावरून असे दिसून येईल की जर तुम्हाला जास्तीत जास्त कॅलरीज खर्च करायच्या असतील तर तुम्हाला खूप जोरात सायकल चालवावी लागेल !



जंतरमंतर डिसेंबर २००६ मधून साभार

गृहिते	चढावर जाणारी सायकल	साधी सायकल
सायकलचे वजन	१५ किलो	१० किलो
सायकलवरील वजन	८० किलो	७५ किलो
K_1	७.८४५	३.५०९
K_2	०.३८७२	०.२५८९

मिळवा महा व्याज



बँक ऑफ महाराष्ट्र सादर करीत आहे दोन महा व्याज मुदत ठेव योजना

वैशिष्ट्ये

महालक्ष्मी मुदत ठेव योजना	एक वर्ष मुदतीची ठेव योजना
<ul style="list-style-type: none">• व्याज दर - ९.९०% अन्य ग्राहकांसाठी• व्याज दर - ज्येष्ठ नागरिकांसाठी ९.६०%• किमान ठेव रक्कम रु.२०,०००/-• ऑफर मर्यादित कालावधीसाठी	<ul style="list-style-type: none">• व्याजदर - ९.५०% अन्य ग्राहकांसाठी• व्याज दर - ज्येष्ठ नागरिकांसाठी ९०.००%• किमान ठेव रक्कम रु.२०,०००/-



बँक ऑफ महाराष्ट्र
(भारत सरकारचा अंगीकृत व्यवसाय)

महा बँकिंग सोपे व सुलभ !

अखिल भारतीय निःशुल्क दूरध्वनी क्र.: १८०० - २२०८८८ / १८०० - २२२३४०

www.bankofmaharashtra.in

नामवंत संशोधकांची खंत

लेखक : डॉ. पुरुषोत्तम जोशी

माणसाच्या ऐहिक जीवनावर विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यांचा जबरदस्त प्रभाव आहे. त्यांच्यापासून माणसाला होणारे फायदे अगणित असून विज्ञान व तंत्रज्ञान यांची पोहोच फार दूरवरची आहे. आज अस्तित्वात असणाऱ्या तंत्रज्ञानाच्या फायद्याची उदाहरणे द्यावयाची झाल्यास वीज, स्वयंचलित वाहने, आगगाडी, विमाने, जहाजे, दूरसंवाद साधने, प्रतिजैविकांसारखी जीवरक्षक औषधे, प्लास्टिक, नायलॉन पॉलिएस्टर, रासायनिक खते डोळ्यासमोर उभी राहतात. आता तर, आपण माहिती तंत्रज्ञानाच्या, ज्ञान व्यवस्थापनाच्या, जैवतंत्रज्ञानाच्या आणि अतिसूक्ष्मातीसूक्ष्म तंत्रज्ञानाच्या विश्वासाह युगामध्ये प्रवेश केला आहे.

माणूस इतर ग्रहांवर स्वतःच्या वसाहती स्थापित करण्याची, जीवघेण्या रोगांचा नायनाट करण्याची आणि स्वतःच्या आयुष्याच्या वाढीची रमणीय स्वप्ने पाहात आहे. या स्वप्नांचे सारे श्रेय विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या खाती जमा आहे. त्याचबरोबर त्या खाती काही वजाबाकीही जमा आहे.

युद्धामध्ये वापरल्या गेलेल्या अणुबॉम्बचा आणि आज अतिरेकी वापरत आहेत त्या विध्वंसक साधनांचा या वजाबाकीत तोटा म्हणून समावेश आहे. या विध्वंसक साधनांच्या निर्मितीत सहभागी झालेल्या संशोधक शास्त्रज्ञांचे मन त्यांच्या निर्मितीबाबत साशंक आहे, द्विधा आहे. आपण जे संशोधन केले ते माणसाच्या भल्यासाठी की नाशासाठी? त्या रसायनांचा अंतिमतः आणि अनपेक्षितपणे केला गेलेला वापर पाहून त्यांचे मन व्यथित झाले आणि आजही होते आहे असे आढळते. द्विधास्थितीत सापडलेल्या काही गतकालीन संशोधकांनी आपल्या व्यथेचे आपल्या परिने विस्मयकारक परिमार्जन केल्याचे दिसून येते.

या परिमार्जक संशोधकांपैकी आल्फ्रेड नोबेल (१८३३-१८९६) हा ब्रिनीचा संशोधक आहे. तो स्विडीश होता. त्याने सुरंगाची दारू, स्फोटक जिलेटीन, धूरविरहीत स्फोटक पूड आणि नायट्रोग्लिसरीनचा शोध लावला आणि निर्मिती केली. त्याने क्रिमियन युद्धामध्ये (१८५३-१८५६) सहभागी



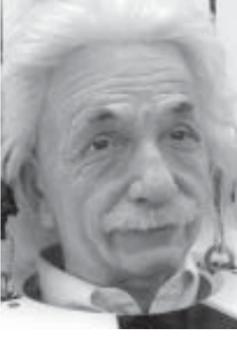
झालेल्या राष्ट्रांना नायट्रोग्लिसरीनचा विपुल पुरवठा केला आणि अमाप धन गाठी बांधले.

नोबेल यांनी शोधलेल्या रसायनांचा - प्रवासाच्या मार्गाआड येणारे पहाड फोडणे, भुयारी मार्ग तयार करणे, विहिरी खोदणे यासारख्या चांगल्या कारणांसाठी सुद्धा केला जात होता. परंतु, तुलनात्मक दृष्टीने पाहिले तर, या रसायनांचा वापर बुद्धीपुरस्सर माणसांच्या संहारासाठीच अधिक प्रमाणात केला गेला. आल्फ्रेड नोबेल यांना ही गोष्ट माहिती होती. परंतु आपण संशोधक असून संशोधित सामग्रीचा उपयोग कोणी चांगल्यासाठी न करता विध्वंसनासाठी केला तर त्याची जबाबदारी आपल्यावर येत नाही अशी त्यांची भूमिका होती. त्या काळातील सुजन आणि विचारवंत यांना ही भूमिका मान्य नव्हती. क्रिमियन युद्धात झालेल्या प्रचंड हानीची जबाबदारी, हानीकारक रसायने पुरविणारा या नात्याने नोबेल यांच्यावर टाकून त्यांना दोषी ठरविले गेले. या दोषारोपामुळे आल्फ्रेड नोबेल व्यथित झाले आणि पुढील

पिढीही आपणास काय म्हणेल या विचाराने शंकीत झाले. आपल्या कृतीचे प्रायश्चित (!) म्हणून की काय त्यांनी आपल्या सर्व संपत्तीविषयी प्रतिष्ठान स्थापले आणि त्याद्वारे माणसाच्या अभ्युदयासाठी विशेष कार्य करणाऱ्या जागतिक संशोधकांना तसेच गौरवास्पद सामाजिक कार्य करणाऱ्या मान्यवर कार्यकर्त्यांना त्यांनी केलेल्या कार्याचे कौतुक आणि मान्यतेचे प्रतिक म्हणून पुरस्कार प्रदान करण्याची योजना आखली. या अभिनव योजनेचे फल आपण प्रतिवर्षी पाहात आहोत. आल्फ्रेड नोबेल यांना आपण आज संशोधक म्हणून नव्हे तर, उच्च कोटीतील दानशूर व्यक्ती या दृष्टीने ओळखत आहोत.

अल्बर्ट आइनस्टाइन आणि अणुबॉम्ब

राजकीय प्रशासनाने लावलेल्या आपल्या शोध कार्याच्या मथितार्थाने खंतावलेल्या संशोधकांपैकी सर्वात जास्त खंतावलेला संशोधक म्हणजे अल्बर्ट आइनस्टाइन (१८७९-१९५५) होय. आइनस्टाइन यांच्या $e = mc^2$ या सर्वपरिचित आणि सुप्रसिद्ध समीकरणामुळे जणू अणुगर्भातील सुप्त उर्जा मोकळी झाली, सळसळत उफाळून आली आणि तिने अणुबॉम्बला जन्मास घातले. जग जेव्हा त्यांना अणुबॉम्बचे जनक म्हणून गौरवित तेव्हा आइनस्टाइन ते ऐकून अतिशय अस्वस्थ होत. 'आपले शोध कार्य केवळ सैद्धांतिक आहे. त्याचा वापर विध्वंस करण्याकडे होईल हे जर मला माहीत असते



तर ते शोध कार्य मी शास्त्रीय जगतापुढे ठेवलेच नसते' असे नेहमी म्हणत असत. त्यांचे हे म्हणणे संशयारूपद वाटते. या

भौतिकी शास्त्रज्ञ होते. १६ जुलै १९४५ रोजी मी विसकाचे या वाळवंटांमध्ये जेव्हा प्रायोगिक तत्त्वावर हायड्रोजन बॉम्बचा स्फोट घडवून आणला गेला, तेव्हा तो स्फोट, याची देही याची डोळा



संदर्भात, त्यांनी अमेरिकेच्या राष्ट्राध्यक्षांना चार पत्रांची मालिका लिहिली होती. त्या पत्रा-तील आशयच 'मॅनहॅटन प्रकल्पाच्या' प्रस्थापनेस कारणीभूत झाला, अणुबॉम्बची निर्मिती झाली आणि ते हिरोशिमा आणि नागासाकी या शहरावर टाकले गेले. या गोष्टी आपल्याला विसरता येणार नाहीत. असे असले तरीही, ही गोष्टही खरी आहे की या महान संशोधक शास्त्रज्ञाला त्या घटनेबद्दल साऱ्या जन्मभर खंत आणि अपराधीपणा जाणवत राहिले. आपल्या आयुष्याच्या संध्याकाळी खेद व्यक्त करून ही श्रेष्ठ व्यक्ती, 'आपल्याला पुन्हा एकदा मनुष्य जन्म मिळाला तर मी संशोधक शास्त्रज्ञ होण्यापेक्षा, चारीही हंगामांमध्ये फळविक्रेता होणे पसंत करीन!' असे म्हणत असे.

जे. रॉबर्ट ओपन हायमर आणि हायड्रोजन बॉम्ब

अणुबॉम्बच्या निर्मितीमध्ये जे शास्त्रज्ञ सहभागी झाले होते. त्यातील जे. रॉबर्ट ओपनहायमर (१९०४-१९६७) हे एक

पाहणाऱ्या ओपन हायमर यांनी स्फोटातून निर्माण झालेल्या तेजाचे आणि उर्जेचे वर्णन करित असता आपल्या भगवद् गीतेतील *दिवि सूर्यसहस्रस्य भवेद् युगपदुस्थिता ।*
यदि भाः सदृशी सा स्याद् भासस्तस्य
महात्मनः ॥

श्लोक उद्धृत करून आपला विस्मय आणि भय उत्पादक भावना प्रकट केल्या. १९४५ च्या ऑगस्टमध्ये हिरोशिमा आणि नागासाकी या शहरांवर टाकलेल्या अणुबॉम्बमध्ये झालेली अपरिमित वित्त आणि जैविक हानी पाहिल्यावर ओपनहायमर अतिशय व्यथित झाले. परिणामतः त्यांनी पुढे हायड्रोजन बॉम्बच्या निर्मितीत सहभागी होण्याचे नाकारले. त्यांचा ठाम नकार, प्रशासकीय अधिकाऱ्यांना सहन झाला नाही. त्यांनी ओपनहायमर यांना राहत्या घरीच अटकेत ठेवले आणि त्रास द्यावयास सुरुवात केली.

'हायड्रोजन बॉम्बच्या निर्मितीत आपणास

सहभागी व्हावयाचे नव्हते तर, अणुबॉम्बच्या निर्मितीत आपण कसा भाग घेतलात ?' असा प्रश्न एका वार्ताहराने एकदा विचारला असता ते म्हणाले, 'तंत्रशास्त्रदृष्ट्या सिद्ध झालेली कोणतीही गोष्ट भौतिक शास्त्रज्ञाला आवडते, स्वीकारार्ह वाटते.' त्यांच्या म्हणण्याच्या मथितार्थ असा की, विज्ञानाला समाधान ही गोष्ट माहीत नसते. सत्याच्या शोधाला अंत नसतो. अवती भवतीच्या गोष्टी जाणण्याची समजावून घेण्याची तीव्रतम इच्छा, शोध घेणे, शोध लावणे ह्या शास्त्रज्ञांच्या अतीव आवडीच्या बाबी आहेत. तो त्यांच्या प्रेमातच पडलेला असतो. निसर्गातील घडामोडींचा उलगडा करण्यासाठी चालवलेल्या संशोधनामध्ये तो इतका गुंतून गेलेला असतो की, नीतिमत्ता आणि तिचे असाधारण मूल्य याचे त्याला भानच राहत नाही.

विज्ञान, तंत्रज्ञान एका बाजूला आणि नीतिमत्ता व मूल्ये दुसऱ्या, अशा कात्रीत सापडलेले अनेक शास्त्रज्ञ, 'विज्ञान हे अनीती आणि मूल्ये यांच्याबाबत तटस्थ आहे, ते वार्डेट तशाच चांगल्या गोष्टींच्या निर्मितीसाठी समर्थ आहे. परंतु त्या निर्मितीचा वापर कसा करावयाचा ते सांगत नाही. घातक वापर झाला तर दोष शास्त्रज्ञांवर लादण्याऐवजी घातक वापर करणाऱ्यांवर लादावयास हवा' असे म्हणतात. कर्करोगपीडित रुग्णाच्या शस्त्रक्रियेसाठी वापरला जाणारा चाकू कोणी कोणाचा तरी खून करण्यासाठी वापरला तर

चाकू तयार करणाऱ्या कारागिराला कोणी दोषी ठरवत नाही !

सर्व वादविवादामध्ये बहुधा काही ना काहीतरी त्रुटी आढळते. तशी त्रुटी वर उल्लेख केलेल्या स्पष्टीकरणामध्ये आहे. चाकूची तुलना अणुबॉम्बशी करणे अयोग्य आहे. अणुबॉम्बची निर्मिती विनाश करण्यासाठीच आहे आणि कोणीही शास्त्रज्ञ, जो अणुबॉम्बच्या निर्मितीशी संलग्न आहे, त्याने आपण निरागस असल्याचे सांगण्यापेक्षा दोषातील आपला वाटा निःसंकोच उचलण्यास तयार असावयास हवे.

आम्ही केवळ माणसाला हितकारक आणि फायद्याचे ठरणारेच संशोधन करावे का ? - हा प्रश्न विचारणं धारिष्ट्याचे. कारण आज जरी एखादे संशोधन निरुपद्रवी वाटले तरी नंतर केव्हातरी त्याचा विध्वंसक कार्यासाठी उपयोग होणे अशक्य नाही.

विध्वंसक शस्त्रांच्या निर्मितीत या संशोधक शास्त्रज्ञांचा सहभाग असला तरी त्याने उद्ध्वस्त झालेल्या माणसांबद्दल वाटणारी कणव आणि पश्चातापबुद्धी त्यांच्या मनी-मानसी घर करून होती यात संदेह नसावा !

◆◆

(संदर्भ : C.R.R. Nair (2006) Scientists Guilt feeling, Science India Vol. 9(6) 44-46) पूर्वप्रसिद्धी सृष्टीज्ञान ऑक्टोबर २००६

लेखक : पुरुषोत्तम जोशी, प्राणीशास्त्राचे अभ्यासक, पुणे विद्यापीठातून निवृत्त, सृष्टीज्ञान संपादक मंडळात सहभागी.

लिओनार्डो द विन्सी

एक अद्वितीय कलाकार
(इ.स. १४५२-१५१९)

लेखक : राम अनंत थत्ते



पंधराव्या शतकातील इटालियन इतिहासतज्ज्ञ वसारी असे म्हणाला की 'एखाद्या व्यक्तीवर परमात्मा क्वचितच इतकी उधळण करतो की त्या व्यक्तीत सौंदर्य, सामर्थ्य, शालीनता व सहजता ह्या सर्व गोष्टी एकत्र येतात. ती व्यक्ती मग जे काही कार्य करते त्यात पावित्र्य असते, ती गोष्ट इतर कुणापेक्षाही वेगळी असते. ती कृति मग देवाचीच असते. ती कुठल्याही मनुष्य प्राण्याची असूच शकत नाही.'

ह्या वरील सर्व गोष्टी परमात्म्याने लिआनार्डो द विन्सीमध्ये एकवटलेल्या होत्या असे म्हटले तर ती अतिशयोक्ती होणार नाही.

त्याचं व्यक्तिमत्वच असं होतं की त्याचं बोलणं सर्वाना गुंगवून टाकत असे. शारीरिक ताकद तर अशी होती की तो घोड्याचा नाल

एका हाताने सहजगत्या वाकवित असे परंतु त्याचे हृदय मात्र गुदुर गु करणाऱ्या कबुतरासारखे होते. त्याला प्राण्यांची खूप आवड होती व प्राण्यांवर प्रेमपण होते. बाजारातून जाताना विकण्यास आलेल्या पिंजऱ्यातील पक्षी विकत घेऊन तो आकाशात उडवून देत असे. पिंजऱ्यात बंद केलेले पक्षी पाहून तो व्यथित होत असे!

त्याच्या पेंटिंग व शिल्पकामातील प्राविण्याने त्याच्या आधीच्या व बरोबरीच्या लोकांना त्याने केव्हाच मागे टाकले. त्याने स्वतः केलेले प्रयोग, त्याने लावलेले शोध काळाच्या कितीतरी पुढे होते. त्याचे विज्ञानशास्त्र, अभियांत्रिकी कौशल्य हे जसे युद्धाकरता उपयोगात आले तसेच विहिरीतून सहजगत्या पाणी काढण्याचे तंत्रदेखील

सर्वांच्या उपयोगी पडले. तो स्वतः संगीतकार, संगीत रचनाकार, नाट्यप्रयोग, बॅले लिहिणारा व करून घेणारा असा होता. 'अॅनाटॉमी' वरील त्याचं पुस्तक हे जगाच्या इतिहासातील शरीर रचनेवर असलेले पहिले पुस्तक, ह्या सर्व गोष्टी विचारात घेतल्या तर ह्याच्यासारखा फक्त हाच.

एप्रिल १५, १४५२ मध्ये कॅटरीना नावाच्या एका सोळा वर्षांच्या शेतकरी मुलीच्या पोटी लिओनार्डोचा जन्म झाला. पिएरो द विन्सीला त्याच्या आईवडीलांनी आपल्यापेक्षा हलक्या जातीच्या मुलीशी लग्न करण्यास विरोध केला कारण ते सर्व घराणे वकीलांचे (नोटरी) होते. वकिली करामतीने लिओनार्डोला त्याच्या आईकडून विकत घेऊन दुसऱ्या चांगल्या मुलीशी पिएरोचे लग्न

करून त्याला दत्तक पुत्र म्हणून वाढवले.

आपल्या कुटुंबाच्या इस्टेटीच्या शेतीवर राहून लिओनार्डो नेहमी तिथले रमणीय निसर्ग सौंदर्य उपभोगत असे. वाहत्या नदीत डुंबणे, खेकडे पकडणे, निरनिराळ्या रंगाची फुले गोळा करणे हा त्याचा आवडता छंद होता. त्याच गोष्टी पुढे त्याच्या पेंटिंगमध्ये पण दिसतात. संगीताची आवड, त्यात वाद्य वाजवण्यात निष्णात, हे सर्व असताना ओठांमधून रसाळ कविता जर बाहेर पडल्या नाहीत तर नवलच !

पिएरोने एकदा लिओनार्डोने काढलेले चित्र बघितल्याबरोबर त्याला ताबडतोब आंद्रे डेल व्हेरोशिओ ह्या सर्व कला चांगल्या तऱ्हेने जाणणाऱ्या शिक्षकाकडे ठेवले. व्हेरोशिओ हा सर्व कलांचा जाणकार होता



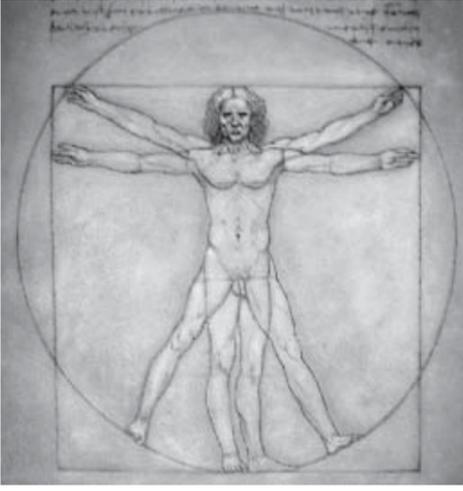
त्याला सर्व गोष्टींची चांगली माहिती होती अन् त्या मुळेच लिओनार्डो तेथे रमला. शिल्पकला, चित्रकला, वास्तुकला, संगीत, भूमिती व इतिहास ह्या गोष्टींचा अभ्यास करताना गुरु व शिष्य हे दोघेही धन्य होत असत. व्हेरोशिओकडे 'बर्थ ऑफ व्हीनस' हे महान पेंटिंग करणारा बॉटीसिली पण विद्यार्थी म्हणून होता. लिओनार्डो आणि तो दोघे चांगले मित्र बनले. ते तेथेच भांडले, तंडले, खेळले, कुस्ती खेळले, घोडेस्वारी केली. मैदानी खेळ हा तर लिओनार्डोचा आवडता छंद होता!

लिओनार्डो फ्लॉरेंसमधील प्रत्येक चर्च, वास्तू, स्थळांचा चांगला अभ्यास करून त्यातील कलेच्या खजिन्यावर तुटून पडत असे. तत्कालिन गणितज्ञांकडे, ज्योतिषशास्त्रज्ञांकडे, आकाश निरीक्षकांकडे, भूगोल व इतिहासतज्ञांकडे जाऊन त्यांच्याकडून जे जे मिळेल ते ते घेऊन मनात साठवून चिंतन करित असे. कला व शास्त्र ह्या दोन्ही गोष्टी म्हणजे एकमेकांचा अविभाज्य असा समन्वय आहे असे त्याचे मत होते. दोन्ही गोष्टींमुळेच आपल्याला परमात्म्याच्या अफाट विश्वाची ओळख व्हायला मदत होते असे त्याला वाटत असे. जीवनातील प्रत्येक गोष्टींशी त्याची तद्रूपता किती होती हे त्याने केलेल्या निरनिराळ्या रेखाटनांमधून लक्षात येते. एका स्केचमध्ये

सैनिकांनी मारलेला शत्रू दिसतो व दुसऱ्यात सैनिक स्वतः मरणाच्या खाईत पडलेला दिसतो. पायाचे गुडघे टेकून देवाला आळवणारी स्त्री दिसते तर भुकेने प्राण कंठाशी आलेली भिकारीण पण दिसते. सुंदर व भीतीदायक, निरोगी व रोगी, वृद्धाचे मरण तर फाशीवर चढवलेल्या कैद्याची तडफड आईच्या स्तनांशी खेळणारे शिशुबालक अन् पाळण्यात झोपी गेलेले बालक ह्या सर्वांची स्केचेस करताना लिओनार्डो गुंग होत असे! मानवी शरीराचे प्रमाण चांगल्या तऱ्हेने समजण्यासाठी त्याने प्रेते फाडून केलेली स्केचेस आपली मती गुंग करतात. लिओनार्डोने शरीररचनेवर सर्वात जास्त भर दिलेला आढळतो. तो दोन्ही हातांनी चित्रे काढत असे.

आपले स्नायू ह्या शरीरामध्ये पसरलेल्या तरफा (लिव्हर्स) आहेत, आपला डोळा म्हणजे एक प्रकारचे भिंग आहे, आपले हृदय





Vitruvian Man

हात व पायांच्या स्थितीवरून वर्तुळ, त्रिकोण आणि चौकोन कसे तयार होतात हे दाखवणारी लिओनार्डो रचित आकृती. या आकृतीच्या प्रमाणांवरूनच लिओनार्डोने आपली चित्रे रेखाटली त्यामुळेच ती प्रमाणबद्ध व रेखीव झाली.

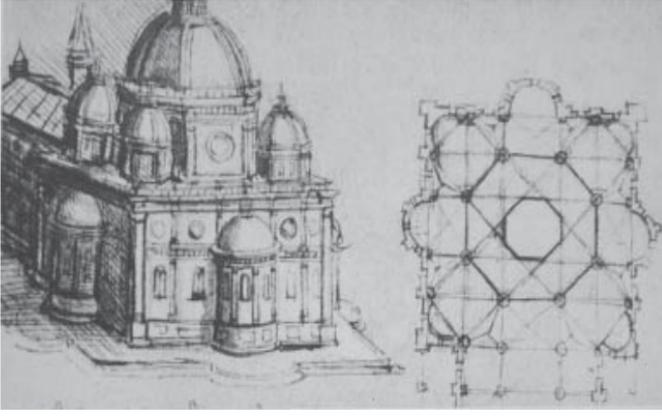
म्हणजे हायड्रॉलीक पंप आहे व आपली नाडी व आपल्या हृदयाच्या ठोक्यांचा एकमेकांशी गाढा संबंध आहे हे त्याचे निरीक्षण हे त्याच्या शरीरशास्त्र रचनेच्या अभ्यासाचे द्योतक आहे.

त्याच्या वयाच्या तिसाव्या वर्षी लोरेन्झोच्या शिफारशीमुळे ल्युडोव्हीको स्फोरझा 'मूर' याने लिओनार्डोला निमंत्रण पाठवून बोलावून घेतले. तो मिलानच्या सिंहासनाचा रक्षणकर्ता होता. त्यासाठी तो क्रूरकर्मा म्हणून पण ओळखला जात असे. त्याची वास्तववादी विचारसरणी वाखाणण्यासारखी होती. लिओनार्डोने त्याच्यासाठी सैन्याला ने-आण करणे, नदी ओलांडणे सोयीचे जावे म्हणून उघडझाप करता येणाऱ्या पुलाची निर्मिती केली. शत्रूच्या खंदकातील पाणी ओढून घेणाऱ्या पंपाचा शोध लावला. पायदळासाठी चिलखती वाहनांचे त्याचे आराखडे

बघण्यासारखे आहेत.

मिलानला गेल्यानंतर त्याच्या नोकरीचा एक भाग म्हणून डचेसच्या बाथची प्लंबिंगची व्यवस्था व 'मूरच्या' अभिमानी आणि थंड अशा 'मिस्ट्रेस'च्या पेंटिंगचे काम देण्यात आले. त्याने शहरामध्ये नदीचे कालवे काढून पाणी व्यवस्थापन पण केले. त्याला किल्ल्यांची माहिती आहे असे आढळून





पण त्याच्याकडे आले. तेथे काम करीत असताना निसर्गामधील धो धो पडणारे धबधबे, पहाडाच्या दगडांच्या फटीतून डोकावणारे वेली वृक्ष फुले बघून त्याचा उपयोग नंतर

आल्याने आल्प्स पर्वराजीमध्ये दऱ्यामधून येणाऱ्या रस्त्यांचा शत्रूंपासून बचाव व्हावा म्हणून उत्तरेकडे कोट व बुरुज उभारणीचे काम

त्याच्या पॅटींग्जमध्ये केलेला आढळतो.

त्याच गोष्टींचे स्मरण चित्र त्याच्या 'दी वर्जिन ऑफ द रॉक्स' ह्या पॅटींगमध्ये आपणाला दिसते. त्या निसर्गचित्राच्या आकृतिबंधात पार्श्वभूमीवरील पहाड त्यात उगवलेल्या वनस्पती, पहाडातून कोसळणारे धबधबे, छोट्याशा जीझसच्या पाठीवर हात ठेवून त्याला सांभाळणारी मॅडोना, ईश्वराचे अस्तित्व दाखवणारा देवदूत, त्याचे बोट जीझसकडे दाखवून सेंट जोनचे लक्ष वेधतो आहे असे आपणास दिसते. देवदूताची आकृती म्हणजे आपल्या मनात, स्वप्नात दिसणारा देवदूतच साक्षात उभा राहतो.



लास्ट सपर

'ख्रिस्ताचे अंतिम भोजन' (लास्ट सपर) हे जगप्रसिद्ध पॅटींग (१४९७) स्टे. मेरीआ डेलीओ ग्रॅंझि मिलान

येथील एका कॉन्व्हेंटच्या भिंतीवर काढलेले मोठे भित्तिचित्र. ह्या भित्तिचित्रात येशू ख्रिस्त आपल्या सहकाऱ्यांबरोबर एका मोठ्या डायनिंग टेबलावर भोजनाचे साहित्य घेऊन बसले आहेत. सर्वजण भोजनास सुरुवात करणार तेवढ्यात ख्रिस्ताचे “तुमच्यापैकीच एक जण माझा विश्वासघात करणार आहे” हे वाक्य ऐकून सर्व जणांची उडालेली धांदल लिओनार्डोने फारच कौशल्याने रुजू केलेली आहे. ख्रिस्ताच्या उजव्या बाजूला बसलेला तिसरा ज्युडासचा हात ब्रेडच्या बशीपासून मागे सरकलेला दिसतो. त्याच्यामागे बसलेला पीटर आपली प्रेमिका जोनच्या कानात काही तरी सांगताना दिसतो. डाव्या हाताच्या बाजूला थॉमस, आश्चर्यचकीत झालेला जेम्स द ग्रेट व सुंदरतेचे प्रतिक फिलीप दिसतो त्याचा अविर्भाव ‘लॉर्ड, तुम्हाला निश्चित माहीत आहे की मी तो

नाही!’ लिओनार्डोने रंगवलेले हे चित्र दुसऱ्या कुणीही कुठल्याही आकृतिबंधात बसवणेच शक्य नाही इतके ते जिवंत वाटते ! लिओनार्डोच्या सर्व गुणसंपन्न स्वभावाशी त्याचा कामाबाबतचा संथपणा मात्र विरोधाभास दाखवतो. ‘लास्ट सपर’ चे काम चालू असताना ड्यूकने विचारले की, “अरे केव्हा पुरे होणार आहे हे सर्व ?” त्यावर लिओनार्डोने उत्तर दिले, “सर्व काही छान झाले आहे पण मला दोन चेहेरेच सापडत नाहीत. एक त्या असामान्य अशा दैवी पुरुषाचा-जीझसचा अन् दुसरा ज्याने विश्वासघात केला त्या ज्युडासचा ! असा कुणी खरोखर असेल कां ? जीझसच्या चेहऱ्यासाठी वाटलं तर तुमचाच चेहरा रंगवतो आणि चित्र पुरे करून टाकतो !” एवढे रोखठोक उत्तर ऐकल्यावर ड्यूक तेथून निघून गेला. जाताना त्याने सांगितले की “काम



करू द्या त्याला शांततेने !”

लास्ट सपर जेथे ज्या भिंतीवर रंगवले त्या भिंतीचे प्लॅस्टरच मुळी रंगकामाला योग्य नव्हते. त्यावर रंग बसत नव्हते. वीस वर्षांनंतर त्या पेंटिंग्जचे पापुद्रे निघाले त्याच पेंटिंगमध्ये नंतर एक दरवाजापण काढला गेला. नेपोलियनचे सैन्य तेथे घुसल्यानंतर त्यांनी एकेका व्यक्तीवर नेमबाजी करून बंदुकीच्या गोळ्या पण चालवल्या. पेंटिंगज दुरुस्त करणाऱ्या असंख्य तुकड्यांनी त्या पेंटिंगचे खूपच हाल केले. नंतरच्या काळामध्ये पेंटिंग दुरुस्त करणाऱ्या चित्रकारांनी मात्र प्राण ओतून ते चित्र मुळाबरहुकूम तयार केले. त्या करिता लिओनार्डोने केलेली असंख्य रेखाटणे त्यांच्या कामाला आली.

मोनालिसा (१५०३-१५०६)

लास्ट सपर पेशाही आजही सर्वतोमुखी असलेले हे पोर्ट्रेट हे घेराडींनी गावाच्या मे. ज्योकोंदो ऑफ फ्लॉरेन्स ह्याच्या तिसऱ्या पत्नीचे आहे. अत्यंत श्रीमंत व फॅशनमध्ये व्यस्त असलेल्या ह्या स्त्रीचे हे चित्र मात्र काळ्या रंगातील कपड्यांमध्ये आहे. कारण नुकतेच तिचे मूल मृत्युमुखी पडलेले आहे. सुतकात असलेल्या मोनालिसाच्या हातांच्या बोटात म्हणूनच वेडींग रिंग दाखवलेली नाही आहे.

प्रत्यक्ष घेराडींनीपेक्षा थोडीशी लिओनार्डोच्या स्वप्नील अशा



वातावरणातील ही स्त्री आपल्या उजव्या खांद्यावरून पाठीमागे बघते आहे असे वाटते. हे पेंटिंग करित असताना लिओनार्डोने आपल्या स्टुडिओत संगीतकार आणून बसवले होते. सांद्र संगीताच्या पार्श्वभूमीवर ‘मोनालिसा, तिचे गूढ असे स्फिंक्ससारखे मंद स्मित, चित्रकलेला ललामभूत असा ठरलेला तिचा उजवा हात, त्याची नाजूक बोटे’ हे सर्व करत असताना लिओनार्डोला हे चित्र अपुरे आहे असेच वाटत असे. शेवटी हे चित्र तसेच त्याच्याकडेच राहिले. मे. ज्योकोंदोने ते नेलेच नाही. १९११ मध्ये त्या पेंटिंगचे फोटो काढण्यासाठी म्हणून लुव्र म्युझियम मधून ह्याची चोरी करण्यात आली. दोन वर्षांनंतर फ्रान्सच्या सिंक्रेट सर्विसच्या

अथक प्रयत्नांती ते पेंटींग पुन्हा लुव्रमध्ये दाखल झाले.

लिओनार्डोच्या पेंटींगमध्ये काही तरी दैवी शक्ती नक्कीच होती. त्याच्या कल्पनेचा विस्तार आकाशाला गवसणी घालणारा होता असेच नव्हे, तर समुद्राचा तळ शोधणारा पण होता. पक्षी निरीक्षणामधून त्याने स्वतःला पंख बांधून उडण्याचे पण प्रयोग करून बघितलेले आहेत. घर किंवा वटवाघळासारखे पंख बांधून आपले डोके जमिनीकडे करून आपण जर हवा पाण्यासारखी वल्हवू शकलो तर आकाशात उडणे अगदी सोपे होईल ही कल्पना व त्या करिता त्याने घेतलेली मेहनत वाखाणण्याजोगी आहे. प्रोपेलर शाफ्टचे

धावते इंजिन हा त्याचा शोध नंतरच्या काळात प्रत्यक्षात आलेला आपण बघतो आहोत. सरळ उड्डाण करून आकाशात उडणारे हेलीकॉप्टर तो कमी वजनाचे इंजिन करू न शकल्यामुळे बनवले नाही. त्याने केलेल्या स्केचेसमधून ते उडताना दिसते. गच्चीवरून ग्लायडरमध्ये बसून ते सिद्ध करण्याचा प्रयोग फसल्यामुळे तो पुन्हा उडण्याच्या भानगडीत पडला नाही.

प्रिफॅब्रिकेटेड घराचा जनक, स्पिनींग मिल, रोलींग मिल्स मधून लोखंडी बार करणारा, स्क्रू बनवण्याचे मशिन, बुलडोझर, बंदरामधला गाळ काढण्याचे यंत्र, एवढेच नव्हे तर आज आपण वापरतो ते उभ्या सुईवर आधारलेले होकायंत्र हे सर्व शोध लिओनार्डोच्या नावावर आहेत.

पाणबुडीचा शोध पण चाललेला होता परंतु मानव त्याचा दुरुपयोग करील म्हणून त्याने सर्व स्केचेस फाडून टाकली. फॉसिल्स म्हणजे पूर्वीच्या काळी वावरणाऱ्या प्राण्याचे बनलेले दगडी अवशेष हे त्याचे निदान व त्यामुळे पृथ्वी ही फक्त ५००० वर्षांची नसून अरनो नदीच मुळी २,००,००० वर्षांची आहे हे तिच्या पुरामुळे निर्माण झालेल्या थरांवरून केलेले त्याचे निदान थक्क करणारे आहे.

पृथ्वी हा सूर्याभोवती फिरणारा ग्रह



असून तारे हे दूरची विखुरलेली 'विश्व' च आहेत हे त्याने गॅलिलिओच्या आधी १०० वर्ष शोधून काढलेले होते.

शिल्पकलेमध्ये त्याने बनवलेला एकमेव असा ब्राँझचा पुतळा, परंतु तो पण त्याच्याकडेच पडून राहिला.

फ्रेंच लोकांच्या हल्ल्यामुळे लिओनार्डोला मिलान सोडून भटकावे लागले. काही वर्षांनंतर सर्व ठीकठाक झाल्यानंतर तो पुन्हा मिलानला परत आला. तेथे त्याला इंजिनिअर म्हणून किंवा आर्टिस्ट म्हणून जी काही कामे मिळतील ती करावी लागली.

त्याला त्यावेळी कलाजगतात रॅफेल, मायकेल एंजेलो, बॉटीसिली, टीशियन वगैरे चित्रकारांच्या बरोबर कामासाठी झगडावे लागले. आज जेवढे त्याने लावलेल्या शोधांमुळे आपण प्रभावित होतो तसे काही त्यावेळी नव्हते, परंतु पंधराव्या शतकात प्रजेकडून त्याला प्रत्येक वेळी मानवंदना मिळत राहिली. मनामध्ये मात्र त्याच्यासारखा एकाकी तोच होता. त्याला किंवा त्याच्या कल्पनाविलासाला मोकळे करण्याचे स्थान त्याला कुणापाशीच सापडले नाही.

लिओनार्डोचे शेवटचे दिवस फ्रान्सचा



राजा, फ्रॅन्सिस पहिला याच्या निमंत्रणानुसार फ्रान्सच्या मध्यवर्ती असलेल्या अँबॉईस मध्ये गेले. एक दिवस त्याला अचानक फेफरे येऊन खूपच त्रास झाला तेव्हा त्या प्रेमळ फ्रॅन्सिस राजाने त्याचे डोके आपल्या कुशीत घेऊन चांगल्या तऱ्हेने चोळले पण त्या प्रेमळ राजाच्या कुशीतच त्याला मृत्युने गाठले. अन एका युगाचा - एका युग पुरुषाचा अस्त २ मे १५१९ साली झाला.

◆◆

लेखक : राम अनंत थते

शिल्पकार. अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक प्रकाशित अक्षरमुद्रा प्रकाशन

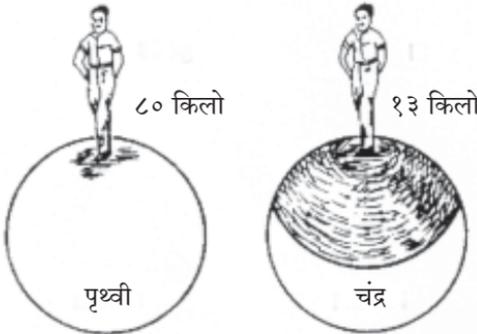
पृथ्वीचं वस्तुमान

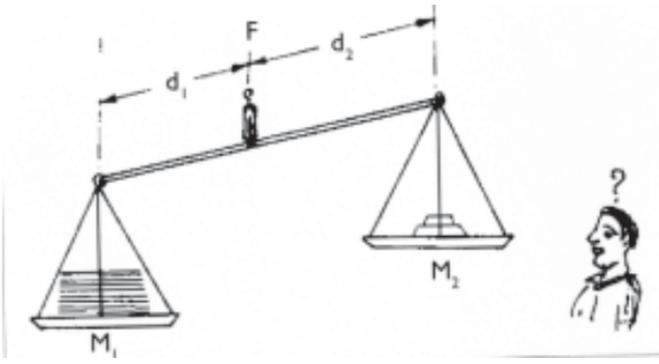
लेखक : के. डी. अभ्यंकर • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

वस्तुमान आणि वजन यातला फरक आपल्या सगळ्यांना माहिती आहे. पदार्थ हे सूक्ष्मकणांचे बनलेले असतात. एखाद्या वस्तुमधलं पदार्थाचं प्रमाण त्याचं वस्तुमान ठरवतं. तर एखाद्या वस्तूवरचे गुरुत्वाकर्षणाचे बल त्या वस्तूचं वजन ठरवतं. वजन ही सापेक्ष संज्ञा आहे कारण वस्तूचं वजन सगळीकडे सारखं नसतं. जागा बदलली की वस्तूचं वजनही बदलतं. ध्रुवीय प्रदेशात वजन जास्त असतं तर विषुववृत्तावर ते थोडं कमी असतं. याचं कारण दोन्ही ध्रुव पृथ्वीच्या केंद्रबिंदूला विषुववृत्तापेक्षा जास्त जवळ आहेत. हा फरक आपण पृथ्वीच्या बाहेर गेलो तर जास्त

जाणवतो. एखाद्या माणसाचं पृथ्वीवर वजन ८० किलो असेल तर चंद्रावर ते साधारण १३ किलो इतकंच भरेल, आणि गुरु ग्रहावर ते २०० किलो असेल. सूर्यावर (तो तिथं जिवंत राहू शकला तर) त्याचं वजन सुमारे २ टन इतकं होईल. याचंच दुसरं टोक म्हणजे अतिशय जाड माणसालाही पृथ्वीभोवती फिरत असलेल्या यानात अजिबात वजन जाणवणार नाही. कारण तो सतत पतनाच्या (पडण्याच्या, falling) अवस्थेत असतो. या अवस्थेत वजन जाणवतच नाही. या सर्व अवस्थांमध्ये वस्तुमान मात्र तेच राहतं.

वजन आणि वस्तुमान यातल्या फरकाची रेषा अतिशय अस्पष्ट आहे. खरं तर वस्तुमान हीच मूळ राशी आहे. आपल्या दैनंदिन जीवनातही आपण वस्तुमानाशी निगडीत असतो. उदाहरणार्थ, जेव्हा आपण एखादी वस्तू विकत घेतो. समजा तांदूळ, गहू, किंवा भाजी तेव्हा आपण तिचं वजन करुन बघतो. खरं तर त्या पदार्थाचं वस्तुमान शेजारील तागडीत





ठेवलेल्या मापनाच्या बरोबर आहे की नाही हेच आपण पाहात असतो. आपण वजन काटा हा क्षितिजसमांतर आहे आणि दोन्ही तागड्या समान वजनाच्या आहेत असं गृहीत धरलेलं असतं. उत्तम प्रतीच्या वजनकाट्याबाबत हे खरंही असतं. पण बऱ्याच वेळा दुकानदार, भाजीवाले तराजू तिरपा धरतात आणि त्यांची मापे योग्य नसतात. तराजूचं हे तत्त्व काही हजार वर्षांपासून माहिती आहे. एका आडव्या दांड्याच्या मध्यभागी 'F' हा आधार आहे. हा दांडा या आधाराभोवती फिरू शकतो. त्याच्या दोन्ही टोकांना M_1 आणि M_2 ह्या वस्तू टांगल्या आहेत. आकृती पहा. 'F' पासून दांड्याच्या टोकापर्यंतची अंतरे d_1 आणि d_2 आहेत. $m_1 d_1 = m_2 d_2$ या स्थितीत दांडा क्षितिजसमांतर राहिल म्हणूनच आपण d_1 आणि d_2 ही अंतरे समान ठेवली

आहेत. आपण वस्तूचं वजन करताना हेच तर करत असतो. पण d_1 आणि d_2 या अंतरात फरक करूनही वजन बरोबर असल्याचं दाखवता येईल (जसं दुकानदार करतात) म्हणूनच सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ आर्किमिडीज म्हणत असत, 'मी पृथ्वी अगदी एका हाताने तोलू शकतो पण मला एक पुरेसा लांब दांडा, तो टेकवायचा आधार (टेकू) आणि मला पृथ्वीबाहेर उभे राहायला योग्य जागा मिळायला हवी.'

पृथ्वीचं वस्तुमान :

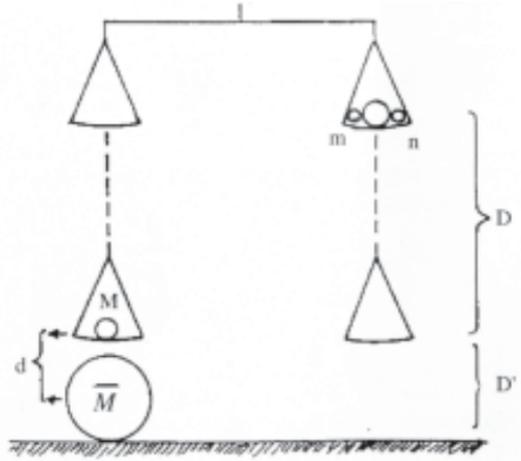
जेव्हा आपण पृथ्वीचं किंवा एखाद्या ग्रहाचं वजन ठरवू लागतो तेव्हा आपण त्याचं वस्तुमान निश्चित करू पाहतो. वस्तुमान ठरवण्याच्या काही पद्धती इथे दिल्या आहेत.



१) जॉलीचा तराजू -

पृथ्वीचं वजन करण्याची एक आगळीवेगळी पद्धत जर्मन भौतिकशास्त्रज्ञ फिलिप वॅन जॉली याने १८८१ मध्ये शोधून काढली. पर्वत महंमदाकडे येत नसेल तर महंमदाला पर्वताकडे जावे लागते या उक्तीप्रमाणे पृथ्वीला तर काही वजनकाट्यावर ठेवता येणार नाही. मग वजनकाट्यालाच

पृथ्वीच्या शिखरावर नेणे हाच पर्याय राहतो. जॉलीने एक दुमजली मोठा तराजू केला. याला तागडीच्या दोन जोड्या होत्या. एक वर, एक खाली (आकृती पहा). सुरुवातीला त्याने वरच्या दोन्ही तागड्यांमध्ये समान वस्तुमानाचे दोन बॉल - M ठेवले. इथे तुलना समान झाल्यावर त्यातील एक बॉल उचलून खालच्या पारड्यात ठेवला. तो पृथ्वीच्या केंद्राशी जवळ आल्याने वजन जास्त झाले आणि पारडे खाली आले. मग याचे संतुलन करण्यासाठी दुसऱ्या बाजूच्या वरच्या पारड्यात 'm' हे छोटे वजन घातले. आता \bar{M} इतक्या वजनाचा आणखी एक मोठा बॉल खालच्या तागडीच्या खाली आणला. त्यामुळे वजनात पुन्हा फरक पडला. हा फरक 'n' हे छोटे वजन दुसऱ्या बाजूच्या वरच्या तागडीत घालून समान केला. आता M चे



दुसऱ्या बाजूच्या पारड्यातील m व n वर काहीच आकर्षण राहिले नाही. M व \bar{M} वरचे गुरुत्वाकर्षण बल हे n आणि पृथ्वी यांच्यातील बलाने संतुलित झाले. जर M आणि \bar{M} मध्ये d हे अंतर आहे, R_E ही पृथ्वीच्या त्रिज्या असेल. M_E हे तिचे वस्तुमान असेल आणि खालच्या व वरच्या तागड्यांमध्ये अंतर D असेल तर न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाप्रमाणे -

$$\frac{GM\bar{M}}{d^2} = \frac{GM_E n}{(R_E + D + D')^2}; \frac{GM_E n}{R_E^2}$$

D + D' हे R_E शी तुलना करता नगण्य आहेत

$$\text{किंवा : } M_E = \frac{M\bar{M}}{n} \left\{ \frac{R_E}{d} \right\}^2 \dots (1)$$

असे समीकरण मिळेल.

जॉलीच्या प्रयोगातून पृथ्वीचे वस्तुमान $M_E = 4.96 \times 10^{24}$ किलोग्रॅम इतके झाले.

२) गतीची पद्धत :

गॅलिलियोने पिसाच्या झुकलेल्या मनोऱ्यावरून काही प्रयोग केले. त्याच्या निष्कर्षांवरून कोणतीही वस्तू सारख्या अंतरावरून पडताना तिला लागणारा वेळ सर्व वस्तूंसाठी सारखाच असतो. (आकृती ५) अर्थात पिसं आणि कागदाचे कपटे अशा वाऱ्यावर उडणाऱ्या वस्तू याला अपवाद आहेत आणि त्या या प्रयोगासाठी वापरूही नयेत.

पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे प्रत्येक वस्तूवर सारख्याच प्रमाणात त्वरण (acceleration) कार्य करतं, ते असं -

$$g = \frac{GM_E}{R_E^2} \dots (2)$$

हे त्वरण विषुववृत्तावर ९८०.६६ सेमी/सेकंद^२ इतकं असतं. R_E ही पृथ्वीची त्रिज्या ६३७८.४ किमी आणि

$G = ६.६६८ \times १०^{-११}$ mks इतके असल्याने आपल्याला पृथ्वीचे वस्तुमान (M_E) = ५.९८×१०^{२४} कि. ग्रॅ. असं मिळतं.

३) खगोलीय पद्धत :

या पद्धतीत पृथ्वीचं चंद्रावरील गुरुत्वाकर्षणबल आपण विचारात घेणार आहोत. हे बल चंद्राच्या पृथ्वीभोवतीच्या परिभ्रमणामुळे निर्माण होणाऱ्या अपकर्षण बलामुळे संतुलित केलं जातं. समजा चंद्राचं पृथ्वीपासूनच अंतर r_m आहे. चंद्राची परिभ्रमणाची गती V आहे आणि त्याचं वस्तुमान M_M आहे.

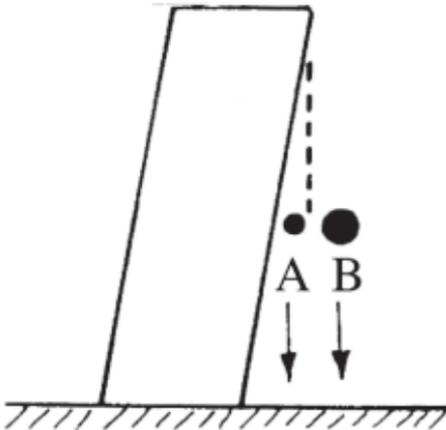
$$\frac{GM_E M_M}{r_m^2} = \frac{M_M V^2}{r_m}$$

$V = 2\pi r_m / P_m$ इथं P_m म्हणजे चंद्राला पृथ्वी प्रदक्षिणा करायला लागणारा वेळ. वरील समीकरणात V ची किंमत घालून

$$\frac{GM_E}{r_m^2} = \frac{4\pi^2 r_m}{P^2 m} \text{ किंवा}$$

$$M_E = \frac{4\pi^2 r^3}{G P^2 m} \quad (3)$$

r_m - चंद्राचं पृथ्वीपासूनचं अंतर ३६४,४०० किमी आणि P_m - २७.३२ दिवस या किंमती घालून पृथ्वीचं वस्तुमान



$M_E = 6.049 \times 10^{24}$ कि. ग्रॅम. इतकं येतं.

वरच्या १) आणि २) या समीकरणांपेक्षा या समीकरणाने पृथ्वीचे वस्तुमान जरा वेगळं येतंय. पण लक्षात घ्या, चंद्र आणि पृथ्वी संयुक्तरित्या सूर्याभोवती फिरत असतात. या संयुक्त वर्तुळाच्या मध्याभोवती (बॅरीसेंटर) ते फिरत असतात. त्यामुळे तिसऱ्या समीकरणात आलेलं वस्तुमान हे पृथ्वी व चंद्राचं संयुक्त वस्तुमान आहे.

चंद्राचं वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या १/८१ पटीनं कमी आहे. तिसऱ्या

समीकरणातून ते वजा केल्यानंतर पृथ्वीचं वस्तुमान येतं 5.972×10^{24} किलोग्रॅम. म्हणजेच वरील तीनही पद्धतींमध्ये पृथ्वीचं वस्तुमान सारखंच येतं. याच पद्धती वापरून इतर ग्रहताऱ्यांचं वस्तुमानही काढता येईल. त्याबद्दल नंतर कधीतरी.

◆◆

DREAMS 2047 एप्रिल ०७ या अंकातून साभार.
लेखक : के.डी. अभ्यंकर, हैद्राबाद येथील प्रसिद्ध खगोलभौतिकीचे अभ्यासक, विज्ञान प्रचारक.
अनुवाद : यशश्री पुणेकर.



नवे पुस्तक पाहिलेत ना ?

आपल्या सुहदांना
भेट देण्यासाठी
उत्तम पुस्तक

किंमत रु. १००/-

सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या अनुदानातून हे पुस्तक प्रकाशित केले आहे.
रोजच्या आयुष्यातल्या ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान
माहीत असायला हवं म्हणून !



संगणक विज्ञानाचे सामर्थ्य

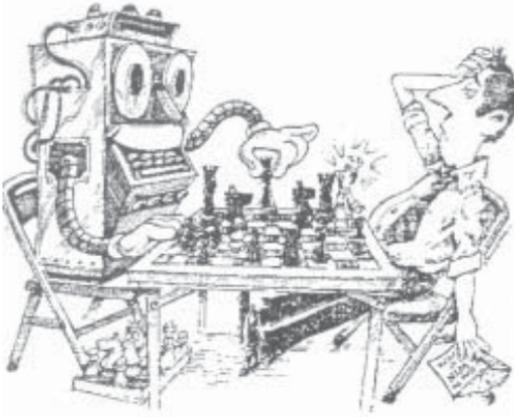
लेखक : अर्चिश्मत गोरे • अनुवाद : गो.ल. लोंढे

कॉम्प्युटर आजकाल आपल्या सगळ्यांच्या जीवनाचा एक भाग झाला आहे. ज्या वेळाने त्यात रोजच्या दिवसाला बदल होतायत त्यामुळे आपण चक्रावून जातो. कित्येक जण तर त्याच्या नादी न लागणं बरं असं समजतात. पण लक्षात घ्या, कॉम्प्युटर हे एक मशीनच आहे. ते ज्या तऱ्हेने काम करतं ते जाणून घेतल्यास त्याच्याबद्दल वाटणाऱी भीती कमी होते अन् तो आपला मदतनीसच होऊन जातो. आपल्या त्याच्याकडून अपेक्षा वाढत जातात. त्या तो कितपत पूर्ण करेल, जाणून घेऊ या.

आपण जेव्हा संगणकाबद्दल विचार करू लागतो, तेव्हा सामान्यतः त्याचे महत्त्वाचे तीन भाग आपल्या डोळ्यासमोर येतात (१) संगणक-पटल (२) सी.पी.यु. (सेंट्रल प्रोसेसिंग युनिट) आणि (३) कळफलक (की-बोर्ड). आपण जशी आज्ञावली संगणकासाठी वापरू त्याप्रमाणे तो आपली कामे करित असतो. त्यापैकी काही कामे म्हणजे महत्त्वाच्या दस्तऐवजांचे जतन व संपादन करणे, प्रमाणपत्रांचे जतन करणे, फाईल्स सुरक्षित ठेवणे ही आहेत.

याखेरीज तो आपल्या बँकेच्या व्यवहाराची देखभाल व संचालन करतो, फोटो आणि संगीतही जतन करून ठेवतो आणि आपल्याबरोबर खेळतो सुद्धा! इतकी सगळी करामत तो कशी करतो याचं आश्चर्य वाटतं.

अगदी पहिल्यांदा जेव्हा तुम्ही संगणकाबद्दल काही ऐकले असेल तेव्हा संगणक आपल्यासारखाच विचार करू शकतो असे तुम्हाला वाटले असेल याची मला खात्री आहे. कदाचित तुम्हाला असेही वाटले असेल की संगणक हे शक्तिशाली यंत्र



असल्यामुळे ते आपल्यापेक्षा जलद गतीने विचार करू शकत असेल. तुमच्यापैकी जर कोणी चाचा चौधरी कॉमिक्सचे अंक वाचले असतील तर चाचा चौधरीचा मेंदू संगणकापेक्षाही जलद गतीने काम करीत असे हे तुम्हाला आठवत असेल. स्वतः विचार करणारा संगणक बनवणे ही गोष्ट अजून फार दूरची आहे.

या लेखात पुढे आपण हे पाहूच. आपल्याला असेही आढळून येईल की काही बाबतीत आपला मेंदू संगणकापेक्षा जलद गतीने काम करतो. बुद्धी, नवीन विचार, साहस, भावना, यावर आधारित विचार व काम करू शकणारा संगणक बनवू शकण्याची शक्यता अजून कमीत कमी २०० वर्षेपर्यंत तरी आवाक्याबाहेरची आहे. त्यादृष्टीने सध्या वापरात असलेले संगणक हे एक निर्बुद्ध यंत्र आहे. उत्तम (विकसित) तंत्रज्ञानाच्या मदतीने लहानात लहान आकाराचा संगणक बनवता

येतो. संगणकामध्ये बुद्धीसारखा कोणताही गुण नसतो. (संगणकाचा बुद्धीशी संबंध जोडणे म्हणजे पृथ्वीतलावरील साऱ्या सजीवांचा अपमान करण्यासारखेच आहे)

मशीन... मशीन...

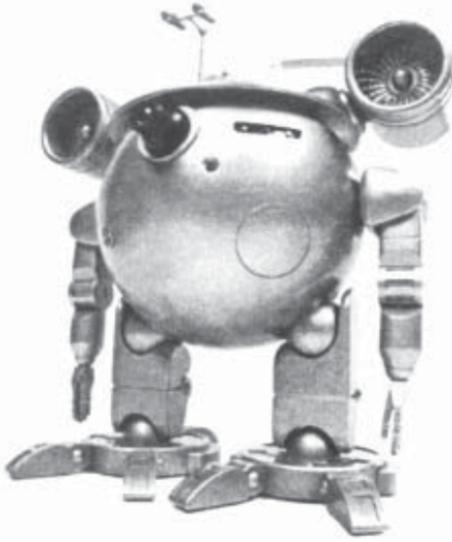
पृथ्वीवर जेव्हापासून मानवाचे जीवन सुरू झाले, जवळजवळ, तेव्हापासूनच यंत्रांचा शोध मानव लावतोच आहे. आपले जीवन सुखसंपन्न व्हावे यासाठी त्याची धडपड अव्याहत चालू आहे. सुरुवातीचे त्याचे शोध म्हणजे छोटी कुऱ्हाड व भाला एवढेच होते. आज मात्र तो संगणक आणि रोबो (यंत्रमानव) वापरतो आहे.

मशीन... रोबो...

आपले काम कमी करण्यासाठी मनुष्य यंत्रांचे शोध लावत असतांनाच यंत्रांच्या कामात स्वतःचा सहभाग कसा कमी होईल याची तो खबरदारी घेत होता. असे करता करता यंत्रांच्या कामातील त्याचा सहभाग संपला, व यंत्रमानवाचे युग सुरू झाले.

सतराव्या शतकात पहिला यंत्रमानव (रोबो) काम करू लागला असे मानतात. तंत्रज्ञांनी एक घड्याळवजा क्लॉक वर्क टी मेकर हा यंत्रमानव तयार केला होता.

आपण त्याला 'टी-मेकर' म्हणू. हे यंत्र खूप साधे होते. घड्याळाप्रमाणेच त्याला ही



किल्ली घावी लागत होती. ते पूर्वनियोजित ठराविक क्रमाने (प्रोग्रॅम सारखे) एका पाठोपाठ एकेक काम संपवीत असे. तो पर्यंत त्याला दिलेली किल्लीही संपत असे. हा यंत्रमानव आगपेटी उचलणे, त्यातील काडी ओढणे, जळती काडी स्टोव्हजवळ नेणे, गॅसचे बटन फिरवणे, पाण्याची पातेली स्टोव्हवर ठेवणे वगैरे कामे करीत असे.

अर्थात ज्या हुशारीच्या जोरावर लहान कुन्हाडीपासून ते टी-मेकर तयार करण्यापर्यंत मानवाने प्रगती केली होती त्या मानवाने असा विचार अगोदर केलेला होता की आगपेटीतील काड्याच संपल्या तर यंत्रमानव काय करील? अशा परिस्थितीत एक सूचक घंटी वाजण्याची व्यवस्था केलेली होती. यंत्रात कोणत्याही प्रकारचा बिघाड झाला तरीही सूचक

घंटी वाजत असे. अशा या अत्यंत उपयुक्त यंत्राला साहजिकच लोकांनी प्रथम पसंती दिली होती. काही बिघाड असेल, तर यंत्रमानव काम थांबवीत असे. समजा आगपेटीत काड्या नसतील तर यंत्रमानव गॅसचे बटन फिरवणार नाही. त्यामुळे गॅस चालू होणार नाही. गॅस खोलीत पसरणार नाही आणि संभाव्य अपघाताचा धोका टळेल. अर्थात काडीच विझून गेली तर गोष्ट वेगळी.

यंत्र मानवाचा वापर पुढे बराच वाढला. आता यंत्रमानवाबद्दलचे कुतूहल थोडे कमी झाले, पण लोकांच्या यंत्रमानवाकडून अपेक्षा वाढू लागल्या. लोकांचे आव्हान असे होते की कोणत्याही प्रकारचे काम करण्याची क्षमता असणारे मशीन बनवणे शास्त्रज्ञांना शक्य व्हावे. म्हणजे असे की त्या मशीनला कोणतेही काम शिकवता येईल. समजा त्या मशीनला मोटार बनवणे शिकवले तर त्याला मोटार बनविता येईल.

या सगळ्याचा थोडक्यात अर्थ असा होता की त्यांना हुबेहूब 'प्रतिमानव' मशीन पाहिजे होते. लोकांच्या कल्पनेच्या भरान्या सुरू झाल्या. त्या प्रतिमानवाला हातपाय असावे म्हणजे त्याला हिंडता-फिरता येऊ शकेल. हाताच्या हालचाली सफाईदारपणे करता आल्या तर तो प्रतिमानव आपल्या जरूरीप्रमाणे वेगवेगळी कामे करू शकेल. आपण एखादे काम करीत असताना अचानक

एखादे महत्वाचे काम निघाले आणि ते तातडीने करणे आवश्यक असेल तर, आपण हातातले काम थोडावेळ बाजूला ठेवतो व तातडीने करावयाचे काम करतो तसे प्रतिमानवाला करता आले पाहिजे. टी-मेकर फक्त चहाच बनवू शकत होता. लोकांना अनेक काम करू शकणारे यंत्र पाहिजे होते. लोकांच्या अशा अपेक्षारूपी आव्हानांची जमेल तशी पूर्तता करण्याच्या तंत्रज्ञांच्या प्रयत्नाने यंत्रमानवशास्त्रातही खूप प्रगती झाली.

तंत्रज्ञांचे असे प्रयत्न चादू असतांना लोकांच्या असे ध्यानात आले की यंत्रमानवाला नुसतेच हातपाय जोडलेले असून भागणार नाही. त्यापेक्षा ज्या भागांमुळे दरवेळी नवीन आज्ञा वरीलप्रमाणे काम करता येऊ शकेल असे भाग जोडलेले असण्याची खरी गरज आहे. कल्पना स्पष्ट होण्यासाठी मोटारीचे उदाहरण घेऊ. मोटारीसाठी अतिशय शक्तीशाली इंजिन बनवणे हे यंत्रमानवाला काही फार मोठे काम नव्हते. येथे आव्हान असे होते की मोटारीला स्वतःला समजले पाहिजे की तिच्यात जास्त ओझे भरलेले आहे, ज्यामुळे पुढे गेल्यावर तिला काही नुकसान होऊ शकेल. म्हणजे स्वतः परिस्थिती ओळखून त्याप्रमाणे स्वतः निर्णय घेणारे मशीन लोकांना अपेक्षित होते. अर्थात तशी आज्ञावली अगोदरच मशीनमध्ये भरून ठेवलेली असली पाहिजे हे उघडच आहे.

काही लोक अतिमहत्वाकांक्षी आणि कल्पक होते. त्यामुळे त्यांच्या अपेक्षा वाढू लागल्या. त्यांना असे वाटू लागले की यंत्र मानवाला जर हात, हँडल, बटन यासारखे भाग आहेत, आणि जर ते मशीन चहा बनवू शकते, तर कॉफी बनवू शकणार नाही का? परंतु असे वाटणे व तशी कृती होणे यात महदंतर होते.

लवकरच असे लक्षात आले की यंत्रमानव हा जसा हातापायांनी सुसज्ज आहे त्यापेक्षा तो नियंत्रण-प्रणालीने सुसज्ज असणे जास्त जरूरीचे आहे, कारण नियंत्रण-प्रणाली असेल तरच ते मशीन हातापायांकडून निरनिराळी कामे करवून घेऊ शकेल. यंत्रमानवाची केवळ निर्णय घेण्याची क्षमता लोकांना पुरेशी वाटत नव्हती. लोकांना अशी क्षमता अपेक्षित होती की त्यामुळे ते यंत्रमानवाला सांगू शकतील की कोणत्या उद्देशाने त्याचा उपयोग केला जात आहे आणि त्याप्रमाणे त्याने कोणते निर्णय घ्यायचे आहेत.

हा मुद्दा अधिक स्पष्ट करायचा म्हणजे असे म्हणता येईल की घड्याळाने फक्त बरोबर वेळ दाखवण्याने भागत नाही, तर (लोकांची अपेक्षा अशी होती की) ते घड्याळ काही कारणाने दुसऱ्या देशात नेले गेले तर घड्याळाने स्वतःच तेथील स्थानिक वेळेशी वेळ जुळवून घेतले पाहिजे. वेळ जुळवून घेणे हे आपले काम नाही. वेळ जुळवून

घेण्याचे काम करताना घड्याळाने स्वतःच्या आंतररचनेत बदल करायचा नाही. काल्पनिक उदाहरण देता येईल. आपण जर रोमन साम्राज्यात गेलो तर घड्याळाने तारीख दाखवली पाहिजे आणि जर प्राचीन भारतात गेलो तर त्या घड्याळाने तिथी दाखवली पाहिजे. घड्याळाने केव्हा कोणते काम करायचे आहे हे आपण घड्याळाला सांगू शकलो पाहिजे. सांगण्याच्या या क्रियेला प्रोग्रॅमिंग म्हणतात. यंत्रमानवाच्या पुढे टी-मेकर कडून वाढत्या अपेक्षा करता करता (आणि तंत्रज्ञांकडून त्या पूर्ण होता होता) कॉम्प्युटर कसे अस्तित्वात आले हे आपण आता पाहू.

लोकांना असे वाटत होते की टी-मेकरचा कॉफी-मेकर बनवणे अगदी सहज शक्य आहे. यंत्राने चहाच्या डब्याऐवजी कॉफीचा डबा उचलला म्हणजे झाले. तसे तर हे काम अगदी सोपे वाटते. यंत्रातील काही भाग व गिअर बदलले तर टी-मेकरचा कॉफी-मेकर होईल. पण समजा मला बिनदुधाचा चहा हवा आहे. किंवा साखरेचे प्रमाण जरा बदलून पाहिजे असेल, किंवा चहा कमी जास्त प्रमाणात कडक (स्ट्रॉंग) पाहिजे असेल तर? हे आव्हान पूर्ण करण्यासाठी तंत्रज्ञ आणि घड्याळजी सरसावून कामाला लागले आणि लवकरच त्यांनी जनतेला पाहिजे तसा सुसज्ज टी-मेकर बनवला. आता लोक संशोधकांना म्हणू लागले की सूप बनविण्याचे काम हे जवळ



जवळ चहा तयार करण्यासारखेच आहे. म्हणून तुम्ही सूप-मेकर बनवा. जनतेच्या मागण्यांची मजल येथपर्यंत येऊन पोहचल्यावर संशोधक थकले. त्या लोकांच्या मागण्या कधी संपणारच नाहीत याची त्यांना खात्री वाटू लागली आणि त्यांनी प्रयत्न करणे सोडून दिले.

याच सुमारास अशाच प्रकारच्या अडचणींना तोंड देता देता कॉम्प्युटरचे पितामह चार्ल्स बॅबेज यांनी एक अफलातून विचार मांडला. ज्याला चहा, कॉफी, सूप बनवण्याचे ज्ञान नाही असा टी-मेकर तयार करावा (कदाचित आता त्याला टी-मेकर म्हणता येणार नाही) त्याला दिलेल्या आज्ञेचे पालन करण्याची क्षमता असावी म्हणजे पुरे. आता तो टी-मेकर राहिला नसून पेय-निर्माता झाला आहे. स्वतःच्या आणि जवळपास असलेल्या वस्तू उचलण्यासाठी त्याला हात होते. म्हणून त्याला, चहा, कॉफी, सूप, किंवा त्याच्या

क्षमतेप्रमाणे कोणतेही पेय बनवण्याची आज्ञा देता येणे शक्य होते. बॅबेजने नंतर 'चॅनेल' ची कल्पना मांडली. मशीनमध्ये एक इनपुट चॅनेल असावे. मशीन वापरणाराने दिलेली आज्ञा त्याला समजली पाहिजे. तसेच मशीनमध्ये एक 'संग्राहक कक्ष' असावा. त्या संग्राहक-कक्षात आज्ञा (मशीन वापरणाराने दिलेल्या) सांभाळून ठेवता आल्या पाहिजेत. मशीनचा शेवटचा भाग म्हणजे आउटपुट असावे. टी-मेकर मशीनच्या बाबतीत, चहा तयार करणाऱ्या हातांना आउटपुट म्हटले आहे.

चार्ल्स बॅबेजने मांडलेला अफलातून विचार अधिक स्पष्ट व सोपा करून सांगण्यासाठी ही बनावट हकीकत मी तयार केली आहे हे उघडच आहे. प्रत्यक्षात मात्र बॅबेजने तयार केलेले मशीन या गोष्टीतील टी-मेकर मशीन सारखे काम तर करीत होतेच पण त्याशिवाय इतर अनेक कामे करू शकत होते. त्यांनी असे एक मशीन बनवले होते की खरोखरीच त्यावर काहीही करण्याची आज्ञावली (प्रोग्रॅम) बनवता येणे शक्य होते. त्या मशीनमध्ये काही पायाभूत क्षमता होत्या. म्हणजे गणितासंबंधी जरूरीची



सामान्य तत्त्वे होती. पेय तयार करण्याच्या मशीनजवळ ज्याप्रमाणे स्टोव्ह, आगपेटी वगैरे आवश्यक साहित्य असायचे आणि त्या साहित्याच्या सहाय्याने ज्याप्रमाणे कोणतेही गरम पेय बनवता येत होते, अगदी त्याचप्रमाणे बॅबेजने तयार केलेल्या मशीनमध्ये गणितातील सर्व पायाभूत तत्त्वे प्रोग्रॅमरूपाने सामावलेली होती. ती तत्त्वे कोणत्याही गोष्टीचे प्रतिनिधित्व करू शकत होती. हे सर्व काल्पनिक पातळीवर होते. पण येथे आपण मशीनच्या व्यावहारिकतेची चर्चा करीत नसून मशीनच्या क्षमतेची चर्चा करीत आहोत. बॅबेजने या मशीनला 'डिफरन्स मशीन' असे नाव दिले होते. हे मशीन आजच्या आपल्या पर्सनल काँप्युटरप्रमाणे काम करू शकत होते. पण त्याचा वेग मात्र फार कमी होता. जे काम आजचा पी.सी.

मिली सेकंदात (सेकंदाचा हजारवा भाग) करतो, तेच काम करायला बॅबेजच्या मशीनला एक महिना लागत असे.

या महान शोधामुळे लवकरच एक समस्या निर्माण झाली. आपण सांगितलेले प्रत्येक काम मशीन करू शकत होते. पण काय आणि कसे

सांगून त्याच्याकडून काम करवून घ्यायचे ? समजा टी-मेकर यंत्राकडून आपल्याला विशिष्ट प्रकारचा चहा (साखरेचे प्रमाण कमी जास्त, दुधाचे प्रमाण कमी जास्त, चहा कमी जास्त प्रमाणात कडक (strong) वगैरे पाहिजे असेल तर त्याला कोणत्या क्रमाने आणि कशा स्वरूपात सांगायचे ? असल्या विविध प्रश्नांची उत्तरे शोधता शोधता त्यातूनच संगणक विज्ञान उदयास आले. संगणक विज्ञानाचा संबंध, संगणक यंत्र, त्याची रचना, त्याची क्षमता, त्याला योग्य आज्ञा कशा द्यायच्या, या गोष्टींशी आहे.

संगणक विज्ञान म्हणजे काय हे आता तुमच्या लक्षात आलेच असेल. एखादे काम संगणकाकडून कसे करवून घ्यायचे हे ठरवण्याचे जे विज्ञान, त्याला संगणक विज्ञान असे म्हणतात. एखादे काम या शब्दांचा आवाका फार मोठा आहे. एखादे काम म्हणजे चहा बनवण्यापासून तो अगदी सुनामीबद्दल भविष्य वर्तविण्यापर्यंत कोणतेही काम असू शकते. संगणक विज्ञान हे आपल्याला मशीनचे सिद्धांत मिळवून देते. कोणते काम कसे करायचे हे ठरल्यावर, ते काम करायला किती वेळ लागेल हे सांगू शकते. कोणती समस्या कशी सोडवायची हे संगणक विज्ञानामुळे आपल्याला समजते.

संगणक विज्ञान हे हिशोबाच्या समस्या सोडवते. एखाद्या संगणक वैज्ञानिकाकडून

‘ब्रह्मांड कसे काम करते’ हे जाणून घेण्याची तुम्ही अपेक्षा करू शकत नाही. ही तर एक भौतिक समस्या झाली. पण जर आपण भौतिक शास्त्रातले काही नियम एखाद्या संगणक वैज्ञानिकाला सांगितले आणि पूर्ण ब्रह्मांडाचे रूप बनवायला सांगितले तर तुम्ही योग्य व्यक्तीशी बोलत आहात असे म्हणता येईल. एकंदरीत कोणत्या गोष्टीची गरज आहे याची पर्वा संगणक विज्ञान करित नाही. आपल्याला काय पाहिजे हे संगणकाला अगदी स्पष्टपणे सांगावे लागते आणि मग ती गोष्ट सर्वात कार्यक्षम पद्धतीने कशी मिळवायची हे संगणक-विज्ञान आपल्याला सांगेल.

उदाहरणार्थ एखाद्या आयताची लांबी व रुंदी सात आकडी (दश लक्ष) संख्येपेक्षाही मोठी आहे, अशा आयताचे क्षेत्रफळ कसे काढायचे ? असा तुमचा प्रश्न तुम्ही एखाद्या संगणक वैज्ञानिकाला विचारला. क्षेत्रफळ म्हणजे काय ? आयताचे क्षेत्रफळ कसे काढतात ? हेच संगणकाला माहित नाही. इतका तो मूर्ख आहे पण जर आपण सांगितले की, आयताच्या लांबी व रुंदीच्या गुणाकाराला आयताचे क्षेत्रफळ म्हणतात, तर संगणक इतका हुषार आहे की लाख अंकी संख्यांच्या गुणाकाराची रीत तो आपल्याला सांगेल. आपण कागद-पेन घेऊन बसतो व नेहमीच्या पारंपरिक पद्धतीने गुणाकार करतो.



पण संगणकाच्या रीतीने आपल्या रीतीपेक्षा लाखपट लवकर गुणाकार करून होतो. त्याच्या रीतीमध्ये जबरदस्त गणित व गुंतागुंतीच्या शब्दावलीची गरज असते. हा गुणाकार आपल्या कल्पनेच्या व समजुतीपेक्षा अगदी वेगळा असतो.

संगणक विज्ञान आम्हाला समजले आहे. याचा इतक्यातच गाजावाजा करू नका. संगणक यंत्र या शब्दप्रयोगात यंत्र शब्द का महत्त्वाचा आहे हे आधी समजून घ्या. काम 'कसे करायचे'? किंवा काम करण्याची त्याची जी पद्धत आहे, त्या पद्धतीला आपण सूत्रविधी (प्रोग्रॅम) असे म्हणू. सर्व संगणकासाठी एकच सूत्रविधी वापरून चालत नाही. गाडीचा ड्रायव्हर आणि टांगा हाकणारा मनुष्य या दोघांना आपापल्या वाहनांना करकचून ब्रेक लावायला सांगितले तर त्यासाठी दोघांच्या पद्धती वेगवेगळ्या असतील. टांगेवाला तर लगाम खेचणार. म्हणजेच ते कोणते वाहन चालवतात यावर

त्याची वहानाला ब्रेक लावण्याची पद्धत अवलंबून असते. त्याचप्रमाणे आपण कोणते संगणक यंत्र वापरतो यावर कोणता सूत्रविधी वापरायचा हे अवलंबून असते. संगणक विज्ञानामुळे, आपली अपेक्षापूर्ति होईल असा सूत्रविधी मिळतो. संगणक विज्ञानाचा संबंधच मुळी संगणक यंत्राशी आणि विशिष्ट अपेक्षेनुसार त्याचा कुशलतेने उपयोग करण्याशी असतो. कोणत्याही संगणकाच्या तुलनेत आपला मेंदू म्हणजे फार वेगळ्या प्रकारचे मशीन आहे. म्हणून जो सूत्रविधी संगणकासाठी अगदी जलदपणे काम करतो तो सूत्रविधी आपल्या मेंदूसाठी निरूपयोगी ठरतो. आणि संगणक विज्ञानाला ही गोष्ट अगदी चांगली समजते.

खरे पहाता, संगणक विज्ञान हे आता आपल्याशी कायमचा संबंध असलेले विज्ञान झाले आहे. त्याचा व आपला संबंध कधीच सुटणार नाही. यापुढील काळात नवनवीन संगणक उपलब्ध होतील. आपल्याला त्यांचा अत्यंत परिणामकारक असा उपयोग करून घेता आला पाहिजे, आणि त्यासाठीच संगणक विज्ञानाची गरज आहे. निरनिराळे संगणक कोणकोणती कामे करू शकतात आणि कोणकोणती कामे करू शकत नाहीत, तसेच कोणत्या क्रिया किती जलदतेने करतात याचे ज्ञान म्हणजे संगणक विज्ञान होय. संगणक-विज्ञान हे संबंधित संगणक यंत्रासाठी

कोणते सूत्रविधि वापरणे सर्वांत जास्त उपयुक्त होईल हे निश्चित करू शकते.

आपला मेंदू म्हणजे एक 'न्युरल नेटवर्क' आहे. कृत्रिम न्युरल नेटवर्क बनवता येते. त्याच्या सहाय्याने आकृतिबंध ओळखता येतो. नको असलेले आकडे व सूचना खोडता येतात. शिकणे, पाठांतर करणे यासारखे आश्चर्यकारक गुण न्युरल नेटवर्कमध्ये असतात. न्युरल नेटवर्क म्हणजे आपल्या पी.सी. मधील जणू काही छोट्या आकाराचा मेंदूच आहे! एवढ्या आश्चर्यकारक क्रिया त्याला येतात, तरीपण त्याला स्वतःला विचार करता येत नाही. स्वतः विचार करणारा संगणक आपल्या टेबलावर विराजमान होण्यासाठी अजून पुष्कळ वेळ लागेल. एका माणसाच्या मेंदूतील न्युरल नेटवर्क मध्ये तीनशे कोटी तंत्रिका असतात व त्या

गुंतागुंतीच्या रचनेने जोडलेल्या असतात. माणसाच्या नैसर्गिक न्युरल नेटवर्क सारखे नेटवर्क बनवण्यासाठी जगातील सर्वांत भारी सुपर-काँप्युटरच्या पेक्षा लाखपटीने शक्तीमान असलेला संगणक वापरावा लागेल. लवकरच आपल्याला विचार करू शकणारा संगणक बनवता येईल, असे शास्त्रज्ञ जरी म्हणत असले तरी लवकरच याचा अर्थ निदान ४०-५० वर्षे असा होतो!



शैक्षणिक संदर्भ अंक ५६ मधून साभार.

लेखक : अर्चिश्मत गोरे, काँप्युटर विज्ञानातील द्विपदवीधर, मायक्रोसॉफ्ट हैद्राबाद येथे कार्यरत.

हिंदी अनुवाद : सुशील जोशी, एकलव्यद्वारा प्रकाशित स्रोत फिचर मध्ये कार्यरत, सातत्याने विज्ञान लेखन करतात.

मराठी अनुवाद : श्री. गो.ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य

हिंदी - संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १०० आहे.

पत्ता : एकलव्य, संपादन- चक्कर रोड, मालाखेडी, होशंगाबाद-४६१००१

वितरण : एकलव्य, इ-७, एचआयजी, ४५३,

अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६



जैव उत्क्रांतीची ओळख

जैविक उत्क्रांतीच्या एका टप्प्यावर मानव प्राण्याचा उदय झाला. इतर प्राण्यांप्रमाणे भूक, भीती इत्यादी गोष्टीखेरीज त्याची अशी काही वेगळी वैशिष्ट्ये आहेत. बुद्धीचं वरदान लाभलेल्या या प्राण्याला इतर प्राण्यांच्या तुलनेत कुतुहल, जिज्ञासाही फार मोठ्या प्रमाणात असते. या जिज्ञासेपोटीच मानवाने आत्तापर्यंत अनेक गोष्टी शोधून काढल्या आहेत. पण त्याला मी कोण ? इथपर्यंत कसा आलो ? या पुढचं भवितव्य काय ? अशा अनेक प्रश्नांनी अनंत काळपासून झपाटून टाकले आहे. निसर्गात या प्रश्नांची उत्तरे शोधताना निसर्गातील विलक्षण विविधता अभ्यासताना जैविक

उत्क्रांतीचे अनेक सिद्धांत निर्माण झाले. या सगळ्यावर काही सांगणारं एक पुस्तक प्रा.पु.के. चितळे यांनी लिहिलंय. जैवसृष्टीचा उदय कसा झाला ? जैव उत्क्रांती कशी होत गेली त्यामुळे सजीवांमध्ये अनुकूलन कसे होत जाते अशा अनेक प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा या पुस्तकात प्रयत्न केला आहे. यातील काही लेख पूर्वी संदर्भच्या अंकांमधूनही प्रकाशित झाले आहेत. हे पुस्तक सुरुवातीपासून उत्कंठा वाढवणारे आणि आपले कुतुहल शमवणारे असे आहे. यातील आणखी एक लेख पुढे देत आहोत पण मुळातूनच पुस्तक जरूर वाचायला हवे.

**जैव उत्क्रांतीची ओळख : सन पब्लिकेशन्स,
लेखक - प्रा. पु.के. चितळे, किं ७५ रु.**

सजीवांची अनुकूलन क्षमता आणि जैवउत्क्रांती

लेखक : पु.के. चितळे

पृथ्वीवर जैवसृष्टीचा उदय कसा झाला या बदल शास्त्रज्ञात एकमत नाही. पण याबाबतीत सर्व शास्त्रज्ञांचे एकमत आहे की प्रारंभीच्या एकपेशीय, सोपी शारीरिक संरचना असलेल्या सजीवांपासून जैविक उत्क्रांतीमुळे (Organic Evolution) आज दिसत असलेल्या असंख्य प्रकारच्या वनस्पती आणि प्राणी अस्तित्वात आले. जैव उत्क्रांतीची प्रक्रिया कशी आणि कुठल्या मार्गाने झाली या बाबतीत शास्त्रज्ञांत मतभिन्नता आहे आणि अनेक शास्त्रज्ञांनी जैव उत्क्रांती बदल आपापले सिद्धांत मांडले आहेत. पण यापैकी एकही सिद्धांत उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेची सर्व समाधानकारक मांडणी करण्यात असमर्थ ठरला आहे. आज उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेबद्दल जो सिद्धांत सर्वमान्य आहे त्याला 'संश्लेषित सिद्धांत' (Synthetic Theory) असे म्हणतात कारण यात विविध सिद्धांतांच्या सर्वमान्य असणाऱ्या मुद्यांचा समावेश करण्यात आला आहे.

जैव उत्क्रांती म्हणजे नक्की काय ?
तांत्रिक बाबीत न शिरता जैव उत्क्रांतीची सर्वांत सोपी व्याख्या या शब्दात करता येईल. 'काळाबरोबर बदलणाऱ्या पर्यावरणाशी सुसंगत राहण्यासाठी सजीवांमध्ये होणारे

अनुरूप बदल म्हणजे जैव उत्क्रांती. या प्रक्रियेमुळेच अस्तित्वात असलेल्या सजीवांपासून नव्या प्रकारच्या सजीवांची उत्पत्ती होते.' उत्क्रांती बदल असा खुलासा करणे आवश्यक आहे की उत्क्रांतीची प्रक्रिया फार हळू पायरी - पायरी किंवा टप्पा-टप्प्याने होते. या प्रक्रियेस अनेक कोटी किंवा अब्ज वर्षांचा अवधी लागतो. या प्रक्रियेत सजीवांच्या शारीरिक रचनेत आणि कार्यपद्धतीत होणारे बदलही फार मंदगतीने होतात. एखाद्या लहानसा बदल होण्यासही फार मोठा अवधी लागू शकतो.

जैव उत्क्रांतीची प्रक्रिया फार हळू होत असल्याने ही क्रिया होत असल्याचे स्वतःच्या डोळ्यांनी बघणारा सजीव (Eye witness) असणे शक्य नाही. पण ही प्रक्रिया होत असल्याची साक्ष पटविणारे परिस्थितीजन्य (Circumstantial) पुरावे एवढ्या मोठ्या संख्येत उपलब्ध आहेत की जैव उत्क्रांती होत असल्याचे नाकारणे शक्य नाही. खरे पाहिले तर जैव उत्क्रांतीची प्रक्रिया सजीव अस्तित्वात आल्या दिवसापासून सतत होत आली आहे, ती आजही होत आहे आणि भविष्यातही सजीव अस्तित्वात असेपर्यंत अविरत होत राहिल.



वेगवेगळ्या पक्ष्यांचे खाद्य आणि परिसर भिन्न असल्याचा प्रभाव त्यांच्या चोची आणि पायांच्या रचनेवर होतो.

प्रत्येक सजीव आपल्या पर्यावरणातील परिस्थितीशी अनुकूल असतो. त्याच्यात ही क्षमता नसली तर तो त्या पर्यावरणात जगू शकत नाही. कुठल्याही पर्यावरणात हळूहळू पण सतत बदल होतच असतात. बदलत्या पर्यावरणाशी अनुरूपता टिकविण्यासाठी तिथे राहणाऱ्या सजीवांच्या शारीरिक रचनेत आणि विभिन्न शारीरिक प्रक्रियात काही बदल होणे होतात. याला सजीवांची अनुकूलन क्षमता (Adaptability) म्हणतात. कुठलाही सजीव तसे करण्यात अयशस्वी झाला तर पुढे त्याचा अंत होणे अपरिहार्य असते. पण जर तो बदलत्या पर्यावरणाशी अनुरूपता टिकविण्यात यशस्वी झाला तर तो फक्त जगतो एवढेच नव्हे तर त्याचा अंतर्बाह्य विकासही होतो. यालाच जैव उत्क्रांती

म्हणतात. बदलत्या पर्यावरणाशी अनुरूपता टिकविण्याची सजीवांची क्षमता हेच जैव उत्क्रांतीचे प्रमुख कारण आहे असे म्हणणे चूक ठरणार नाही.

उत्सर्जनक्रिया आणि परिसर

परिसरामुळे सजीवांच्या अनेक जैविक प्रक्रियांच्या उत्क्रांतीवर दूरगामी परिणाम झाले आहेत. प्राण्यातील उत्सर्जन क्रियेची उत्क्रांती याचे एक उत्कृष्ट उदाहरण आहे. शरीरात चयापचयाच्या क्रिया होताना अनेक टाकाऊ पदार्थ तयार होतात. यांना नियमितपणे शरीराच्या बाहेर टाकणे आवश्यक असते. या क्रियेला उत्सर्जन म्हणतात. प्राण्यांच्या शरीरात अमोनिया हे उत्सर्जक पदार्थाचे प्राथमिक स्वरूप असते. काही प्राण्यात अमोनियाचे रूपांतर यूरिया या पदार्थात तर

काही प्राण्यात यूरिकाम्लमध्ये होते. म्हणजे प्राण्यांमध्ये तीन प्रकारचे उत्सर्जक पदार्थ (अमोनिया, यूरिया आणि यूरिकाम्ल) असतात आणि या आधारावर प्राण्यांचे तीन प्रकार करण्यात येतात -

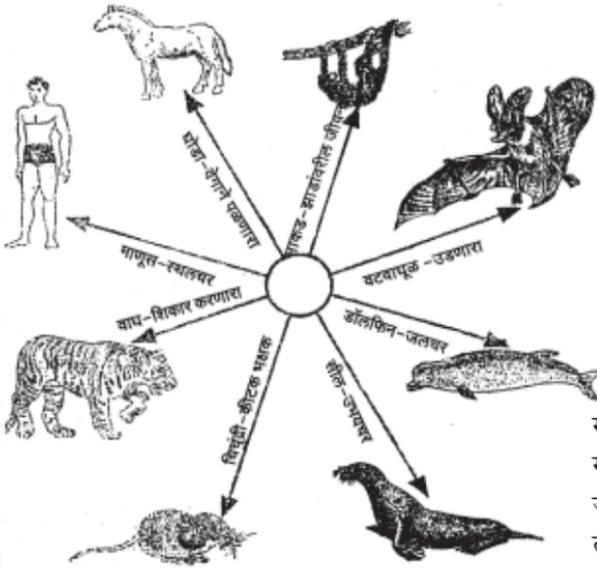
- १) अमोनिया उत्सर्जक (Ammonotelic),
- २) यूरिया उत्सर्जक (Ureotelic)
- ३) यूरिकाम्ल उत्सर्जक (Uricotelic)

सर्व प्राण्यांच्या शरीरात सर्वप्रथम अमोनिया हा उत्सर्जक पदार्थ तयार होतो. हा एक अत्यंत विषारी पदार्थ आहे. अमोनिया पाण्यात मोठ्या प्रमाणात द्राव्य असतो. शरीरात अमोनियाची साठवण झाली तर तो शरीरातील पाण्यात मिसळतो आणि त्यापासून अमोनियम हायड्रॉक्साईड हा फार विषारी पदार्थ तयार होऊन शरीरात सगळीकडे पसरतो. पण असा प्राणी जर जलचर असला तर त्याचे शरीर नेहमी पाण्याने वेढलेले असते आणि त्याच्या शरीरात पसरलेला अमोनियम हायड्रॉक्साईड फार सहजपणे भोवतालच्या पाण्यात मिसळून शरीराच्या बाहेर निघून जातो. म्हणजे उत्सर्जक पदार्थ अमोनियाच्या स्वरूपात शरीराबाहेर टाकण्यासाठी तो प्राणी जलचर असणे आवश्यक आहे. म्हणून पाण्यात राहणारे सर्व प्राणी उदा. : अमीबा, गांडूळ, जळू, शंख, शिंपले, ऑक्टोपस, मासे वगैरे प्राणी अमोनिया उत्सर्जक असतात.

यावरून हे लक्षात येते की प्राण्यांच्या

शरीरातून उत्सर्जित केल्या जाणाऱ्या पदार्थांचे स्वरूप त्यांच्या परिसरात उपलब्ध असलेल्या पाण्याच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. सजीव सृष्टीचा उदय पाण्यातच झाल्याचे सिद्ध झाले आहे. इथे पाणी मुबलक प्रमाणात उपलब्ध असल्याने तेथील प्राण्यांच्या शरीरातून उत्सर्जित केला जाणारा पदार्थ नैसर्गिकरित्या अमोनियाशिवाय दुसरा कुठलाही पदार्थ असणे शक्यच नव्हते. त्यामुळे आजही पाण्यात राहणारे सर्व प्राणी अमोनिया उत्सर्जक आहेत.

प्राण्यांचा उदय पाण्यातच झाला असल्याने प्रारंभीच्या काळातील सर्व प्राणी अमोनिया उत्सर्जक होते. पुढे हळूहळू काही प्राणी पाण्याच्या बाहेर येऊन जमिनीवरही फिरू लागले. पाण्यापासून लांब गेल्यावर त्यांना आपल्या शरीरातील पाण्याचा अपव्यय कमी करण्याची गरज भासू लागली आणि कालांतराने या प्राण्यांचे अमोनिया उत्सर्जक अवस्थेतून यूरिया उत्सर्जक अवस्थेत रूपांतर झाले. आज सर्व उभयचर प्राणी यूरिया उत्सर्जक आहेत. फुफ्फुस माशांनाही पाणी कमी प्रमाणात असले की यूरिया उत्सर्जक व्हावे लागते. यानंतरच्या काळात काही प्राणी पाण्यापासून आणखी लांब गेले. त्यांचा पाण्याशी असलेला संबंध कायमचा तुटला व ते पूर्णपणे स्थलचर झाले. त्यांना पाण्याची कमतरता मोठ्या प्रमाणात भासू लागली आणि शरीरातील पाण्याचा अपव्यय पूर्णपणे



सर्व सस्तन प्राण्यांचे मूलभूत गुण सारखे असूनही त्यांचे परिसर आणि जीवनपद्धती भिन्न असल्याने त्यांच्यात अनेक बदल होतात.

टाळणे अनिवार्य झाले. यामुळे त्यांना यूरिया उत्सर्जनाचा मार्ग सोडून यूरिकाम्ल उत्सर्जनाचा मार्ग पत्करावा लागला. म्हणूनच पूर्णपणे स्थलचर असलेले प्राणी उदा. : कीटक, सरीसृप आणि पक्षी यूरिकाम्ल उत्सर्जक असतात. सर्व प्राण्यांमध्ये कीटक हे जैविकदृष्ट्या सर्वात सफल प्राणी समजले जातात. त्यांच्या सफलतेचे मुख्य कारण हे की त्यांचे पाण्याशिवाय मुळीच अडत नाही.

सस्तन प्राण्यांचा भ्रूणकाळ (Embryonic Period) बराच मोठा असतो. हा काळ माणसात ९ महिन्यांचा तर हत्तीत १८ महिन्यांचा किंवा त्याहीपेक्षा जास्त असू शकतो. तरीही सस्तन प्राणी त्यांच्या भ्रूण अवस्थेतही यूरिया उत्सर्जक का असतात ? याचे कारण असे की हे प्राणी भ्रूण अवस्थेत

असताना सरीसृप किंवा पक्षी यांच्या भ्रूण अवस्थेप्रमाणे त्यांचा संबंध बाहेरच्या जगाशी पूर्णपणे तुटत नाही. कारण हे भ्रूण नाळेमार्फत (Umbilical cord) मातेशी आणि बाहेरच्या जगाशी जोडलेले असतात. या नाळेमार्गेच भ्रूणकाळात त्यांच्या शरीरात तयार होणारे उत्सर्जक पदार्थ (यूरिया) मातेच्या मूत्रपिंडात पोचतात आणि नंतर बाहेर टाकले जातात. म्हणून यूरिया हा पदार्थ किंचित विषारी असला तरी सस्तन प्राणी प्रारंभापासूनच यूरिया उत्सर्जक असतात.

जैव उत्क्रांती आणि पर्यावरण

जैव उत्क्रांती आणि पर्यावरण यांचा घनिष्ठ संबंध असल्याचे सिद्ध करणारी अनेक उत्कृष्ट आणि रोचक उदाहरणे आहेत. त्यातील काही उदाहरणांचा इथे उल्लेख करणे गैर होणार नाही.

यातील पहिले उदाहरण सस्तन प्राण्यांचे आहे. मुळात सस्तन प्राणी कीटक भक्षक होते. पुढे उपयुक्त खाद्य पदार्थ आणि सुरक्षित आवास यांच्या शोधात त्यांना निरनिराळ्या प्रकारच्या परिसरात राहायला जावे लागले. यामुळे त्यांच्या खाण्या-पिण्याच्या आणि इतर अनेक सवयीत अनुरूप बदल झाले. यातून अनेक नव्या प्रकारचे सस्तन प्राणी अस्तित्वात आले. सोबतच्या चित्रावरून याची स्पष्ट कल्पना येईल. सील सारखे प्राणी जमीन आणि पाणी या दोन भिन्न प्रकारच्या परिसरात राहण्यात प्रवीण झाले. देवमासा, डॉल्फिन यासारखे प्राणी पूर्णपणे जलचर झाले. वटवाघुळांनी पक्ष्यांप्रमाणे हवेत उडण्याची कला आत्मसात केली. माकडे झाडावर राहू लागली. घोड्याला वेगाने धावण्याची कला अवगत झाली. माणूस जमिनीवर चालण्यात निष्णात झाला. वाघासारखे प्राणी शिकार करण्यात प्रवीण झाले. या सर्व प्राण्यात सस्तन प्राण्यांचे मूलभूत गुण कायम राहिले पण निरनिराळ्या परिसरात त्यांच्या सवयी बदलल्या. त्यांच्या शारीरिक रचनेत व गुणात त्यानुरूप बदल झाले. एकाच जातीच्या सजीवांपासून अशा भिन्न प्रकारचे सजीव अस्तित्वात येण्याच्या उत्क्रांतिक प्रक्रियेला अनुकूली विकरण (Adaptive Radiation) म्हणतात. अशाच प्रकारचे बदल पक्ष्यांच्या पायांच्या आणि चोर्चींच्या रचनेत झाल्याचे चित्रावरून स्पष्ट होईल.

दुसरे उदाहरण अगदी या उलट होणाऱ्या प्रक्रियेचे आहे. या प्रक्रियेत विभिन्न जातीचे सजीव एकाच प्रकारच्या पर्यावरणात राहिल्याने त्यांच्यात कमालीचा सारखेपणा असल्याचे दिसून येते. उदा. : शार्क, सामन यासारखे मासे, इक्थियोसॉर (डायनोसॉर काळातील एक सरीसृप), कासव, हेसपॅरॉरनिस (एक प्राचीन पक्षी), पेंग्विन यासारखे पक्षी आणि सील, डॉल्फिन या सारखे सस्तन प्राणी. हे सर्व प्राणी निरनिराळ्या वंशातले असूनही त्यांचे पर्यावरण सारखेच असल्याने त्यांची शरीररचना एक सारखी असते. अशा उत्क्रांतिक प्रक्रियेला अनुकूली केंद्रभिसरण (Adaptive Convergence) म्हणतात.

हर्मिंग पतंग आणि हर्मिंग पक्षी हे प्राणी अगदी भिन्न वंशातले आहेत. (एक अपृष्ठवंशी तर दुसरा पृष्ठवंशी) तरी त्यांचे खाद्य आणि ते मिळविण्याची पद्धत एकसारखी असल्याने त्यांच्या शारीरिक रचनेत बरेच साम्य असल्याने आढळून येते. शेवटी या गोष्टींचा पुन्हा एकदा उल्लेख करावासा वाटतो की उत्क्रांतीची प्रक्रिया आणि सजीवांची परिसरानुरूप होण्याची क्षमता यांचा एकमेकांशी फार घनिष्ठ संबंध आहे आणि जैविक उत्क्रांती होण्याचे हे एक प्रमुख कारण आहे.

◆◆

भरल्या
घरात
हवंच !

आपल्या मुलांच्या सर्वांगीण विकासासाठी उपयुक्त मासिक
* शिक्षणातील आनंदासाठी *

झडण-घडण

(विद्यार्थी, शिक्षक, पालकांचे संयुक्त व्यासपीठ)

मानद संपादक : डॉ. रघुनाथ माशेलकर (अध्यक्ष ग्लोबल रिसर्च अलायन्स)

मुख्य संपादक : सागर देशपांडे



- सल्लागार मंडळ : शिवशाहीर बाबासाहेब पुरंदरे, डॉ. विजय भटकर (ज्येष्ठ संगणकतज्ज्ञ), डॉ. शरच्चंद्र गोखले (माजी संपादक दै. केसरी), श्री. अरविंद इनामदार (माजी पोलिस महासंचालक), श्री. अविनाश धर्माधिकारी (माजी आय. ए. एस. अधिकारी), प्रा. डॉ. अशोक कामत (प्रमुख, संत नामदेव अध्यासन, पुणे विद्यापीठ), श्री. अनंतराव आजगावकर (फाय फाऊंडेशन पुरस्कार प्राप्त शिक्षणतज्ज्ञ)
- संपादक मंडळ : श्री. सु. रा. देशपांडे (आजरा), सौ. रेणू दांडेकर (दापोली), प्रा. डॉ. अनिलराज जगदाळे (कोल्हापूर)

● संपादक : सौ. स्मिता देशपांडे ●

संपर्कासाठी पत्ता : संपादक जडण-घडण

१०१/सी, आतिष कॉम्प्लेक्स, शिवपुष्प पार्कच्या मागे,
आनंदनगर, सिंगड रोड, पुणे ४११०५१.

फोन ०२० - २४३४६२३९ (स. ८ ते ११/
सायं. ७ ते ९) ९८५०८८५९३६ / ९८५००६८९०८



उत्तर्या ३०० रु.
वार्षिक वर्गणीमध्ये
११ अंक घरपोच !
(दिवाली
विशेषांकासह)

कृपया वर्गणी फक्त डी. डी. किंवा मनीऑर्डरने सहायत्री प्रकाशन, पुणे' या नावे पाठवावी.

शाळा, शिक्षक आणि मी

लेखक : कैलास वृजवासी • अनुवाद : नागेश मोने

माझं तेव्हा वय अवघं दहा वर्षांच होतं पण मला हे स्वच्छ आठवतं की इथलं वातावरण मला सुरुवातीला अजिबात आवडलं नव्हतं. मी ज्या शाळेतून इथं आलो तिथं भलती कडक शिस्त होती आणि तिथं शिकवायला सर्व शिक्षका होत्या. इथं आल्यावर माझ्या लक्षात आलं की साडी नेसणाऱ्या व्यक्तींबरोबरच शर्ट-पँट घालणाऱ्या अथवा धोतर नेसणाऱ्या व्यक्तीही शिकविण्याचे काम करू शकतात.

इयत्ता ५वी मध्ये मी प्रवेश घेतला होता. इतकी मोठी शाळा पाहूनच धसका बसे; आश्चर्य वाटे. गाडी खूप दूर थांबत असे. तिथून मित्रांबरोबर चालत चालत शाळेत जाणे आणि वर्गात बसून सुट्टीची वाट पाहात राहणे मी कधीच विसरू शकणार नाही. एक तासिका संपली की काही जण बाहेर जात अथवा दुसऱ्या शिक्षकांची वाट पाहात, तरीही मी माझी

जागा सोडत नसे. माझ्या पहिल्या शाळेत असेच वागायचे शिकविले गेले होते. दिलेल्या वेळी पाणी पिणे अथवा ठरलेल्या वेळीच बाहेर जाणे... अशा अनेक बाबी तिथं शिकविल्या गेल्या होत्या. इथं वर्गातला गोंगाट ऐकूनच कसे तरी वाटत असे. मुलं खूपच आरडाओरडा करीत.

त्या काळात, मला आणखी एक बाब अजिबात आवडत नसे, ती म्हणजे प्रत्येक विषय निरनिराळ्या शिक्षकांकडून शिकवला जाई. चौथी पर्यंत तसे नसे. एकच शिक्षक सारे विषय शिकवित असत. त्याचा एक मानसशास्त्रीय परिणाम असे, सर्वच विषयांशी सारखेच नाते निर्माण होत असे. आता मात्र जे शिक्षक उत्तम शिकवीत; आमच्याशी

चांगले वागत तेच विषय मला अधिक आवडू लागले. ही बाब थोडी आश्चर्यजनक नक्की आहे पण उपजीविका





(करियर) निवडताना माझ्या मनावर याचा प्रभाव नक्की पडलेला आहे. (निदान आज तरी मी असे मानतो)

आणखी एक मजेची बाब आहे. विज्ञानाचा वेगळा वर्ग होता आणि विज्ञानाचे तास तिथं व्हायचे. खूपदा विज्ञानाचे तास ऑफ व्हायचे. (ऑफ तासांची संकल्पना याच शाळेत मी शिकलो). मग आम्ही वडाच्या झाडाखाली खेळायचो. विज्ञानाचे शिक्षक जेव्हा विज्ञानाचे तास घ्यायचे तेव्हा मात्र आम्ही बेचैन होत असू कारण आम्हाला तेव्हा खेळायची हुकूमत यायची.

आमच्या चित्रकलेच्या शिक्षकांनी वर्गात आम्हाला सांगितले, “तिथं कोपन्यात कागद ठेवले आहेत आणि इकडे रंग. घ्या ते कागद आणि काढा हवी तितकी चित्रे; तुम्हाला हवं ते चित्र काढा.” याच्या पूर्वी असं कधी झालं

नव्हतं. त्या दिवसापासूनच त्या विषयाचं आणि माझं नातं खूप जवळचं झालं. इतर कुठल्याही विषयात भावनांचं असं साधं सरळ प्रकट होणं मला तरी शक्य वाटत नाही.

मी एकदा पृथ्वी आणि सूर्य यांचं काढलेलं चित्र आमच्या इतिहासाच्या शिक्षकांना अजिबात आवडलं नाही त्यांनी वर्गात सर्वासमक्ष माझ्या तोंडावर ती वही फेकली. या घटनेनंतर मी बरेच दिवस शाळेतच गेलो नाही. जेव्हा गेलो तेव्हा सरांच्या नजरेला मी नजर दिली नाहीच; त्यांना टाळीत राहिलो. इतकेच नव्हे तर सामाजिक शास्त्राचं पुस्तक पिशवीतून काढतानाही मला भीती वाटायची! तुमचा कदाचित विश्वास बसणार नाही पण या घटनेनंतर मी शाळेत आठ वर्षे काढली पण इतिहासाचे हे शिक्षक समोर आल्यावर त्यांना ‘नमस्ते’ म्हणणे दूरच पण त्यांना बघून मी रस्ताच बदलत असे!

रोज सकाळी प्रार्थना होण्याच्या अगोदर ध्वजवंदन व्हायचे. मग व्यायाम, शाळा स्वच्छता असाही भाग असायचा. सहावीमधली घटना आहे. एक दिवस हिंदीच्या शिक्षकांनी माझे केस मोठे असल्याबद्दल मला ओळीतून बाहेर काढले आणि केस पकडून अगदी वार्ट तऱ्हेने खेचले. केवळ मलाच खोलीतून बाहेर काढले असे नव्हे तर माझ्यासमवेत चार पाच मुलेही होती. पण शिक्षा व अपशब्दांचा धनी मात्र

मलाच व्हावे लागले. माझ्यात आणि त्या शिक्षकात कायमची दरी उत्पन्न झाली.

सर्व विषयात 'संस्कृत' हा मात्र अनेकांच्या टिंगलटवाळीचा विषय होता. सगळे विद्यार्थी संस्कृतमध्ये बोलण्याची अशी पद्धत वापरीत की विचारू नका. हे सगळं मजेत चाले. कारण सरळ आहे की संस्कृतच्या शिक्षिका अगदी साध्या होत्या आणि त्यांचे वागणेही अगदी प्रेमाचे, आत्मीयतेचे असे. त्या काळात संस्कृत किंवा उर्दू या दोन विषयांपैकी कोणता तरी एक विषय घ्यावा लागे. शिक्षकांच्या व्यक्तिमत्त्वाचा प्रभाव पहा. उर्दू विषय खूप कमी विद्यार्थी घेत असत कारण उर्दूचे शिक्षक वयस्कर होते आणि मुख्य म्हणजे रागीट होते. मुलं आपापसात म्हणायची की संस्कृतच्या शिक्षिकेनं जर उर्दू शिकवलं तरी आम्ही उर्दू विषय घेऊ आणि शिकू.

मला त्या काळी दोन तासिकांमधल्या अंतराची खूप मजा वाटायची एक म्हणजे छोटी सुट्टी आणि मोठी सुट्टी. एकात आम्ही डबे खायचो आणि एकात खेळायचो. शाळा सुटल्यावर फूटबॉल, हॉकी, बॉस्केटबॉल या खेळांपैकी एक खेळ खेळायचो. वर्षाच्या सुरुवातीलाच एखादा खेळ निवडावा लागे व वर्षभर तोच खेळ खेळावा लागे. अगदी

मनात आले तरी दुसरा खेळ काही खेळायला परवानगी नसे. जेवणाच्या मोठ्या सुट्टीत मात्र ही उणीव आम्ही भरून काढीत असू. खेळाचे शिक्षक खूप कडक वागतात असे आम्ही ऐकून होतो, त्यांचं नाव ऐकून देखील भीती उत्पन्न होते वगैरे बाबी कानावर येत. तरीही खेळाच्या शिक्षकांबद्दल आत्मीयता वाटत राही. कारण एक प्रकारचे अंतर ठेवूनही मुलांबद्दल, खेळांबद्दल त्यांच्या मनात कणव असे.

सहाव्या इयत्तेत विज्ञानाच्या तासाला पहिल्याच दिवशी शिक्षिकांच्या सांगण्याने मनात उत्पन्न झालेली भीती आजही कायम आहे ! “मी तुम्हाला विज्ञान विषय शिकविण्यासाठी आहे. माझ्या तासाला कुणीही आवाज केलेला मला चालणार नाही. जोपर्यंत मी वर्गात आहे तोपर्यंत कुणीही आवाज करता कामा नये. आवाज केल्यास



त्याला ताबडतोब वर्गाच्या बाहेर काढण्यात येईल.” त्यांचं वाक्य मला जसंच्या तसं अजूनही स्मरणात आहे. पेन्सिलीचे टोककरी, मी शेजारच्या मित्राला मागितले म्हणून त्यांनी मला सलग आठ दिवस वर्गाच्या बाहेर ठेवले होते. या घटनेने मला धक्काच दिला होता. सलग आठवडाभर वर्गाच्या चौकटीबाहेर उभे राहणे ही विसरण्याजोगी घटना नव्हे. दहावीपर्यंत याच शिक्षिका मला होत्या आणि त्यामुळेच विज्ञान आणि त्यानंतर विशेषतः रसायनशास्त्र जणू काही माझे शत्रूच झाले होते.

किती विरोधाभास आहे पहा: त्याच इयत्तेत (६व्या इयत्तेत) एक नव्या शिक्षिका आल्या. इंग्लिश आणि चित्रकला हे दोन्ही विषय त्यांनी शिकवायला घेतले



होते. पहिल्याच दिवशी त्या म्हणाल्या, “तुम्ही सर्वजण इतके शांत का बसले आहात ? मला नाही हे आवडत. मी तुमच्याशी बोलेन आणि तुम्ही माझ्याशी, मग बघा वर्गात कशी मजा येते ते.” आम्ही त्या शिक्षिकेचा तास केव्हा येतो याची वाट पाहत असू. केवळ त्यांचे दोन-तीन प्रिय विद्यार्थी नव्हे तर आख्खा वर्गच त्यांची वाट पाहत

असे, आख्खा वर्गच त्यांना प्रिय होता. आज मला त्याचे महत्त्व जाणवते आहे. हीच बाब हिंदी आणि समाजशास्त्राबाबत म्हणता येईल. एक दिवस त्यांनी म्हटले, “दिनांक आणि इसवी सन यांच्यामुळे जर इतिहास हा विषय तुम्हाला कठीण वाटत असेल तर त्यांना वगळून तुम्ही वाचू शकता. तारीख आणि सनावळ्या यांच्याखेरीज एक गोष्ट म्हणून, कहाणी म्हणून तुम्ही इतिहास शिकू शकता, वाचू शकता. अगदी पेपरातही तुम्ही दिनांक, सन नाही लिहिलेत तरी मी गुण कापणार नाही.” ही एक छोटीशी गोष्ट आमच्यासाठी मोलाची होती. इतिहास माझा आवडीचा

विषय झाला, मी पदवी स्तरापर्यंत शिकलो.

त्या काळी इयत्ता ९ वी पासूनच विशेष विषय निवडावे लागत. विज्ञान-गणित, विज्ञान-जीवविज्ञान आणि कला

असे विषय असत. एकदा वाटले, चला कठीण विषयांचा ससेमिरा सुटला. पण काय घडले पहा. मनात नसताना सुद्धा मला ‘विज्ञान-गणित’ विषयच घ्यायला लागला. माझ्या घरातल्यांना मी इंजिनिअर बनण्याची इच्छा वगैरे नव्हती किंवा त्यांचा माझ्यावर हेच विषय घ्यावेत म्हणून दबावही नव्हता. माझा मीच निर्णय घ्यावा व त्यातून शिकत

शिकत जावे अशी त्यांनी मला जी सवय लावली त्यामुळे मी भाग्यवान समजतो स्वतःला.

आमच्या वर्गातील सर्वच मुलांनी विज्ञान-गणित विषय घेण्याचे ठरविल्याने मीही त्याच विषयांकडे खेचलो गेलो. अन्यथा मी मित्रांपासून तुटलो असतो. वर्गात जेव्हा, मागच्या तीन वर्षात विज्ञान शिकविणाऱ्या शिक्षिकाच जेव्हा या दोन्ही विषयांना आल्या तेव्हा रसायनशास्त्र हा विषयही मला कठीण वाटू लागला. रसायनशास्त्र प्रयोगशाळेत जेव्हा पहिल्यांदाच आम्ही गेलो तेव्हा 'दुर्घटना आणि धोके' यांपासून सावधगिरी कशी बाळगावी याची इत्थंभूत माहिती दिली गेली. सगळी 'उपकरणे' मला 'धोकादायक' दिसू लागली. दोघादोघांनी प्रयोग करताना परीक्षानळीत रसायने टाकतानाही खूपच भीती वाटत असे. अगदी आनंददायक काय वाटत असेल तर प्रयोगवहीत प्रयोगाची चित्रे काढणे!

प्रश्न विचारावेत असे अनेकदा मनात येत असे. पण शिक्षकांच्या भीतीने मी अवाक्षरही काढत नसे. आम्ही आपापसात बोलत असू पण प्रयोगशाळेतून बाहेर आल्यावरच. आणि हो, त्या काळात प्रयोगशाळा सहाय्यकही नवे होते आणि आमच्याप्रमाणेच प्रयोगशाळेचे - शाळेचे कायदेकानून शिकण्याच्या प्रक्रियेतही होते. त्यामुळेच कदाचित ते

आमच्याशी मित्रत्वाचे संबंध ठेवत असत. अनेकदा आम्ही त्यांनाच प्रश्न विचारित असू. तेही हसत हसत म्हणत - काय ठाऊक दोस्तांनो, मीही नवीनच आलोय ना.

आमच्या शाळेत भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्र यांच्या प्रयोगशाळा जवळ-जवळच होत्या. लोलक, परावर्तनाचे नियम हे भौतिकशास्त्राचे प्रयोग आम्हाला खूप आवडत कारण भौतिकशास्त्राचे शिक्षक होतेच आनंदी स्वभावाचे. ते स्वतःच्याच मस्तीत; आनंदात असत- शिकवीत आणि आम्हालाही असे खुश राहण्याची मुभा देत. खूपदा इतका दंगा व्हायचा की शेजारच्या रसायनशास्त्राच्या प्रयोगशाळेतील शिक्षिका आमच्या इथे येऊन आम्हाला रागवत. "ही प्रयोगशाळा आहे. माझ्या प्रयोगशाळेत येऊन पहा मुलं किती शांततेनं काम करताहेत", असं म्हणत. थोड्या वेळापर्यंत शांतता टिके. त्या शिक्षिका निघून गेल्या की आम्ही शिक्षकांकडे पाहात असू. ते हळूच हसताना पाहिले की आम्हीही हसून घ्यायचो. अशा वेळी ते खोट्या आविर्भावाने आम्हाला रागावीत... श... श... श...

गणिताचं विचाराल तर मला ना गणिताचे शिक्षक आवडले ना गणित विषय. दहावीपर्यंत मला एकूण सात शिक्षकांनी गणित शिकविले. सगळ्यात कमी गुण मला या विषयात मिळत. सातवीत तर मला वर्गात

झोपच आली एक दिवस. डोळे उघडतो तर समोर शिक्षक उभे आणि सगळा वर्ग मला हसत होता. मला म्हणाले, “चल बाहेर आपण दोघे पळू. एक चक्कर मारू. मलाही झोप आलीय.” चक्कर नाही मारली आम्ही, पण त्यांच्या मजेच्या व मैत्रीच्या वागण्याने माझं भय कमी झालं. पण माझं दुर्दैवच असं की ते शिक्षक केवळ सहा महिनेच शाळेत राहिले.

आमच्या हिंदीच्या शिक्षिका खूप भावनाशील होत्या. अगदी सुरुवातीपासून शेवटपर्यंत (११ वी पर्यंत) खूप सोपा वाटणारा हा विषय होता. मजाही यायची या तासाला. त्या खूप हळू आवाजात बोलायच्या. शेवटच्या बाकावरच्या मुलांपर्यंत त्यांचा आवाज पोहोचत नसे. पुढे मी जो अनुभव लिहिणार आहे त्यावरून तर माझ्या मनात एक गोष्ट पक्की झालीय “जो सरळमार्गी, साधा आणि आपण बरे आपले काम बरे असा माणूस असतो त्याला इतर लोक छळतातच.” झालं असं, की एक दिवस काही मुलांनी मुख्याध्यापकांना सांगितलं की हिंदीच्या शिक्षिका जे शिकवितात ते आम्हाला समजत नाही. “त्यांचा आवाजही हळू आहे, सावकाशच शिकवितात, धड्यांची प्रश्नोत्तरेही घेत नाहीत वगैरे वगैरे.” दुसऱ्या दिवशी वर्गात आल्यावर त्या खूपच गंभीर होत्या. खूपच धीरगंभीर वातावरणात त्यांनी तास घेतला आणि शेवट

विचारले, “समजलं का सगळ्यांना !

“होय.” सगळ्यांनी सांगितले

“माझा आवाजही पोहोचला का शेवटपर्यंत ?

“होय, मॅडम”

“तर, तर तर तुम्ही,..... बोलता बोलता त्या रडू लागल्या.

त्यांचं म्हणणं असं होतं की तुम्ही तुमची समस्या सांगितलीत हे योग्यच आणि छान केलंत. पण जे माझ्याशी संबंधित आहे ते सरळ मलाच सांगितले असते तर माझ्या पद्धतीत मी बदल केलाच असता. तुम्ही सरळ मुख्याध्यापकांकडेच गेलात. मला काय वाटलं असेल ? किती अपमानकारक आहे हे माझ्यासाठी ?”

आम्ही सारे जण अवाकू झालो होतो. शांतपणे आणि आश्चर्याने आम्ही हे सगळं पाहात होतो. कोणत्याही शिक्षकाला असं रडताना, तेही वर्गात, पाहणं ही बाब अशी होती की जे झालं ते योग्य नाही असं मला आतून वाटलं. त्या शिक्षिकेचे म्हणणे योग्यच होते. इयत्ता १० वी मधली घटना आहे ही. १९८० सालातील.



शैक्षिक संदर्भ मे-जून १९९७ मधून साभार.

लेखक : कैलाश ब्रजवासी, विद्याभवन, उदयपूर-
मध्ये शिक्षण केंद्रात कार्यरत
अनुवाद : नागेश मोने, द्रवीड हायस्कूल वाई येथे
गणित व विज्ञान शिकवितात.

त्वचेचं पोळणं, होरपळणं किंवा जळणं !

या ना त्या अनेक कारणांनी माणसांची त्वचा कमी अधिक प्रमाणात पोळते, होरपळते किंवा जळते. त्याची तीव्रता किती ? हे सांगताना तज्ज्ञ 'डिग्री' ही संज्ञा वापरतात आणि तीव्रतेचे मोजमाप एक, दोन, तीन या आकड्यात करतात.

गॅसच्या शो गडीवरून तापत ठेवलेले दुधाचे भांडे अथवा पोळी करीत असताना तापलेला तवा उतरवताना अभावितपणे 'आआईऽग!' म्हणण्या इतपत बसलेल्या चटक्याने त्वचा लाल होते. ती चुरचुरत असली तरी तेथे ती तडकून जखम झालेली नसते. या स्थितीला आपण 'पोळणे' म्हणतो. तज्ज्ञांच्या मते त्याची तीव्रता पहिल्या (एक) डिग्रीची असते. त्या तीव्रतेने वेदना होते. परंतु ती अल्पकाळ टिकते.

काही वेळा उकळते पाणी अथवा कढईतील उकळत्या तेलाचे थेंब अंगावर उडतात त्यामुळे तेथील त्वचेचा भाग टापूसतो, फोडही येतो. काही काळाने त्यात पाणीही साठते किंवा साठण्याची शक्यता असते. तज्ज्ञांच्या मते त्याची तीव्रता दुसऱ्या (दोन) डिग्रीची असते. त्यामुळे होणाऱ्या वेदना अधिक असतात. वेदना कमी व्हावी यासाठी फोड फोडावासा वाटतो. तज्ज्ञांच्या मते वेदना सहन होत नसली तरी फोड फोडू

नये. निसर्गतःच तो कालांतराने नाहीसा होतो, बरा होतो. फोडल्यास जखम उघडी राहिल्याने जीवाणूंचा संसर्ग होऊन जखम चिघळण्याची दाट शक्यता असते.

बॉम्बच्या स्फोटामध्ये किंवा घराला लागलेल्या आगीमध्ये फार काळ सापडलेल्या व्यक्तीची त्वचा बरीच होरपळते किंवा जळून जाते. त्यामुळे त्वचेखालील मांसही कमी अधिक प्रमाणात जळलेले असते किंवा पूर्णतः उघडे पडलेले असते. त्यामुळे होणाऱ्या वेदनांचे प्रमाण खूप अधिक असते. तज्ज्ञांच्या मते याची तीव्रता तिसऱ्या (३) डिग्रीची असते. ही तीव्रता गांभिर्याचा इशारा करून देते. त्वचा जळलेल्या जागी ताबडतोब औषध योजना आणि उपाय करणे जरूरी असल्याची जाणीव करून देते.

तज्ज्ञांचा सल्ला असा की, त्वचेचं भाजणं कोणत्याही तीव्रतेचं असो. भाजलेली त्वचा, तिच्यावर पाणी ओतून सामान्य तापमानास आणावी. त्वचा फार थोडी जरी जळालेली असली तरी डॉक्टरांच्या सल्ल्याने त्यावर उपाय योजना ताबडतोब व्हावी. कारण अशा जखमांमध्ये जीवाणूंचा संसर्ग फार झपाट्याने होण्याची शक्यता असते !

लेखक : डॉ. पुरुषोत्तम जोशी

माझे स्टार्चचे प्रयोग

लेखक : अभिजीत देशपांडे

आपल्या रोजच्या जेवणात भात, वरण, पोळी, भाजी, कोशिंबीर असे पदार्थ आपण खातो. ते आपल्याला पोषक पदार्थ देतात आणि त्यापासूनच आपल्याला ऊर्जा मिळते हे आपल्याला वारंवार सांगितलं जातं. खरंच आहे ते! कर्बोदकं (स्टार्च), स्निग्धपदार्थ, प्रथिनं, क्षार आणि पाणी हे आपल्या अन्नातले पोषक पदार्थ.

भातामध्ये मुख्य घटक कोणता असतो? अर्थातच कर्बोदक. आपण भात खातो आणि पचवतो. त्यातून ऊर्जा मिळवतो. आपल्याला गहू, मका, तांदूळ, बटाटा, रताळे अशा गोष्टीतून स्टार्च मिळतं. बाजारात मक्याचं पीठ मिळतं. तेही स्टार्चच आहे, ते तसंच खाऊन स्टार्च आणि त्यातून पुढे ऊर्जा मिळवता येऊ शकते. पण आपण मात्र मक्याची भाकरी बनवतो, असं का?

हा प्रश्न जरा बाजूला ठेवून पुन्हा स्टार्चकडे वळू. काही गमतीदार प्रयोग करू. आपल्या प्रयोगांसाठी तुम्ही गहू, तांदूळ, मका यांपैकी कशाचंही अगदी बारीक पीठ घेऊ शकता.

आपल्याला हे साहित्य लागेल - स्टार्च, पाणी, पातेली, ग्लास, चमचे आणि थर्माकोल. हे सगळं आपल्या घरात असतंच.

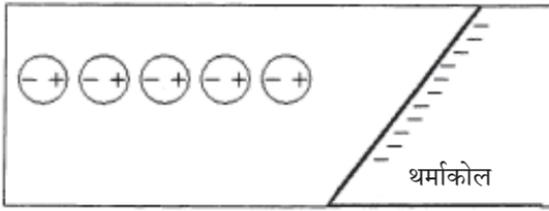
स्टार्च आणि पाण्याचे मिश्रण

स्टार्च आणि पाणी समप्रमाणात घ्या. ते एकमेकांत मिसळा. हे मिश्रण बनवायला खूप घोटावं लागतं. मग त्याची गुळगुळीत पेस्ट तयार होईल. दाट, पांढुरकी पेस्ट!

आता एक चमचाभर पेस्ट घ्या. चमचा उपडा करून पुन्हा ती भांड्यात पाडा. काय झालं? निरीक्षण नोंदवून ठेवा.

आता एक चमचाभर पाणी घेऊन हाच प्रयोग करा. आणि पाणी कसं भांड्यात पडतंय ते पहा. फरक लक्षात आला ना?

आता थर्माकोलचा तुकडा जरा वेळ डोक्यावर घासा. चमच्यात पेस्ट घेऊन ती भांड्यात ओतताना थर्माकोल जवळ धरा. पेस्ट पहिल्यासारखीच सरळ खाली भांड्यात पडली का? का ती थर्माकोलकडे खेचली गेली? पाणी ओततानाही हाच प्रयोग करा. पाणी सुद्धा थर्माकोलकडे खेचलं गेलं का?



होत नाही. नुसतं पाणीदार. अस्मू दे. हे आपलं 'नमुना ब' मिश्रण. जरा बाजूला ठेवून द्या.

द्रावण आणि मिश्रण

आता नमुना अ कडे बघू या

आता एक सांगा, थर्माकोलकडे स्टार्च पेस्ट जास्त खेचली गेली का पाणी? निरीक्षण नोंदवताय ना?

आता अर्धा चमचा पेस्ट आणि २०० मि.ली. पाणी मिसळा. त्यातलं निम्मं म्हणजे १०० मिली मिश्रण भांड्यात घ्या. उरलेलं ग्लासमध्ये ओतून ठेवा. या ग्लासमधल्या मिश्रणाला आपण 'नमुना अ' असे नाव देऊ.

आता भांड्यातल्या मिश्रणाला जरा उष्णता देऊ. भांडे गॅसवर ठेवून मिश्रण सतत ढवळत राहायला पाहिजे. योग्य तापमानाला आल्यावर तुम्हाला पांढुरकं दुधी मिश्रण पारदर्शक झालेलं दिसेल. ते दाटही होईल. याच वैशिष्ट्यामुळे आपण सूप करताना कर्बोदके वापरतो. पण तुम्हाला माहिती आहे का मिश्रण दाट का झालं? त्याचा रंग का बदलला?

आता एक चमचाभर गरम मिश्रण घेऊन ते गार करा. मग दुसऱ्या भांड्यात त्यात १०० मिली पाणी मिसळा. हे मिश्रण करणं जरा अवघडच जातंय ना! त्यातून ते एकजीवसुद्धा

- अरेच्या हे मिश्रण तळाशी दाट आणि वरती पातळ झालंय. थोडक्यात स्टार्च खाली बसलंय आणि पाणी वेगळं झालंय.

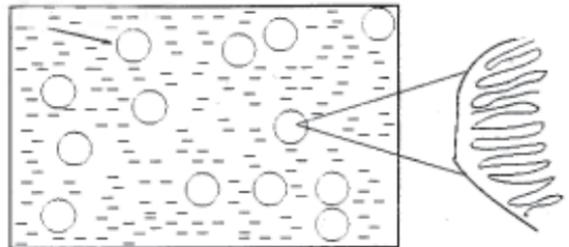
नमुना ब मिश्रण थोड्या वेळाने बघा. हे मिश्रण अजूनही एकजीव आहे का? कदाचित यामध्ये बदल व्हायला बराच काळ लागत असावा. (दिवस, आठवडे का वर्ष?) का बरं?

नमुना अ आणि नमुना ब मध्ये काय फरक आहे?

नमुना अ मध्ये स्टार्च हे कणांच्या स्वरूपातच राहतं आणि नंतर मिश्रणातून वेगळं होऊन खाली बसतं.

नमुना ब मध्ये स्टार्चच्या कणांचं काय होतं?

नमुना अ आणि नमुना ब मधल्या मिश्रणातला मोठा फरक तुमच्या लक्षात



आला का ? नमुना ब मिश्रण
तापवलेलं होतं. म्हणजे हा
उष्णतेचा परिणाम आहे वाटतं.

आता सुरुवातीपासूनची
आपली निरीक्षणं बघू या.

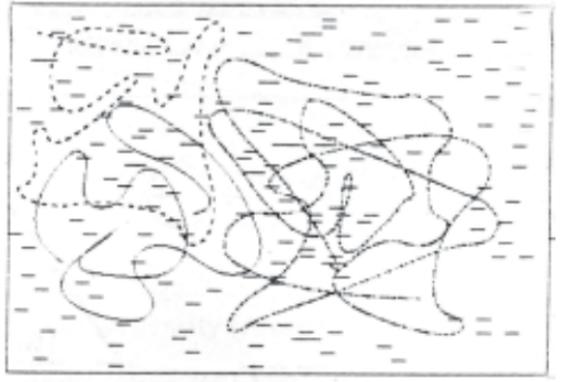
- जेव्हा पेस्ट
चमच्यातून भांड्यात पाडली
तेव्हा ती सरळ खाली पडली.

पण डोक्यावर घासलेला (म्हणजेच
विद्युतभारित. मात्र केसांना तेल लावलेलं
नको !) थर्माकोल जवळ नेला तेव्हा
त्याच्याकडे खेचली गेली.

- खरं तर थोड्या फार प्रमाणात
पाण्याबाबतही हेच घडलं, पण ते पेस्ट इतकं
थर्माकोलकडे खेचलं गेलं नाही.

आपल्याला माहितीच आहे की
घासल्यामुळे थर्माकोल विद्युतभारित झाला.
कर्बोदकाचे कण त्यामुळेच त्याच्याकडे
खेचले गेले. पण पीठ आणि तेलाच्या
मिश्रणाबरोबर हा प्रयोग केला तर असं होत
नाही कारण इथे कर्बोदकाचे कण एकमेकांशी
जास्त बांधलेले असतात. या बंधनामुळे
त्यांच्या हालचालींवर मर्यादा पडते.

पेस्ट गरम केली तेव्हा ती दाट आणि
पारदर्शक झाली. आता याचं कारण जाणून
घेऊ या. जेव्हा आपण पीठ आणि पाणी
मिसळलं तेव्हा पांढरी (दुधी) पेस्ट तयार
झाली. यामध्ये पिठाचे कण सुटे, वेगवेगळे



असतात. आपण सूक्ष्मदर्शकातून पाहिल्यास
हे कण पाण्यात तरंगताना दिसतील.
कर्बोदकाच्या कणाच्या आत आपल्याला
कर्बोदकाचे रेणू दिसतील. कर्बोदकाचे रेणू
लांबच लांब असतात.

पाण्यातल्या मिश्रणाचा रंग दुधी पांढरा
असतो कारण त्यातून जाणारा प्रकाश
कणांच्या तरंगण्यामुळे पसरला जातो.

मिश्रण तापवल्यावर जास्त तापमानामुळे
स्टार्चचे रेणू वितळतात. त्यांचे बंध मोकळे
होऊन पाण्याच्या रेणूंमध्ये मिसळतात.
त्यामुळे त्यांचं द्रावण तयार होतं. आता हे
मिश्रण (तापवलेलं) जर सूक्ष्मदर्शकातून
पाहिलं तर स्टार्चचे लांब लांब रेणू पाण्यातून
इकडून तिकडे जाताना दिसतील. जणू काही
पाण्यामध्ये साप पोहत आहेत.

या अशा दाट मिश्रणातून प्रकाश आरपार
जातो. याच कारणामुळे तापवल्यावर मिश्रण
पारदर्शक बनते.

स्टार्च पेस्ट तापवल्यावर दाट होते याचं

कारणही हेच आहे. तापवल्यावर स्टार्चचे कणात गुंडाळी झालेले रेणू सुटे होऊन एकमेकांत गुंततात. त्यामुळे आपल्याला हे मिश्रण ढवळताना जड जाते. असे मिश्रण नाही ढवळले तर त्यात स्टार्चच्या गुठळ्या होतात.

नूडल्स करताना याचा अनुभव तुम्ही घेतला असेल. जर नूडल्स करताना ढवळलं नाही तर त्याचा एक गोळा तयार होतो. आणि तो नीट खाता येत नाही.

म्हणूनच सूप करताना त्याला दाटपणा आणण्यासाठी स्टार्चचा वापर करतात. अर्थात स्टार्च पेस्ट करताना ढवळत रहायला विसरू नका. आणि यापुढे भात, बटाटा इत्यादी खाताना स्टार्चचे हे गुणधर्म लक्षात ठेवा.

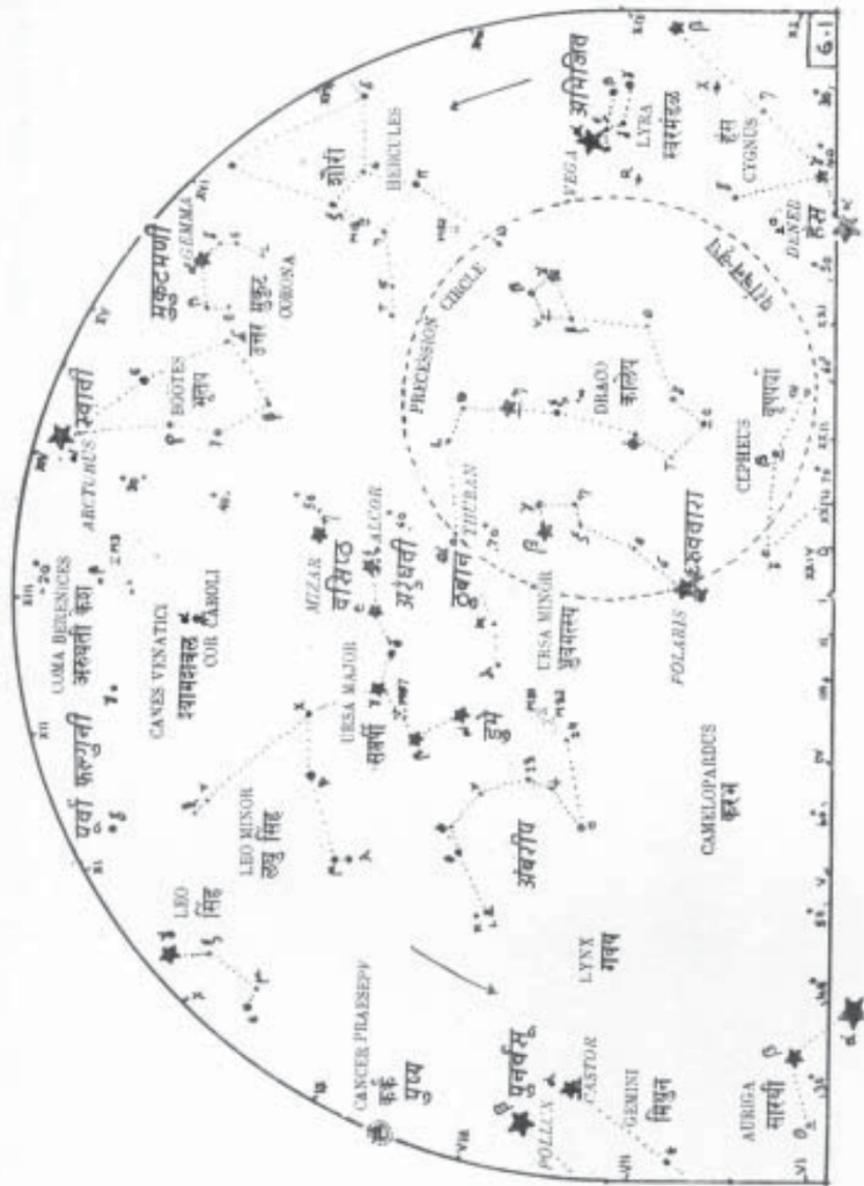


जंतरमंतर मे-जून २००३ मधून साभार.

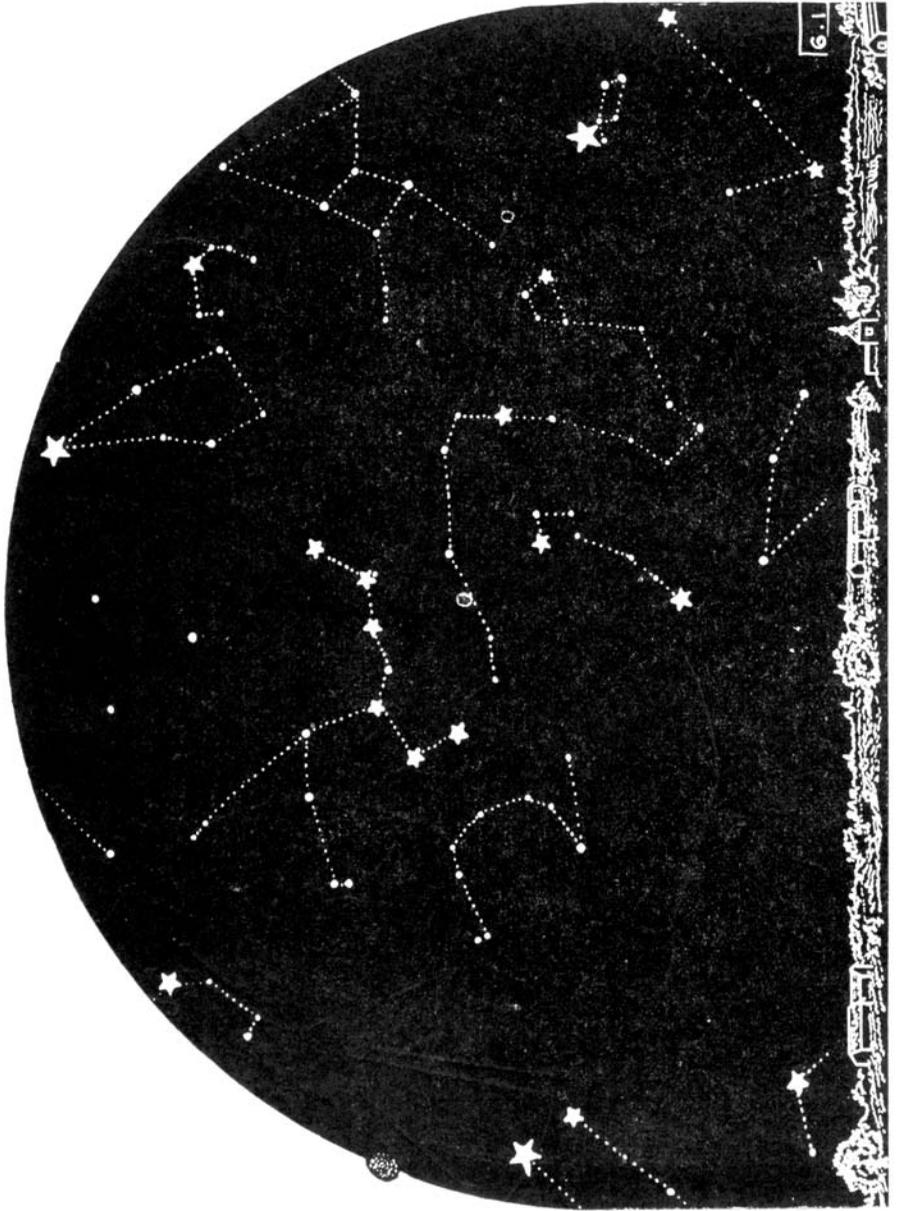
लेखक : अभिजीत देशपांडे, आयआयटी मद्रास
अनुवाद : यशश्री पुणेकर.

- संदर्भचे प्रतिनिधी -

- १) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी, सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१. फोन - ०२४१-२३२३६०७
- २) श्री. राजेंद्र गाडगीळ, सृजन व्यक्तीमत्त्व विकास प्रकल्प २३७, शिवाजीनगर, जळगाव - ४२५ ००१, फोन - ०२५७-२२२३९७१, मो. : ९४२३९७३११५
- ३) श्री. प्रकाश खटावकर, ३०४, सोमवार पेठ, सातारा, फोन - ९४२११२१३१९
- ४) श्री. शरद जोशी, ग्रंथ प्रसारक, अमर कल्पतरु को-ऑप. सोसायटी, देवी चौक, शास्त्रीनगर, डोंबिवली, (प.) जि. ठाणे फो-०२५१-२४८६९६७
- ५) सौ. स्मिता जोगळेकर, एम-२५२, रिझर्व्ह बँक क्वार्टर्स, नॉर्थ अॅव्हेन्यू, सांताक्रुझ प.मुंबई-५४ फो - ०२२- २६६०२९४७
- ६) श्री. अरूण केशव खाडीलकर, १३ अ, आनंदवन हौसिंग सोसायटी, आरटीओ ऑफीसजवळ, विजापूर रोड, सोलापूर - ४१३ ००४ फो - ९८५००९३६२३
- ७) राजीव तांबे, ए/२०२, पुर्णिमा दर्शन, श्रीखंडे वाडी, डोंबिवली - ४२१ २०१ email : rajivcopper@yahoo.com.in
- ८) समुचित एन्व्हायरो-टेक प्रा.लि., फ्लॅट क्र.६, एकता पार्क को.ऑप.हौ. सोसा. निर्मिती शोरूममागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे ४११ ००४. फो - ०२०-२५४६०१३८
- ९) साधना मीडिया सेंटर, ४३१ शनिवार पेठ, वीर मारुती मंदिराजवळ, पुणे ३०.



पृथ्वीच्या अक्षांचा रोख सध्या ध्रुवताऱ्याकडे आहे, पण काही हजार वर्षांनंतर तो अभिजित या ताऱ्याकडे वळणार आहे. आणि त्यानंतर तो थुबानकडे वळेल. या तीनही ताऱ्यांचं आकाशातलं स्थान.



१५ जूनला रात्री ८ वाजता दिसणाऱ्या उत्तरेकडील आकाशाचा नकाशा.
ध्रुव, अभिजित आणि थुबान या ताऱ्यांचं वैशिष्ट्य
सांगणारा लेख वाचा पान ८ वर.

शैक्षणिक संदर्भ - जून - जुलै ०७

RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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

